

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 241 DE 2015:** Ajustar (Actualizar) el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Canal del Dique – SZH (Código 2903), en el marco del proyecto “Incorporación del Componente de Gestión del Riesgo como Determinante Ambiental del Ordenamiento Territorial en los Procesos de Formulación y/o Actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas Afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011”, y la Consulta Previa requerida en la Cuenca.



## CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO-BIÓTICO DE LA CUENCA

ACTUALIZACIÓN  
**POMCA**  
CANAL DEL DIQUE



Plan de Ordenación y Manejo  
de la Cuenca Hidrográfica

Bucaramanga, 29 de Enero de 2018



	<b>Pág.</b>
<b>3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA .....</b>	<b>98</b>
3.1 CLIMA.....	98
3.1.1 Alcance .....	98
3.1.2 Herramientas o Insumos .....	98
3.1.3 Caracterización Climática .....	99
3.1.4 Conclusiones.....	379
3.2 GEOLOGÍA.....	381
3.2.1 Resumen.....	381
3.2.2 Introducción.....	381
3.2.3 Alcances.....	382
3.2.4 Localización .....	382
3.2.5 Generalidades.....	384
3.2.6 Metodología .....	385
3.2.7 Análisis de Información.....	394
3.2.8 Geología a Escala 1:100.000.....	397
3.2.9 Geología a Escala 1:25.000.....	416
3.2.10 Unidades Geológicas Superficiales – UGS .....	471
3.2.11 Conclusiones y Recomendaciones .....	530
3.3 HIDROGEOLOGÍA .....	532
3.3.1 Alcances y Limitaciones.....	533
3.3.2 Metodología .....	534
3.3.3 Aspectos Hidrogeológicos Generales de la Cuenca Canal del Dique.....	539
3.3.4 Identificación y Caracterización de Acuíferos.....	567
3.3.5 Oferta Hídrica y Parámetros Hidráulicos de los Acuíferos .....	572
3.3.6 Modelo Conceptual .....	614
3.3.7 Usos Actuales del Recurso Hídrico Subterráneo .....	621
3.3.8 Calidad de las Aguas Subterráneas .....	626
3.3.9 Geoeléctrica .....	657
3.3.10 Vulnerabilidad de Acuíferos .....	717
3.3.11 Identificación y Espacialización de Zonas Objeto de Protección .....	726
3.3.12 Análisis de Criterios de Priorización de Acuíferos Objeto de PMAA .....	727
3.4 HIDROGRAFÍA.....	729
3.4.1 Alcance .....	729
3.4.2 Herramientas o Insumos .....	729
3.4.3 Metodología .....	730
3.4.4 Caracterización Hidrográfica.....	733

3.4.5	Conclusiones.....	773
3.5	MORFOMETRÍA.....	774
3.5.1	Resumen.....	774
3.5.2	Introducción.....	774
3.5.3	Generalidades del Área .....	774
3.5.4	Morfometría de la Cuenca .....	775
3.5.5	Resultados Obtenidos.....	781
3.5.6	Conclusiones y Recomendaciones.....	798
3.6	PENDIENTES.....	799
3.6.1	Resumen.....	799
3.6.2	Introducción.....	799
3.6.3	Generalidades del Área .....	799
3.6.4	Metodología .....	800
3.6.5	Conclusiones y Recomendaciones.....	811
3.7	HIDROLOGÍA.....	812
3.7.1	Alcance .....	812
3.7.2	Herramientas o Insumos.....	813
3.7.3	Descripción y Evaluación de la Red de Estaciones Hidrológicas.....	813
3.7.4	Inventario de Concesiones de Agua para Centros Poblados.....	820
3.7.5	Análisis Multitemporal de la Dinámica de los Ambientes Lagunares .....	824
3.7.6	Caracterización de la Infraestructura Hidráulica que Afecta la Oferta Hídrica en las Subcuencas del Canal del Dique.....	847
3.7.7	Caracterización de los Sistemas Lénticos y Lóticos Naturales en la Cuenca Canal del Dique .....	861
3.7.8	Sistemas Lénticos.....	862
3.7.9	Sistemas Lóticos .....	868
3.7.10	Determinación de la Escorrentía.....	869
3.7.11	Oferta Hídrica.....	887
3.7.12	Caudales .....	889
3.7.13	Rendimiento Hídrico Mensual.....	894
3.7.14	Estimación de la Demanda Hídrica Sectorial .....	899
3.7.15	Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH.....	910
3.7.16	Índice de Uso del Agua.....	917
3.7.17	Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento IVH .....	923
3.7.18	Índice de Vulnerabilidad Ante Eventos Torrenciales IVET .....	928
3.7.19	Necesidades de Información .....	944
3.7.20	Conclusiones.....	946
3.8	CALIDAD DE AGUA.....	947



3.8.1	Descripción y Evaluación de la Información de Redes de Monitoreo Existentes.....	947
3.8.2	Actividades que se Desarrollan Dentro de la Cuenca que Generan Vertimientos .....	986
3.8.3	Estimación de Cargas Contaminantes Vertidas a las Corrientes Principales.....	995
3.8.4	Descripción y Análisis de Factores de Contaminación en Aguas y Suelos Asociados al Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Ordinarios en la Cuenca .....	999
3.8.5	Realización Campañas de Monitoreo Calidad del Agua en Diferentes Condiciones Hidrológicas por el Consorcio Canal del Dique Año 2016 y 2017 .....	1005
3.8.6	Estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA) .....	1043
3.8.7	Estimación del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) .....	1056
3.8.8	Conclusiones y Recomendaciones.....	1065
3.9	GEOMORFOLOGÍA .....	1066
3.9.1	Geomorfología de Carvajal.....	1066
3.9.2	Procesos Morfodinamicos.....	1133
3.9.3	Geomorfología de Zinck.....	1161
3.9.4	Análisis Situacional Geología y Geomorfología.....	1189
3.9.5	Conclusiones y Recomendaciones.....	1192
3.10	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS .....	1194
3.10.1	Marco Metodológico.....	1194
3.10.2	Recolección de Muestras de Suelo para Enviar al Laboratorio.....	1199
3.10.3	Determinación Área Efectiva de Trabajo .....	1209
3.10.4	Descripción de las Unidades Cartográficas de Suelos - Geomorfopedológicas.....	1212
3.10.5	Capacidad de Uso de las Tierras.....	1431
3.10.6	Descripción de las Unidades de Uso Principales Recomendados .....	1492
3.11	COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA.....	1507
3.11.1	Metodología .....	1507
3.11.2	Resultados Esperados.....	1527
3.11.3	Cronograma de Actividades de la Fase.....	1527
3.11.4	Resultados Obtenidos.....	1528
3.12	CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN Y FLORA.....	1591
3.12.1	Caracterización de la Vegetación y Flora Existente .....	1591
3.12.2	Contexto Regional .....	1604
3.12.3	Caracterización Florística y Estructural .....	1620
3.12.4	Conclusiones Generales.....	1745
3.13	CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA .....	1747

3.13.1	Metodologías Empleadas para la Consecución y Tratamiento de los Datos .....	1747
3.13.2	Caracterización de la Fauna de la Cuenca.....	1764
3.13.3	Identificación de Especies Faunísticas en algún Grado de Amenaza, en Peligro de Extinción o Endémicas .....	1836
3.13.4	Conclusiones Generales de la Cuenca del Componente Biótico Respecto al Diagnóstico del Pomca Vigencia 2007 vs Pomca 2017 .....	1843
3.14	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS .....	1848
3.14.1	Áreas Protegidas de Orden Nacional y Regional Declaradas, Públicas o Privadas .....	1849
3.14.2	Áreas Complementarias para la Conservación .....	1855
3.14.3	Áreas de Reglamentación Especial .....	1867
3.14.4	Áreas de Importancia Ambiental.....	1870
3.14.5	Marco Legal Nacional Vigente para la Promoción de los Ecosistemas Estratégicos Propuestos .....	1880
3.14.6	Instrumentos Financieros para la Protección de los Ecosistemas Propuestos .....	1880
3.15	SIG Y CARTOGRAFÍA.....	1881

## LISTA DE FIGURAS CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA

	<b>Pág.</b>
Figura 3.1. Proceso metodológico empleado para las labores de caracterización del clima. ....	100
Figura 3.2. Localización estaciones Climáticas en la cuenca. ....	101
Figura 3.3. Curva de masas de la Estación Carmen de Bolívar. ....	108
Figura 3.4. Histograma de precipitación diaria Multianual. ....	109
Figura 3.5. Distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación estación Carmen de Bolívar. ....	111
Figura 3.6. Precipitación anual multianual estaciones Cuenca Canal del Dique. ....	115
Figura 3.7. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Carmen de Bolívar. ....	117
Figura 3.8. Ciclo tendencia Carmen de Bolívar. ....	121
Figura 3.9. Índice de Estacionalidad Carmen de Bolívar. ....	121
Figura 3.10. Histograma de precipitación diaria media multianual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Calma La. ....	122
Figura 3.11. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Cañaveral. ....	123
Figura 3.12. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Casa de Bombas. ....	124
Figura 3.13. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Casa de Piedra. ....	125
Figura 3.14. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Esperanza FCA LA. ....	126
Figura 3.15. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Flamenco. ....	127
Figura 3.16. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Gamero. ....	128
Figura 3.17. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Haya LA. ....	129
Figura 3.18. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Hibacharo. ....	130
Figura 3.19. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Indugan HDA. ....	131
Figura 3.20. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Lena. ....	132
Figura 3.21. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Lomagrande. ....	133
Figura 3.22. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Mampuján. ....	134
Figura 3.23. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Montecristo. ....	135

Figura 3.24. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Normal Manatí. ....	136
Figura 3.25. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Palo Alto. ....	137
Figura 3.26. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Piojo EL. ....	138
Figura 3.27. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Porvenir. ....	139
Figura 3.28. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Presa Ay Grande. ....	140
Figura 3.29. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Pto Santander. ....	141
Figura 3.30. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Rabón El Hda. ....	142
Figura 3.31. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Repelón. ....	143
Figura 3.32. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Rocha. ....	144
Figura 3.33. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sabanalarga. ....	145
Figura 3.34. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sabanetica. ....	146
Figura 3.35. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San José. ....	147
Figura 3.36. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San Onofre. ....	148
Figura 3.37. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San Pablo. ....	149
Figura 3.38. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sincerín. ....	150
Figura 3.39. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Tiogollo. ....	151
Figura 3.40. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Usiacurí. ....	152
Figura 3.41. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Viso EL. ....	153
Figura 3.42. Histograma de precipitación media anual (mm). ....	165
Figura 3.43. Histograma de precipitación media anual (mm). ....	166
Figura 3.44. Histograma de precipitación media anual (mm). ....	167
Figura 3.45. Histograma de precipitación media anual (mm). ....	168
Figura 3.46. Histograma de precipitación media anual (mm). ....	169
Figura 3.47. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm). ....	170
Figura 3.48. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm). ....	171

Figura 3.49. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm). .....	172
Figura 3.50. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm). .....	173
Figura 3.51. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm). .....	174
Figura 3.52. Precipitación media Enero. ....	182
Figura 3.53. Precipitación media Febrero. ....	183
Figura 3.54. Precipitación media Marzo. ....	184
Figura 3.55. Precipitación media Abril. ....	185
Figura 3.56. Precipitación media Mayo. ....	186
Figura 3.57. Precipitación media Junio. ....	187
Figura 3.58. Precipitación media Julio. ....	188
Figura 3.59. Precipitación media Agosto. ....	189
Figura 3.60. Precipitación media Septiembre. ....	190
Figura 3.61. Precipitación media Octubre. ....	191
Figura 3.62. Precipitación media Noviembre. ....	192
Figura 3.63. Precipitación media Diciembre. ....	193
Figura 3.64. Isoyetas de precipitación media. ....	194
Figura 3.65. Isoyetas de precipitación máxima. ....	195
Figura 3.66. Isoyetas de precipitación mínimas. ....	196
Figura 3.67. Histograma de temperatura diaria media multianual °C. ....	200
Figura 3.68. Histograma de temperatura media mensual multianual °C. ....	201
Figura 3.69. Histograma de temperatura máxima diaria multianual °C. ....	203
Figura 3.70. Temperatura mínima diaria multianual °C. ....	204
Figura 3.71. Isotermas mínimas. ....	209
Figura 3.72. Isotermas medias. ....	210
Figura 3.73. Isotermas máximas. ....	211
Figura 3.74. Polígonos de Thiessen. ....	215
Figura 3.75. Temperatura Enero. ....	216
Figura 3.76. Temperatura Febrero. ....	217
Figura 3.77. Temperatura Marzo. ....	218
Figura 3.78. Temperatura Abril. ....	219
Figura 3.79. Temperatura Mayo. ....	220
Figura 3.80. Temperatura Junio. ....	221
Figura 3.81. Temperatura Julio. ....	222
Figura 3.82. Temperatura Agosto. ....	223
Figura 3.83. Temperatura Septiembre. ....	224
Figura 3.84. Temperatura Octubre. ....	225
Figura 3.85. Temperatura Noviembre. ....	226
Figura 3.86. Temperatura Diciembre. ....	227



Figura 3.87. Histograma de Humedad Relativa (%).....	228
Figura 3.88. Histograma de humedad relativa máxima (%).....	229
Figura 3.89. Humedad relativa. ....	230
Figura 3.90. Histograma de brillo solar medio multianual (Ho). ....	232
Figura 3.91. Histograma de Brillo solar máximo Mensual (Ho).....	232
Figura 3.92. Brillo solar.....	233
Figura 3.93. Histograma de evaporación media multianual – San Pablo (mm).....	236
Figura 3.94. Histograma de evaporación media mensual – San Pablo (mm).....	237
Figura 3.95. Histograma de evaporación media anual – Apto Núñez.....	239
Figura 3.96. Histograma de evaporación media mensual – Apto Núñez (mm). ....	240
Figura 3.97. Histograma de evaporación media multianual – Esc. Naval.....	241
Figura 3.98. Histograma de evaporación media mensual – Esc. Naval (mm). ....	242
Figura 3.99. Histogramas de evaporación máxima mensual multianual (mm). ....	242
Figura 3.100. Evaporación. ....	243
Figura 3.101. Velocidad media del viento en superficie. Tomado del Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia.....	245
Figura 3.102. Rosa de los vientos de Estación Apto Baracoa. ....	246
Figura 3.103. Rosa de los Vientos Estación Primates. ....	246
Figura 3.104. Rosa de los Vientos Estación Carmen de Bolívar. ....	247
Figura 3.105. Rosa de los vientos Estación Nueva Florida.....	247
Figura 3.106. Rosa de los vientos Estación Sincerín.....	248
Figura 3.107. Rosa de los vientos Estación Repelón.....	248
Figura 3.108. Evapotranspiración potencial Enero. ....	250
Figura 3.109. Evapotranspiración potencial Febrero. ....	251
Figura 3.110. Evapotranspiración potencial Marzo. ....	252
Figura 3.111. Evapotranspiración potencial Abril.....	253
Figura 3.112. Evapotranspiración potencial Mayo. ....	254
Figura 3.113. Evapotranspiración potencial Junio. ....	255
Figura 3.114. Evapotranspiración potencial Julio.....	256
Figura 3.115. Evapotranspiración potencial Agosto.....	257
Figura 3.116. Evapotranspiración potencial Septiembre.....	258
Figura 3.117. Evapotranspiración potencial Octubre. ....	259
Figura 3.118. Evapotranspiración potencial Noviembre.....	260
Figura 3.119. Evapotranspiración potencial Diciembre.....	261
Figura 3.120. Evapotranspiración potencial Anual.....	262
Figura 3.121. Evapotranspiración potencial Enero – Microcuencas. ....	263
Figura 3.122. Evapotranspiración potencial Febrero – Microcuencas. ....	264
Figura 3.123. Evapotranspiración potencial Marzo – Microcuencas.....	265



Figura 3.124. Evapotranspiración potencial Abril – Microcuencas. ....	266
Figura 3.125. Evapotranspiración potencial Mayo – Microcuencas. ....	267
Figura 3.126. Evapotranspiración potencial Junio – Microcuencas. ....	268
Figura 3.127. Evapotranspiración potencial Julio – Microcuencas. ....	269
Figura 3.128. Evapotranspiración potencial Agosto – Microcuencas. ....	270
Figura 3.129. Evapotranspiración potencial Septiembre – Microcuencas. ....	271
Figura 3.130. Evapotranspiración potencial Octubre – Microcuencas. ....	272
Figura 3.131. Evapotranspiración potencial Noviembre – Microcuencas. ....	273
Figura 3.132. Evapotranspiración potencial Diciembre – Microcuencas. ....	274
Figura 3.133. Evapotranspiración potencial Anual – Microcuencas. ....	275
Figura 3.134. Evapotranspiración real Enero. ....	277
Figura 3.135. Evapotranspiración real Febrero. ....	278
Figura 3.136. Evapotranspiración real Marzo. ....	279
Figura 3.137. Evapotranspiración real Abril. ....	280
Figura 3.138. Evapotranspiración real Mayo. ....	281
Figura 3.139. Evapotranspiración real Junio. ....	282
Figura 3.140. Evapotranspiración real Julio. ....	283
Figura 3.141. Evapotranspiración real Agosto. ....	284
Figura 3.142. Evapotranspiración real Septiembre. ....	285
Figura 3.143. Evapotranspiración real Octubre. ....	286
Figura 3.144. Evapotranspiración real Noviembre. ....	287
Figura 3.145. Evapotranspiración real Diciembre. ....	288
Figura 3.146. Evapotranspiración real Anual. ....	289
Figura 3.147. Evapotranspiración real Enero – Microcuencas. ....	290
Figura 3.148. Evapotranspiración real Febrero – Microcuencas. ....	291
Figura 3.149. Evapotranspiración real Marzo – Microcuencas. ....	292
Figura 3.150. Evapotranspiración real Abril – Microcuencas. ....	293
Figura 3.151. Evapotranspiración real Mayo – Microcuencas. ....	294
Figura 3.152. Evapotranspiración real Junio – Microcuencas. ....	295
Figura 3.153. Evapotranspiración real Julio – Microcuencas. ....	296
Figura 3.154. Evapotranspiración real Agosto – Microcuencas. ....	297
Figura 3.155. Evapotranspiración real Septiembre – Microcuencas. ....	298
Figura 3.156. Evapotranspiración real Octubre – Microcuencas. ....	299
Figura 3.157. Evapotranspiración real Noviembre – Microcuencas. ....	300
Figura 3.158. Evapotranspiración real Diciembre – Microcuencas. ....	301
Figura 3.159. Evapotranspiración real Anual – Microcuencas. ....	302
Figura 3.160. Balance hídrico Enero. ....	313
Figura 3.161. Balance hídrico Febrero. ....	314

Figura 3.162. Balance hídrico Marzo.....	315
Figura 3.163. Balance hídrico Abril. ....	316
Figura 3.164. Balance hídrico Mayo.....	317
Figura 3.165. Balance hídrico Junio.....	318
Figura 3.166. Balance hídrico Julio. ....	319
Figura 3.167. Balance hídrico Agosto. ....	320
Figura 3.168. Balance hídrico Septiembre. ....	321
Figura 3.169. Balance hídrico Octubre.....	322
Figura 3.170. Balance hídrico Noviembre. ....	323
Figura 3.171. Balance hídrico Diciembre. ....	324
Figura 3.172. Balance hídrico Anual. ....	325
Figura 3.173. Balance hídrico Enero microcuencas.....	329
Figura 3.174. Balance hídrico Febrero microcuencas.....	330
Figura 3.175. Balance hídrico Marzo microcuencas. ....	331
Figura 3.176. Balance hídrico Abril microcuencas.....	332
Figura 3.177. Balance hídrico Mayo microcuencas. ....	333
Figura 3.178. Balance hídrico Junio microcuencas.....	334
Figura 3.179. Balance hídrico Julio microcuencas.....	335
Figura 3.180. Balance hídrico Agosto microcuencas.....	336
Figura 3.181. Balance hídrico Septiembre microcuencas.....	337
Figura 3.182. Balance hídrico Octubre microcuencas. ....	338
Figura 3.183. Balance hídrico Noviembre microcuencas.....	339
Figura 3.184. Balance hídrico Diciembre microcuencas.....	340
Figura 3.185. Balance hídrico Anual microcuencas.....	341
Figura 3.186. Clasificación Caldas Lang.....	346
Figura 3.187. Índice de Aridez Enero. ....	350
Figura 3.188. Índice de Aridez Febrero.....	351
Figura 3.189. Índice de Aridez Marzo.....	352
Figura 3.190. Índice de Aridez Abril. ....	353
Figura 3.191. Índice de Aridez mayo.....	354
Figura 3.192. Índice de Aridez Junio.....	355
Figura 3.193. Índice de Aridez Julio. ....	356
Figura 3.194. Índice de Aridez Agosto. ....	357
Figura 3.195. Índice de Aridez Septiembre. ....	358
Figura 3.196. Índice de Aridez Octubre.....	359
Figura 3.197. Índice de Aridez Noviembre. ....	360
Figura 3.198. Índice de Aridez Diciembre. ....	361
Figura 3.199. Índice de Aridez Anual. ....	362

Figura 3.200. Índice de Aridez Enero – Microcuencas.....	364
Figura 3.201. Índice de Aridez Febrero – Microcuencas.....	365
Figura 3.202. Índice de Aridez Marzo – Microcuencas. ....	366
Figura 3.203. Índice de Aridez Abril – Microcuencas. ....	367
Figura 3.204. Índice de Aridez Mayo – Microcuencas. ....	368
Figura 3.205. Índice de Aridez Junio – Microcuencas.....	369
Figura 3.206. Índice de Aridez Julio – Microcuencas.....	370
Figura 3.207. Índice de Aridez Agosto – Microcuencas.....	371
Figura 3.208. Índice de Aridez Septiembre – Microcuencas.....	372
Figura 3.209. Índice de Aridez Octubre – Microcuencas. ....	373
Figura 3.210. Índice de Aridez Noviembre – Microcuencas.....	374
Figura 3.211. Índice de Aridez Diciembre – Microcuencas.....	375
Figura 3.212. Índice de Aridez Anual – Microcuencas.....	376
Figura 3.213. Estaciones meteorológicas propuestas. ....	377
Figura 3.214. Estaciones propuestas para SIAT.....	378
Figura 3.215. Delimitación de la Cuenca Canal del Dique.....	383
Figura 3.216. Distribución de planchas 1:25.000 de la Cuenca Canal del Dique.....	384
Figura 3.217. Diagrama del proceso para la generación del producto mapa de geología básica para el POMCA de la CRAS.....	386
Figura 3.218. Técnica metodológica utilizada para la recuperación de la información geológica en la parte central (60%), de la Cuenca Canal del Dique. ....	387
Figura 3.219. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la fotogeología de la Cuenca Canal del Dique.....	389
Figura 3.220. Mapa de fotointerpretación geológica a escala 1:25.000, Cuenca Canal del Dique. ....	390
Figura 3.221. Mapa de fotointerpretación de Unidades Geológicas Superficiales a escala 1:25.000, Cuenca Canal del Dique. ....	391
Figura 3.222. Esquema conceptual para la ejecución de las actividades de campos actividades de campo.....	392
Figura 3.223. Formato de Geología diligenciado. ....	393
Figura 3.224. Formato de geomorfología diligenciado.....	393
Figura 3.225. Formato de campo debidamente diligenciado. ....	393
Figura 3.226. Geomorfología a escala 1:25000 área de influencia CARDIQUE. ....	395
Figura 3.227. Unidades Geológicas Superficiales a escala 1:25.000 área de influencia CARDIQUE. ....	396
Figura 3.228. Mapa Geológico a escala 1:100.000.....	398
Figura 3.229. Correlación estratigráfica de los Cinturones Sinú-San Jacinto y borde oeste del VIM. ....	399
Figura 3.230. Localización de la Cuenca Canal del Dique en el marco geológico regional. ....	410
Figura 3.231. Elementos estructurales mayores de los “cinturones plegados” de Sinú - San Jacinto. ....	411

Figura 3.232. Mapa Estructuras y Pliegues Geológicos Cuenca Canal del Dique. ....	412
Figura 3.233. Esquema de los Segmentos norte y central de los Andes Suramericanos y la ubicación Cuenca Canal del Dique (estrella Amarilla). ....	417
Figura 3.234. Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico del Norte de Colombia. ....	418
Figura 3.235. Corte geológico de la cuenca de San Jorge y el cinturón acrecionado del Sinú, en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico regional. ....	419
Figura 3.236. Mapa Geológico a escala 1:25.000 Cuenca Canal del Dique. ....	426
Figura 3.237. Mapa Densidad de Fracturamiento Cuenca Canal del Dique escala 1:25.000. ....	461
Figura 3.238. Mapa paleo-tectónico del Norte de SA, durante el Cretáceo tardío. ....	463
Figura 3.239. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Paleoceno. ....	464
Figura 3.240. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Eoceno Inferior a Medio. ....	465
Figura 3.241. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Eoceno Oligoceno. ....	466
Figura 3.242. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Mioceno inferior. ....	467
Figura 3.243. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Mioceno Medio. ....	468
Figura 3.244. Condiciones litotectónicas de la Cuenca Canal del Dique. ....	470
Figura 3.245. Diagrama del proceso para la obtención del producto mapa de geología para Ingeniería (UGS cualitativa). ....	474
Figura 3.246. Mapa UGS-Cualitativo de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:25.000. ....	483
Figura 3.247. Mapa semi-cuantitativo. ....	496
Figura 3.248. Mapa de ubicación de sitios de muestreo para caracterización geotécnica en la Cuenca Canal del Dique. ....	498
Figura 3.249. Esquema metodológico para la definición de puntos de muestreo en la Cuenca Canal del Dique. ....	499
Figura 3.250. Perfil estratigráfico establecido en el sondeo R-09, municipio de Luruaco, Cuenca Canal del Dique. ....	503
Figura 3.251. Resultados del ensayo de contenido de humedad clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	505
Figura 3.252. Resultados del ensayo de Límite Plástico (LP) clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	506
Figura 3.253. Resultados del ensayo de Límite Líquido (LL) clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	506
Figura 3.254. Variación del Índice de Plasticidad (IP) según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	507
Figura 3.255. Variación del Porcentaje de Finos (%F) según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	508
Figura 3.256. Variación del Porcentaje de Arenas (%S) según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	508
Figura 3.257. Variación del Porcentaje de Gravetas (%G) según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	509

Figura 3.258. Resultados del ensayo de Peso Unitario (P.U.) discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	509
Figura 3.259. Variación de la Resistencia a la Compresión Inconfinada (qu) estimada mediante varios métodos: i) puntos azules-laboratorio, ii) círculos anaranjados-SPT, y iii) círculos negros-RPi, discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	510
Figura 3.260. Envolvente de resistencia obtenida mediante ensayo de Corte Directo, UGS Stf2, R03-M5, Prof. 1.50-1.95 m, Municipio de Piojó, Cuenca Canal del Dique. ....	511
Figura 3.261. Variación del Angulo de Fricción Interna estimado mediante varios métodos: i) puntos azules-laboratorio, y ii) círculos anaranjados-SPT, discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique. ....	512
Figura 3.262. Principales subcuencas hidrográficas de la Cuenca Canal del Dique. ....	535
Figura 3.263. Principales hoyas hidrográficas de las Ciénagas de la Cuenca Canal del Dique. ....	537
Figura 3.264. Mapa de pendientes en grados Cuenca Canal del Dique. ....	543
Figura 3.265. Localización de la Cuenca Canal del Dique. ....	544
Figura 3.266. Provincias hidrogeológicas de Colombia. ....	547
Figura 3.267. Leyenda provincias hidrogeológicas de Colombia. ....	547
Figura 3.268. Clasificación de provincias hidrogeológicas de Colombia. ....	548
Figura 3.269. Sistemas Acuíferos de Colombia. ....	549
Figura 3.270. Leyenda de los Sistemas Acuíferos de Colombia. ....	549
Figura 3.271. Provincias Hidrogeológicas de Colombia. ....	550
Figura 3.272. Leyenda Unidades Hidrogeológicas Regionales de la Zona. ....	550
Figura 3.273. Ubicación de la provincia hidrogeológica de Sinú-San Jacinto. ....	551
Figura 3.274. Columna estratigráfica generalizada de la provincia Sinú-San Jacinto. ....	552
Figura 3.275. Modelo hidrogeológico básico de la provincia Sinú-San Jacinto. ....	553
Figura 3.276. Principales complejos de humedales en la región. ....	555
Figura 3.277. Mapa de Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca Canal del Dique. ....	565
Figura 3.278. Estaciones usadas para la caracterización climática de la Canal del Dique. ....	575
Figura 3.279. Distribución espacial de la precipitación en la Cuenca Canal del Dique. ....	580
Figura 3.280. Distribución espacial de la temperatura media anual en la Cuenca Canal del Dique. ....	584
Figura 3.281. Distribución espacial de la temperatura mínima en la Cuenca Canal del Dique. ....	585
Figura 3.282. Distribución espacial de la temperatura máxima en la Cuenca Canal del Dique. ....	586
Figura 3.283. Balance hídrico de las subcuencas de la Cuenca Canal del Dique. ....	594
Figura 3.284. Mapa de zonas de recarga para el Canal de Dique. ....	596
Figura 3.285. Descensos Vs. Tiempo de bombeo – Pozo de Turbaco. ....	603
Figura 3.286. Ascenso Vs. Tiempo Prueba de Bombeo Pozo de Turbaco. ....	605
Figura 3.287. Descensos Vs. Tiempo de bombeo Pozo de Palenque. ....	610

Figura 3.288. Ascenso Vs. Tiempo Pozo Palenque.....	612
Figura 3.289. Ciclo hídrico generalizado. ....	615
Figura 3.290. Detalle del comportamiento de flujos. ....	616
Figura 3.291. Proceso de infiltración. ....	617
Figura 3.292. Mapa de Unidades Hidrogeológicas del Canal del Dique.....	620
Figura 3.293. Distribución espacial de puntos de captación de aguas subterráneas concesionados en la Cuenca Canal del Dique. ....	622
Figura 3.294. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector doméstico en la Cuenca Canal del Dique. ....	624
Figura 3.295. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector industrial en la Cuenca Canal del Dique. ....	625
Figura 3.296. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector Pecuario en la Cuenca Canal del Dique. ....	626
Figura 3.297. Histograma de frecuencia de la temperatura registrada en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga. ....	630
Figura 3.298. Histograma de frecuencia del pH registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga y clasificación de aguas según pH. ....	631
Figura 3.299. Histograma de frecuencia de la conductividad eléctrica registrada en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga. .....	632
Figura 3.300. Histograma de frecuencia del oxígeno disuelto registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga. ....	633
Figura 3.301. Histograma de frecuencia del Potencial Redox registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga. ....	634
Figura 3.302. Registro de temperatura en los puntos localizados en los sistemas acuíferos Luruaco y Piojó.....	635
Figura 3.303. Registro de pH en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios. ....	636
Figura 3.304. Registro de Conductividad eléctrica en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios. ....	637
Figura 3.305. Registro de Oxígeno disuelto en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios. ....	638
Figura 3.306. Registro de ORP en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios. ....	639
Figura 3.307. Alcalinidad y pH en el Acuífero de Turbaco. ....	641
Figura 3.308. Conductividad eléctrica en el Acuífero de Turbaco. ....	641
Figura 3.309. Nitratos en el Acuífero de Turbaco. ....	642
Figura 3.310. Nitritos en el Acuífero de Turbaco.....	643
Figura 3.311. Sólidos suspendidos totales en el acuífero de Turbaco. ....	644
Figura 3.312. Cloruros en el Acuífero de Turbaco. ....	645
Figura 3.313. Dureza en el Acuífero de Turbaco. ....	646
Figura 3.314. Turbidez en el Acuífero de Turbaco.....	647



Figura 3.315. Coliformes Totales y Fecales en el Acuífero de Turbaco. ....	648
Figura 3.316. Alcalinidad y pH en el Acuífero de Palenque. ....	651
Figura 3.317. Conductividad eléctrica en el Acuífero de Palenque. ....	652
Figura 3.318. Nitratos en el Acuífero de Palenque. ....	652
Figura 3.319. Nitritos en el Acuífero de Palenque. ....	653
Figura 3.320. Sólidos suspendidos totales en el acuífero de Palenque. ....	654
Figura 3.321. Cloruros en el Acuífero de Palenque. ....	654
Figura 3.322. Dureza en el Acuífero de Palenque. ....	655
Figura 3.323. Turbidez en el Acuífero de Palenque. ....	656
Figura 3.324. Coliformes Totales y Fecales en el Acuífero de Palenque. ....	657
Figura 3.325. Curvas e interpretación de SEV (puntos 1 a 5). ....	661
Figura 3.326. Curvas e interpretación de SEV (puntos 6 a 10). ....	662
Figura 3.327. Curvas e interpretación de SEV (puntos 11 a 15). ....	662
Figura 3.328. Curvas e interpretación de SEV (puntos 16 a 20). ....	663
Figura 3.329. Curvas e interpretación de SEV (puntos 21 a 25). ....	663
Figura 3.330. Curvas e interpretación de SEV (puntos 26 a 30). ....	664
Figura 3.331. Correlación de los valores de resistividad con la litología. ....	665
Figura 3.332. Localización de los perfiles geoelectricos. ....	666
Figura 3.333. Corte NE 1. ....	667
Figura 3.334. Corte NE 2. ....	667
Figura 3.335. Corte NE 3. ....	668
Figura 3.336. Corte NE 4. ....	669
Figura 3.337. Corte NE 5. ....	670
Figura 3.338. Corte NE 6. ....	670
Figura 3.339. Corte NE 7. ....	671
Figura 3.340. Corte NE 8. ....	672
Figura 3.341. Corte NE 9. ....	672
Figura 3.342. Corte SE 1. ....	673
Figura 3.343. Corte SE 2. ....	674
Figura 3.344. Corte SE 3. ....	675
Figura 3.345. Corte SE 4. ....	676
Figura 3.346. Corte SE 5. ....	677
Figura 3.347. Corte SE 6. ....	677
Figura 3.348. Corte SE 7. ....	678
Figura 3.349. Corte SE 8. ....	679
Figura 3.350. Corte SE 9. ....	680
Figura 3.351. Mapa de Isópacas acuífero de Turbaco. ....	681
Figura 3.352. Serie de convenciones para las interpretaciones litológicas. ....	684

Figura 3.353. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-1. ....	686
Figura 3.354. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-2. ....	687
Figura 3.355. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-3. ....	688
Figura 3.356. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-4. ....	689
Figura 3.357. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-5. ....	690
Figura 3.358. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-6. ....	691
Figura 3.359. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-7. ....	692
Figura 3.360. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-8. ....	693
Figura 3.361. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-9. ....	694
Figura 3.362. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-10. ....	695
Figura 3.363. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-11. ....	696
Figura 3.364. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-12. ....	697
Figura 3.365. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-13. ....	698
Figura 3.366. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-14. ....	699
Figura 3.367. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-15. ....	700
Figura 3.368. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-16. ....	701
Figura 3.369. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-17. ....	702
Figura 3.370. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-18. ....	703
Figura 3.371. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-19. ....	704
Figura 3.372. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-20. ....	705
Figura 3.373. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-21. ....	706
Figura 3.374. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-22. ....	707
Figura 3.375. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-23. ....	708
Figura 3.376. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-24. ....	709
Figura 3.377. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-25. ....	710
Figura 3.378. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-26. ....	711
Figura 3.379. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-27. ....	712
Figura 3.380. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-28. ....	713
Figura 3.381. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-29. ....	714
Figura 3.382. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-30. ....	715
Figura 3.383. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-31. ....	716
Figura 3.384. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-32. ....	717
Figura 3.385. Componentes de la Vulnerabilidad del Acuífero. ....	719
Figura 3.386. Métodos de patrón de alineamiento. ....	732
Figura 3.387. Discontinuidad en drenajes. ....	733
Figura 3.388. Discontinuidad de drenajes. ....	734
Figura 3.389. Perfil longitudinal de un cauce sin corregir. ....	735
Figura 3.390. Perfil longitudinal. ....	736



Figura 3.391. Corte del límite oficial del Canal del Dique con los drenajes. ....	737
Figura 3.392. Corte del límite oficial del Canal del Dique con los drenajes Vs. límite propuesto. ....	738
Figura 3.393. Límite Canal del Dique. ....	739
Figura 3.394. Límite de subcuencas. ....	740
Figura 3.395. Sistema hídrico de la cuenca. ....	741
Figura 3.396. Límite de las subcuencas y microcuencas abastecedoras. ....	746
Figura 3.397. Microcuencas abastecedoras y puntos de abastecimiento. ....	747
Figura 3.398. Drenajes principales. ....	748
Figura 3.399. Perfil del Arroyo Antón y localización. ....	749
Figura 3.400. Perfil del Arroyo Pantano y localización. ....	750
Figura 3.401. Perfil del Arroyo Grande y localización. ....	751
Figura 3.402. Perfil del Arroyo Songo y localización. ....	752
Figura 3.403. Perfil del Arroyo Corral y localización. ....	753
Figura 3.404. Perfil del Arroyo Matuya y localización. ....	754
Figura 3.405. Perfil del Cauce Subcuenca Sur Delta y localización. ....	755
Figura 3.406. Perfil Caño Correa y localización. ....	756
Figura 3.407. Perfil Arroyo Quita Calzón y localización. ....	757
Figura 3.408. Perfil del Cauce Subcuenca Barú y localización. ....	758
Figura 3.409. Perfil Arroyo Morotí y localización. ....	759
Figura 3.410. Perfil del Arroyo Agua Chica (Arroyo Honduras) y localización. ....	760
Figura 3.411. Perfil del Arroyo Pita y localización. ....	761
Figura 3.412. Perfil del Arroyo El Trébol y localización. ....	762
Figura 3.413. Perfil del Arroyo Bartolo y localización. ....	763
Figura 3.414. Perfil Humedales Canal del Dique y localización. ....	764
Figura 3.415. Perfil del Canal del Dique y localización. ....	765
Figura 3.416. Jerarquización de la red de drenaje. ....	770
Figura 3.417. Densidad de drenaje en las Subcuencas de Canal del Dique. ....	771
Figura 3.418. Densidad de drenaje en las microcuencas abastecedoras. ....	772
Figura 3.419. Delimitación de una sub cuenca. ....	776
Figura 3.420. Perímetro y Longitud de la cuenca. ....	777
Figura 3.421. Diferencia entre drenajes. ....	778
Figura 3.422. Subcuencas. ....	782
Figura 3.423. Límite de las subcuencas y microcuencas abastecedoras. ....	785
Figura 3.424. Curva Hipsométrica Canal del Dique. ....	789
Figura 3.425. Distribución del Índice Hipsométrico. ....	789
Figura 3.426. Curva Hipsométrica Norte Embalse Guájaro. ....	790
Figura 3.427. Curva Hipsométrica Oriente Embalse Guájaro. ....	790

Figura 3.428. Curva Hipsométrica Ciénaga Jobo Negro.....	791
Figura 3.429. Curva Hipsométrica Ciénagas Capote-Tupe. ....	791
Figura 3.430. Curva Hipsométrica Complejo María La Baja. ....	792
Figura 3.431. Curva Hipsométrica Represas Payon y Matuya. ....	792
Figura 3.432. Curva Hipsométrica Sur Delta.....	793
Figura 3.433. Curva Hipsométrica Delta Canal del Dique.....	793
Figura 3.434. Curva Hipsométrica Arroyo Quita Calzón. ....	794
Figura 3.435. Curva Hipsométrica Barú. ....	794
Figura 3.436. Curva Hipsométrica Norte Canal del Dique. ....	795
Figura 3.437. Curva Hipsométrica Arroyo Cabildo o Grande.....	795
Figura 3.438. Curva Hipsométrica Arroyo Caimán.....	796
Figura 3.439. Curva Hipsométrica Ciénaga Aguas Claras.....	796
Figura 3.440. Curva Hipsométrica Occidente Embalse Guájaro. ....	797
Figura 3.441. Curva Hipsométrica Humedales Canal del Dique.....	797
Figura 3.442. Curva Hipsométrica Canal del Dique. ....	798
Figura 3.443. Curvas de Nivel Cuenca Canal del Dique.....	801
Figura 3.444. Error de información primaria en curvas de nivel. ....	802
Figura 3.445. DEM generado a partir de curvas de Nivel. ....	802
Figura 3.446. Procedimiento para la generación de los respectivos mapas de pendientes.....	803
Figura 3.447. DEM descargado del mosaico de imágenes de ALOS PALSAR 1. ....	804
Figura 3.448. Corregido y orto rectificado de la Cuenca Canal del Dique. ....	805
Figura 3.449. Imagen sombreada Cuenca Canal del Dique. ....	806
Figura 3.450. Distribución de las pendientes. ....	807
Figura 3.451. Mapa de pendientes Calculado en porcentajes, según Metodología del IGAC. .....	808
Figura 3.452. Distribución de las pendientes en grados. ....	809
Figura 3.453. Mapa de pendientes en grados.....	810
Figura 3.454. Localización estaciones hidrológicas para análisis – IDEAM. ....	815
Figura 3.455. Correlaciones estimadas para ajuste de la estación San Juan. ....	817
Figura 3.456. Índice de estacionalidad estación San Juan. ....	820
Figura 3.457. Subcuencas.....	822
Figura 3.458. Microcuencas abastecedoras. ....	823
Figura 3.459. Imagen satelital del área de estudio. ....	824
Figura 3.460. Área de estudio y subzonas de análisis.....	825
Figura 3.461. Planchas 1:100.000 y pendientes en la zona de estudio.....	827
Figura 3.462. Cartografía básica de la Zona F.....	836
Figura 3.463. Porcentajes de ocupación en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo.....	841
Figura 3.464. Probabilidad de un pixel a ser clasificado como cuerpo de agua.....	847

Figura 3.465. Mapa de ubicación de las estructuras hidráulicas en el Embalse del Guájaro. ....	849
Figura 3.466. Localización del Sistema de Compuertas de El Porvenir y Villa Rosa. ....	852
Figura 3.467. Localización de Diques Perimetrales en el Embalse del Guájaro. ....	853
Figura 3.468. Localización del tramo a ser intervenido en las compuertas de Villa Rosa. ....	855
Figura 3.469. Sistemas Lénticos. ....	864
Figura 3.470. Sistemas lóticos. ....	869
Figura 3.471. Clasificación unidades hidrológicas. ....	873
Figura 3.472. Clasificación Cobertura del suelo. ....	874
Figura 3.473. Leyenda Cobertura del Suelo. ....	875
Figura 3.474. Mapa de pendientes. ....	876
Figura 3.475. NC con correcciones por pendientes. ....	877
Figura 3.476. Hidrograma Subcuenca Norte Embalse Guájaro. ....	879
Figura 3.477. Hidrograma subcuenca oriental embalse Guájaro. ....	880
Figura 3.478. Hidrograma Subcuenca Ciénaga Jobo Negro. ....	880
Figura 3.479. Hidrograma Subcuenca Ciénagas Capote Tube. ....	881
Figura 3.480. Hidrograma Subcuenca Complejo María La Baja. ....	881
Figura 3.481. Hidrograma Subcuenca Sur Delta. ....	882
Figura 3.482. Hidrograma Subcuenca Delta Canal del Dique. ....	882
Figura 3.483. Hidrograma Subcuenca Arroyo Canal del Dique. ....	883
Figura 3.484. Hidrograma Subcuenca Barú. ....	883
Figura 3.485. Hidrograma Subcuenca Norte Canal del Dique. ....	884
Figura 3.486. Hidrograma Subcuenca Arroyo Cabildo o Grande. ....	884
Figura 3.487. Hidrograma Subcuenca Arroyo Caimán. ....	885
Figura 3.488. Hidrograma Subcuenca Ciénagas Aguas Claras. ....	885
Figura 3.489. Hidrograma Subcuenca Oriental embalse Guájaro. ....	886
Figura 3.490. Caudales mínimos anuales. ....	890
Figura 3.491. Caudales medios anuales. ....	891
Figura 3.492. Caudales máximos anuales. ....	892
Figura 3.493. Caudales ambientales. ....	893
Figura 3.494. Rendimiento hídrico anual multianual. ....	898
Figura 3.495. Distribución espacial de puntos de captación de aguas superficiales concesionados en la Cuenca Canal del Dique. ....	901
Figura 3.496. Totales por subcuenca para el sector doméstico. ....	905
Figura 3.497. Totales por subcuenca para el sector industrial. ....	906
Figura 3.498. Totales por subcuenca para el sector agrícola. ....	907
Figura 3.499. Totales por subcuenca para el sector pecuario. ....	907
Figura 3.500. Totales por subcuenca para el sector piscícola - acuícola. ....	908
Figura 3.501. Demanda hídrica. ....	909

Figura 3.502. Índice de Retención y Regulación hídrica POMCA Canal del Dique.....	914
Figura 3.503. Índice de Retención y Regulación Hídrica – microcuencas.....	916
Figura 3.504. Índice de Uso de Agua subcuencas.....	920
Figura 3.505. Índice Uso del Agua microcuencas.....	922
Figura 3.506. Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).....	925
Figura 3.507. Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento hídrico microcuencas.....	927
Figura 3.508. Índice de Torrencialidad.....	932
Figura 3.509. Índice de Variabilidad.....	934
Figura 3.510. Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales IVET.....	937
Figura 3.511. Índice Morfométrico de Torrencialidad microcuencas.....	939
Figura 3.512. Índice de Variabilidad microcuencas.....	941
Figura 3.513. IVET microcuencas.....	943
Figura 3.514. Estaciones hidrológicas para SIAT.....	945
Figura 3.515. Puntos campañas de monitoreo realizada por entidades en la cuenca.....	965
Figura 3.516. Temperatura histórica Embalse el Guájaro.....	966
Figura 3.517. Temperatura histórica Canal del Dique.....	967
Figura 3.518. Temperatura histórica otros componentes de la cuenca.....	968
Figura 3.519. pH Embalse El Guájaro.....	969
Figura 3.520. pH Cauce de Canal del Dique.....	969
Figura 3.521. pH histórico otros componentes de la cuenca.....	970
Figura 3.522. Oxígeno disuelto histórico embalse el Guájaro.....	971
Figura 3.523. Oxígeno disuelto histórico Cauce Canal del Dique.....	971
Figura 3.524. Oxígeno Disuelto histórico otros componentes de la cuenca.....	972
Figura 3.525. Conductividad histórica embalse el Guájaro.....	973
Figura 3.526. Conductividad histórica cauce Canal del Dique.....	973
Figura 3.527. Conductividad histórica otros componentes Canal del Dique.....	974
Figura 3.528. Demanda Biológica de Oxígeno histórica Embalse el Guájaro.....	975
Figura 3.529. DBO <sub>5</sub> histórica de otros componentes de la cuenca.....	975
Figura 3.530. DBO <sub>5</sub> histórica cauce Canal del Dique.....	976
Figura 3.531. DQO histórica Embalse El Guájaro.....	977
Figura 3.532. DQO histórica de otros componentes de la cuenca.....	977
Figura 3.533. DQO histórica de cauce Canal del Dique.....	978
Figura 3.534. SST históricos del Embalse el Guájaro.....	979
Figura 3.535. SST históricos de otros componentes de la cuenca.....	979
Figura 3.536. Sólidos Suspendidos Totales históricos cauce Canal del Dique.....	980
Figura 3.537. C. Fecales histórico del Embalse el Guájaro.....	981
Figura 3.538. C. Fecales históricos en otros componentes de la cuenca.....	981
Figura 3.539. C. Fecales histórico en el Cauce Canal del Dique.....	982

Figura 3.540. Nitratos históricos en el Embalse El Guájaro.....	983
Figura 3.541. Nitrato histórico en otros componentes de la cuenca. ....	983
Figura 3.542. Nitrato histórico Cauce Canal del Dique. ....	984
Figura 3.543. PT histórico Embalse el Guájaro.....	985
Figura 3.544. PT histórico otros componentes de la cuenca. ....	985
Figura 3.545. PT histórico Cauce Canal del Dique. ....	986
Figura 3.546. Ubicación puntos de vertimientos identificados en la cuenca.....	990
Figura 3.547. Participación de área cosechada en la Región de la Cuenca. ....	994
Figura 3.548. Carga total por parámetro generada en la cuenca. ....	998
Figura 3.549. Cargas contaminantes generadas por sectores productivos en la cuenca. ....	998
Figura 3.550. Cobertura de aseo en cabeceras municipales Cuenca Canal del Dique. ....	1000
Figura 3.551. Distribución de sitios de disposición final de residuos sólidos en los municipios de la Cuenca Canal del Dique. ....	1003
Figura 3.552. Ubicación de los puntos monitoreados durante temporada hidrológica seca y húmeda año 2016 y 2017.....	1020
Figura 3.553. Temperatura en temporadas hidrológicas seca y húmeda.....	1025
Figura 3.554. pH en temporadas hidrológicas seca y húmeda. ....	1026
Figura 3.555. Comportamiento DQO en temporadas hidrológicas seca y húmeda. ....	1027
Figura 3.556. Comportamiento SST en temporadas hidrológicas seca y húmeda.....	1028
Figura 3.557. Comportamiento Conductividad en temporadas hidrológicas seca y húmeda. .....	1029
Figura 3.558. DBO <sub>5</sub> en temporadas hidrológicas seca y húmeda. ....	1030
Figura 3.559. Oxígeno Disuelto (OD) en Temporadas Hidrológicas Seca y Húmeda.....	1031
Figura 3.560. Fósforo en temporadas hidrológicas seca y húmeda. ....	1032
Figura 3.561. Nitrógeno en temporadas hidrológicas seca y húmeda.....	1033
Figura 3.562. E. Coli en temporadas hidrológicas seca y húmeda.....	1034
Figura 3.563. ICA embalse el Guájaro en época Seca y Humeda.2016-2017. ....	1049
Figura 3.564. ICA Canal del Dique en temporada Seca y Húmeda.....	1050
Figura 3.565. ICA ciénagas de la cuenca media y baja temporada seca y húmeda. ....	1051
Figura 3.566. ICA de Arroyos en la cuenca media y baja temporada seca y húmeda. ....	1052
Figura 3.567. ICA de puntos ubicados en CARSUCRE temporada seca y húmeda.....	1053
Figura 3.568. ICA campañas de monitoreo temporada hidrológica seca. ....	1054
Figura 3.569. ICA campañas de monitoreo temporada hidrológica húmeda.....	1055
Figura 3.570. Esquema metodológico IACAL. ....	1057
Figura 3.571. Mapa IACAL año Medio-Subcuenca Canal del Dique. ....	1063
Figura 3.572. Mapa IACAL año Seco-Subcuenca Canal del Dique.....	1064
Figura 3.573. Distribución de planchas 1:25.000 de la Cuenca Canal del Dique. ....	1069
Figura 3.574. Diagrama del Proceso para la obtención del producto de Geomorfología requerido para POMCAS. ....	1071



Figura 3.575. Esquema de los niveles jerárquicos propuestos por la metodología del SGC-2012.....	1072
Figura 3.576. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Canal del Dique. ....	1074
Figura 3.577. Sector norte correspondiente a territorio del departamento de Atlántico. Para su interpretación se recurrió al MDT de la NASA de 12,5 m de resolución al igual que imagen Spot y Rapideye. ....	1076
Figura 3.578. Sector norte correspondiente a territorio del departamento de Bolívar. Para su interpretación se recurrió al MDT de la NASA de 12,5 m de resolución al igual que imagen Spot y Rapideye. ....	1077
Figura 3.579. Foto geomorfología a escala 1:25000 de la Cuenca Canal del Dique. ....	1078
Figura 3.580. Esquema conceptual para la ejecución de las actividades de campos actividades de campo.....	1079
Figura 3.581. Formato de Geología diligenciado. ....	1080
Figura 3.582. Formato de geomorfología diligenciado.....	1080
Figura 3.583. Formato de campo debidamente diligenciado. ....	1080
Figura 3.584. Geomorfología a escala 1:25000 área de influencia CARDIQUE. ....	1082
Figura 3.585. Esquema de los Segmentos Norte y Central de los Andes Suramericanos y la ubicación Cuenca Canal del Dique (estrella amarilla). ....	1083
Figura 3.586. Cuenca Canal del Dique en el marco del mapa tectónico del Norte de Colombia. ....	1085
Figura 3.587. Corte geológico de la cuenca de San Jorge y el cinturón acrecionado del Sinú, en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico regional.....	1086
Figura 3.588. Mapa de Geomorfoestructuras de Colombia y la ubicación de la Cuenca Canal del Dique.....	1087
Figura 3.589. Mapa de Provincias de Colombia y la Ubicación de la Cuenca Canal del Dique. ....	1088
Figura 3.590. Mapa de Ambientes Morfogenéticos Cuenca Canal del Dique. ....	1089
Figura 3.591. Mapa Geomorfológico SGC Cuenca Canal del Dique.....	1090
Figura 3.592. Localización Municipio de Repelón y el Corregimiento de la Tabla, embalse del Guájaro y Ay. El Banco. ....	1149
Figura 3.593. Deslizamiento Complejo de la Tabla, los números en círculo, identifican las áreas afectadas y las flechas punteadas la dirección del desplazamiento. ....	1150
Figura 3.594. Mapa de Procesos Morfodinámicos Cuenca Canal del Dique.....	1152
Figura 3.595. Imagen tomada de la Plataforma de Información Geomorfoodinámica (SGC – 2015) en donde se destacan 2 zonas con marcados avances del mar. El más norte en el sector de Punta Gigante y el de la parte media el sector ubicado al sur del Condominio Campestre Estancia del Mar. ....	1157
Figura 3.596. Mapa de localización de epicentros recientes, 100 km a la redonda de la localización del “Volcán de Lodo” El Rodeo. Nótese su relación de los lineamientos y fallas de la región con los sismos cercanos señalados con flechas blancas (RSNC, 2013).....	1160
Figura 3.597. Diagrama del proceso metodológico para la obtención de productos de Geomorfología requeridos para POMCAS.....	1163

Figura 3.598. Esquema de jerarquización adaptado por el IGAC.....	1164
Figura 3.599. Etapas aplicadas para la elaboración del mapa geomorfológico. ....	1165
Figura 3.600. DEM descargado del mosaico de imágenes de ALOS PALSAR 1. ....	1166
Figura 3.601. Imagen sombreada Cuenca Canal del Dique. ....	1167
Figura 3.602. Mapa de pendientes calculado en porcentaje.....	1168
Figura 3.603. Curvas de nivel Cuenca Canal del Dique. ....	1169
Figura 3.604. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1171
Figura 3.605. Clases de relieve monoclinas determinadas con base en rangos de buzamiento de los estratos de roca sedimentarias.....	1180
Figura 3.606. Geomorfología Zinck. ....	1188
Figura 3.607. Marco conceptual para la definición del análisis y situacional y ambiental de la cuenca del Canal del Dique. ....	1189
Figura 3.608. Esquema conceptual para el análisis situacional de la cuenca del Canal del Dique en Geología y Geomorfología.....	1190
Figura 3.609. Mapa Ubicación de puntos de observaciones para la Cuenca Canal del Dique. ....	1198
Figura 3.610. Representación simplificada de la transformación de la materia orgánica en el suelo. ....	1204
Figura 3.611. Representación de los nutrientes esenciales para las plantas. ....	1207
Figura 3.612. Ubicación de perfiles y observaciones realizadas en la Cuenca Canal del Dique. ....	1211
Figura 3.613. Mapa de suelos. ....	1430
Figura 3.614. Mapa Capacidad de uso de las tierras.....	1491
Figura 3.615. Porcentaje de área ocupada por cada unidad de uso principal de suelos. ....	1494
Figura 3.616. Mapa de usos principales propuestos.....	1506
Figura 3.617. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1509
Figura 3.618. Planchas topográficas en escala 1:25.000 que cubren la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1510
Figura 3.619. Metodología para interpretar cobertura y usos de la tierra para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1514
Figura 3.620. Metodología para generar el análisis multitemporal, índices e indicadores de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1516
Figura 3.621. Ilustración de la forma como opera el filtro binario PEPPSALT.....	1518
Figura 3.622. Recorridos para validación en campo de la cobertura y usos de la tierra. ....	1526
Figura 3.623. Mapa de cobertura y uso de la tierra de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1559
Figura 3.624. Coberturas Vegetal año 2000 – 2002 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1561
Figura 3.625. Coberturas Vegetal año 2015 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1563

Figura 3.626. Mapa con análisis multitemporal de cobertura de la tierra 2002-2015 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1565
Figura 3.627. Coberturas Naturales y No Naturales de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1567
Figura 3.628. Mapa del Indicador de fragmentación (metodología de Steenmans y Pinborg, 2000) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1569
Figura 3.629. Mapa del Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1571
Figura 3.630. Mapa del Indicador de Vegetación Remanente (IVR) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1574
Figura 3.631. Mapa del Indicador de Presión Demográfica (IPD) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1577
Figura 3.632. Mapa del Índice de Ambiente Crítico (IAC) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1579
Figura 3.633. Mapa del Indicador del estado actual de las coberturas naturales (IEACN) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1582
Figura 3.634. Diseño de parcela. ....	1593
Figura 3.635. Localización de las parcelas adelantadas.....	1597
Figura 3.636. Biomás presentes en la Cuenca Canal de Dique. ....	1617
Figura 3.637. Distritos biogeográficos presentes en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1618
Figura 3.638. Dominancia relativa de las especies en el bosque denso alto inundable.....	1626
Figura 3.639. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.....	1626
Figura 3.640. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.....	1627
Figura 3.641. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1628
Figura 3.642. IVI de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1629
Figura 3.643. Densidad de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1629
Figura 3.644. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.....	1630
Figura 3.645. Estratificación del bosque denso alto inundable según el método de Ogawa.....	1631
Figura 3.646. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.....	1633
Figura 3.647. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque denso alto inundable. ....	1634
Figura 3.648. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1635
Figura 3.649. Dominancia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1643
Figura 3.650. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1644



Figura 3.651. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1644
Figura 3.652. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1645
Figura 3.653. IVI de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1646
Figura 3.654. Densidad de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1647
Figura 3.655. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1647
Figura 3.656. Estratificación del bosque fragmentado con vegetación secundaria según el método de Ogawa. ....	1648
Figura 3.657. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1650
Figura 3.658. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1651
Figura 3.659. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1653
Figura 3.660. Dominancia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1662
Figura 3.661. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1663
Figura 3.662. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1663
Figura 3.663. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1664
Figura 3.664. IVI de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1665
Figura 3.665. Densidad de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1666
Figura 3.666. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1666
Figura 3.667. Estratificación del bosque de galería según el método de Ogawa. ....	1667
Figura 3.668. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1669
Figura 3.669. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque de galería y/o ripario. ....	1670
Figura 3.670. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1672
Figura 3.671. Dominancia relativa de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1681
Figura 3.672. Abundancia relativa de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1682
Figura 3.673. Frecuencia relativa de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1683
Figura 3.674. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1684
Figura 3.675. IVI de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1685

Figura 3.676. Densidad de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1685
Figura 3.677. Cobertura de copa de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1686
Figura 3.678. Estratificación de los arbustales densos según el método de Ogawa. ....	1687
Figura 3.679. Posición sociológica de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1689
Figura 3.680. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en los arbustales densos. ....	1690
Figura 3.681. Volumen total y comercial de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1692
Figura 3.682. Dominancia relativa de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1697
Figura 3.683. Abundancia relativa de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1698
Figura 3.684. Frecuencia relativa de las especies registradas en los arbustales abierto. ....	1698
Figura 3.685. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1699
Figura 3.686. IVI de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1700
Figura 3.687. Densidad de las especies en los arbustales abiertos. ....	1701
Figura 3.688. Cobertura de copa de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1701
Figura 3.689. Estratificación de los arbustales abiertos según el método de Ogawa. ....	1702
Figura 3.690. Posición sociológica de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1704
Figura 3.691. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en los arbustales abiertos. ....	1706
Figura 3.692. Volumen total y comercial de las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1706
Figura 3.693. Dominancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1713
Figura 3.694. Abundancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1714
Figura 3.695. Frecuencia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1715
Figura 3.696. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1716
Figura 3.697. IVI de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1716
Figura 3.698. Densidad de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1717
Figura 3.699. Cobertura de copa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1718
Figura 3.700. Estratificación de la vegetación secundaria alta según el método de Ogawa. ....	1719
Figura 3.701. Posición sociológica de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1721
Figura 3.702. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en la vegetación secundaria alta. ....	1722
Figura 3.703. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1724
Figura 3.704. Dominancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja. ....	1729

Figura 3.705. Abundancia relativa por especie registrada en la vegetación secundaria baja.	1729
Figura 3.706. Frecuencia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1730
Figura 3.707. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1731
Figura 3.708. IVI de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1732
Figura 3.709. Densidad de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1732
Figura 3.710. Cobertura de copa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1733
Figura 3.711. Estratificación de la vegetación secundaria baja según el método de Ogawa.	1734
Figura 3.712. Posición sociológica de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1735
Figura 3.713. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en la vegetación secundaria baja.	1736
Figura 3.714. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.	1738
Figura 3.715. Mapa de ubicación de métodos de colecta de información para fauna en la fase de campo.	1749
Figura 3.716. Formato de encuestas para mamíferos conspicuos de la Cuenca.	1755
Figura 3.717. Formatos de encuestas sobre peces a pescadores del área de influencia de la Cuenca.	1759
Figura 3.718. Curva de acumulación de especies (Aves).	1777
Figura 3.719. Representatividad de familias del grupo taxonómico de las Aves.	1780
Figura 3.720. Dendograma de similaridad de especies (Aves).	1782
Figura 3.721. Curva de acumulación de especies (mamíferos).	1794
Figura 3.722. Curva de acumulación de especies (Anfibios).	1803
Figura 3.723. Curva de acumulación de especies (reptiles).	1811
Figura 3.724. Dendograma de similaridad de especies (Reptiles).	1816
Figura 3.725. Unidades Geográficas presentes en la Cuenca Canal del Dique.	1844
Figura 3.726. Mapa áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas.	1850
Figura 3.727. Mapa áreas complementarias para la conservación.	1856
Figura 3.728. Mapa de Suelos de protección - Zonas de protección POT.	1861
Figura 3.729. Mapa Área marina protegida de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo.	1866
Figura 3.730. Áreas de reglamentación especial.	1869
Figura 3.731. Áreas de Importancia Ambiental.	1878
Figura 3.732. Mapa final de Áreas y Ecosistemas Estratégicos.	1879

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA

	<b>Pág.</b>
Fotografía 3.1. Margen occidental de la Serranía de San Jacinto, SW de la Cuenca Canal del Dique, vereda las mesitas del corregimiento de Palo Alto, X=1579933, Y=861844, Az= 50 a 180. ....	428
Fotografía 3.2. Formación San Cayetano en la región de Mapurito del Municipio de Repelón. Intercalación de areniscas de grano fino, arcillolitas y calizas en capas subverticales, X=1656603 Y=880953, Az=235 .....	429
Fotografía 3.3. Formación Maco al Sur del municipio de Mahates, frente a la entrada hacia Gamero. Conglomerados y areniscas conglomeráticas dispuestas en capas plano paralelas inclinadas, X=1620123 Y=876500, AZ=60. ....	430
Fotografía 3.4. Canto rodado de caliza con biostromas, correspondiente a las calizas del nivel superior de la Formación Chengue, en la vereda la Oma del Municipio de Arroyo Hondo, Bolívar, X=1265801, Y=890869, Az=30. ....	431
Fotografía 3.5. Formación Péndales al Norte del Arroyo Henequén, conglomerado polimíctico de rocas volcánicas y chert con diámetros de 7 cms aproximadamente, X=1658699 Y=884621, Az=330. ....	433
Fotografía 3.6. Areniscas pardas de granos sub-angulares a sub-redondeados finos a medios de cuarzo y feldespatos, con matriz arcillosa ricos en láminas pequeñas de yeso, estratificadas en capas delgadas a medianas de la Formación San Jacinto, X=1624283, Y=898636, Az=265. ....	434
Fotografía 3.7. Formación Arjona a 70m de la Vía Variante Mamonal-Gambote, intercalación de areniscas de grano fino y arcillolitas de color gris a amarillas en capas subverticales y muy fracturadas, X=1619209, Y=861545, Az=202. ....	436
Fotografía 3.8. Formación Bayunca al Sur de Cartagena, Corregimiento de Ararca. X: 837614, Y=1626576. ....	437
Fotografía 3.9. Municipio de Pijó, Vereda Aguas Vivas, formación Hibácharo, limolitas grises con intercalaciones de areniscas, X=1675855, Y=887846, Az=200. ....	438
Fotografía 3.10. Formación Mucacal al Sur del corregimiento Labarces, a 50 metros margen derecho de la vía Labarces-La Libertad, intercalación de areniscas cuarzosas y lodolitas grises dispuestas en capas subverticales, X=1595612 Y=839623, Az=230. ....	439
Fotografía 3.11. Formación Tubará al sur de Aguada de Pablo, conglomerados polimícticos ricos en chert, cuarzo hialino, fragmentos de roca con estratificación gradada y cruzada normal, X=1652884 Y=897265, Az=290. ....	440
Fotografía 3.12. Formación Popa, Corregimiento de Ararca, al Sur de Cartagena. X=837631, Y=1628099. ....	441
Fotografía 3.13. Gravas de Rotinet al Norte del Corregimiento de Rotinet en la Cantera de Cemex. Gravas de cuarzo, chert, rocas volcánicas, neis y limolitas intercaladas con arenitas cuarzosas, X=1659617 Y=890122, Az=165. ....	443

Fotografía 3.14.	Depósito de manglar en el Corregimiento de Ararca al Sur de Cartagena, X=1627657 Y=838012, Az=15 a 90.....	444
Fotografía 3.15.	Antonio del Municipio de San Onofre, margen izquierdo del caño Correa, X=1600011 Y=842131, Az=218.....	445
Fotografía 3.16.	Depósitos de Llanura Aluvial en el sector de Olivo Uno en el Municipio de Repelón, X=1646969 Y=883687, Az=67. ....	446
Fotografía 3.17.	Depósito Aluvial en el Municipio de Sabanalarga. Arenas de grano fino en una matriz lodosa y gravas sub-redondeadas, X=1669109 Y=887264, Az=185. ....	447
Fotografía 3.18.	Depósito Aluvio-torrencial en la region de Mapurito al oeste del Municipio de Repelón. Bloques de hasta 80 cms de composicion variada de chert, caliza, areniscas y conglomerados en una matriz areno lodosa. Notese la gradación invertida, X=1655645 Y=882219, Az=98. ....	448
Fotografía 3.19.	Flujo de lodo del edificio volcánico en el corregimiento de Cañaverl, Municipio de Turbaco en la región del Volcán, X=1640702, Y=862348. Az=28. ....	449
Fotografía 3.20.	Muestreo de campo. ....	501
Fotografía 3.21.	Prueba de bombeo pozo de Turbaco. ....	601
Fotografía 3.22.	Toma de datos de recuperación Prueba de Bombeo Pozo de Turbaco. ....	603
Fotografía 3.23.	Instalación tubería Prueba de Bombeo Pozo de Turbaco. ....	606
Fotografía 3.24.	Prueba de Bombeo Pozo de Palenque.....	608
Fotografía 3.25.	Toma de datos de niveles etapa de recuperación Pozo Palenque. ....	612
Fotografía 3.26.	Edificio volcánico, evidenciando flujo de lodo Diapírico (Sdd) en el corregimiento de Cañaverl. ....	1105
Fotografía 3.27.	Ladera de contrapendiente, en una estructura mayor de Espinazo estructural, en el municipio de San Jacinto. ....	1107
Fotografía 3.28.	Ladera estructural y lomeríos disectados en el corregimiento de San Antonio de Mesa. ....	1108
Fotografía 3.29.	Lomo de Presión (Slp) al Sur de San José del playón afectado por falla inversa.....	1110
Fotografía 3.30.	Colinas con denudación moderada y llanura aluvial, en el corregimiento la Barce. ....	1111
Fotografía 3.31.	Lomeríos disectados en el sector de los volcanes en cañaverl.....	1120
Fotografía 3.32.	Lomeríos muy disectados, con erosión laminar, surcos y cárcavas en el municipio San Jacinto de Flechal. ....	1120
Fotografía 3.33.	Montículos y ondulaciones en el corregimiento del Palo Alto.....	1122
Fotografía 3.34.	Peniplanicie en el corregimiento de Ñanguma. ....	1123
Fotografía 3.35.	Abanico fluviotorrencial al SW del municipio de Repelón.....	1125
Fotografía 3.36.	Llanura aluvial o penillanura en el sector de la Silvia en el municipio de Repelón. ....	1126
Fotografía 3.37.	Llanura de inundación del arroyo Casa Vieja. ....	1127
Fotografía 3.38.	Playa de Barú, donde se evidencia el avance de la Erosión Costera. ....	1128
Fotografía 3.39.	Llanura intramareal y marisma en el corregimiento de Aracara. ....	1129

Fotografía 3.40.	Manglar en el corregimiento de Barú.....	1129
Fotografía 3.41.	Cantera de arenisca de la Empresa CEMEX.....	1131
Fotografía 3.42.	Canal del Dique en el municipio de Calamar.....	1131
Fotografía 3.43.	Embalse el Playón en el municipio de María la Baja.....	1132
Fotografía 3.44.	a) grietas en viviendas, b) grietas en paredes y pisos del colegio de la Tabla.....	1150
Fotografía 3.45.	Cantera de Usiacurí.....	1153
Fotografía 3.46	.a) Pisadas de patas de vaca, soliflucción, b) reptación, c) flujos de lodo en los alrededores de Manatí.....	1154
Fotografía 3.47.	Caídas de roca y desplomes en el Municipio de Usiacurí.....	1155
Fotografía 3.48.	Erosión laminar acentuada al SW del embalse del Guájaro, sector Norte de la Cuenca Canal del Dique.....	1155
Fotografía 3.49.	Finca Villa Chile, Municipio de Usiacurí.....	1156
Fotografía 3.50.	Carcavamiento. a) Municipio de Manatí; b) Finca Villa Chile, Municipio de Usiacurí; c) San José de Carretal.....	1156
Fotografía 3.51.	Vía de acceso a Barú, afectada por la trasgresión marina, causando erosión costera acentuada afectando la vía y obras de desarrollo como las de energía eléctrica. Nótese la flecha punteada del antiguo trazado.....	1158
Fotografía 3.52.	Geoformas dominas por volcanismo de lodo en a) SE de Cartagena y b) Municipio de Cañaveral (Bolívar).....	1159
Fotografía 3.53.	Toma de muestra por barrenada.....	1196
Fotografía 3.54.	Elaboración de cajuelas de 60 cm de largo x 60 de ancho x 70 cm de profundidad.....	1197
Fotografía 3.55.	Calicata CD-33, en el Municipio de Arjona, Taxonomía: Typic Humustetps, fina, isohipertermica.....	1197
Fotografía 3.56.	Levantamiento de perfil modal.....	1199
Fotografía 3.57.	Perfil modal CD-31.....	1216
Fotografía 3.58.	Perfil modal CD-56.....	1219
Fotografía 3.59.	Perfil modal CD-55.....	1221
Fotografía 3.60.	Perfil modal CD-32.....	1224
Fotografía 3.61.	Perfil modal CD-42.....	1226
Fotografía 3.62.	Perfil modal CD-8.....	1229
Fotografía 3.63.	Perfil modal CD-41.....	1231
Fotografía 3.64.	Perfil modal CD-67.....	1234
Fotografía 3.65.	Perfil modal CD-68.....	1236
Fotografía 3.66.	Perfil modal CD-17.....	1238
Fotografía 3.67.	Perfil modal CD-7.....	1240
Fotografía 3.68.	Perfil modal CD-29.....	1243
Fotografía 3.69.	Perfil modal CD-43.....	1245
Fotografía 3.70.	Perfil modal CD-66.....	1248
Fotografía 3.71.	Perfil modal CD-30.....	1252



Fotografía 3.72. Perfil modal CD-44.....	1255
Fotografía 3.73. Perfil modal CD-05.....	1257
Fotografía 3.74. Perfil modal CD-15.....	1260
Fotografía 3.75. Perfil modal CD-16.....	1261
Fotografía 3.76. Perfil modal CD-76.....	1264
Fotografía 3.77. Perfil modal CD-54.....	1266
Fotografía 3.78. Perfil modal CD-28.....	1269
Fotografía 3.79. Perfil modal CD-3.....	1271
Fotografía 3.80. Perfil modal CD-27.....	1274
Fotografía 3.81. Perfil modal CD-74.....	1276
Fotografía 3.82. Perfil modal CD-78.....	1279
Fotografía 3.83. Perfil modal CD-39.....	1280
Fotografía 3.84. Perfil modal CD-64.....	1285
Fotografía 3.85. Perfil modal CD-51.....	1287
Fotografía 3.86. Perfil modal CD-52.....	1289
Fotografía 3.87. Perfil modal CD-18.....	1292
Fotografía 3.88. Perfil modal CD-20.....	1294
Fotografía 3.89. Perfil modal CD-38.....	1297
Fotografía 3.90. Perfil modal CD-62.....	1299
Fotografía 3.91. Perfil modal CD-61.....	1301
Fotografía 3.92. Perfil modal CD-01.....	1303
Fotografía 3.93. Perfil modal CD-02.....	1306
Fotografía 3.94. Perfil modal CD-37.....	1308
Fotografía 3.95. Perfil modal CD-06.....	1310
Fotografía 3.96. Perfil modal CD-40.....	1313
Fotografía 3.97. Perfil modal CD-04.....	1314
Fotografía 3.98. Perfil modal CD-77.....	1316
Fotografía 3.99. Perfil modal CD-63.....	1319
Fotografía 3.100. Perfil modal CD-65.....	1321
Fotografía 3.101. Perfil modal CD-53.....	1324
Fotografía 3.102. Perfil moda CD-79.....	1326
Fotografía 3.103. Perfil modal CD-34.....	1328
Fotografía 3.104. Perfil modal CD-22.....	1331
Fotografía 3.105. Perfil modal CD-49.....	1333
Fotografía 3.106. Perfil modal CD-50.....	1335
Fotografía 3.107. Perfil modal CD-80.....	1338
Fotografía 3.108. Perfil modal CD-21.....	1340
Fotografía 3.109. Perfil modal CD-57.....	1342

Fotografía 3.110. Perfil modal CD-10.....	1345
Fotografía 3.111. Perfil Modal CD-09.....	1347
Fotografía 3.112. Perfil modal CD-58.....	1349
Fotografía 3.113. Perfil modal CD-19.....	1352
Fotografía 3.114. Perfil modal CD-69.....	1354
Fotografía 3.115. Perfil modal CD-70.....	1357
Fotografía 3.116. Perfil modal CD-45.....	1359
Fotografía 3.117. Perfil modal CD-46.....	1362
Fotografía 3.118. perfil modal CD-47.....	1364
Fotografía 3.119. perfil modal CD-90.....	1367
Fotografía 3.120. perfil modal CD-59.....	1369
Fotografía 3.121. perfil modal CD-36.....	1372
Fotografía 3.122. Perfil modal CD-91.....	1374
Fotografía 3.123. Perfil modal CD-71.....	1377
Fotografía 3.124. perfil modal CD-23.....	1379
Fotografía 3.125. Perfil modal CD-48.....	1381
Fotografía 3.126. perfil modal CD-35.....	1383
Fotografía 3.127. Perfil modal CD-26.....	1385
Fotografía 3.128. Perfil modal CD-81.....	1388
Fotografía 3.129. perfil modal CD-33.....	1390
Fotografía 3.130. Perfil modal CD-82.....	1393
Fotografía 3.131. Perfil modal CD-60.....	1395
Fotografía 3.132. Perfil modal CD-72.....	1398
Fotografía 3.133. Perfil modal CD-85.....	1407
Fotografía 3.134. Perfil modal ATL-14.....	1411
Fotografía 3.135. Perfil modal CD-83.....	1416
Fotografía 3.136. Grupo de manejo 3ps-1.....	1438
Fotografía 3.137. Grupo de manejo 3ps-2.....	1439
Fotografía 3.138. Grupo de manejo 3ps-3.....	1439
Fotografía 3.139. Grupo de manejo 3hs-1.....	1440
Fotografía 3.140. Grupo de manejo 3s-1.....	1441
Fotografía 3.141. Grupo de manejo 3s-2.....	1442
Fotografía 3.142. Grupo de manejo 4p-1.....	1442
Fotografía 3.143. Grupo de manejo 4pe-1.....	1443
Fotografía 3.144. Grupo de manejo 4ps-1.....	1444
Fotografía 3.145. Grupo de manejo 4ps-2.....	1445
Fotografía 3.146. Grupo de manejo 4pes-1.....	1446
Fotografía 3.147. Grupo de manejo 4e-1.....	1447



Fotografía 3.148. Grupo de manejo 4e-2. ....	1448
Fotografía 3.149. Grupo de manejo 4es-1. ....	1448
Fotografía 3.150. Grupo de manejo 4hs-1. ....	1449
Fotografía 3.151. Grupo de manejo 4hs-2. ....	1450
Fotografía 3.152. Grupo de manejo 4hs-3. ....	1451
Fotografía 3.153. Grupo de manejo 4s-1. ....	1451
Fotografía 3.154. Grupo de manejo 4s-2. ....	1452
Fotografía 3.155. Grupo de manejo 4s-3. ....	1453
Fotografía 3.156. Grupo de manejo 4s-4. ....	1453
Fotografía 3.157. Grupo de manejo 6p-1. ....	1454
Fotografía 3.158. Grupo de manejo 6p-2. ....	1455
Fotografía 3.159. Grupo de manejo 6ps-1. ....	1456
Fotografía 3.160. Grupo de manejo 6ps-2. ....	1456
Fotografía 3.161. Grupo de manejo 6pc-1. ....	1457
Fotografía 3.162. Grupo de manejo 6pc-2. ....	1458
Fotografía 3.163. Grupo de manejo 6hs-1. ....	1459
Fotografía 3.164. Grupo de manejo 6hs-2. ....	1459
Fotografía 3.165. Grupo de manejo 6hs-3. ....	1460
Fotografía 3.166. Grupo de manejo 6hs-4. ....	1461
Fotografía 3.167. Grupo de manejo 6s-1. ....	1461
Fotografía 3.168. Grupo de manejo 6s-2. ....	1462
Fotografía 3.169. Grupo de manejo 6s-3. ....	1463
Fotografía 3.170. Grupo de manejo 6s-4. ....	1463
Fotografía 3.171. Grupo de manejo 6s-5. ....	1464
Fotografía 3.172. Grupo de manejo 6c-1. ....	1465
Fotografía 3.173. Grupo de manejo 6c-2. ....	1465
Fotografía 3.174. Grupo de manejo 6c-3. ....	1466
Fotografía 3.175. Grupo de manejo 6c-4. ....	1467
Fotografía 3.176. Grupo de manejo 6c-5. ....	1467
Fotografía 3.177. Grupo de manejo 6c-6. ....	1468
Fotografía 3.178. Grupo de manejo 6c-7. ....	1469
Fotografía 3.179. Grupo de manejo 6c-8. ....	1470
Fotografía 3.180. Grupo de manejo 6c-9. ....	1471
Fotografía 3.181. Grupo de manejo 6c-10. ....	1471
Fotografía 3.182. Grupo de manejo 7p-1. ....	1472
Fotografía 3.183. Grupo de manejo 7p-2. ....	1473
Fotografía 3.184. Grupo de manejo 7e-1. ....	1474
Fotografía 3.185. Grupo de manejo 7s-1. ....	1474

Fotografía 3.186. Grupo de manejo 8p-1. ....	1475
Fotografía 3.187. Grupo de manejo 8h-1. ....	1476
Fotografía 3.188. Grupo de manejo 8s-1. ....	1476
Fotografía 3.189. Tierras aptas para los Cultivos Permanentes Intensivos (CPI). ....	1495
Fotografía 3.190. Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS). ....	1496
Fotografía 3.191. Tierras aptas para los Cultivos Permanentes Semi-Intensivos (CPS). ....	1497
Fotografía 3.192. Pastoreo extensivo (PEX). ....	1498
Fotografía 3.193. Tierras aptas para el Sistema Agro Silvo Pastoriles (ASP). ....	1499
Fotografía 3.194. Tierras aptas para el Sistema Agro Silvícola (AGS). ....	1500
Fotografía 3.195. Sistema forestal productor (FPD). ....	1501
Fotografía 3.196. Sistema forestal protector (FPR). ....	1502
Fotografía 3.197. Áreas para la conservación y/o para recuperación de la naturaleza (CRE). .....	1503
Fotografía 3.198. Iglesia María La Baja. ....	1529
Fotografía 3.199. Málaga.....	1529
Fotografía 3.200. Centro Poblado Campo Cruz. ....	1530
Fotografía 3.201. Centro Poblado Barú.....	1530
Fotografía 3.202. Planta extracción de palma.....	1530
Fotografía 3.203. Ladrillera.....	1530
Fotografía 3.204. Red vial y terrenos asociados. ....	1531
Fotografía 3.205. Cantera- Extracción de Materiales.....	1532
Fotografía 3.206. Cantera de Extracción de Caliza – Distrito Cartagena. ....	1532
Fotografía 3.207. Cultivo transitorio, ñame. ....	1534
Fotografía 3.208. Otro Cultivo Transitorio. ....	1534
Fotografía 3.209. Cultivos de Maíz.....	1534
Fotografía 3.210. Cultivos de Yuca. ....	1535
Fotografía 3.211. Cultivos arbóreos. ....	1536
Fotografía 3.212. Cultivos de Palma. ....	1536
Fotografía 3.213. Pastos Limpios.....	1537
Fotografía 3.214. Pastos Arbolados. ....	1538
Fotografía 3.215. Pastos Enmalezados. ....	1539
Fotografía 3.216. Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales. ....	1540
Fotografía 3.217. Mosaico de Pastos con Espacios Naturales.....	1541
Fotografía 3.218. Bosque Denso Alto. ....	1543
Fotografía 3.219. Manglar Denso Alto.....	1543
Fotografía 3.220. Bosque denso bajo. ....	1544
Fotografía 3.221. Bosque denso bajo. ....	1545
Fotografía 3.222. Bosque Galería. ....	1546

Fotografía 3.223. Plantación Eucalipto.....	1546
Fotografía 3.224. Plantación Teca. ....	1546
Fotografía 3.225. Arbustal Denso.....	1547
Fotografía 3.226. Arbustal Abierto.....	1548
Fotografía 3.227. Vegetación Secundaria Alta.....	1548
Fotografía 3.228. Vegetación Secundaria Baja.....	1549
Fotografía 3.229. Zonas pantanosas.....	1551
Fotografía 3.230. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua.....	1551
Fotografía 3.231. Superficies de Agua. ....	1552
Fotografía 3.232. Ciénaga Natural. ....	1553
Fotografía 3.233. Canal del Dique.....	1554
Fotografía 3.234. Embalse. ....	1555
Fotografía 3.235. Zoo criadero. ....	1555
Fotografía 3.236. Mar. ....	1555
Fotografía 3.237. Estanque acuicultura marina. ....	1556
Fotografía 3.238. Eje principal de una parcela adelantada en bosque fragmentado. ....	1594
Fotografía 3.239. Medición de CAP. ....	1594
Fotografía 3.240. Rama de Huevo de Burro ( <i>Crateva tapia</i> ). ....	1595
Fotografía 3.241. Punto de muestreo 28.....	1595
Fotografía 3.242. Marcación de parcelas e individuos con pintura. ....	1595
Fotografía 3.243. Bosque denso alto inundable en presente el corregimiento de La Barce (San Onofre - Sucre).....	1622
Fotografía 3.244. Bosque denso alto inundable presente en el corregimiento de Loma de Matunilla (Turbaná – Bolívar).....	1622
Fotografía 3.245. Ramas de Mangle Zaragoza ( <i>Conocarpus erectus</i> ). ....	1623
Fotografía 3.246. Madera de Mangle Zaragoza ( <i>Conocarpus erectus</i> ). ....	1623
Fotografía 3.247. Individuo de Palmiche ( <i>Copernicia tectorum</i> ). ....	1624
Fotografía 3.248. Bosque fragmentado con vegetación secundaria en zona rural del municipio de Mahates – Atlántico. ....	1637
Fotografía 3.249. Bosque fragmentado con vegetación secundaria en la vereda Agua Viva (Piojó – Atlántico). ....	1638
Fotografía 3.250. Estructura del bosque fragmentado.....	1639
Fotografía 3.251. Punto de muestreo 08 adelantado en bosque fragmentado.....	1639
Fotografía 3.252. Árbol de Hobo ( <i>Spondias mombin</i> ). ....	1640
Fotografía 3.253. Hoja de Canalete ( <i>Cordia thaisiana</i> ). ....	1641
Fotografía 3.254. Bosque de galería en la vereda Arroyo Negro (Repelón – Atlántico).....	1655
Fotografía 3.255. Bosque de galería presente en zona rural del municipio de Piojó (Atlántico). ....	1656
Fotografía 3.256. Punto de muestreo 10 adelantado en bosque de galería.....	1656
Fotografía 3.257. Fisionomía del bosque de galería en el punto de muestreo 41.....	1657

Fotografía 3.258. Árbol de Quebracho ( <i>Astronium graveolens</i> ).....	1659
Fotografía 3.259. Árbol de Granadillo ( <i>Caesalpinia glabra</i> ). ....	1659
Fotografía 3.260. Árbol de Ceiba Amarilla ( <i>Hura crepitans</i> ). ....	1660
Fotografía 3.261. Árbol de Majagua ( <i>Pseudobombax septenatum</i> ). ....	1660
Fotografía 3.262. Plantación de Eucalipto ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ) en el municipio de Repelón – Atlántico. ....	1674
Fotografía 3.263. Punto de muestreo 14 desarrollado en plantación forestal. ....	1675
Fotografía 3.264. Arbustal denso monitoreado en el municipio de Soplaviento (Bolívar). ....	1675
Fotografía 3.265. Arbustal denso referenciado en la vereda La Quemada (Piojó – Atlántico). ....	1676
Fotografía 3.266. Punto de muestreo 28 desarrollado en un arbustal denso. ....	1676
Fotografía 3.267. Fisionomía de un arbustal denso (Arrojo Hondo – Bolívar). ....	1677
Fotografía 3.268. Rama de Guamacho ( <i>Pereskia guamacho</i> ).....	1679
Fotografía 3.269. Rama con fruto de Huevo de Burro ( <i>Crateva tapia</i> ). ....	1679
Fotografía 3.270. Arbustal abierto presente en el municipio de Mahates (Bolívar). ....	1694
Fotografía 3.271. Punto de muestreo 33 adelantado sobre un arbustal abierto. ....	1695
Fotografía 3.272. Vegetación secundaria alta en el corregimiento de San Cristóbal (San Jacinto – Bolívar). ....	1708
Fotografía 3.273. Vegetación secundaria alta cercana a la vía entre Soplaviento y Villanueva (Bolívar). ....	1709
Fotografía 3.274. Punto de muestreo 16 desarrollado en vegetación secundaria alta. ....	1709
Fotografía 3.275. Rama de Dividivi ( <i>Caesalpinia coriaria</i> ). ....	1711
Fotografía 3.276. Rama de Olivo ( <i>Quadrella odoratissima</i> ).....	1711
Fotografía 3.277. Vegetación secundaria baja en zona rural del municipio de Santa Lucía (Bolívar). ....	1726
Fotografía 3.278. Vegetación secundaria baja en Barú (Bolívar). ....	1727
Fotografía 3.279. Instalación redes de niebla (captura de aves). ....	1751
Fotografía 3.280. Transectos para avistamientos de aves. ....	1751
Fotografía 3.281. Registro de huellas <i>Procyon cancrivorus</i> .....	1753
Fotografía 3.282. Registro de madrigueras.....	1753
Fotografía 3.283. Búsqueda de huellas y rastros.....	1754
Fotografía 3.284. Instalación redes de niebla captura de mamíferos voladores. ....	1755
Fotografía 3.285. Búsqueda libre de individuos. ....	1756
Fotografía 3.286. Búsqueda libre de individuos. ....	1757
Fotografía 3.287. Encuentro visual de individuos. ....	1758
Fotografía 3.288. Mientras se realizaba encuesta a pescador en el sector de las compuertas del Embalse del Guájaro. ....	1760
Fotografía 3.289. Encuesta a poblador de la zona en Higueretal, municipio: Soplaviento.....	1760
Fotografía 3.290. Sitio de acopio Agropez, encuesta a personal en Agropez. En el corregimiento: Pasacaballos. ....	1760

Fotografía 3.291. Encuesta realizada a pescador del embalse de Matuya, municipio: María la baja.....	1761
Fotografía 3.292. <i>Busarellus nigricollis</i> (izquierda) <i>Cathartes burrovianus</i> (derecha). ....	1785
Fotografía 3.293. <i>Buteogallus meridionalis</i> (izquierda) <i>Jacana jacana</i> (derecha). ....	1785
Fotografía 3.294. <i>Ortalis garrula</i> (izquierda) <i>Pitangus sulfuratus</i> (derecha). ....	1786
Fotografía 3.295. <i>Contopus cooperi</i> (izquierda) <i>Tachycineta albiventer</i> (derecha). ....	1786
Fotografía 3.296. <i>Dendrocygna autumnalis</i> (izquierda) <i>Vanellus chilensis</i> (derecha). ....	1787
Fotografía 3.297. <i>Patagioenas cayannensis</i> (izquierda) <i>Egretta thula</i> (derecha). ....	1787
Fotografía 3.298. <i>Chauna chavaria</i> (izquierda) <i>Dendrocygna bicolor</i> (derecha). ....	1788
Fotografía 3.299. <i>Anas discors</i> (izquierda) <i>Himantopus mexicanus</i> (derecha). ....	1788
Fotografía 3.300. <i>Ardea herodias</i> (izquierda) <i>9-Phimosus infuscatus</i> (derecha). ....	1789
Fotografía 3.301. <i>Tigrisoma lineatum</i> (izquierda) <i>Furnarius longirostris</i> (derecha). ....	1789
Fotografía 3.302. <i>Phalacrocorax brasilianus</i> (izquierda) <i>Bubulcus ibis</i> (derecha). ....	1789
Fotografía 3.303. <i>Eupsittula pertinax</i> (izquierda) Nido <i>Furnarius longirostris</i> (derecha). ....	1790
Fotografía 3.304. <i>Hypnelus ruficollis</i> (izquierda) <i>Ara ararauna</i> (derecha). ....	1790
Fotografía 3.305. Huella de <i>Procyon cancrivorus</i> . ....	1797
Fotografía 3.306. Madriguera <i>Cabassous centralis</i> . ....	1798
Fotografía 3.307. <i>Phyllostomus discolor</i> . ....	1798
Fotografía 3.308. Púas de <i>Coendou prehensilis</i> . ....	1799
Fotografía 3.309. Heces de <i>Allouata seniculus</i> . ....	1799
Fotografía 3.310. Huellas de venado <i>Odocoileus virginianus</i> . ....	1800
Fotografía 3.311. <i>Sciurus granatensis</i> . ....	1800
Fotografía 3.312. <i>Procyon cancrivorus</i> tomado como mascota por los habitantes de la Cuenca. ....	1801
Fotografía 3.313. <i>Pseudopaludicola pusilla</i> (Izquierda) <i>Engystomops pustulosus</i> (derecha). ....	1807
Fotografía 3.314. <i>Scarthyla vigilans</i> (izquierda) <i>Hypsiboas crepitans</i> (derecha). ....	1807
Fotografía 3.315. <i>Scinax ruber</i> (izquierda) <i>Rhinella granulosa</i> (derecha). ....	1808
Fotografía 3.316. <i>Hypsiboas pugnax</i> (izquierda) <i>Pleurodema brachyops</i> (derecha). ....	1808
Fotografía 3.317. <i>Rhinella marina</i> (izquierdo) <i>Pseudis paradoxa</i> (Juvenil) (derecho). ....	1808
Fotografía 3.318. <i>Leptodactylus bolivianus</i> (izquierda) <i>Elachistocleis pearsei</i> (derecha). ....	1809
Fotografía 3.319. <i>Anolis auratus</i> . ....	1816
Fotografía 3.320. <i>Kinosternon scorpioides</i> . ....	1817
Fotografía 3.321. <i>Anolis tropidogaster</i> . ....	1817
Fotografía 3.322. <i>Trachemys callirostris</i> . ....	1817
Fotografía 3.323. <i>Gonatodes albogularis</i> (Hembra). ....	1818
Fotografía 3.324. <i>Gonatodes albogularis</i> (Macho). ....	1818
Fotografía 3.325. <i>Cnemidophorus lemniscatus</i> . ....	1818
Fotografía 3.326. <i>Mabuya mabouya</i> . ....	1819

Fotografía 3.327. <i>Porthidium lansbergii</i> .....	1819
Fotografía 3.328. <i>Iguana</i> .....	1819
Fotografía 3.329. <i>Tretioscincus bifasciatus</i> .....	1820
Fotografía 3.330. <i>Basiliscus basiliscus</i> .....	1820
Fotografía 3.331. <i>Tupinambis teguixin</i> .....	1820
Fotografía 3.332. <i>Liophis lineatus</i> .....	1821
Fotografía 3.333. <i>Chelonoidis carbonaria</i> .....	1821
Fotografía 3.334. <i>Ameiva ameiva</i> .....	1821
Fotografía 3.335. <i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i> .....	1822
Fotografía 3.336. <i>Boa constrictor</i> .....	1822
Fotografía 3.337. <i>Triportheus</i> ssp. ....	1831
Fotografía 3.338. <i>Pimelodus blochii</i> .....	1831
Fotografía 3.339. <i>Centrochir crocodili</i> .....	1831
Fotografía 3.340. <i>Trichogaster pectoralis</i> .....	1832
Fotografía 3.341. <i>Roebooides dayi</i> .....	1832
Fotografía 3.342. <i>Colossoma macropomum</i> .....	1832
Fotografía 3.343. <i>Caquetaia kraussii</i> .....	1833
Fotografía 3.344. <i>Elops saurus</i> .....	1833
Fotografía 3.345. <i>Lutjanus</i> ssp. ....	1833
Fotografía 3.346. <i>Lutjanus synagris</i> .....	1834
Fotografía 3.347. <i>Selene brownii</i> .....	1834
Fotografía 3.348. <i>Decapterus macarellus</i> .....	1834
Fotografía 3.349. <i>Selene vómer</i> .....	1835
Fotografía 3.350. <i>Eucinostomus gula</i> .....	1835
Fotografía 3.351. <i>Centropomus ensiferus</i> .....	1835
Fotografía 3.352. <i>Caranx hipos</i> .....	1836
Fotografía 3.353. <i>Cathorops spixii</i> .....	1836
Fotografía 3.354. <i>Chauna chavarría</i> (individuos libres a la izquierda e individuos en cautiverio a la derecha).....	1839



## LISTA DE TABLAS CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1. Sistema de Referencia.....	100
Tabla 3.2. Estaciones seleccionadas IDEAM – Precipitación (mm).....	103
Tabla 3.3. Cálculo SMADA on line para distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación estación Carmen de Bolívar. ....	110
Tabla 3.4. Estaciones de precipitación localizadas en cada subcuenca.....	113
Tabla 3.5. Correlaciones Cruzadas Estimadas para ajuste de Carmen de Bolívar con ajuste de ENSO. ....	118
Tabla 3.6. Índices de Estacionalidad para Carmen de Bolívar.....	120
Tabla 3.7. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	154
Tabla 3.8. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	156
Tabla 3.9. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	158
Tabla 3.10. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	160
Tabla 3.11. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	162
Tabla 3.12. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.....	163
Tabla 3.13. Periodos de retorno. ....	176
Tabla 3.14. Precipitación promedio por cuenca. ....	180
Tabla 3.15. Precipitación promedio por subcuenca.....	180
Tabla 3.16. Precipitación promedio por microcuenca.....	181
Tabla 3.17. % de valores faltantes de temperatura °C.....	198
Tabla 3.18. Estaciones de Temperatura °C – IDEAM.....	199
Tabla 3.19. Temperatura máxima anual.....	202
Tabla 3.20. Temperatura mínima anual °C.....	203
Tabla 3.21. Temperatura media multianual °C.....	205
Tabla 3.22. Temperatura promedio para subcuencas.....	207
Tabla 3.23. Temperatura promedio por microcuencas.....	208
Tabla 3.24. Temperatura media mensual por cuenca.....	213
Tabla 3.25. Temperatura media mensual por subcuenca.....	213
Tabla 3.26. Temperatura media mensual por microcuenca.....	214
Tabla 3.27. Humedad Relativa media anual (%). ....	228
Tabla 3.28. Humedad Relativa máxima anual (%). ....	229
Tabla 3.29. Brillo Solar medio Multianual (Ho). ....	231
Tabla 3.30. Brillo Solar máximo Multianual (Ho). ....	231
Tabla 3.31. Evaporación Anual – San Pablo (mm).....	234
Tabla 3.32. Evaporación Anual – Apto Núñez (mm). ....	237



Tabla 3.33. Evaporación Anual (mm) – Esc. Naval. ....	240
Tabla 3.34. Balance hídrico Subcuenca Ciénaga Aguas Claras. ....	304
Tabla 3.35. Balance hídrico Subcuenca Norte Embalse Guájaro. ....	304
Tabla 3.36. Balance hídrico Subcuenca Hum. Canal del Dique Guájaro. ....	305
Tabla 3.37. Balance hídrico Subcuenca Ciénaga Jobo Negros. ....	305
Tabla 3.38. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Quita Calzón Ciénagas JG. ....	306
Tabla 3.39. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Caimán. ....	306
Tabla 3.40. Balance hídrico Subcuenca Represa Playón Matuya. ....	307
Tabla 3.41. Balance hídrico Subcuenca Oriental Embalse Guájaro Canal del Dique. ....	307
Tabla 3.42. Balance hídrico Subcuenca Norte Canal del Dique Pasacaballos. ....	308
Tabla 3.43. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Cabildo. ....	308
Tabla 3.44. Balance hídrico Subcuenca Complejo María La Baja. ....	309
Tabla 3.45. Balance hídrico Subcuenca Delta Canal del Dique. ....	309
Tabla 3.46. Balance hídrico Subcuenca Sur Delta. ....	310
Tabla 3.47. Balance hídrico Subcuenca Occidental Embalse Guájaro. ....	310
Tabla 3.48. Balance hídrico Subcuenca Ciénagas Capote Tupe. ....	311
Tabla 3.49. Balance hídrico Subcuenca Barú. ....	311
Tabla 3.50. Balance hídrico Subcuenca Canal del Dique. ....	312
Tabla 3.51. Balance hídrico Microcuenca Alcantarillado y Aseo María La Baja. ....	326
Tabla 3.52. Balance hídrico Microcuenca Acueducto Rotinet. ....	326
Tabla 3.53. Balance hídrico Microcuenca Canal del Dique. ....	327
Tabla 3.54. Balance hídrico Microcuenca Acueducto Comunitario de Rotinet. ....	327
Tabla 3.55. Balance hídrico Microcuenca Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan G. ....	328
Tabla 3.56. Balance hídrico estación La Esperanza. ....	343
Tabla 3.57. Clasificación climática según Caldas Lang. ....	344
Tabla 3.58. Pisos térmicos según Caldas Lang. ....	345
Tabla 3.59. Índice de Aridez. ....	348
Tabla 3.60. Rangos para Índice de aridez. ....	349
Tabla 3.61. Índice de Aridez para Microcuencas. ....	363
Tabla 3.62. Clasificación índice de Aridez. ....	363
Tabla 3.63. Sensores remotos para interpretar la fotogeología de la Cuenca Canal del Dique. ....	388
Tabla 3.64. Información entregada y analizada. ....	394
Tabla 3.65. Unidades litoestratigráficas y depósitos de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:100.000. ....	400
Tabla 3.66. Leyenda Geológica 1:25.000. ....	420
Tabla 3.67. Categorización de estructuras para definición de la densidad de fracturamiento. ....	460
Tabla 3.68. Categorías Densidad de Fracturamiento. ....	460

Tabla 3.69. Resultados Densidad de Fracturamiento. ....	461
Tabla 3.70. Índice de fracturamiento. ....	475
Tabla 3.71. Rango de clasificación para el grado de fracturamiento (Jv). ....	475
Tabla 3.72. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) cualitativas. ....	477
Tabla 3.73. Categorías densidad de fracturamiento para la Cuenca Canal del Dique. ....	484
Tabla 3.74. Categorización de la densidad de fracturamiento y su incidencia en el área de la Cuenca Canal del Dique. ....	484
Tabla 3.75. Leyenda Unidades Geológicas Semicuantitativas-Rocas, Canal del Dique. ....	490
Tabla 3.76. Leyenda Unidades Geológicas Semicuantitativas-Suelos, Canal del Dique. ....	493
Tabla 3.77. Coordenadas planas de los sondeos realizados en sistema de referencia Magna Sirgas. ....	500
Tabla 3.78. Normatividad de referencia para la ejecución de los ensayos de laboratorio de suelos. ....	504
Tabla 3.79. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio, Cuenca Canal del Dique. ....	513
Tabla 3.80. Estimación de parámetros de resistencia a partir del ensayo SPT, Cuenca Canal del Dique. ....	523
Tabla 3.81. Parametrización y caracterización geotécnica de las Unidades Geológicas Superficiales, Cuenca Canal del Dique. ....	525
Tabla 3.82. Subcuencas Canal del Dique. ....	536
Tabla 3.83. Distribución de las 16 hojas hidrográficas de los diferentes Cuerpos de Agua que conforman la Cuenca Canal del Dique. ....	538
Tabla 3.84. Correlación entre el factor F y la litología. ....	540
Tabla 3.85. Clasificación del agua de acuerdo con la Resistividad y Conductividad Eléctrica. ....	540
Tabla 3.86. Rangos de resistividad para correlaciones litológicas e hidrogeológicas. ....	540
Tabla 3.87. Rangos y descripción de pendientes. ....	541
Tabla 3.88. Oferta hídrica por zonas hidrográficas en Colombia. ....	553
Tabla 3.89. Resumen cuerpos de agua en áreas hidrográficas. ....	554
Tabla 3.90. Ciénagas en la Zona Bajo Magdalena. ....	554
Tabla 3.91. Características y reservas de las provincias. ....	555
Tabla 3.92. Uso del agua subterránea según jurisdicción de la autoridad ambiental. ....	556
Tabla 3.93. Distribución de sistemas acuíferos por áreas hidrográficas, provincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos. ....	556
Tabla 3.94. Clasificación general de las unidades hidrogeológicas. ....	559
Tabla 3.95. Unidades hidrogeológicas de la Cuenca Canal del Dique. ....	560
Tabla 3.96. Unidades litoestratigráficas e hidrogeológicas que afloran en la Cuenca Canal del Dique. ....	569
Tabla 3.97. Registro de Estaciones Localizadas en el área de la Cuenca Canal del Dique. ....	576
Tabla 3.98. Escorrentía por subcuencas en mm/ año. ....	578
Tabla 3.99. Precipitación en mm/ año por subcuencas. ....	581

Tabla 3.100. Infiltración Anual. ....	582
Tabla 3.101. Categorías para clasificar el Índice de Aridez. ....	588
Tabla 3.102. Características de humedad de los suelos. ....	590
Tabla 3.103. Valores de la conductividad hidráulica (m/día). ....	598
Tabla 3.104. Resultados de los ND durante la etapa de bombeo en el pozo de Turbaco. ....	601
Tabla 3.105. Resultados de los NE durante la etapa de recuperación en el pozo de Turbaco. ....	604
Tabla 3.106. Resumen de los datos de la prueba de bombeo Pozo de Turbaco. ....	605
Tabla 3.107. Resultados de los ND durante la Etapa de Bombeo en el Pozo Palenque. ....	608
Tabla 3.108. Resultados de los NE durante la Etapa de Recuperación en el Pozo Palenque. ....	610
Tabla 3.109. Resumen de los datos de la prueba de bombeo Pozo Palenque. ....	613
Tabla 3.110. Número de usuarios subterráneos por municipio y por uso al interior de la Cuenca. ....	623
Tabla 3.111. Totales de Demanda de aguas subterráneas sectorizados por municipio al interior de la Cuenca. ....	623
Tabla 3.112. Calidad del agua subterránea en cada unidad litoestratigráfica de la Cuenca Canal del Dique. ....	627
Tabla 3.113. Resumen del registro de las variables fisicoquímicas in situ del sistema acuífero Sabanalarga. ....	629
Tabla 3.114. Análisis de límites permisibles para valores de pH en el sistema acuífero Sabanalarga. ....	631
Tabla 3.115. Puntos de muestreos fisicoquímicos en el Acuífero de Turbaco. ....	640
Tabla 3.116. Clasificación de aguas según dureza. ....	646
Tabla 3.117. Síntesis de resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, Acuífero de Turbaco. ....	649
Tabla 3.118. Puntos de muestreos fisicoquímicos en el Acuífero de Palenque. ....	650
Tabla 3.119. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales Acuífero de Turbaco. ....	658
Tabla 3.120. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales anteriores. ....	660
Tabla 3.121. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales Acuífero de Palenque. ....	683
Tabla 3.122. Rangos de vulnerabilidad. ....	720
Tabla 3.123. Asignación de índices, Parámetros “G”. ....	721
Tabla 3.124. Asignación de índices, Parámetro “O”. ....	723
Tabla 3.125. Asignación de índices, Parámetros “D”. ....	724
Tabla 3.126. Rangos de vulnerabilidad. ....	725
Tabla 3.127. Priorización Acuíferos. ....	727
Tabla 3.128. Categorías densidad de drenaje. ....	732
Tabla 3.129. Codificación subcuencas. ....	742
Tabla 3.130. Listado de puntos de abastecimiento. ....	743
Tabla 3.131. Codificación de las microcuencas abastecedoras. ....	745

Tabla 3.132. Listado de orden de drenaje. ....	766
Tabla 3.133. Categorías Índice Morfométrico. ....	779
Tabla 3.134. Listado de las subcuencas. ....	783
Tabla 3.135. Parámetros Morfométricos de las subcuencas del Canal del Dique. ....	784
Tabla 3.136. Codificación de las microcuencas abastecedoras. ....	786
Tabla 3.137. Parámetros morfométricos de las microcuencas abastecedoras. ....	787
Tabla 3.138. Índice Hipsométrico. ....	788
Tabla 3.139. Rango de pendiente en porcentaje. ....	807
Tabla 3.140. Rango de pendientes en Grados. ....	809
Tabla 3.141. Canal del Dique. ....	814
Tabla 3.142. Autocorrelaciones Estimadas para ajuste de San Juan. ....	816
Tabla 3.143. Autocorrelaciones Parciales Estimadas para ajuste de San Juan. ....	818
Tabla 3.144. Índices de estacionalidad estación San Juan. ....	819
Tabla 3.145. Microcuencas abastecedoras Cabeceras municipales. ....	821
Tabla 3.146. Subzonas de análisis y cuerpos de aguas presentes. ....	826
Tabla 3.147. Imágenes satelitales disponibles. ....	828
Tabla 3.148. Cubrimiento de las imágenes satelitales disponibles. ....	829
Tabla 3.149. Cubrimiento de las sub escenas de las imágenes disponibles. ....	835
Tabla 3.150. Imágenes y fecha de toma para el análisis de la dinámica fluvial de la zona F. .....	837
Tabla 3.151. Imágenes utilizadas para cada fecha de toma y su clasificación. ....	837
Tabla 3.152. Área de ocupación en hectáreas en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo. ....	840
Tabla 3.153. Porcentajes de ocupación en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo. ....	840
Tabla 3.154. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 02/01/2003 a 23/03/2005. ....	842
Tabla 3.155. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 23/03/2005 a 16/06/2008. ....	843
Tabla 3.156. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 16/06/2008 a 05/03/2010. ....	844
Tabla 3.157. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 5/03/2010 a 18/03/2016. ....	845
Tabla 3.158. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 16/06/2008 a 18/03/2016. ....	846
Tabla 3.159. Inventario de sistemas de captación en el Embalse el Guájaro. ....	850
Tabla 3.160. Inventario de sistemas de captación en el Canal del Dique. ....	857
Tabla 3.161. Inventario de sistemas de captación en las represas Matuya y Playón. ....	859
Tabla 3.162. Inventario de sistemas de captación en otros cuerpos de aguas. ....	860
Tabla 3.163. Principales sistemas lénticos localizados en la Cuenca Canal del Dique. ....	863
Tabla 3.164. Geología presente. ....	871
Tabla 3.165. Clasificación hidrológica de los suelos. ....	872
Tabla 3.166. Promedio CN – NCIII. ....	878
Tabla 3.167. Clasificación hidrológica de los suelos. ....	886

Tabla 3.168. Promedio CN – NCIII. ....	887
Tabla 3.169. Oferta hídrica año normal. ....	887
Tabla 3.170. Oferta hídrica año seco.....	888
Tabla 3.171. Caudales subcuencas.....	889
Tabla 3.172. Rendimiento medio mensual L/km <sup>2</sup> . ....	895
Tabla 3.173. Rendimiento mínimo mensual L/km <sup>2</sup> . ....	896
Tabla 3.174. Rendimiento máximo mensual L/km <sup>2</sup> . ....	897
Tabla 3.175. Número de usuarios superficiales por subcuenca y por uso.....	902
Tabla 3.176. Demanda total hídrica sectorizados por subcuenca de la Cuenca Canal del Dique.....	903
Tabla 3.177. Estaciones empleadas.....	910
Tabla 3.178. IRH Estación Santa Helena. ....	911
Tabla 3.179. Categorización IRH.....	912
Tabla 3.180. Categorización IRH muy Bajo.....	913
Tabla 3.181. Índice de Regulación Hídrica por subcuenca. ....	913
Tabla 3.182. IRH para microcuencas. ....	915
Tabla 3.183. Descripción Índice de Uso de Agua Superficial (IUA). ....	917
Tabla 3.184. Demanda Hídrica superficial por subcuencas. ....	918
Tabla 3.185. Índice de Uso del Agua por subcuencas. ....	919
Tabla 3.186. Índice de Uso del Agua por microcuencas. ....	921
Tabla 3.187. Categorización IUA.....	921
Tabla 3.188. Categorías Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH).....	923
Tabla 3.189. Resultado Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH). ....	924
Tabla 3.190. Categorías Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH).....	926
Tabla 3.191. Resultado Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH). ....	926
Tabla 3.192. Valores morfométricos de las subcuencas. ....	929
Tabla 3.193. Categorización de valores morfométricos. ....	930
Tabla 3.194. Clasificación índice morfométrico. ....	931
Tabla 3.195. Índice de Variabilidad subcuencas. ....	935
Tabla 3.196. Rangos de clasificación para el Índice de Vulnerabilidad. ....	935
Tabla 3.197. Clasificación Índice de Vulnerabilidad. ....	936
Tabla 3.198. Morfometría por microcuencas. ....	938
Tabla 3.199. Índice de Variabilidad para microcuencas.....	942
Tabla 3.200. Caracterización de la Red de Monitoreo sobre el Embalse del Guájaro por la CRA, años 2009 a 2013. ....	948
Tabla 3.201. Puntos monitoreados por la CAR. ....	950
Tabla 3.202. Resultados fisicoquímicos red de monitoreo sobre embalse el Guájaro por la CRA.....	952

Tabla 3.203. Caracterización de la Red de Monitoreo sobre el Canal del Dique por CARDIQUE, años 2012 a 2016. ....	955
Tabla 3.204. Puntos monitoreados por CARDIQUE.....	957
Tabla 3.205. Resultados fisicoquímicos Red de Monitoreo sobre el Canal del Dique por CARDIQUE, años 2012 a 2016. ....	958
Tabla 3.206. Puntos monitoreados por El Fondo Nacional de Adaptación. ....	960
Tabla 3.207. Resultados de Monitoreo sobre Canal del Dique por el Fondo Nacional de Adaptación, años 2014 y 2015. ....	962
Tabla 3.208. Vertimientos generados en el área de la cuenca. ....	987
Tabla 3.209. Distribución de habitantes en las subcuencas. ....	995
Tabla 3.210. Cargas Contaminantes por subcuencas según parámetros del IACAL. ....	996
Tabla 3.211. Municipios con disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios. 2016. ....	1001
Tabla 3.212. Municipios que disponen los residuos sólidos en botaderos. 2016. ....	1004
Tabla 3.213. Disposición de residuos en zonas rurales del Distrito de Cartagena pertenecientes a la cuenca. ....	1004
Tabla 3.214. Descripción punto de muestreo C1 Embalse el Guájaro.....	1007
Tabla 3.215. Descripción punto de muestreo C2 Embalse el Guájaro.....	1007
Tabla 3.216. Descripción punto de muestreo C3 Embalse el Guájaro.....	1008
Tabla 3.217. Descripción punto de muestreo C4 Embalse el Guájaro.....	1008
Tabla 3.218. Descripción punto de muestreo C5 Embalse el Guájaro.....	1009
Tabla 3.219. Descripción punto de muestreo C6 Canal del Dique.....	1009
Tabla 3.220. Descripción punto de muestreo C7 Canal del Dique.....	1010
Tabla 3.221. Descripción punto de muestreo C8 Canal del Dique.....	1010
Tabla 3.222. Descripción punto de muestreo C9 Canal del Dique.....	1011
Tabla 3.223. Descripción punto de muestreo C10 Canal del Dique.....	1011
Tabla 3.224. Descripción punto de muestreo Caño Matunilla. ....	1012
Tabla 3.225. Descripción punto de muestreo Ciénaga Palotal. ....	1012
Tabla 3.226. Descripción punto de muestreo Ciénaga Honda. ....	1013
Tabla 3.227. Descripción punto de muestreo Ciénaga San Onofre. ....	1013
Tabla 3.228. Descripción punto de muestreo Caño Correa. ....	1014
Tabla 3.229. Descripción punto de muestreo Ciénaga Juan Gómez. ....	1014
Tabla 3.230. Descripción punto de muestreo Ciénaga María la Baja. ....	1015
Tabla 3.231. Descripción punto de muestreo Ciénaga Matuya.....	1015
Tabla 3.232. Descripción punto de muestreo Ciénaga La Luisa. ....	1016
Tabla 3.233. Descripción punto de muestreo Ciénaga La Luisa. ....	1016
Tabla 3.234. Descripción punto de muestreo Ciénaga del Jobo. ....	1017
Tabla 3.235. Descripción punto de muestreo Ciénaga Machado.....	1017
Tabla 3.236. Descripción punto de muestreo Arroyo Toro. ....	1018
Tabla 3.237. Descripción punto de muestreo Arroyo María. ....	1018



Tabla 3.238. Descripción punto de muestreo Arroyo Caimán.....	1019
Tabla 3.239. Descripción punto de muestreo Arroyo Grande.....	1019
Tabla 3.240. Parámetros de medición In situ y en laboratorio.....	1021
Tabla 3.241. Preservación y Conservación de Muestras.....	1022
Tabla 3.242. Resultados de monitoreo campaña Temporada Seca 2016 de Canal del Dique.....	1023
Tabla 3.243. Resultados de monitoreo campaña Temporada húmeda 2017 en Canal del Dique.....	1024
Tabla 3.244. Recursos hídricos monitoreados y objetivos de calidad asignados.....	1035
Tabla 3.245. Comparación de resultados con Resolución 258 del 13 Abril 2011.....	1037
Tabla 3.246. Comparación resultados Puntos C1 hasta C7de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.....	1039
Tabla 3.247. Comparación resultados Puntos C8 hasta C14de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.....	1040
Tabla 3.248. Comparación resultados Puntos C15 hasta C21de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.....	1041
Tabla 3.249. Comparación resultados Puntos C22 hasta C26 de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.....	1042
Tabla 3.250. Descripción de ICA.....	1043
Tabla 3.251. Ponderación de parámetros ICA.....	1046
Tabla 3.252. Ponderación de parámetros ICA usados en el presente estudio.....	1047
Tabla 3.253. Índice de Calidad del Agua monitoreada campaña temporada seca y temporada húmeda.....	1047
Tabla 3.254. Categorías y descriptores de presión por subzona hidrográfica.....	1056
Tabla 3.255. Oferta hídrica en año medio y año seco para la cuenca.....	1058
Tabla 3.256. Categorización del IACAL para el año Seco en las subcuencas.....	1059
Tabla 3.257. Categorización del IACAL para el año Medio en las subcuencas.....	1060
Tabla 3.258. Re-Categorización del IACAL para el año Medio y Seco en las subcuencas.....	1061
Tabla 3.259. Sensores remotos para interpretación de la Cuenca Canal del Dique.....	1074
Tabla 3.260. Información entregada y analizada.....	1081
Tabla 3.261. Leyenda Geomorfología Cuenca Canal del Dique- SGC, escala 1:25.000.....	1091
Tabla 3.262. Procesos Morfodinámicos identificados en Campo.....	1134
Tabla 3.263. Planchas topográficas 1:25.000 del IGAC de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1170
Tabla 3.264. Sensores remotos para interpretar la Cuenca Canal del Dique.....	1172
Tabla 3.265. Planchas geológicas y memoria disponibles del Servicio Geológico Colombiano para el área de estudio.....	1172
Tabla 3.266. Relación de las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio con el material asociado para la interpretación geomorfológica.....	1173
Tabla 3.267. Planchas geomorfológicas y memoria disponibles.....	1174
Tabla 3.268. Información bibliográfica y cartográfica adicional.....	1175

Tabla 3.269. Geoestructuras de la Cuenca Canal del Dique. ....	1176
Tabla 3.270. Paisajes geomorfológicos de la Cuenca Canal del Dique. ....	1176
Tabla 3.271. Ambientes geomorfológicos de la Cuenca Canal del Dique. ....	1178
Tabla 3.272. Tipos de relieve de la Cuenca Canal del Dique. ....	1179
Tabla 3.273. Relación del tipo de relieve con el ángulo de inclinación del buzamiento de los estratos. ....	1180
Tabla 3.274. Tipo de litologías o facies de la Cuenca Canal del Dique. ....	1181
Tabla 3.275. Formas del terreno de la Cuenca Canal del Dique. ....	1183
Tabla 3.276. Leyenda Geomorfológica de la Cuenca Canal del Dique. ....	1184
Tabla 3.277. Parámetros fisicoquímicos analizados para cada muestra de suelos. ....	1200
Tabla 3.278. Coordenadas calicatas en campo. ....	1201
Tabla 3.279. Propiedades químicas analizadas en laboratorio y métodos empleados. ....	1203
Tabla 3.280. Determinación del aea efectiva de trabajo. ....	1209
Tabla 3.281. Densidad de verificaciones AED y AEV. ....	1210
Tabla 3.282. Descripción perfil modal CD-31. ....	1216
Tabla 3.283. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-31. ....	1217
Tabla 3.284. Descripción perfil modal CD-56. ....	1218
Tabla 3.285. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-56. ....	1219
Tabla 3.286. Descripción perfil modal CD-55. ....	1221
Tabla 3.287. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-55. ....	1222
Tabla 3.288. Descripción perfil modal CD-32. ....	1223
Tabla 3.289. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-32. ....	1224
Tabla 3.290. Descripción perfil modal CD-42. ....	1226
Tabla 3.291. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-42. ....	1227
Tabla 3.292. Descripción perfil modal CD-8. ....	1228
Tabla 3.293. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-8. ....	1229
Tabla 3.294. Descripción perfil modal CD-41. ....	1231
Tabla 3.295. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-41. ....	1232
Tabla 3.296. Descripción perfil modal CD-67. ....	1233
Tabla 3.297. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-67. ....	1234
Tabla 3.298. Descripción perfil modal CD-68. ....	1236
Tabla 3.299. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-68. ....	1237
Tabla 3.300. Descripción perfil modal CD-17. ....	1238
Tabla 3.301. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-17. ....	1239
Tabla 3.302. Descripción perfil modal CD-7. ....	1240
Tabla 3.303. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-07. ....	1241
Tabla 3.304. Descripción perfil modal CD-29. ....	1242
Tabla 3.305. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-29. ....	1243

Tabla 3.306. Descripción perfil modal CD-43.....	1244
Tabla 3.307. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-43.....	1246
Tabla 3.308. Descripción perfil modal CD-66.....	1247
Tabla 3.309. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-66.....	1248
Tabla 3.310. Descripción de perfil modal CD-14.....	1250
Tabla 3.311. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-14.....	1250
Tabla 3.312. Descripción de perfil moda CD-30.....	1252
Tabla 3.313. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-30.....	1253
Tabla 3.314. Descripción perfil modal CD-44.....	1254
Tabla 3.315. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-44.....	1255
Tabla 3.316. Descripción perfil modal CD-05.....	1257
Tabla 3.317. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-05.....	1258
Tabla 3.318. Descripción perfil modal CD-15.....	1259
Tabla 3.319. Descripción perfil modal CD-16.....	1261
Tabla 3.320. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-15.....	1262
Tabla 3.321. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-16.....	1262
Tabla 3.322. Descripción perfil modal CD-76.....	1263
Tabla 3.323. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-76.....	1264
Tabla 3.324. Descripción perfil modal CD-54.....	1266
Tabla 3.325. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-54.....	1267
Tabla 3.326. Descripción perfil modal CD-28.....	1268
Tabla 3.327. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-28.....	1269
Tabla 3.328. Descripción perfil modal CD-3.....	1271
Tabla 3.329. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-3.....	1272
Tabla 3.330. Descripción perfil modal CD-27.....	1273
Tabla 3.331. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-27.....	1274
Tabla 3.332. Descripción perfil modal CD-74.....	1276
Tabla 3.333. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-74.....	1277
Tabla 3.334. Descripción perfil modal CD-78.....	1278
Tabla 3.335. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-78.....	1279
Tabla 3.336. Descripción perfil modal CD-39.....	1280
Tabla 3.337. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-39.....	1281
Tabla 3.338. Descripción perfil modal CD-13.....	1282
Tabla 3.339. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-13.....	1283
Tabla 3.340. Descripción perfil modal CD-64.....	1284
Tabla 3.341. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-64.....	1285
Tabla 3.342. Descripción perfil modal CD-51.....	1286
Tabla 3.343. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-51.....	1287

Tabla 3.344. Descripción perfil modal CD-52.....	1289
Tabla 3.345. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-52.....	1289
Tabla 3.346. Descripción perfil modal CD- 18.....	1291
Tabla 3.347. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-18.....	1292
Tabla 3.348. Descripción perfil modal CD-20.....	1294
Tabla 3.349. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-20.....	1294
Tabla 3.350. Descripción perfil modal CD-38.....	1296
Tabla 3.351. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-38.....	1297
Tabla 3.352. Descripción perfil modal CD-62.....	1298
Tabla 3.353. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-62.....	1299
Tabla 3.354. Descripción perfil modal CD-61.....	1301
Tabla 3.355. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-61.....	1301
Tabla 3.356. Descripción perfil modal CD-01.....	1303
Tabla 3.357. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-01.....	1304
Tabla 3.358. Descripción perfil modal CD-02.....	1305
Tabla 3.359. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-02.....	1306
Tabla 3.360. Descripción perfil modal CD-37.....	1307
Tabla 3.361. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-37.....	1308
Tabla 3.362. Descripción perfil modal CD-06.....	1310
Tabla 3.363. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-06.....	1311
Tabla 3.364. Descripción del perfil modal CD-40.....	1312
Tabla 3.365. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-40.....	1313
Tabla 3.366. Descripción perfil modal CD-04.....	1314
Tabla 3.367. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-04.....	1314
Tabla 3.368. Descripción perfil modal CD-77.....	1316
Tabla 3.369. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-77.....	1317
Tabla 3.370. Descripción perfil modal CD-63.....	1318
Tabla 3.371. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-63.....	1319
Tabla 3.372. Descripción perfil modal CD-65.....	1320
Tabla 3.373. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-65.....	1321
Tabla 3.374. Descripción perfil modal CD-53.....	1323
Tabla 3.375. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-53.....	1324
Tabla 3.376. Descripción perfil modal CD-79.....	1325
Tabla 3.377. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-79.....	1326
Tabla 3.378. Descripción perfil modal CD-34.....	1328
Tabla 3.379. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-34.....	1329
Tabla 3.380. Descripción perfil modal CD-22.....	1330
Tabla 3.381. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-22.....	1331

Tabla 3.382. Descripción perfil modal CD-49.....	1333
Tabla 3.383. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-49.....	1333
Tabla 3.384. Descripción perfil modal CD-50.....	1335
Tabla 3.385. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-50.....	1336
Tabla 3.386. Descripción perfil modal CD-80.....	1337
Tabla 3.387. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-80.....	1338
Tabla 3.388. Descripción perfil modal CD-21.....	1340
Tabla 3.389. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-21.....	1340
Tabla 3.390. Descripción perfil modal CD-57.....	1342
Tabla 3.391. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-57.....	1343
Tabla 3.392. Descripción perfil modal CD-10.....	1344
Tabla 3.393. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-10.....	1345
Tabla 3.394. Descripción Perfil Modal CD-09.....	1346
Tabla 3.395. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-09.....	1347
Tabla 3.396. Descripción perfil modal CD-58.....	1349
Tabla 3.397. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-58.....	1350
Tabla 3.398. Descripción perfil modal CD-19.....	1351
Tabla 3.399. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 19.....	1352
Tabla 3.400. Descripción perfil modal CD-69.....	1354
Tabla 3.401. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 69.....	1355
Tabla 3.402. Descripción perfil modal CD-70.....	1356
Tabla 3.403. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 70.....	1357
Tabla 3.404. Descripción perfil modal CD-45.....	1358
Tabla 3.405. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 45.....	1360
Tabla 3.406. Descripción perfil modal CD-46.....	1361
Tabla 3.407. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-46.....	1362
Tabla 3.408. Descripción perfil modal CD-47.....	1364
Tabla 3.409. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-47.....	1365
Tabla 3.410. Descripción perfil modal CD-90.....	1366
Tabla 3.411. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-90.....	1367
Tabla 3.412. Descripción perfil modal CD-59.....	1369
Tabla 3.413. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-59.....	1370
Tabla 3.414. Descripción perfil modal CD-36.....	1371
Tabla 3.415. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 36.....	1372
Tabla 3.416. Descripción perfil modal CD-91.....	1374
Tabla 3.417. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-91.....	1375
Tabla 3.418. Descripción perfil modal CD-71.....	1376
Tabla 3.419. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-71.....	1377



Tabla 3.420. Descripción perfil modal CD-23.....	1379
Tabla 3.421. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-23.....	1380
Tabla 3.422. Descripción perfil modal CD-48.....	1380
Tabla 3.423. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-48.....	1381
Tabla 3.424. Descripción perfil modal CD-35.....	1382
Tabla 3.425. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-35.....	1383
Tabla 3.426. Descripción perfil modal CD-26.....	1385
Tabla 3.427. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-26.....	1386
Tabla 3.428. Descripción perfil modal CD-81.....	1387
Tabla 3.429. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-81.....	1388
Tabla 3.430. Descripción perfil modal CD-33.....	1390
Tabla 3.431. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-33.....	1391
Tabla 3.432. Descripción perfil modal CD-82.....	1392
Tabla 3.433. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-82.....	1393
Tabla 3.434. Descripción perfil modal CD-60.....	1395
Tabla 3.435. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-60.....	1396
Tabla 3.436. Descripción perfil modal CD-72.....	1397
Tabla 3.437. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-72.....	1398
Tabla 3.438. Descripción perfil modal PR-4.....	1400
Tabla 3.439. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PR-4.....	1400
Tabla 3.440. Descripción Perfil Modal PS-52.....	1401
Tabla 3.441. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PS-52.....	1401
Tabla 3.442. Descripción perfil modal PS-53.....	1402
Tabla 3.443. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PS-53.....	1403
Tabla 3.444. Descripción Perfil Modal CA-32.....	1404
Tabla 3.445. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CA-32.....	1405
Tabla 3.446. Descripción perfil modal CD-85.....	1406
Tabla 3.447. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-85.....	1407
Tabla 3.448. Descripción perfil modal BL-129.....	1409
Tabla 3.449. Propiedades químicas y granulométricas del perfil BL-129.....	1409
Tabla 3.450. Descripción perfil modal ATL-14.....	1411
Tabla 3.451. Propiedades químicas y granulométricas del perfil ATL-14.....	1412
Tabla 3.452. Descripción Perfil Modal A-21.....	1413
Tabla 3.453. Propiedades químicas y granulométricas del perfil A-21.....	1414
Tabla 3.454. Descripción Perfil Modal CD-83.....	1415
Tabla 3.455. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-83.....	1416
Tabla 3.456. Leyenda de suelos.....	1418
Tabla 3.457. Características y límites de variaciones de las tierras.....	1435



Tabla 3.458. Leyenda Capacidad de Uso de las tierras.....	1478
Tabla 3.459. Tipos de uso Principal Propuesto del suelo. ....	1493
Tabla 3.460. Leyenda de usos principales POMCA Canal del Dique. ....	1504
Tabla 3.461. Sensores remotos para interpretar la Cuenca Canal del Dique. ....	1507
Tabla 3.462. Planchas topográficas 1:25.000 del IGAC de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.....	1508
Tabla 3.463. Calificación en el análisis multitemporal de cobertura de la Cuenca Canal del Dique.....	1515
Tabla 3.464. Tipologías de fragmentación según rangos del índice de Fragmentación de Steenmans & Pinborg (2000). ....	1518
Tabla 3.465. Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN).....	1519
Tabla 3.466. Indicador de Vegetación Remanente (IVR). ....	1519
Tabla 3.467. Índice de Fragmentación (IF).....	1520
Tabla 3.468. Indicador de Presión Demográfica (IPD). ....	1521
Tabla 3.469. Índice de Ambiente Crítico (IAC). ....	1522
Tabla 3.470. Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN).....	1523
Tabla 3.471. Tabla para registrar información en campo. ....	1524
Tabla 3.472. Productos esperados para la caracterización de cobertura y uso de la tierra para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1527
Tabla 3.473. Cronograma de la cobertura y análisis multitemporal de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1528
Tabla 3.474. Leyenda de cobertura de la tierra, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1556
Tabla 3.475. Leyenda de cobertura de la tierra 2002, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1560
Tabla 3.476. Leyenda de cobertura de la tierra 2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1562
Tabla 3.477. Matriz cruce cobertura vegetal años 2002 - 2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1564
Tabla 3.478. Áreas con análisis multitemporal de cobertura de la tierra 2002-2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1566
Tabla 3.479. Resultados del Indicador de Fragmentación (IF), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1568
Tabla 3.480. Resultados del Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1570
Tabla 3.481. Resultados del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1572
Tabla 3.482. Resultados del Indicador de Presión Demográfica (IPD), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1575
Tabla 3.483. Resultados del Índice de Ambiente Crítico (IAC), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1578
Tabla 3.484. Resultados del Indicador del estado actual de las coberturas naturales (IEACN), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1581

Tabla 3.485. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Acueducto Comunitario de Rotinet. ....	1583
Tabla 3.486. Acciones en cuencas abastecedoras del Embalse El Guájaro. ....	1585
Tabla 3.487. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Acueducto de Repelón. ....	1585
Tabla 3.488. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora acueducto de María La Baja. ....	1587
Tabla 3.489. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez. ....	1589
Tabla 3.490. Parcelas adelantadas en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. ....	1596
Tabla 3.491. Histograma de frecuencias absolutas. ....	1599
Tabla 3.492. Categorías de los estratos de la masa boscosa. ....	1601
Tabla 3.493. Grado de agregación. ....	1602
Tabla 3.494. Algunas especies presentes en el bosque muy seco tropical (bms – T). ....	1605
Tabla 3.495. Lista de algunas especies de plantas del bosque seco tropical endémicas de Colombia y países aledaños. ....	1610
Tabla 3.496. Algunas especies presentes en el bosque húmedo tropical (bh – T). ....	1611
Tabla 3.497. Especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1622
Tabla 3.498. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1624
Tabla 3.499. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1627
Tabla 3.500. Estratificación del bosque denso alto inundable. ....	1631
Tabla 3.501. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1632
Tabla 3.502. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque denso alto inundable. ....	1633
Tabla 3.503. Volumen de las especies registradas en el bosque denso alto inundable. ....	1634
Tabla 3.504. Grado de agregación por especie registrada en el bosque denso alto inundable. ....	1636
Tabla 3.505. Especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1639
Tabla 3.506. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1641
Tabla 3.507. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1645
Tabla 3.508. Estratificación del bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1648
Tabla 3.509. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1649
Tabla 3.510. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1650
Tabla 3.511. Volumen de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria. ....	1651

Tabla 3.512. Grado de agregación por especie registrada en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.....	1653
Tabla 3.513. Especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.....	1657
Tabla 3.514. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1661
Tabla 3.515. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1664
Tabla 3.516. Estratificación del bosque de galería y/o ripario.....	1668
Tabla 3.517. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1668
Tabla 3.518. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque de galería y/o ripario. ....	1669
Tabla 3.519. Volumen de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario. ....	1671
Tabla 3.520. Grado de agregación por especie registrada en el bosque de galería y/o ripario. ....	1672
Tabla 3.521. Especies registradas en los arbustales densos. ....	1677
Tabla 3.522. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en los arbustales densos.....	1680
Tabla 3.523. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en los arbustales densos.....	1683
Tabla 3.524. Estratificación de los arbustales densos.....	1687
Tabla 3.525. Posición sociológica para las especies registradas en los arbustales densos. ....	1688
Tabla 3.526. Número de individuos por clase diamétrica para los arbustales densos. ....	1689
Tabla 3.527. Volumen de las especies registradas en los arbustales densos. ....	1690
Tabla 3.528. Grado de agregación por especie registrada en los arbustales densos. ....	1692
Tabla 3.529. Especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1695
Tabla 3.530. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en los arbustales abiertos.....	1696
Tabla 3.531. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en los arbustales abiertos.....	1699
Tabla 3.532. Estratificación de los arbustales abiertos. ....	1702
Tabla 3.533. Posición sociológica para las especies registradas en los arbustales abiertos. ....	1703
Tabla 3.534. Número de individuos por clase diamétrica para los arbustales abiertos. ....	1704
Tabla 3.535. Volumen de las especies registradas en los arbustales abiertos.....	1705
Tabla 3.536. Grado de agregación por especie registrada en los arbustales abiertos. ....	1707
Tabla 3.537. Especies registradas en la vegetación secundaria alta.....	1710
Tabla 3.538. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1711
Tabla 3.539. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1715
Tabla 3.540. Estratificación de la vegetación secundaria alta.....	1719

Tabla 3.541. Posición sociológica para las especies registradas en la vegetación secundaria alta.....	1720
Tabla 3.542. Número de individuos por clase diamétrica para la vegetación secundaria alta. ....	1721
Tabla 3.543. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria alta. ....	1722
Tabla 3.544. Grado de agregación por especie registrada en la vegetación secundaria alta. ....	1724
Tabla 3.545. Especies registradas en la vegetación secundaria baja.....	1727
Tabla 3.546. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en la vegetación secundaria baja. ....	1728
Tabla 3.547. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en la vegetación secundaria baja. ....	1730
Tabla 3.548. Estratificación de la vegetación secundaria baja.....	1734
Tabla 3.549. Posición sociológica para las especies registradas en la vegetación secundaria baja.....	1735
Tabla 3.550. Número de individuos por clase diamétrica para la vegetación secundaria baja. ....	1736
Tabla 3.551. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria baja. ....	1737
Tabla 3.552. Grado de agregación por especie registrada en la vegetación secundaria baja. ....	1738
Tabla 3.553. Comparación entre los índices de diversidad de las coberturas caracterizadas. ....	1740
Tabla 3.554. Especies en veda o alguna categoría de amenaza.....	1743
Tabla 3.555. Criterios de la lista roja de la UICN.....	1744
Tabla 3.556. Geo referenciación de los puntos de muestreo de fauna en la cuenca. ....	1761
Tabla 3.557. Listado de especies de aves potenciales en la cuenca.....	1765
Tabla 3.558. Estimadores de riqueza (Aves).....	1775
Tabla 3.559. Listado de especies de aves observados en campo.....	1777
Tabla 3.560. Índices de diversidad. ....	1781
Tabla 3.561. Especies de aves migratorias.....	1783
Tabla 3.562. Especies de mamíferos potenciales de la cuenca. ....	1791
Tabla 3.563. Estimadores de riqueza (mamíferos).....	1793
Tabla 3.564. Especies de mamíferos reportadas para la zona mediante encuestas y por avistamientos. ....	1795
Tabla 3.565. Listado de especies de anfibios potenciales para la cuenca. ....	1802
Tabla 3.566. Estimadores de riqueza (Anfibios).....	1803
Tabla 3.567. Listado de especies de anfibios observados en la cuenca. ....	1805
Tabla 3.568. Índices de diversidad (Anfibios).....	1806
Tabla 3.569. Especies de reptiles potenciales en la cuenca. ....	1809
Tabla 3.570. Estimadores de riqueza (Reptiles).....	1812
Tabla 3.571. Listado de especies reptiles observados en la cuenca. ....	1813

Tabla 3.572. Índices ecológicos reptiles.....	1815
Tabla 3.573. Humedales del Canal del Dique (los 10 de mayor área).....	1824
Tabla 3.574. Especies icticas potenciales en la cuenca. ....	1825
Tabla 3.575. Listado de especies icticas presentes en la Cuenca de acuerdo a las entrevistas realizadas. ....	1827
Tabla 3.576. Listado de especies de crustáceos de importancia pesquera de acuerdo a las entrevistas realizadas. ....	1828
Tabla 3.577. Organizaciones de pescadores por municipio en la zona del Canal del Dique. ....	1829
Tabla 3.578. Nomenclatura para especies IUCN y Resolución 192 de 2014. ....	1837
Tabla 3.579. Nomenclatura para especies CITES. ....	1837
Tabla 3.580. Especies de aves en categoría de amenaza presentes en la Cuenca. ....	1838
Tabla 3.581. Especies de mamíferos en categoría de amenaza. ....	1840
Tabla 3.582. Especies de reptiles categorizados en peligro. ....	1841
Tabla 3.583. Listado de especies de peces en categoría de amenaza. ....	1842
Tabla 3.584. Información sobre la caracterización biótica reportada en el POMCA 2007 de la Cuenca Canal del Dique. ....	1845
Tabla 3.585. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas. ....	1849
Tabla 3.586. Categoría de ordenación de las áreas de carácter público. ....	1851
Tabla 3.587. Áreas protegidas públicas presentes en la Cuenca Canal del Dique. ....	1851
Tabla 3.588. Categorías de protección del Sistema de Parques Nacionales Naturales. ....	1852
Tabla 3.589. Áreas protegidas privadas. ....	1855
Tabla 3.590. Tipos de áreas complementarias para la conservación. ....	1857
Tabla 3.591. Distinciones internacionales. ....	1857
Tabla 3.592. Sitio RAMSAR de la cuenca. ....	1858
Tabla 3.593. AICA de la cuenca. ....	1859
Tabla 3.594. Otras áreas disposiciones nacionales. ....	1859
Tabla 3.595. Áreas con reglamentación especial. ....	1867
Tabla 3.596. Áreas de patrimonio cultural. ....	1867
Tabla 3.597. Sitios arqueológicos en la Cuenca Canal del Dique. ....	1868
Tabla 3.598. Ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ambiental en la Cuenca Canal del Dique. ....	1871

## LISTA DE ANEXOS CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA

### **Anexo Clima**

- Anexo 3.1.1. Datos Crudos.
- Anexo 3.1.2. Consistencia, Homogeneidad y Tendencias, Correlación ENSO.
- Anexo 3.1.3. Tratamiento de Datos Hidroclimáticos.
- Anexo 3.1.4. Periodos de Retorno.
- Anexo 3.1.5. Balance Hídrico e Índice de Aridez.

### **Anexo Geología**

- Anexo 3.2.1. Formato Diligenciado.
- Anexo 3.2.2. Formatos Originales de Campo.
- Anexo 3.2.3. Formato Diligenciado USG.
- Anexo 3.2.4. Leyendas Geología.
- Anexo 3.2.5. Registro Fotográfico.
- Anexo 3.2.6. Figuras.
- Anexo 3.2.7. Registro Fotográfico UGS.
- Anexo 3.2.8. Leyendas UGS.
- Anexo 3.2.9. Sitios de Muestreo.
- Anexo 3.2.10. Columnas.
- Anexo 3.2.11. Datos Laboratorio.
- Anexo 3.2.12. Síntesis Laboratorio.

### **Anexo Hidrogeología**

- Anexo 3.3.1. Concesiones Agua Subterránea.

### **Anexo Hidrología**

- Anexo 3.7.1. Datos crudos.
- Anexo 3.7.2. Consistencia, Homogeneidad y Tendencias, Correlación ENSO.
- Anexo 3.7.3. Balance Hídrico e Índice de Aridez.
- Anexo 3.7.4. Caudales.
- Anexo 3.7.5. IDF Hietogramas.
- Anexo 3.7.6. Concesiones Agua Superficial.
- Anexo 3.7.7. Curvas de Duración.
- Anexo 3.7.8. Índices.

### **Anexo Calidad de Agua**

- Anexo 3.8.1. Datos Históricos Red de Monitoreo.
- Anexo 3.8.2. Matriz de Cálculo de Cargas Contaminantes.
- Anexo 3.8.3. Planillas de Campo con Registros de Parámetros In Situ.



Anexo 3.8.3.1 Registros de Parámetros In Situ temporada Seca.

Anexo 3.8.3.2 Registros de Parámetros In Situ temporada Húmeda.

Anexo 3.8.4. Informes Resultados de Laboratorio Campañas de Monitoreo.

Anexo 3.8.4.1 Informes Laboratorio Temporada Seca.

Anexo 3.8.4.2 Informes Laboratorio Temporada Húmeda.

Anexo 3.8.5. Matriz de Cálculo ICA.

Anexo 3.8.6. Matriz de Cálculo IACAL.

### **Anexo Geomorfología**

Anexo 3.9.1 Figuras.

Anexo 3.9.2 Formatos Diligenciados.

Anexo 3.9.3 Formatos Originales de Campo.

Anexo 3.9.4 Programación de Campo.

Anexo 3.9.5 Registro Fotográfico.

Anexo 3.9.6 Leyenda SGC.

Anexo 3.9.7 Procesos Morfodinámicos.

Anexo 3.9.8 Mapa Procesos Morfodinámicos

### **Anexo Capacidad de Uso de la Tierra**

Anexo 3.10.1 Resultados Laboratorio de Suelos.

### **Anexo Cobertura y Usos de la Tierra**

Anexo 3.11.1 Formatos de Campo.

### **Anexo Caracterización de Vegetación y Flora**

Anexo 3.12.1 Registro Fotográfico.

Anexo 3.12.2 Localización Geográfica Parcelas Inventariadas.

Anexo 3.12.3 Carteras de Campo Inventario-Flora.

Anexo 3.12.4 Carteras de Campo Inventario-Flora Sistematizada

Anexo 3.12.5 Geo data base – “GDB Flora”.

### **Anexo Caracterización de Fauna**

Anexo 3.13.1 Puntos Muestreo Fauna.

Anexo 3.13.2 Localización Geográfica Puntos de Muestreo Fauna.

Anexo 3.13.3 Formato de Campo Inventario de Fauna.

Anexo 3.13.4 Formato de Encuesta Fauna Terrestre.

Anexo 3.13.5 Formato de Encuesta Fauna Acuática.

Anexo 3.13.6 Formato de Campo Inventario de Fauna Diligenciado.

Anexo 3.13.7 Geo data base – “GDB Fauna”.

Anexo 3.13.8 Registro Fotográfico Fauna Terrestre.

- Anexo 3.13.9 Sistematización Encuesta Fauna Terrestre.
- Anexo 3.13.10 Registro Fotográfico Encuesta Fauna Terrestre.
- Anexo 3.13.11 Formato de Encuesta Fauna Acuática Diligenciada
- Anexo 3.13.12 Sistematización Encuesta Fauna Acuática.
- Anexo 3.13.13 Registro Fotográfico Encuesta Fauna Acuática.

**Anexo Identificación de Áreas y Ecosistemas Estratégicos**

- Anexo 3.14.1 Áreas Protegidas de Orden Nacional Regional.
- Anexo 3.14.2 Áreas Complementarias de Conservación.
- Anexo 3.14.3 Suelos Protección POTs.
- Anexo 3.14.4 Otras Áreas Regionales.
- Anexo 3.14.5 Áreas Reglamentación Especial.
- Anexo 3.14.6 Áreas Importancia Ambiental.

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LA CUENCA

#### 3.1 CLIMA

Dentro de la caracterización biofísica de la cuenca se consideran los factores que por su importancia determinan las características y la dinámica del medio físico – biótico en la subzona hidrográfica. Así pues, se evalúa el clima al ser el conjunto de condiciones de la atmósfera que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución, para lo cual es necesario inventariar y recopilar la información disponible de las diferentes estaciones meteorológicas existentes en la cuenca en un periodo no inferior a los últimos quince años, actualizando la información teniendo en cuenta la distribución temporal y espacial de la precipitación, temperatura, brillo, humedad relativa, evaporación y radiación solar, velocidad y dirección del viento para así posibilitar una interpretación de las fluctuaciones climáticas y poder definir los efectos y relaciones de la atmósfera con otros comportamientos naturales.

El presente documento contiene la entrega final para el componente Clima para la fase de diagnóstico del Contrato No. 00000241 de 2015, suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y el Consorcio Canal del Dique, cuyo objeto es, “*Ajustar (Actualizar) el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Canal del Dique – SZH (Código 2903), en el marco del proyecto “Incorporación del Componente de Gestión del Riesgo como Determinante Ambiental del Ordenamiento Territorial en los Procesos de Formulación y/o Actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas Afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011”, y la consulta previa requerida en la Cuenca*”.

##### 3.1.1 Alcance

El alcance del presente informe se enmarca en el inventario y depuración de la información hidroclimática, en donde se encuentran los datos asociados a estaciones del IDEAM, de influencia para la Cuenca Canal del Dique, a las cuales se les realizó el proceso de depuración de los datos que estas presentan, además de realizar una verificación detallada de la cartografía recibida, donde se pueda identificar inconsistencias que afecten los resultados. Es con base a dicho análisis que se determinan las limitantes dentro del desarrollo de las temáticas, tomando como base los alcances técnicos del proyecto, además de los lineamientos establecidos dentro de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas; en ese sentido, se presentan los avances generados en cada una de las temáticas en la generación de los productos solicitados a partir de una análisis detallado e integral, en el que además, se tienen en cuenta la relación que tienen los productos desarrollados en las temática de Clima en el desarrollo de productos pertenecientes a otras temáticas del POMCA.

##### 3.1.2 Herramientas o Insumos

- Cartografía base completa y avalada por el IGAC a escala 1:25.000.
- DEM 12.5 metros.

- Registros hidroclimatológicos.
- Modelo de sombras.
- Cuenca oficial.
- Subcuencas oficiales.
- Drenajes principales y secundarios.
- Microcuencas abastecedoras.
- Secciones (batimetrías) de las microcuencas abastecedoras.
- Inventario de concesiones de agua.
- Cobertura y uso de suelo por subcuenca.

### 3.1.3 Caracterización Climática

“El clima constituye el conjunto de condiciones de la atmósfera, que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar dado. Por medio de análisis espacio tiempo, se pueden determinar los elementos que lo definen y los factores que lo afectan” (MADS, 2014). Para lo cual se propone el análisis y tratamiento estadístico de los registros de hidroclimáticos, necesarios para evaluar el comportamiento temporal y espacial en la Cuenca Canal del Dique. A partir de las distribuciones espaciales de la precipitación, temperatura y humedad para diferentes periodos de retorno y su comportamiento en los años con influencia de ENSO, cuya fuente de información es IDEAM.

#### 3.1.3.1 Información Meteorológica y Tratada

Con la información disponible del IDEAM, se generó la base de datos a partir de la cual se desarrolló el tratamiento de la información para la generación de análisis y resultados. De acuerdo con la localización, calidad de la base de datos de los registros de precipitación total diaria y el análisis de consistencia se realizó una selección de las estaciones y datos anuales a tener en cuenta, bajo el estándar para un periodo de registro homogéneo y con un máximo de datos faltantes de 25% anuales del total de periodo de registro, con base a la evaluación preliminar realizada a la información de las estaciones hidroclimáticos. Es importante mencionar que para los años con más del 25% de datos faltantes se excluirá del análisis y será completado con el promedio multianual. (Ver **Figura 3.1**).

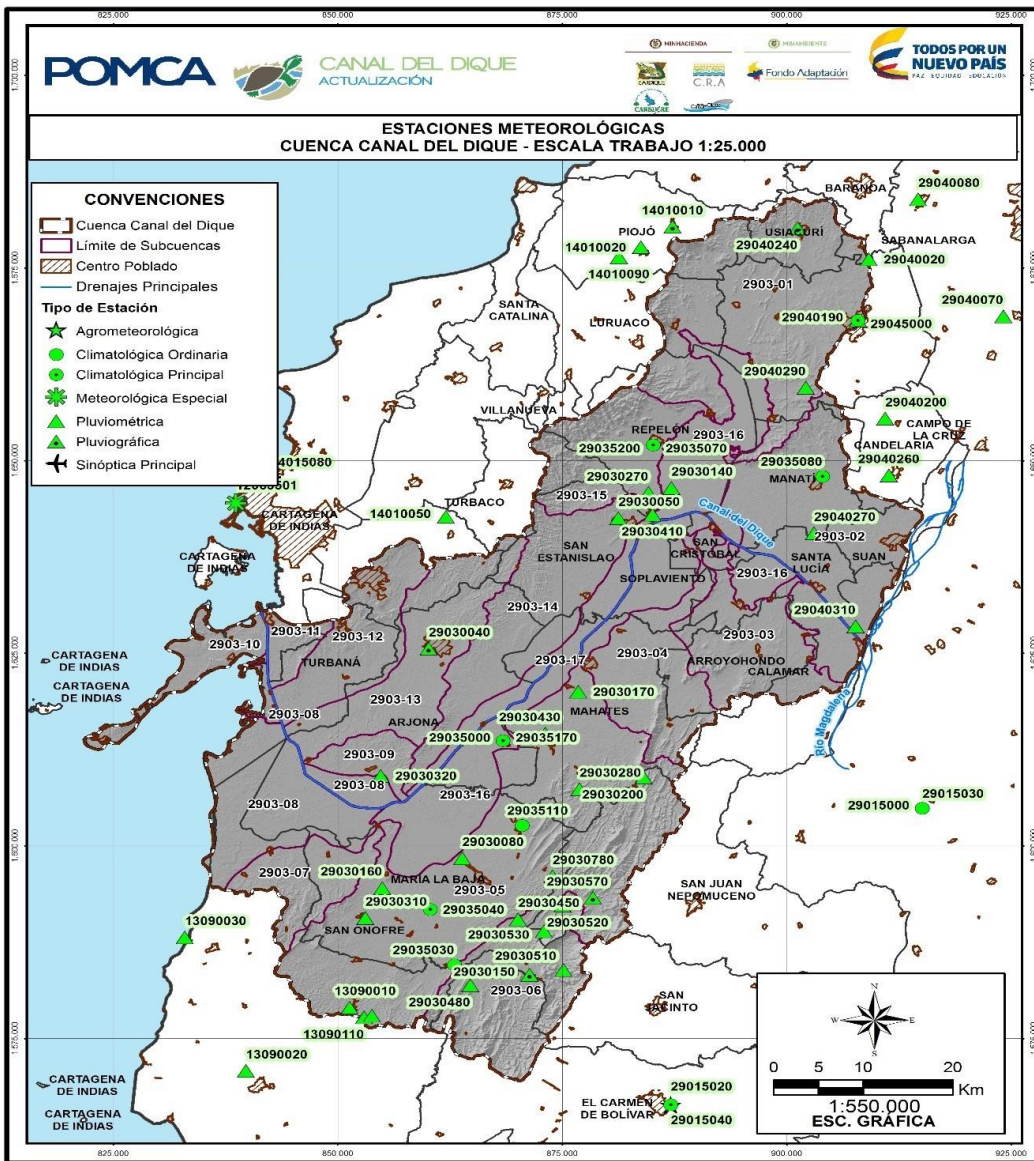




3.1.3.1.2 Estaciones Climatológicas del IDEAM – Seleccionadas

En la **Figura 3.2** se muestra en total las estaciones climatológicas seleccionadas sobre la Cuenca Canal del Dique para realizar los análisis de datos hidroclimáticos. Se evidencia que la subcuenca 2903-05 Complejo María La Baja-Mahates, la subcuenca 2903-06 Represa Playón y Matuya y la subcuenca 2903-16 Humedales Canal del Dique y Guájaro son las que registran mayor densidad de estaciones hidroclimáticas del IDEAM, a diferencia de las subcuencas 2903-04 Ciénagas Capote – Tupe, 2903-13 Arroyo Caimán, 2903-09 Arroyo Quita Calzón – Ciénaga Juan Gómez, 2903-11 Norte Canal del Dique Pasacaballos, 2903-14 Ciénaga Aguas Claras – La Ceiba – Luisa, 2903-07 Sur Delta, 2903-12 Arroyo Cabildo o Grande, registran solo una o ninguna estación hidroclimática.

Figura 3.2. Localización estaciones Climáticas en la cuenca.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



En el **Anexo 3.1.1**, se presenta los datos de las estaciones hidroclimatológicas originales no procesados.

### 3.1.3.1.3 Estaciones de Precipitación (mm) IDEAM - Seleccionadas

El análisis muestra que para el rango de registros hidroclimatológicos dentro del área y en la zona adyacente presenta un rango de años desde 1978 hasta 2016, sobre el cual se presenta una gran cantidad de estaciones con información faltante, esto permite establecer un periodo homogéneo de años de registro desde 1984 hasta 2015 en el cual la cantidad de registros es lo más homogéneo posible, no obstante aun este rango presenta cierta cantidad de datos faltantes que será asimilada con valores promedio en algunos de los análisis. En virtud de lo anterior, se definieron 51 estaciones para los análisis climáticos generales y 37 para análisis dentro de las subcuencas del área de estudio, en la **Tabla 3.2** se puede observar las estaciones seleccionadas y depuradas para los análisis.

**Tabla 3.2. Estaciones seleccionadas IDEAM – Precipitación (mm).**

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
1	ARJONA [29030040]	PG	ACT	IDEAM	ARJONA	AY EL CAIMAN	15/09/1958	832,950	1,588,081	60	1,382
2	BELEN HDA [13090080]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY CUCALITO	15/12/1978	883,757	1,677,671	60	1,781
3	BERRUGAS [13090030]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	MAR CARIBE	15/04/1974	881,327	1,676,389	1	1,195
4	CALMA LA [29030450]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	PRESA AY MATUYA	15/04/1975	853,784	1,577,942	60	2,006
5	CAMARON [29030480]	PM	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY CAMARON	15/09/1979	887,282	1,680,339	60	1,947
6	CAMPANOS LOS [29040290]	PM	ACT	IDEAM	SABANALARGA	MAGDALENA	15/08/1978	862,019	1,642,693	100	1,523
7	CANAVERAL [14010050]	PM	ACT	IDEAM	TURBACO	AY CAIMAN	15/05/1974	867,891	1,618,263	75	1,189
8	CANDELARIA [29040260]	PM	ACT	IDEAM	CANDELARIA	MAGDALENA	15/09/1978	904,018	1,569,111	4	1,210
9	CANONEGRO HDA [29010120]	PM	ACT	IDEAM	ZAMBRANO	AY MANCOMOJAN	15/04/1974	915,075	1,604,851	80	925
10	CARMEN DE BOLIVAR AUTOMATICA [29015040]	CP	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY ALFEREZ	01/03/2004	863,857	1,598,373	152	1,073
11	CASA DE BOMBAS [29030410]	PM	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. GUAJARO	15/05/1978	887,130	1,646,413	10	900
12	CASA DE PIEDRA [29030500]	PM	ACT	IDEAM	SAN JACINTO	AY MATUYA	15/04/1975	854,947	1,594,502	60	1,809
13	ESPERANZA FCA LA [29030510]	PG	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY GUAMANGA	15/01/1978	873,114	1,614,532	60	1,945
14	FLAMENCO [29030160]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY GRANDE FLAMEN	15/11/1963	867,489	1,583,575	12	1,521
15	GAMERO [29030170]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	CANAL DEL DIQUE	15/02/1964	878,431	1,593,217	10	1,424

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
16	HAYA LA [29030570]	PG	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	AY HAYA	15/01/1964	868,397	1,613,636	100	1,533
17	HIBACHARO [14010020]	PM	ACT	IDEAM	PIOJÓ	AY GALLINAZO	15/01/1963	908,609	1,625,820	80	1,189
18	INDUGAN HDA [29010130]	PM	ACT	IDEAM	ZAMBRANO	MAGDALENA	15/04/1974	866,176	1,615,817	20	1,032
19	LENA [29040200]	PM	ACT	IDEAM	CANDELARIA	MAGDALENA	15/06/1969	863,889	1,598,647	45	1,083
20	LOMA GRANDE [29030270]	PM	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. DE GUAJARO	15/09/1968	865,539	1,583,705	15	918
21	MAMPUJAN [29030780]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY MAMPUJAN	15/07/1983	890,877	1,643,101	60	2,211
22	MONTEBELLO [29040020]	PM	ACT	IDEAM	BARANOA	MAGDALENA	15/12/1985	914,646	1,683,897	100	1,160
23	MONTECRISTO [29030520]	PM	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	CNO DEL TIGRE	15/04/1975	907,934	1,668,175	70	1,988
24	NISPERO EL [29030310]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY FLAMENCO	15/08/1969	910,977	1,655,445	10	1,499
25	NORMAL MANATI [29035080]	CP	ACT	IDEAM	MANATÍ	CGA. GUAJARO	15/10/1963	901,220	1,680,141	10	1,059
26	NUEVA FLORIDA [29035040]	CP	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY EL VIENTO	15/01/1963	911,383	1,648,075	13	1,517
27	PALO ALTO [13090110]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY GUAYABAL	15/02/1978	903,053	1,640,557	50	1,563
28	PIOJO EL [14010010]	PG	ACT	IDEAM	PIOJÓ	AY GUAMO	15/04/1962	907,682	1,628,480	320	1,161
29	PLATANO [29030530]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY PLATANO	15/04/1975	909,033	1,627,408	60	1,593
30	POLONUEVO [29040080]	PM	ACT	IDEAM	POLONUEVO	MAGDALENA	15/03/1959	915,011	1,577,197	80	1,168
31	PONEDERA [29040070]	PM	ACT	IDEAM	PONEDERA	MAGDALENA	15/03/1959	887,089	1,566,353	8	994

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
32	PORVENIR EL [14010090]	PM	ACT	IDEAM	PIOJÓ	CGA. EL TOTUMO	15/07/1988	860,095	1,625,583	40	1,181
33	PRESA AY GRANDE [29035030]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	PRESA AY GRANDE	15/08/1969	871,358	1,583,254	60	1,727
34	PTO SANTANDER [29030080]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY PASO EN MEDIO	15/01/1964	864,740	1,581,864	5	2,804
35	RABON EL HDA [29040270]	PM	ACT	IDEAM	SANTA LUCÍA	MAGDALENA	15/09/1978	875,139	1,583,886	4	1,010
36	REPELON [29035070]	CP	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. GUAJARO	15/09/1963	872,962	1,588,903	10	885
37	ROCHA [29030320]	PM	ACT	IDEAM	ARJONA	CGA. DE JUAN GOMEZ	15/04/1974	903,965	1,647,926	5	1,084
38	SABANALARGA [29040190]	PM	ACT	IDEAM	SABANALARGA	MAGDALENA	15/03/1959	870,513	1,602,630	100	1,174
39	SABANETICA [13090010]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	MAR CARIBE	15/04/1974	904,804	1,631,245	1	1,212
40	SAN BASILIO [29030280]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	AY EL TORO	15/03/1969	928,305	1,635,791	50	2,148
41	SAN CAYETANO [29030200]	PM	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	AY EL TORO	15/12/1963	887,089	1,566,353	70	1,421
42	SAN CRISTOBAL [29030150]	PG	ACT	IDEAM	SAN JACINTO	AY MATUYA	15/11/1963	842,486	1,647,451	70	1,888
43	SAN ESTANISLAO [29030050]	PM	ACT	IDEAM	SAN ESTANISLAO	CANAL DEL DIQUE	15/08/1958	915,075	1,604,851	20	1,056
44	SAN JOSE [29030140]	PM	ACT	IDEAM	LURUACO	CGA. GUAJARO	15/10/1987	907,934	1,668,175	20	1,094
45	SAN ONOFRE [13090020]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY CASCAJO	15/05/1959	868,397	1,613,636	55	1,031
46	SAN PABLO [29035110]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY HONDO	15/10/1963	876,597	1,624,360	20	1,564

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
47	SAN PEDRITO ALERTA [29040310]	PM	ACT	IDEAM	SUAN	MAGDALENA	15/09/1978	905,408	1,615,946	8	1,102
48	SINCERIN [29035170]	CP	ACT	IDEAM	ARJONA	AY RAICERO	15/11/1963	838,627	1,644,457	10	1,141
49	TIOGOLLO [29050010]	PM	ACT	IDEAM	EL PIÑÓN	MAGDALENA	15/06/1982	844,956	1,608,345	41	1,364
50	USIACURI [29040240]	PG	ACT	IDEAM	USIACURÍ	MAGDALENA	15/02/1964	865,950	1,596,027	100	1,019
51	VISO EL [29030430]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	AY RAICERO	15/09/1973	892,249	1,641,179	8	1,150

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.2 Análisis Estadístico

A continuación, se presentan los análisis de consistencia de datos para la estación Carmen de Bolívar (precipitación) como ejemplo del proceso realizado a todas las estaciones, cuyos resultados se presentan en el **Anexo 3.1.2**, como conclusión se tiene que las 51 estaciones de precipitación cumplen con las pruebas de consistencia de manera que pueden ser usadas para los análisis climáticos subsiguientes. A continuación del ejemplo del análisis de consistencia del parámetro de precipitación de la estación Carmen de Bolívar.

#### 3.1.3.2.1 Análisis de Frecuencias para Datos Extremos

A partir de los registros diarios máximos anuales de precipitación en las estaciones vecinas al área de estudio, se busca la distribución de mejor ajuste entre Gumbel, dado que han demostrado poseer una buena capacidad de ajuste tanto en registros máximos de caudal como de precipitación, adicionalmente se realiza el relleno de los datos faltantes con el promedio ponderado de las estaciones cercanas y con el mismo rango de elevación sobre el nivel del mar.

En el **Anexo 3.1.3** se presenta los datos hidroclimatológicos procesados en formato Excel.

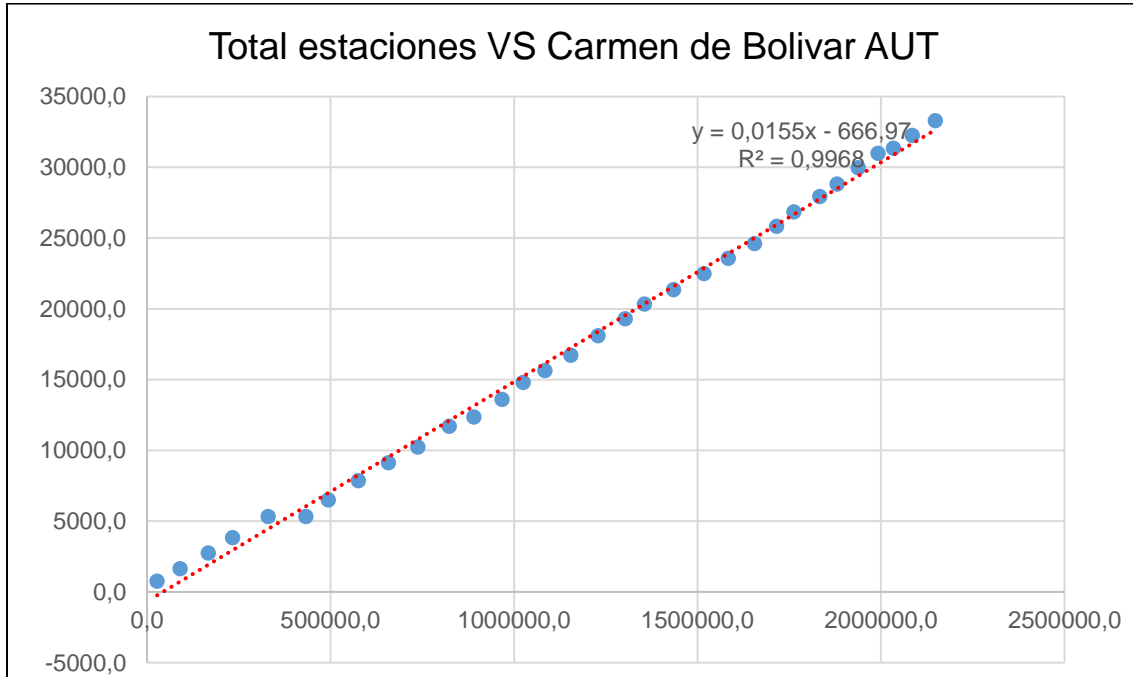
#### Prueba de Bondad de Ajuste y Curvas de Masa

Para determinar la aplicación de la distribución de Gumbel a los registros de precipitación máxima anual, se utiliza la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, coeficiente de correlación y curva de masas. Como ejemplo del análisis se muestra la curva de masas de la estación Carmen de Bolívar vs el valor acumulado de las 51 estaciones (**Figura 3.3**), es donde se identifica una aceptable correlación y comportamiento de los datos ajustados.

En el **Anexo 3.1.3** se presenta los registros completos para las curvas de masas de las 51 estaciones en estudio.



**Figura 3.3. Curva de masas de la Estación Carmen de Bolívar.**



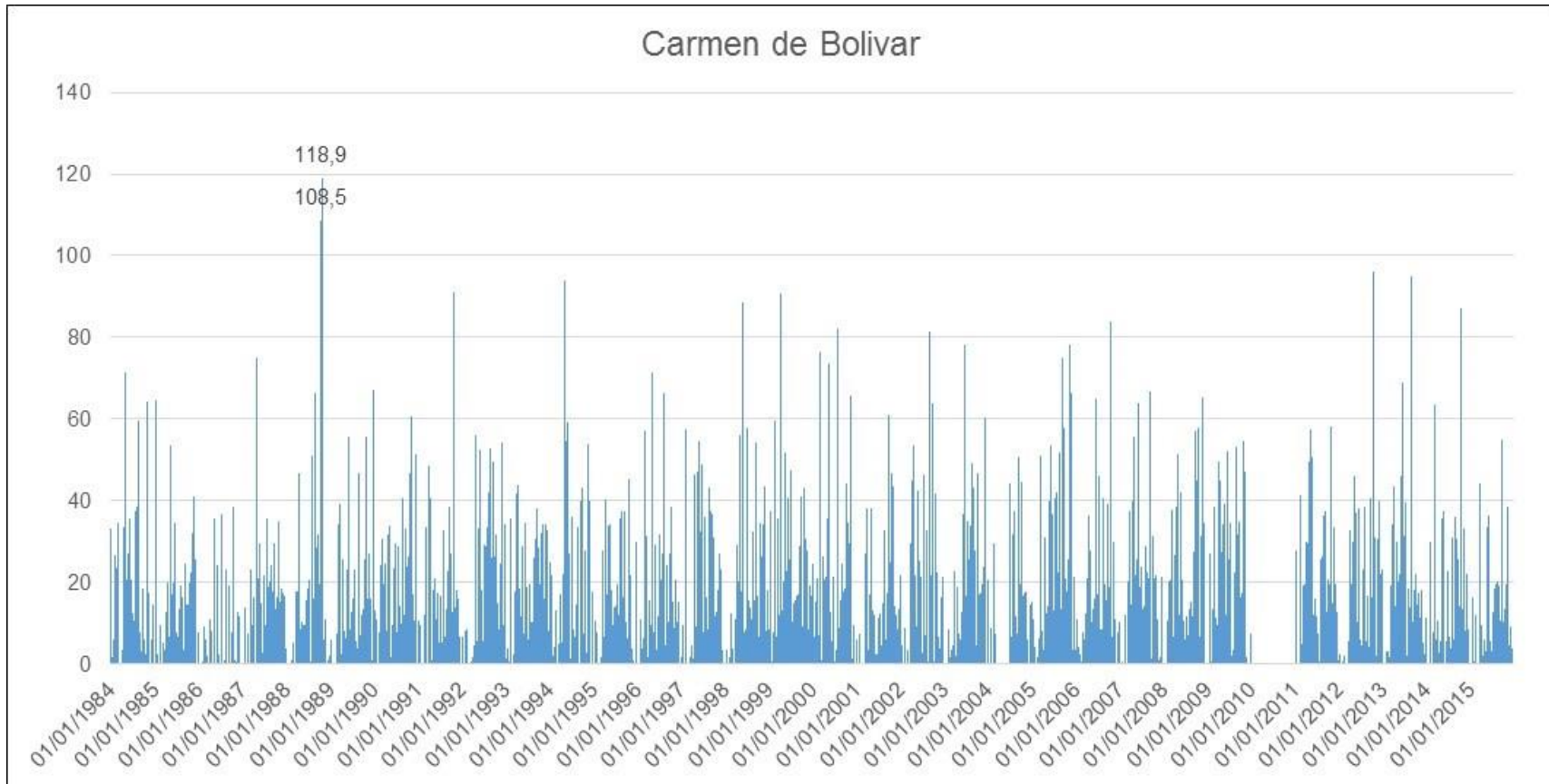
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Histogramas de Precipitación Datos Extremos y Validación Media Mensual Multianual y Media Anual Multianual

Con el fin de caracterizar la lluvia en el área de estudio, se realiza un análisis del comportamiento temporal a partir de histogramas de precipitación media mensual multianual y media anual multianual.

La **Figura 3.4** muestra el comportamiento de la precipitación de la estación Carmen de Bolívar, identificando valores extremos de 119 y 109 mm en octubre de 1988 año definido como NIÑA, en el que se presentaron lluvias por encima del promedio anual. En el **Anexo 3.1.3** se presentan los 51 histogramas de las estaciones en estudio.

**Figura 3.4. Histograma de precipitación diaria Multianual.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos extremos detectados en los histogramas permiten ver que corresponden con años con presencia de NIÑA, eventos atípicos puntuales que sobre pasan el promedio, sin embargo, no son excluidos de la serie de tiempo por la clara influencia del año NIÑA.

La **Tabla 3.3**, presenta el cálculo SMADA on line para distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación de la estación del Carmen de Bolívar. En la **Figura 3.5** se presenta la Distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación para la estación Carmen de Bolívar. En el **Anexo 3.1.3** se presentan los 51 Distribución de Gumbel de las estaciones en estudio.

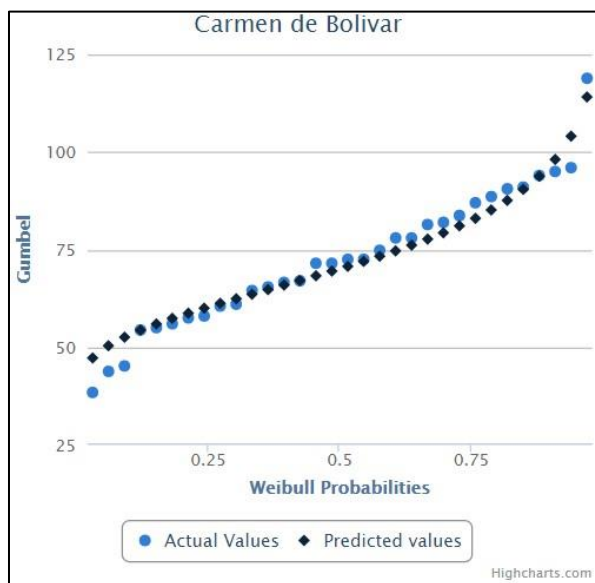
**Tabla 3.3. Cálculo SMADA on line para distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación estación Carmen de Bolívar.**

ESTACIÓN	CARMEN DE BOLÍVAR		
First Moment	72.509		
Second Moment	313.051		
Third Moment	1,449.73		
Skew	0.2617		
Distribution Method	Gumbel		
Number of Points	32		
Maximum	118.9		
Minimum	38.4		
Values and Prediction	Plot Position	Actual Data	Predicted Data
	0.0303	38.4	47.2327
	0.0606	43.8	50.3531
	0.0909	45.2	52.5595
	0.1212	54.4	54.3645
	0.1515	55	55.9429
	0.1818	56	57.3779
	0.2121	57.5	58.7165
	0.2424	58	59.9883
	0.2727	60.5	61.2138
	0.303	61	62.4081
	0.3333	64.5	63.5831
	0.3636	65.4	64.7485
	0.3939	66.6	65.9126
	0.4242	67	67.0834
	0.4545	71.5	68.2681
	0.4848	71.5	69.4742
	0.5152	72.5	70.7094
	0.5455	72.5	71.982
	0.5758	74.8	73.3016
0.6061	78	74.6788	
0.6364	78	76.1265	

ESTACIÓN	CARMEN DE BOLÍVAR		
	0.6667	81.4	77.6605
	0.697	82	79.3004
	0.7273	83.7	81.072
	0.7576	87	83.0094
	0.7879	88.6	85.1603
	0.8182	90.6	87.5941
	0.8485	91	90.418
	0.8788	94	93.8112
	0.9091	95	98.1091
	0.9394	96	104.0639
	0.9697	118.9	114.0757
Return Periods	Return Period	Probability	Prediction
	500	0.998	152.6659
	200	0.995	139.7039
	100	0.99	129.8791
	50	0.98	120.0183
	25	0.96	110.0842
	20	0.95	106.8593
	10	0.9	96.6932
	5	0.8	86.095
	2.33	0.5708	73.0827
	2	0.5	70.0876

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.5. Distribución de Gumbel de datos extremos de precipitación estación Carmen de Bolívar.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.2.2 Análisis de Precipitación

Identificación variabilidad climática (precipitación). Con el objetivo de identificar el comportamiento de la precipitación en cada una de las subcuencas en estudio, se procedió a realizar una comparación de la precipitación anual multianual con los registros de NIÑO y NIÑA para 37 estaciones que están ubicadas por lo menos una en cada subcuenca, tal como se presentan (**Tabla 3.4** y **Figura 3.6**).

Se muestra el promedio interanual de 51 estaciones analizadas estadísticamente en el capítulo climático, en donde se puede observar que la precipitación media anual de mayor intensidad fue registrada por la estación Pto. Santander con un valor de 245 mm/año, seguido por Mampuján con 2142 mm/año y San Isidro con 2076 mm/año, por su parte las estaciones que registraron menor precipitación son las de Loma Grande con 793 mm/año, Ponedera con 830 mm/año y Casa Bombas con 843 mm/año.

**Tabla 3.4. Estaciones de precipitación localizadas en cada subcuenca.**

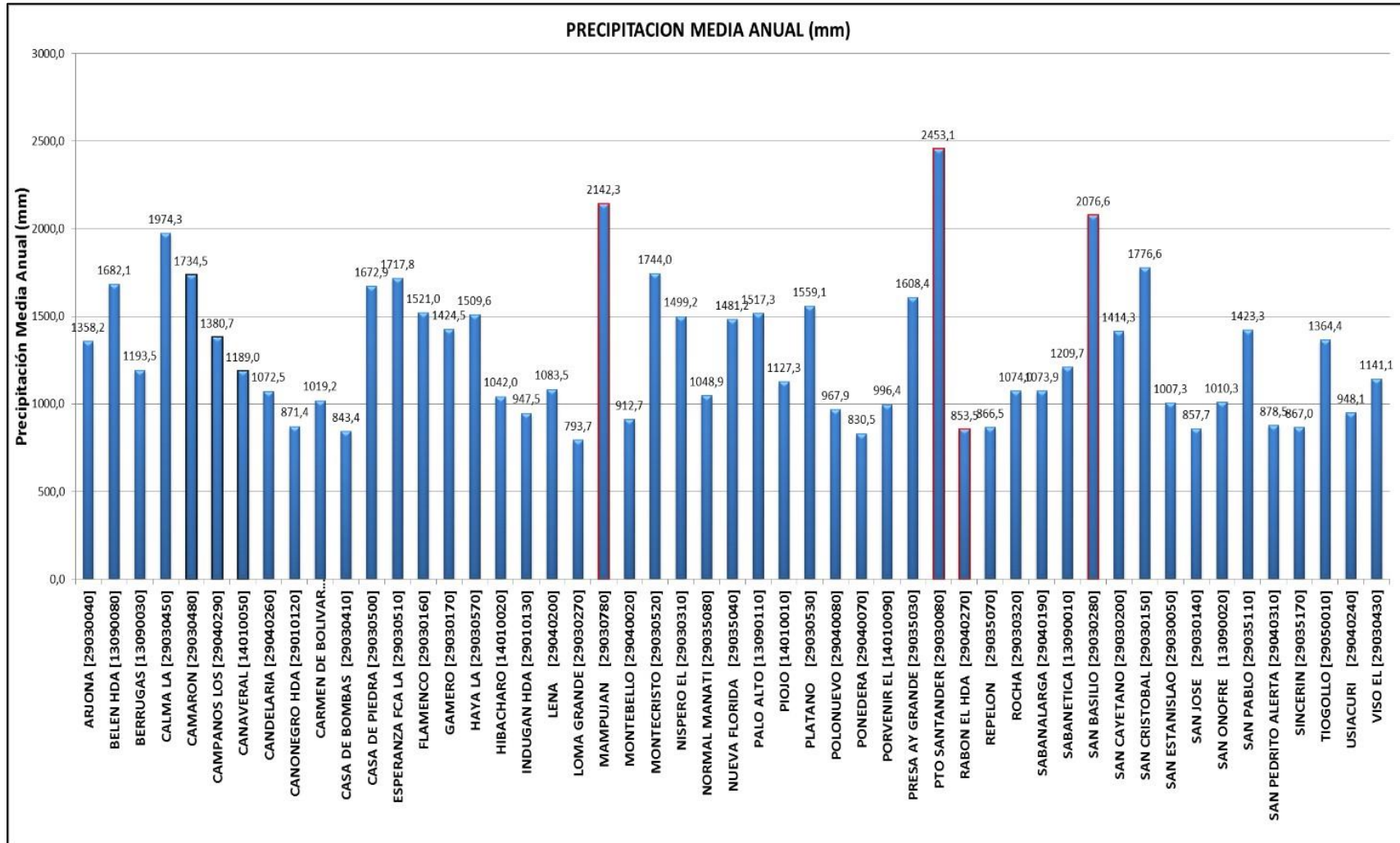
NOMBRE_EST	COOR_ESTE	COOR_NORTE	COD_POMCA	NOM_NSS	COD_NSS
ARJONA [29030040]	860095.03	1625582.7	2903-13	Arroyo Caimán	2903-13
SAN ESTANISLAO [29030050]	881258.409	1642523.67	2903-14	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
PALO ALTO [13090110]	852898.735	1577730.09	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
BELEN HDA [13090080]	853783.511	1577941.69	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
SABANETICA [13090010]	851318.849	1578996.47	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
NISPERO EL [29030310]	853041.836	1590606.48	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
NUEVA FLORIDA [29035040]	860297.827	1591715	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
HAYA LA [29030570]	878430.818	1593217.12	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
FLAMENCO [29030160]	854946.507	1594501.87	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
MAMPUJAN [29030780]	873901.275	1596029.04	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
PTO SANTANDER [29030080]	863857.105	1598373.34	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
SAN PABLO [29035110]	870513.053	1602629.71	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
SAN BASILIO [29030280]	876925.226	1607327.42	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
SAN CAYETANO [29030200]	884056.097	1608840.15	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
VISO EL [29030430]	873113.672	1614531.74	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
GAMERO [29030170]	876786.271	1619988.91	2903-05	Complejo María La Baja	2903-05
ROCHA [29030320]	854761.49	1609069.92	2903-08	Delta Canal del Dique	2903-08
SINCERIN [29035170]	868397.057	1613636.13	2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	2903-16
CASA DE BOMBAS [29030410]	885050.532	1642978.02	2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	2903-16
SAN JOSE [29030140]	887130.385	1646412.97	2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	2903-16
CAMPANOS LOS [29040290]	902120.915	1659457.94	2903-01	Norte Embalse Guájaro	2903-01
SABANALARGA [29040190]	907933.667	1668174.94	2903-01	Norte Embalse Guájaro	2903-01
MONTEBELLO [29040020]	909164.79	1676111.98	2903-01	Norte Embalse Guájaro	2903-01
USIACURI [29040240]	901220.352	1680141.45	2903-01	Norte Embalse Guájaro	2903-01
LOMA GRANDE [29030270]	884582.304	1645800.62	2903-15	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
REPELON [29035070]	885110.968	1652012.56	2903-15	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
SAN PEDRITO ALERTA [29040310]	907681.785	1628480.44	2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02



NOMBRE_EST	COOR_ESTE	COOR_NORTE	COD_POMCA	NOM_NSS	COD_NSS
RABON EL HDA [29040270]	903052.975	1640556.97	2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
NORMAL MANATI [29035080]	903964.754	1647926.28	2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
CAMARON [29030480]	864740.154	1581864.18	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
SAN CRISTOBAL [29030150]	871358.212	1583254	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
ESPERANZA FCA LA [29030510]	867489.148	1583575.09	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
CASA DE PIEDRA [29030500]	875139.119	1583886.27	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
PRESA AY GRANDE [29035030]	862991.706	1584544.3	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
PLATANO [29030530]	872962.481	1588902.82	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
CALMA LA [29030450]	870055.099	1590440.39	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06
MONTECRISTO [29030520]	875018.373	1592229.96	2903-06	Represas Playón y Matuya	2903-06

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.6. Precipitación anual multianual estaciones Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

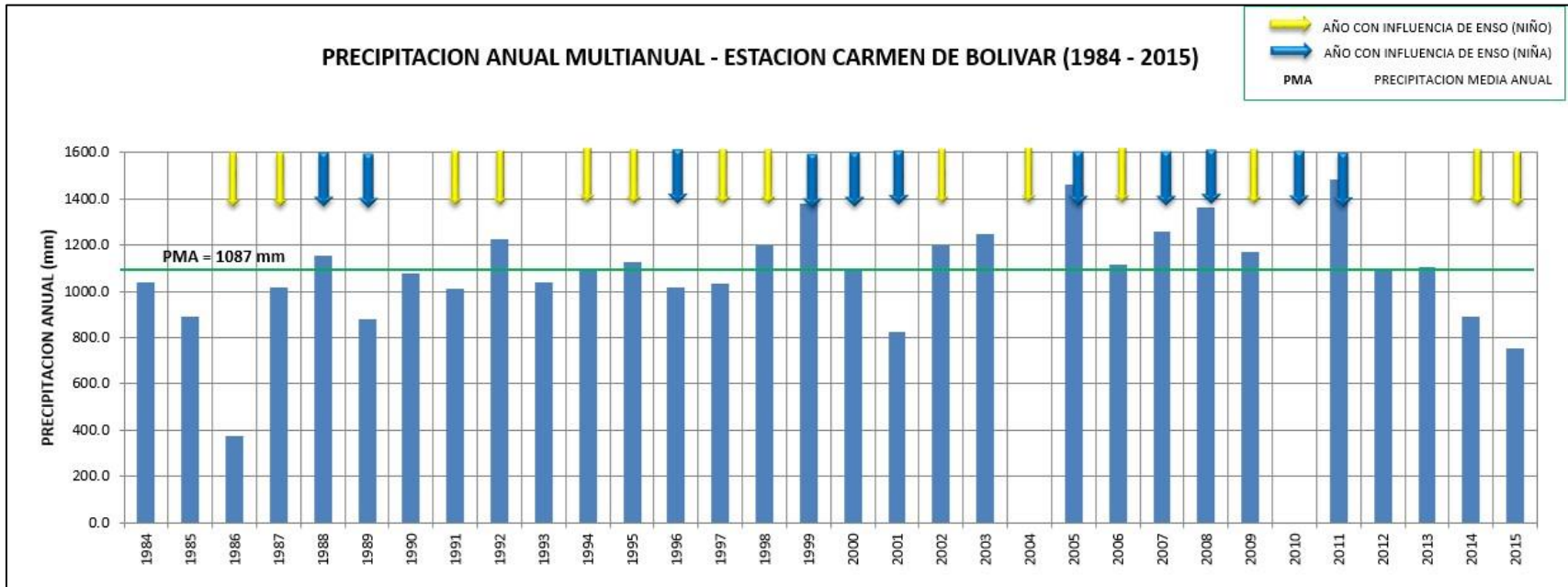
La precipitación media anual de mayor intensidad fue registrada por la estación Pto Santander con un valor de 2453 mm/año, seguido por Mampuján con 2142 mm/año y San Isidro con 2076 mm/año, por su parte las estaciones que registraron menor precipitación son las de Loma Grande con 793 mm/año, Ponedera con 830 mm/año y Casa Bombas con 843 mm/año (ver **Figura 3.6**).

De la **Figura 3.10** hasta la **Figura 3.41**, se presenta una comparación cualitativa de la precipitación diaria media multianual vs los registros de NIÑO y NIÑA ENSO (Niña – Niño) para 33 estaciones que están ubicadas por lo menos una en cada subcuenca. Para ver los resultados de las correlaciones cruzadas ENSO de las estaciones referirse al **Anexo 3.1.2**, es importante mencionar que 15 de las 51 de las estaciones (Ponedera, Candelaria, Palo Alto, Belén HDA, San Estanislao, Pto. Santander, San José, Flamenco, La Calma, Esperanza FCA, Nueva Florida, Sincerín, Los Campanos, Loma Grande, Casa de Piedra) no presentan correlación cruzada ENSO debido al límite de número de datos faltantes que exige el cálculo estadístico del programa.

Para la estación Carmen de Bolívar La, respecto de años NIÑO se tiene que el 43% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es más susceptible a los años NIÑO que NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema, estas correlaciones permiten mencionar que la zona de influencia no tiene una alta relación con los fenómenos ENSO (**Figura 3.7**).

En la **Tabla 3.5**, se presenta la correlación cruzada con ajuste ENSO de la estación Carmen de Bolívar, la respectiva descomposición estacional y el respectivo índice.

**Figura 3.7. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Carmen de Bolívar.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Tabla 3.5. Correlaciones Cruzadas Estimadas para ajuste de Carmen de Bolívar con ajuste de ENSO.

RETRASO	AUTOCORRELACIÓN	ERROR ESTD.	LÍMITE EN 95.0%	
			<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
-24	-0.00127535	0.0632691	-0.124005	0.124005
-23	0.0113251	0.0631796	-0.12383	0.12383
-22	0.055923	0.0630906	-0.123655	0.123655
-21	0.0926393	0.0630019	-0.123482	0.123482
-20	0.0632702	0.0629136	-0.123309	0.123309
-19	0.0947656	0.0628257	-0.123136	0.123136
-18	0.060185	0.0627381	-0.122965	0.122965
-17	0.0238126	0.0626509	-0.122794	0.122794
-16	-0.00389522	0.0625641	-0.122624	0.122624
-15	0.00117212	0.0624776	-0.122454	0.122454
-14	0.00385951	0.0623915	-0.122285	0.122285
-13	0.0275721	0.0623057	-0.122117	0.122117
-12	0.0371371	0.0622203	-0.12195	0.12195
-11	0.0620496	0.0621353	-0.121783	0.121783
-10	0.114125	0.0620506	-0.121617	0.121617
-9	0.101401	0.0619662	-0.121452	0.121452
-8	0.114487	0.0618822	-0.121287	0.121287
<b>-7</b>	<b>0.127385</b>	<b>0.0617985</b>	<b>-0.121123</b>	<b>0.121123</b>
-6	0.112673	0.0617151	-0.12096	0.12096
-5	0.0876389	0.0616321	-0.120797	0.120797
-4	0.116022	0.0615495	-0.120635	0.120635
<b>-3</b>	<b>0.148825</b>	<b>0.0614671</b>	<b>-0.120474</b>	<b>0.120474</b>
-2	0.106475	0.0613851	-0.120313	0.120313
<b>-1</b>	<b>0.161679</b>	<b>0.0613034</b>	<b>-0.120153</b>	<b>0.120153</b>
<b>0</b>	<b>0.12289</b>	<b>0.0612221</b>	<b>-0.119993</b>	<b>0.119993</b>

RETRASO	AUTOCORRELACIÓN	ERROR ESTD.	LÍMITE EN 95.0%	
			<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
1	0.113275	0.0613034	-0.120153	0.120153
2	0.0960909	0.0613851	-0.120313	0.120313
3	0.0610456	0.0614671	-0.120474	0.120474
4	0.00722103	0.0615495	-0.120635	0.120635
5	0.0127083	0.0616321	-0.120797	0.120797
6	0.0109181	0.0617151	-0.12096	0.12096
7	0.0285338	0.0617985	-0.121123	0.121123
8	0.00148065	0.0618822	-0.121287	0.121287
9	0.0460404	0.0619662	-0.121452	0.121452
10	0.00516354	0.0620506	-0.121617	0.121617
11	-0.0469886	0.0621353	-0.121783	0.121783
12	-0.0584722	0.0622203	-0.12195	0.12195
13	-0.0664349	0.0623057	-0.122117	0.122117
14	-0.096023	0.0623915	-0.122285	0.122285
15	-0.0408094	0.0624776	-0.122454	0.122454
16	-0.0443624	0.0625641	-0.122624	0.122624
17	-0.0479533	0.0626509	-0.122794	0.122794
18	-0.0628952	0.0627381	-0.122965	0.122965
19	-0.0260667	0.0628257	-0.123136	0.123136
20	0.00490134	0.0629136	-0.123309	0.123309
21	-0.01274	0.0630019	-0.123482	0.123482
22	-0.0660392	0.0630906	-0.123655	0.123655
23	-0.00254671	0.0631796	-0.12383	0.12383
24	0.0405318	0.0632691	-0.124005	0.124005

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



La **Tabla 3.5** muestra las correlaciones cruzadas entre CARMEN DE BOLIVAR y ENSO. Las correlaciones cruzadas al retraso  $k$  miden la fuerza de la relación lineal entre el valor de CARMEN DE BOLIVAR al tiempo  $t$  y el valor de ENSO  $k$  periodos antes. Puede usarse para determinar si ENSO ayudaría a pronosticar CARMEN DE BOLIVAR.

En este caso, 4 de entre 49 coeficientes de correlación cruzados son estadísticamente significativos al 95.0% de nivel de confianza.

#### Descomposición Estacional - CARMEN DE BOLIVAR

Datos/Variable: CARMEN DE BOLIVAR

Número de observaciones = 377

18 valores faltantes fueron reemplazados con estimados

Índices de tiempo: FECHA

Longitud de la estacionalidad = 12

Descomposición Estacional

Método: Aditivo

Este procedimiento aplica una descomposición estacional aditiva de la estación CARMEN DE BOLIVAR. El propósito de la descomposición es separar CARMEN DE BOLIVAR en componentes Ciclo-Tendencia, estacional y aleatorio. Los datos cubren 444 periodos de tiempo. Hay 18 valor(es) faltante(s) para la estación CARMEN DE BOLIVAR, los cuales han sido reemplazados con valores de los datos vecinos.

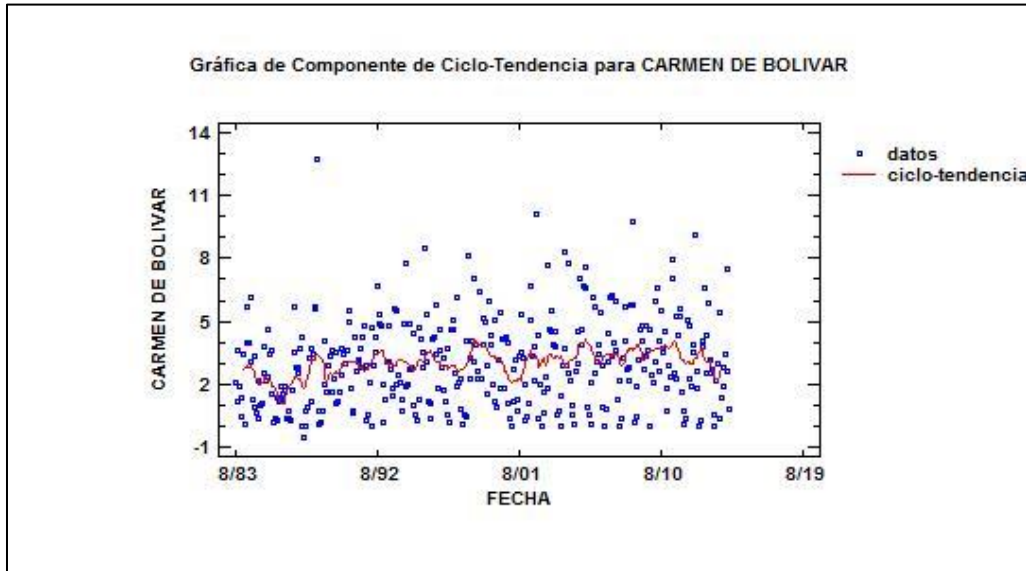
La **Tabla 3.6** y la **Figura 3.8** muestran diferentes aspectos de la descomposición.

**Tabla 3.6. Índices de Estacionalidad para Carmen de Bolívar.**

ESTACIÓN	ÍNDICE
1	-2.30945
2	-1.59392
3	-1.07884
4	0.83417
5	1.36106
6	0.614195
7	-0.156607
8	0.809438
9	1.48002
10	1.56468
11	0.181442
12	-1.70618

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.8. Ciclo tendencia Carmen de Bolívar.

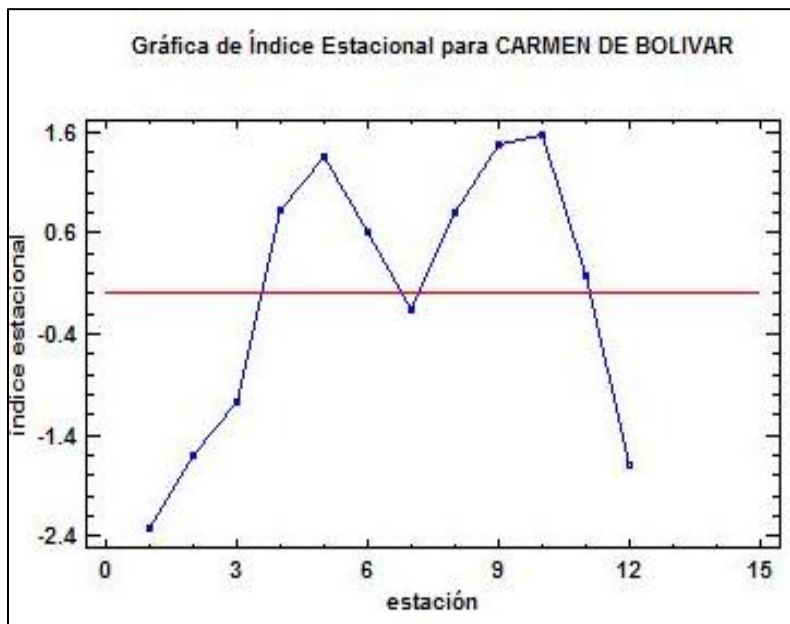


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Método de descomposición estacional: Aditivo

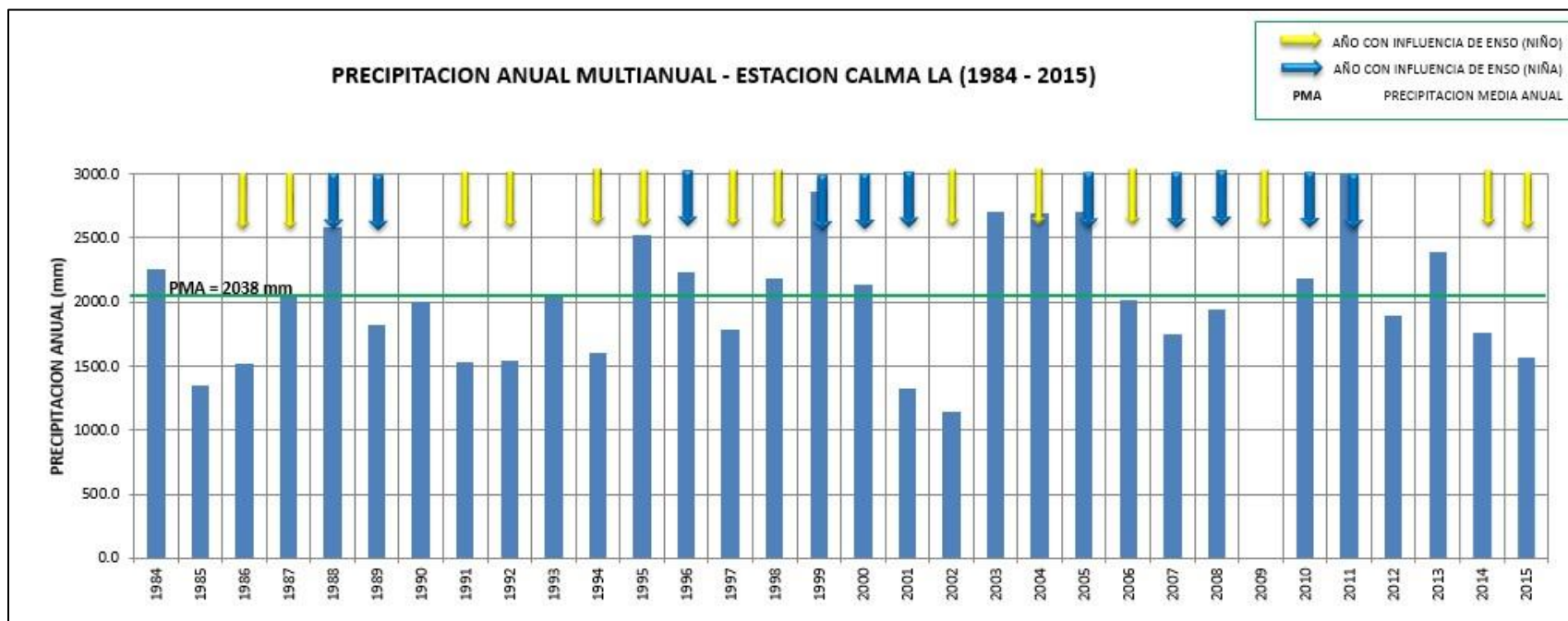
La **Figura 3.9** muestra los índices estacionales para cada mes, escalados de modo que una estación sea igual a 0. Los índices van desde un mínimo de -2.30945 en estación 1 hasta un máximo de 1.56468 en estación 10. Esto indica que hay un balanceo estacional desde -2.30945 por abajo del promedio hasta 1.56468 arriba del promedio a lo largo del curso de un ciclo completo.

Figura 3.9. Índice de Estacionalidad Carmen de Bolívar.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

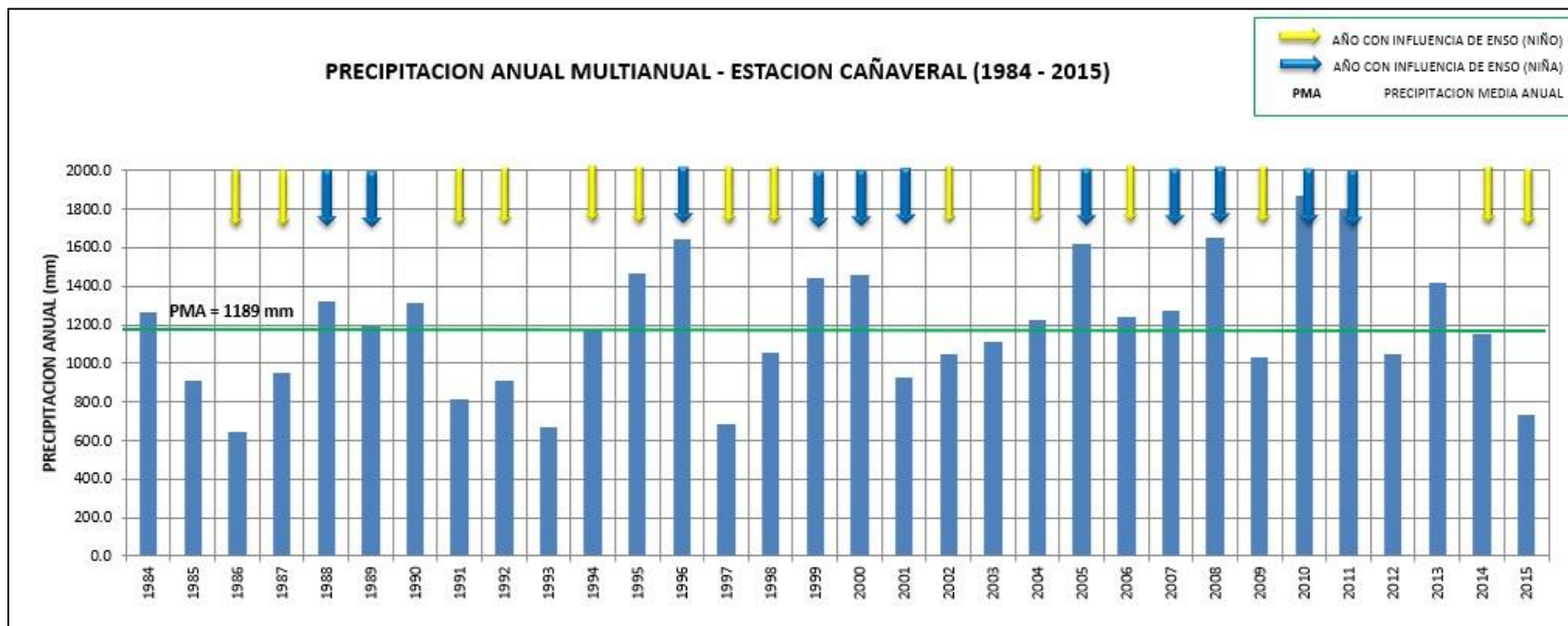
Figura 3.10. Histograma de precipitación diaria media multianual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Calma La.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Calma La, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 63%. Esto indica que la información registrada en esta estación es más susceptible a los años NIÑA que NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.10**).

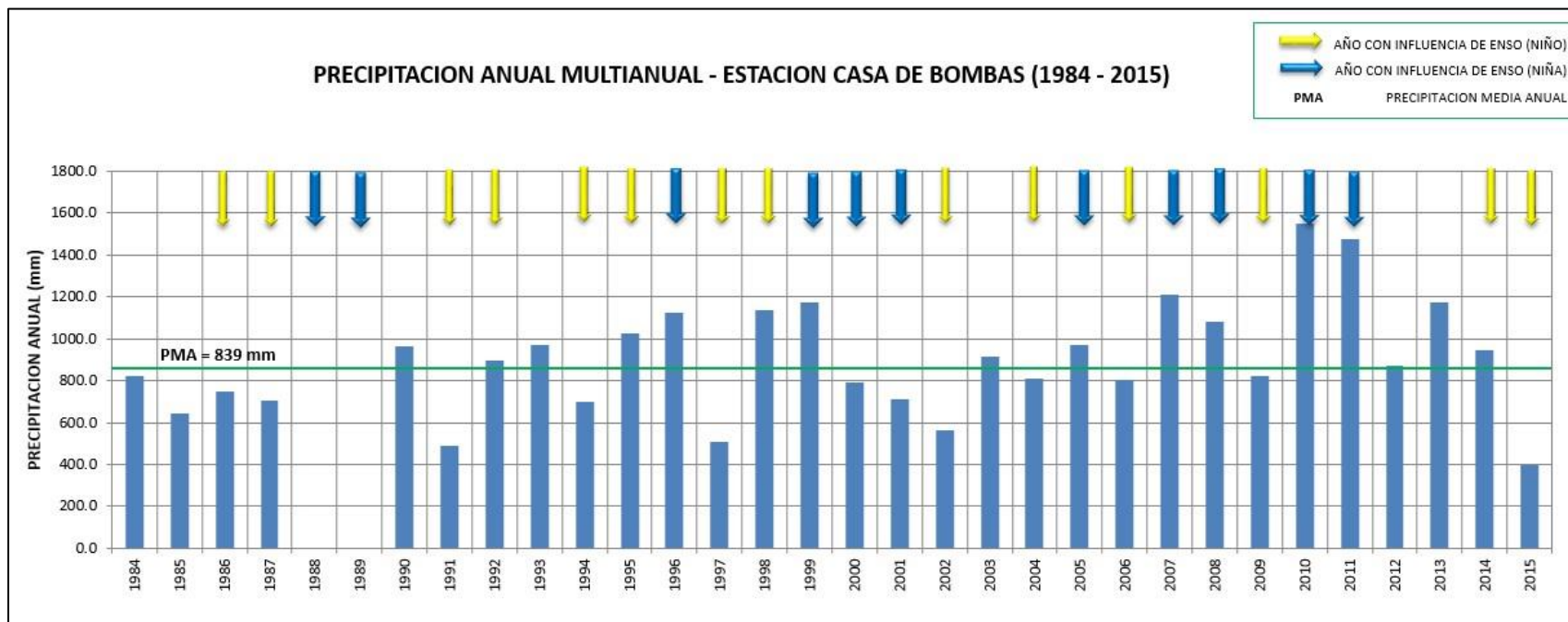
Figura 3.11. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Cañaveral.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Cañaveral La, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 72%. Esto indica que la información registrada en esta estación es más susceptible a los años NIÑA que NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema, no obstante, la alta correlación observada con los años NIÑO permiten decir que esta área también tiene una alta relación con eventos NIÑO (Figura 3.11).

Figura 3.12. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Casa de Bombas.

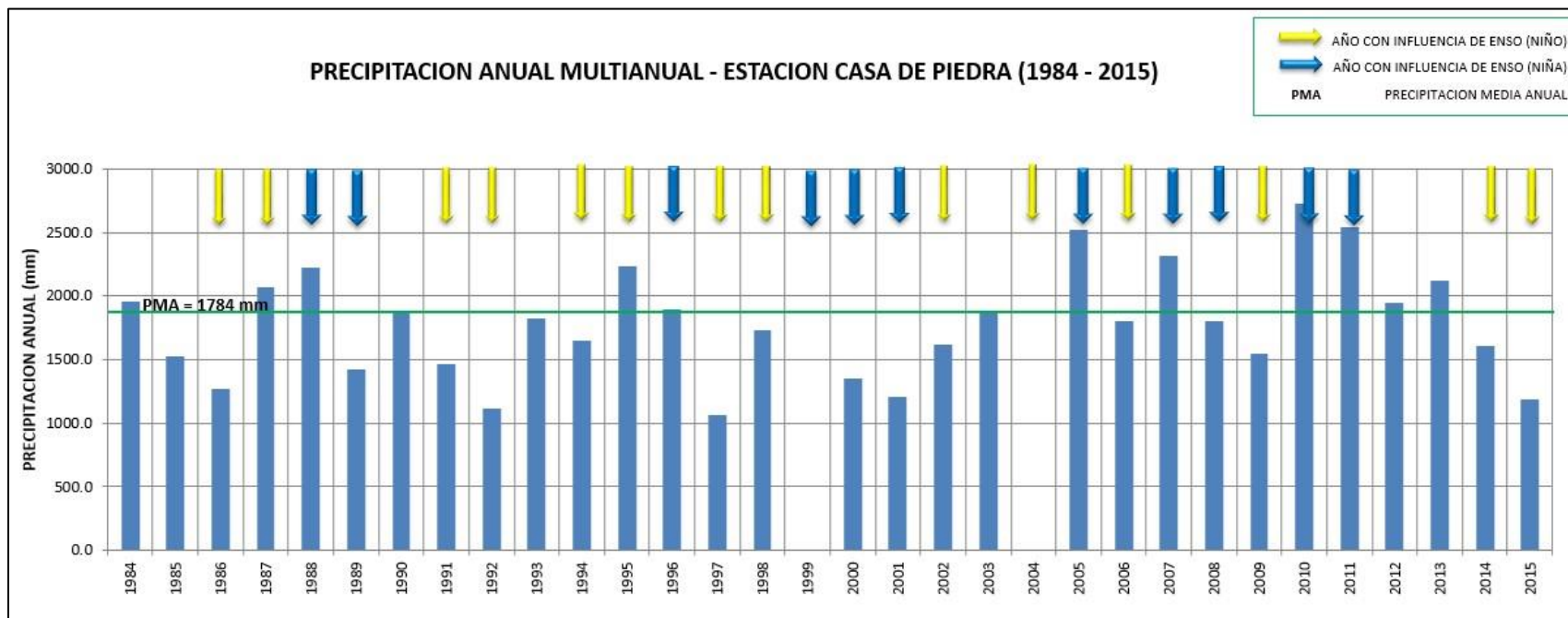


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Casa de Bombas, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 63%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA como NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.12**).



Figura 3.13. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Casa de Piedra.

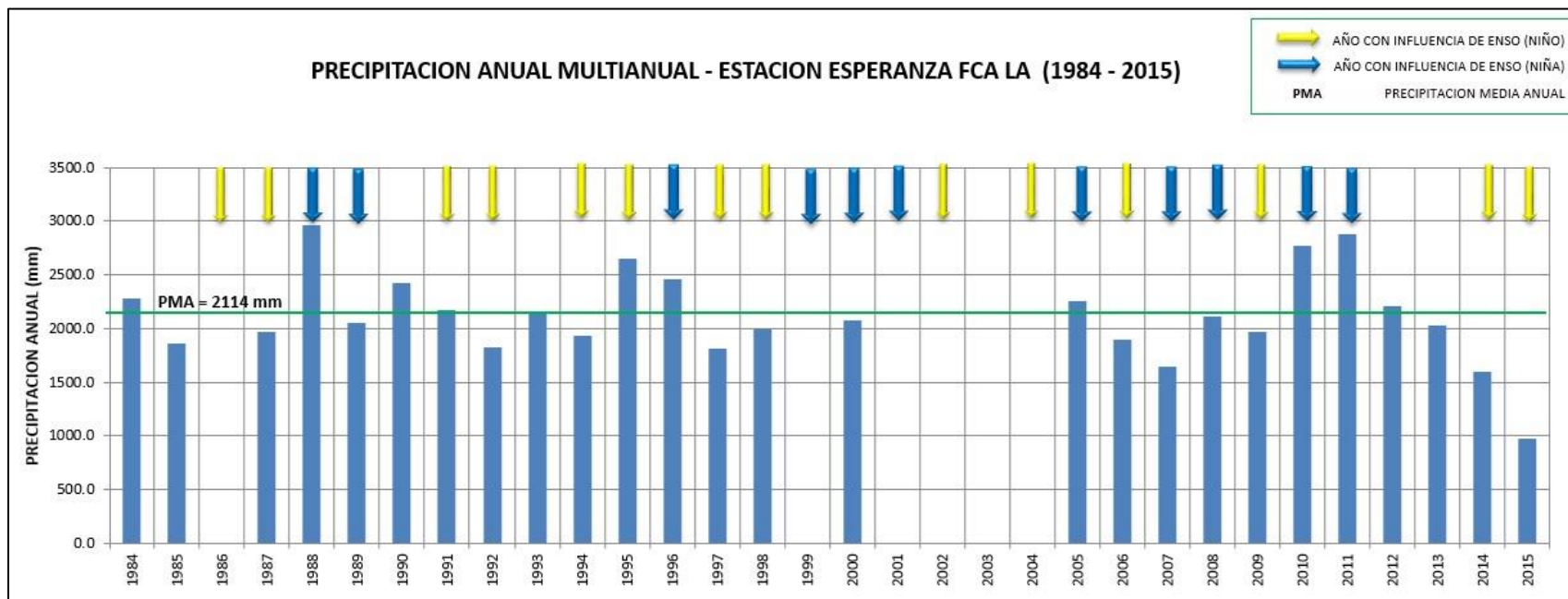


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Casa de Piedra, respecto de años NIÑO se tiene que el 78% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.13**).



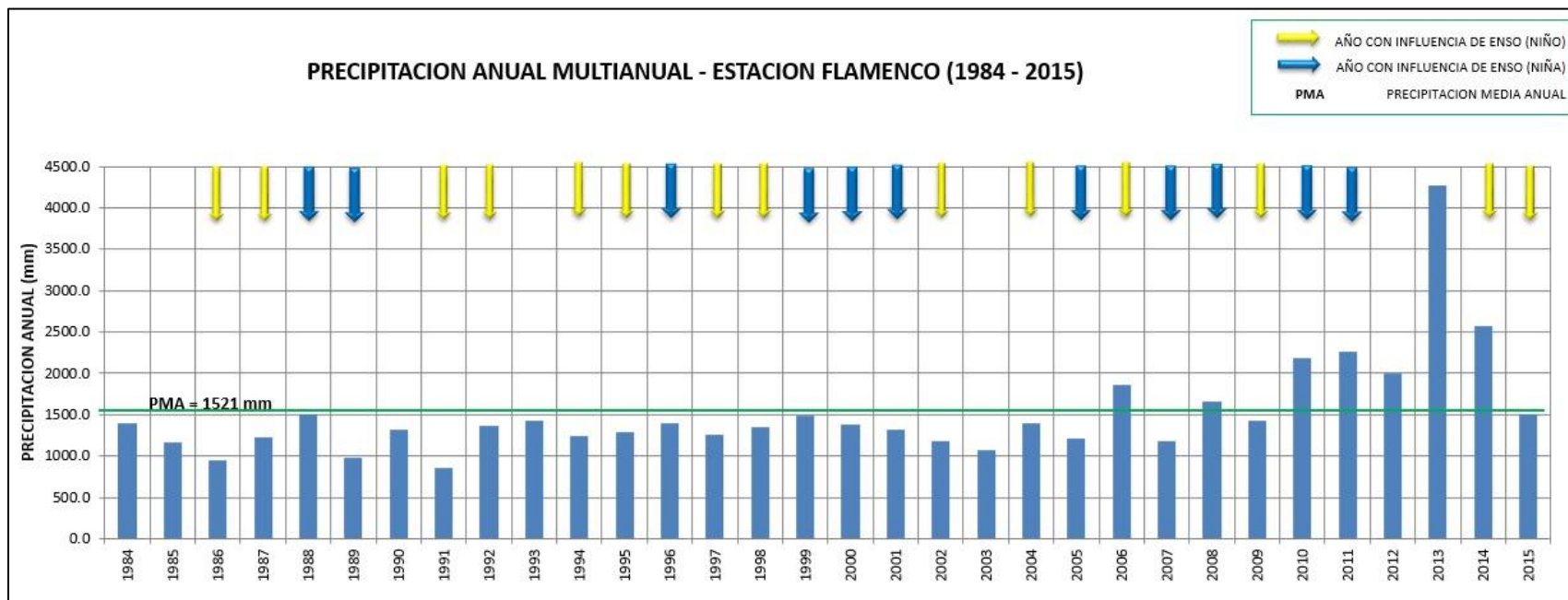
Figura 3.14. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Esperanza FCA LA.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Esperanza FCA La, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.14).

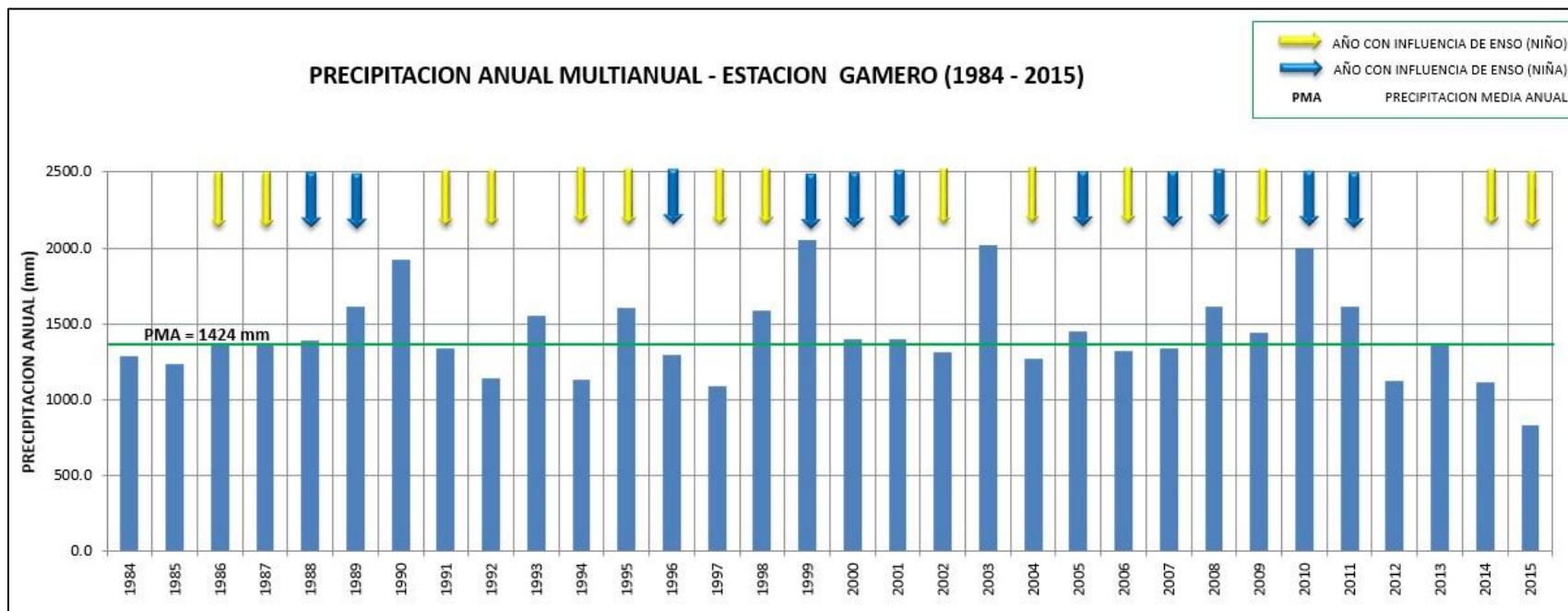
Figura 3.15. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Flamenco.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Flamenco, respecto de años NIÑO se tiene que el 78% de la serie de tiempo es con acuerdo con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema, sin embargo, es importante mencionar que en el año 2013 que no fue catalogado como año NIÑA ni NIÑO, por lo que vale la pena analizar con mucho más detalle los registros de información de esta estación (**Figura 3.15**).

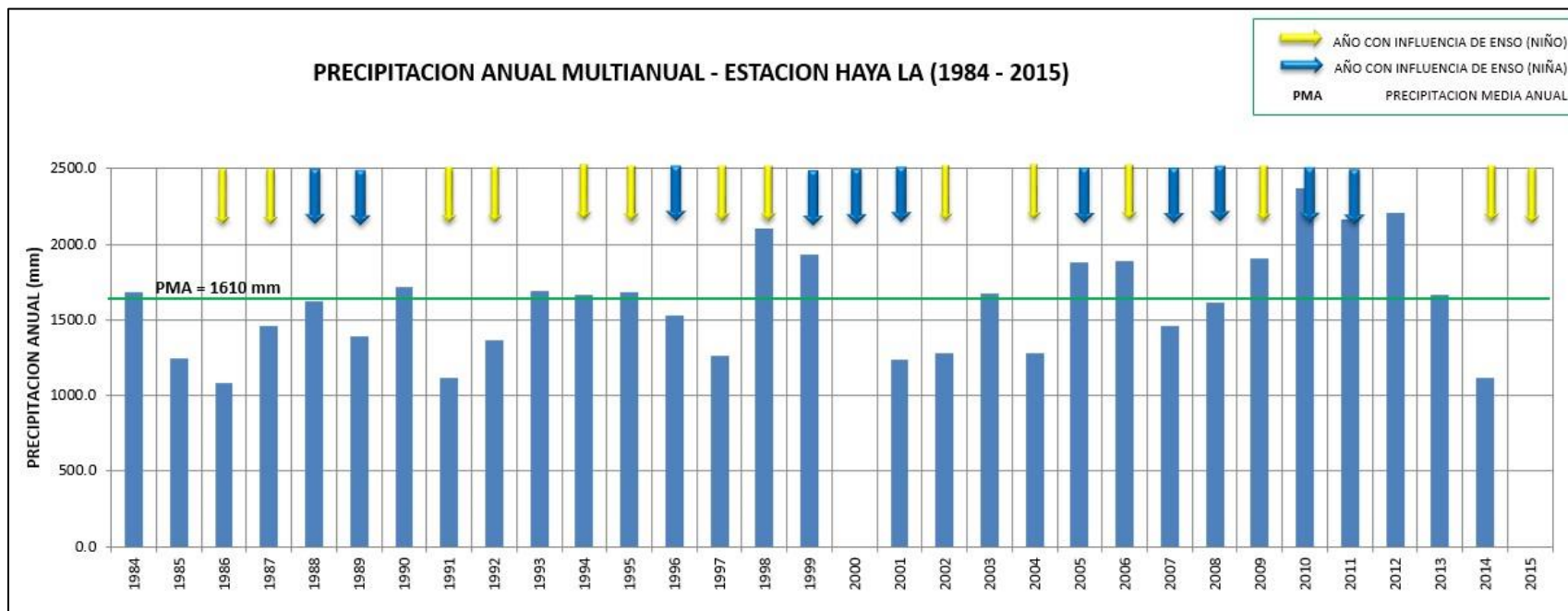
Figura 3.16. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Gamero.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Gamero, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.16).

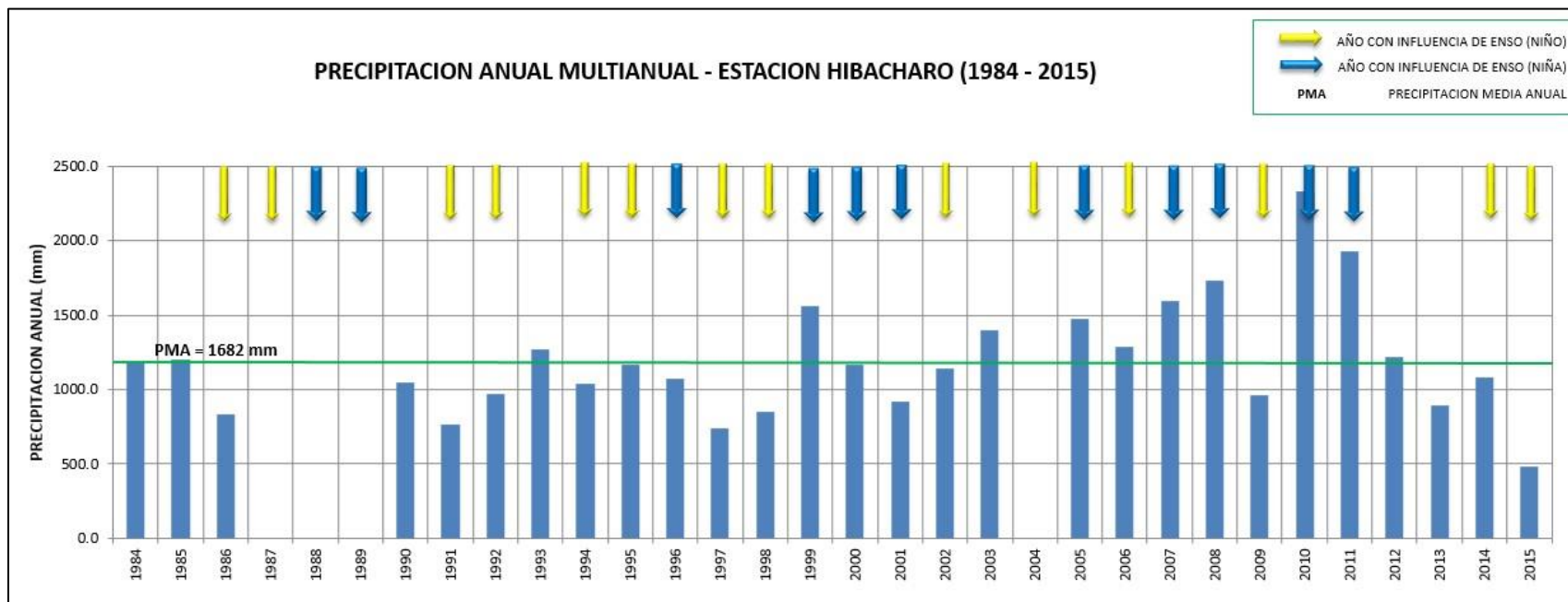
Figura 3.17. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Haya LA.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Haya La, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.17).

Figura 3.18. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Hibacharo.

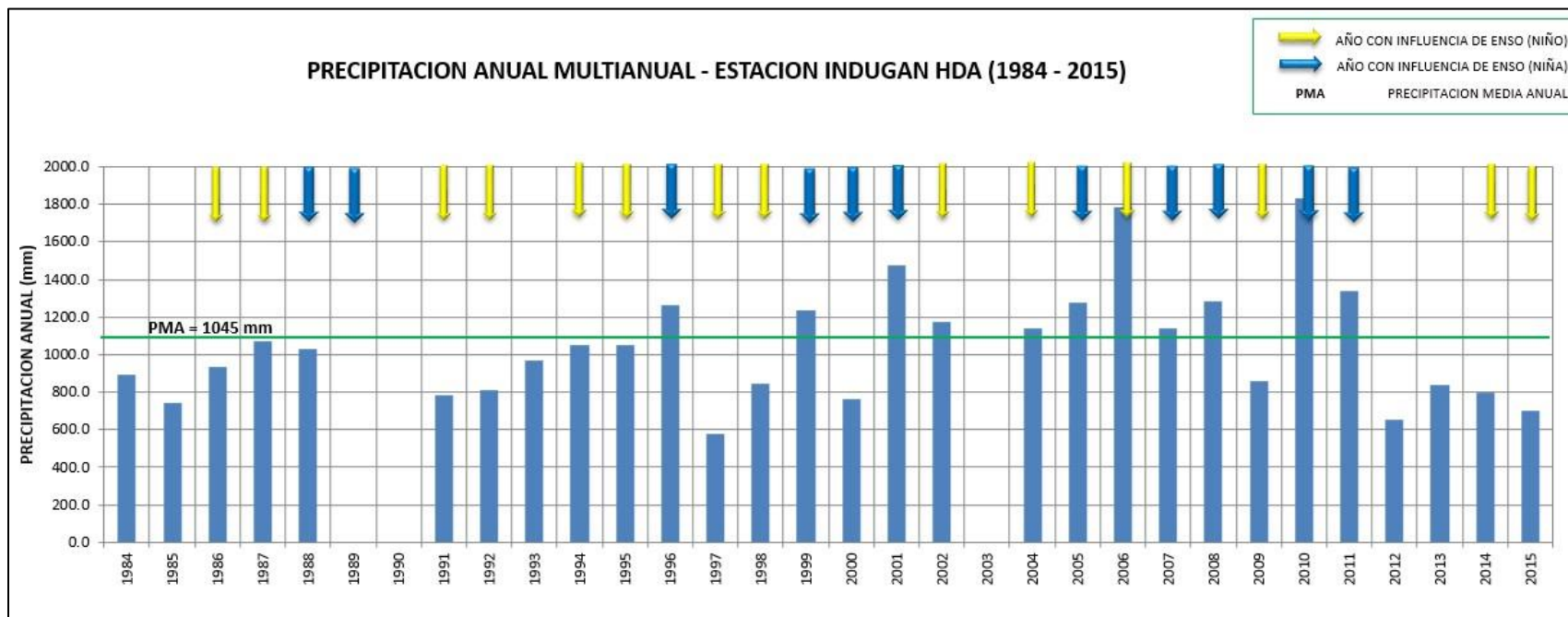


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Hibacharo, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.18**).



Figura 3.19. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Indugan HDA.

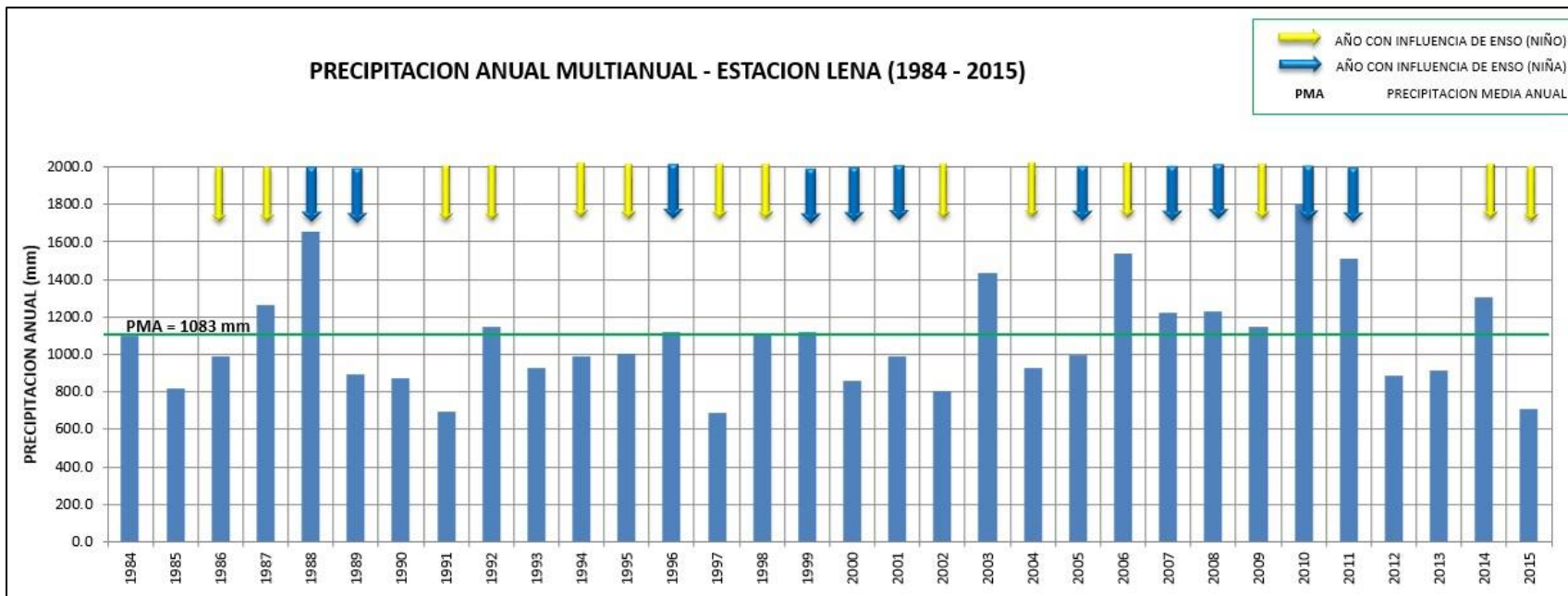


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Indugan HDA, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.19**).



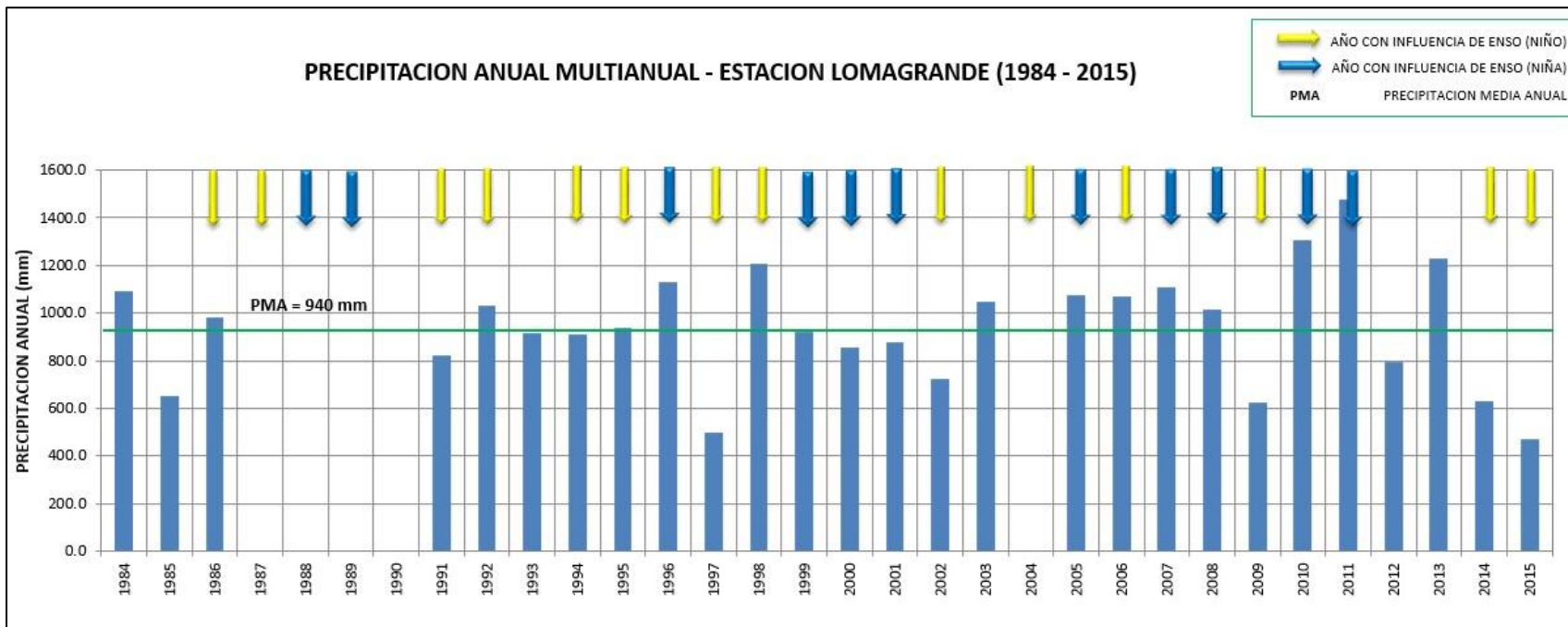
Figura 3.20. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Lena.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Lena, respecto de años NIÑO se tiene que el 35% de la serie de tiempo es con acuerdo con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.20).

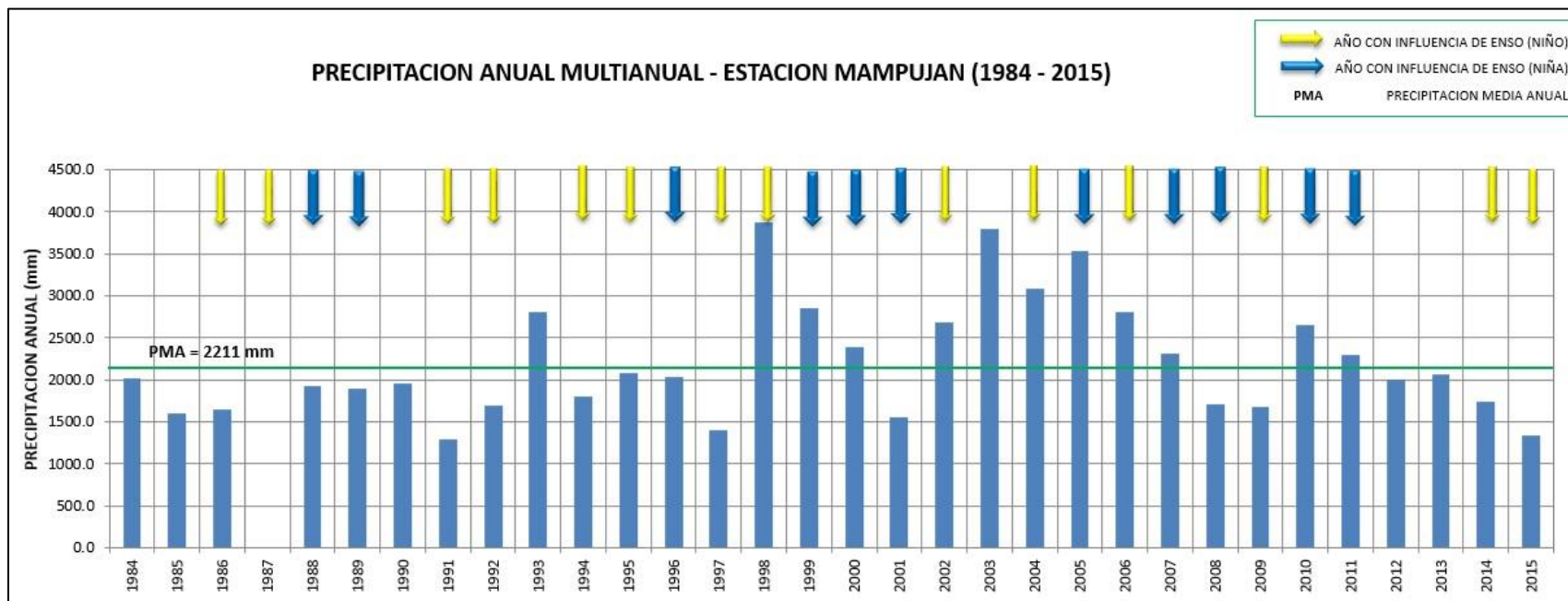
Figura 3.21. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Lomagrande.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Lomagrande, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es con acuerdo con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.21**).

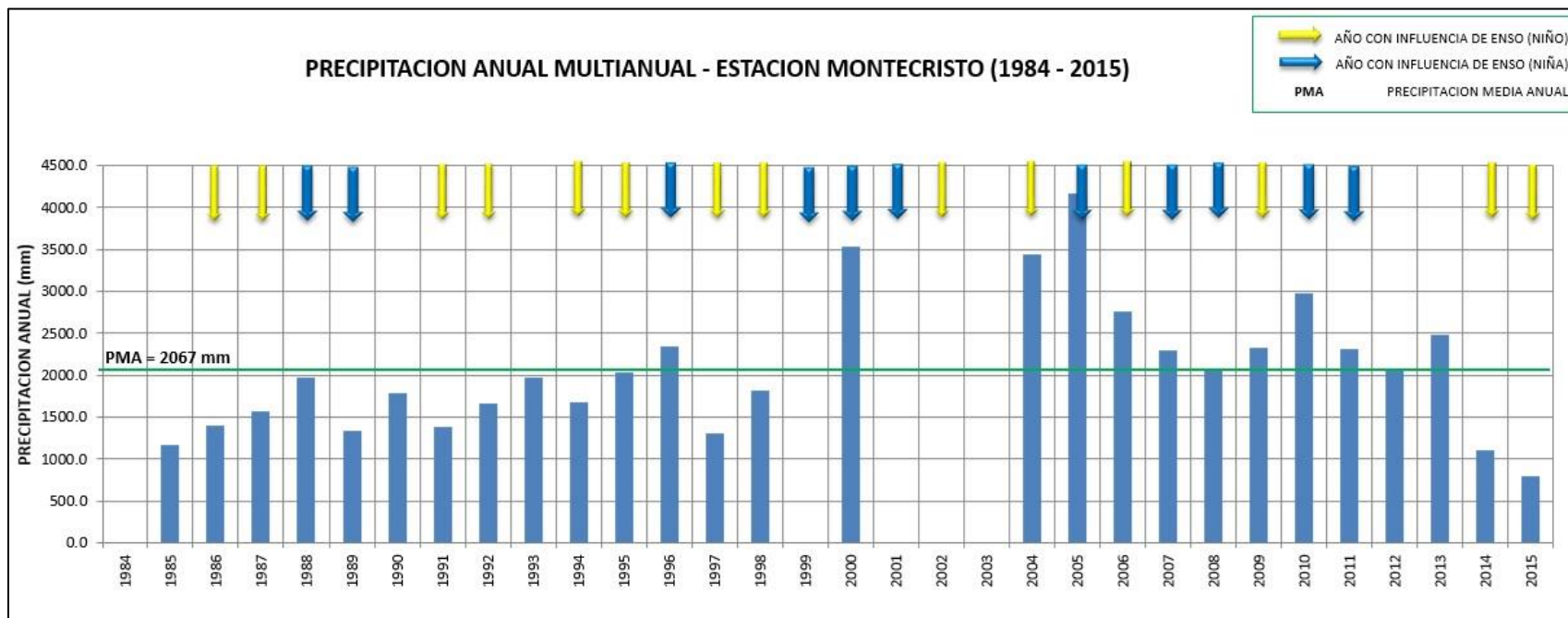
Figura 3.22. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Mampuján.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Mampuján, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.22).

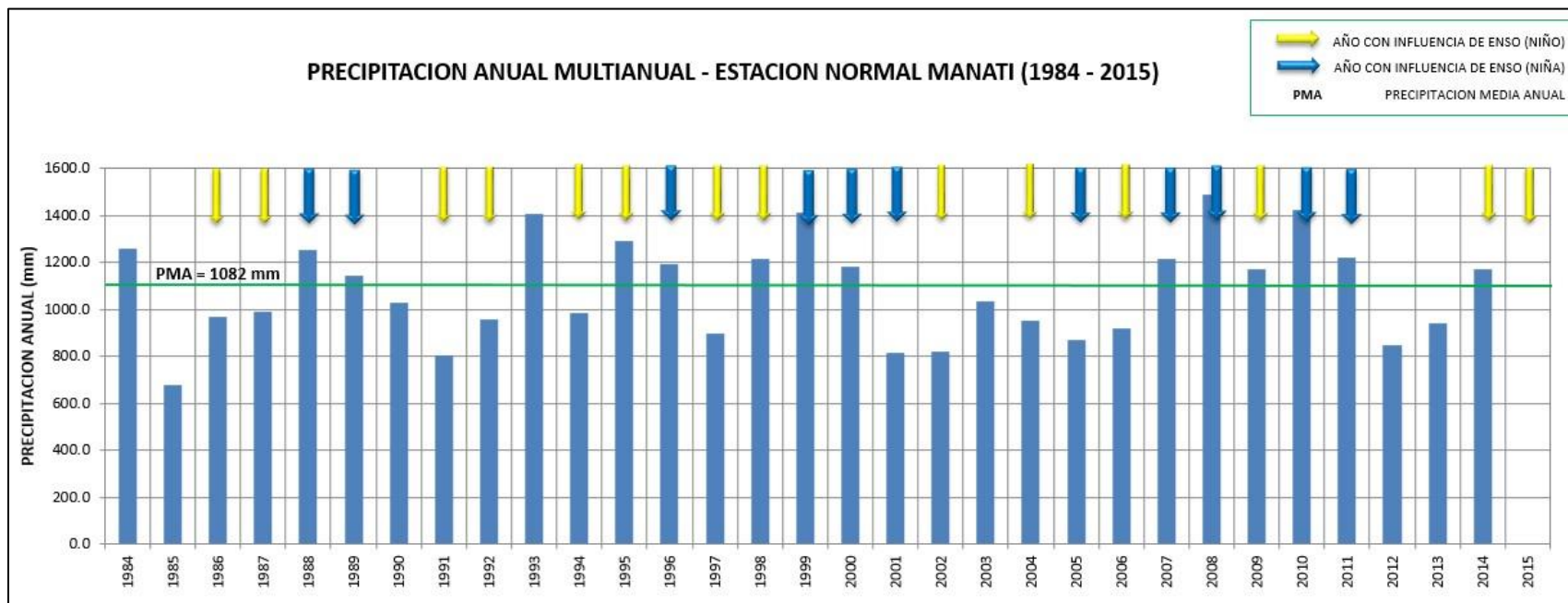
Figura 3.23. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Montecristo.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Montecristo, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.23).

Figura 3.24. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Normal Manatí.

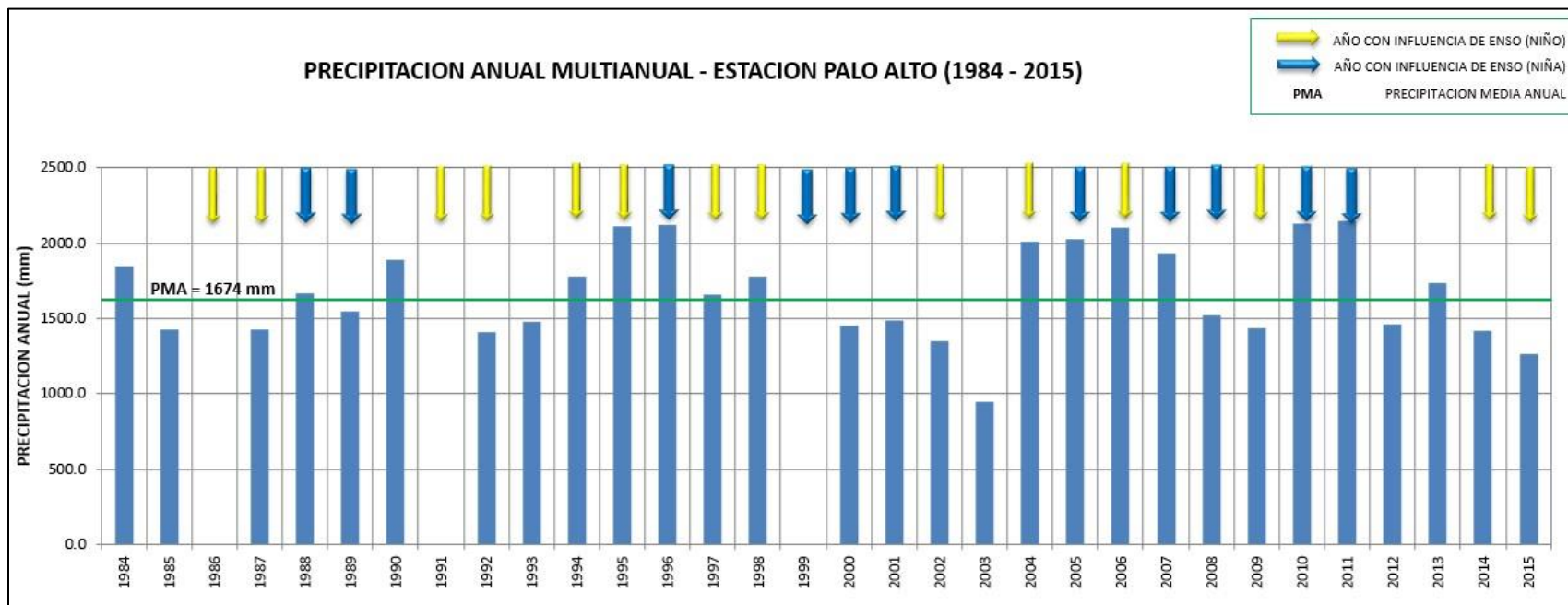


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Normal Manatí, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.24**).



Figura 3.25. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Palo Alto.

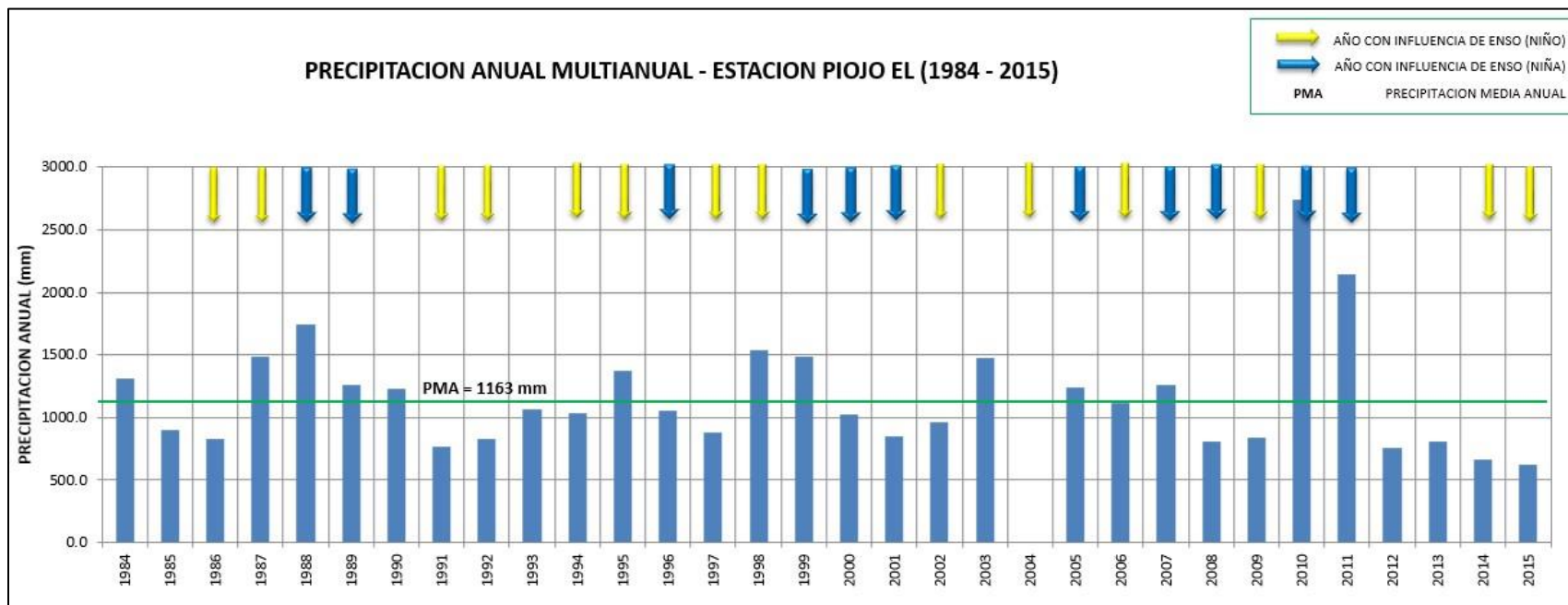


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Palo Alto, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.25).



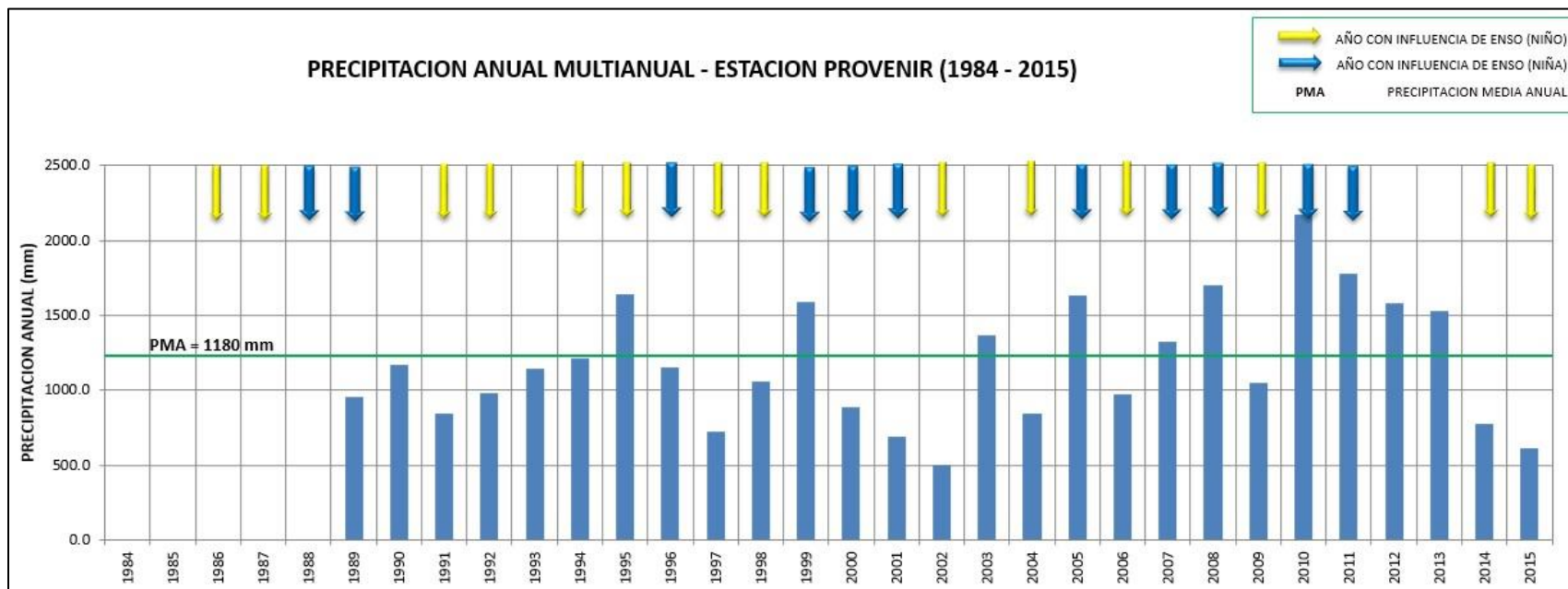
Figura 3.26. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Piojo EL.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Piojo El, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.26).

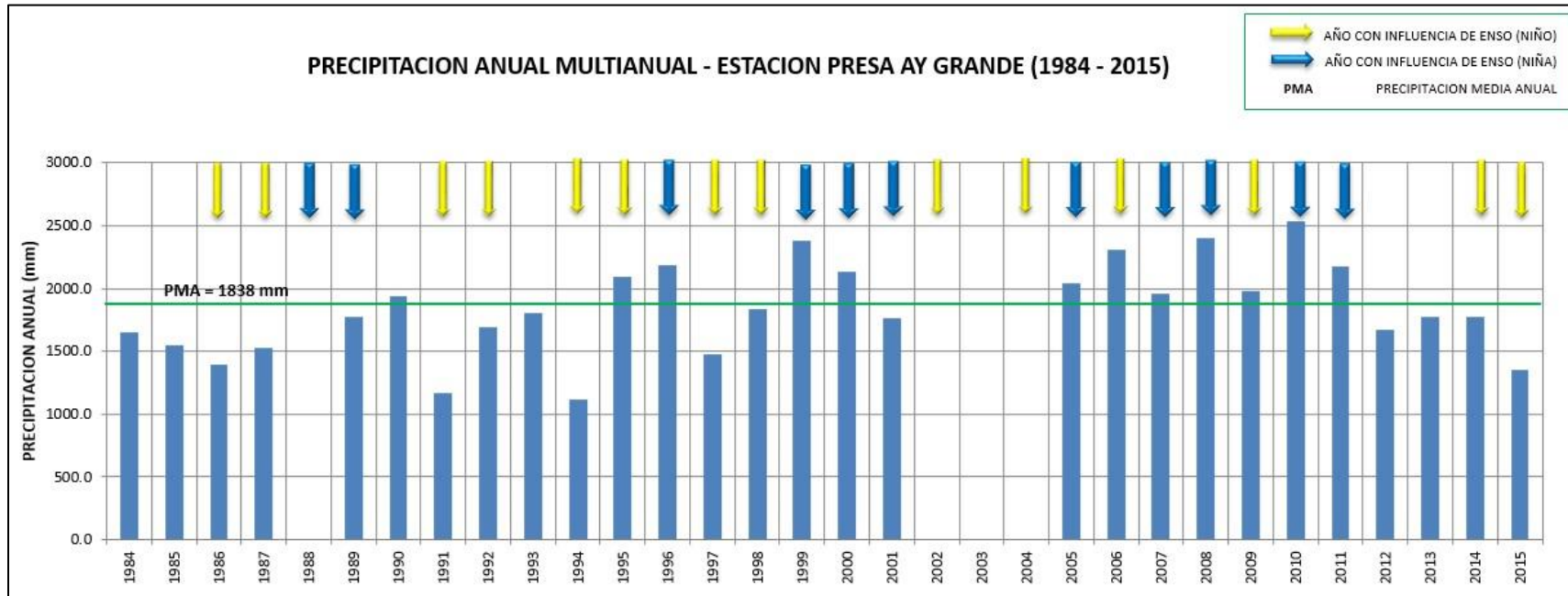
Figura 3.27. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Porvenir.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Porvenir, respecto de años NIÑO se tiene que el 71% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder de manera importante a esta característica climática extrema (**Figura 3.27**).

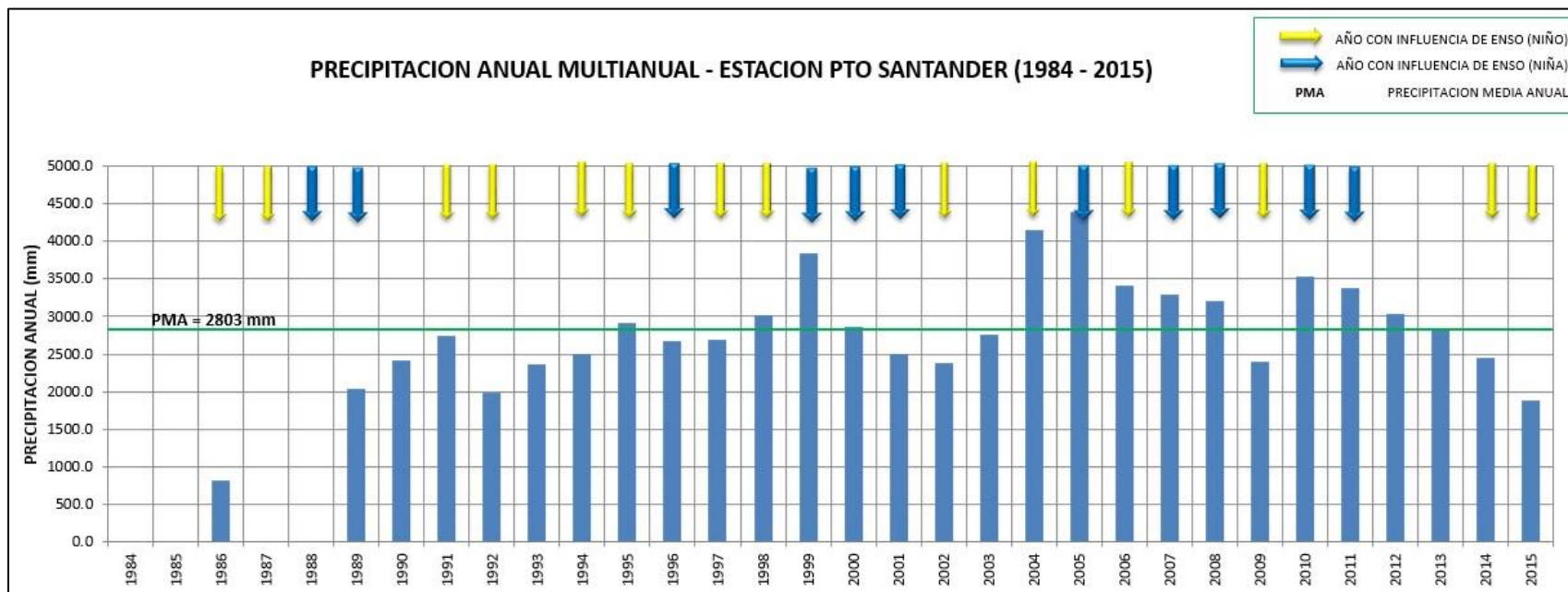
Figura 3.28. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Presa Ay Grande.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Presa AY Grande, respecto de años NIÑO se tiene que el 50% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.28**).

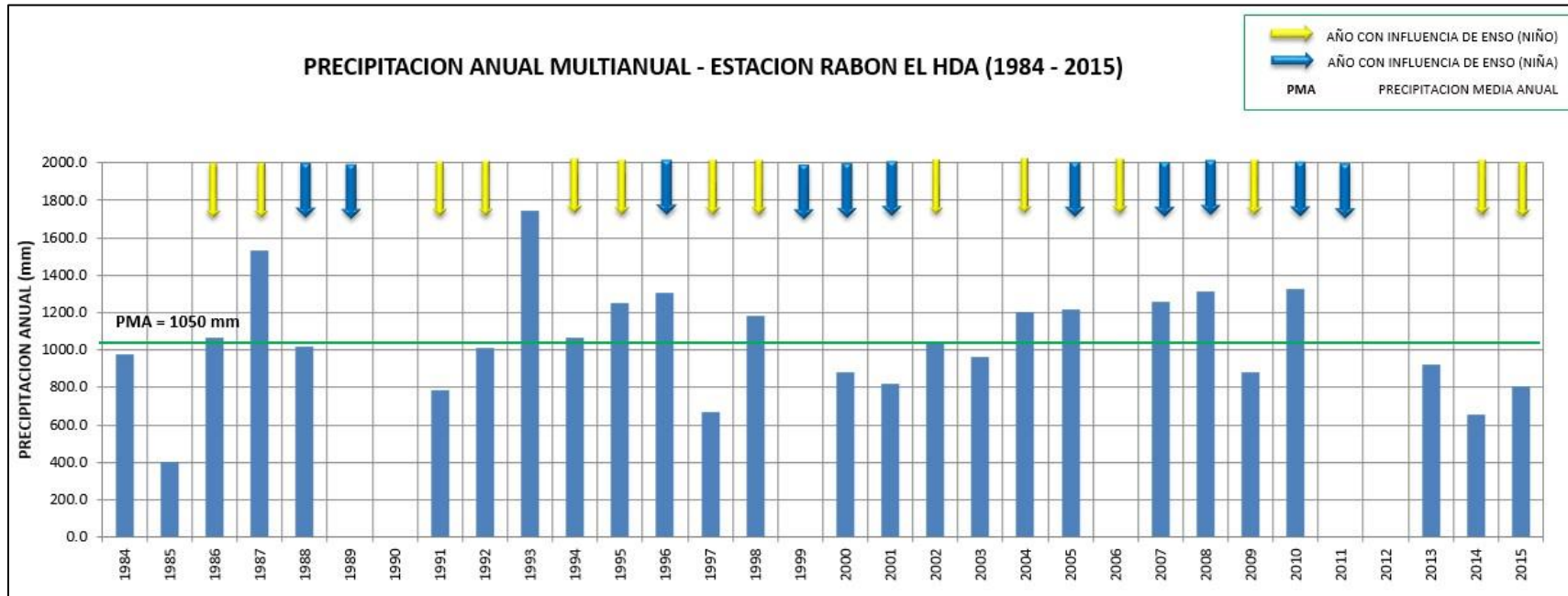
Figura 3.29. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Pto Santander.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Pto Santander, respecto de años NIÑO se tiene que el 50% de la serie de tiempo es con acuerdo con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.29).

Figura 3.30. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Rabón El Hda.

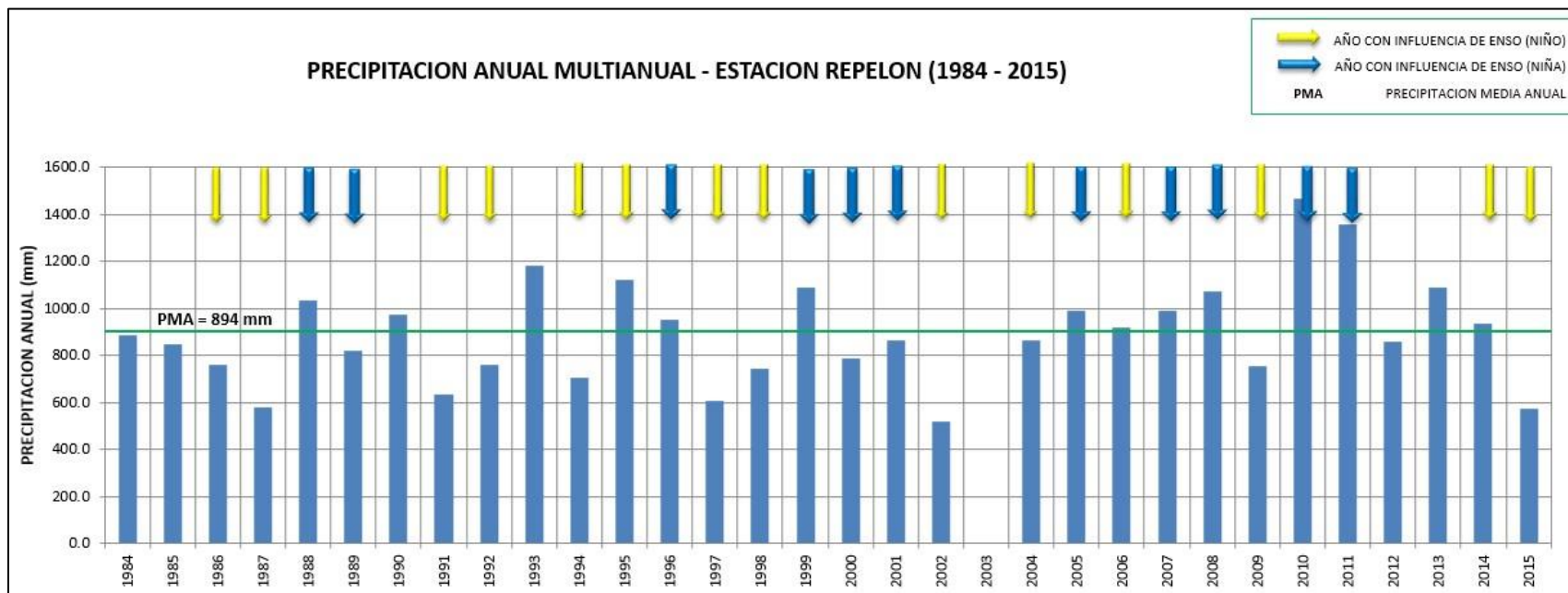


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Rabón El HDA, respecto de años NIÑO se tiene que el 35% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.30).



**Figura 3.31. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Repelón.**

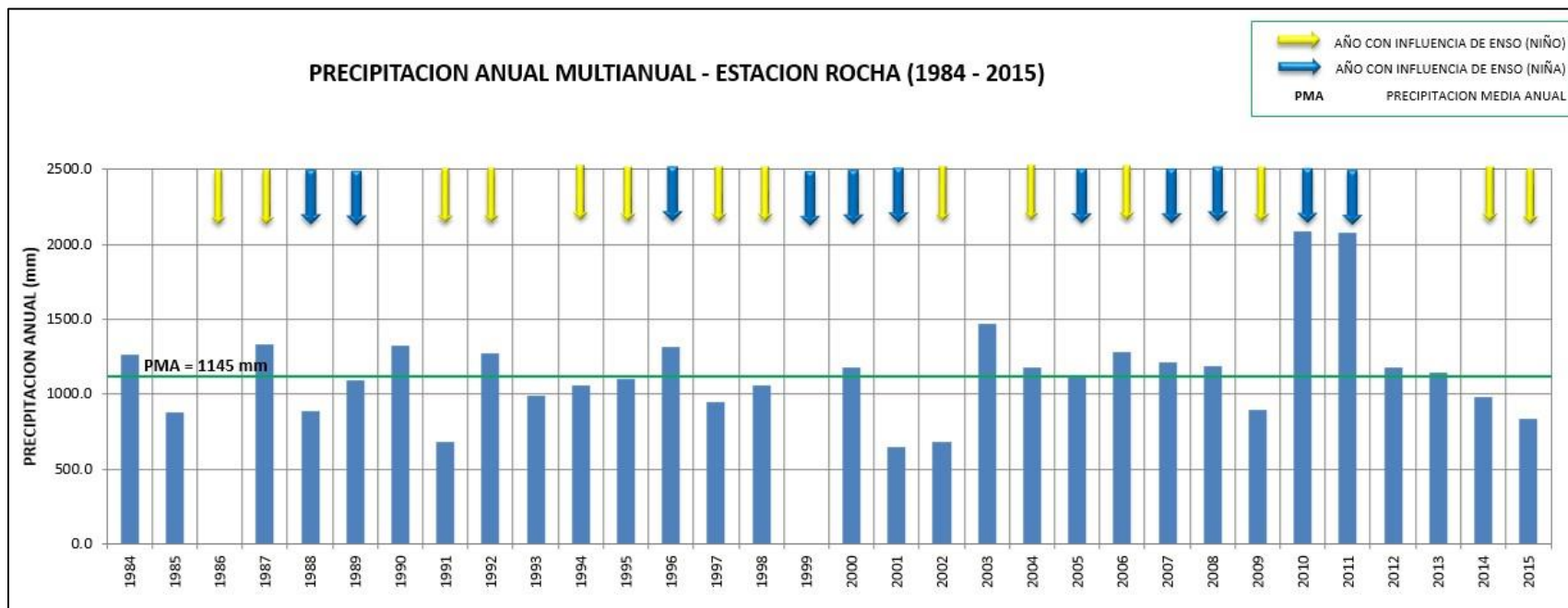


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Repelón, respecto de años NIÑO se tiene que el 71% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.31**).



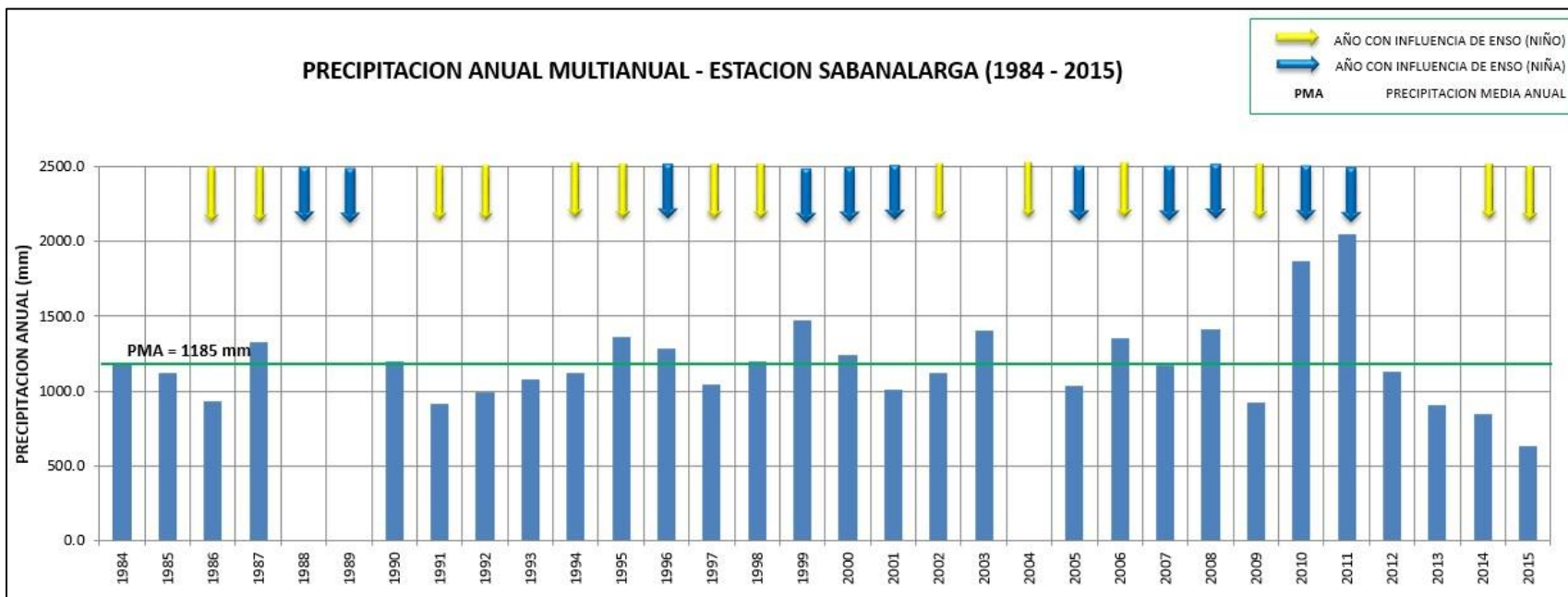
Figura 3.32. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Rocha.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Rocha, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.32).

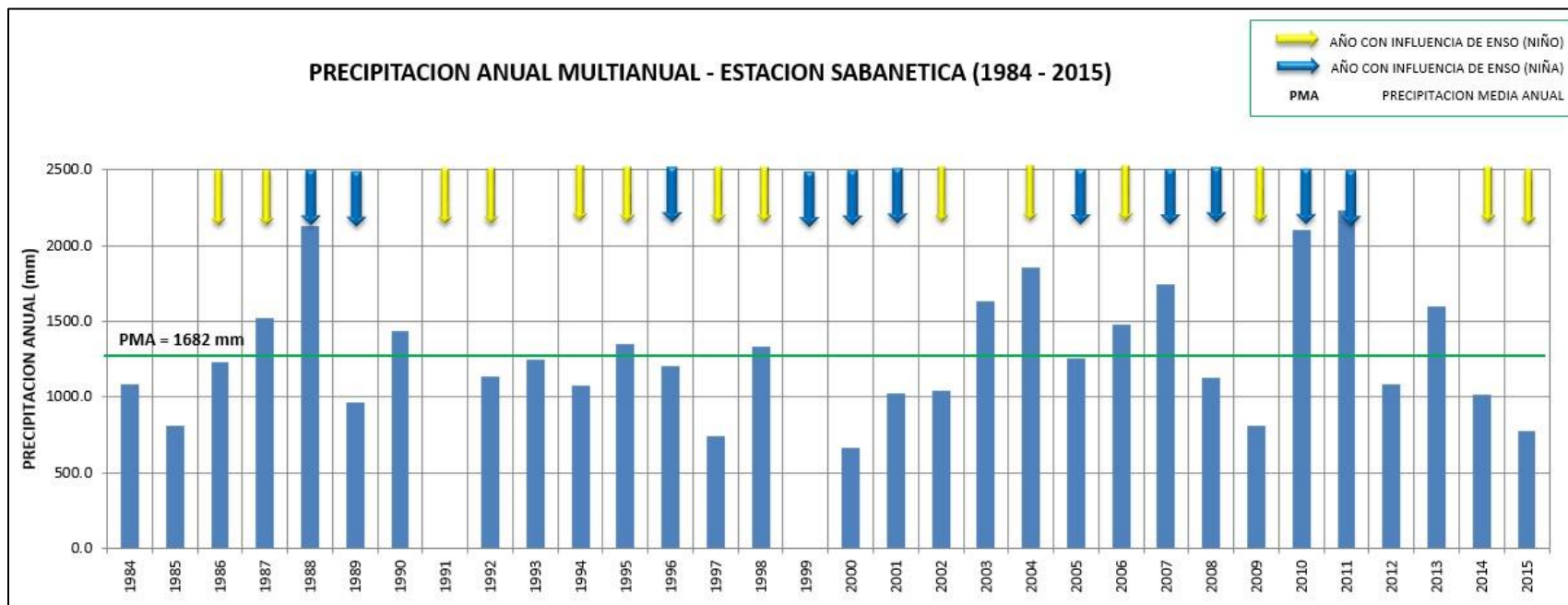
Figura 3.33. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sabanalarga.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Sabanalarga, respecto de años NIÑO se tiene que el 50% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.33).

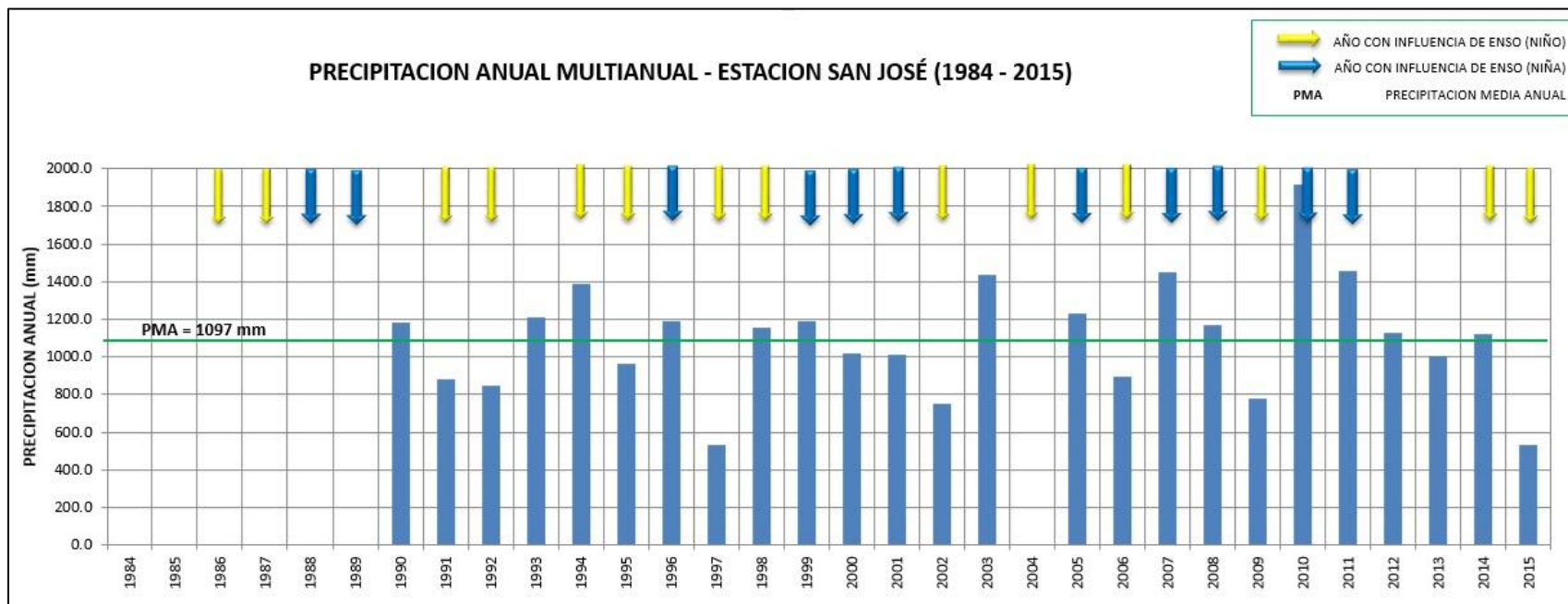
**Figura 3.34. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sabanetica.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Sabanetica, respecto de años NIÑO se tiene que el 50% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (**Figura 3.34**).

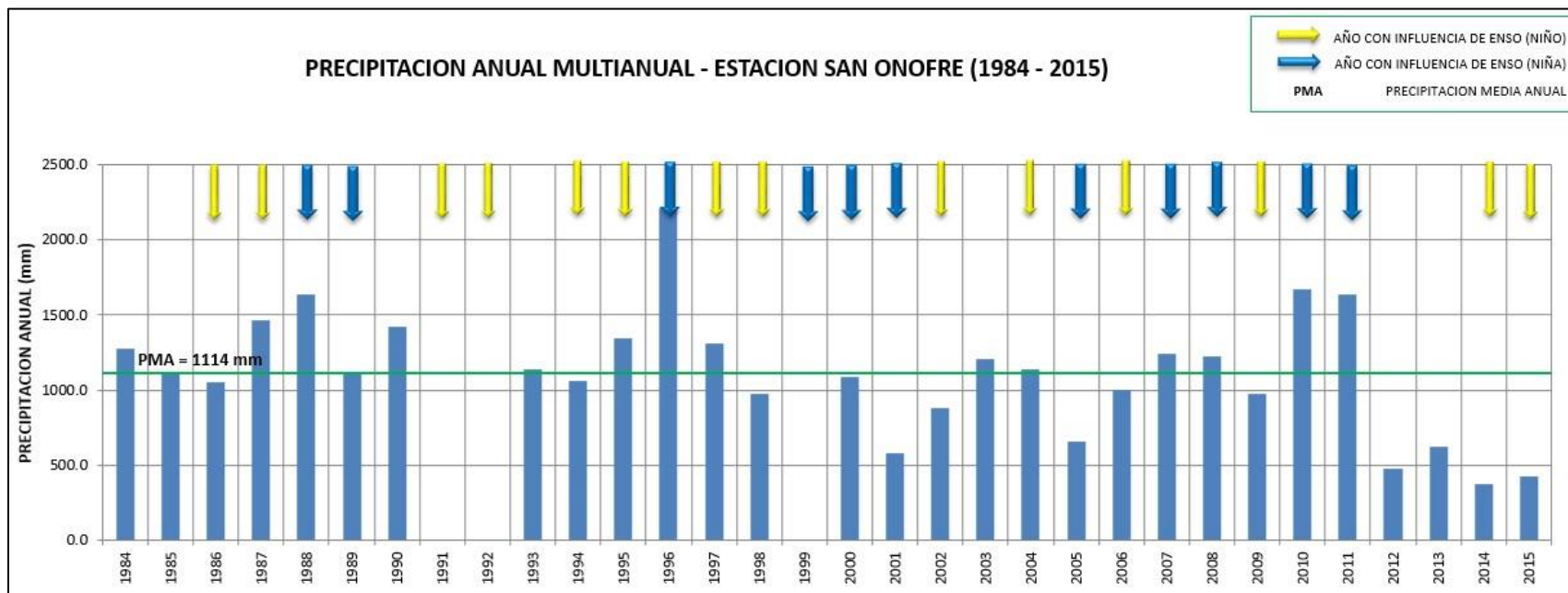
Figura 3.35. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San José.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación San José, respecto de años NIÑO se tiene que el 57% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 27%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.35).

Figura 3.36. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San Onofre.

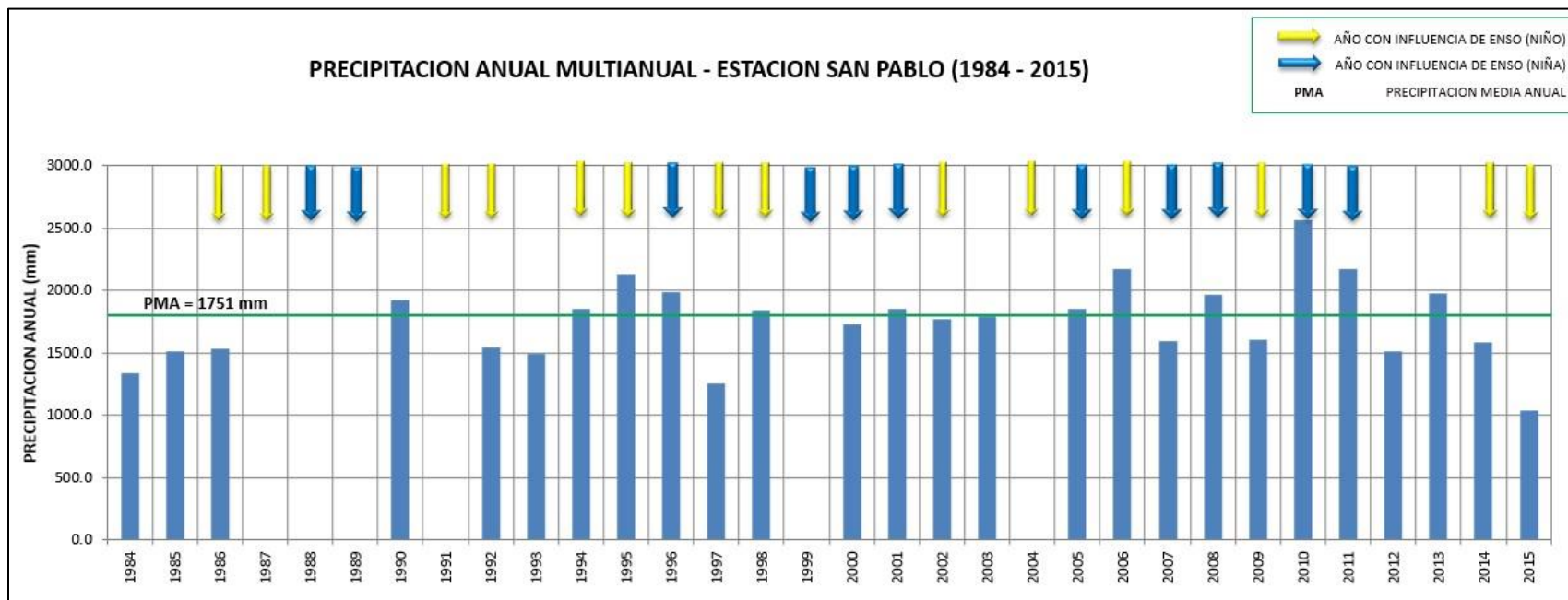


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación San Onofre, respecto de años NIÑO se tiene que el 35% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 36%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema. Es importante mencionar que registros extremos por debajo de 500 mm/años se presentaron en los años 2014 y 2015 (NIÑO), mientras que en el año 1996 se presentó registro extremo de más de 2000 mm/año (NIÑA) (**Figura 3.36**).



**Figura 3.37. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación San Pablo.**

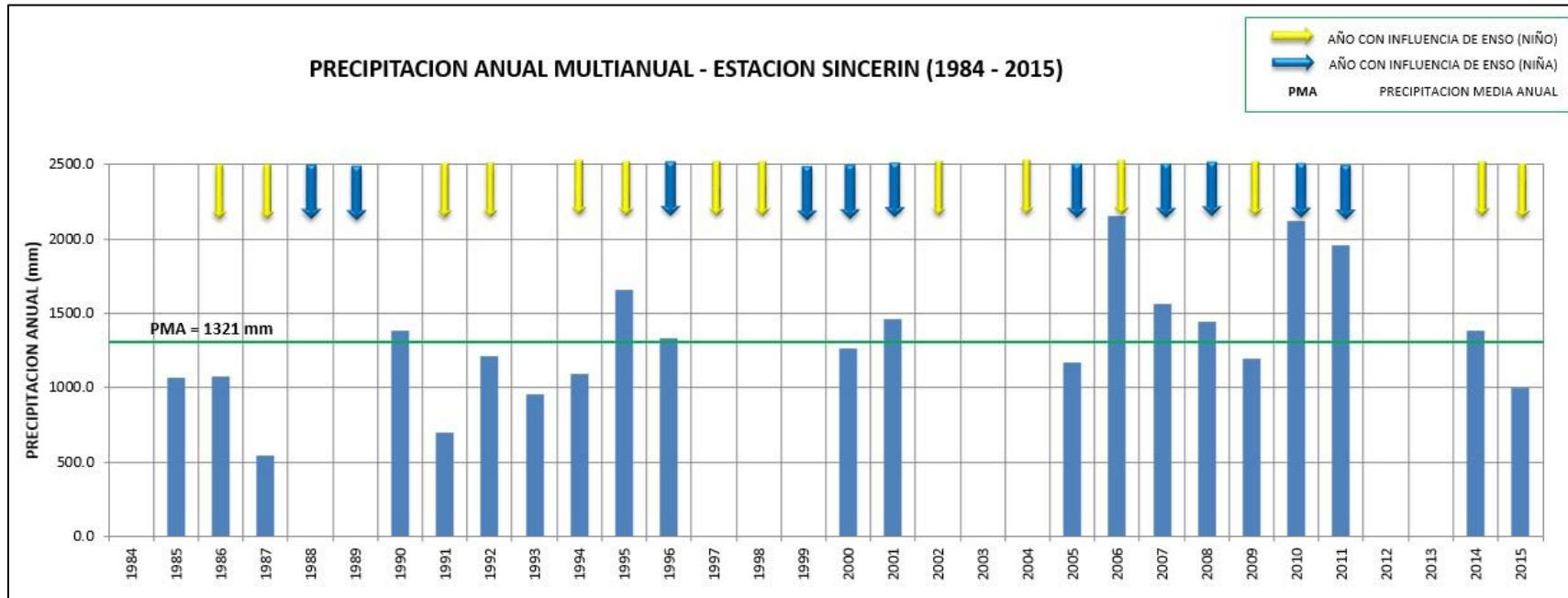


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación San Pablo, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 18%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema (Figura 3.37).



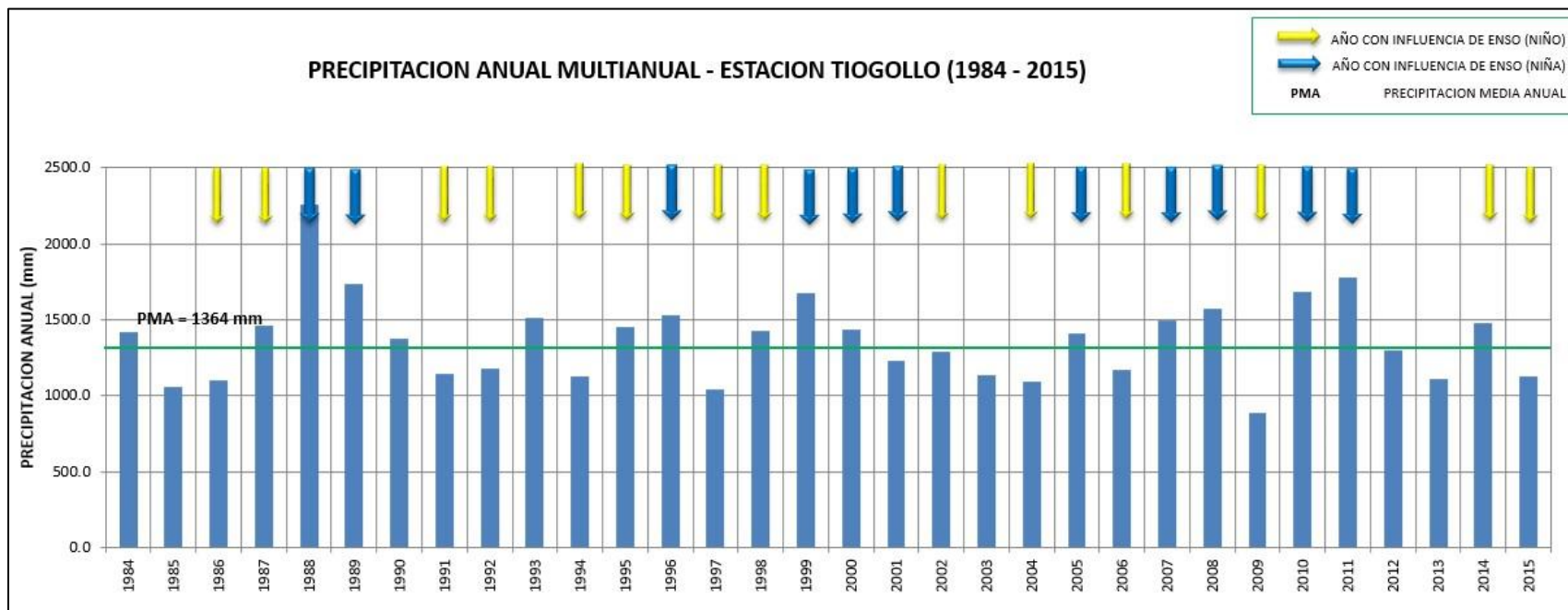
Figura 3.38. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Sincerín.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Sincerín, respecto de años NIÑO se tiene que el 42% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 18%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema. Vale la pena mencionar que es una estación con la mayor cantidad de registros faltantes (**Figura 3.38**).

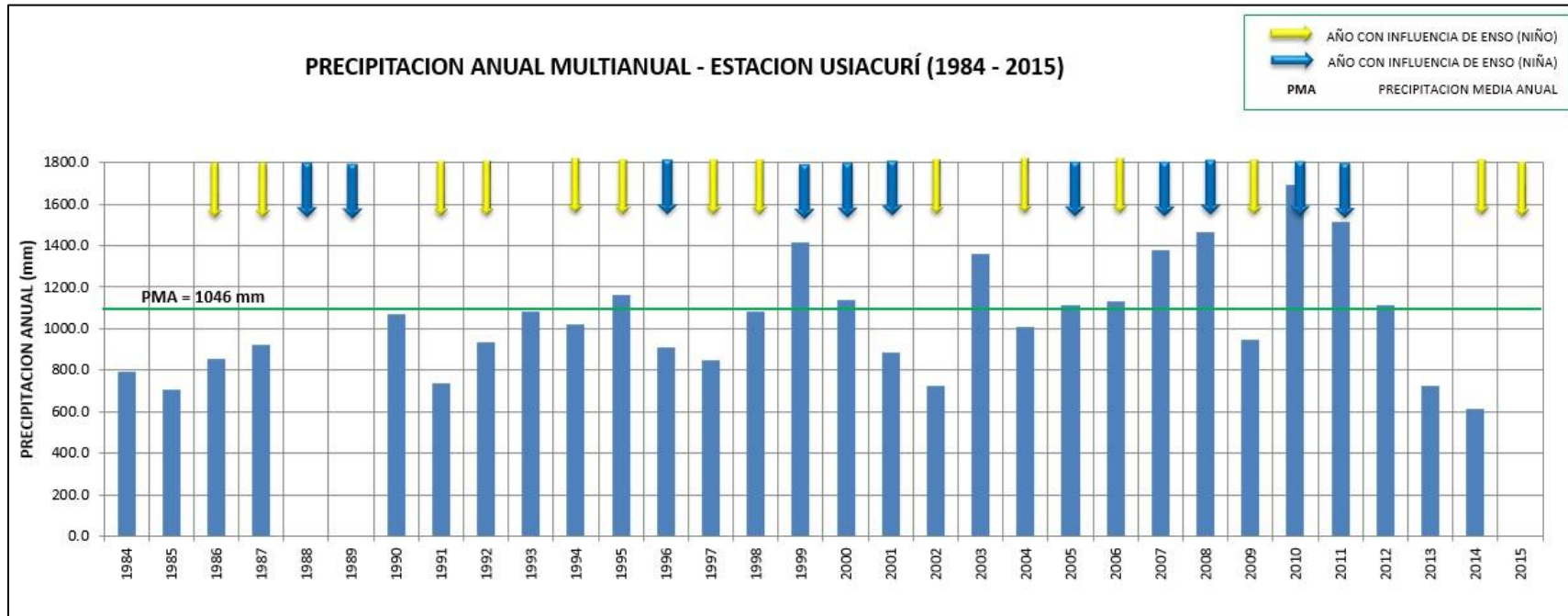
**Figura 3.39. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Tiogollo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Tiogollo, respecto de años NIÑO se tiene que el 64% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 72%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema. Vale la pena mencionar que es una estación con la mayor cantidad de registros faltantes (**Figura 3.39**).

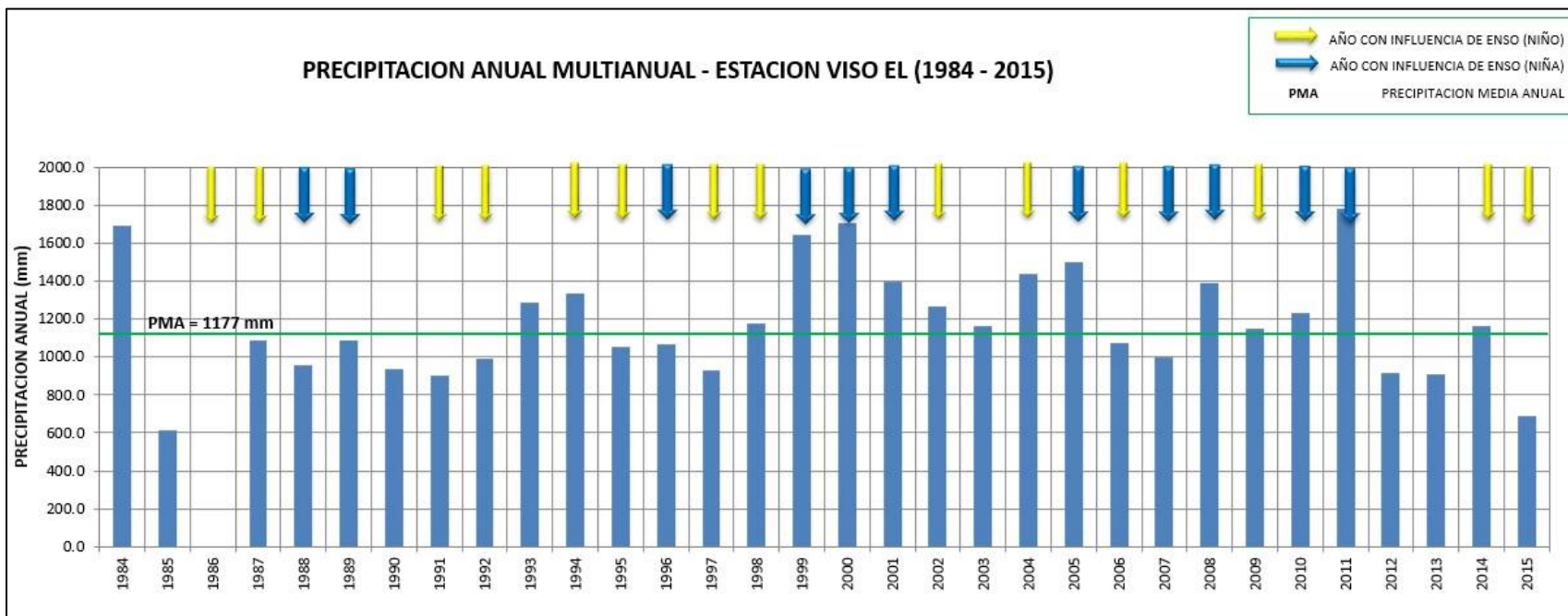
Figura 3.40. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Usiacurí.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Usiacurí, respecto de años NIÑO se tiene que el 71% de la serie de tiempo es con acuerdo con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 45%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑO, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema. Vale la pena mencionar que es una estación con la mayor cantidad de registros faltantes (**Figura 3.40**).

Figura 3.41. Histograma de precipitación diaria media anual vs ENSO (Niña – Niño) Estación Viso EL.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la estación Viso EL, respecto de años NIÑO se tiene que el 35% de la serie de tiempo es concuerda con esta clasificación, por su parte los años NIÑA tienen una coherencia del 54%. Esto indica que la información registrada en esta estación es tan susceptible a los años NIÑA, por tanto, la zona de influencia de la estación también debe responder a esta característica climática extrema. Vale la pena mencionar que es una estación con la mayor cantidad de registros faltantes (**Figura 3.41**).

Precipitación media: esta se obtiene a partir de los datos diarios de precipitación depurados y completados cuando la cantidad y cercanía de estaciones vecinas lo permite, es posible que existan registros que no puede ser completados ya sea porque no tiene una estación con información cercana o que si este cerca pero la estación tenga la misma falta de información, en estos casos se procede a completar la información con los promedios anuales y/o mensuales de manera que no se alteren los promedios de datos registrados. De la **Tabla 3.7** a la **Tabla 3.12**, se muestran los promedios multianuales de las 51 estaciones en análisis.

**Tabla 3.7. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ARJONA [29030040]	BELEN HDA [13090080]	BERRUGAS [13090030]	CALMA LA [29030450]	CAMARON [29030480]	CAMPANOS LOS [29040290]	CANAVERA L [14010050]	CANDELARI A [29040260]	CANONE- GRO HDA [29010120]	CARMEN DE BOLIVAR AUTOMATICA [29015040]
1984		2281,8	1819,0	2258,1	2281,1	1368,0	1261,8	907,0	1196,0	1040,6
1985		1656,2	1159,0	1348,5	1657,2	787,0	907,7	676,0	1073,0	888,1
1986	902,5	900,8	689,1	1516,2		1008,0	641,4	836,0	840,0	376,9
1987	1400,1	1551,1	1109,5	2049,2	1830,6		948,2	69,0	874,0	1017,0
1988	1713,8	1956,6	1784,3	2579,9	2457,2		1324,3		957,4	1151,8
1989	862,4	1928,5	1118,3	1823,6	1314,6		1193,8		731,8	880,4
1990	1591,7	2315,0	1223,7	1998,5	1658,5	1071,0	1316,5	1571,5	1341,0	1078,5
1991	1007,7	334,0	43,2	1526,3	1051,7	989,0	811,6	1149,0	879,5	1012,3
1992	1165,3	1770,0	1046,0	1545,1		936,0	908,7	1164,0	895,0	1224,1
1993	925,9	1755,0	1219,4	2063,6	416,6	1299,0	665,6	1931,5	1029,7	1036,4
1994	1004,5	2531,7	1333,5	1600,5	2131,9	1429,9	1174,7	1479,0	1011,4	1097,1
1995	1240,3	2168,9	1491,5	2525,4	3091,0	1667,7	1462,5	1311,6	966,4	1125,2
1996	1753,0		1752,7	2234,9	2418,4	1685,0	1646,3	1584,0	1207,0	1017,7
1997	893,1	1551,3	1090,7	1790,0	1305,3	1076,0	688,6	969,2	764,0	1035,5
1998	1143,9	196,8	1310,1	2188,0	1768,8	1698,0	1052,2	1330,0	1125,0	1199,0
1999	1230,8	865,7	1458,5	2865,4	1429,3	1293,0	1445,1	2017,5	1267,8	1380,0
2000	1406,9	1810,1	1064,4	2130,4	2043,6	1200,0	1460,6	1657,0	636,0	1090,2
2001	1001,7	1669,4	940,4	1321,2	1946,5	1158,0	924,1	1083,0	484,0	826,6
2002	1061,0	1741,0	656,3	1138,7	1501,0	1301,0	1046,3	778,0	100,0	1198,2
2003	1621,7	1837,5	1798,1	2699,5	2139,3	2126,0	1114,9	1805,0	1145,2	1244,6
2004	1015,8	2270,4	682,3	2696,7	1853,6	1621,0	1226,8	1015,6	1015,5	662,0
2005	1633,8	1789,6	1668,9	2706,1	2674,9	1401,5	1618,1	1867,5	1226,0	1462,6
2006	1079,9	1666,3	1399,0	2016,6	2077,1	2138,0	1239,4	1313,0	940,0	1116,8
2007	1512,2	1974,0	1919,0	1750,0	1996,0	3317,0	1272,1	1545,5	1223,0	1258,5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ARJONA [29030040]	BELEN HDA [13090080]	BERRUGAS [13090030]	CALMA LA [29030450]	CAMARON [29030480]	CAMPANOS LOS [29040290]	CANAVERA L [14010050]	CANDELARI A [29040260]	CANONE- GRO HDA [29010120]	CARMEN DE BOLIVAR AUTOMATICA [29015040]
2008	1366,0	1920,7	1410,6	1943,2	2464,5	2959,0	1649,1	1454,0	1304,0	1363,7
2009	859,4	1777,5	835,3	1005,0	1987,8	1504,3	1032,2	1177,0	617,0	1171,1
2010	1687,0	3283,0	2326,0	2186,0	2485,7	2333,0	1868,2	1483,0	1270,0	
2011	2458,0	2783,0	1260,6	3065,0	2999,5	1702,0	1795,5	1295,0	312,0	1482,7
2012	2680,2	2181,0	1124,2	1892,0	1850,9	1458,0	1049,3	310,8	183,0	1087,9
2013	2978,2	1446,0	930,3	2388,0	2632,1	1389,0	1417,6	1016,0	1315,0	1104,9
2014	2097,0	1856,0	326,3	1759,0	1723,9	1249,0	1153,6	881,0	1063,0	889,9
2015	2169,0	1455,0	243,6	1572,0	1212,6	1017,0	729,7	636,0	605,6	754,7
Prom	1381,9	1781,4	1194,8	2005,7	1946,7	1523,5	1189,0	1210,4	924,9	1073,4

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.8. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	CASA DE BOMBAS [29030410]	CASA DE PIEDRA [29030500]	ESPERANZA FCA LA [29030510]	FLAMENCO [29030160]	GAMERO [29030170]	HAYA LA [29030570]	HIBA CHARO [14010020]	INDUGAN HDA [29010130]	LENA [29040200]	LOMA GRANDE [29030270]
1984	822,0	1955,0	2281,8	1397,0	1291,0	1684,7	1181,5	896,0	1100,0	1094,0
1985	643,0	1527,1	1857,6	1168,0	1235,0	1242,3	1198,5	745,2	819,0	654,0
1986	751,0	1268,8	32,7	945,9	1361,0	1081,6	837,0	937,2	992,0	982,0
1987	707,5	2067,5	1970,3	1226,8	1375,0	1463,7		1074,2	1267,1	
1988		2228,1	2963,5	1501,7	1388,0	1626,0		1031,3	1652,0	
1989		1426,5	2058,5	976,8	1610,0	1392,0			896,0	
1990	961,0	1874,8	2418,0	1315,3	1922,0	1719,8	1052,0		870,0	477,0
1991	491,5	1469,8	2168,9	861,1	1336,0	1112,9	762,0	786,1	696,0	825,0
1992	897,0	1113,2	1824,0	1366,5	1142,0	1369,3	971,0	812,7	1148,0	1030,0
1993	969,0	1824,3	2137,5	1420,5	1550,0	1691,8	1269,9	966,0	931,0	914,1
1994	696,0	1652,2	1933,5	1238,8	1134,0	1669,9	1043,0	1050,0	989,0	911,0
1995	1023,5	2234,3	2651,1	1281,8	1606,0	1681,4	1166,0	1048,0	1001,0	937,0
1996	1124,0	1894,6	2460,7	1395,0	1294,8	1529,8	1077,3	1261,3	1118,0	1132,9
1997	508,0	1061,1	1817,5	1261,4	1086,0	1260,2	740,0	578,0	691,0	495,5
1998	1137,0	1732,0	1998,6	1353,0	1585,4	2100,8	850,0	845,0	1103,0	1207,8
1999	1173,7	2157,5	472,8	1494,5	2051,3	1929,7	1561,1	1237,9	1119,4	920,2
2000	789,0	1353,9	2082,1	1375,0	1398,6	262,7	1171,0	759,7	857,0	856,7
2001	709,0	1210,8	924,4	1319,2	1395,0	1238,5	921,0	1478,7	991,0	875,9
2002	561,2	1621,6		1178,0	1314,0	1275,6	1144,0	1173,7	806,0	721,0
2003	912,0	1890,0		1077,5	2015,7	1677,7	1399,5	648,0	1438,0	1045,4
2004	808,6	2190,4		1397,2	1267,0	1278,1	1133,0	1138,9	925,0	732,5
2005	973,0	2517,3	2256,1	1217,0	1447,0	1877,8	1474,0	1278,1	999,6	1076,1
2006	803,0	1806,0	1892,0	1863,0	1324,2	1892,1	1286,0	1782,0	1537,0	1069,0
2007	1212,0	2318,1	1647,8	1183,0	1337,0	1462,8	1599,0	1139,0	1225,6	1107,0

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	CASA DE BOMBAS [29030410]	CASA DE PIEDRA [29030500]	ESPERANZA FCA LA [29030510]	FLAMENCO [29030160]	GAMERO [29030170]	HAYA LA [29030570]	HIBA CHARO [14010020]	INDUGAN HDA [29010130]	LENA [29040200]	LOMA GRANDE [29030270]
2008	1083,0	1801,0	2117,0	1658,0	1616,0	1614,0	1736,0	1285,0	1227,0	1013,0
2009	822,0	1550,4	1973,9	1422,0	1444,1	1903,0	966,0	858,0	1147,0	626,0
2010	1548,0	2725,0	2776,6	2182,0	2004,6	2374,0	2333,0	1833,0	1806,0	1308,1
2011	1475,0	2542,0	2874,3	2255,0	1617,0	2167,6	1928,0	1340,0	1507,4	1477,0
2012	874,0	1947,0	2204,6	1993,0	1126,0	2208,3	1221,0	652,0	885,0	795,0
2013	1176,0	2123,0	2033,8	4265,0	1361,0	1667,0	893,0	839,0	913,0	1228,7
2014	945,0	1607,0	1592,0	2578,0	1119,0	1115,9	1078,0	795,0	1308,0	627,9
2015	395,0	1190,8	978,7	1504,0	829,0	474,3	484,0	699,0	706,0	468,8
Prom	899,7	1808,8	1944,8	1521,0	1424,5	1532,7	1188,8	1032,3	1083,5	917,5

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.9. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	MAM PUJAN [29030780]	MONTE BELLO [29040020]	MONTE CRISTO [29030520]	NISPERO EL [29030310]	NORMAL MANATI [29035080]	NUEVA FLORIDA [29035040]	PALO ALTO [13090110]	PIOJO [14010010]	PLATANO [29030530]	POLO NUEVO [29040080]
1984	2024,6		768,2	1697,0	1257,8	774,5	1846,0	1314,8	1568,6	1429,0
1985	1609,9		1168,1	1553,2	679,2	1432,3	1425,7	897,2	1108,4	1135,6
1986	1646,6		1406,7	1310,1	969,8	509,8	347,9	823,7	229,0	983,5
1987			1567,0	1600,5	992,7	1607,9	1429,5	1482,5	1713,4	1435,9
1988	1934,6		1967,9	1737,4	1251,7	1406,3	1663,9	1741,3	1185,7	
1989	1893,7		1339,2	1479,4	1143,4	639,8	1547,8	1262,4	1283,8	
1990	1954,2	1076,4	1783,5	1703,4	1029,8	1678,3	1888,1	1231,0	1616,2	1331,8
1991	1289,1	751,7	1382,2	1025,0	803,5	767,3	214,3	766,0	1035,7	603,7
1992	1690,5	1131,0	1669,6	1600,0	958,2	1281,2	1409,6	826,0	1842,0	1070,7
1993	2802,8	1400,0	1975,1	1702,0	1404,9	2455,0	1481,9	1060,3	1406,1	1146,4
1994	1805,1	964,7	1679,4	1476,0	987,4	1638,2	1780,1	1034,0	900,0	1050,2
1995	2089,0	1176,2	2032,3	1511,1	1290,6	2020,1	2110,4	1371,0	1391,0	1716,4
1996	2038,7	1064,2	2343,7	1784,4	1191,1	1954,2	2122,3	1053,0	1633,0	1192,0
1997	1400,7	828,7	1304,7	898,2	899,6	1206,5	1656,8	878,1	474,0	675,9
1998	3870,2	997,5	1824,8	1259,8	1216,1	1384,7	1774,5	1535,6	2191,0	1232,8
1999	2859,4	1634,6	2286,7	1597,2	1413,4	2054,1	890,8	1487,1	2857,6	943,2
2000	2395,9	1092,8	3538,0	1295,8	1183,2	1565,7	1453,2	1022,7	1984,0	941,3
2001	1552,9	802,2	848,0	1394,8	816,4	1324,8	1483,8	847,0	1003,5	729,4
2002	2677,4	791,1	1924,0	1089,6	820,4	1159,8	1348,0	961,0	1019,0	778,7
2003	3795,8	1169,0		1516,9	1034,9	1612,8	943,0	1479,0	3076,0	1276,3
2004	3086,0	962,3	3436,8	1119,9	952,0	363,9	2013,2	1066,4	307,2	797,9
2005	3541,5	1119,7	4167,9	1640,0	871,9	1609,5	2026,4	1238,8	2162,3	1364,0
2006	2803,2	1279,6	2763,5	1541,6	918,6	1783,5	2106,2	1114,6	2900,3	1192,5
2007	2310,3	1562,6	2303,7	1694,0	1212,5	2022,2	1933,2	1260,5	3350,6	1087,1

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	MAM PUJAN [29030780]	MONTE BELLO [29040020]	MONTE CRISTO [29030520]	NISPERO EL [29030310]	NORMAL MANATI [29035080]	NUEVA FLORIDA [29035040]	PALO ALTO [13090110]	PIOJO [14010010]	PLATANO [29030530]	POLO NUEVO [29040080]
2008	1703,5	1800,9	2070,2	1448,6	1488,6	2158,9	1523,3	805,6	2061,6	2028,2
2009	1677,2	987,2	2326,4	1772,0	1168,8	1807,8	1433,0	841,1	373,0	1143,6
2010	2661,0	1826,2	2976,8	2793,0	1426,3	2469,2	2128,1	2737,7	2798,5	1858,3
2011	2296,0	1683,0	2307,7	1797,0	1220,9	2282,0	2148,2	2147,2	2462,9	1727,6
2012	2004,0	1026,6	2088,6	946,0	846,9	1331,7	1460,3	751,8	1541,2	
2013	2068,0	1342,8	2478,3	1478,0	942,7	1803,3	1737,3	809,0	164,0	1037,0
2014	1738,0	922,7	1109,8	1270,0	1172,9	1166,9	1419,2	666,1	1710,0	804,0
2015	1334,0	773,5	796,8	1241,0	306,4	1265,3	1261,7	627,7	1616,0	
Prom	2211,4	1160,3	1988,2	1499,2	1058,5	1516,8	1562,7	1160,6	1592,7	1168,3

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.10. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	PONEDERA [29040070]	PORVENIR EL [14010090]	PRESA AY GRANDE [29035030]	PTO SANTANDER [29030080]	RABON EL HDA [29040270]	REPELON [29035070]	ROCHA [29030320]	SABANA LARGA [29040190]	SABA NETICA [13090010]	SAN BASILIO [29030280]
1984	1319,0		1652,6		975,7	883,9	1262,0	1189,0	1083,0	1277,3
1985	1021,6		1552,0		404,0	848,3	881,7	1122,4	811,7	1198,8
1986	898,0		1396,1	821,0	1067,0	758,8	309,1	935,1	1228,0	1186,2
1987	887,6		1530,1		1534,0	580,6	1336,7	1331,0	1518,7	1313,9
1988			955,8		1020,0	1035,9	885,6		2130,4	1566,3
1989		954,0	1774,5	2036,0		817,6	1092,2		968,6	1372,7
1990	894,5	1168,0	1941,4	2412,0		972,4	1326,1	1195,0	1435,4	1692,5
1991	569,8	842,0	1167,8	2736,7	783,0	632,5	683,2	917,0	36,0	1491,0
1992	1291,5	984,0	1691,6	1979,0	1013,0	758,1	1273,2	996,0	1132,6	1705,0
1993	991,5	1141,0	1803,1	2369,0	1747,0	1183,8	991,0	1083,0	1249,2	2149,8
1994	605,0	1213,0	1113,5	2504,0	1066,0	703,7	1060,7	1122,0	1077,5	2381,0
1995	1214,0	1640,0	2095,3	2917,0	1252,0	1120,4	1104,2	1360,0	1348,4	3438,0
1996	1219,0	1155,0	2186,2	2679,0	1309,0	949,2	1313,7	1286,0	1207,0	2388,5
1997	988,0	721,2	1471,5	2691,0	666,5	607,2	946,1	1043,0	740,8	1402,5
1998	1368,0	1062,2	1833,4	3022,0	1184,0	746,2	1055,3	1196,0	1333,4	3473,0
1999	917,0	1586,7	2381,7	3844,0	377,0	1090,4	11,3	1474,0	30,2	3569,0
2000	897,0	888,3	2135,5	2869,0	879,0	786,8	1182,2	1239,0	668,3	4229,6
2001	1017,0	689,8	1767,1	2500,0	822,0	863,8	646,5	1006,9	1020,4	2676,0
2002	1197,0	501,1	1043,0	2387,0	1038,0	517,8	680,6	1122,0	1038,1	3778,0
2003	2115,8	1364,7	1394,8	2760,0	963,0	604,6	1469,2	1409,0	1636,5	3327,0
2004	924,0	840,3	394,1	4146,0	1203,1	865,1	1183,0	849,0	1859,0	4295,0
2005	1271,2	1629,8	2040,2	4398,0	1220,0	989,0	1120,4	1035,0	1257,0	2976,2
2006	980,0	975,8	2308,6	3407,0		916,9	1280,3	1353,0	1474,8	1910,0

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	PONEDERA [29040070]	PORVENIR EL [14010090]	PRESA AY GRANDE [29035030]	PTO SANTANDER [29030080]	RABON EL HDA [29040270]	REPELON [29035070]	ROCHA [29030320]	SABANA LARGA [29040190]	SABA NETICA [13090010]	SAN BASILIO [29030280]
2007	1439,0	1325,0	1957,4	3294,0	1261,0	992,7	1215,1	1175,0	1746,0	1632,9
2008	57,0	1704,0	2402,5	3211,0	1313,0	1074,6	1183,3	1413,0	1127,5	1651,4
2009	724,0	1046,0	1979,1	2391,0	884,0	752,6	892,7	925,0	811,8	1083,4
2010		2172,0	2531,6	3533,0	1323,6	1466,0	2087,9	1870,0	2105,9	814,5
2011		1776,0	2172,3	3376,0		1358,0	2078,2	2049,0	2228,9	2469,3
2012	865,7	1584,0	1673,2	3040,0	593,0	858,7	1177,7	1127,8	1083,0	1542,5
2013	859,0	1529,8	1774,8	2843,0	923,0	1091,2	1140,5	907,5	1596,0	2448,1
2014	1027,0	777,0	1776,3	2444,0	658,0	933,0	983,9	850,0	1018,0	1463,0
2015	266,0	614,0	1357,9	1891,0	803,0	572,6	833,7	632,1	773,0	825,0
Prom	993,7	1180,9	1726,7	2803,6	1010,1	885,4	1084,0	1173,8	1211,7	2147,7

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.11. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	41	42	43	44	45	46
	SAN CAYETANO [29030200]	SAN CRISTOBAL [29030150]	SAN ESTANISLAO [29030050]	SAN JOSE [29030140]	SAN ONOFRE [13090020]	SAN PABLO [29035110]
1984	1128,0	2384,0	808,6		1272,1	1339,9
1985	1089,4	1469,7	627,0		1118,9	1505,9
1986	208,4	1234,2	296,4		1049,8	1533,6
1987	1489,3	1679,1	727,6		1465,0	
1988	1938,2	2504,4	1184,5		1633,0	199,1
1989	1338,7	1895,5	935,0		1112,8	399,5
1990	1547,5	2185,1	696,6	1182,3	1420,9	1921,1
1991	1139,3	1483,9	731,0	879,7	117,0	705,4
1992	1092,7	1708,7	788,5	846,4	47,1	1541,7
1993	1197,0	2059,7	774,1	1209,5	1139,5	1489,1
1994	1368,9	1731,7	893,8	1391,3	1062,5	1853,9
1995	1755,0	2399,0	1271,2	965,9	1349,3	2127,4
1996	2784,9	1991,5	1230,8	1189,3	2210,6	1981,4
1997	1145,0	1757,3	511,5	532,7	1308,0	1255,7
1998	1396,5	2063,1	1103,0	1154,4	974,3	1842,5
1999	1379,4	832,9	465,1	1190,0	509,5	883,1
2000	1165,4	1519,0	966,9	1019,6	1088,8	1725,7
2001	1045,1	1728,0	953,1	1014,4	579,4	1854,1
2002	1051,0	1502,4	886,7	748,3	878,8	1767,9
2003	1528,5	1963,9	1325,5	1439,1	1208,4	1788,2
2004	2585,1	580,8	794,1	985,0	1137,8	748,8
2005	1471,6	2386,7	959,3	1232,1	655,1	1852,5
2006	1436,8	2141,8	1872,4	897,6	1005,1	2169,5
2007	1296,8	1709,6	1451,2	1452,0	1244,0	1593,8
2008	1859,9	1946,3	993,3	1168,0	1228,8	1963,4
2009	1423,8	1207,1	674,4	780,5	973,2	1600,4
2010	2100,7	2928,0	1702,6	1913,5	1673,1	2562,3
2011	1920,3	3052,8	2153,0	1455,2	1637,9	2173,1
2012	1415,1	2388,0	1308,0	1127,9	479,1	1506,0
2013	1265,9	2720,0	2379,0	1007,4	621,5	1976,9
2014	881,6	1854,0	989,0	1120,6	372,0	1581,7
2015	1019,0	1402,0	1337,3	528,7	429,0	1038,4
Prom	1420,8	1887,8	1056,0	1093,5	1031,3	1563,9

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.12. Promedios multianuales de precipitación para las 51 estaciones del IDEAM.**

	47	48	49	50	51
	SAN PEDRITO ALERTA [29040310]	SINCERIN [29035170]	TIOGOLLO [29050010]	USIACURI [29040240]	VISO EL [29030430]
1984	1107,7	401,4	1419,0	794,3	1692,0
1985	917,2	1066,3	1056,0	703,8	616,0
1986	840,1	1077,1	1099,0	855,1	300,0
1987	1063,0	547,3	1464,0	923,2	1085,0
1988		222,2	2260,0		955,0
1989			1739,0		1090,0
1990	924,2	1380,2	1375,8	1069,0	934,0
1991	845,9	702,4	1141,0	734,7	905,0
1992	1042,3	1214,9	1182,0	936,6	992,0
1993	1210,0	951,5	1508,0	1080,0	1284,0
1994	861,9	1095,5	1124,0	1023,1	1334,0
1995	1383,6	1660,0	1453,0	1162,6	1051,0
1996	1575,0	1334,2	1525,0	907,3	1067,0
1997	762,3	167,4	1039,0	845,9	927,0
1998	1162,2		1429,0	1081,2	1176,0
1999	584,5	861,8	1678,0	1416,7	1641,0
2000	328,6	1264,8	1435,0	1136,9	1703,0
2001	873,8	1464,4	1226,0	884,8	1395,0
2002	1049,8		1286,0	722,6	1266,0
2003	1050,5	259,3	1138,0	1362,4	1165,0
2004	1054,1		1092,0	1006,8	1437,0
2005	1312,2	1167,5	1407,0	1114,1	1500,0
2006	1230,0	2151,2	1169,0	1132,8	1076,0
2007	1353,0	1567,6	1498,0	1376,7	995,0
2008	1343,0	1442,4	1568,0	1466,6	1391,0
2009	988,0	1193,4	884,0	946,9	1147,0
2010	1437,0	2120,0	1679,3	1690,2	1235,0
2011	1662,0	1962,0	1778,0	1511,7	1779,0
2012	1406,0		1295,0	1113,1	919,0
2013	1193,9	1152,2	1106,0	724,5	906,0
2014	1283,0	1382,5	1480,0	615,6	1163,0
2015	1208,0	997,3	1128,0	225,0	688,0
Prom	1101,8	1141,0	1364,4	1018,8	1150,4

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3 Análisis Climatológico y Geoespacial

Caracterización (temporal y espacial) del clima. Espacialización de variables climáticas referidas a precipitación anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual; evapotranspiración potencial, real anual y mensual; viento y brillo solar.

El análisis geoestadístico SIG (interpolación kriging), fue el seleccionado ya integra un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza.

Las herramientas de interpolación IDW (Distancia inversa ponderada) y Spline son consideradas métodos de interpolación determinísticos porque están basados directamente en los valores medidos circundantes o en fórmulas matemáticas especificadas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Hay una segunda familia de métodos de interpolación que consta de métodos geoestadísticos, como kriging, que está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción, sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones.

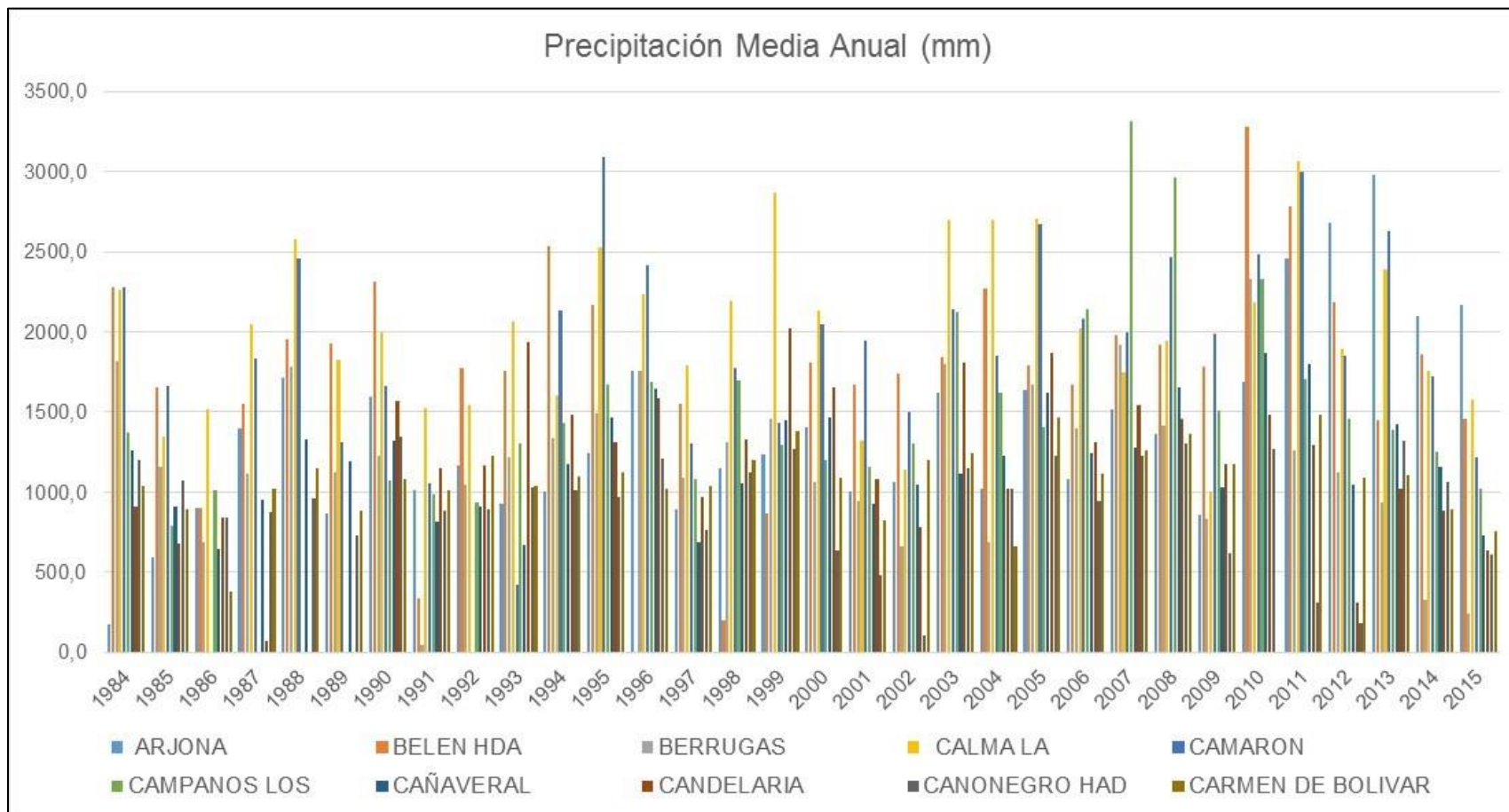
Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie. La herramienta Kriging ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. Se utiliza a menudo en la ciencia del suelo y la geología

Este método fue el utilizado y referenciado en múltiples artículos técnicos (ej. COMPARACIÓN DE VARIOS MÉTODOS PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA EN ZONAS ALTAS DEL ESTADO LARA. Bioagro, año/vol. 13, número 001. Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado Barquisimeto-Cabudare, Venezuela), es el más adecuado dada la influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. El método de interpolación Kriging Universal, además es considerado como el mejor estimador linealmente insesgado, y es el más utilizado para interpolación y predicción de valores en series de precipitación y temperatura dadas las condiciones de localización y elevación sobre el nivel del mar.

#### 3.1.3.3.1 Precipitación

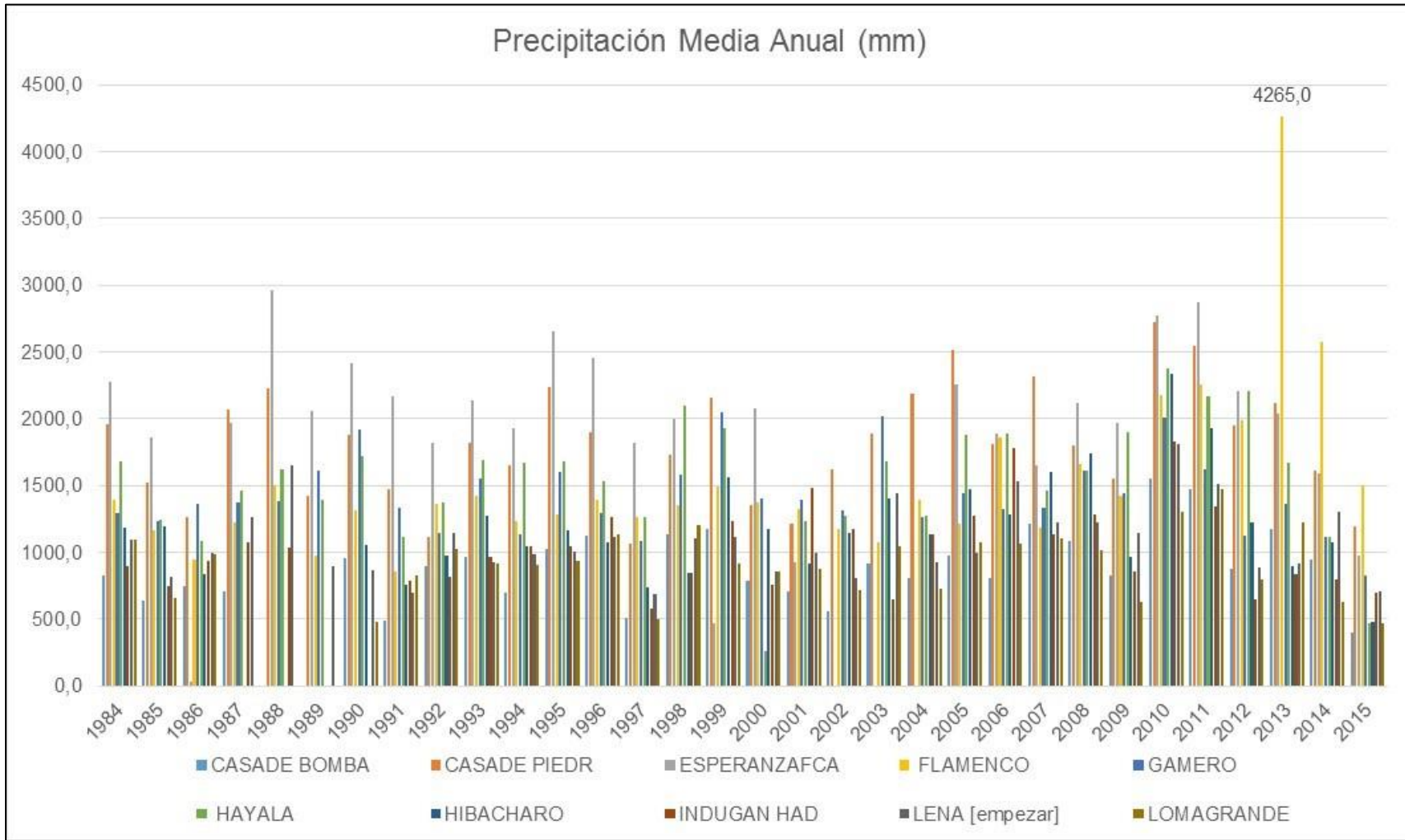
De la **Figura 3.42** a la **Figura 3.46**, se muestra el promedio interanual de 51 estaciones. En estas figuras se muestra el comportamiento de la precipitación en la cuenca.

**Figura 3.42. Histograma de precipitación media anual (mm).**



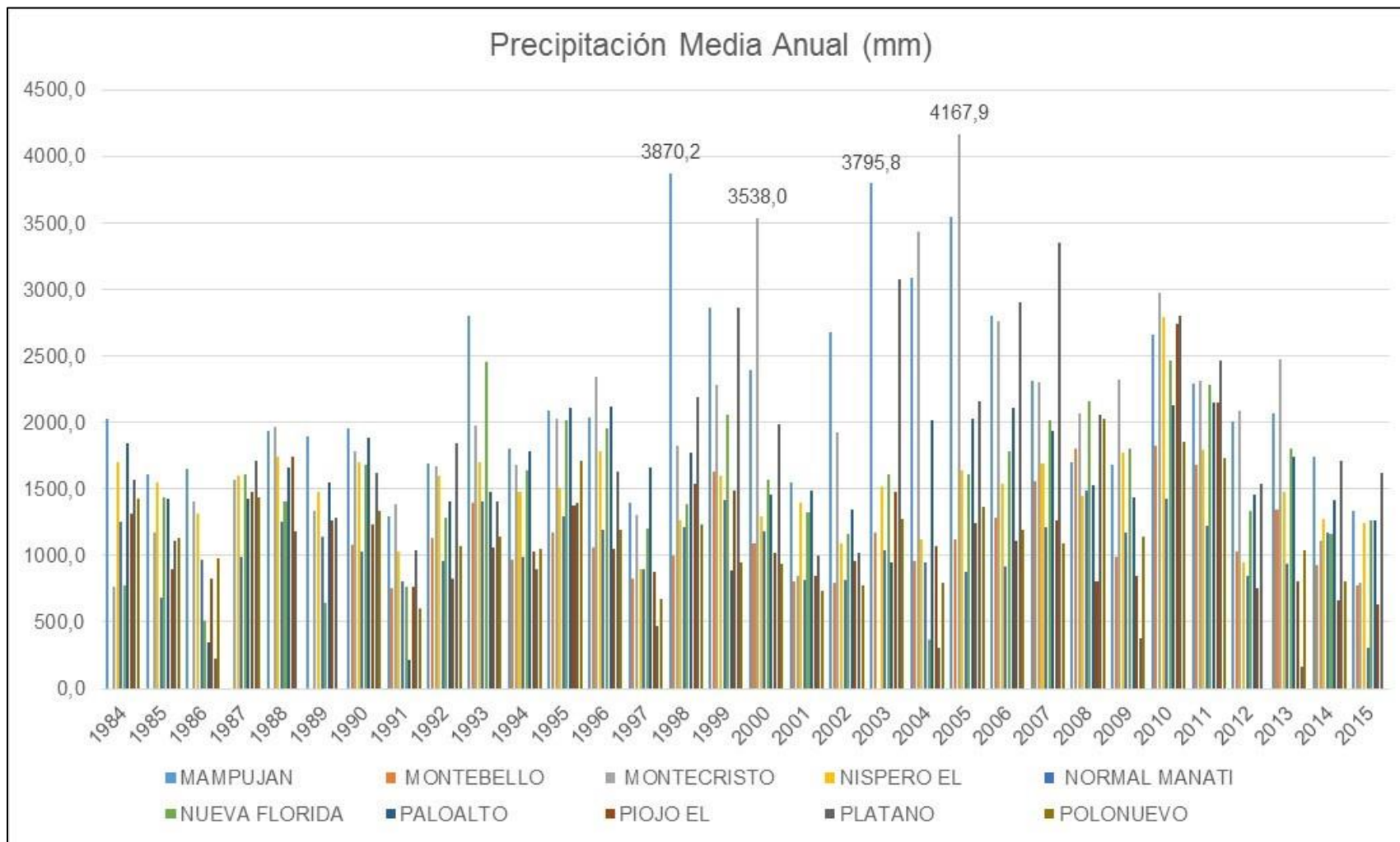
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.43. Histograma de precipitación media anual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

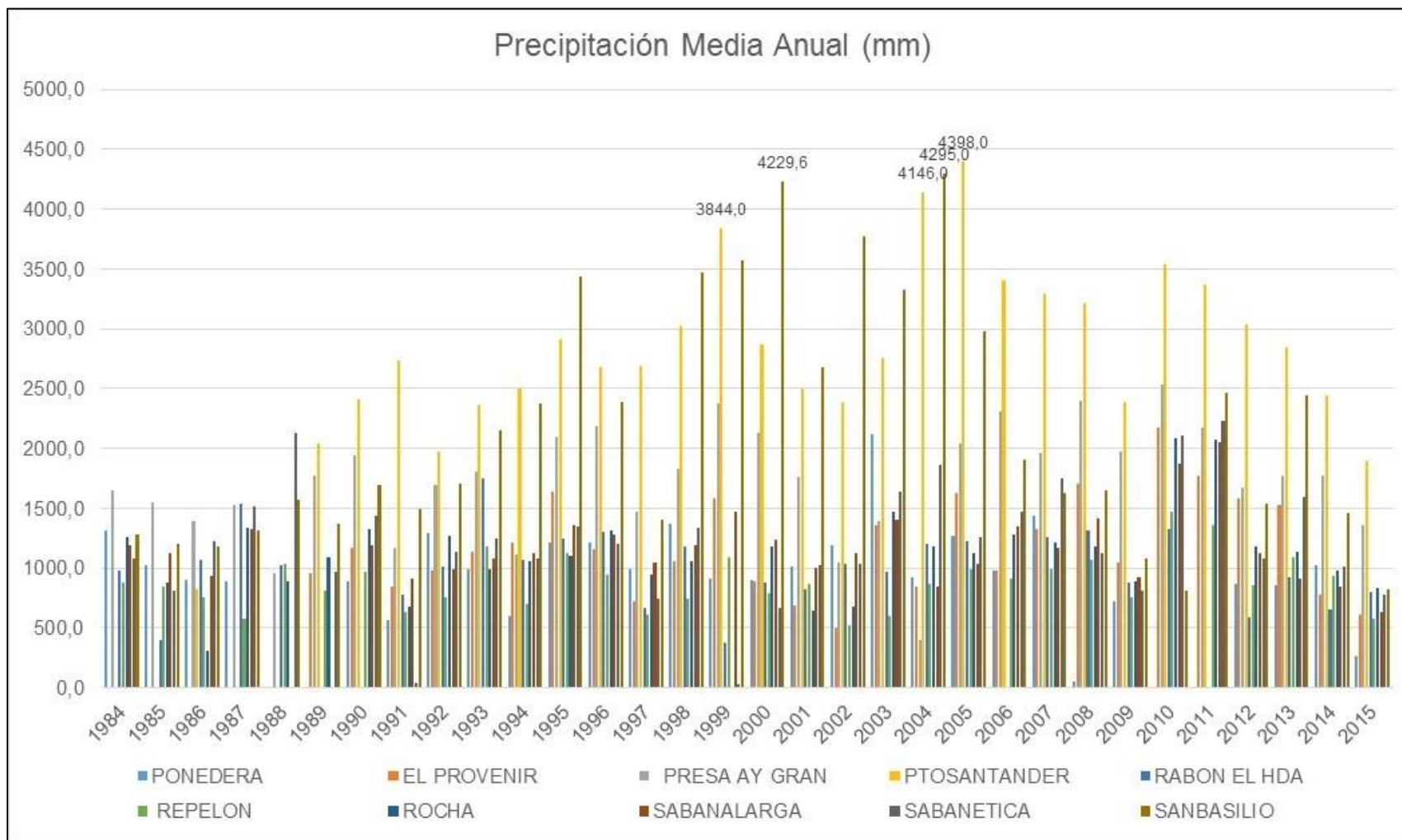
**Figura 3.44. Histograma de precipitación media anual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

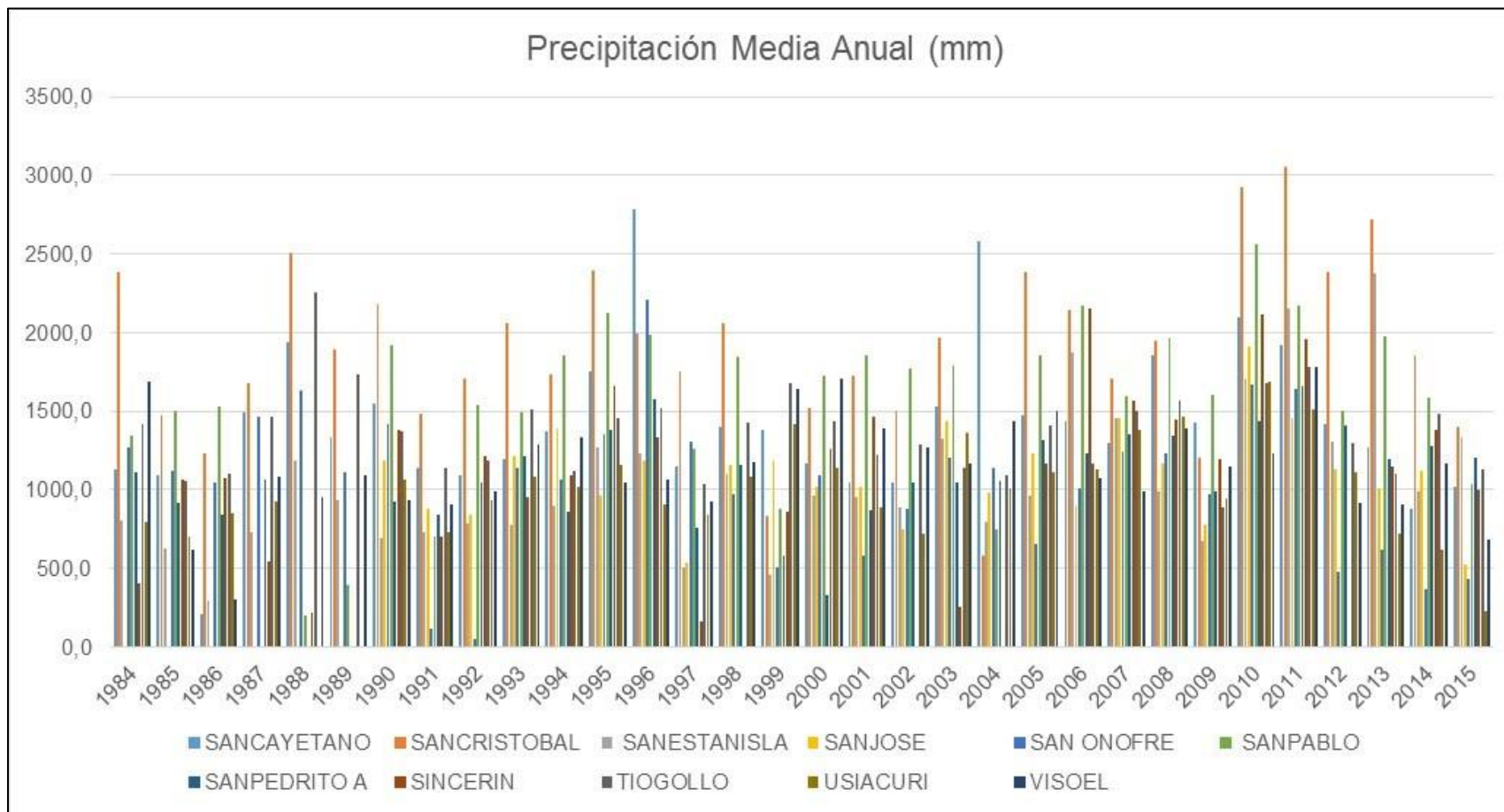


**Figura 3.45. Histograma de precipitación media anual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.46. Histograma de precipitación media anual (mm).**

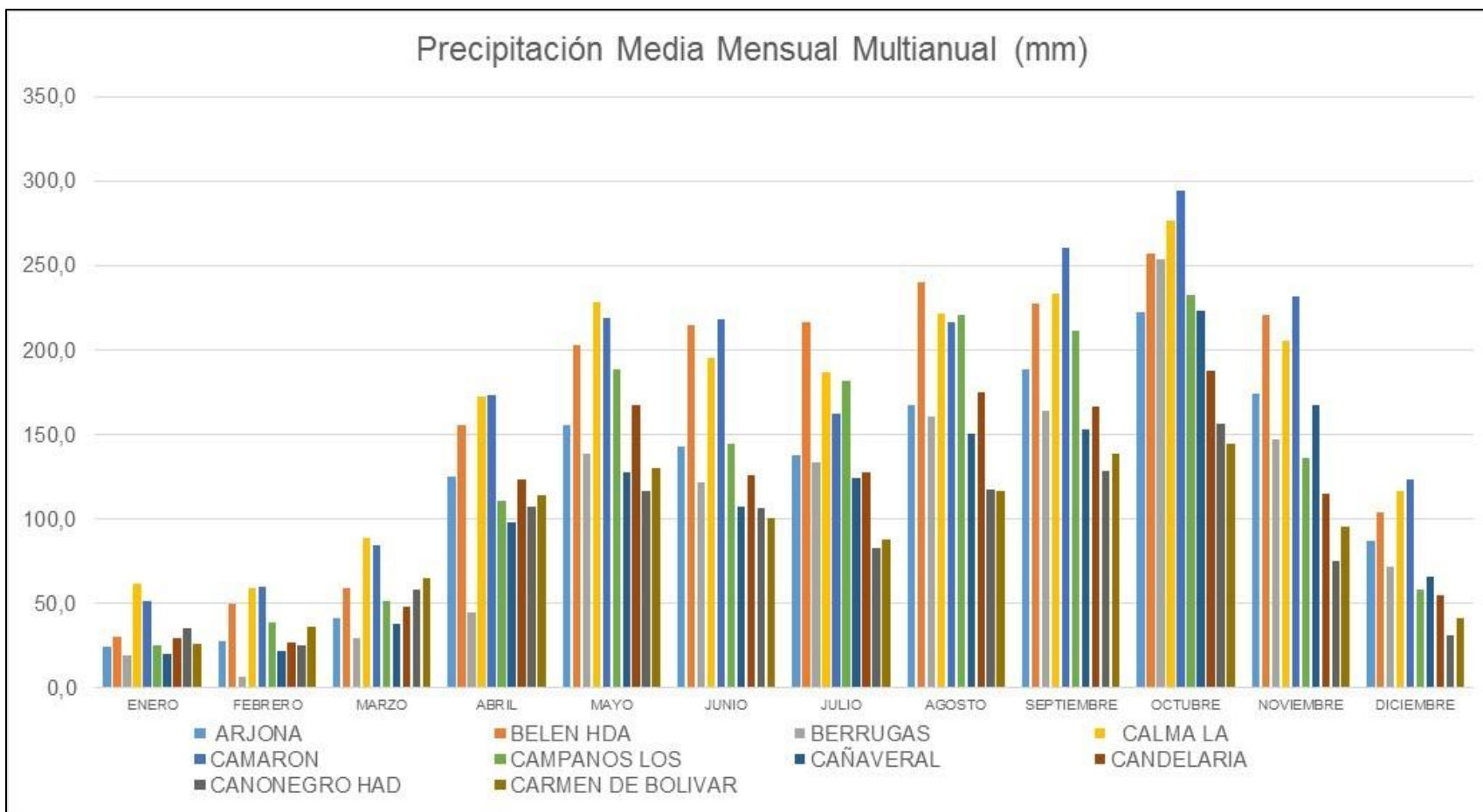


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las anteriores figuras muestran que las estaciones Flamenco, Mampuján, Montecristo, San Basilio y Pto Santander presentan los mayores registros de precipitación con valores desde 3800 mm/año hasta 4200 mm/año.

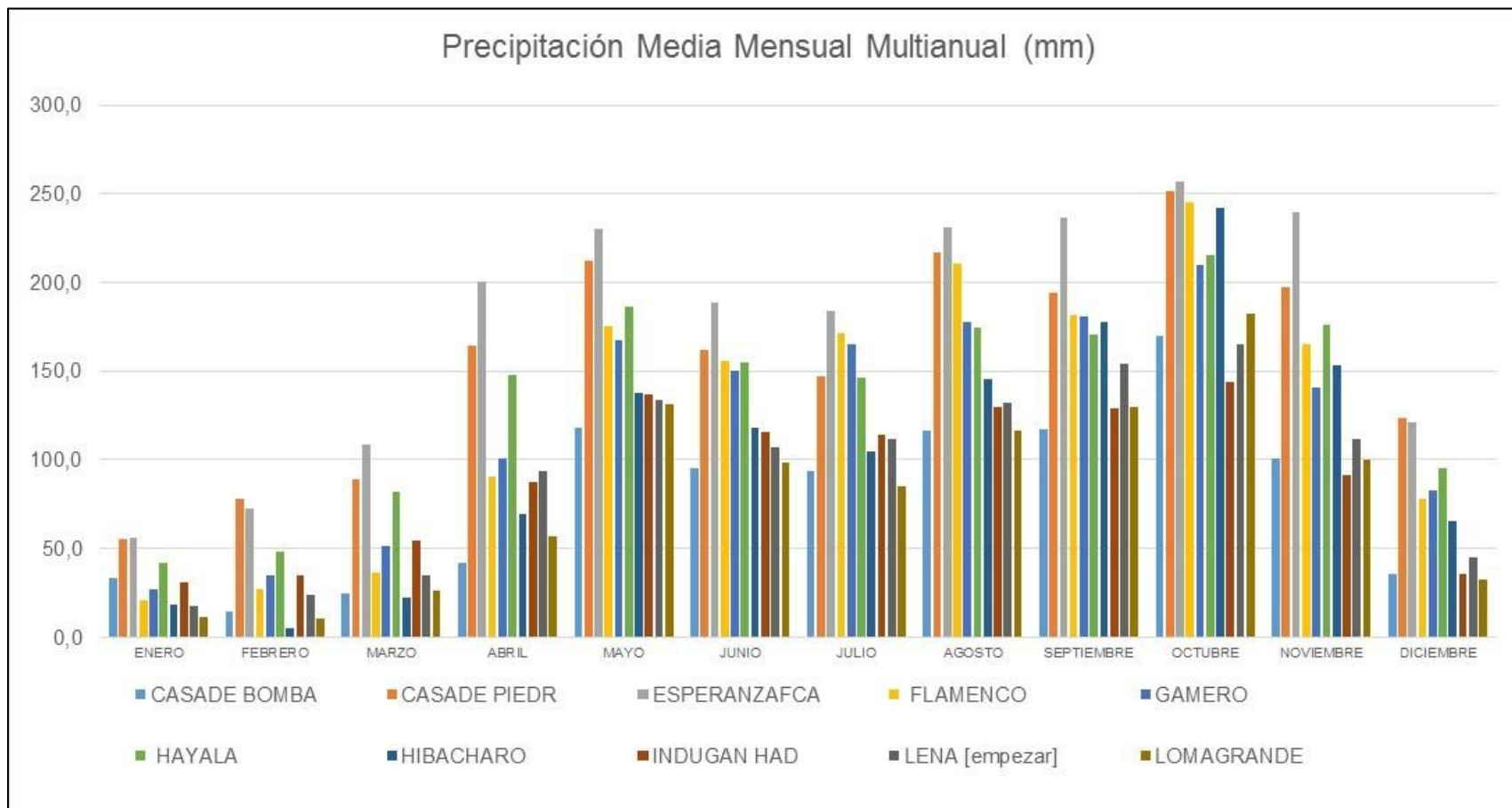
A continuación, el comportamiento mensual multianual, de las estaciones analizadas se presenta en la **Figura 3.47** hasta la **Figura 3.51**.

**Figura 3.47. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm).**



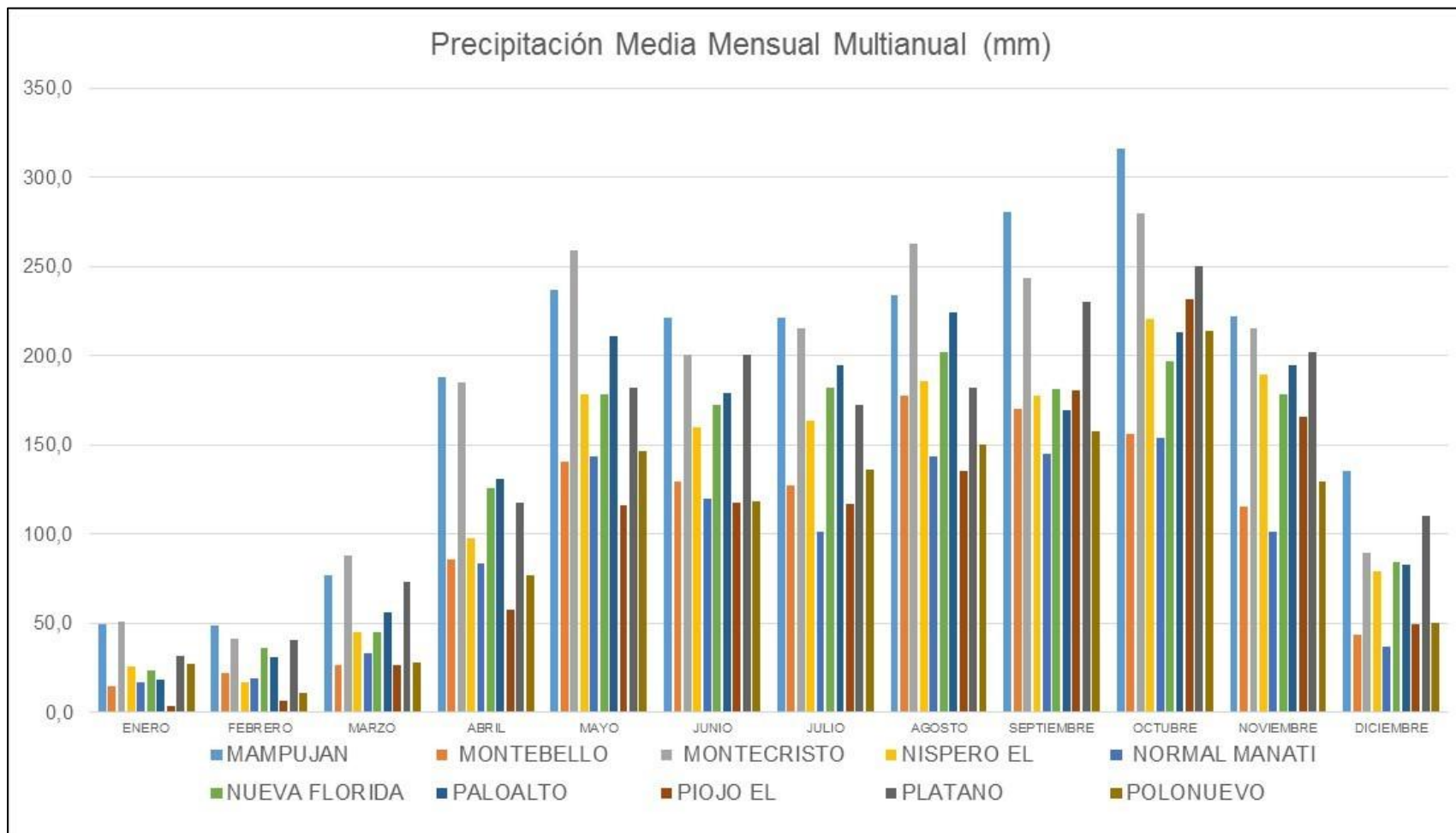
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.48. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm).**



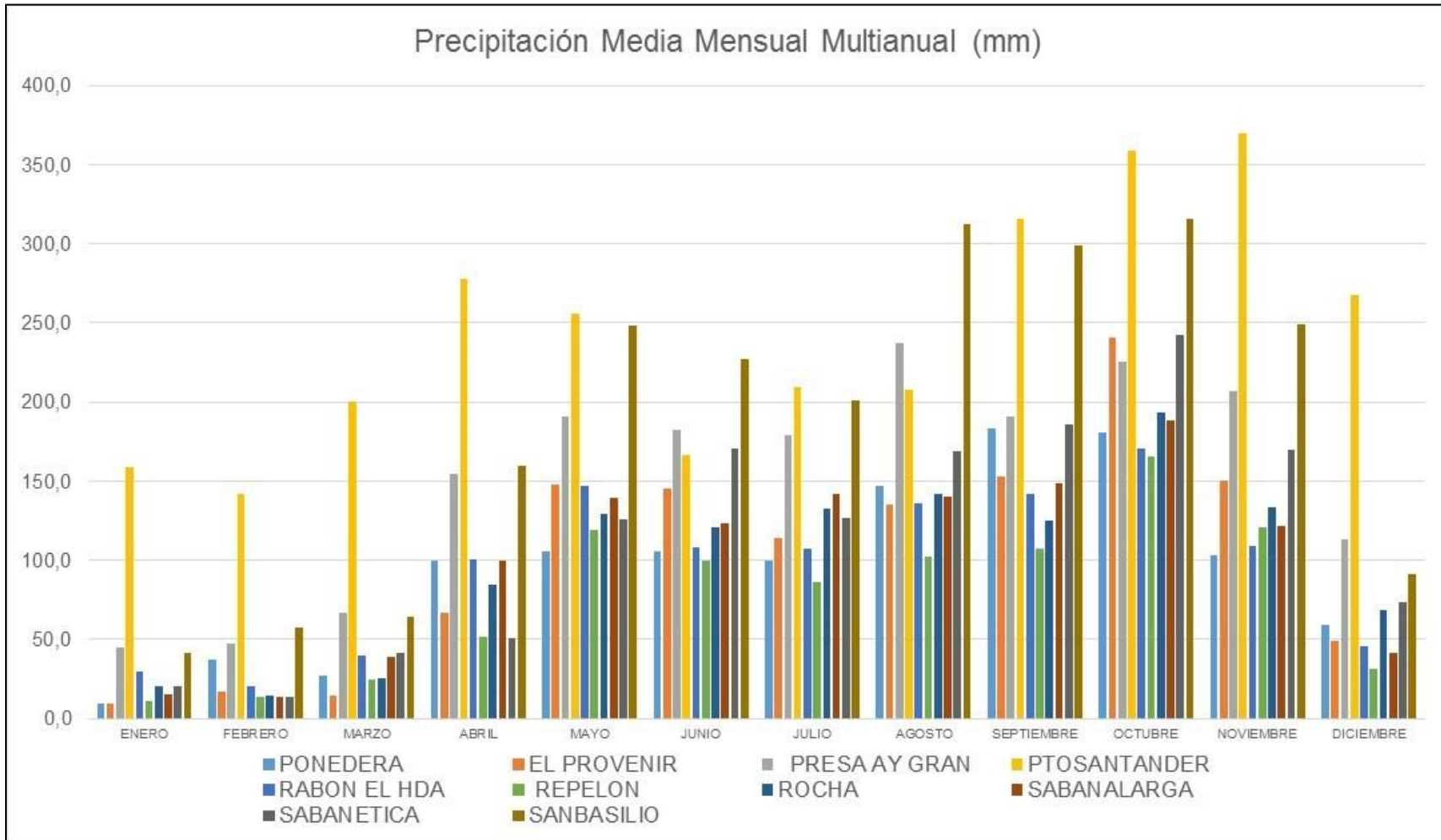
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.49. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

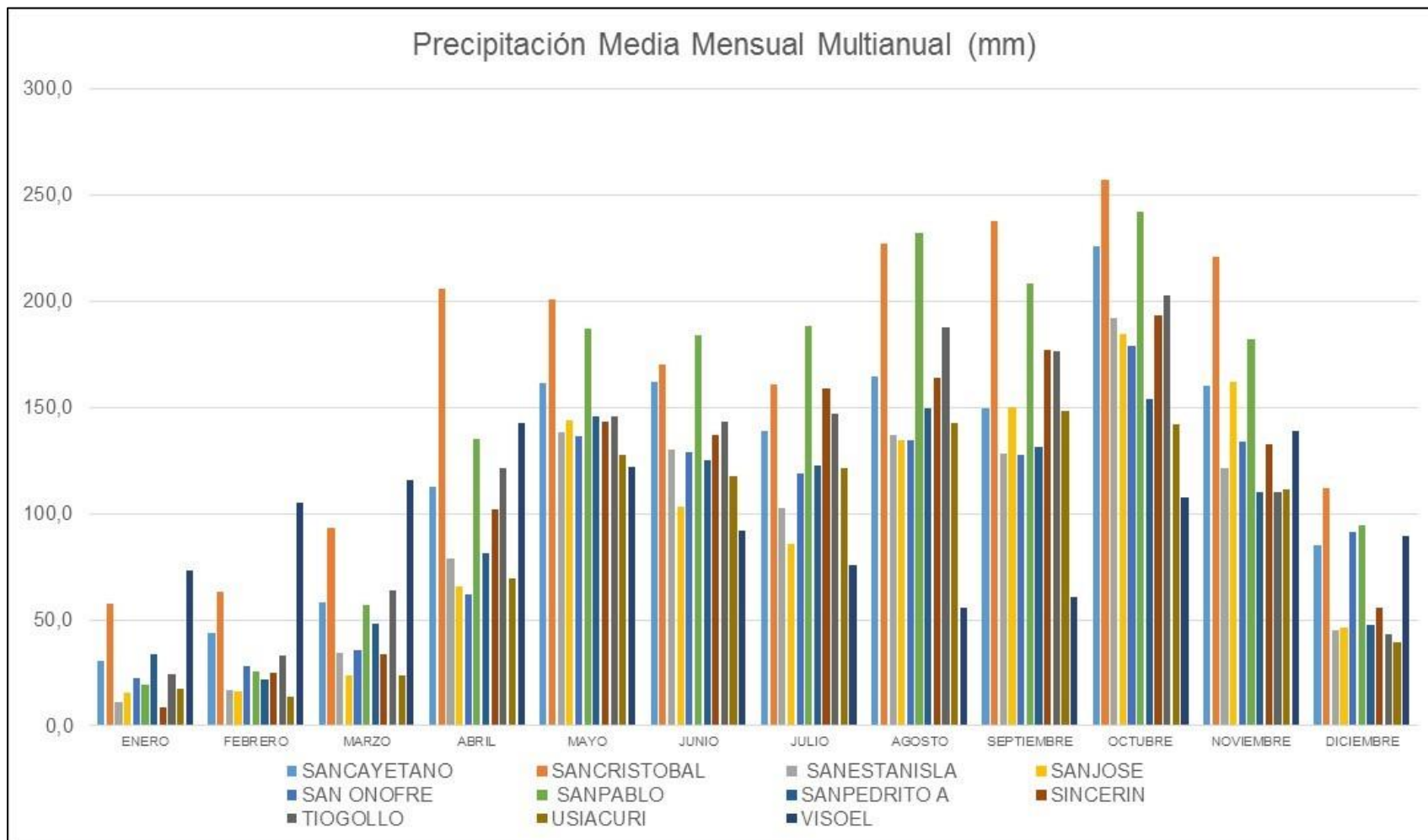
**Figura 3.50. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.51. Histograma de precipitación media mensual multianual (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Es claro que todas las estaciones de precipitación pertenecen a régimen monomodal, es decir presentan una larga temporada de lluvias que inicia en los meses de abril y mayo y termina en noviembre de manera abrupta, los picos de precipitación se registran durante los meses de septiembre y octubre.

### 3.1.3.3.2 Periodos de Retorno

Los periodos de retorno para cada una de las estaciones ubicadas en algunas de las subcuencas del área de estudio, se calculó con el uso de la herramienta SMADA (Stormwater Management and Design Aid) es una colección de herramientas para ayudar en el análisis y diseño de sistemas de aguas pluviales. Estos incluyen herramientas para realizar cálculos hidráulicos, cálculos hidrológicos, generación de hidrograma, cálculos estadísticos, selección de BMP, y carga de contaminantes, y análisis geoestadístico SIG (interpolación kriging), a partir de los que se obtiene la **Tabla 3.13** que resume los valores de precipitación en mm para periodos de retorno de 500, 200, 100, 50, 25, 20, 10, 5, 2.33 y 2 años. (**Anexo 3.1.4**).

Se identificaron los valores máximos de precipitación en la serie de información hidrológica de todos los años por cada estación para así realizar el análisis de frecuencias y periodos de retorno.

**Tabla 3.13. Periodos de retorno.**

NOMBRE ESTACIÓN	X	Y	TR_500	TR_200	TR_100	TR_50	TR_25	TR_20	TR_10	TR_5	TR_2.33	TR_2
ARJONA	832,950	1,588,081	186.9226	170.212	157.54	144.83	132.02	127.867	114.76	101.1	84.3205	80.459
BELEN HDA	883,757	1,677,671	173.7387	160.079	149.73	139.33	128.87	125.467	114.75	103.59	89.873	86.717
BERRUGAS	881,327	1,676,389	237.4317	217.596	202.56	187.47	172.27	167.334	151.78	135.56	115.646	111.06
CALMA LA	853,784	1,577,942	240.074	216.313	198.3	180.23	162.01	156.103	137.47	118.04	94.1855	88.695
CAMARON	887,282	1,680,339	177.7882	165.309	155.85	146.36	136.79	133.689	123.9	113.7	101.171	98.287
CAMPANOS LOS	862,019	1,642,693	186.8591	171.481	159.83	148.13	136.34	132.515	120.45	107.88	92.4427	88.889
CANAVERAL	867,891	1,618,263	262.1699	234.95	214.32	193.61	172.75	165.978	144.63	122.37	95.0478	88.758
CANDELARIA	904,018	1,569,111	163.474	150.354	140.41	130.43	120.37	117.109	106.82	96.092	82.921	79.889
CANONEGRO HDA	915,075	1,604,851	161.1955	147.688	137.45	127.17	116.82	113.459	102.87	91.82	78.26	75.139
CARMEN DE BOLIVAR AUTOMATICA	863,857	1,598,373	152.6659	139.704	129.88	120.02	110.08	106.859	96.693	86.095	73.0827	70.088
CASA DE BOMBAS	887,130	1,646,413	177.3427	160.964	148.55	136.09	123.54	119.463	106.62	93.226	76.7839	72.999
CASA DE PIEDRA	854,947	1,594,502	215.5233	196.8	182.61	168.36	154.01	149.356	134.67	119.36	100.566	96.239
ESPERANZA FCA LA	873,114	1,614,532	169.0297	157.659	149.04	140.39	131.67	128.846	119.93	110.63	99.2155	96.588
FLAMENCO	867,489	1,583,575	210.2818	191.17	176.68	162.14	147.5	142.742	127.75	112.13	92.9392	88.523
GAMERO	878,431	1,593,217	192.9059	177.104	165.13	153.11	140.99	137.063	124.67	111.75	95.8865	92.235
HAYA LA	868,397	1,613,636	201.2227	183.422	169.93	156.39	142.74	138.315	124.35	109.8	91.9281	87.815
HIBACHARO	908,609	1,625,820	185.2426	169.384	157.36	145.3	133.15	129.201	116.76	103.8	87.8765	84.212
INDUGAN HDA	866,176	1,615,817	231.3568	208.291	190.81	173.26	155.58	149.843	131.75	112.89	89.736	84.406
LENA	863,889	1,598,647	207.1622	188.302	174.01	159.66	145.2	140.512	125.72	110.3	91.3655	87.008
LOMA GRANDE	865,539	1,583,705	203.0549	182.952	167.71	152.42	137.01	132.012	116.25	99.808	79.6268	74.982
MAMPUJAN	890,877	1,643,101	328.7427	293.308	266.45	239.49	212.34	203.519	175.73	146.76	111.183	103
MONTEBELLO	914,646	1,683,897	163.7484	150.335	140.17	129.96	119.69	116.348	105.83	94.861	81.3964	78.297
MONTECRISTO	907,934	1,668,175	194.0684	177.606	165.13	152.6	139.99	135.89	122.98	109.52	92.9907	89.187
NISPERO EL	910,977	1,655,445	207.1102	188.986	175.25	161.46	147.57	143.061	128.85	114.03	95.833	91.645
NORMAL MANATI	901,220	1,680,141	177.3461	162.543	151.32	140.06	128.72	125.034	113.42	101.32	86.461	83.041
NUEVA FLORIDA	911,383	1,648,075	165.8056	153.186	143.62	134.02	124.35	121.21	111.31	101	88.327	85.411
PALO ALTO	903,053	1,640,557	192.3566	175.942	163.5	151.01	138.43	134.347	121.47	108.05	91.573	87.78
PIOJO	907,682	1,628,480	190.517	173.985	161.45	148.88	136.21	132.095	119.13	105.61	89.0157	85.196

NOMBRE ESTACIÓN	X	Y	TR_500	TR_200	TR_100	TR_50	TR_25	TR_20	TR_10	TR_5	TR_2.33	TR_2
PLATANO	909,033	1,627,408	253.5801	224.861	203.09	181.24	159.23	152.089	129.56	106.08	77.2516	70.616
POLONUEVO	915,011	1,577,197	174.1208	161.22	151.44	141.63	131.74	128.529	118.41	107.86	94.9113	91.93
PONEDERA	887,089	1,566,353	201.1808	183.546	170.18	156.76	143.25	138.861	125.03	110.61	92.9082	88.833
PORVENIR EL	860,095	1,625,583	210.5637	191.178	176.48	161.74	146.88	142.057	126.85	111	91.5419	87.063
PRESA AY GRANDE	871,358	1,583,254	199.4066	181.337	167.64	153.89	140.04	135.549	121.38	106.6	88.4618	84.286
PTO SANTANDER	864,740	1,581,864	262.2565	240.436	223.9	207.3	190.57	185.144	168.03	150.19	128.284	123.24
RABON EL HDA	875,139	1,583,886	249.9973	223.218	202.92	182.55	162.02	155.361	134.36	112.46	85.5783	79.39
REPELON	872,962	1,588,903	196.7722	177.194	162.35	147.46	132.45	127.584	112.23	96.22	76.566	72.042
ROCHA	903,965	1,647,926	197.3579	180.994	168.59	156.14	143.6	139.53	126.7	113.32	96.8895	93.108
SABANALARGA	870,513	1,602,630	201.4486	182.144	167.51	152.83	138.03	133.227	118.09	102.3	82.9227	78.462
SABANETICA	904,804	1,631,245	224.5598	205.582	191.2	176.76	162.22	157.495	142.61	127.09	108.043	103.66
SAN BASILIO	928,305	1,635,791	194.7135	178.467	166.15	153.79	141.34	137.299	124.56	111.27	94.9624	91.208
SAN CAYETANO	887,089	1,566,353	241.3432	215.963	196.73	177.42	157.97	151.652	131.75	110.99	85.5164	79.652
SAN CRISTOBAL	842,486	1,647,451	224.5408	203.886	188.23	172.52	156.69	151.549	135.35	118.46	97.7262	92.954
SAN ESTANISLAO	915,075	1,604,851	184.5583	167.738	154.99	142.19	129.3	125.118	111.93	98.173	81.2878	77.401
SAN JOSE	907,934	1,668,175	269.6534	239.747	217.08	194.33	171.41	163.966	140.51	116.06	86.0354	79.125
SAN ONOFRE	868,397	1,613,636	202.7146	183.132	168.29	153.39	138.38	133.513	118.15	102.14	82.485	77.96
SAN PABLO	876,597	1,624,360	167.2997	155.035	145.74	136.41	127.01	123.958	114.34	104.31	91.9988	89.165
SAN PEDRITO ALERTA	905,408	1,615,946	150.4183	138.663	129.75	120.81	111.8	108.877	99.657	90.046	78.245	75.529
SINCERIN	838,627	1,644,457	150.2375	138.69	129.94	121.15	112.3	109.428	100.37	90.929	79.3358	76.667
TIOGOLLO	844,956	1,608,345	185.7109	170.88	159.64	148.36	136.99	133.301	121.67	109.54	94.656	91.229
USIACURI	865,950	1,596,027	175.3962	159.678	147.76	135.81	123.76	119.849	107.52	94.668	78.8891	75.257
VISO EL	892,249	1,641,179	166.9437	150.427	137.91	125.34	112.69	108.576	95.622	82.117	65.5369	61.72

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3.3 Análisis de Frecuencias

A partir de los registros diarios máximos anuales de precipitación en las estaciones en el área de estudio, se buscó la distribución de mejor ajuste en la información hidrológica por varios métodos: Gumbel, corregido, Gumbel sin corregir, log Gumbel sin Corregir, Log Gumbel Corregido, Pearson Tipo III y Log Pearson Tipo III, dado que han demostrado poseer una buena capacidad de ajuste tanto en registros máximos de caudal como de precipitación.

Las fórmulas de estas distribuciones se describen a continuación:

- Valores extremos Gumbel, Corregido

$$F(x) = e^{-e^{(x-u)/\alpha}}$$

Donde:

$$\alpha = Sx/\delta y$$

$$u = x - \mu y * \alpha$$

F(x)= Probabilidad de que se presente un valor

e= Base de los logaritmos neperianos

$\bar{X}$  = media aritmetica de la muestra

Sx= Desviación estandar

$\sigma y, \mu y$  = Datos de la tabla Gama y  $\mu$  según en lumero de datos de la muestra

$\alpha$  = Tendencia al infinito poblacional 0.5772 -1.2826

Estimacion de parametros:

$$\alpha = \sqrt{6/n}$$

$$\beta = X - 0.5772\alpha$$

Donde:

$\bar{X}$  u S son la media y desviacion estandar estimadas de las muetras.

Factor de frecuencia :

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \left( \frac{T_T}{T_T - 1} \right) \right] \right\}$$

Donde Tr es el periodo de retorno para la distribución Gumbel.

Se entiende por distribución de frecuencias corregida aquella que utiliza el valor de las diferentes tablas para el número de años de la serie de tiempo, mientras (muestral) Gumbel sin corregir es la misma fórmula, pero utiliza el valor de tendencia a infinito (poblacional).

Los valores obtenidos para cada estación fueron resultado del uso del software en línea SMADA en su módulo STATS – Statistics Routines – Distribution Analysis ([http://smadaonline.com/Pages/ManageXMLPropertyObject.aspx?Class=SMADA2013.App\\_Code.SMADA.Distribution](http://smadaonline.com/Pages/ManageXMLPropertyObject.aspx?Class=SMADA2013.App_Code.SMADA.Distribution)) (DISTRIB), el cual proporciona los resultados que incluyen ajustes de distribución (predicción de la precipitación  $Tr$ ) y análisis de regresión. (ver **Anexo 3.1.3**).

Es importante mencionar que el periodo de retorno para TR 2.33 años representa el comportamiento de la precipitación para la generación de caudales medios (Smith y Vélez. 1994, en cuencas no instrumentadas), a partir del cual y mediante procesos SIG geoestadísticos (interpolación, kriging) se llega al resultado presentado en la **Tabla 3.14**. Se presentan los valores promedio de precipitación para cada una de las subcuencas (**Tabla 3.15**) y microcuencas (**Tabla 3.16**).



**Tabla 3.14. Precipitación promedio por cuenca.**

CUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Canal del Dique	31,7	35,8	55,7	113,5	163,9	144,8	143,0	170,3	173,4	213,1	157,4	75,8

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.15. Precipitación promedio por subcuenca.**

SUB CUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	21.86	24.03	44.03	99.70	152.09	132.44	128.59	158.13	162.23	202.04	146.75	63.07
Norte Embalse Guájaro	28.60	36.52	50.73	112.98	162.11	138.98	142.34	173.26	180.27	202.91	144.63	68.94
Humedales Canal del Dique y Guájaro	28.79	32.63	50.93	108.55	156.84	137.73	132.38	163.29	167.50	202.46	149.54	71.46
Ciénaga Jobo - Negros	34.40	41.45	60.38	124.53	166.11	138.10	132.97	168.94	164.12	205.97	156.68	78.01
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	29.00	23.53	43.44	103.96	154.19	124.07	121.95	152.20	158.15	190.72	130.60	57.92
Arroyo Caimán	23.24	24.62	43.12	103.08	147.54	127.33	130.91	158.57	164.83	209.55	154.16	66.46
Represas Playón y Matuya	26.54	31.62	49.35	101.35	155.82	140.67	134.34	161.59	165.97	209.79	149.87	70.36
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	42.34	51.97	69.61	126.18	151.33	122.18	123.04	140.21	146.97	185.54	146.40	78.05
Norte Canal del Dique Pasacaballos	24.87	25.99	45.80	106.32	156.44	137.55	138.21	167.24	173.68	214.53	158.55	71.31
Arroyo Cabildo o Grande	23.06	24.85	43.13	103.33	148.01	128.09	131.63	159.23	166.20	209.66	154.32	66.77
Complejo María La Baja	29.94	33.12	54.15	118.07	174.56	161.88	153.89	191.28	195.71	234.25	177.68	83.53
Delta Canal del Dique	27.65	23.22	43.87	98.40	158.29	136.16	133.44	164.15	172.34	213.84	150.06	68.02
Sur Delta	26.51	20.41	41.92	89.06	160.13	139.97	140.46	169.29	173.87	224.90	158.30	71.22
Occidental Embalse Guájaro	19.75	18.72	31.95	78.62	132.88	112.61	108.13	135.31	142.61	169.27	122.31	45.82
Ciénagas Capote - Tupe	29.17	35.08	58.49	131.21	178.67	157.61	154.58	192.40	183.69	220.50	175.97	82.31
Barú	26.19	25.30	45.90	103.88	159.50	140.38	138.54	169.01	176.84	217.89	158.66	72.27
Canal del Dique	28.22	30.54	51.59	111.05	161.64	140.53	136.57	166.87	168.60	206.99	152.68	71.64

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.16. Precipitación promedio por microcuenca.**

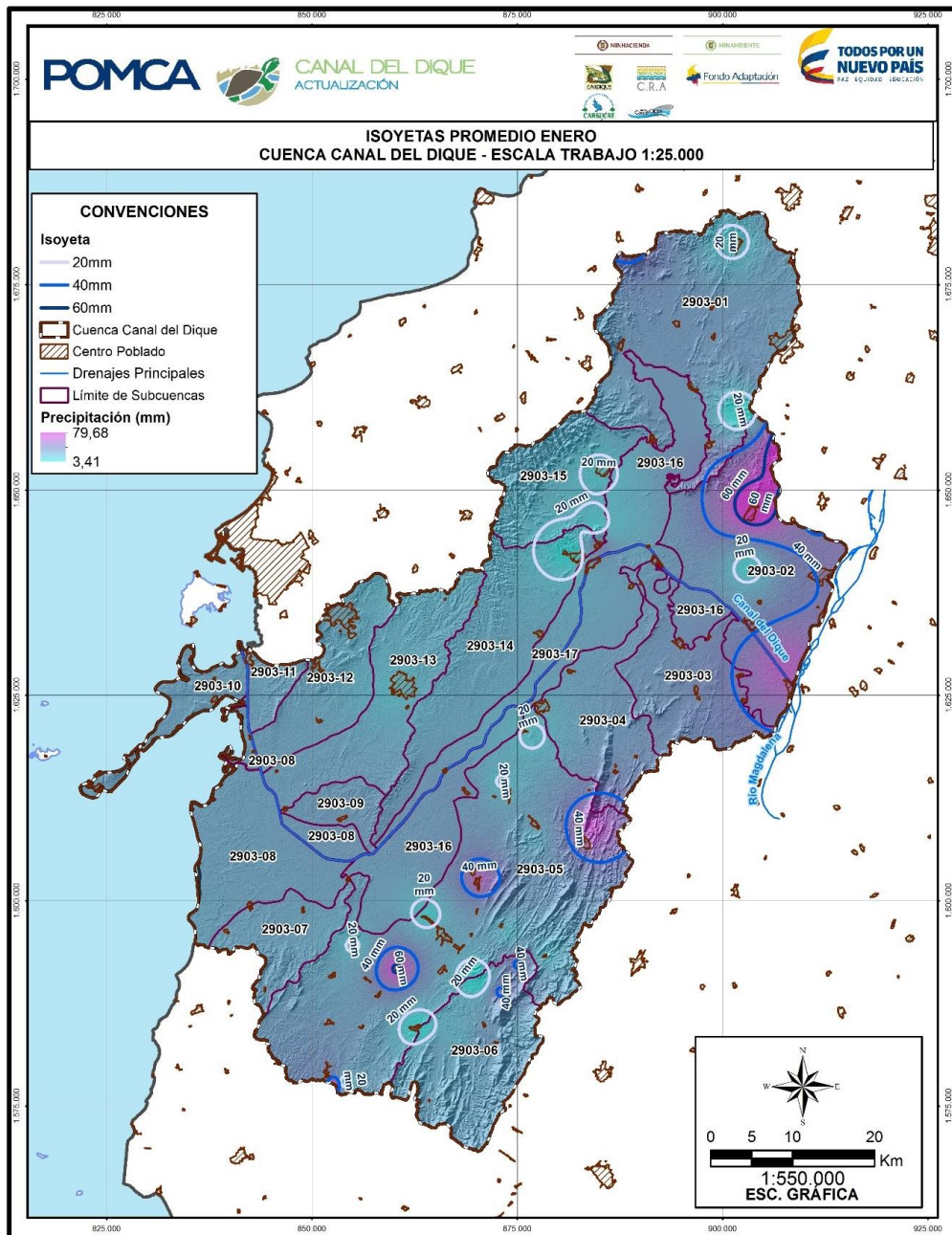
MICRO-CUENCA-ABAST	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
ALCANTARILLADO Y ASEO MARÍA LA BAJA S.A E.S.P	28.556	36.441	57.362	114.214	167.921	152.776	140.315	181.189	186.983	226.015	168.954	74.612
ACUEDUCTO COMUNITARIO DE ROTINET	19.831	18.551	31.421	78.922	132.744	113.714	110.251	136.498	143.096	167.854	122.731	46.202
CANAL DEL DIQUE	27.900	29.780	51.055	109.196	159.931	140.123	134.433	165.339	168.978	206.818	151.185	70.890
Acueducto Comunitario de Rotinet	22.335	22.561	34.819	84.387	134.189	117.651	117.469	141.114	147.909	167.423	125.058	50.698
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	28.968	23.741	43.698	104.553	154.318	124.253	122.187	152.241	158.038	190.411	130.797	58.021

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De la **Tabla 3.14** a la **Tabla 3.16**, se observa que las menores precipitaciones se presentan durante los meses de enero y febrero para toda el área de estudio, a su vez, la subcuenca que presenta la menor precipitación es Acueducto comunitario Rotinet con 19.8 mm mientras que la subcuenca Alcantarillado y Aseo María La baja S.A E.S.P registra la mayor con 226.02 mm. En cuanto a las mayores precipitaciones, estas se registran durante el mes de octubre.

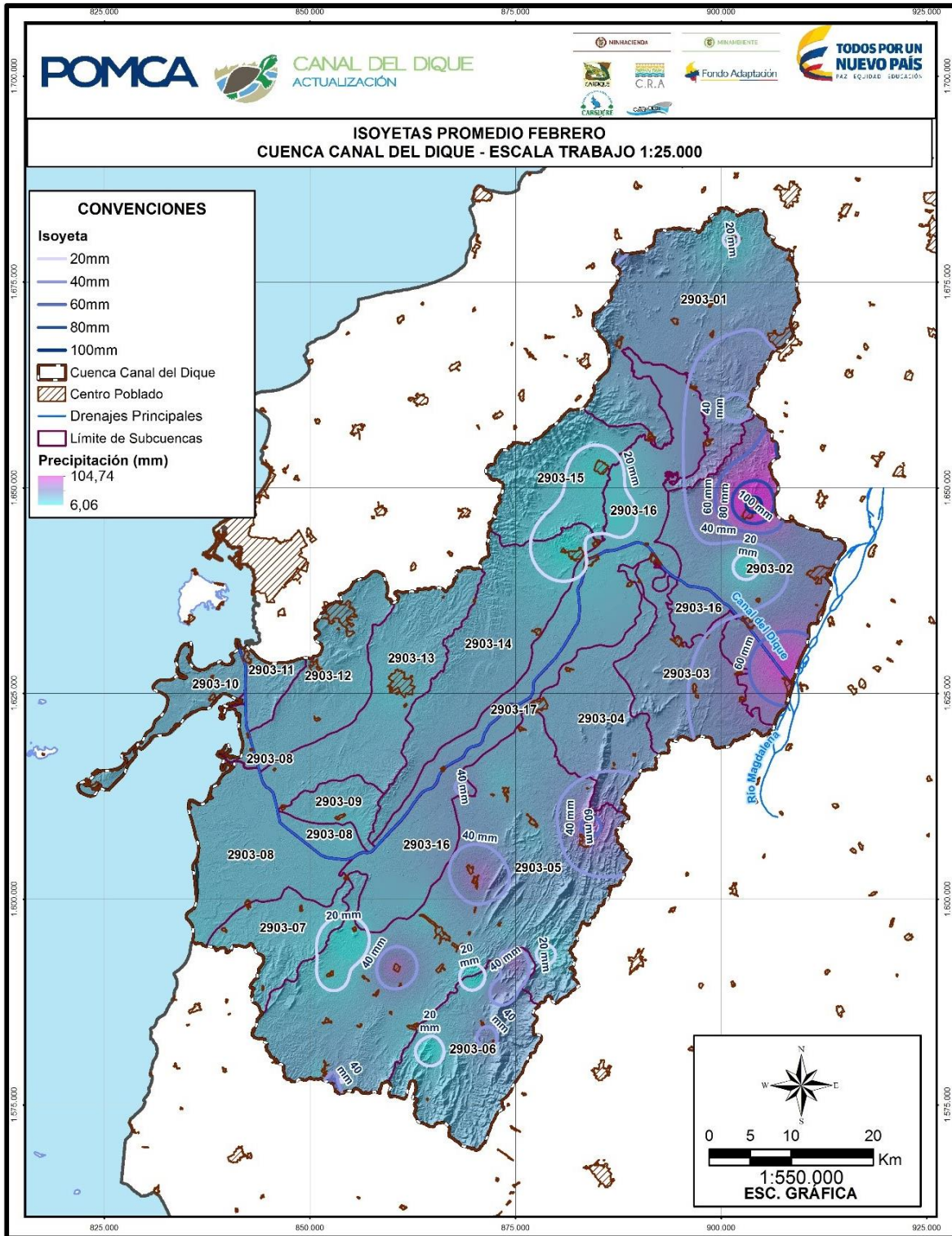
De la **Figura 3.52** a la **Figura 3.63** presenta la precipitación media del mes de Enero al mes de Diciembre para toda el área de estudio.

**Figura 3.52. Precipitación media Enero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

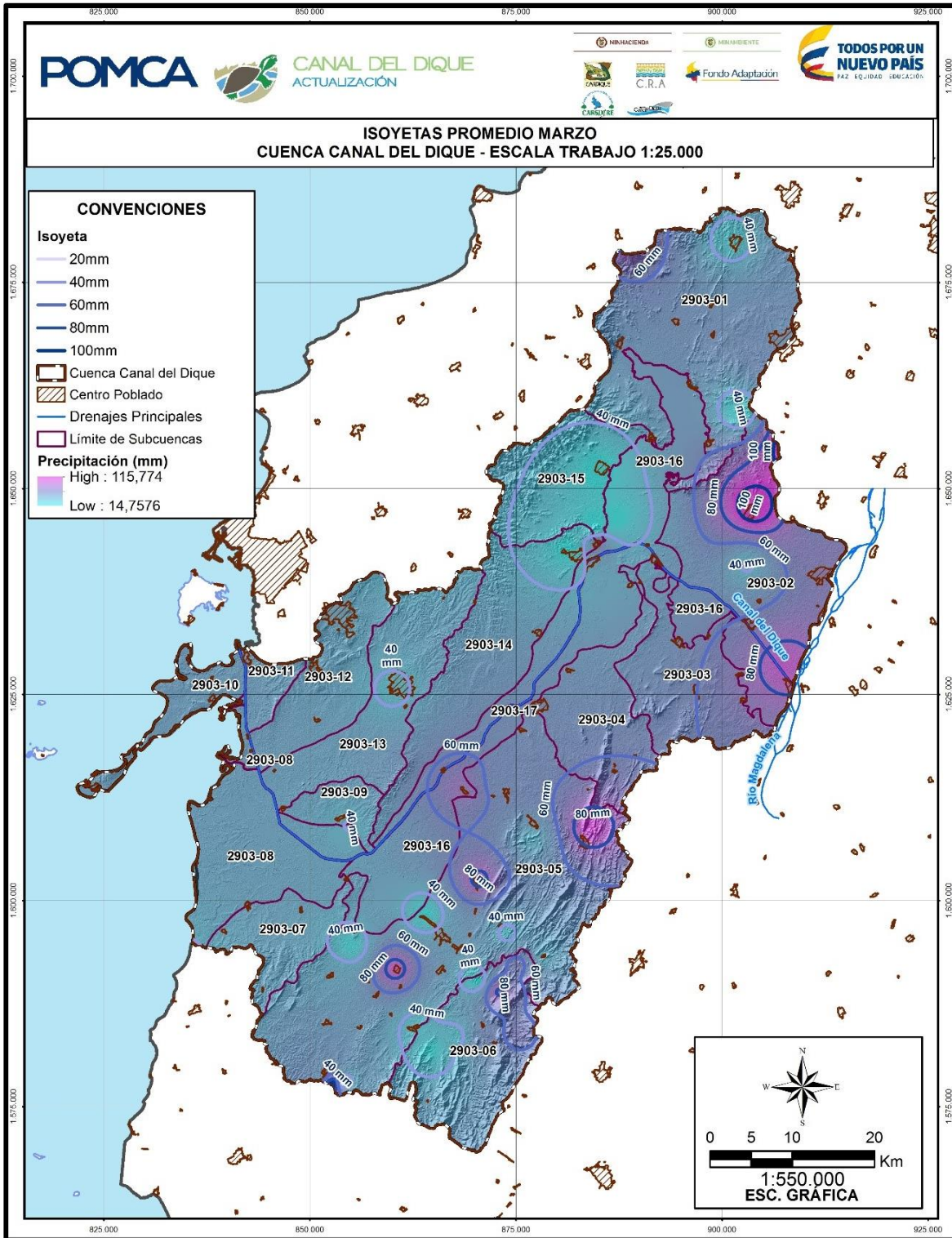
**Figura 3.53. Precipitación media Febrero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

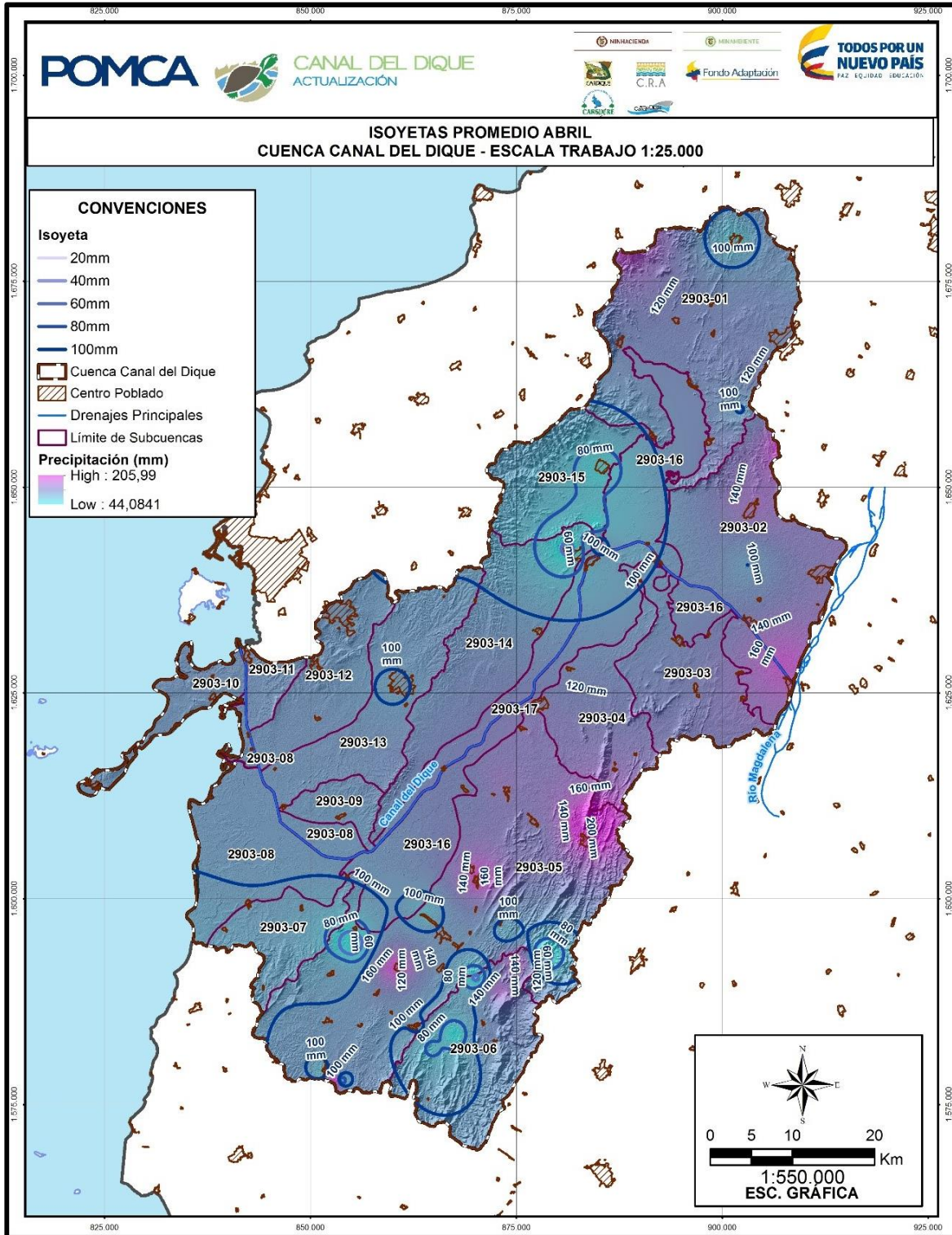


**Figura 3.54. Precipitación media Marzo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

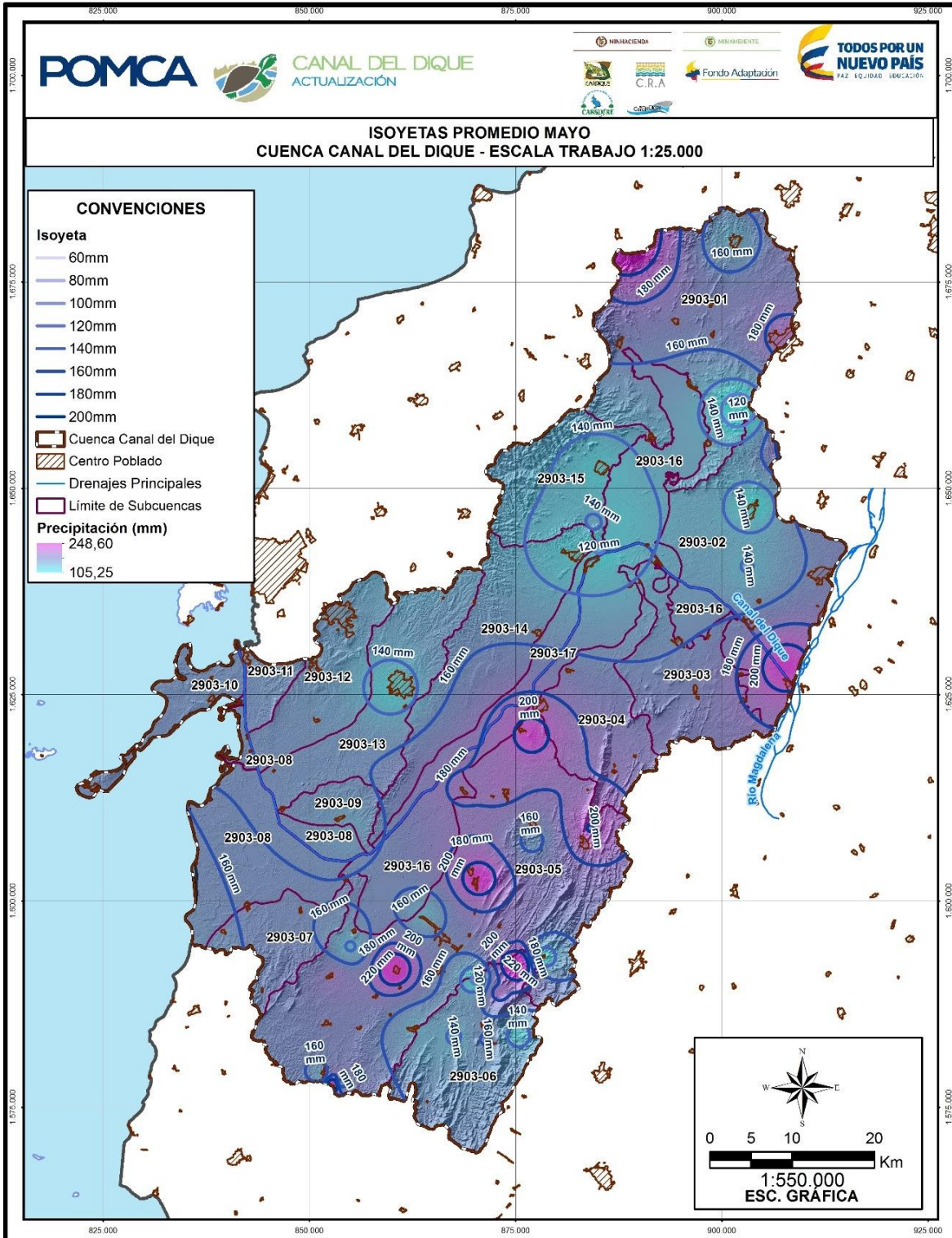
**Figura 3.55. Precipitación media Abril.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.56. Precipitación media Mayo.**

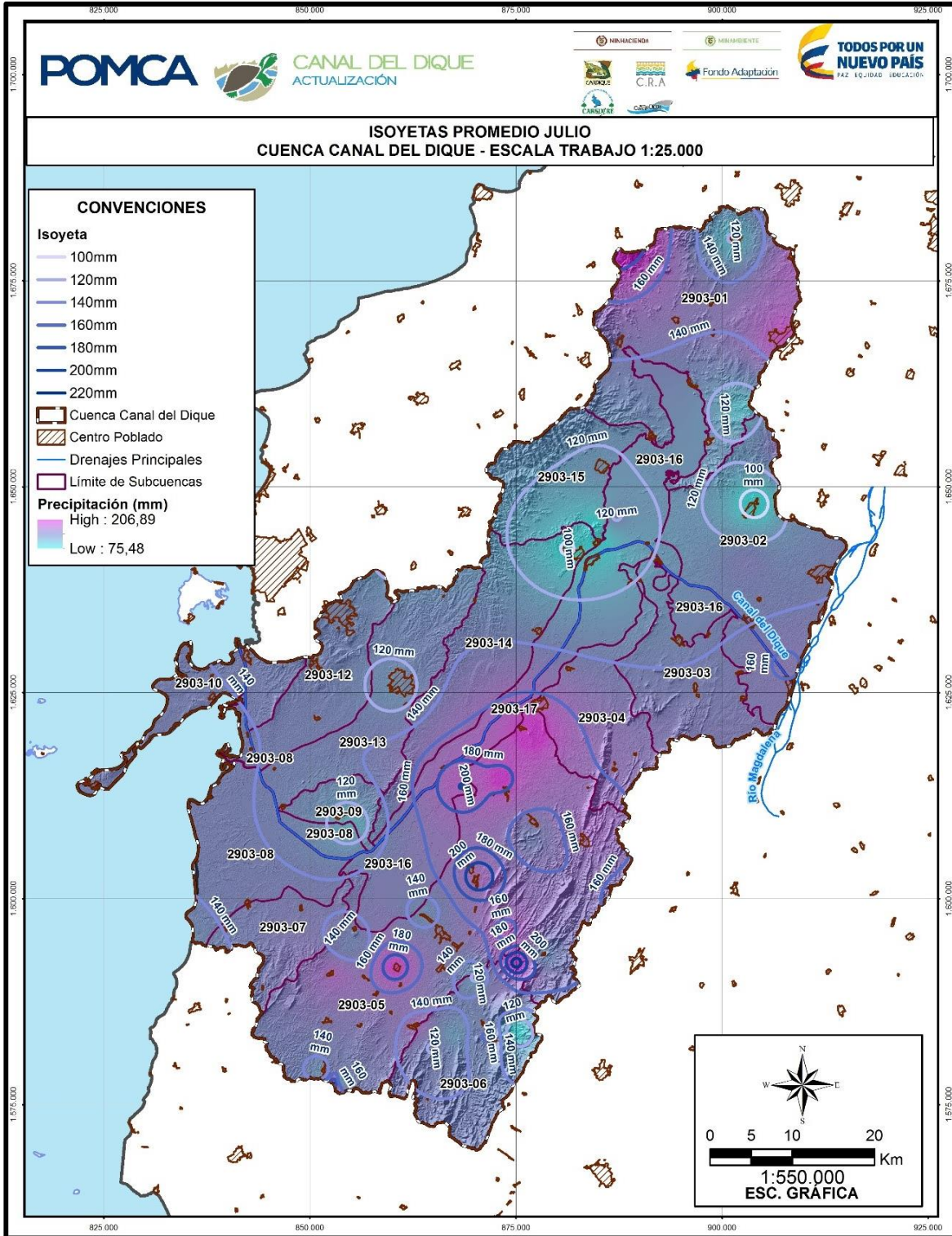


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



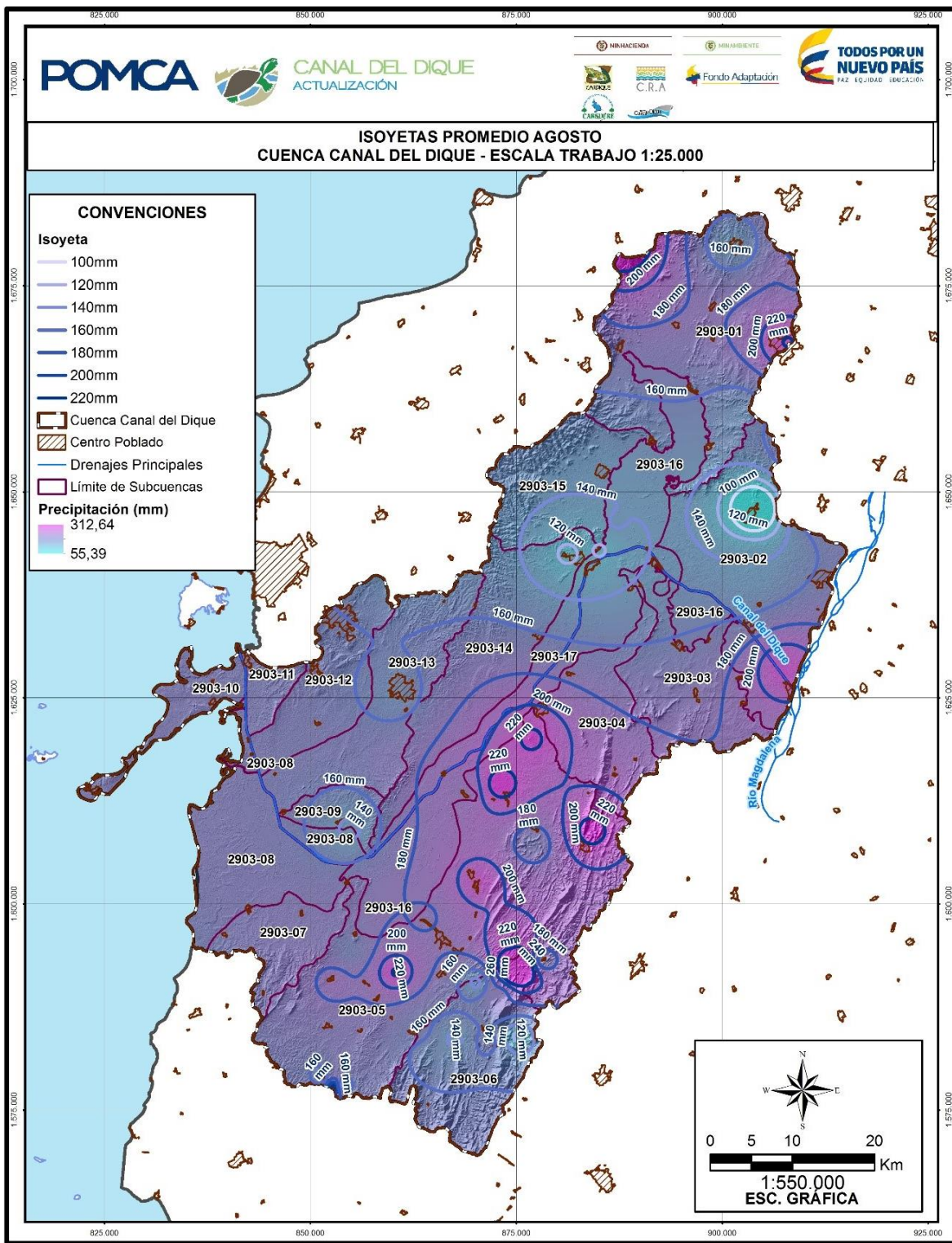


**Figura 3.58. Precipitación media Julio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

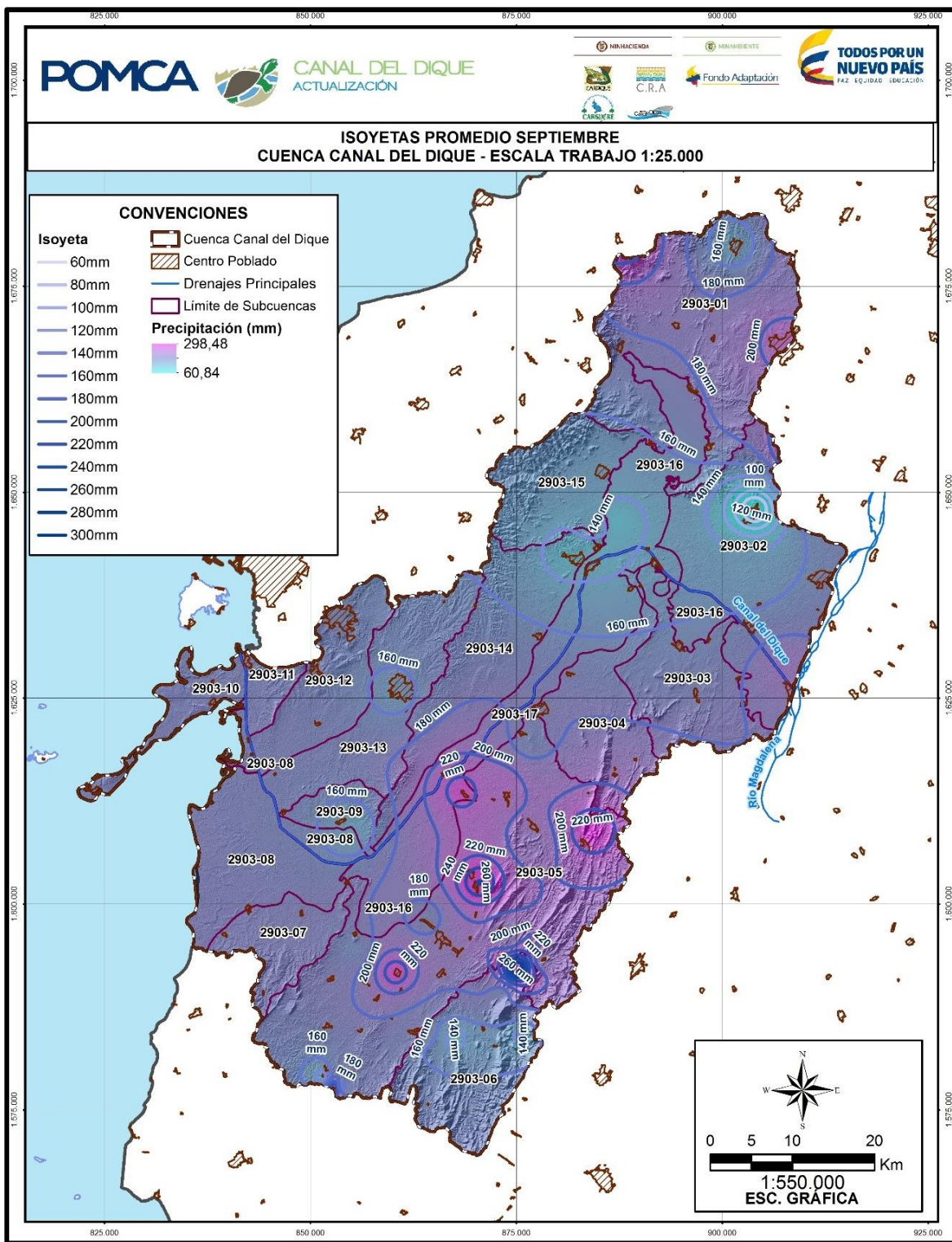
Figura 3.59. Precipitación media Agosto.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

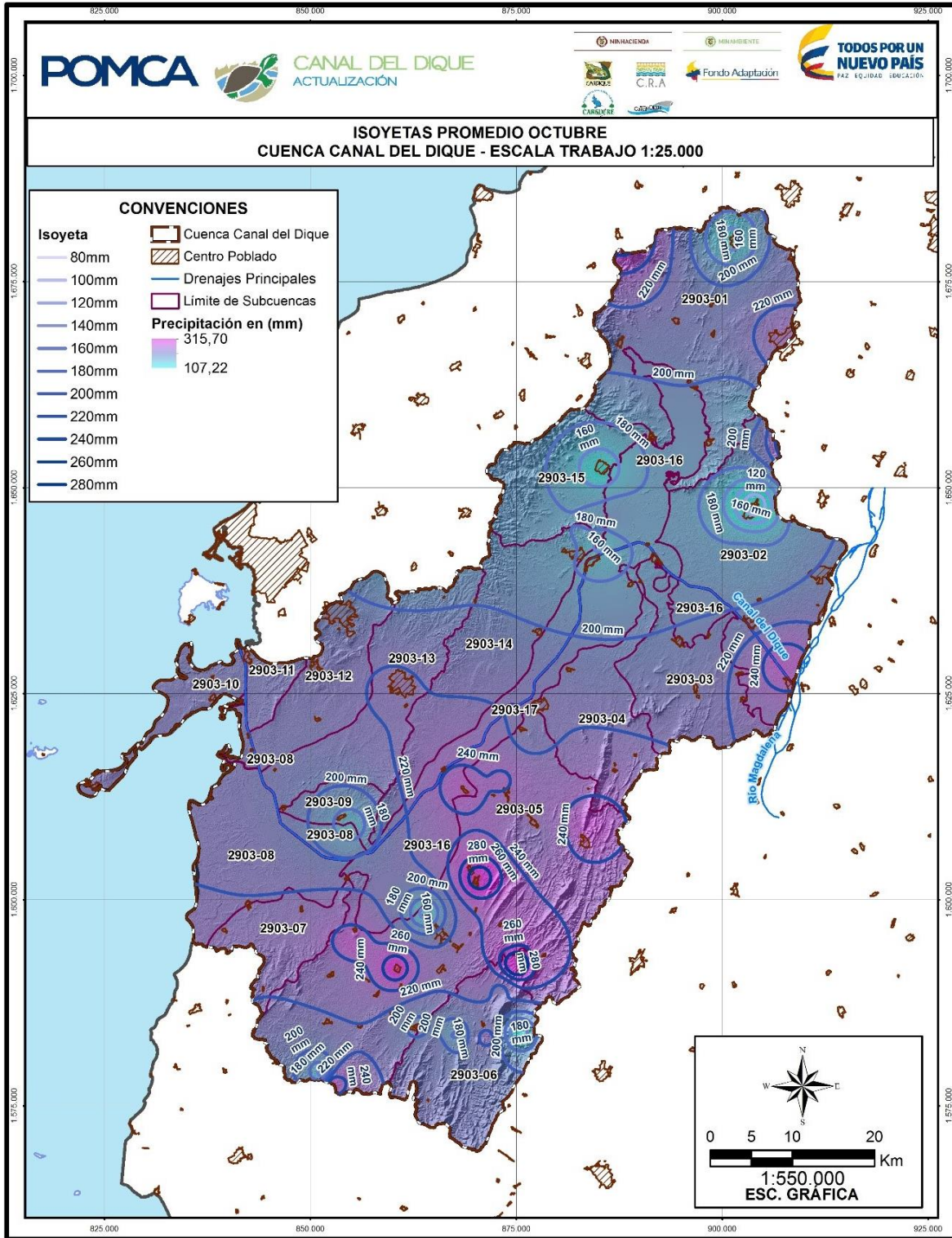


**Figura 3.60. Precipitación media Septiembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

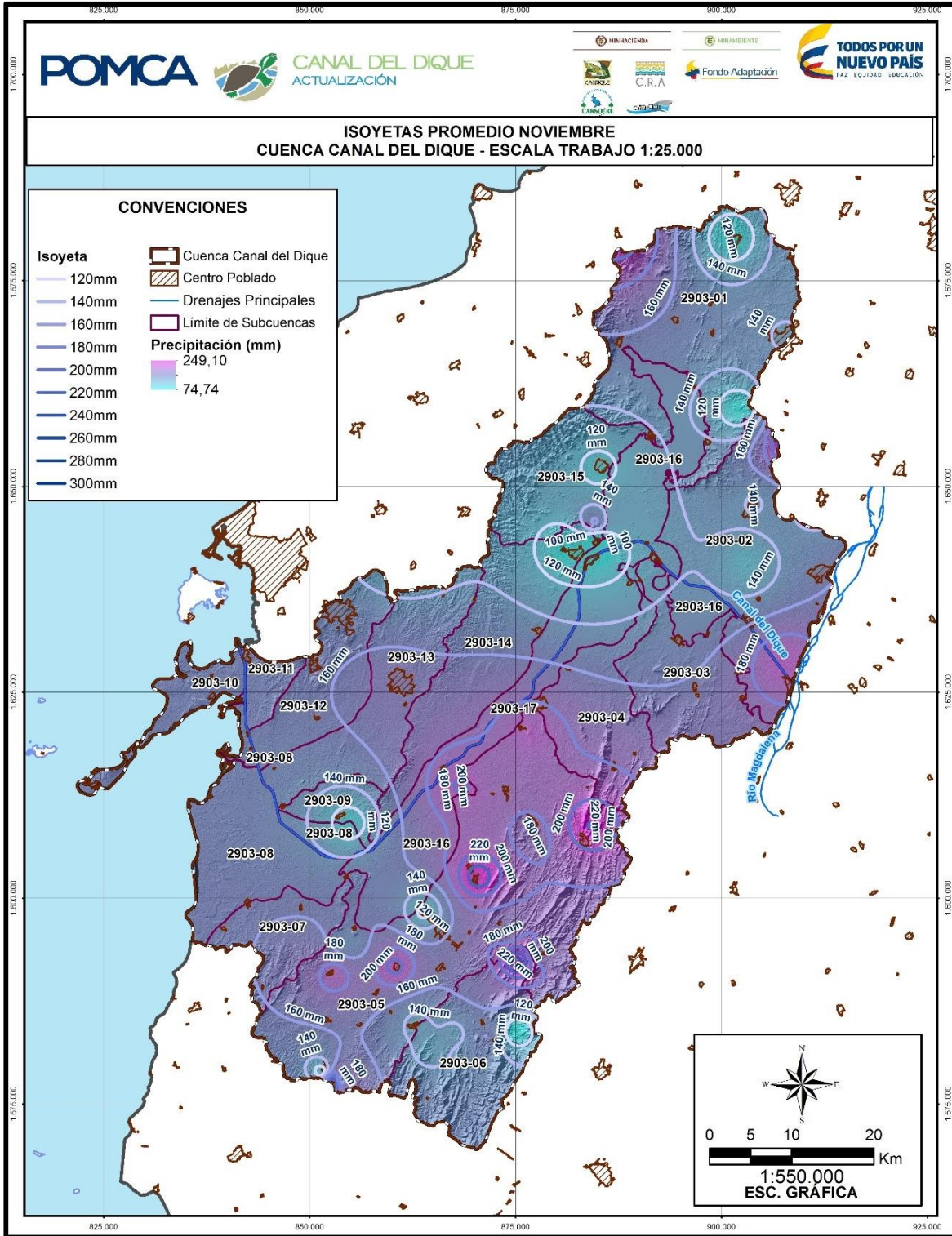
**Figura 3.61. Precipitación media Octubre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

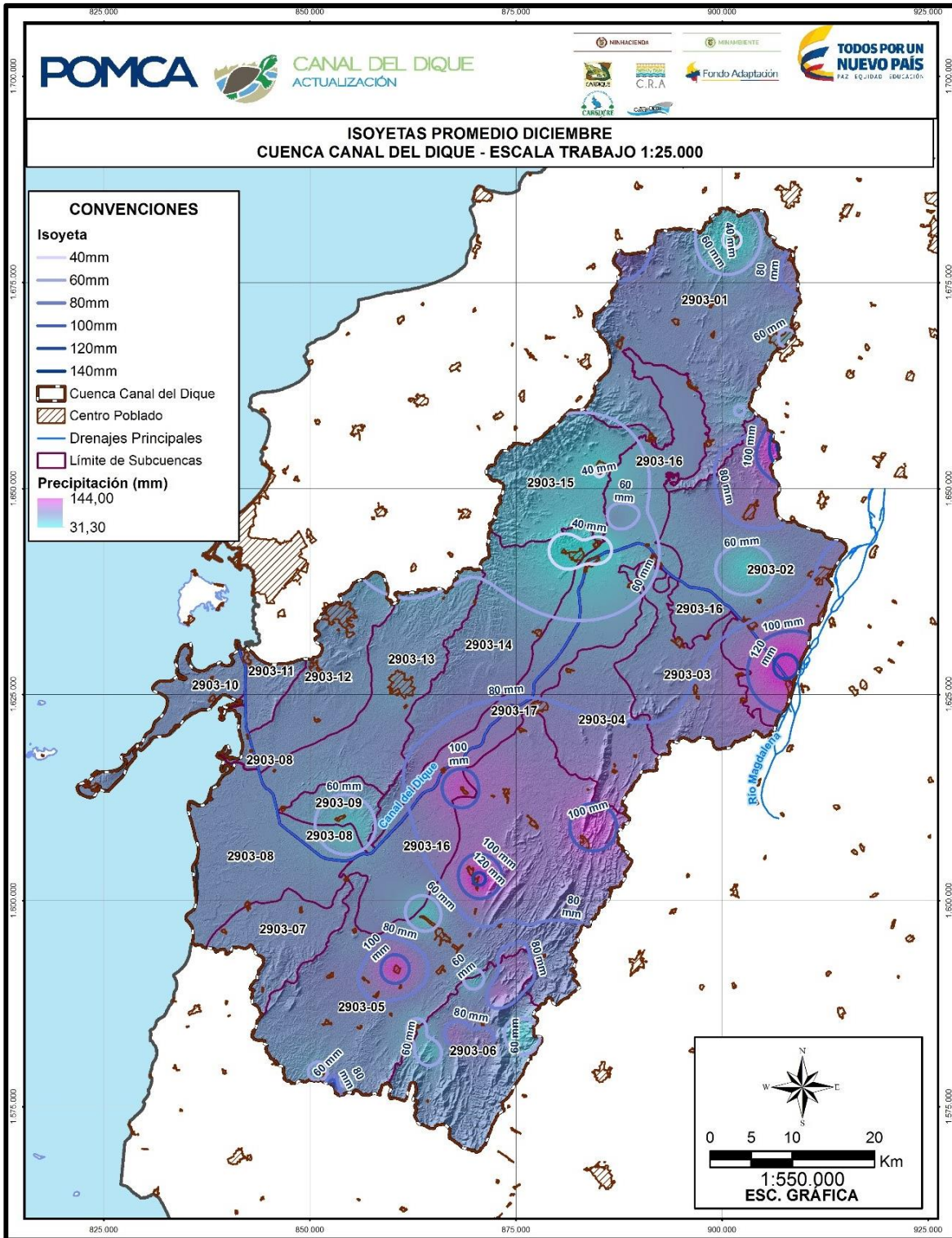


**Figura 3.62. Precipitación media Noviembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.63. Precipitación media Diciembre.**



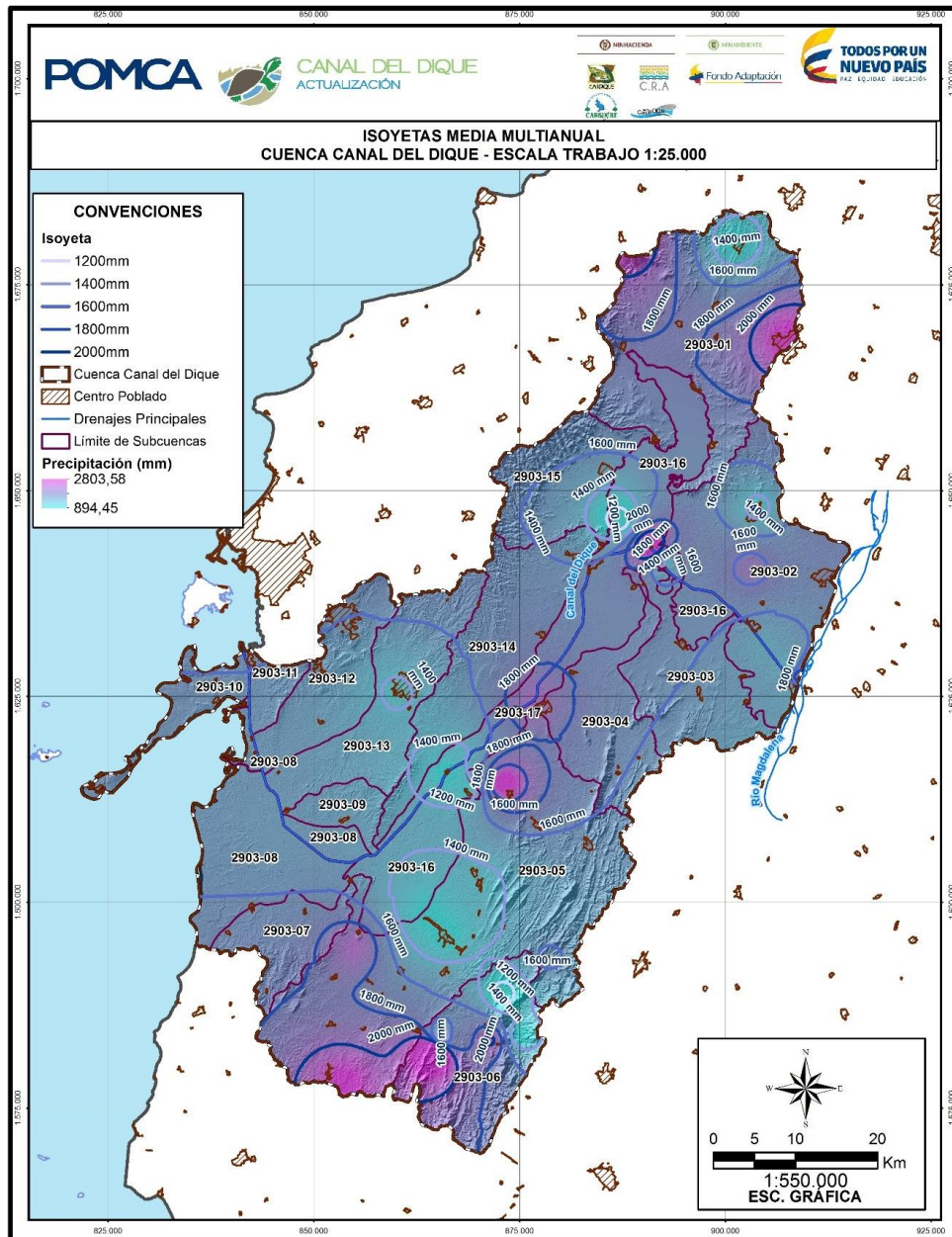
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.1.3.3.4 Isoyetas de Precipitación Media Multianual (mm)

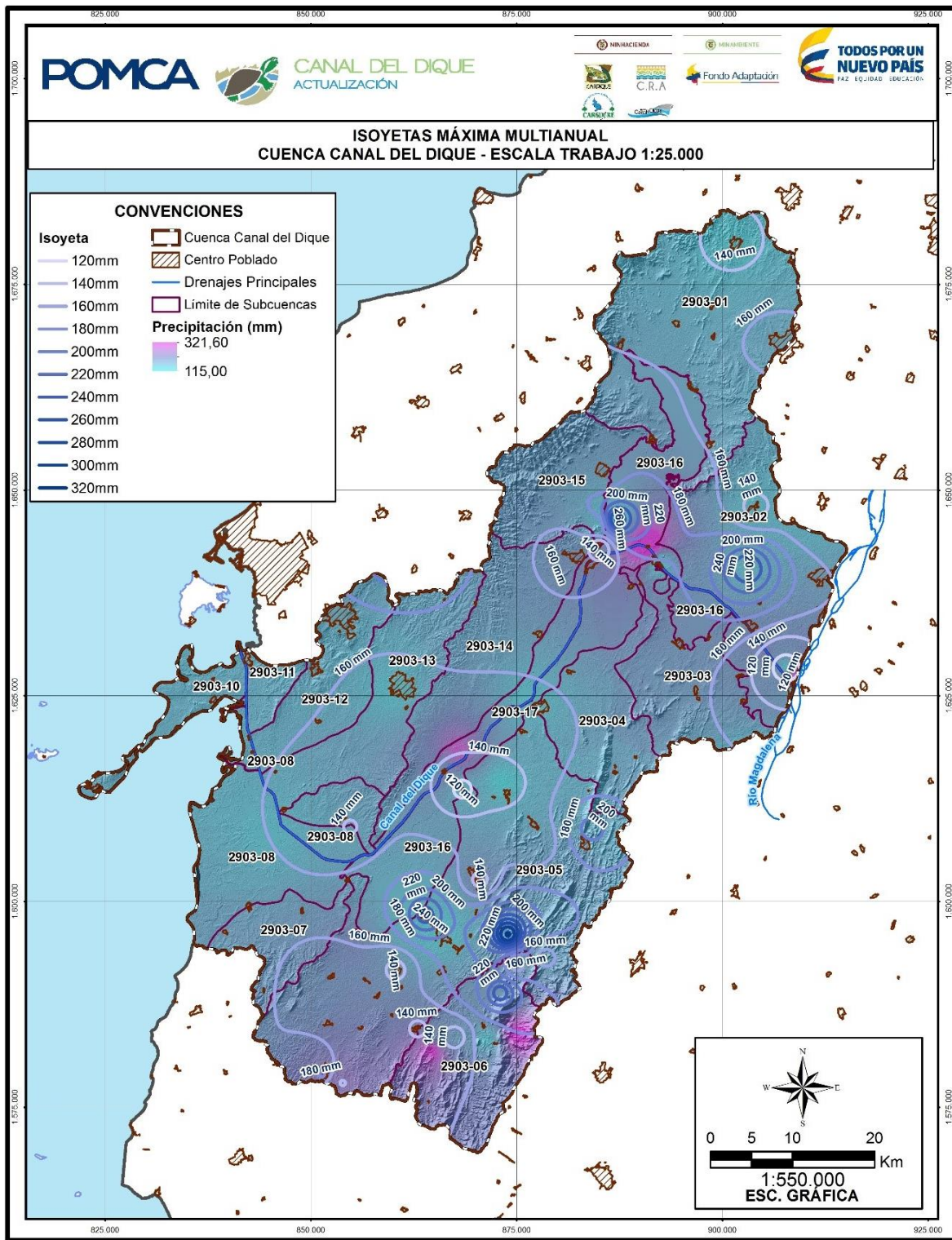
La figura isoyetas de precipitación media (**Figura 3.64** y **Figura 3.65**), muestra el comportamiento espacial de la precipitación de manera general, donde se identifica que su distribución es casi homogénea con una variación desde 900 mm a 2800 mm, donde se presentan nodos de baja de intensidad (color claro) hacia la zona sur occidental sobre las subcuencas 2903-13, 2903-16, 2903-05 y 2903-06, hacia la zona nororiental sobre sectores de las cuencas 2903-01, 2903-16 y 2903-15. En la **Figura 3.66** se presenta las isoyetas de precipitación máxima.

**Figura 3.64. Isoyetas de precipitación media.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

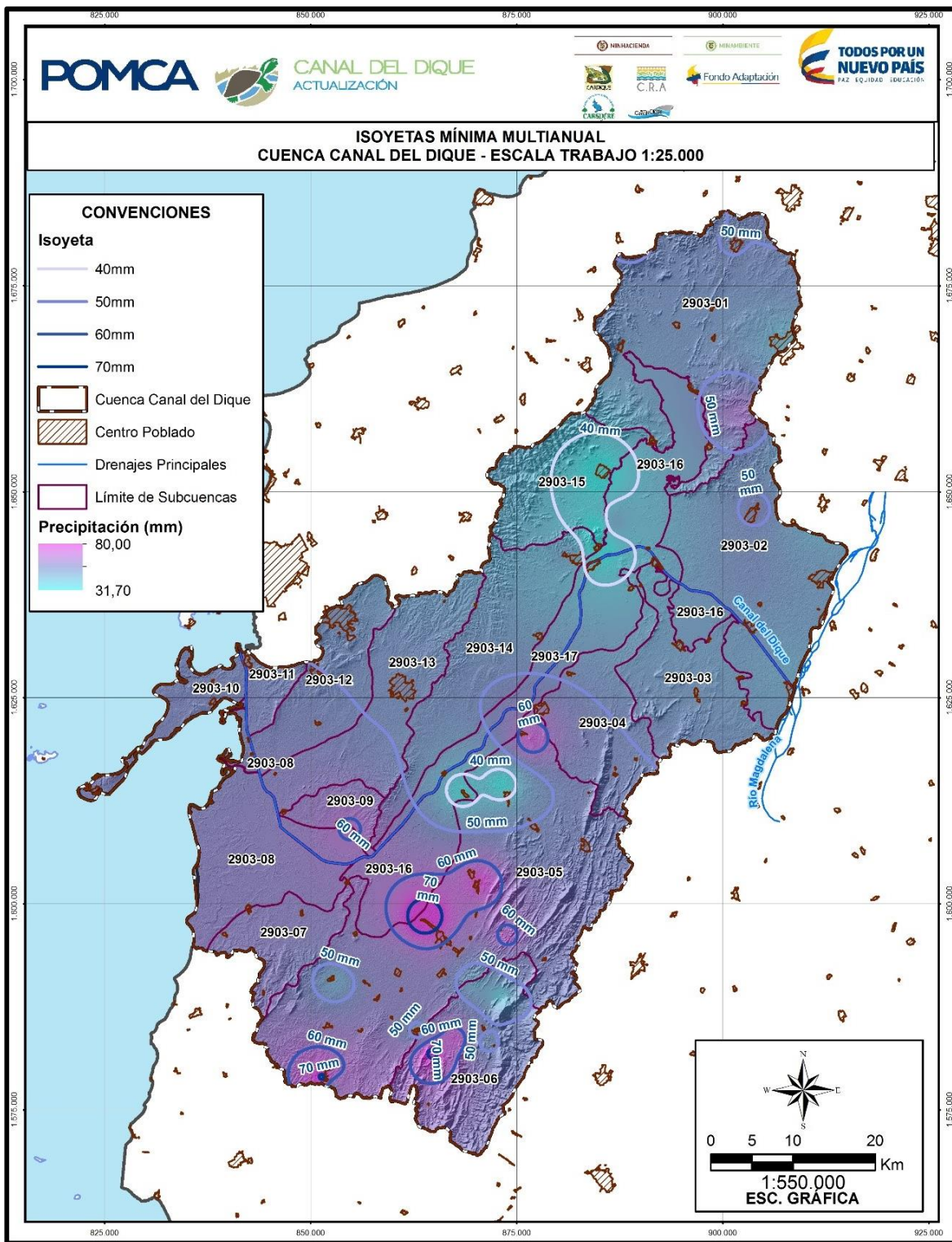
Figura 3.65. Isoyetas de precipitación máxima.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.66. Isoyetas de precipitación mínimas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.1.3.3.5 Temperatura

De acuerdo con la información nativa se procedió con el relleno de datos incompletos con la restricción del 85% de datos faltantes, de manera que se lograra obtener la mayor cantidad de información dada la poca e incompleta información, esto permitió obtener datos medios y máximos de temperatura, sin embargo para los registro de temperatura mínima no es posible ya que la fórmula matemática de los promedios ponderados de las estaciones cercanas y con el mismo rango de elevación sobre el nivel del mar no permite su inclusión.

Las estaciones de temperatura para el área de estudio son la que se presentan en la **Tabla 3.17**, donde se tiene el registro medio de temperatura media multianual para un periodo de tiempo desde 1984 hasta 2015. Es importante mencionar que la falta de estaciones sobre el área de estudio no permite obtener isotermas que representen adecuadamente el comportamiento regional, por lo que los análisis deben ser considerados de manera conservadora, esto también debe considerarse para los análisis de zonificación de Caldas-Lang (**Tabla 3.18**).

**Tabla 3.17. % de valores faltantes de temperatura °C.**

	AÑO	CARMEN DE BOLIVAR [29015020]	ISLAS DEL ROSARIO [14015060]	NUEVA FLORIDA [29035040]	REPELON [29035070]	SINCERIN [29035170]	PRESA AY GRANDE [29035030]	NORMAL MANATI [29035080]	SAN PABLO [29035110]
365	1984	1%	24%	31%	2%	49%	4%	6%	10%
365	1985	0%	25%	12%	1%	41%	17%	1%	10%
365	1986	0%	1%	30%	0%	49%	1%	2%	19%
365	1987	17%	2%	13%	11%	70%	25%	2%	70%
365	1988	0%	15%	24%	4%	64%	41%	4%	76%
365	1989	1%	83%	29%	2%	25%	7%	4%	47%
365	1990	1%	7%	40%	1%	2%	1%	42%	0%
365	1991	0%	1%	25%	2%	44%	31%	20%	1%
365	1992	1%	0%	25%	1%	18%	0%	17%	9%
365	1993	0%	0%	86%	0%	12%	52%	31%	6%
365	1994	1%	0%	25%	3%	51%	100%	20%	1%
365	1995	0%	42%	22%	1%	11%	100%	8%	20%
365	1996	0%	100%	13%	0%	49%	92%	6%	16%
365	1997	0%	100%	19%	38%	60%	33%	1%	41%
365	1998	0%	100%	13%	1%	100%	9%	0%	7%
365	1999	17%	100%	30%	27%	59%	73%	0%	63%
365	2000	0%	100%	16%	23%	1%	47%	1%	16%
365	2001	5%	100%	24%	100%	32%	100%	1%	9%
365	2002	2%	100%	24%	11%	67%	42%	1%	26%
365	2003	2%	100%	27%	15%	79%	59%	1%	22%
365	2004	34%	100%	36%	7%	64%	25%	2%	15%
365	2005	42%	100%	27%	9%	84%	7%	1%	23%
365	2006	67%	100%	11%	12%	47%	5%	1%	22%
365	2007	4%	100%	6%	26%	14%	19%	2%	27%
365	2008	2%	100%	12%	30%	8%	6%	1%	7%

	AÑO	CARMEN DE BOLIVAR [29015020]	ISLAS DEL ROSARIO [14015060]	NUEVA FLORIDA [29035040]	REPELON [29035070]	SINCERIN [29035170]	PRESA AY GRANDE [29035030]	NORMAL MANATI [29035080]	SAN PABLO [29035110]
365	2009	15%	100%	2%	22%	3%	8%	1%	0%
365	2010	17%	100%	1%	14%	1%	23%	0%	0%
365	2011	50%	100%	7%	29%	17%	32%	0%	1%
365	2012	33%	100%	67%	100%	100%	50%	43%	19%
365	2013	0%	100%	18%	18%	51%	12%	8%	4%
365	2014	18%	100%	52%	37%	1%	5%	1%	2%
365	2015	38%	100%	13%	27%	9%	15%	42%	9%
365	2016	9%	100%	61%	100%	59%	59%	75%	68%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

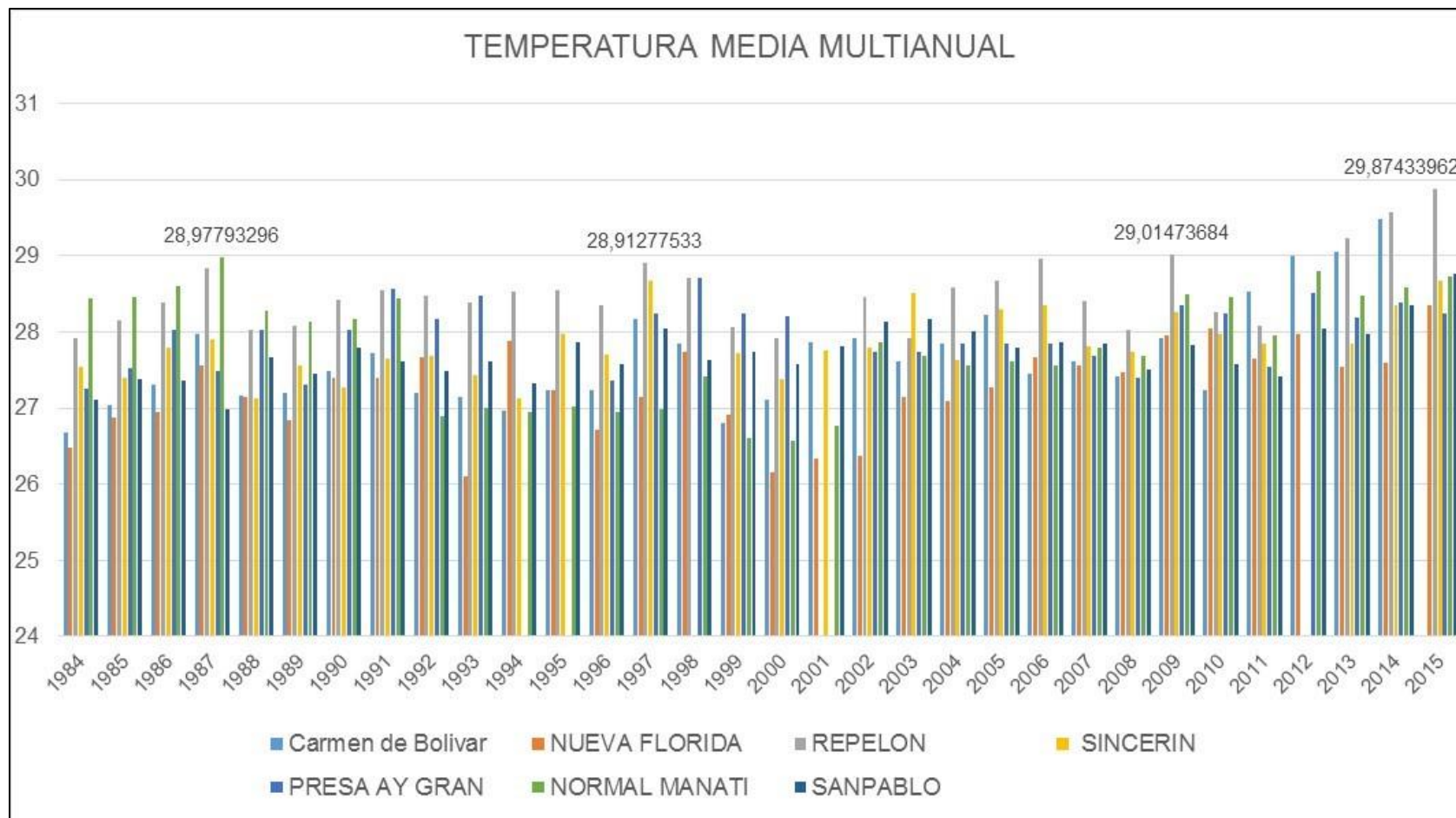
**Tabla 3.18. Estaciones de Temperatura °C – IDEAM.**

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	FECHA_INST	X	Y	Z	TMP_1
1	CARMEN DE BOLIVAR [29015020]	AM	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY ALFEREZ	15/01/1931	887089	1566353	152	27.7
2	ISLAS DEL ROSARIO [14015060]	CP	SUS	IDEAM	CARTAGENA DE INDIAS	MAR CARIBE	15/12/1983	816708	1618374	3	27.8
3	NUEVA FLORIDA [29035040]	CP	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY EL VIENTO	15/01/1963	860298	1591715	13	27.2
4	REPELON [29035070]	CP	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. GUAJARO	15/09/1963	885111	1652013	10	28.5
5	SINCERIN [29035170]	CP	ACT	IDEAM	ARJONA	AY RAICERO	15/11/1963	868397	1613636	10	27.8
6	PRESA AY GRANDE [29035030]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	PRESA AY GRANDE	15/08/1969	862992	1584544	60	28.0
7	NORMAL MANATI [29035080]	CP	ACT	IDEAM	MANATÍ	CGA. GUAJARO	15/10/1963	903965	1647926	10	27.8
8	SAN PABLO [29035110]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY HONDO	15/10/1963	870513	1602630	20	27.7

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

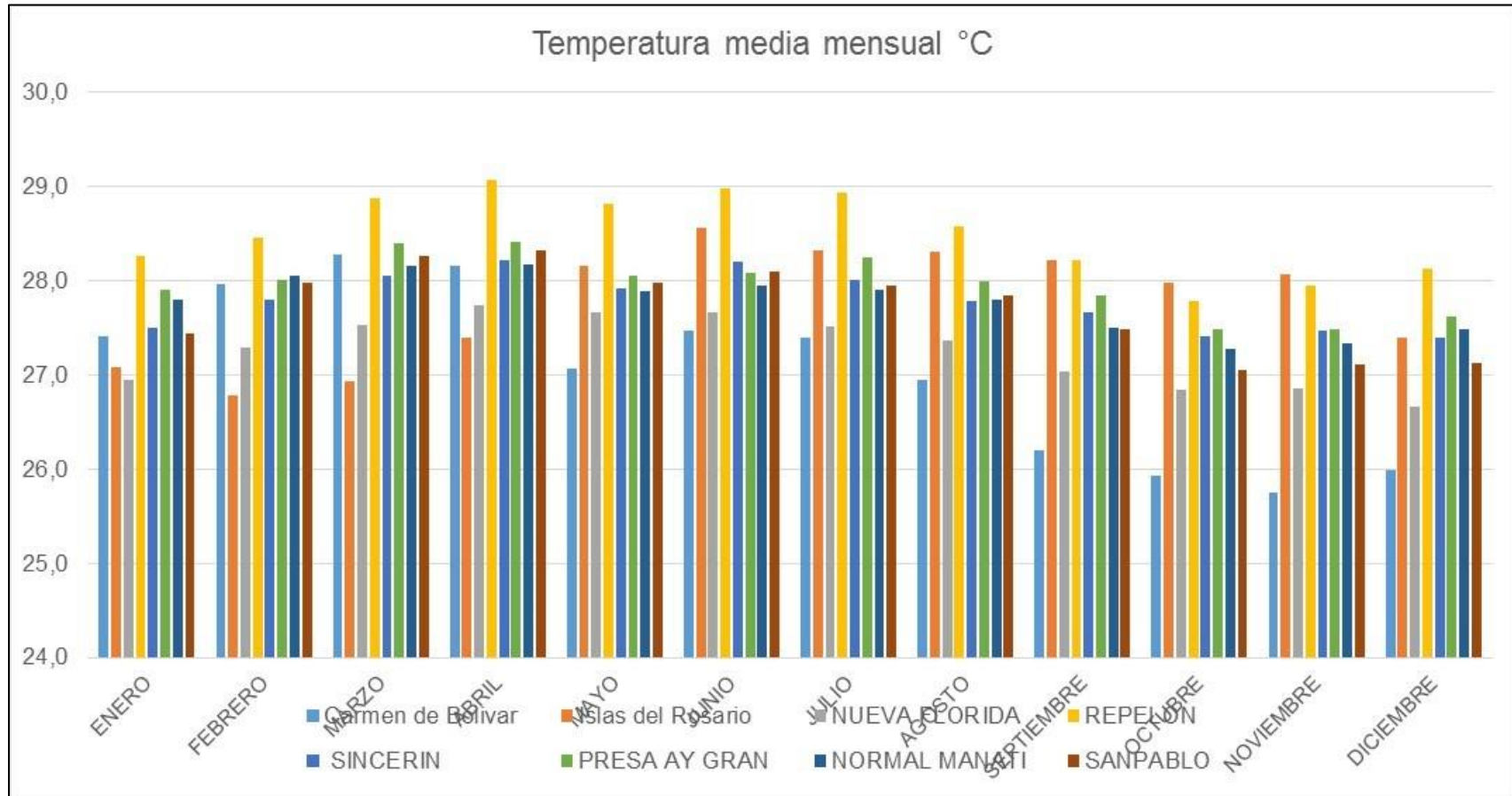
En la **Figura 3.67** y **Figura 3.68**, se presentan los histogramas de la temperatura diaria media multianual y mensual media multianual para un periodo de tiempo de 1984 hasta 2015 de las estaciones del área de estudio.

**Figura 3.67. Histograma de temperatura diaria media multianual °C.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.68. Histograma de temperatura media mensual multianual °C.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



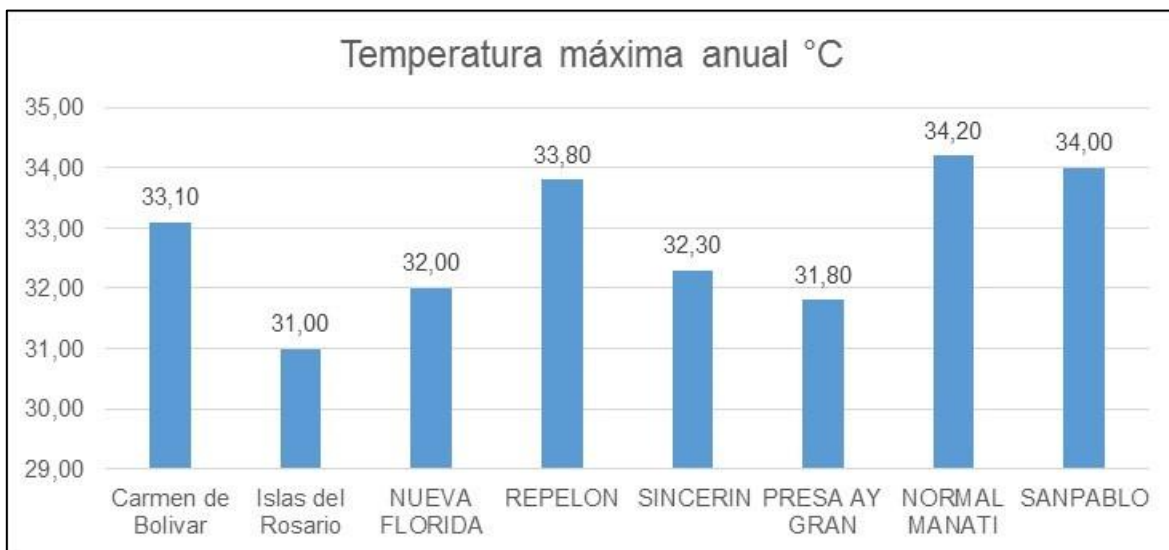
La **Tabla 3.19** y la **Figura 3.69**, presentan la temperatura máxima anual para un periodo de tiempo de 1984 hasta 2015 de las estaciones del área de estudio.

**Tabla 3.19. Temperatura máxima anual.**

AÑO	CARMEN DE BOLÍVAR	ISLAS DEL ROSARIO	NUEVA FLORIDA	REPELÓN	SINCERIN	PRESA AY GRAN	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO
1984	31.90	29.30		30.40		30.50	30.70	30.00
1985	30.00	29.40	29.60	31.00		30.20	30.30	30.30
1986	30.90	29.50		31.50		30.60	30.20	30.60
1987	31.30	30.70	30.10	33.80		29.70	31.00	
1988	30.90	30.10	30.10	31.30			30.80	
1989	30.70			30.90	30.50	30.50	31.00	
1990	31.10	30.20		31.60	30.10	31.40		30.80
1991	30.60	29.60	29.80	32.30			34.20	30.40
1992	30.80	31.00		32.00	30.70	31.20	29.80	30.70
1993	30.40	30.20		31.40	30.50			31.50
1994	29.90	29.70	31.40	31.20			29.40	32.10
1995	31.10		29.80	32.30	30.60		28.70	31.40
1996	30.70		28.90	30.90			29.20	31.20
1997	32.30		30.10				29.10	
1998	31.10		30.30	31.80		31.50	29.80	32.00
1999	29.70						29.10	
2000	29.60		27.90	31.30	30.50		28.40	30.70
2001	30.70		28.90				29.50	30.50
2002	31.80		28.40	31.60			29.90	
2003	30.80			31.00			30.50	31.80
2004				33.00			30.00	31.90
2005				33.10		30.90	30.10	30.40
2006				31.40		29.90	29.80	31.60
2007	29.70		30.70		30.00	30.50	30.90	
2008	30.10		31.50		30.00	29.90	29.80	30.40
2009	30.30		30.40	31.30	30.40	30.80	31.10	30.20
2010	30.20		31.50	31.70	31.20	30.80	31.20	31.10
2011			31.10		30.90		30.10	30.60
2012								30.80
2013	33.00		31.20	32.00		31.80	30.60	30.90
2014	33.10				31.70	31.50	30.40	31.60
2015			32.00		32.30	31.30		34.00

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.69. Histograma de temperatura máxima diaria multianual °C.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.20** y **Figura 3.70** se presenta la temperatura mínima anual para un periodo de tiempo de 1984 hasta 2015 de las estaciones del área de estudio.

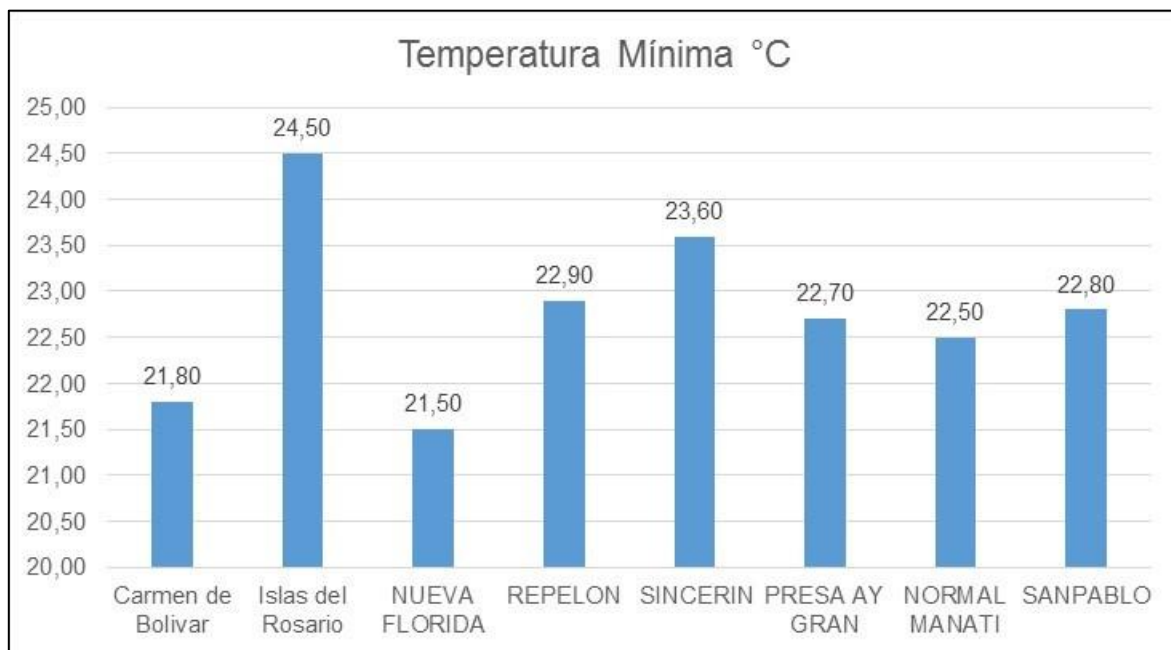
**Tabla 3.20. Temperatura mínima anual °C.**

AÑO	CARMEN DE BOLIVAR	ISLAS DEL ROSARIO	NUEVA FLORIDA	REPELÓN	SINCERIN	PRESA AY GRAN	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO
1984	23.40	24.50		24.30		22.70	25.10	24.10
1985	24.10	25.60	23.40	25.20		25.10	25.60	24.40
1986	23.80	25.40		24.20		23.70	25.30	24.20
1987	24.10	25.10	24.70	25.10		25.00	25.60	
1988	23.40	25.30	23.90	23.90			23.70	
1989	24.30			24.60	23.60	24.00	24.80	
1990	23.70	25.80		25.00	25.60	25.10		25.30
1991	24.80	25.80	24.20	24.40			25.60	24.30
1992	23.70	26.00		24.20	23.70	24.80	24.00	22.80
1993	23.80	26.10		24.80	25.10			24.40
1994	23.60	26.30	23.50	23.60			24.30	23.50
1995	22.50		24.50	24.10	24.50		23.60	23.30
1996	24.00		21.50	24.40			23.90	24.40
1997	24.10		25.10				24.10	
1998	23.80		25.20	24.80		24.10	24.60	23.30
1999	21.80						23.20	
2000	23.70		23.60	24.60	24.80		23.50	25.20
2001	23.90		24.10				23.30	25.10
2002	25.00		24.50	22.90			24.40	

AÑO	CARMEN DE BOLIVAR	ISLAS DEL ROSARIO	NUEVA FLORIDA	REPELÓN	SINCERIN	PRESA AY GRAN	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO
2003	24.00			23.10			23.10	25.40
2004				24.30			22.50	24.30
2005				25.40		25.00	24.40	24.50
2006				25.60		25.00	24.80	25.20
2007	24.10		24.60		25.30	23.30	25.00	
2008	23.50		24.50		25.10	24.50	24.90	24.50
2009	25.20		24.30	26.20	25.40	24.20	25.60	25.20
2010	24.10		24.50	24.90	24.70	25.80	25.80	23.80
2011			25.10		25.10		25.70	24.30
2012								25.70
2013	24.40		24.60	25.40		24.80	26.00	24.00
2014	25.20				25.30	24.30	26.60	24.90
2015			24.60		25.00	25.40		25.20

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.70. Temperatura mínima diaria multianual °C.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En las anteriores tablas y figuras se representa el comportamiento de la temperatura media, máxima y mínima, donde se puede identificar que se tienen 8 estaciones de registros que no son completos en un 100% resaltando que la estación con más años faltantes es Islas del Rosario, no obstante, dada la falta de información dentro y fuera del área de estudio se utilizó para los análisis climáticos y construcción de isotermas.

Respecto de la temperatura media anual, esta registra los mayores valores en los meses de febrero a junio, los meses de septiembre y octubre muestran las temperaturas más bajas durante todo el año. En cuanto a las máximas temperaturas estas fueron registradas por la estación Normal Manatí con 34°C, la temperatura mínima en la estación Nueva Florida con 21.4 °C, los años con mayor temperatura son los de 1987, 1991, 1997, 2009, 2013 y 2014, con valores medios de 28°C a 30°C.

### 3.1.3.3.6 Isotermas de Temperatura

Se generaron a partir de la información nativa, la cual fue completada con la restricción del 85% de datos faltantes, de manera que se lograra contar con la mayor cantidad de información posible, el procedimiento utilizado es básicamente el mismo utilizado en la variable de precipitación, entendiéndose que solo es aplicable para promedios ponderados de las estaciones cercanas y con el mismo o similar elevación sobre el nivel del mar. Ver **Tabla 3.21**.

**Tabla 3.21. Temperatura media multianual °C.**

AÑO	CARMEN DE BOLIVAR	ISLAS DEL ROSARIO	NUEVA FLORIDA	REPELON	SINCERIN	PRESA AY GRAN	NORMAL MANATI	SAN-PABLO
1984	26.67	27.43		27.91		27.24	28.44	27.11
1985	27.03	27.53	26.88	28.16		27.53	28.45	27.38
1986	27.31	27.51		28.38		28.03	28.61	27.35
1987	27.97	28.11	27.56	28.84		27.49	28.98	
1988	27.16	27.77	27.15	28.03			28.27	
1989	27.21			28.07	27.56	27.30	28.13	
1990	27.48	27.73		28.42	27.27	28.03		27.79
1991	27.72	27.82	27.39	28.55			28.45	27.62
1992	27.21	27.91		28.47	27.69	28.18	26.90	27.48
1993	27.15	28.15		28.39	27.44			27.62
1994	26.96	27.93	27.88	28.52			26.95	27.32
1995	27.24		27.23	28.54	27.98		27.02	27.86
1996	27.23		26.71	28.36			26.94	27.58
1997	28.17		27.15				26.99	
1998	27.84		27.73	28.70		28.72	27.42	27.63
1999	26.81						26.60	
2000	27.11		26.16	27.92	27.38		26.56	27.57
2001	27.86		26.33				26.77	27.81
2002	27.92		26.37	28.46			27.87	
2003	27.62			27.93			27.69	28.18
2004				28.59			27.57	28.01
2005				28.67		27.85	27.61	27.80
2006				28.96		27.85	27.55	27.86
2007	27.61		27.56		27.81	27.68	27.79	

AÑO	CARMEN DE BOLIVAR	ISLAS DEL ROSARIO	NUEVA FLORIDA	REPELON	SINCERIN	PRESA AY GRAN	NORMAL MANATI	SAN-PABLO
2008	27.41		27.46		27.74	27.40	27.68	27.50
2009	27.91		27.96	29.01	28.26	28.35	28.48	27.82
2010	27.23		28.04	28.26	27.98	28.25	28.45	27.57
2011			27.65		27.84		27.95	27.41
2012								28.04
2013	29.05		27.54	29.24		28.19	28.48	27.97
2014	29.47				28.35	28.38	28.58	28.36
2015			28.34		28.67	28.25		28.76
Temp media anual	27.55	27.79	27.32	28.45	27.84	27.92	27.76	27.74

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las temperaturas registradas más elevadas se presentan cerca de la zona central y occidental de área de estudio con promedios de 21°C a 24°C, localizada en las subcuencas 2903-10, 2903-14 y 2903-17, el resto de sectores tienen un comportamiento homogéneo con temperaturas entre 22.5°C y 23°C, en cuanto a las temperaturas más bajas se registraron en la estación Isla del Rosario con valores de 21.5°C (**Tabla 3.22**).

Los valores de la precipitación media para las microcuencas abastecedoras se presentan en la **Tabla 3.23**.



**Tabla 3.22. Temperatura promedio para subcuencas.**

TEMPERATURA – PROMEDIO												
SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	27.69	27.97	28.26	28.41	28.14	28.33	28.22	27.98	27.73	27.41	27.49	27.50
Norte Embalse Guájaro	27.94	28.17	28.44	28.56	28.29	28.43	28.37	28.13	27.81	27.48	27.58	27.70
Humedales Canal del Dique y Guájaro	27.75	28.02	28.31	28.44	28.16	28.32	28.23	28.00	27.71	27.39	27.47	27.53
Ciénaga Jobo – Negros	27.73	28.00	28.26	28.37	28.07	28.22	28.14	27.93	27.63	27.33	27.39	27.45
Arroyo Quita Calzón Ciénaga Juan Gómez	27.43	27.74	28.00	28.15	27.92	28.09	27.96	27.78	27.54	27.24	27.29	27.22
Arroyo Caimán	27.53	27.81	28.08	28.23	28.00	28.20	28.07	27.86	27.63	27.33	27.39	27.34
Represas Playón y Matuya	27.61	27.85	28.28	28.24	27.88	27.96	27.99	27.76	27.49	27.17	27.17	27.22
Oriental embalse Guájaro y Canal del Dique	27.83	28.07	28.24	28.30	28.01	28.10	28.05	27.90	27.59	27.33	27.40	27.53
Norte Canal del Dique Pasacaballos	27.44	27.63	27.88	28.08	28.00	28.21	28.08	27.91	27.68	27.39	27.45	27.30
Arroyo Cabildo o Grande	27.50	27.75	28.02	28.18	28.00	28.20	28.07	27.88	27.64	27.35	27.40	27.32
Complejo María la Baja	27.43	27.77	28.06	28.17	27.89	28.00	27.92	27.74	27.46	27.14	27.18	27.15
Delta Canal del Dique	27.37	27.60	27.86	28.04	27.92	28.09	27.97	27.80	27.55	27.27	27.31	27.18
Sur Delta	27.34	27.62	27.89	28.04	27.85	27.95	27.87	27.69	27.42	27.14	27.16	27.07
Occidental Embalse Guájaro	28.16	28.36	28.75	28.92	28.66	28.83	28.78	28.45	28.10	27.69	27.84	27.99
Ciénagas Capote – Tupe	27.62	27.93	28.20	28.32	28.03	28.20	28.09	27.88	27.61	27.30	27.36	27.37

TEMPERATURA – PROMEDIO												
SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Barú	27.31	27.33	27.54	27.83	28.05	28.33	28.16	28.05	27.86	27.59	27.66	27.32
Canal del Dique	27.62	27.89	28.15	28.29	28.05	28.23	28.12	27.92	27.66	27.36	27.42	27.42

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

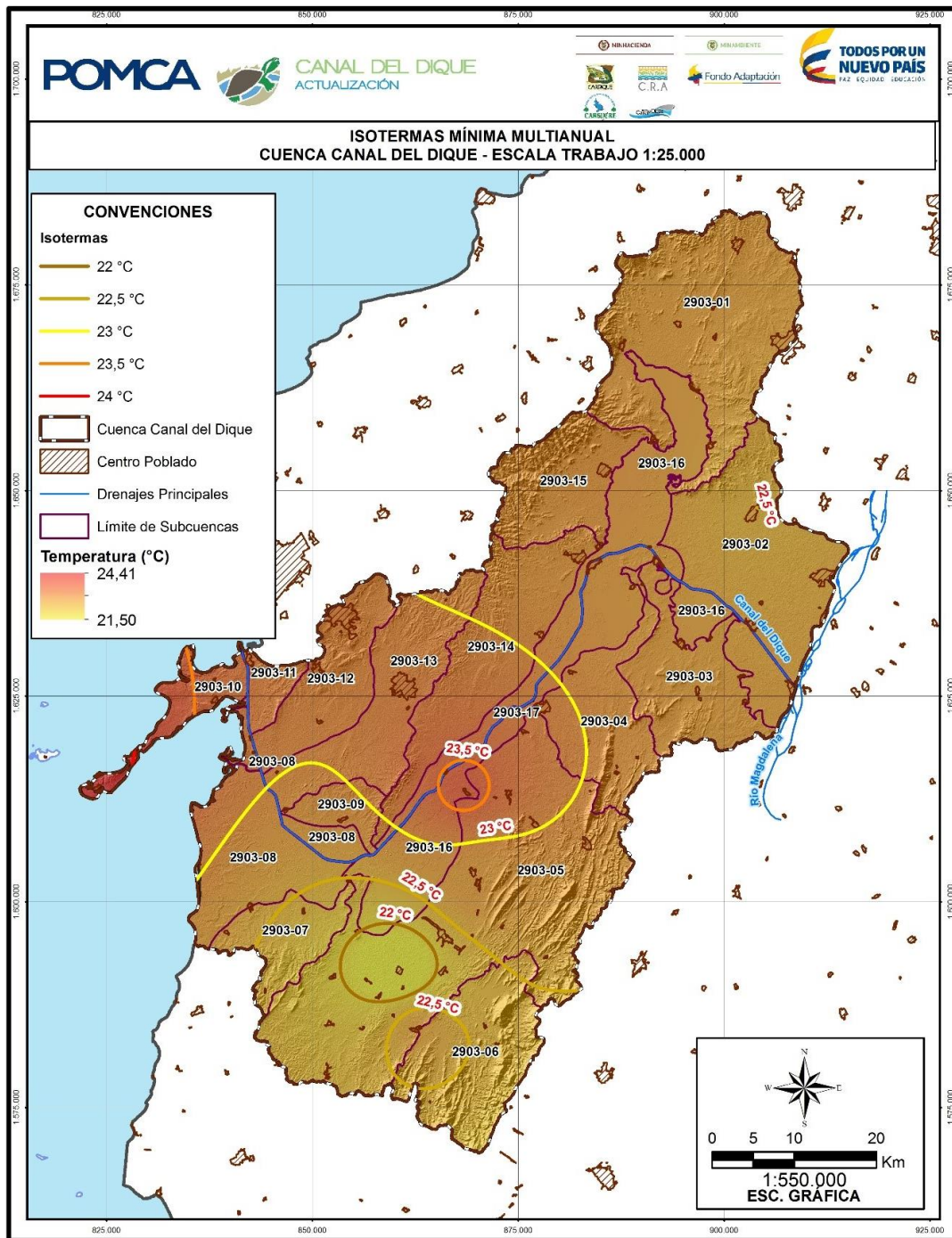
**Tabla 3.23. Temperatura promedio por microcuencas.**

TEMPERATURA - PROMEDIO												
MICROCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Alcantarillado y Aseo María La Baja S.A ESP	27.51	27.80	28.12	28.20	27.87	27.96	27.94	27.74	27.45	27.13	27.15	27.16
Acueducto comunitario ROTINET	28.18	28.38	28.77	28.95	28.69	28.86	28.81	28.47	28.12	27.71	27.86	28.01
Canal del Dique	27.63	27.89	28.16	28.30	28.07	28.25	28.14	27.93	27.38	27.38	27.44	27.43
Acueducto Comunitario Rotinet	28.20	28.40	28.79	28.97	28.70	28.87	28.83	28.48	27.13	27.72	27.87	28.04
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	27.44	27.75	28.02	28.16	27.92	28.10	27.97	27.78	27.54	27.25	27.30	27.23

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

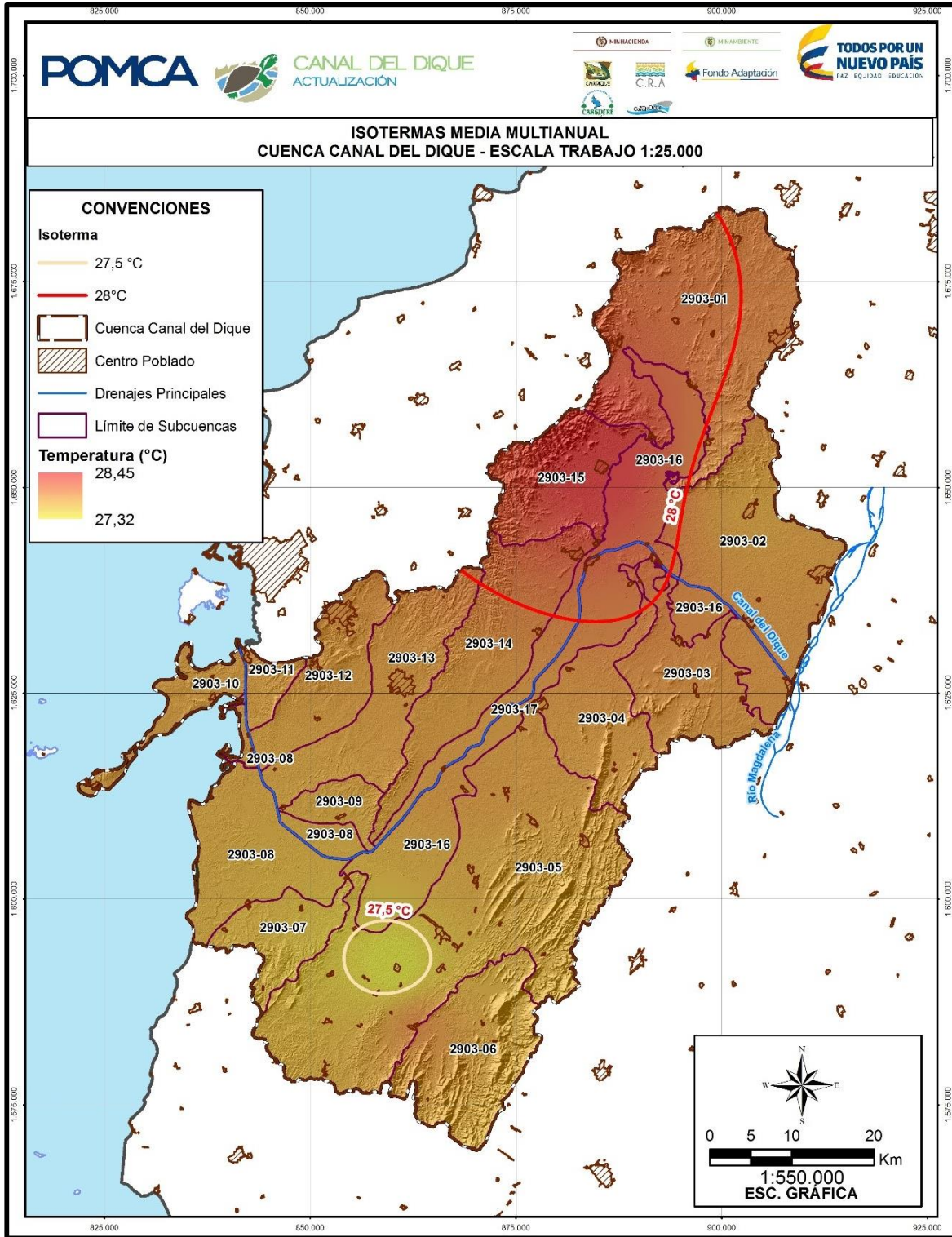
La **Figura 3.71** a la **Figura 3.73** presentan la distribución de temperaturas para la zona de estudio (mínimo, media y máximas), estas isotermas fueron generadas a partir de interpolación de los valores medios de temperatura registrada en seis estaciones cercanas o dentro de la cuenca, mediante el uso GIS de interpolación IDW, se obtuvo el raster, donde se puede observar claramente el comportamiento de la temperatura sobre cada una de las subcuencas.

**Figura 3.71. Isotermas mínimas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

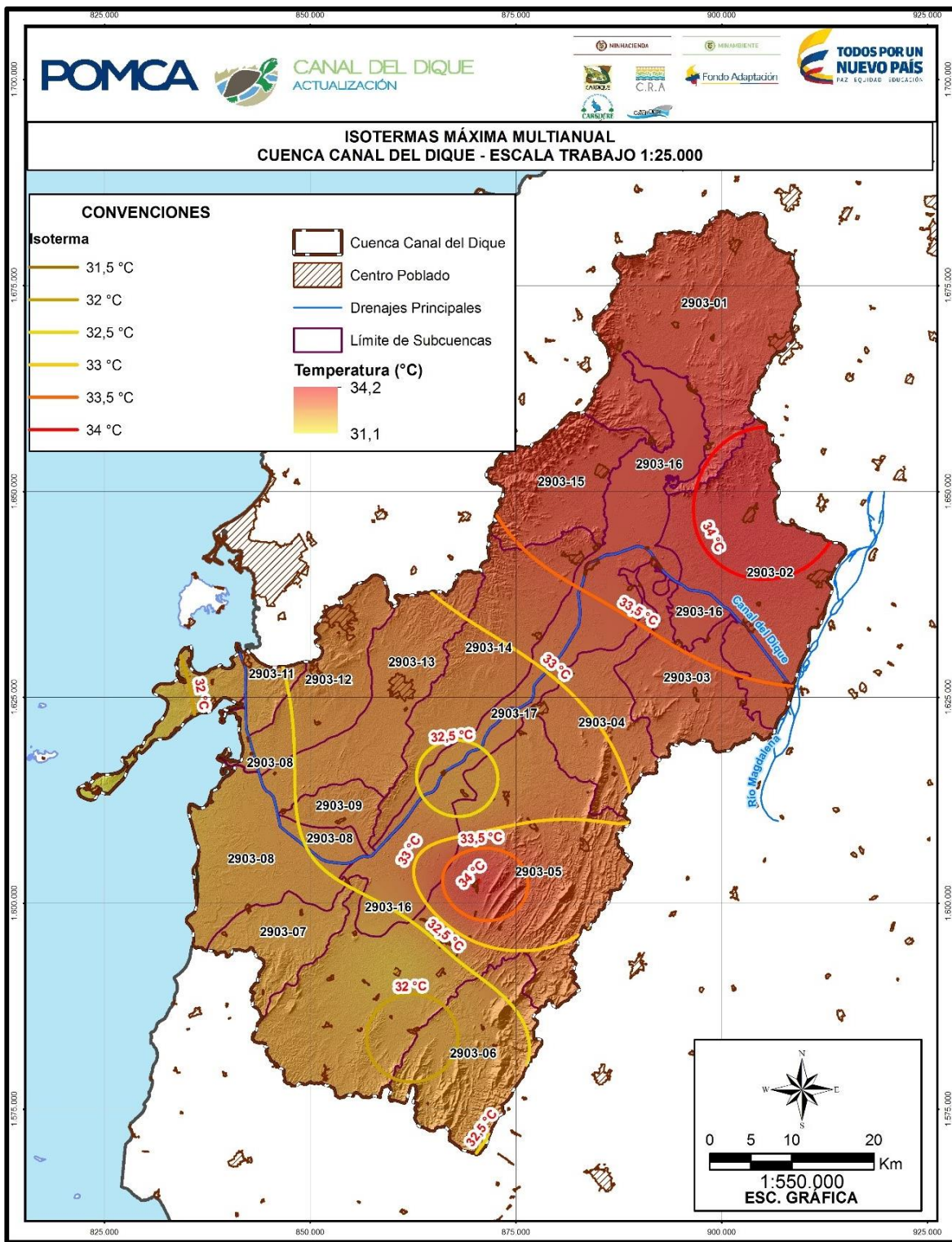
**Figura 3.72. Isotermas medias.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.73. Isotermas máximas



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



El valor de la temperatura media se definió por medio del empleo de polígonos de Thiessen, definidos en función de la disponibilidad de estaciones de temperatura, a continuación, se presentan los resultados de temperatura media mensual para la cuenca, subcuencas y microcuencas (**Tabla 3.24, Tabla 3.25 y Tabla 3.26**), así como los polígonos realizados para su cálculo (ver **Figura 3.74**).

De la **Figura 3.75** a la **Figura 3.86** se evidencia la temperatura de cada mes, para una de las subcuencas generadas dentro de la Cuenca Canal del Dique.

**Tabla 3.24. Temperatura media mensual por cuenca.**

CUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Canal del Dique	27.6	27.9	28.2	28.3	27.9	28.0	27.9	27.7	27.3	27.0	27.0	27.1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.25. Temperatura media mensual por subcuenca.**

SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	27.69	27.97	28.26	28.41	28.14	28.33	28.22	27.98	27.73	27.41	27.49	27.50
Norte Embalse Guájaro	27.94	28.17	28.44	28.56	28.29	28.43	28.37	28.13	27.81	27.48	27.58	27.70
Humedales Canal del Dique y Guájaro	27.75	28.02	28.31	28.44	28.16	28.32	28.23	28.00	27.71	27.39	27.47	27.53
Ciénaga Jobo - Negros	27.73	28.00	28.26	28.37	28.07	28.22	28.14	27.93	27.63	27.33	27.39	27.45
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	27.43	27.74	28.00	28.15	27.92	28.09	27.96	27.78	27.54	27.24	27.29	27.22
Arroyo Caimán	27.53	27.81	28.08	28.23	28.00	28.20	28.07	27.86	27.63	27.33	27.39	27.34
Represas Playón y Matuya	27.61	27.85	28.18	28.24	27.88	27.96	27.99	27.76	27.49	27.17	27.17	27.22
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	27.83	28.07	28.24	28.30	28.01	28.10	28.05	27.90	27.59	27.33	27.40	27.53
Norte Canal del Dique Pasacaballos	27.44	27.63	27.88	28.08	28.00	28.21	28.08	27.91	27.68	27.39	27.45	27.30
Arroyo Cabildo o Grande	27.50	27.75	28.02	28.18	28.00	28.20	28.07	27.88	27.64	27.35	27.40	27.32
Complejo María La Baja	27.43	27.77	28.06	28.17	27.89	28.00	27.92	27.74	27.46	27.14	27.18	27.15
Delta Canal del Dique	27.37	27.60	27.86	28.04	27.92	28.09	27.97	27.80	27.55	27.27	27.31	27.18
Sur Delta	27.34	27.62	27.89	28.04	27.85	27.95	27.87	27.69	27.42	27.14	27.16	27.07
Occidental Embalse Guájaro	28.16	28.36	28.75	28.92	28.66	28.83	28.78	28.45	28.10	27.69	27.84	27.99
Ciénagas Capote - Tupe	27.62	27.93	28.20	28.32	28.03	28.20	28.09	27.88	27.61	27.30	27.36	27.37
Barú	27.31	27.33	27.54	27.83	28.05	28.33	28.16	28.05	27.86	27.59	27.66	27.32
Canal del Dique	27.62	27.89	28.15	28.29	28.05	28.23	28.12	27.92	27.66	27.36	27.42	27.42

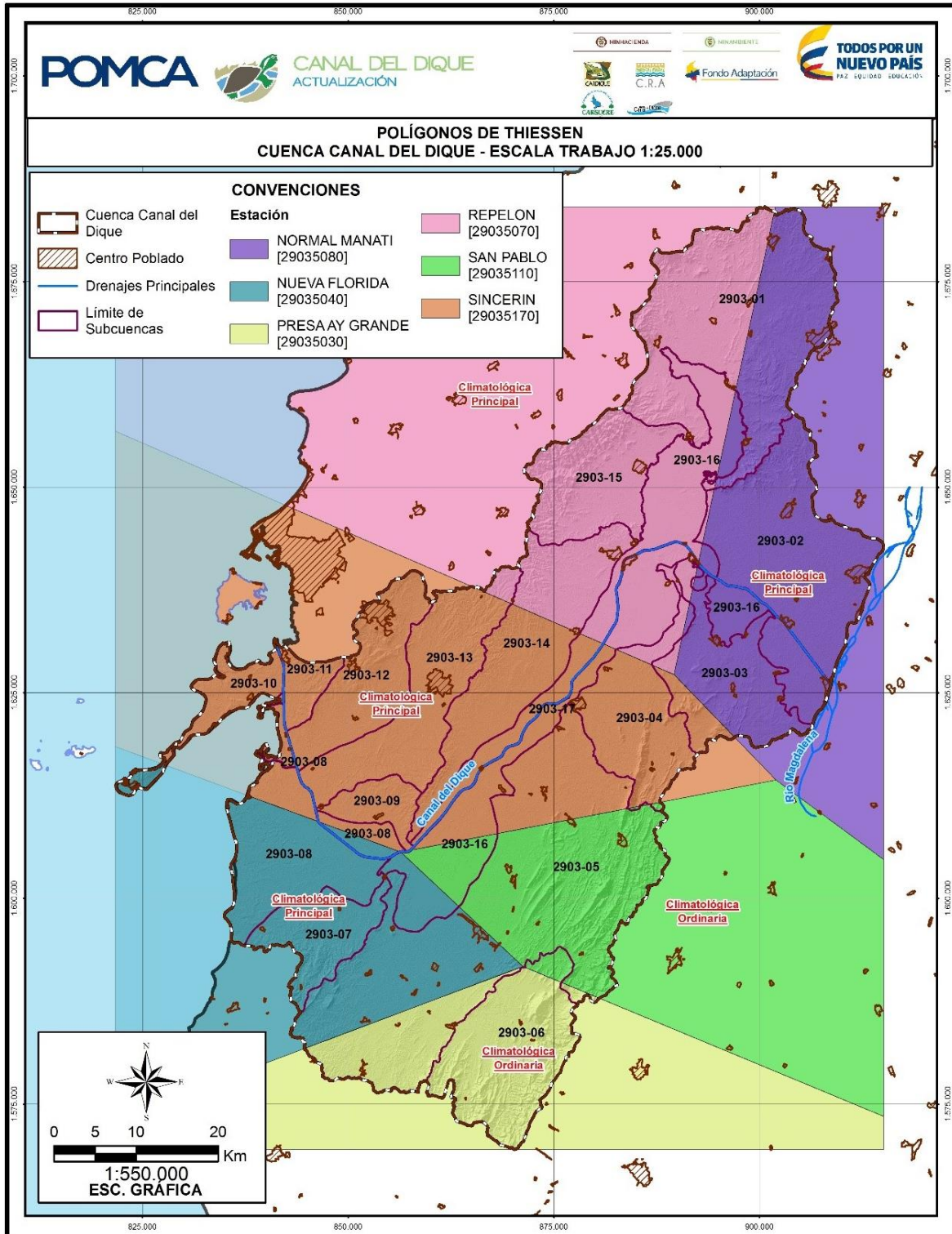
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.26. Temperatura media mensual por microcuenca.**

MICRO-CUENCA-ABAST	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALCANTARILLADO Y ASEO MARÍA LA BAJA S.A E.S.P	27.51	27.80	28.12	28.20	27.87	27.96	27.94	27.74	27.45	27.13	27.15	27.16
ACUEDUCTO COMUNITARIO DE ROTINET	28.18	28.38	28.77	28.95	28.69	28.86	28.81	28.47	28.12	27.71	27.86	28.01
CANAL DEL DIQUE	27.63	27.89	28.16	28.30	28.07	28.25	28.14	27.93	27.68	27.38	27.44	27.43
Acueducto Comunitario de Rotinet	28.20	28.40	28.79	28.97	28.70	28.87	28.83	28.48	28.13	27.72	27.87	28.04
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	27.44	27.75	28.02	28.16	27.92	28.10	27.97	27.78	27.54	27.25	27.30	27.23

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

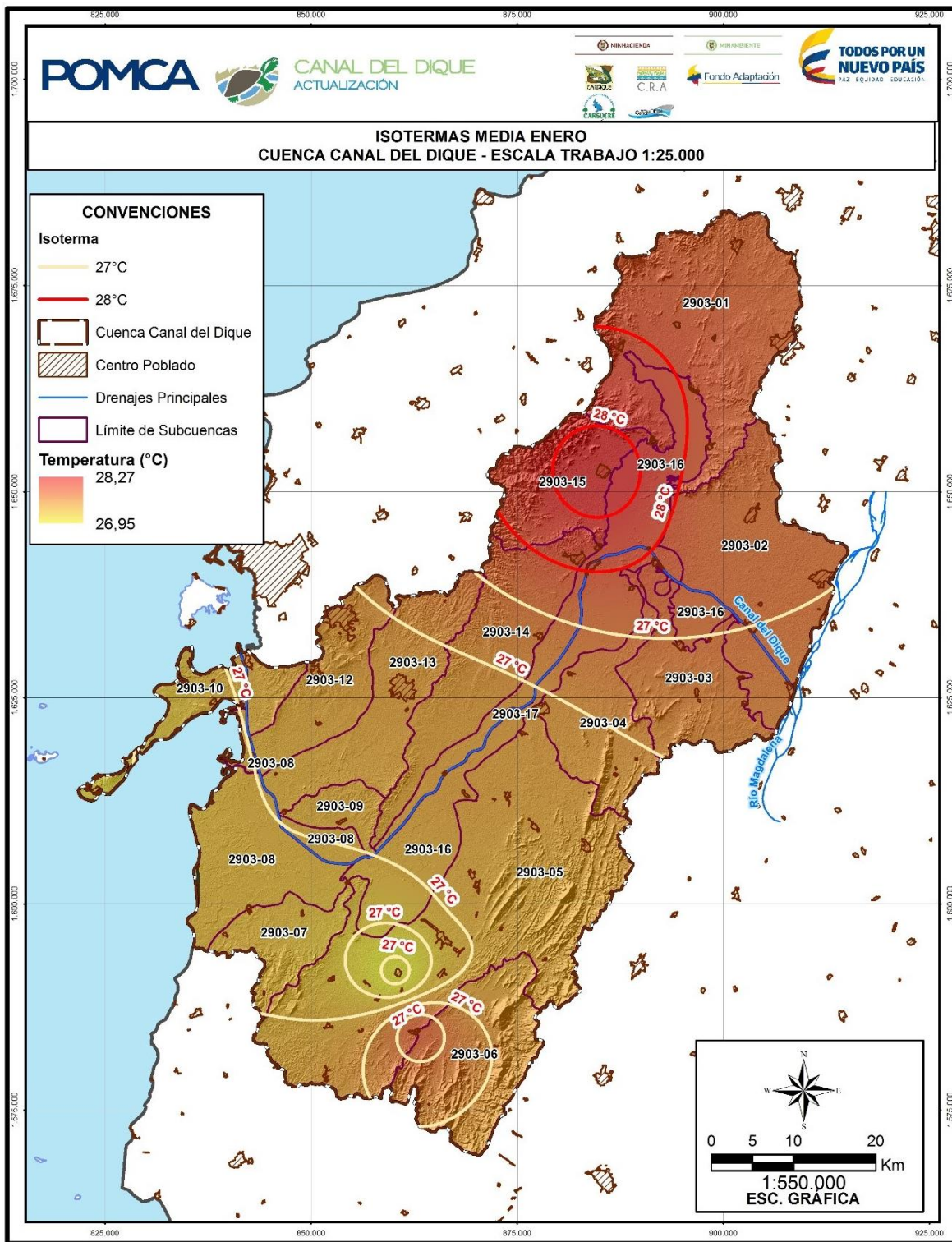
Figura 3.74. Polígonos de Thiessen.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



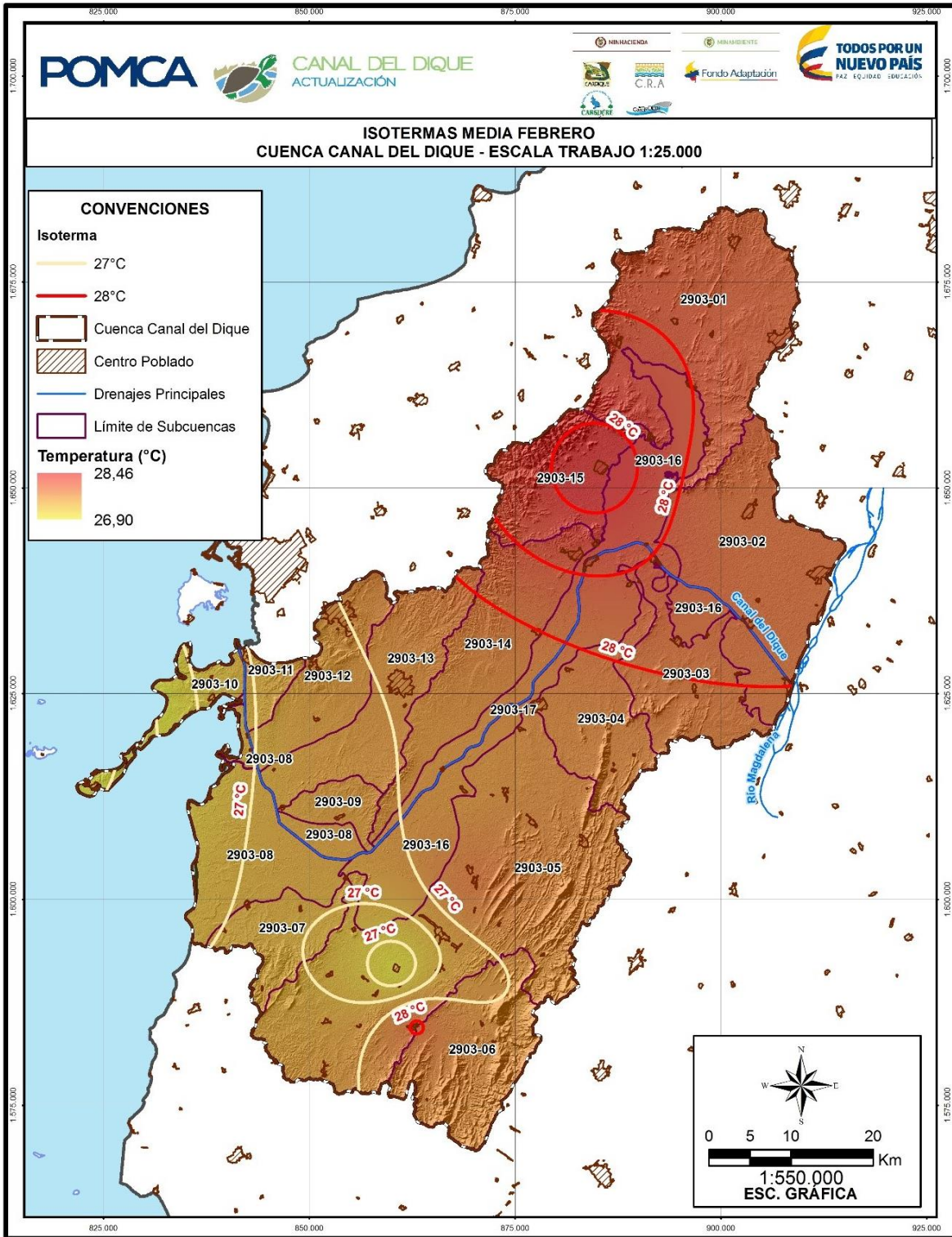
**Figura 3.75. Temperatura Enero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

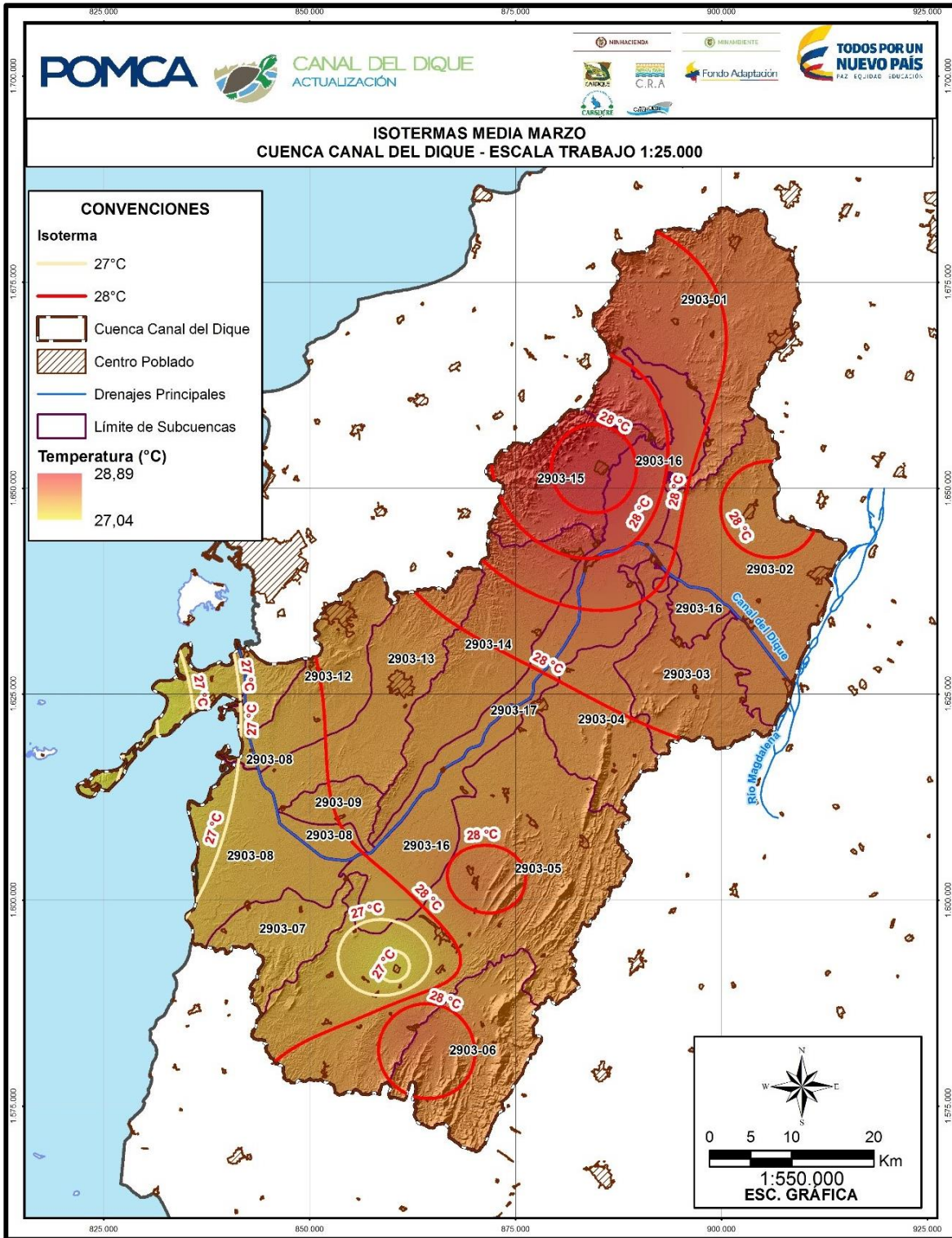


**Figura 3.76. Temperatura Febrero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

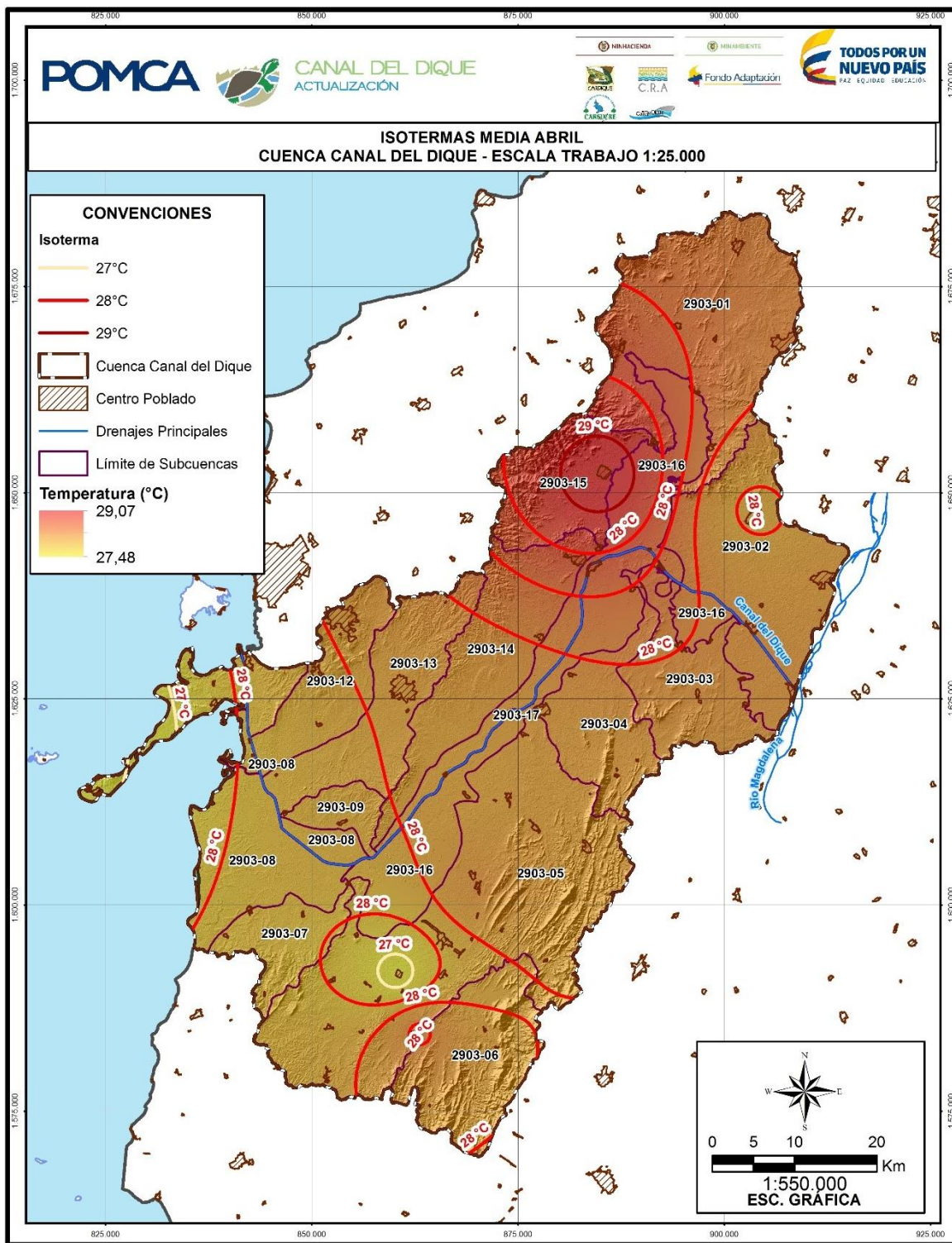
**Figura 3.77. Temperatura Marzo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

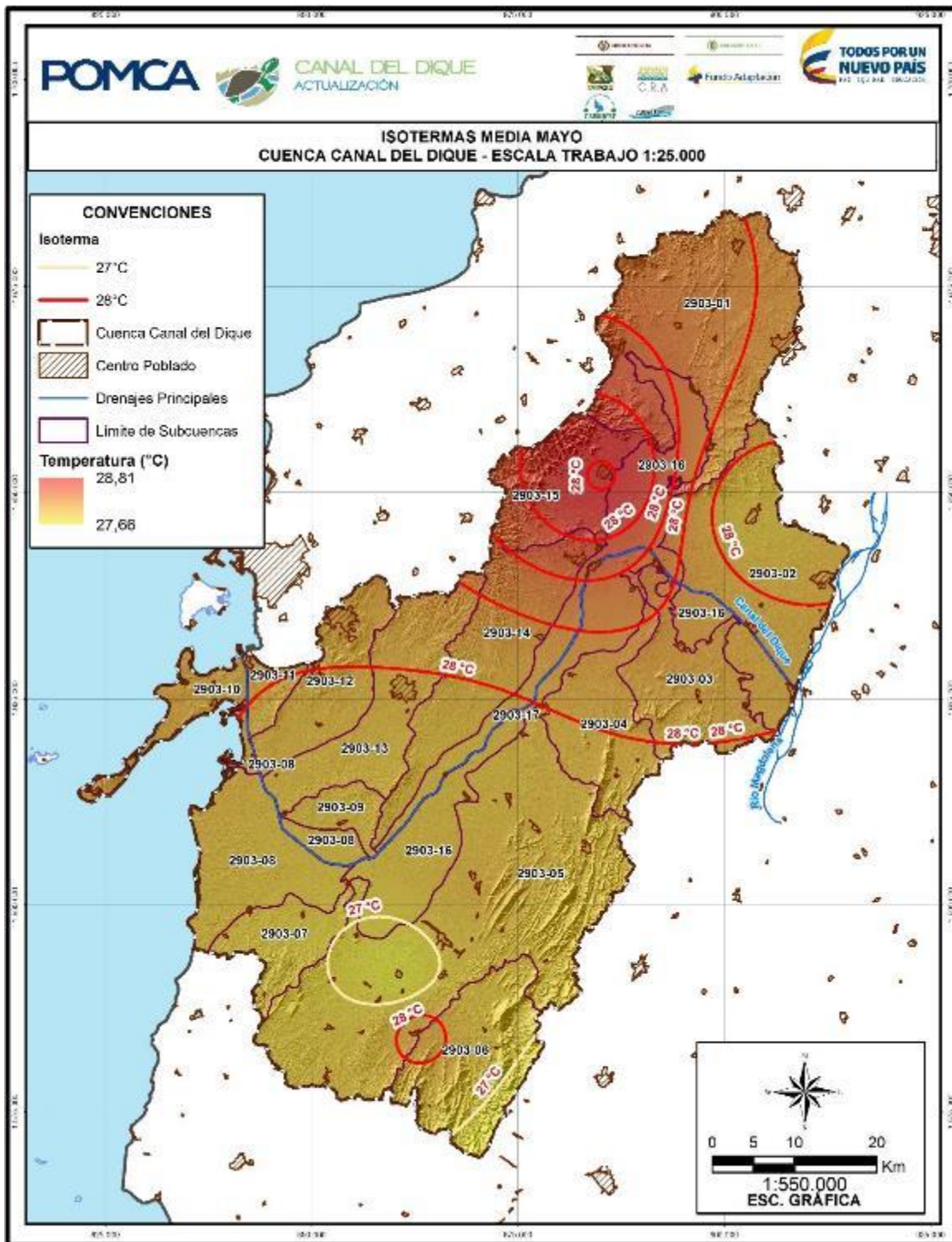


Figura 3.78. Temperatura Abril.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

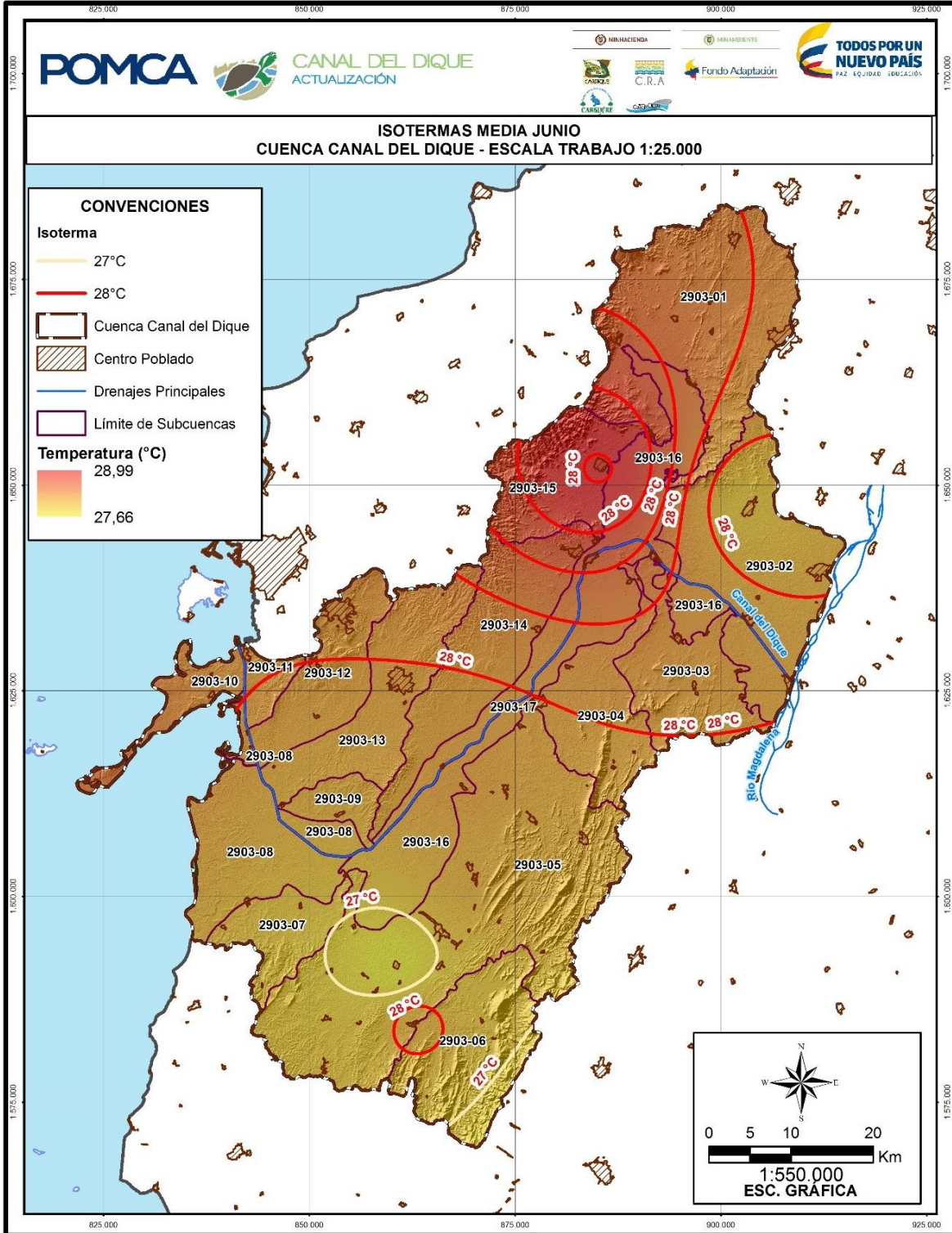
**Figura 3.79. Temperatura Mayo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



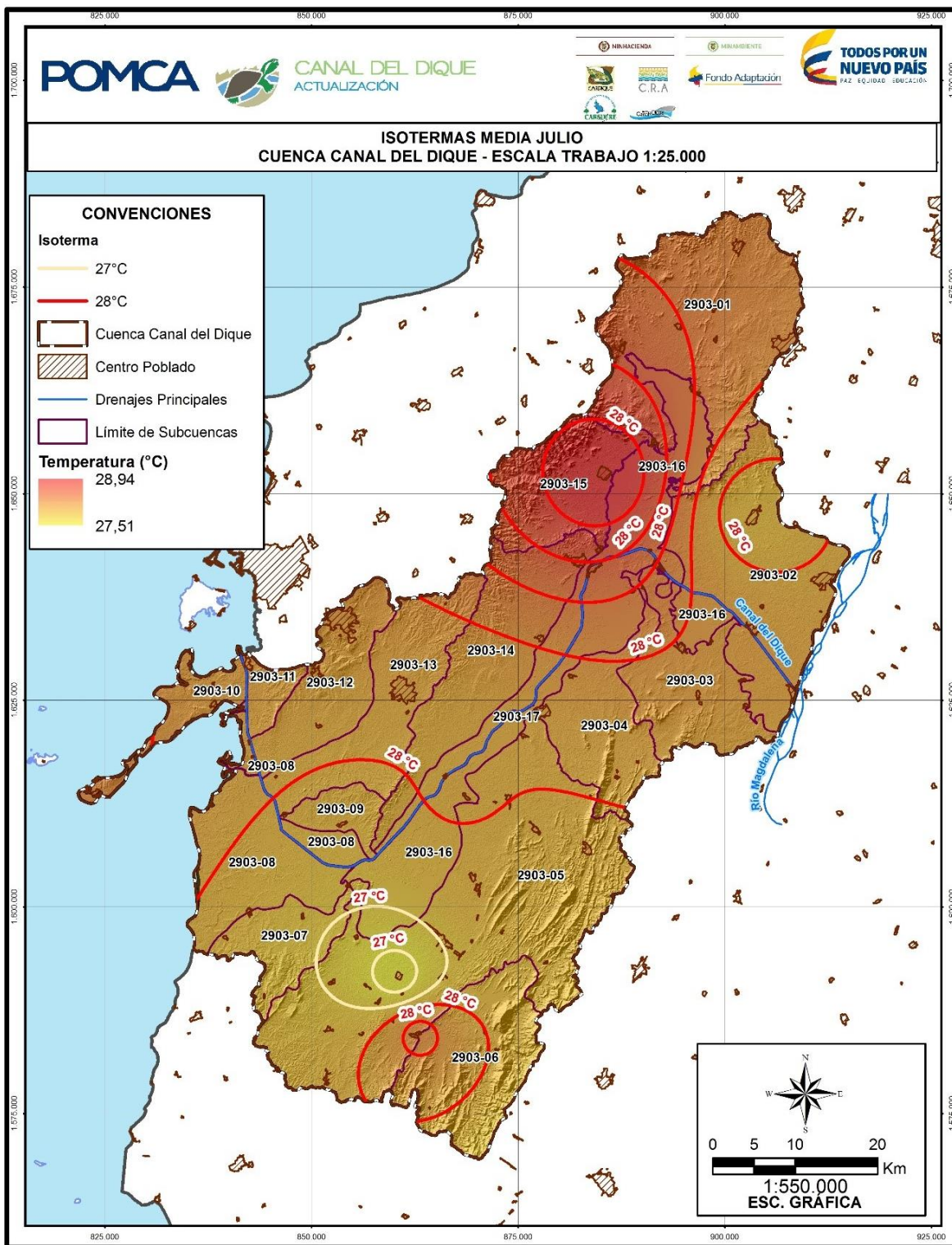
**Figura 3.80. Temperatura Junio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

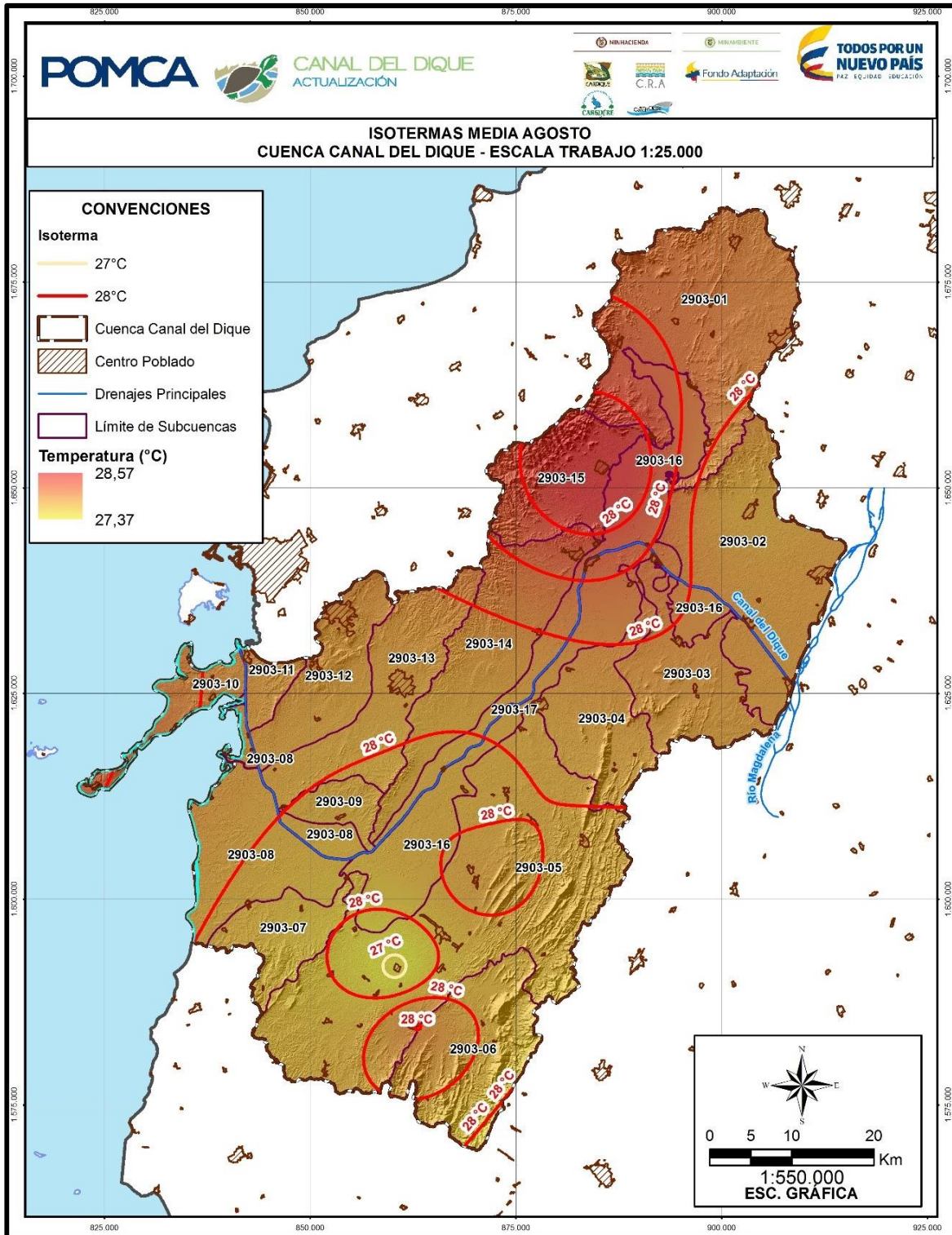


**Figura 3.81. Temperatura Julio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

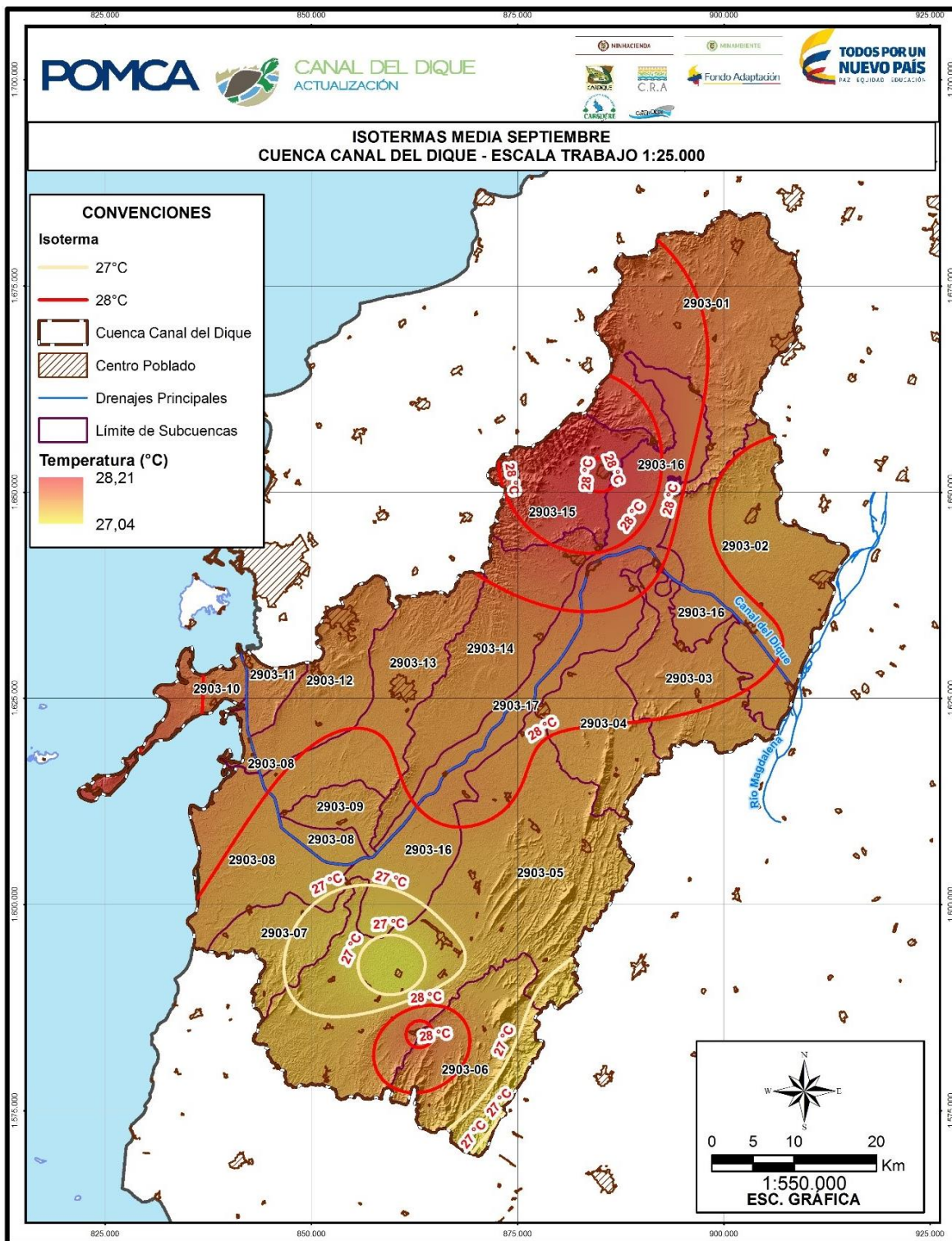
**Figura 3.82. Temperatura Agosto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

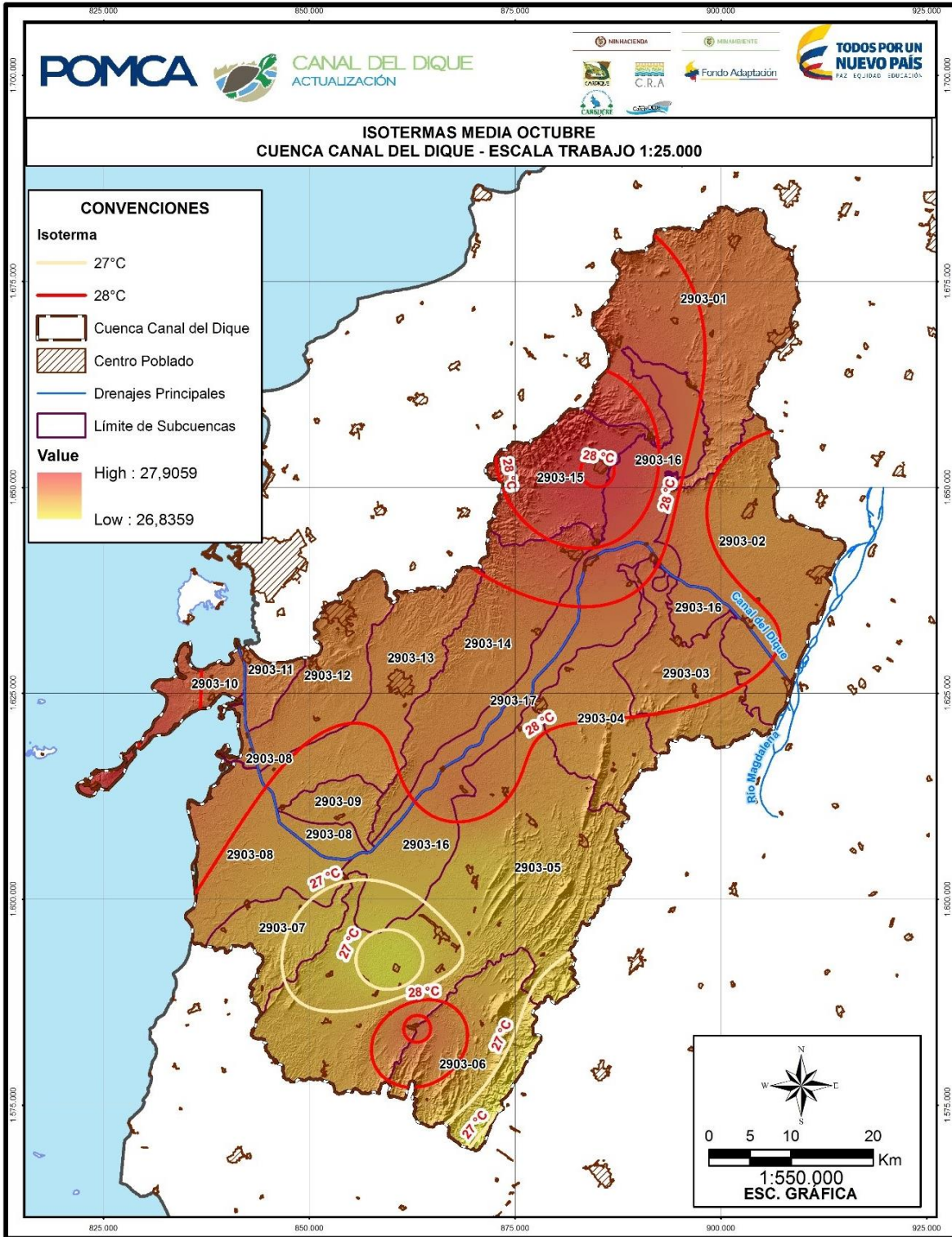


**Figura 3.83. Temperatura Septiembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

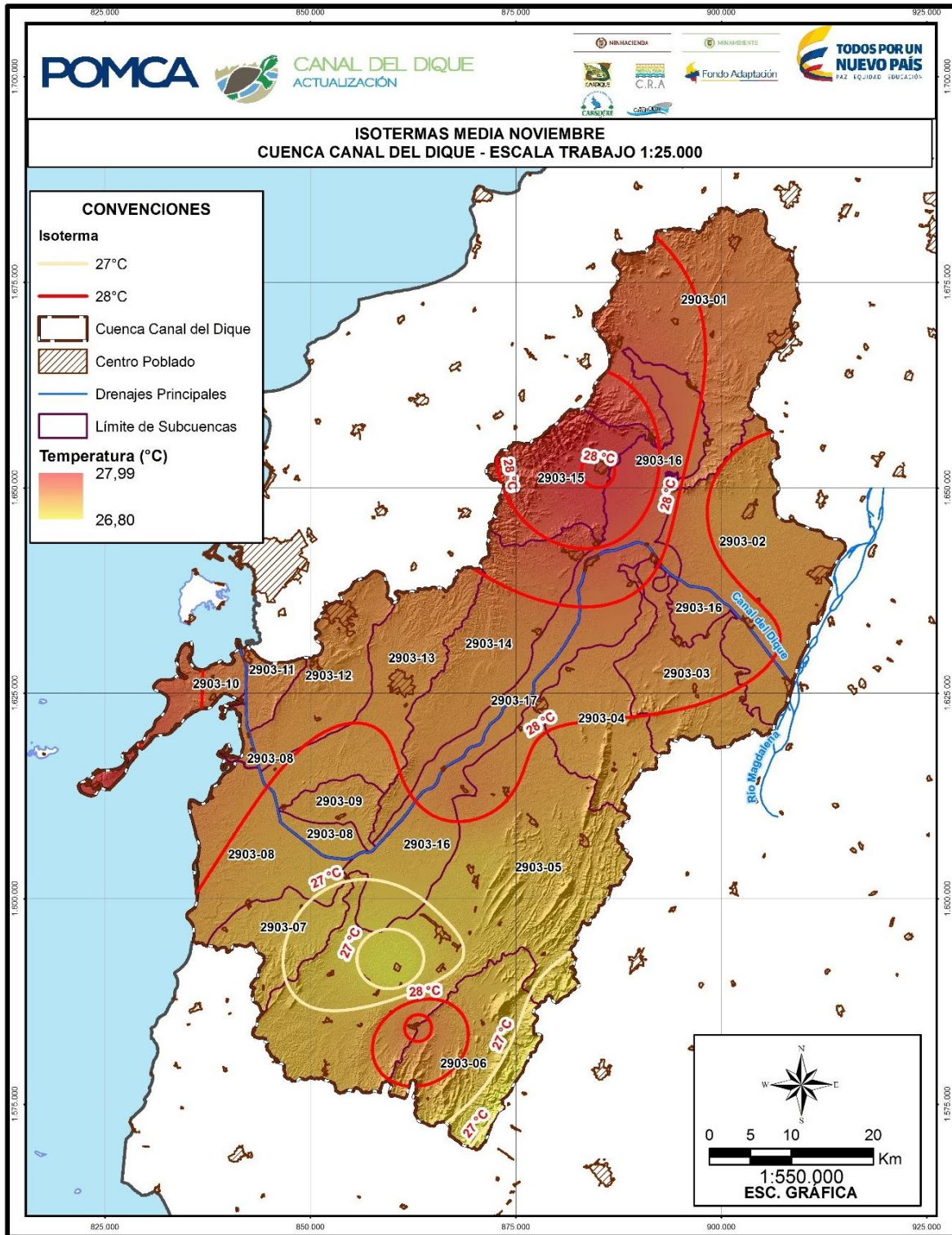
**Figura 3.84. Temperatura Octubre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



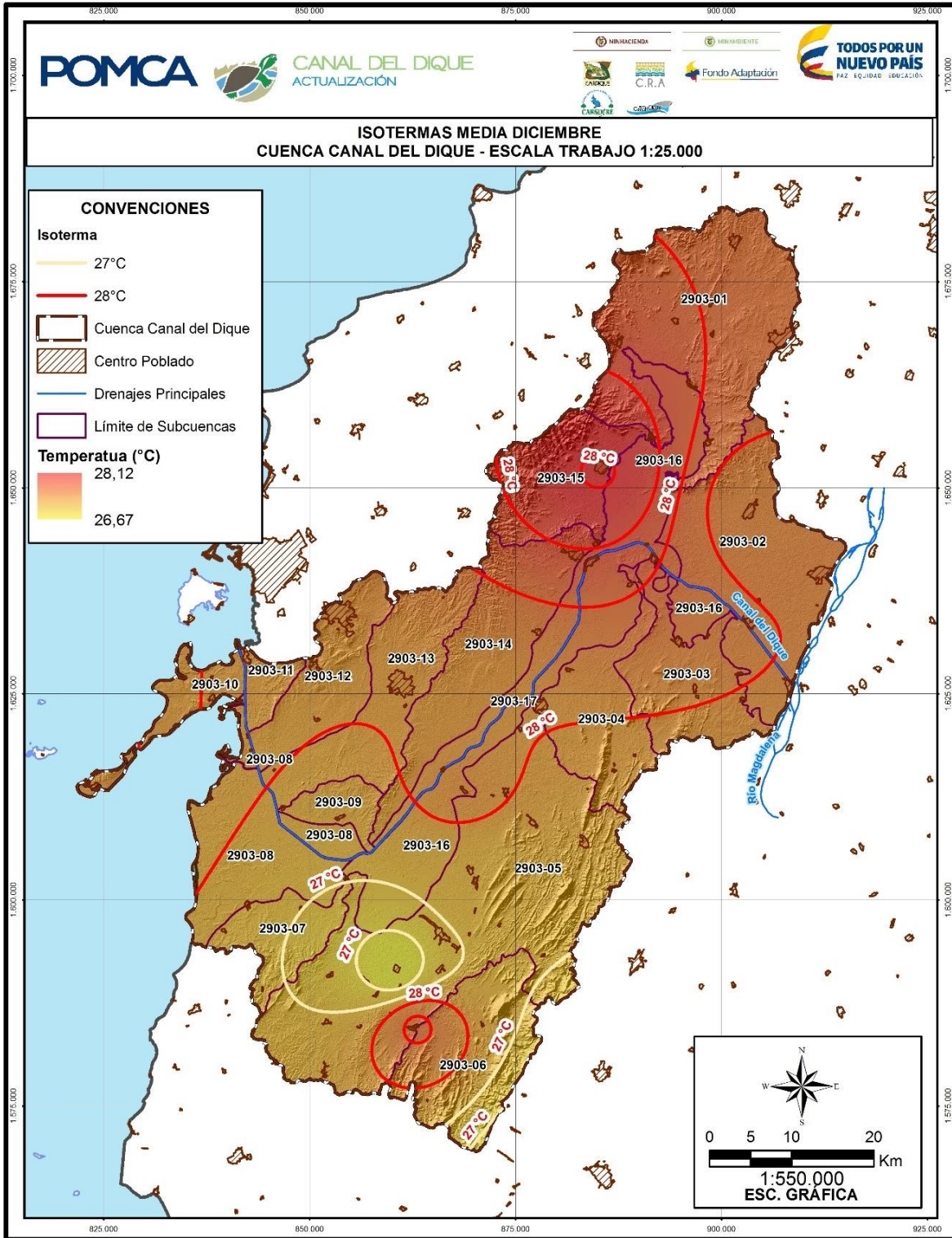
**Figura 3.85. Temperatura Noviembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.86. Temperatura Diciembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3.7 Humedad Relativa (%)

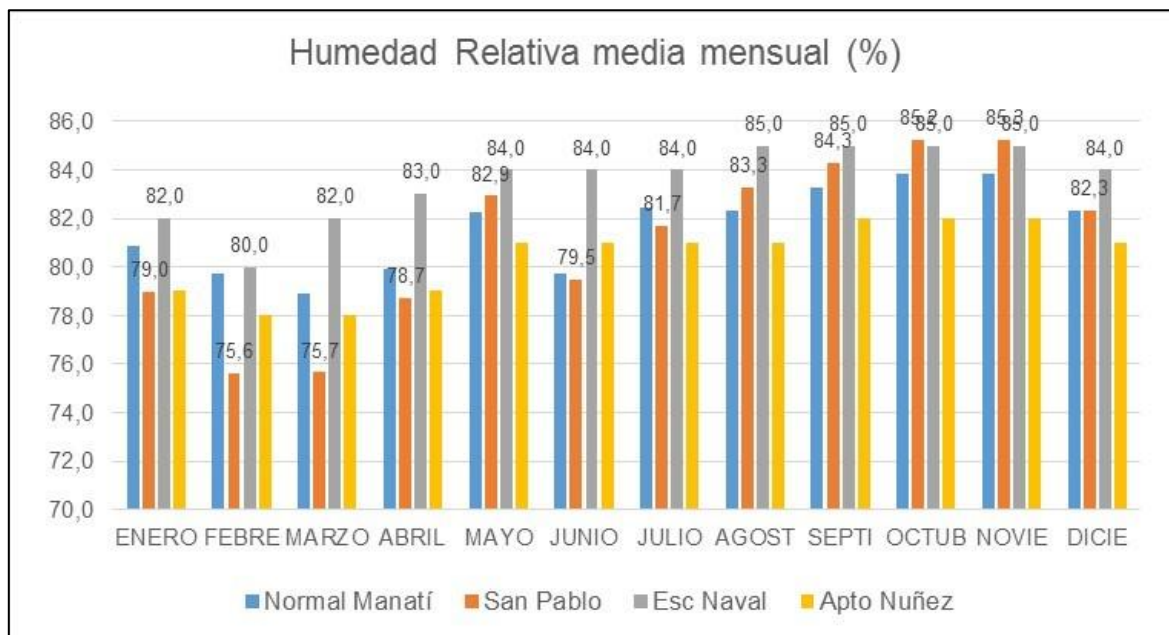
Este parámetro se evaluó a partir de 4 estaciones con registro del IDEAM para un periodo de registro de 19 años (1993 – 2011) ver **Tabla 3.27**. Los valores medios de humedad relativa fluctúan entre 75 % a 85 % en toda el área (**Figura 3.87**), la humedad relativa máxima cuenta con valores del 81% al 91% (**Tabla 3.28**, **Figura 3.88** y **Figura 3.89**).

**Tabla 3.27. Humedad Relativa media anual (%).**

MEDIA MES	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO	ESC NAVAL	APTO NUÑEZ
ENERO	80.9	79.0	82.0	79.0
FEBRE	79.7	75.6	80.0	78.0
MARZO	78.9	75.7	82.0	78.0
ABRIL	79.9	78.7	83.0	79.0
MAYO	82.3	82.9	84.0	81.0
JUNIO	79.7	79.5	84.0	81.0
JULIO	82.4	81.7	84.0	81.0
AGOST	82.3	83.3	85.0	81.0
SEPTI	83.3	84.3	85.0	82.0
OCTUB	83.9	85.2	85.0	82.0
NOVIE	83.9	85.3	85.0	82.0
DICIE	82.3	82.3	84.0	81.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.87. Histograma de Humedad Relativa (%).**



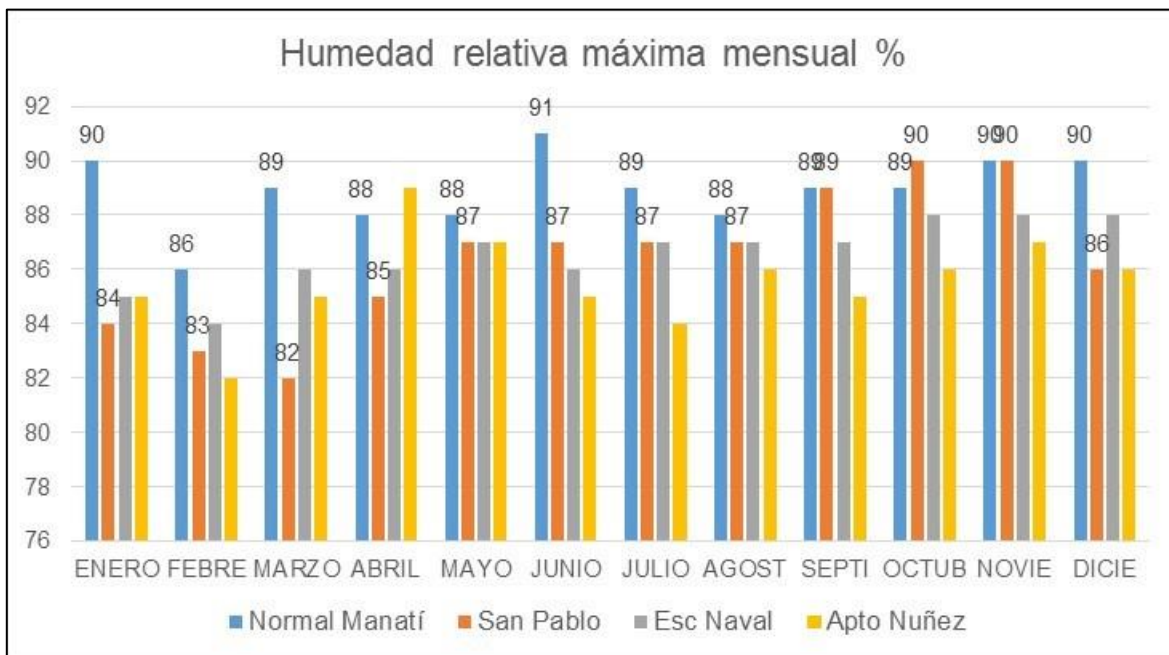
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.28. Humedad Relativa máxima anual (%).**

MAXIMOS MES	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO	ESC NAVAL	APTO NUÑEZ
ENERO	90	84	85	85
FEBRE	86	83	84	82
MARZO	89	82	86	85
ABRIL	88	85	86	89
MAYO	88	87	87	87
JUNIO	91	87	86	85
JULIO	89	87	87	84
AGOST	88	87	87	86
SEPTI	89	89	87	85
OCTUB	89	90	88	86
NOVIE	90	90	88	87
DICIE	90	86	88	86

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

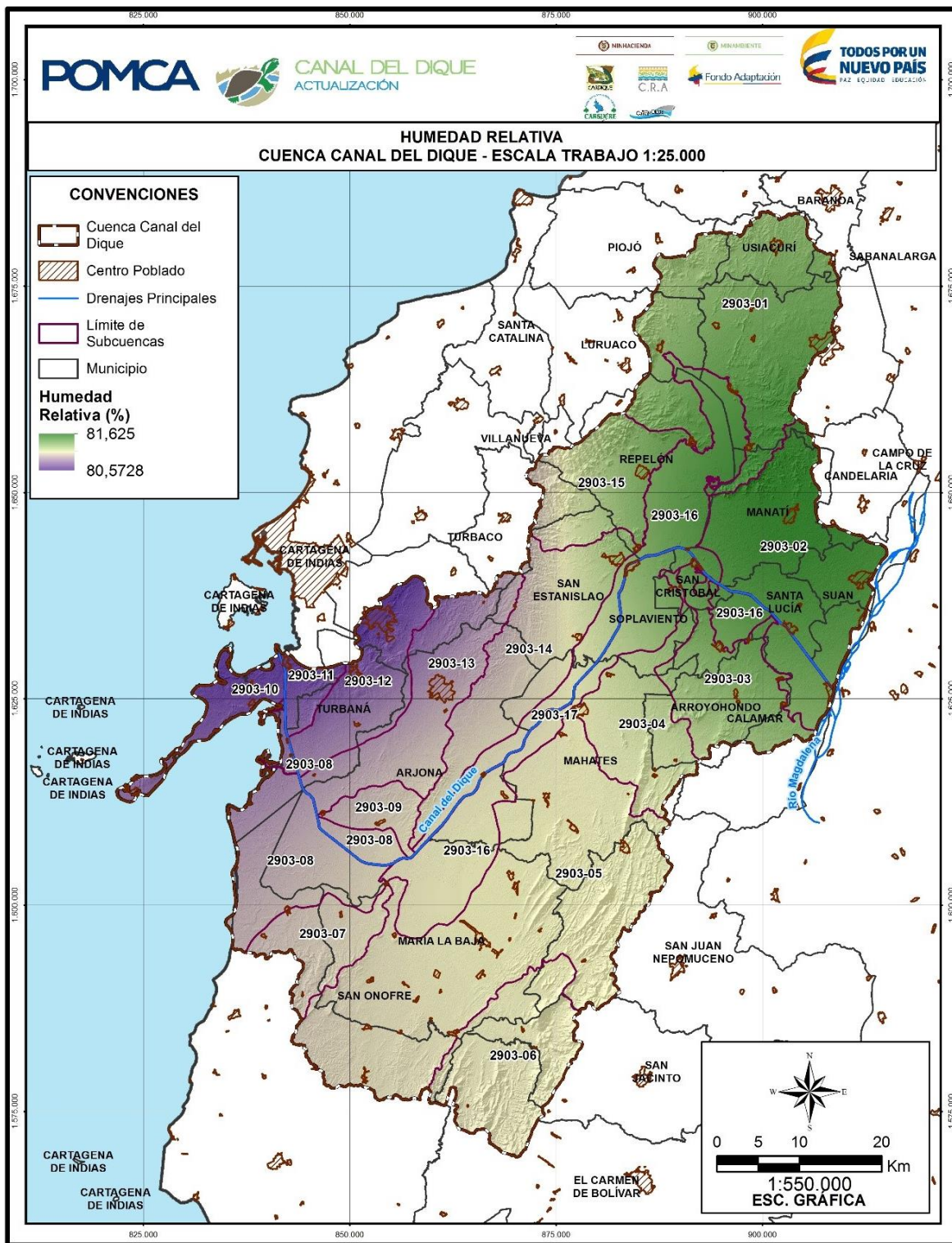
**Figura 3.88. Histograma de humedad relativa máxima (%).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.89. Humedad relativa.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3.8 Brillo Solar

Radiación solar directa procedente del rayo solar como brillo solar medido en hora (Ho) para las estaciones San Pablo y Normal Manatí, se presenta con mayor intensidad durante los meses de enero y febrero, los años donde se registró mayor intensidad fueron 1987, 1989, 2001 y 2004. La estación con mayores registros mensuales es San Pablo. Ver **Tabla 3.29** y **Tabla 3.30**.

Se evidencia que las mayores intensidades de brillo solar para las dos estaciones se presentan durante los meses de, enero, febrero y diciembre con valores entre 200 y 250 horas. Los meses con menor intensidad se presentan en junio, septiembre y octubre.

**Tabla 3.29. Brillo Solar medio Multianual (Ho).**

MEDIA MENSUAL	NORMAL MANATÍ	SAN PABLO
ENERO	236.3	250.7
FEBRE	201.8	213.1
MARZO	181.4	194.5
ABRIL	161.9	162.4
MAYO	152.8	149.8
JUNIO	142.3	150.0
JULIO	183.7	185.5
AGOST	182.4	169.6
SEPTI	143.0	136.3
OCTUB	144.4	141.1
NOVIE	154.0	158.8
DICIE	198.2	216.2

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.30. Brillo Solar máximo Multianual (Ho).**

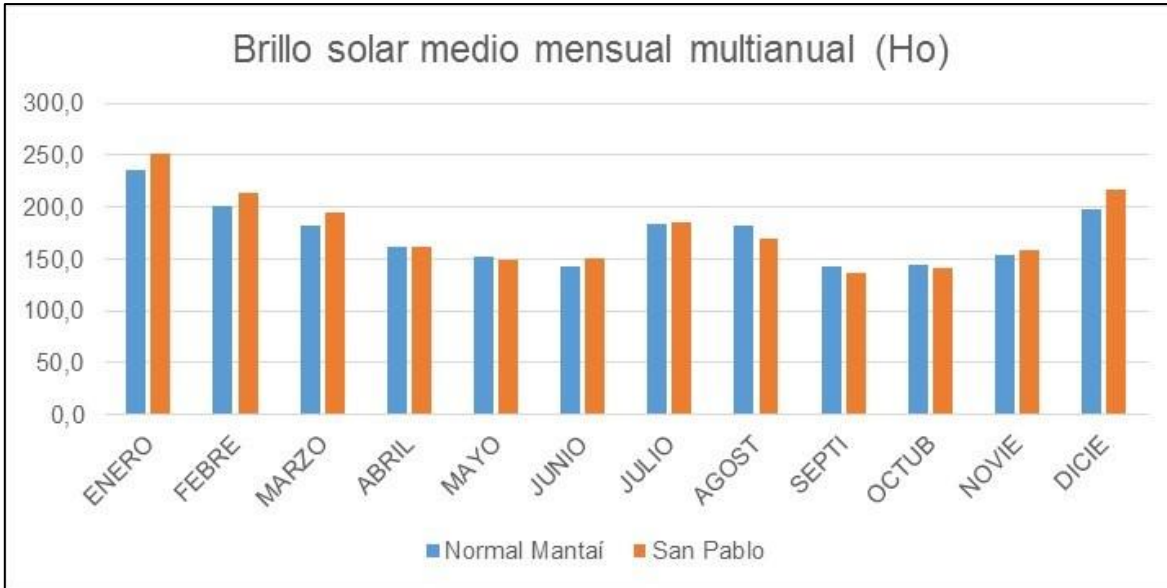
MÁXIMA MENSUAL	NORMAL MANTAÍ	SAN PABLO
ENERO	268.2	282.1
FEBRE	261.7	256.8
MARZO	261.5	243.5
ABRIL	249.8	232.7
MAYO	215.4	201.3
JUNIO	200.1	204.7
JULIO	228.3	241.8
AGOST	236.9	230
SEPTI	188.6	174.4
OCTUB	178	204
NOVIE	194.8	192.9
DICIE	249.2	269.9

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



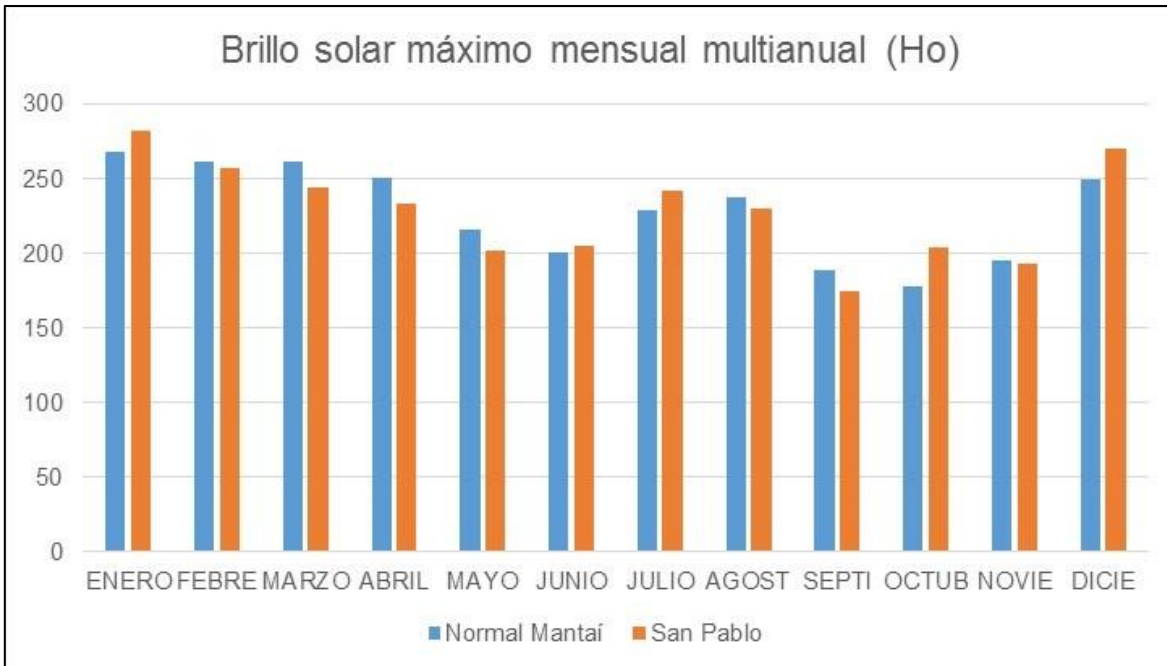
En la **Figura 3.90**, **Figura 3.91** y **Figura 3.92** se presentan las gráficas del brillo solar medio y máximo mensual multianual para las estaciones San Pablo y Normal Mantái.

**Figura 3.90. Histograma de brillo solar medio multianual (Ho).**



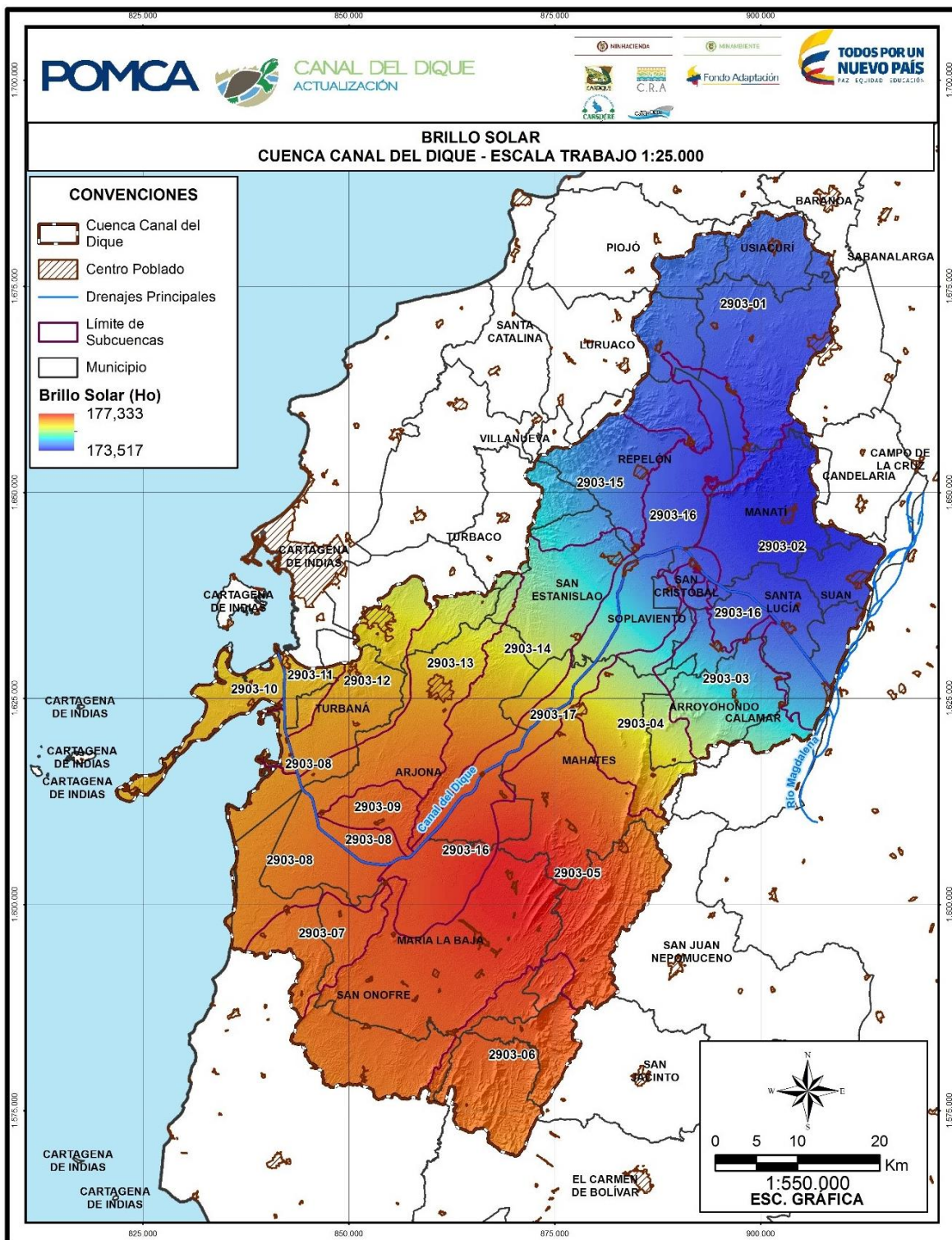
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.91. Histograma de Brillo solar máximo Mensual (Ho).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.92. Brillo solar.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3.9 Evaporación (mm)

Las siguientes figuras y tablas representan los valores multianuales y mensuales de evaporación en mm, para tres estaciones, San Pablo, Aeropuerto Núñez y Escuela Naval, donde se puede identificar que en el año 1987 se registró la mayor evaporación para la estación Aeropuerto Núñez con un valor de 305 mm en el mes de octubre lo cual indica un comportamiento totalmente atípico ya que este mes se caracteriza por ser de los que registra menor evaporación del año, mientras que las otras dos estaciones muestran un patrón homogéneo sin variaciones importantes de evaporación. El mes con mayor evaporación es abril con valores desde 160 mm a 188 mm, seguido por febrero y abril, la menor evaporación se da en el mes de noviembre con valores que oscila entre 100 y 127 mm, este comportamiento es coherente con el régimen de lluvias monomodal del área en estudio.

La **Tabla 3.31**, presenta la evaporación anual de la estación de San Pablo, la **Figura 3.93** y **Figura 3.94** presenta la evaporación media multianual y media mensual de la estación estudio.

**Tabla 3.31. Evaporación Anual – San Pablo (mm).**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
1980								79.0	104.2	79.5	99.9	
1981	162.9	108.2		108.0	68.4	73.3	119.5	112.4	117.5	108.0	88.7	86.8
1982		111.3	165.8	134.0	140.9	108.7		140.3	100.2	122.5		93.8
1983	108.5			127.5	88.5	82.2		113.6	116.3	106.8	108.9	93.9
1984	134.1	142.5	181.7	116.0	111.5	98.5	130.0	111.2	99.7		95.7	133.4
1985	153.2	182.7	186.6	180.9	117.3	146.0	143.2	120.0	116.7	135.3	112.3	131.7
1986	163.5	161.6	187.9	134.8	142.4	146.0	156.6	133.4	127.3	100.4	101.9	115.5
1987												
1988							124.7					
1989	134.1	160.1	165.1	156.9	142.8							
1990	156.3	152.1	190.5	145.7	148.0	143.9	148.9		144.7	123.7	110.0	132.7
1991								159.6	130.2	117.3	104.0	131.2
1992	172.5		207.2	173.6	166.3	147.7	149.9		143.6	125.1	103.6	126.7
1993	132.3	154.8	172.0	163.9	154.5	148.6	161.3	149.0	126.1		106.6	131.0
1994	124.9	139.1	144.4	158.5	140.5	147.5	167.8	144.8	126.2	117.0	97.9	132.5
1995	176.3	164.2	182.0	129.1	126.2	89.1	132.3	117.4	132.5	102.2	110.6	118.7
1996	148.3	141.5	116.5	140.6	100.3	125.3	125.5	115.9			92.5	100.8
1997	148.3	141.5	189.5	160.6	148.6	109.9	135.9	125.0	120.2	115.2		
1998	165.4	163.7	129.2	143.1	114.9	113.7	134.4	140.6	95.0	103.0	70.8	84.6
1999	132.7	130.9	132.5	135.0	122.1	124.3	104.9					
2000	101.0	126.3	155.0	149.0	109.9	97.8	118.5	162.1	105.3	107.9	107.7	98.3
2001	138.1		161.9	141.3	114.2	124.8	124.5	124.2	138.4	132.7	128.8	132.3
2002	163.9	157.3	167.7	129.2	131.4	118.4	155.1	133.0	109.7	99.7	106.9	111.2
2003	127.0		166.6	93.5	130.5	80.7	107.7		102.7		69.9	98.1
2004	104.4	116.4	158.9	124.7	100.2	124.5				125.5		108.1
2005	134.1	116.4	181.5	138.6	127.6	116.4	136.3	138.1	115.4	106.7		110.9
2006	112.8	136.5	163.1	138.5	91.2	135.0	119.0	135.2	93.7	81.7	87.9	133.5

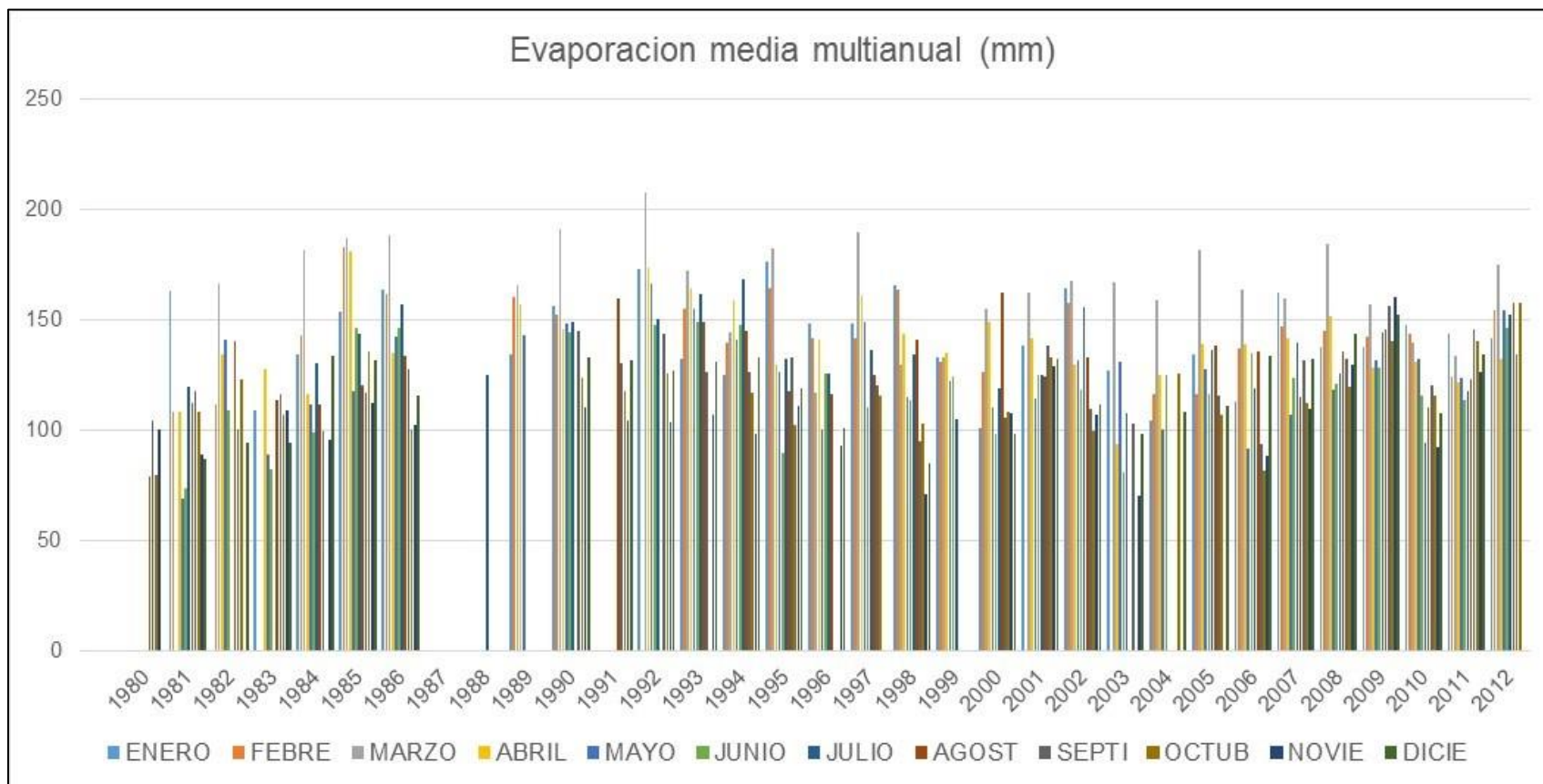
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
2007	161.9	147.0	159.1	141.5	106.5	123.2	139.7	114.8	131.6	112.3	109.1	132.3
2008	137.6	144.6	184.2	151.1	117.9	120.6	125.4	135.2	132.3	119.1	129.2	143.3
2009	137.5	142.1	156.5	127.8	131.2	128.3	144.2	145.4	156.3	140.1	160.3	152.3
2010	147.1	143.4	139.6	130.5	131.8	115.7	94.0	110.0	120.4	115.5	91.9	107.1
2011	143.5	124.1	133.1	121.6	123.6	113.4	117.1	122.8	145.1	140.3	126.1	134.4
2012	141.5	154.4	175.0	131.9	154.3	146.1	152.0	157.6	133.9	157.2		

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	141.6	142.5	164.9	138.9	124.3	119.6	133.4	129.6	121.7	115.8	105.1	118.3
MAXIMOS	176.3	182.7	207.2	180.9	166.3	148.6	167.8	162.1	156.3	157.2	160.3	152.3
MINIMOS	101.0	108.2	116.5	93.5	68.4	73.3	94.0	79.0	93.7	79.5	69.9	84.6

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.93. Histograma de evaporación media multianual – San Pablo (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.94. Histograma de evaporación media mensual – San Pablo (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.32**, presenta la evaporación anual de la estación de Apto Núñez, la **Figura 3.95** y **Figura 3.96** presentan la evaporación media multianual y media mensual de la estación estudio.

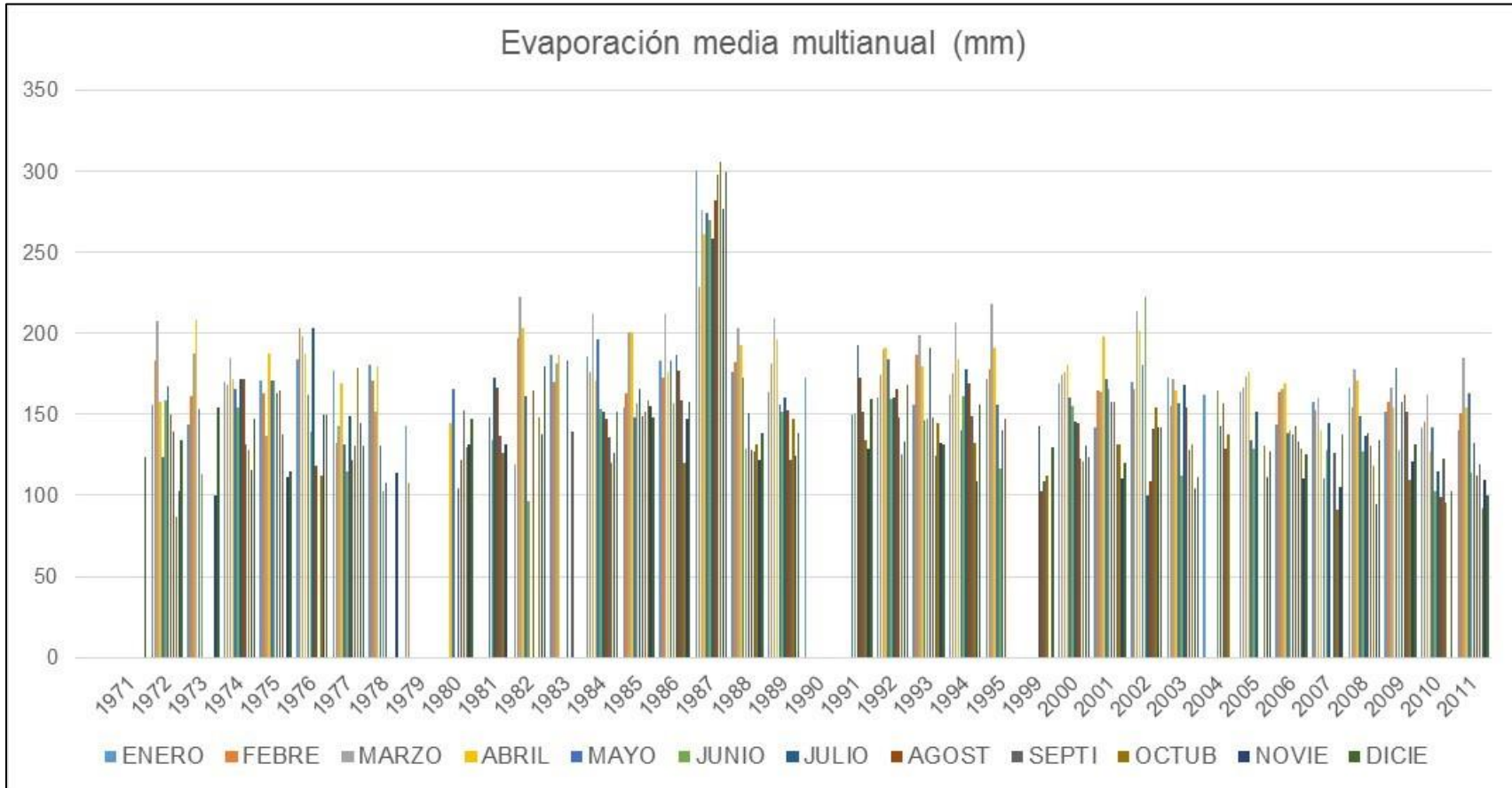
**Tabla 3.32. Evaporación Anual – Apto Núñez (mm).**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPI	OCT	NOV	DIC
1971												123.3
1972	156.1	182.7	207.5	157.4	123.4	158.6	167.7	149.6	139.2	87.0	102.3	134.2
1973	143.4	161.4	187.7	208.4	153.0	112.6					99.9	154.0
1974	170.3	168.0	184.4	171.8	165.7	154.1	171.9	171.5	131.4	128.0	115.4	147.0
1975	170.8	162.5	136.4	187.2	171.1	170.6	162.7	165.0	137.7		111.2	114.9
1976	184.3	203.0	197.7	187.7	161.8	139.6	202.9	118.2		112.1	149.6	149.8
1977	176.6	132.7	143.2	169.4	131.2	115.0	149.1	121.7	130.6	178.4	144.2	130.3
1978	180.0	170.9	151.6	179.9	130.8	102.8	107.5				113.7	
1979	142.6	108.1										
1980			*	144.9	165.2	*	104.2	122.1	152.0	129.5	131.1	147.0
1981				*	147.6	134.1	172.6	166.4	136.5	125.8	131.2	
1982	119.5	197.2	222.0	203.3	161.4	96.1		164.7	*	148.3	137.8	179.1
1983	186.4	169.8	181.3	186.5			183.4		139.1			
1984	185.8	176.3	211.5	170.8	195.9	153.0	151.7	147.5	136.0	119.9	125.9	151.9
1985	154.2	162.9	200.3	200.8	147.8	156.8	165.9	148.5	151.7	158.4	154.9	148.0
1986	183.3	172.6	212.0	176.4	182.8	157.0	186.4	176.6	158.4	120.4	147.4	157.7
1987	300.2	228.7	275.4	261.2	273.9	269.5	258.3	281.9	297.6	305.1	276.7	299.6
1988	176.1	181.9	203.2	192.7	172.1	129.1	150.4	127.8	126.8	131.5	121.7	138.6
1989	164.2	181.3	209.2	196.5	155.9	151.6	160.0	152.0	122.2	146.8	124.5	138.7
1990	172.1											
1991					149.5	150.6	192.6	172.8	151.4	134.4	128.4	159.7
1992	160.0	174.7	190.0	190.5	183.5	159.3	160.5	165.7	147.9	125.2	133.5	168.5

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPI	OCT	NOV	DIC
1993	156.3	186.4	199.1	179.3	146.6	147.2	190.7	147.8	124.6	144.5	132.5	131.5
1994	161.9	175.3	207.0	184.0	139.9	160.8	177.7	168.7	148.6	132.0	108.8	156.3
1995	171.6	177.7	218.0	190.9	155.5	116.6	140.2	147.5				
1999							142.9	102.8	108.7	112.0	*	129.7
2000	168.7	174.0	175.7	180.2	159.9	154.9	145.7	144.8	123.0	121.0	130.8	123.9
2001	142.0	164.8	164.0	197.5	171.7	165.1	157.9	157.9	131.4	131.3	110.7	120.1
2002	169.7	165.2	213.3	201.6	180.0	222.1	100.3	108.7	141.0	154.5	141.5	141.8
2003	172.6	154.8	171.3	164.4	156.5	111.9	167.8	154.5	128.1	131.4	104.7	111.3
2004	162.4					164.9	142.7	157.0	129.2	137.3		
2005	164.2	166.5	173.5	175.7	134.1	129.0	151.8			130.5	111.7	127.1
2006	144.0	163.7	165.5	168.6	138.7	139.9	137.2	143.1	133.4	129.0	110.4	125.5
2007	157.7	152.8	159.9	140.4	110.1	127.9	144.8		126.4	91.5	105.3	137.8
2008	166.5	154.4	178.0	170.9	148.6	127.0	136.7	138.4	130.2	118.3	94.8	134.1
2009	151.7	157.7	166.7	154.3	178.8	127.7	157.9	162.1	151.6	109.5	121.1	131.2
2010	142.0	145.0	162.4	126.8	142.2	102.5	114.8	99.0	122.3	95.5	*	102.5
2011	140.0	150.8	184.5	154.5	163.1	113.6	132.0	111.8	119.1	92.2	109.1	100.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.95. Histograma de evaporación media anual – Apto Núñez.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.96. Histograma de evaporación media mensual – Apto Núñez (mm).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

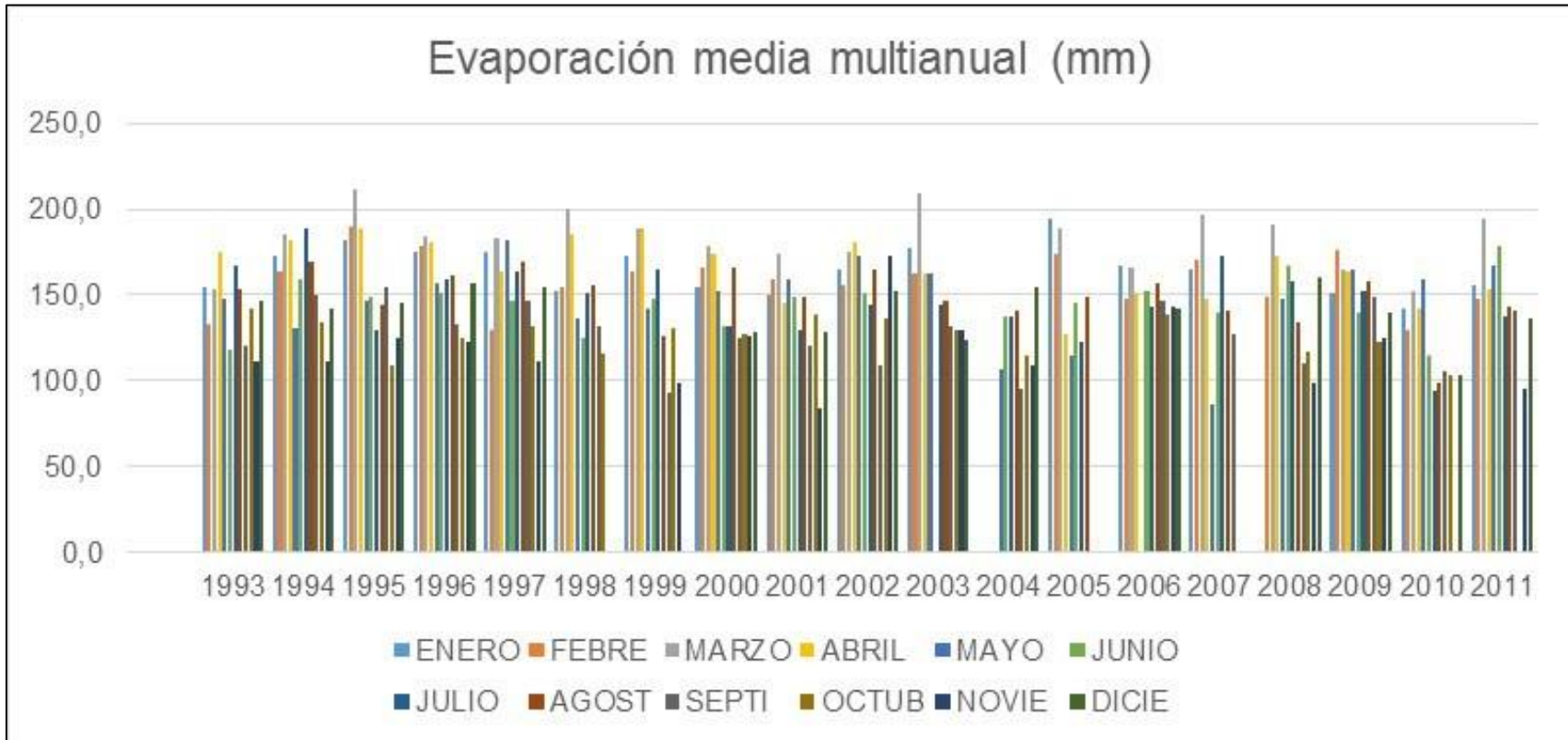
La **Tabla 3.33**, presenta la evaporación anual de la estación de Naval, la **Figura 3.97** presenta la evaporación media multianual, **Figura 3.98** evaporación media mensual y la **Figura 3.99** la evaporación máxima mensual multianual de la estación estudio.

**Tabla 3.33. Evaporación Anual (mm) – Esc. Naval.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	154.0	132.9	152.9	174.4	147.5	117.7	166.5	153.7	120.0	141.7	110.5	146.2
1994	173.0	163.5	185.6	181.3	130.7	159.1	188.6	169.0	150.2	133.7	110.6	141.5
1995	181.6	189.4	210.9	189.1	146.8	148.3	129.3	144.3	154.3	108.4	124.6	145.1
1996	175.3	178.2	183.6	181.1	157.0	150.4	159.5	161.4	133.2	124.7	122.7	157.2
1997	174.4	129.6	183.1	163.3	181.3	146.5	163.1	168.9	146.9	132.1	111.1	154.7
1998	152.4	154.5	200.2	184.9	136.0	124.8	150.6	155.3	131.2	115.3		
1999	173.1	163.4	189.1	188.3	141.8	147.9	164.1	125.7	93.2	130.7	98.5	*
2000	154.2	165.6	178.2	173.5	151.8	131.6	132.0	166.2	124.7	126.6	125.9	128.0
2001	150.3	158.7	174.3	145.3	158.9	149.1	129.2	148.5	120.5	137.9	83.3	128.0
2002	165.0	155.2	174.5	180.4	172.2	150.4	144.6	164.5	108.4	136.1	172.6	152.0
2003	177.2	162.3	209.3	162.2	162.6	*	143.9	146.5	131.1	129.8	129.8	124.0
2004					106.8	137.6	137.7	140.3	95.6	114.9	109.3	154.9
2005	194.5	173.6	188.7	126.6	114.3	144.8	122.6	149.0	*	*		
2006	167.5	148.0	165.5	151.5		151.9	142.9	156.8	146.0	138.2	142.7	142.0
2007	164.8	170.7	197.0	147.0	85.6	139.3	172.3	141.2	127.4			
2008		148.3	191.4	172.4	147.3	167.3	158.3	133.9	109.9	117.2	98.6	159.9
2009	150.7	175.9	164.5	163.0	164.6	139.8	152.0	157.8	148.7	122.4	124.5	139.5
2010	141.5	129.5	152.6	142.0	158.6	114.5	93.5	98.3	105.7	102.7	*	103.0
2011	155.6	147.9	193.8	152.9	167.3	177.9	137.8	142.8	140.9	*	95.2	135.8

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.97. Histograma de evaporación media multianual – Esc. Naval.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

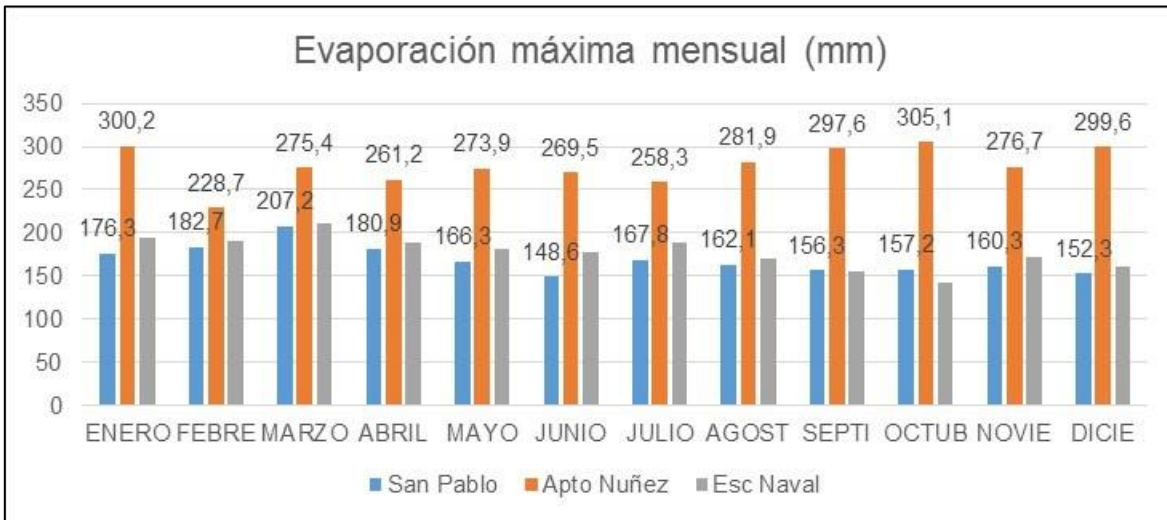


Figura 3.98. Histograma de evaporación media mensual – Esc. Naval (mm).



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

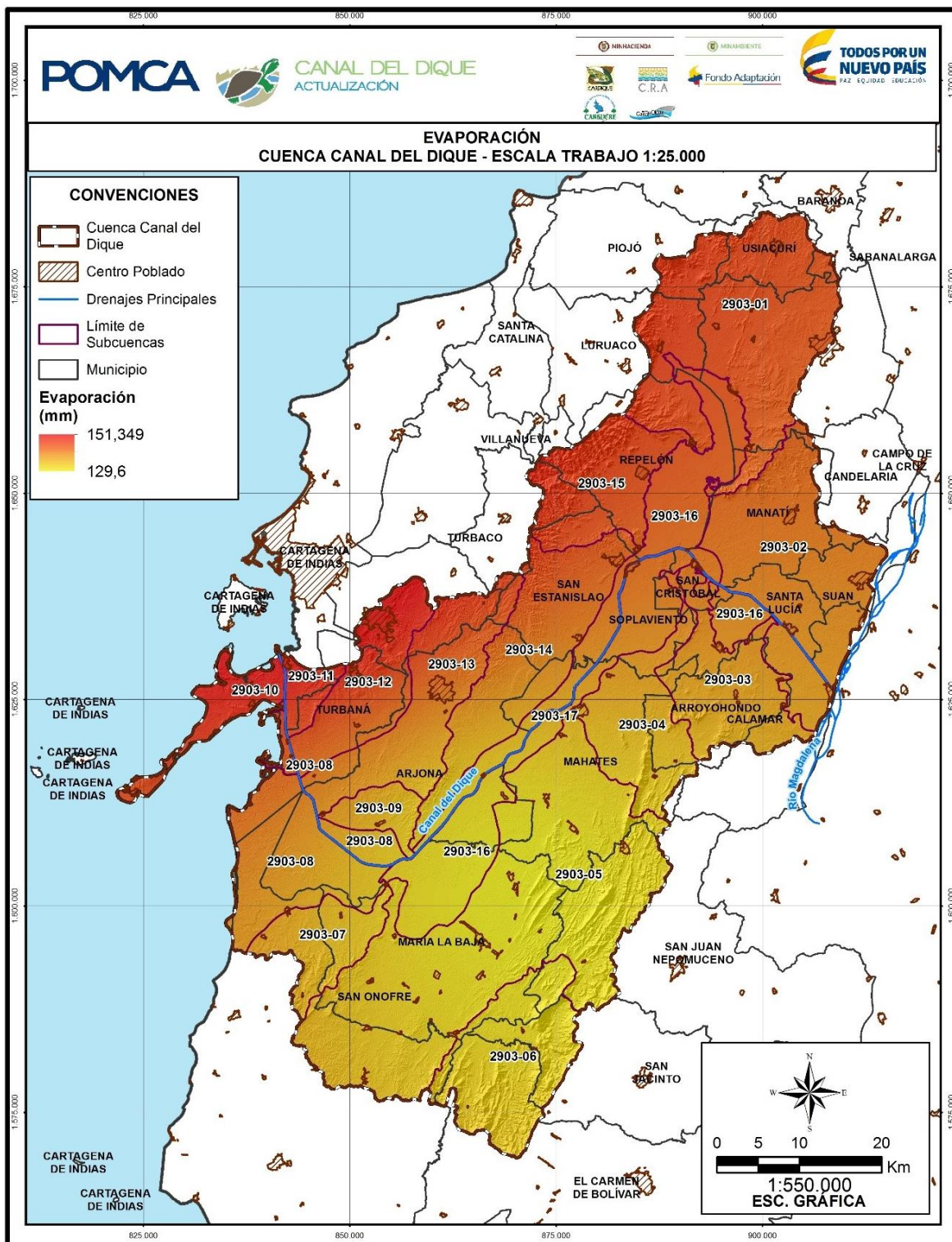
Figura 3.99. Histogramas de evaporación máxima mensual multianual (mm).



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.362** se presenta el mapa de evaporación de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:25.000.

**Figura 3.100. Evaporación.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

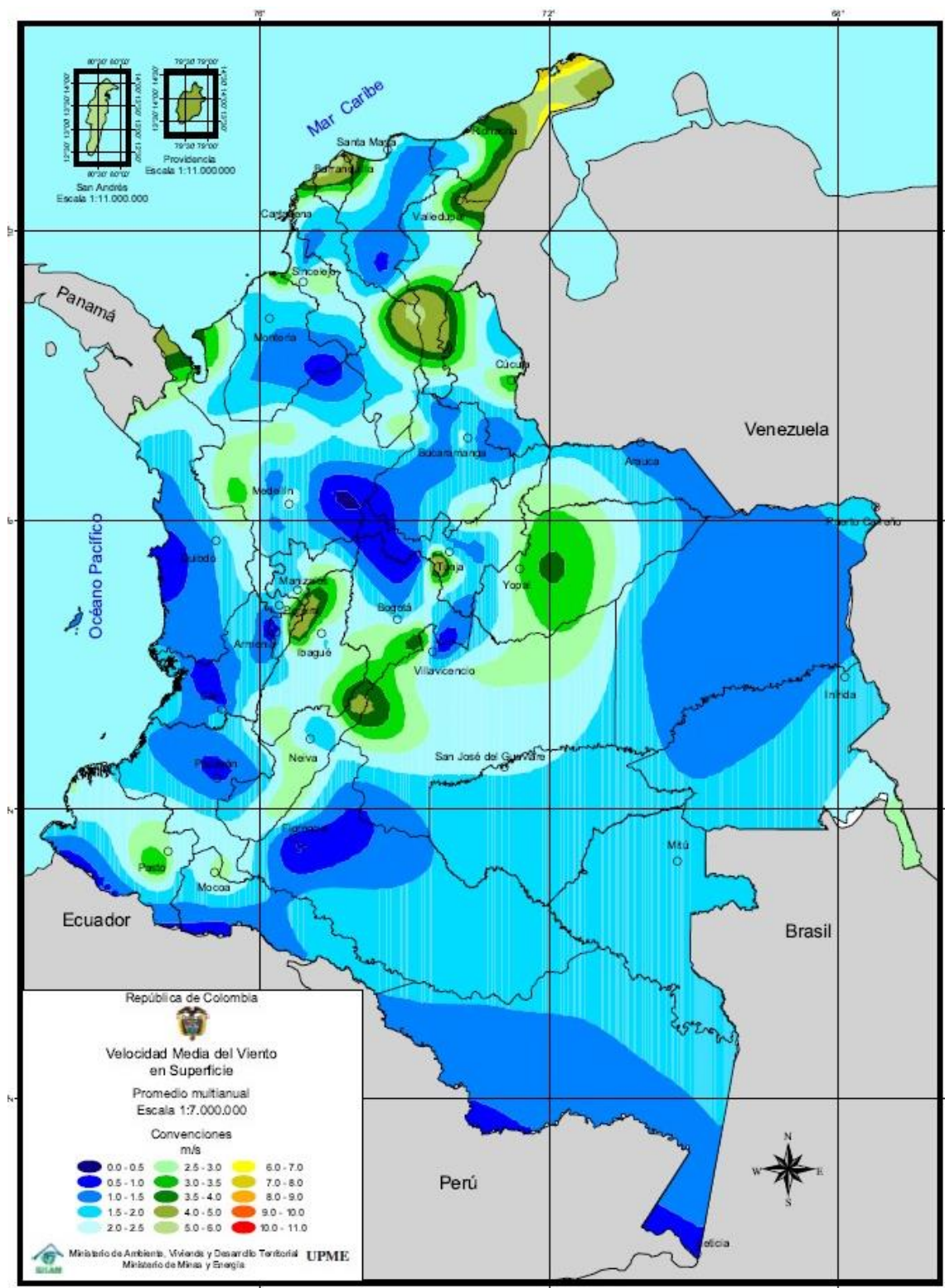
### 3.1.3.3.10 Viento (km)

Este parámetro no hace parte del análisis de información de este documento, ya que se trata de un estudio especializado que exige información nativa como: graficas de registro diario, magnitud y dirección del viento (vectores), isobatas locales y corrección diaria de la información gráfica. No obstante, existe un documento que analizó este parámetro climático con fines de energía alternativa, el cual se denomina “Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia” del año 2006, elaborado por la UPME y el IDEAM.

Sin embargo, el Atlas incluye la definición de áreas a nivel nacional del comportamiento del viento medido en m/s, para nuestra zona de estudio el comportamiento se puede observar en la **Figura 3.101**, donde los rangos de velocidad van desde 0 m/s hasta los 5 m/s, así mismo en la página web del IDEAM se encuentra de manera interactiva el Atlas donde se muestran las Rosas de los Vientos de varias estaciones de Colombia, para la región en estudio se tienen las estaciones de: Apto Baracoa, Primates, Carmen de Bolívar, Nueva Florida, Sincerín y Repelón, la que tienen un periodo de análisis de 1981 a 2009 y se muestran de la **Figura 3.102** a la **Figura 3.107**. A partir de las rosas de vientos se puede decir que la zona sur occidental del área de estudio tiene condiciones de vientos con dirección sur oeste y oeste con magnitudes desde 0 m/s a rangos de 4,5 a 5.5 m/s, por su parte en la zona norte y noreste predominan vientos con dirección noreste y con magnitudes desde 0 m/s hasta más de 5.5 m/s.

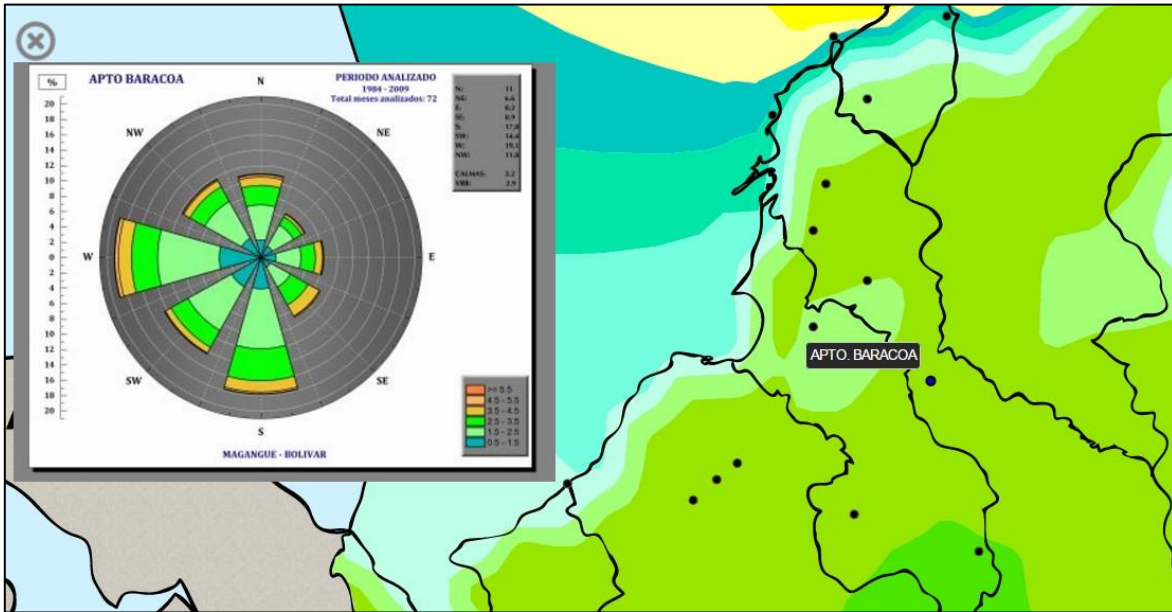


**Figura 3.101. Velocidad media del viento en superficie. Tomado del Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia.**



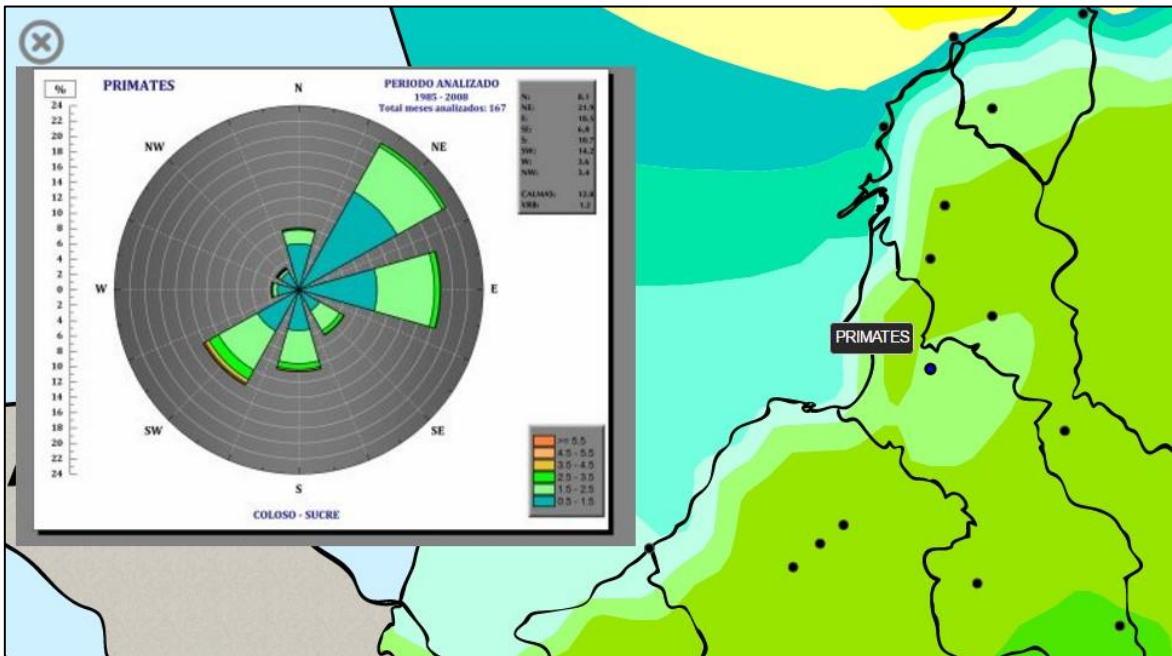
Fuente: IDEAM.

**Figura 3.102. Rosa de los vientos de Estación Apto Baracoa.**



Fuente: IDEAM.

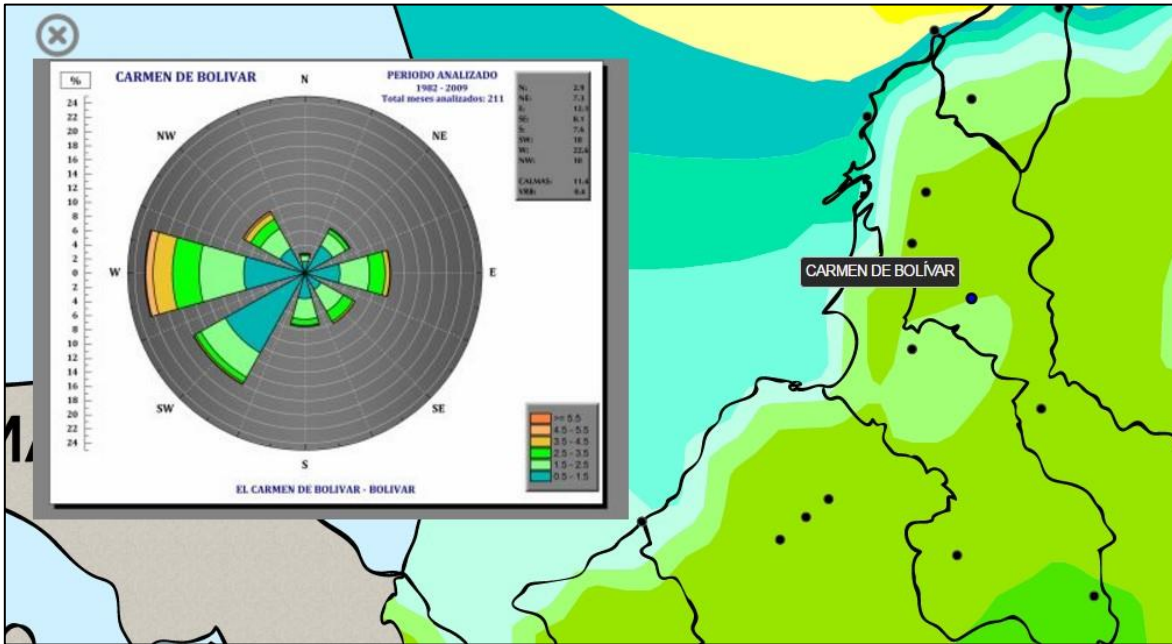
**Figura 3.103. Rosa de los Vientos Estación Primates.**



Fuente: IDEAM.

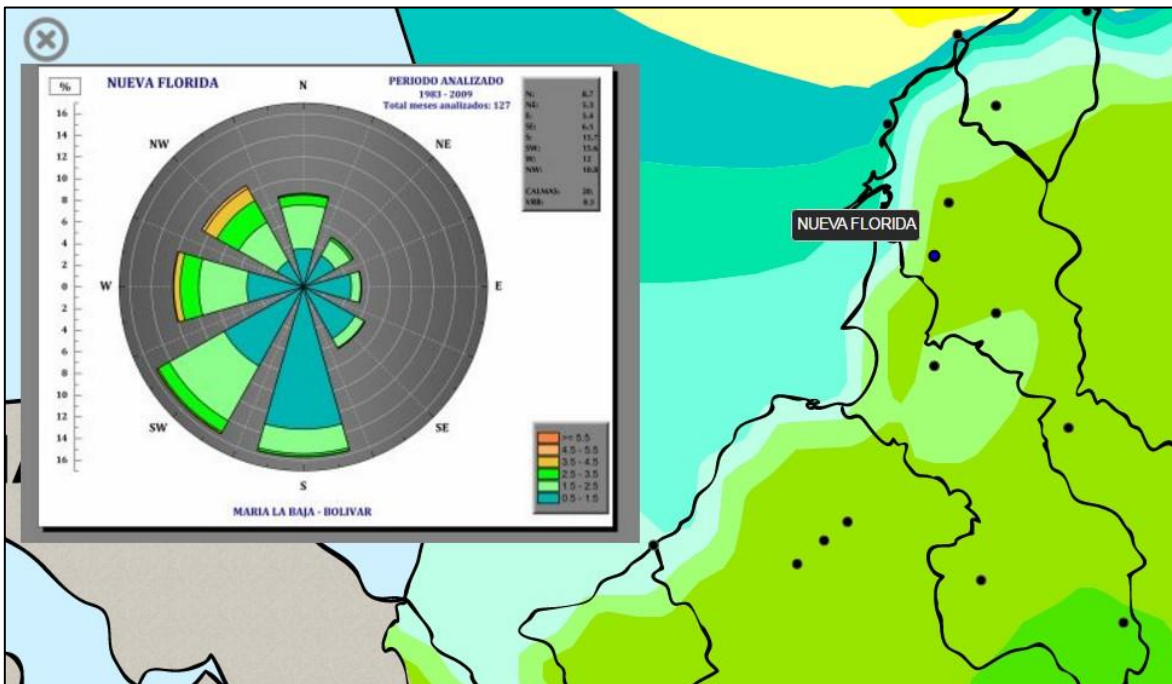


**Figura 3.104. Rosa de los Vientos Estación Carmen de Bolívar.**



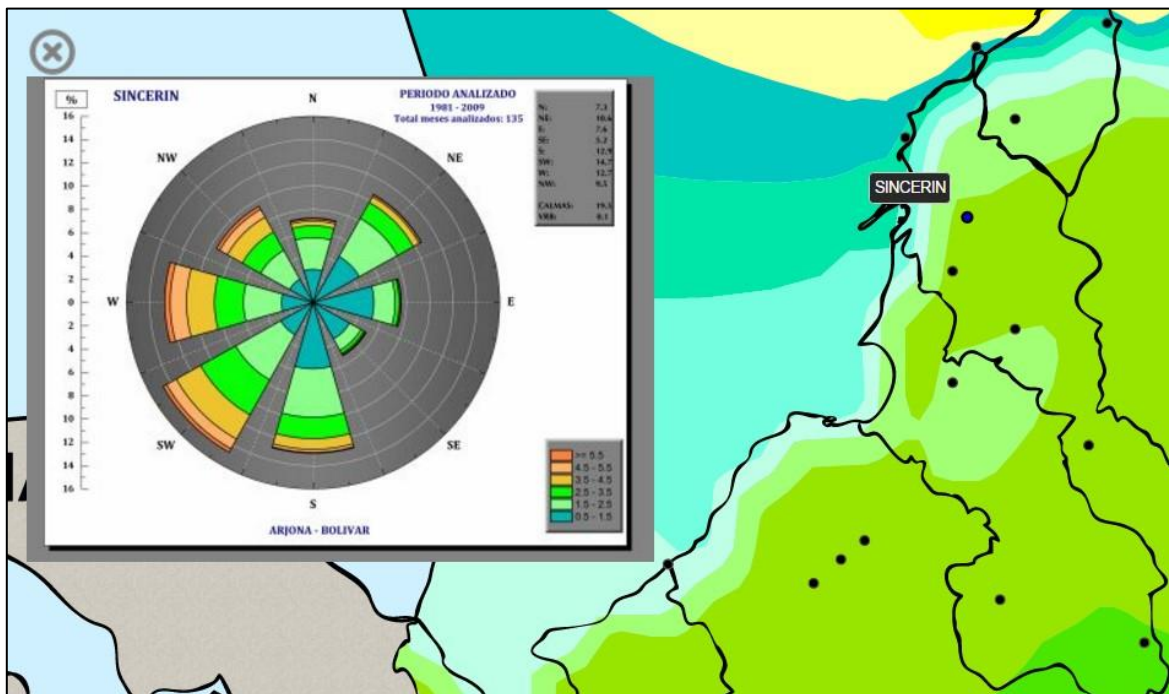
Fuente: IDEAM.

**Figura 3.105. Rosa de los vientos Estación Nueva Florida.**



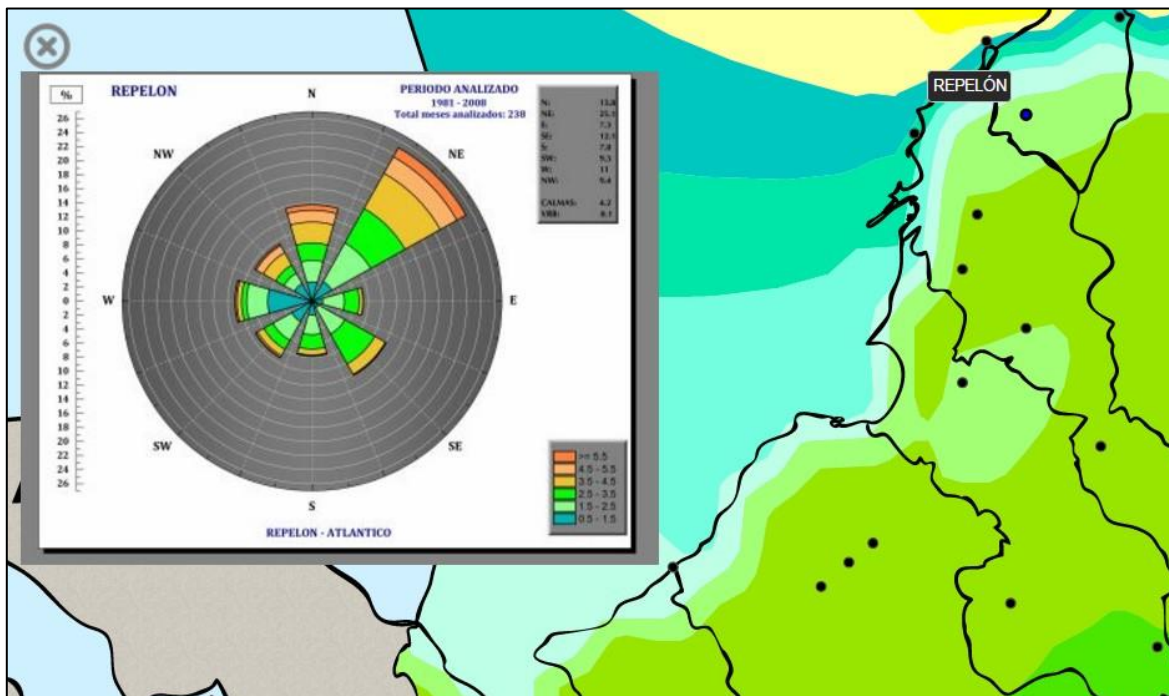
Fuente: IDEAM.

**Figura 3.106. Rosa de los vientos Estación Sincerín.**



Fuente: IDEAM.

**Figura 3.107. Rosa de los vientos Estación Repelón.**



Fuente: IDEAM.

### 3.1.3.3.11 Evapotranspiración

Consiste en la combinación de los fenómenos de la evaporación desde la superficie del suelo y desde la superficie de la vegetación y la transpiración desde la vegetación a través de las hojas de las plantas, proveniente de las raíces de las plantas, se expresa generalmente en mm por unidad de tiempo, para su determinación se requiere tener en cuenta fenómenos como el suministro de energía, el transporte de vapor y el suministro de humedad a la superficie de evaporación. Teniendo en cuenta la disponibilidad de agua superficial se puede caracterizar como evapotranspiración potencial o evapotranspiración real:

**Evapotranspiración potencial:** Consiste en el máximo valor para el fenómeno de evapotranspiración, ocurre en una superficie totalmente cubierta por vegetación con un suministro ilimitado de agua (colmada su capacidad de campo), existen diferentes técnicas para su cálculo entre las cuales se tienen Penman, Thornthwaite, Turk, Sharov, Blankey y Criddle, entre otras. Para el presente informe, teniendo en cuenta la disponibilidad de información este parámetro fue determinado por medio de la ecuación de Thornthwaite, la cual represente una relación empírica entre la temperatura del aire y la ETP, la cual fue definida por la relación entre precipitación y escorrentía en diferentes cuencas de drenaje. Se expresa de la siguiente manera:

$$ETP = 16 * \left( \frac{10 * T}{I} \right)^a$$

Donde:

**ETP:** Evapotranspiración potencial (mm).

**T:** Temperatura media mensual (°C).

**I:** Índice calórico.

$$I = \sum_{1}^{12} i_i$$

ii: Índice mensual, definido en función de la temperatura media mensual:

$$i_i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,514}$$

a: Exponente empírico definido en función de I:

$$a = 6,75 * 10^{-7} * I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 1,79 * 10^{-2} * I + 0,492$$

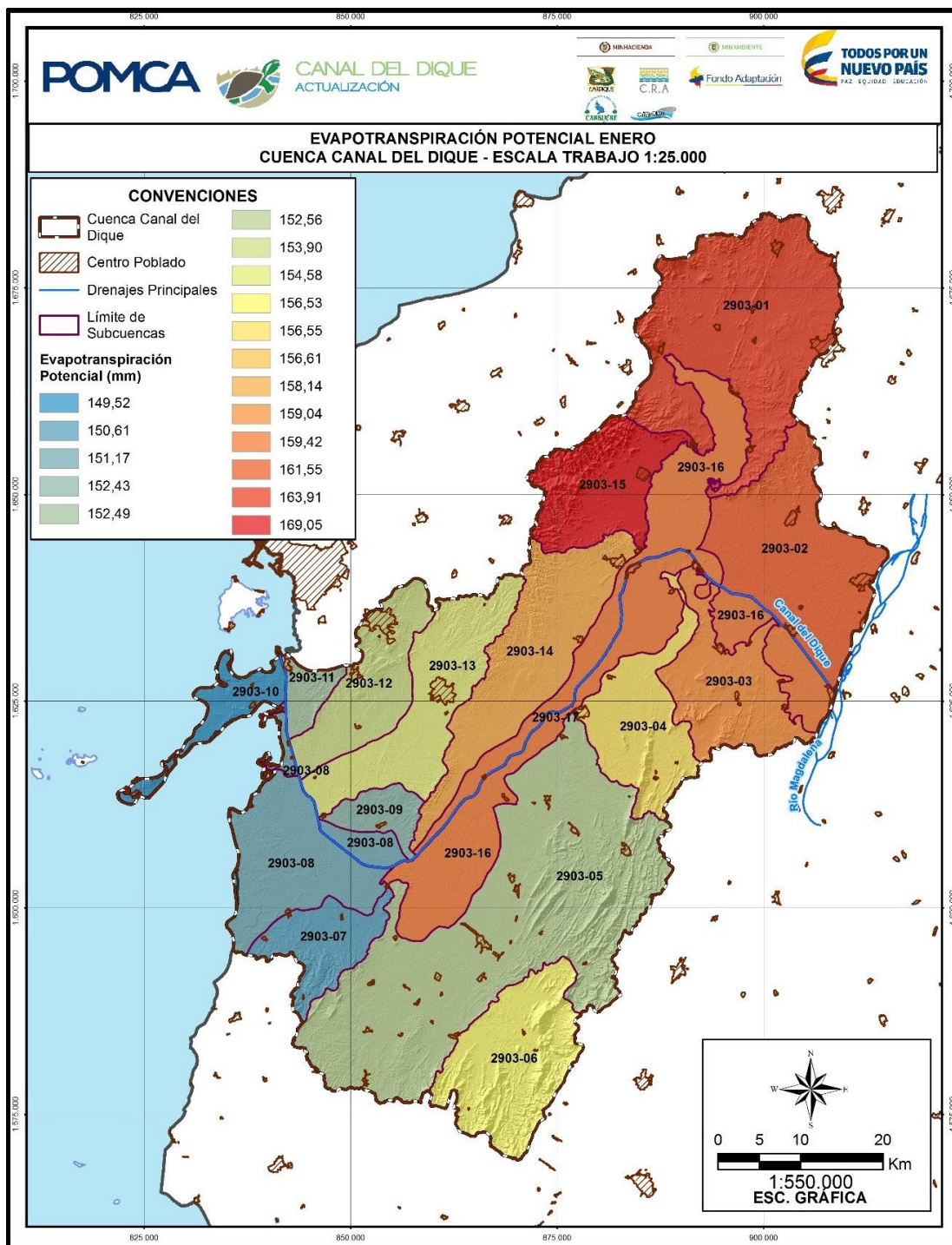
El valor de la temperatura media se definió por medio del empleo de Isoyetas, definidos en función de la disponibilidad de estaciones de temperatura, a continuación, se presentan los resultados de temperatura media mensual multianual para cada cuenca. **Tabla 3.25** y **Tabla 3.26**.



3.1.3.3.11.1 Evapotranspiración Subcuencas

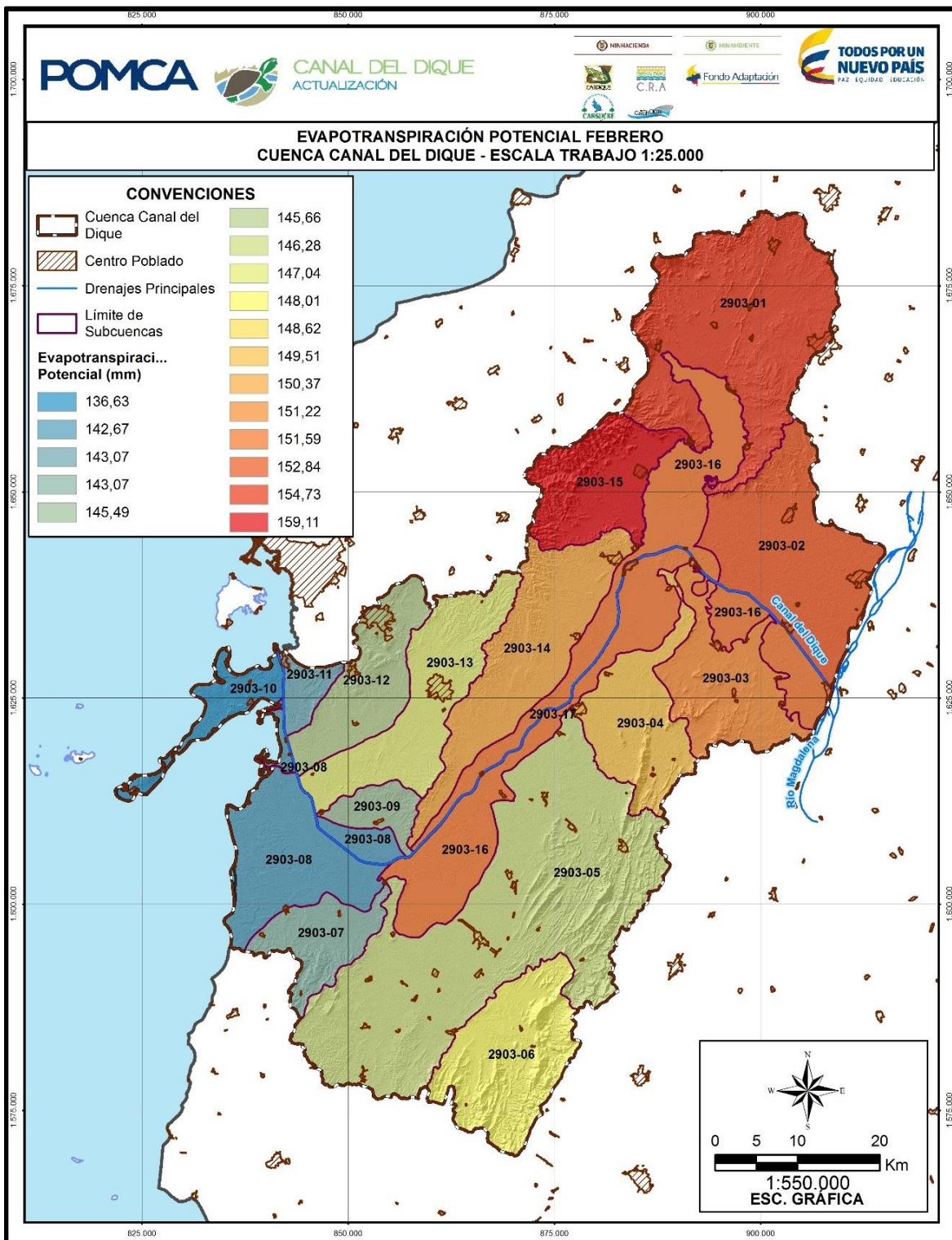
De la **Figura 3.108** a la **Figura 3.119** se evidencia la evapotranspiración potencial de cada mes, para cada una de las subcuencas generadas dentro de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.108. Evapotranspiración potencial Enero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

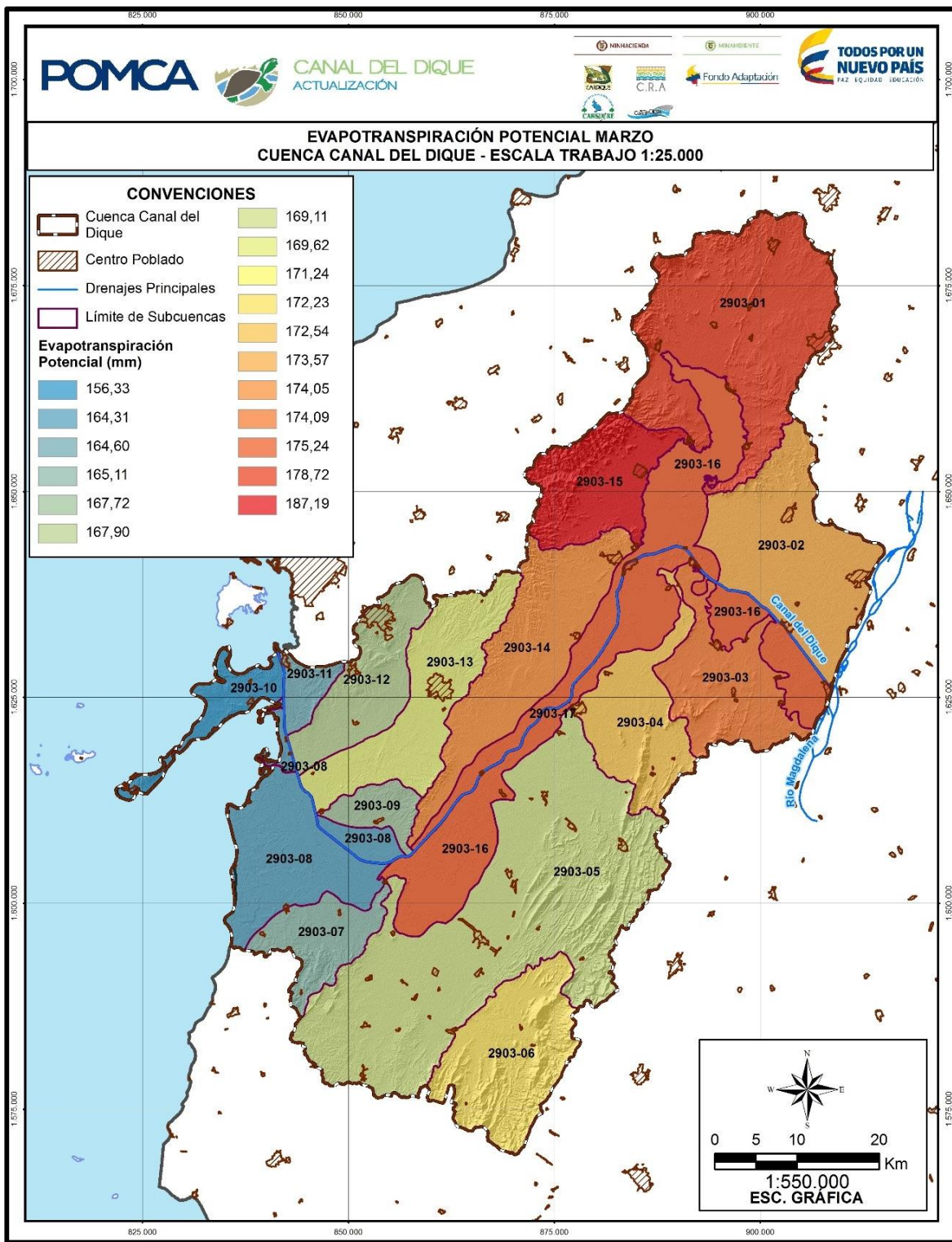
**Figura 3.109. Evapotranspiración potencial Febrero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

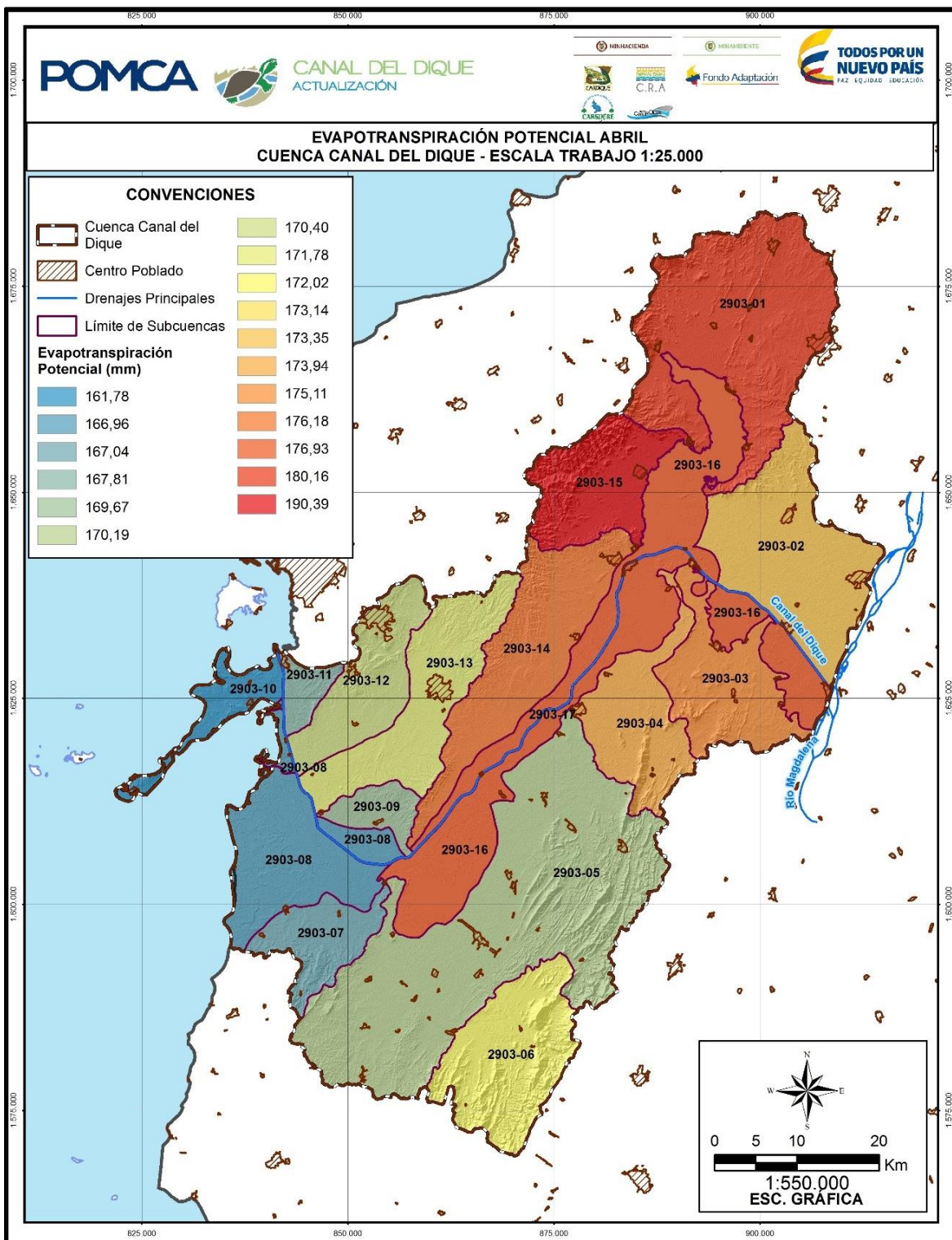


**Figura 3.110. Evapotranspiración potencial Marzo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

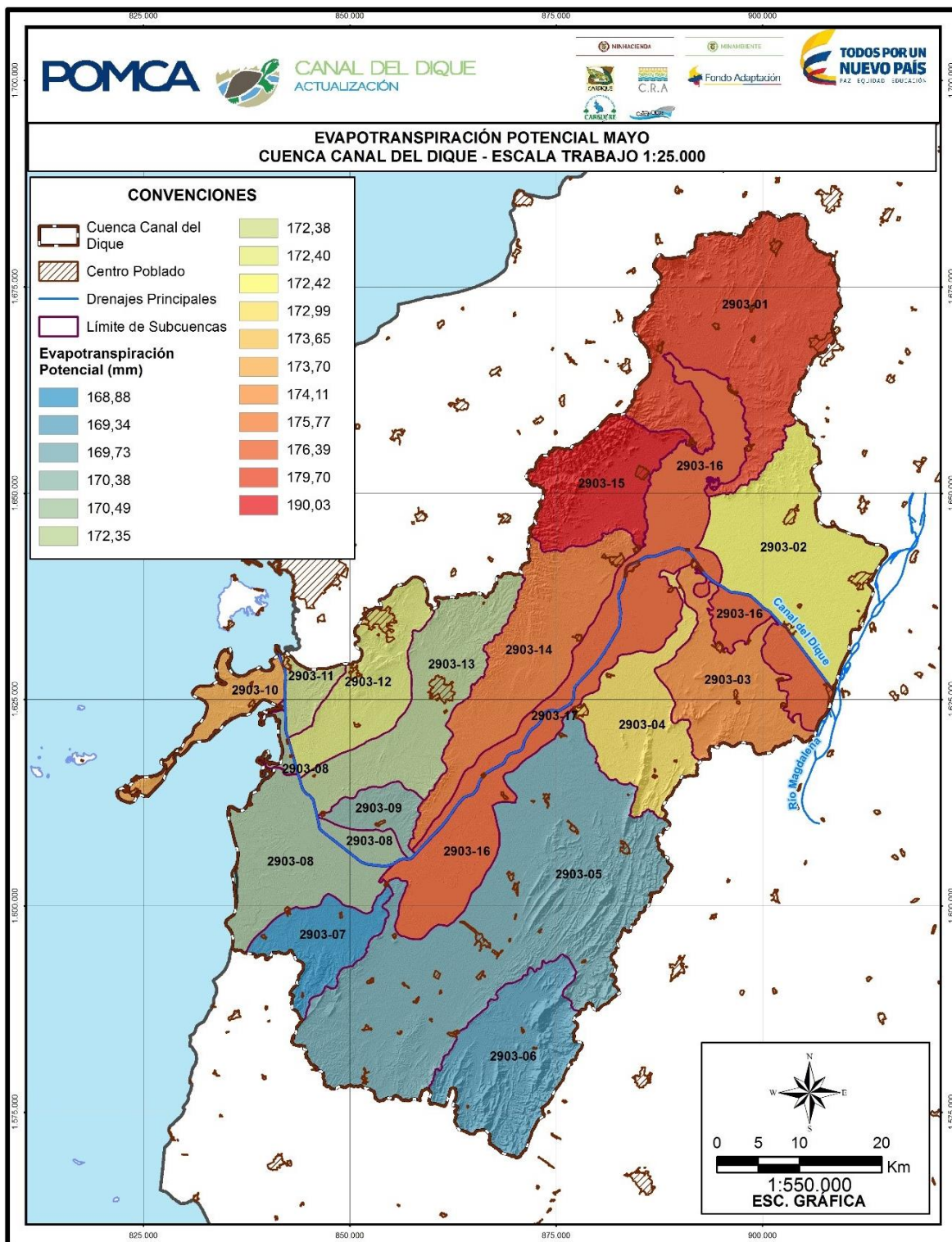
**Figura 3.111. Evapotranspiración potencial Abril.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

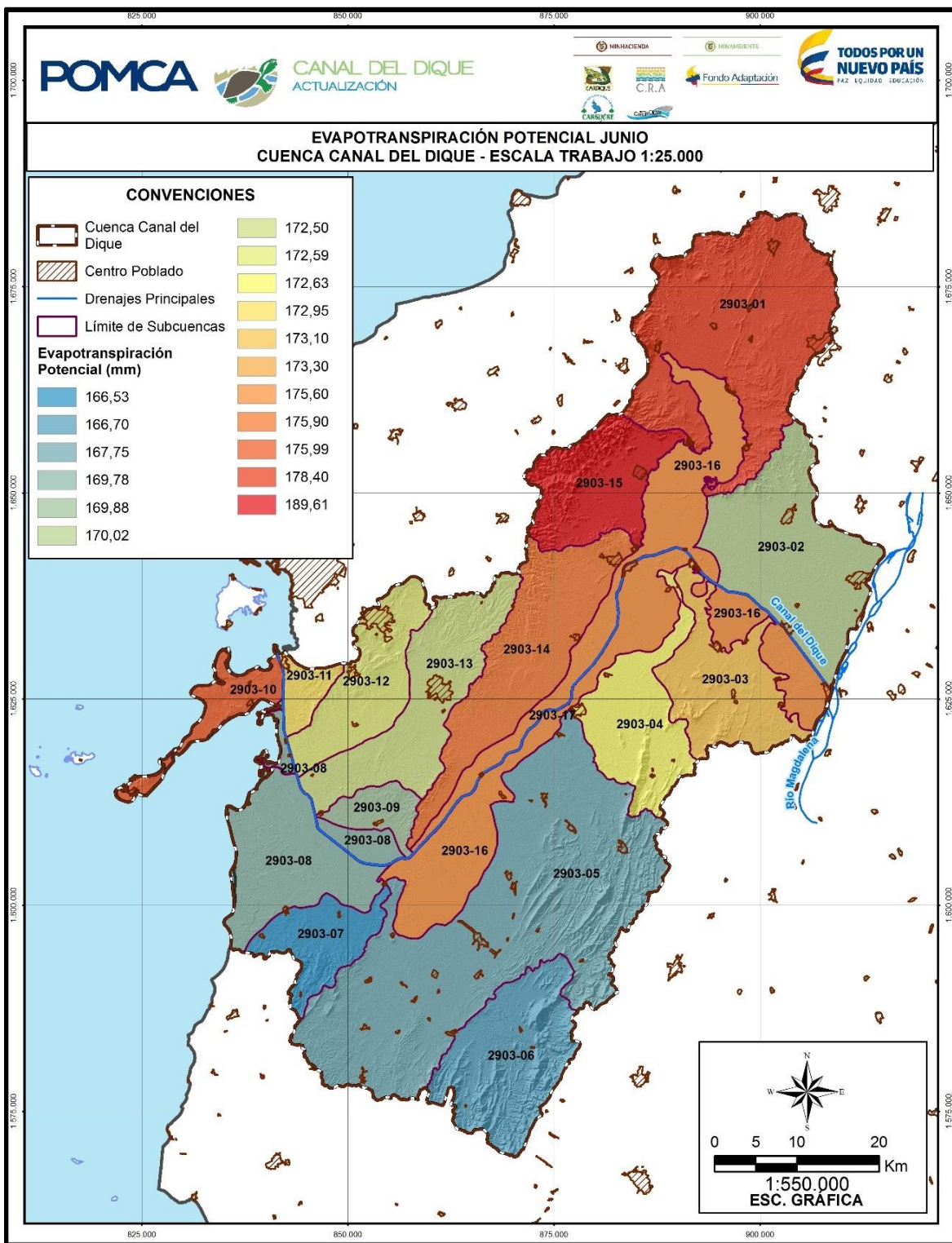


Figura 3.112. Evapotranspiración potencial Mayo.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

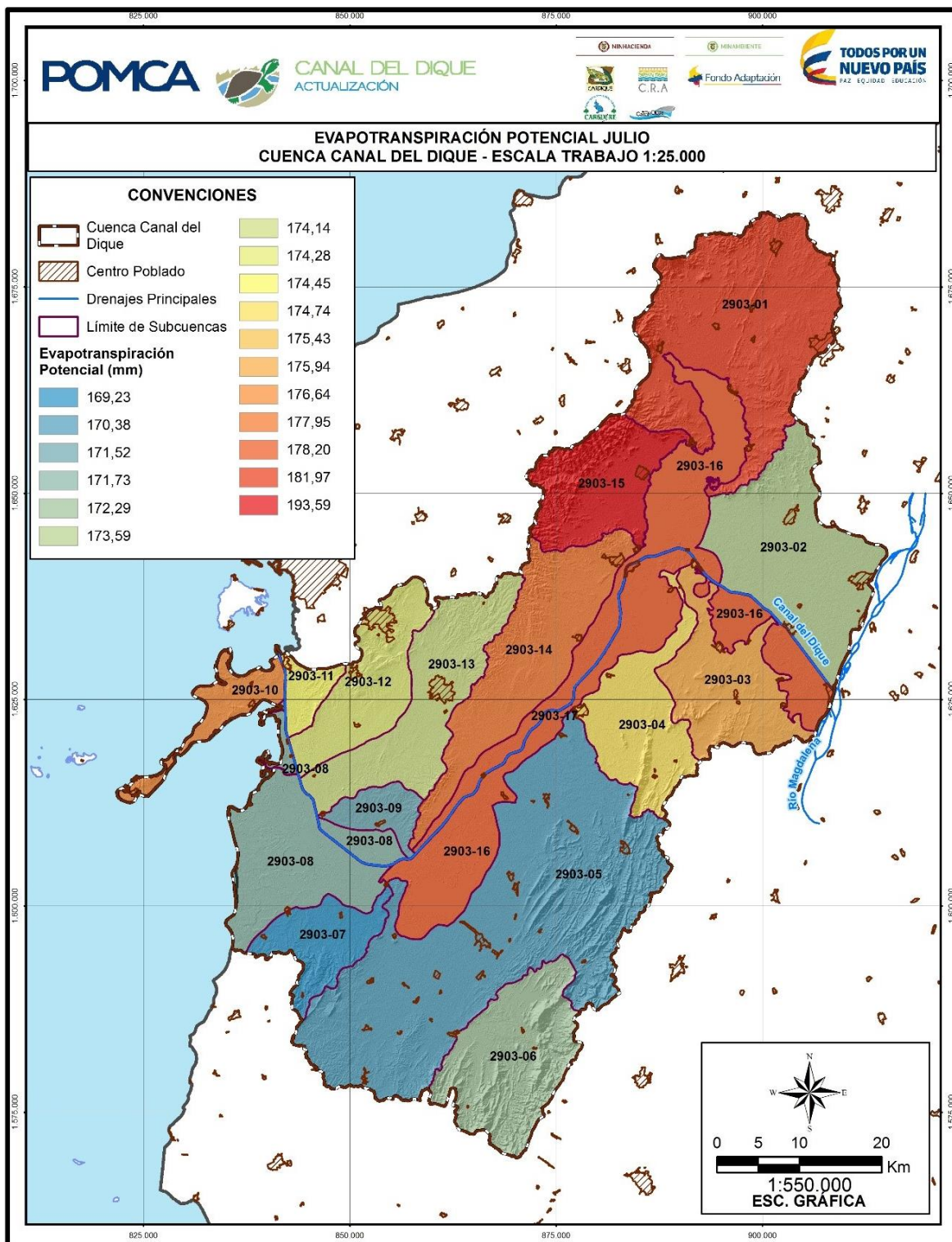
**Figura 3.113. Evapotranspiración potencial Junio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



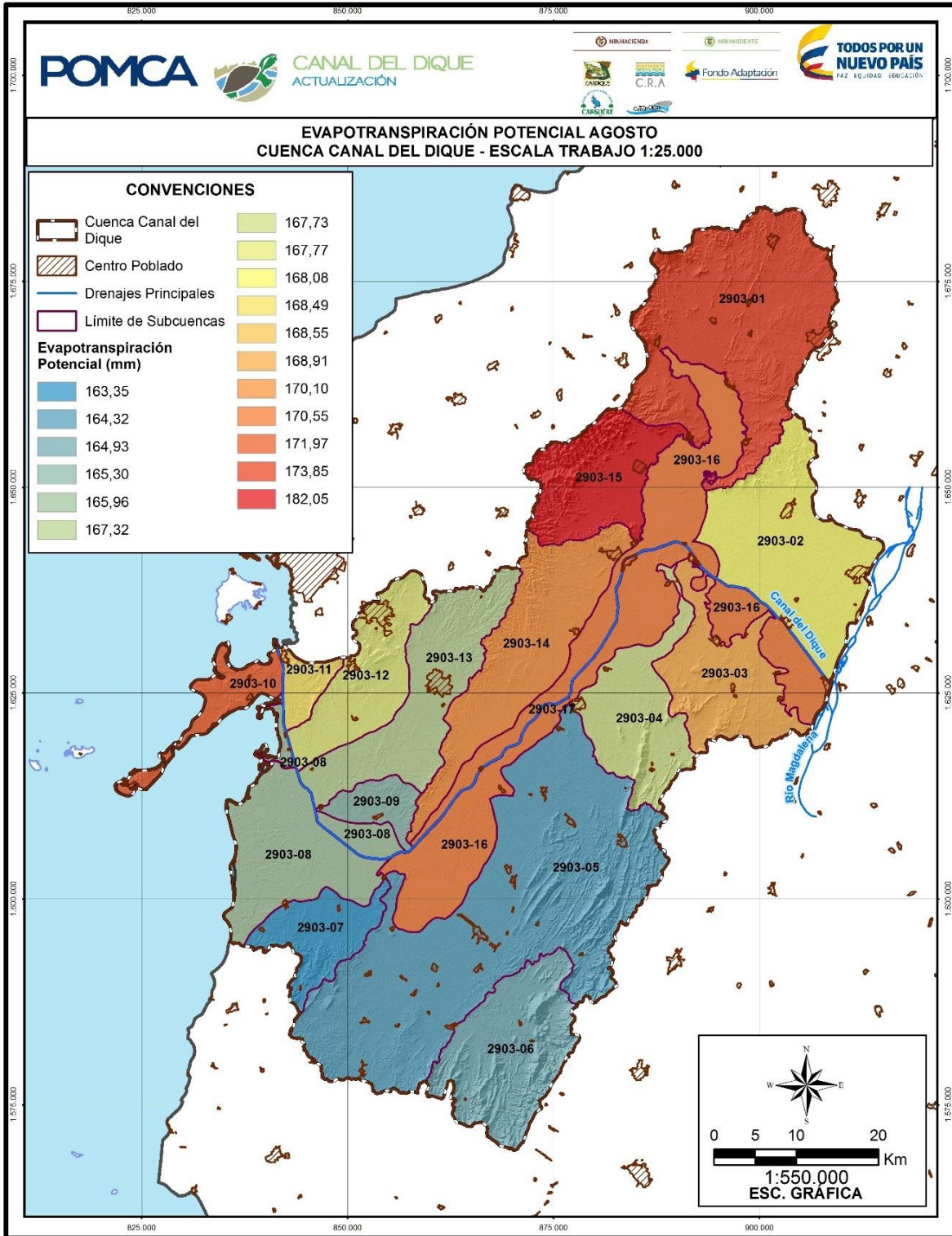
Figura 3.114. Evapotranspiración potencial Julio.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

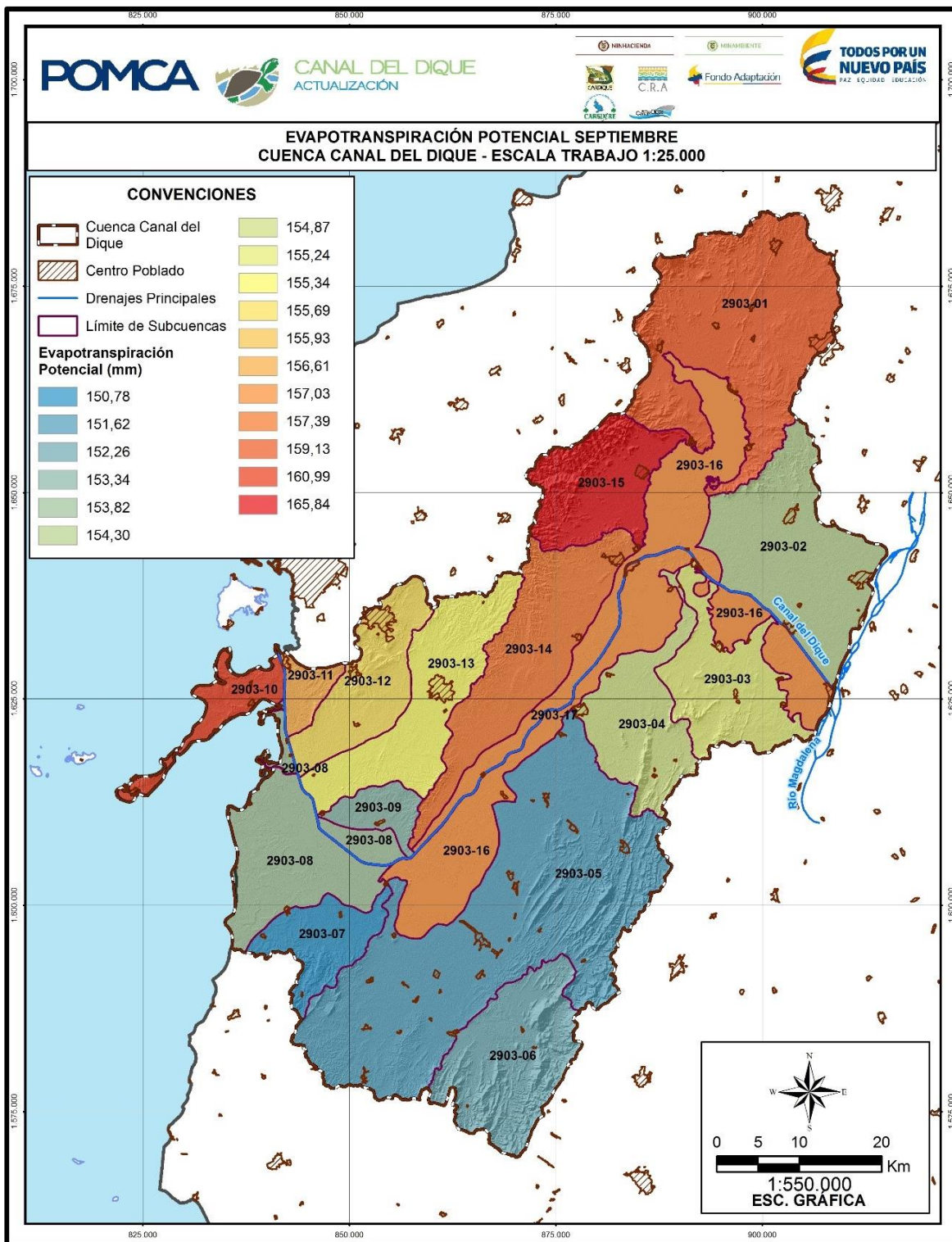


Figura 3.115. Evapotranspiración potencial Agosto.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

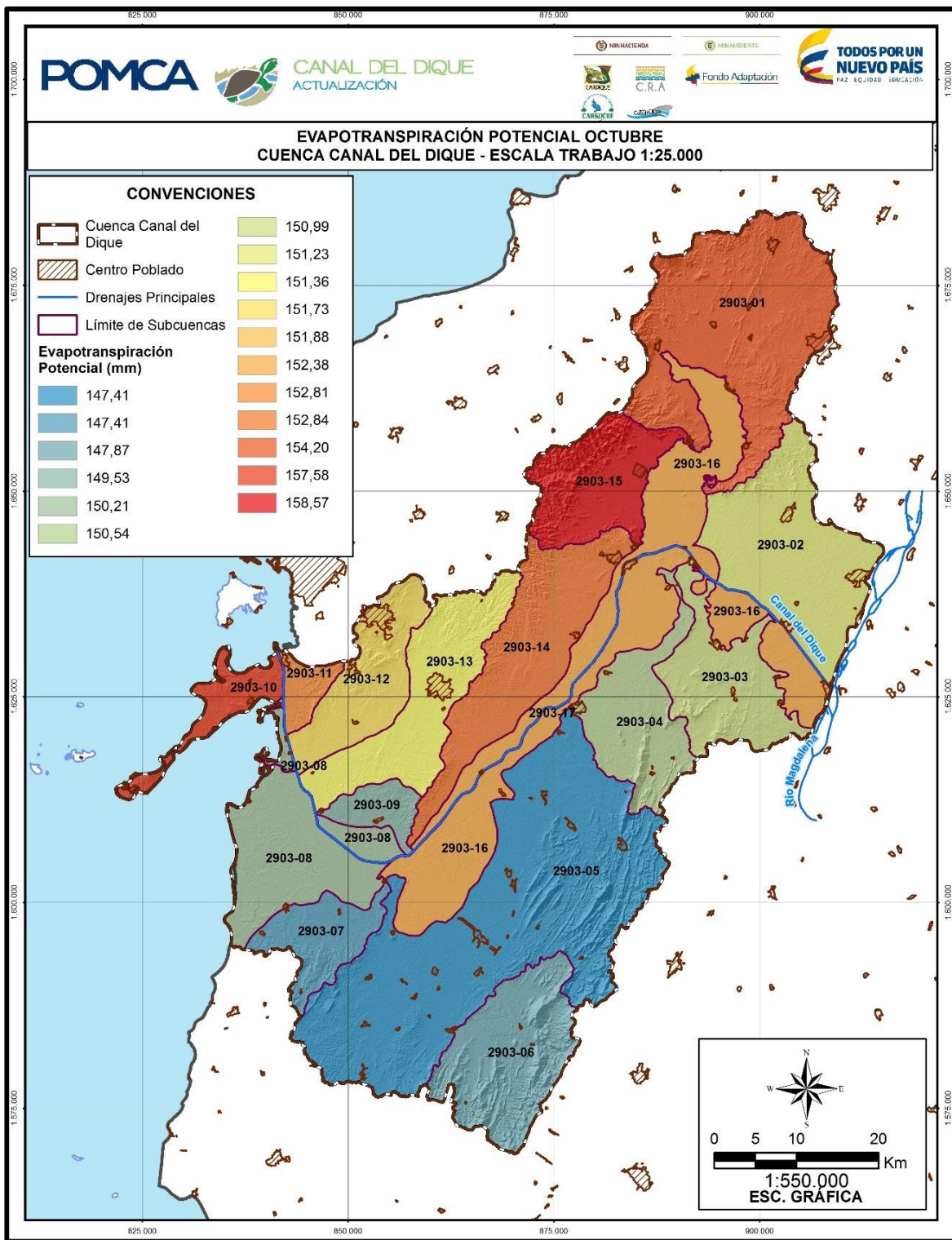
Figura 3.116. Evapotranspiración potencial Septiembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

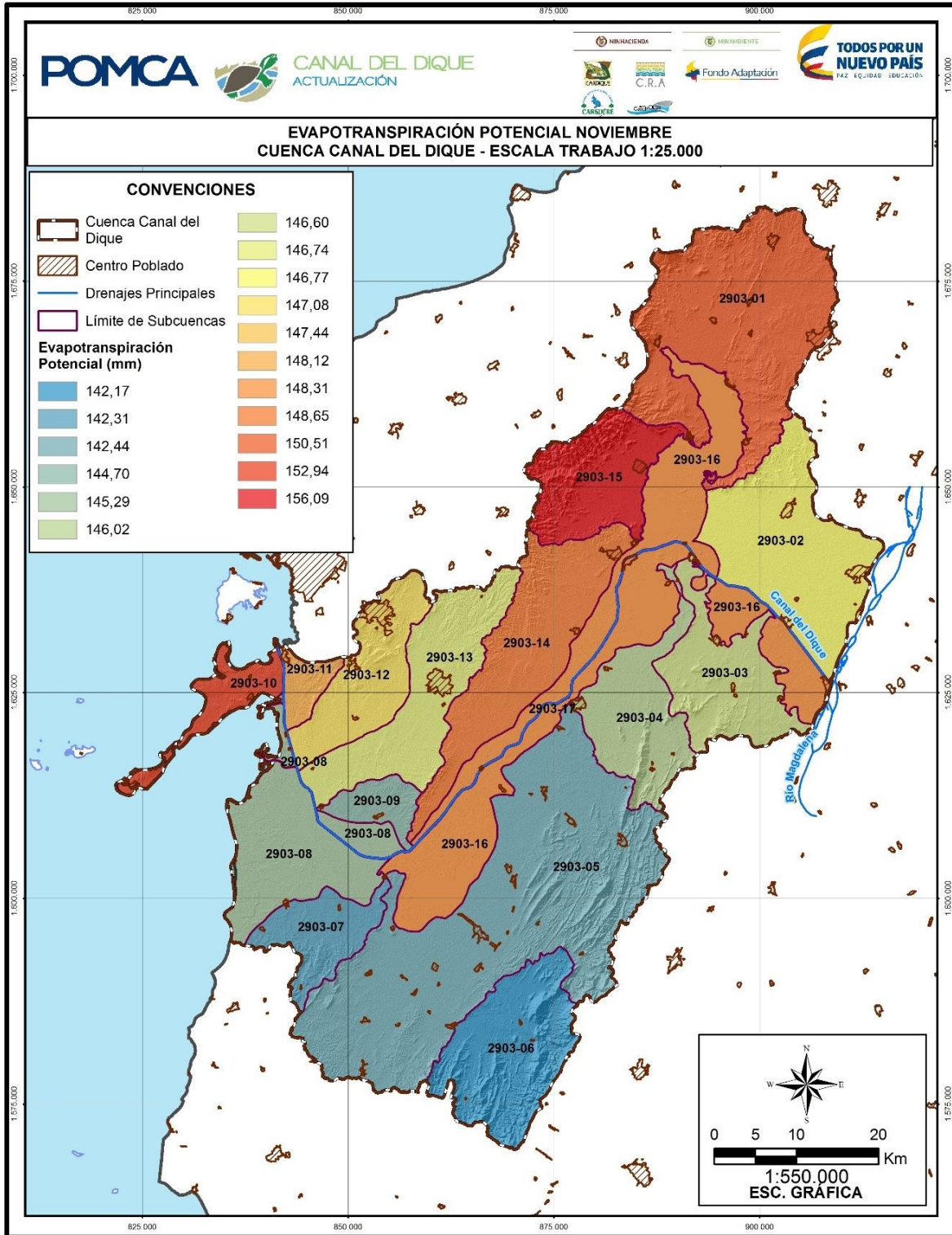


Figura 3.117. Evapotranspiración potencial Octubre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

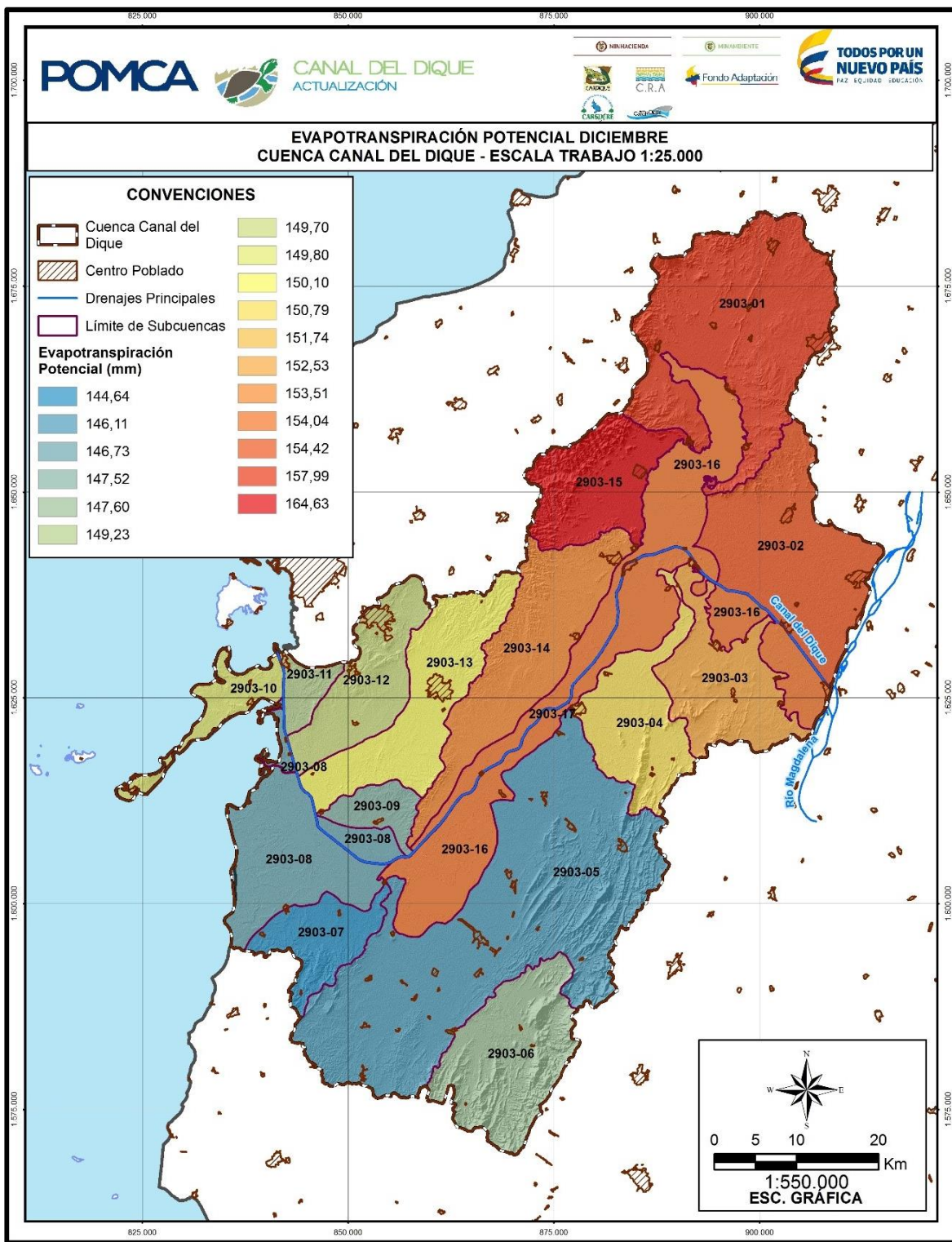
Figura 3.118. Evapotranspiración potencial Noviembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



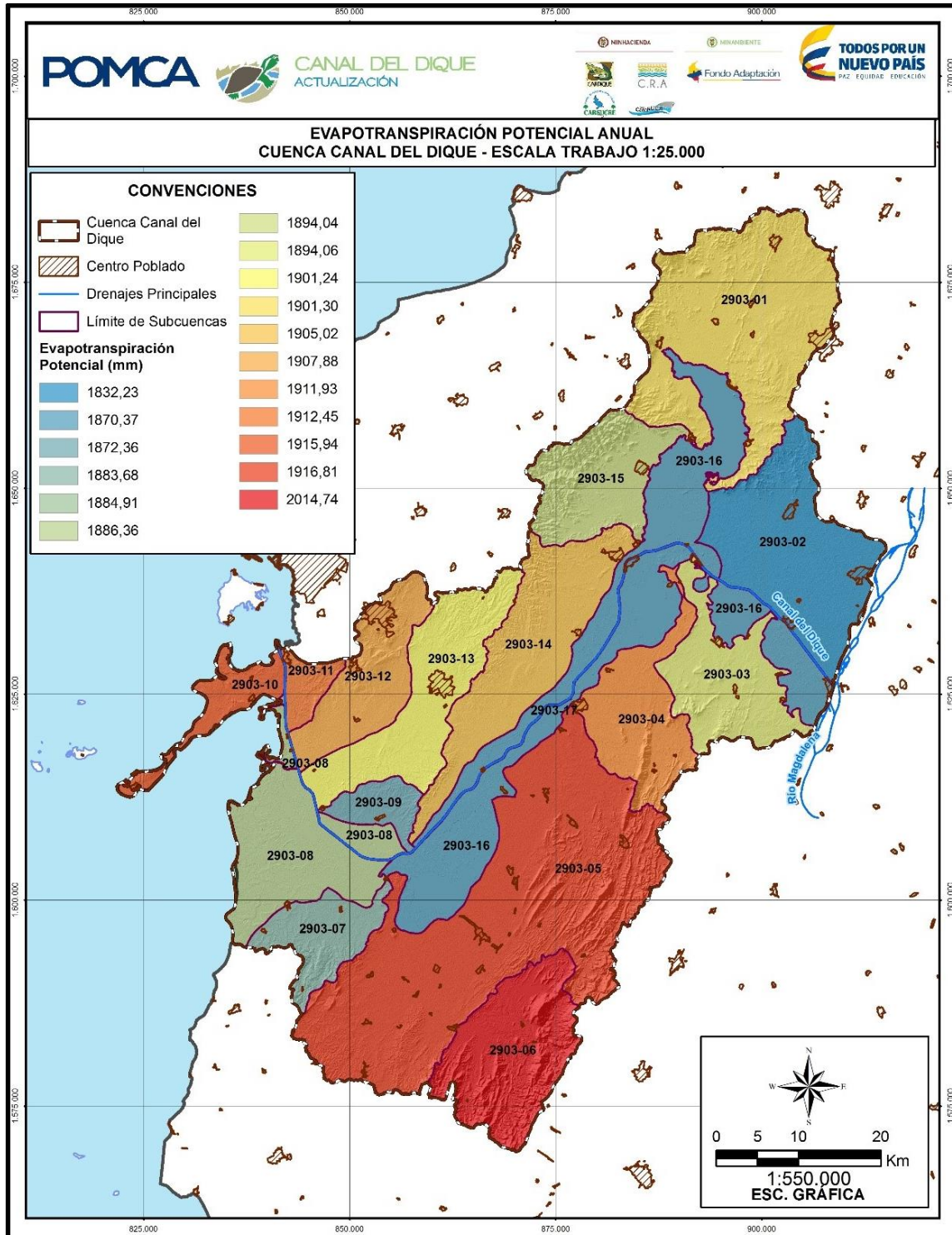
Figura 3.119. Evapotranspiración potencial Diciembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.120**, se presenta la evapotranspiración potencial anual de las subcuencas generadas dentro de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.120. Evapotranspiración potencial Anual.**



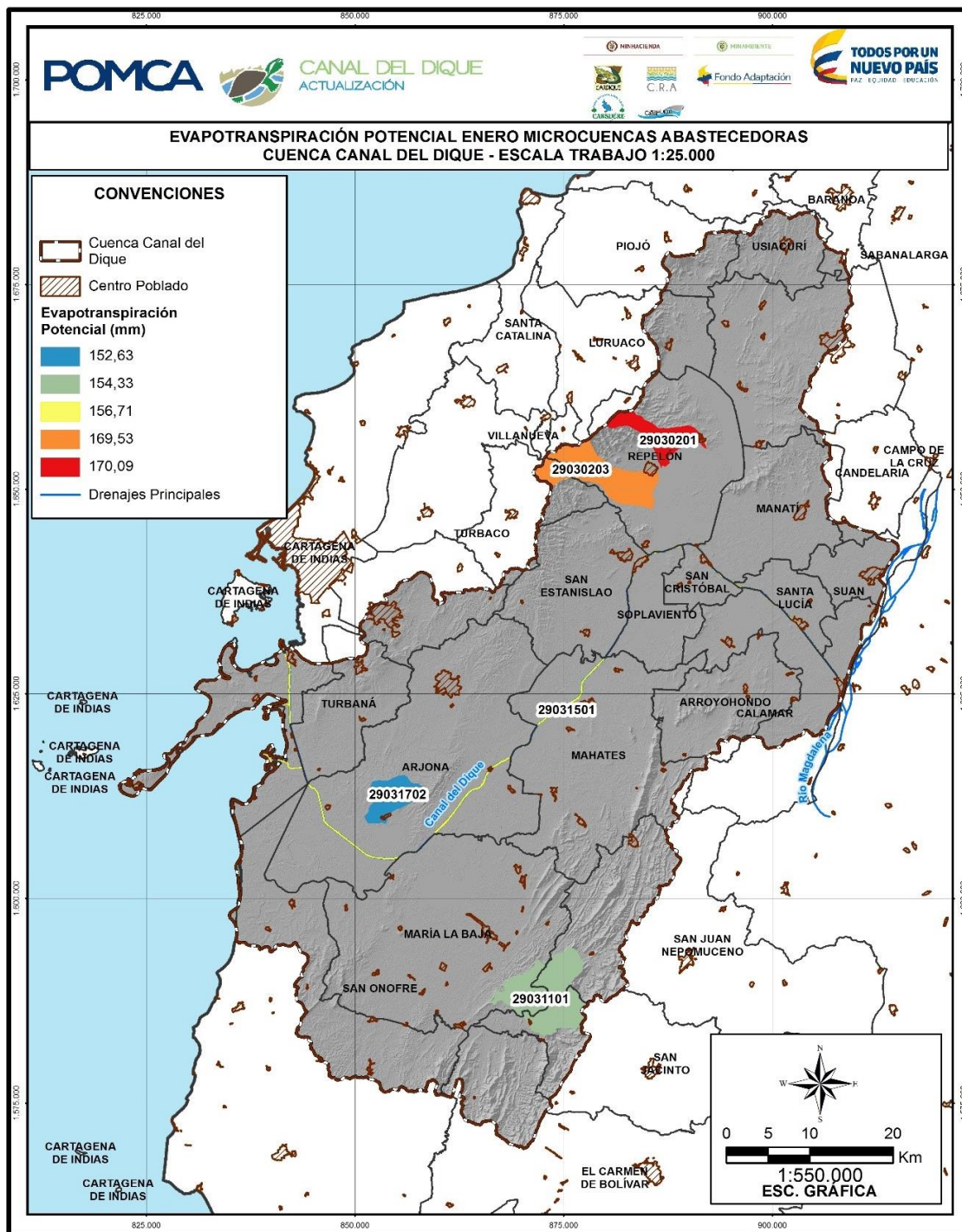
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.1.3.3.11.2 Evapotranspiración Potencial Microcuencas

A continuación, se presenta la evapotranspiración potencial anual (enero- diciembre) nivel de microcuencas abastecedoras (ver **Figura 3.121** a la **Figura 3.133**).

**Figura 3.121. Evapotranspiración potencial Enero – Microcuencas.**

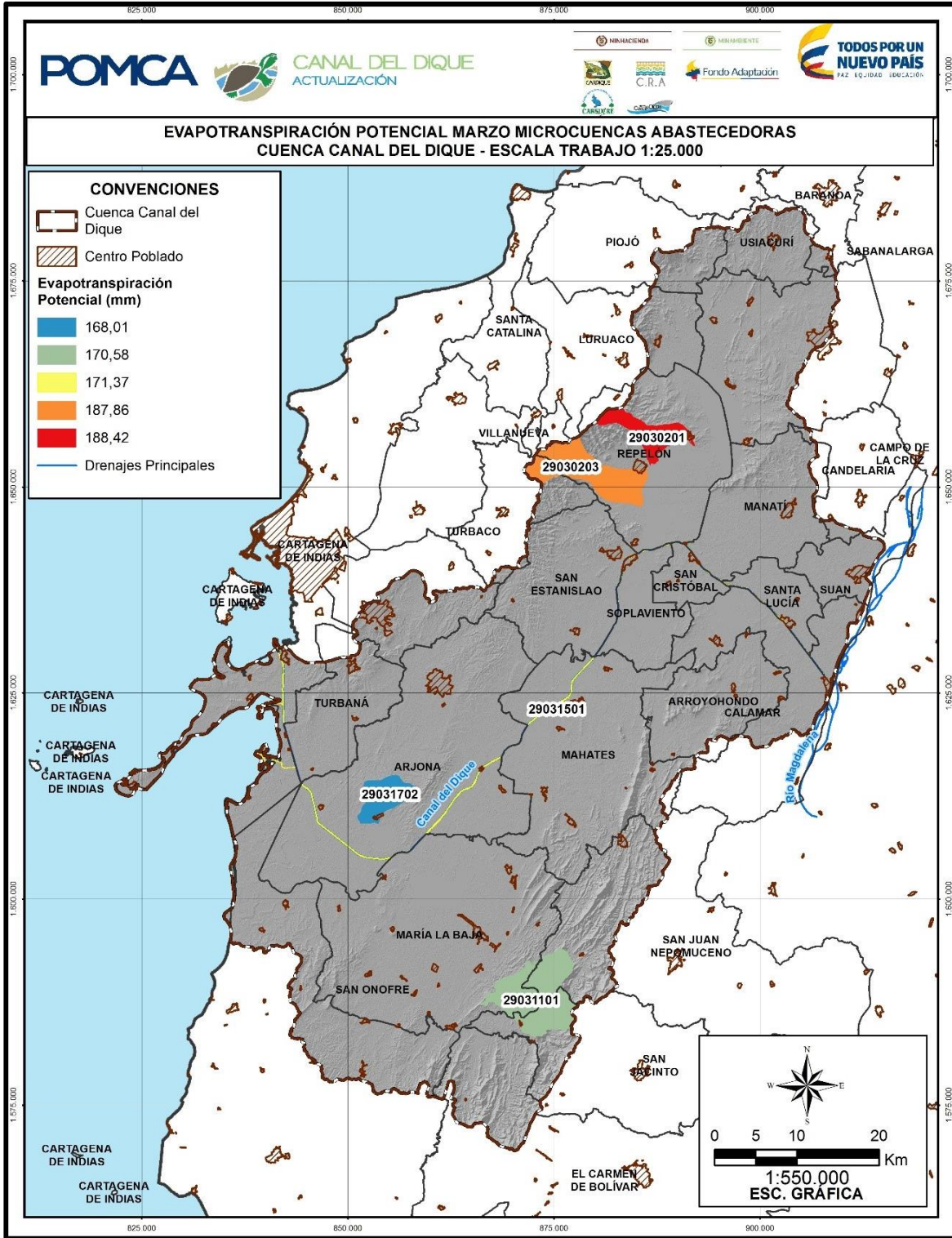


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



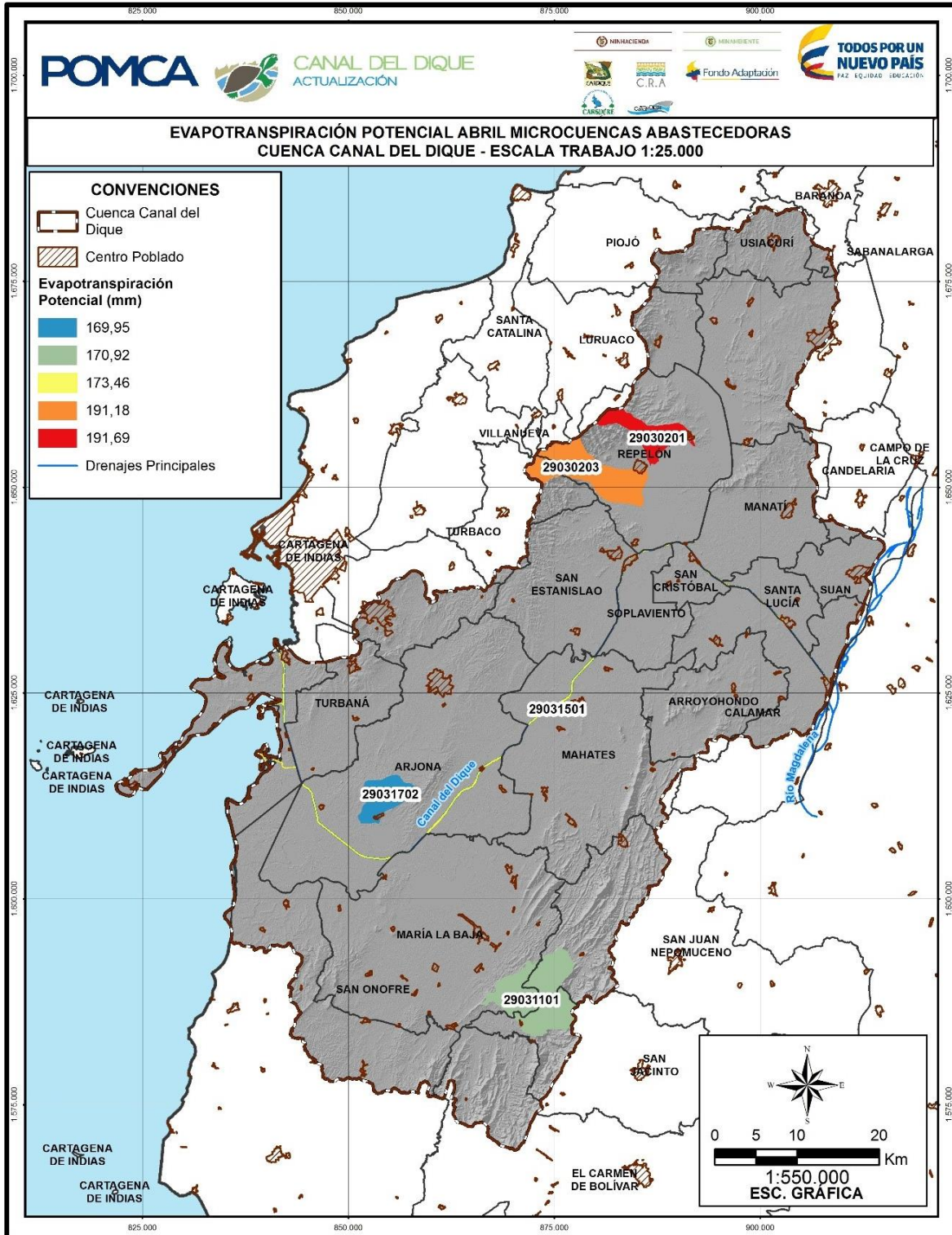


Figura 3.123. Evapotranspiración potencial Marzo – Microcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

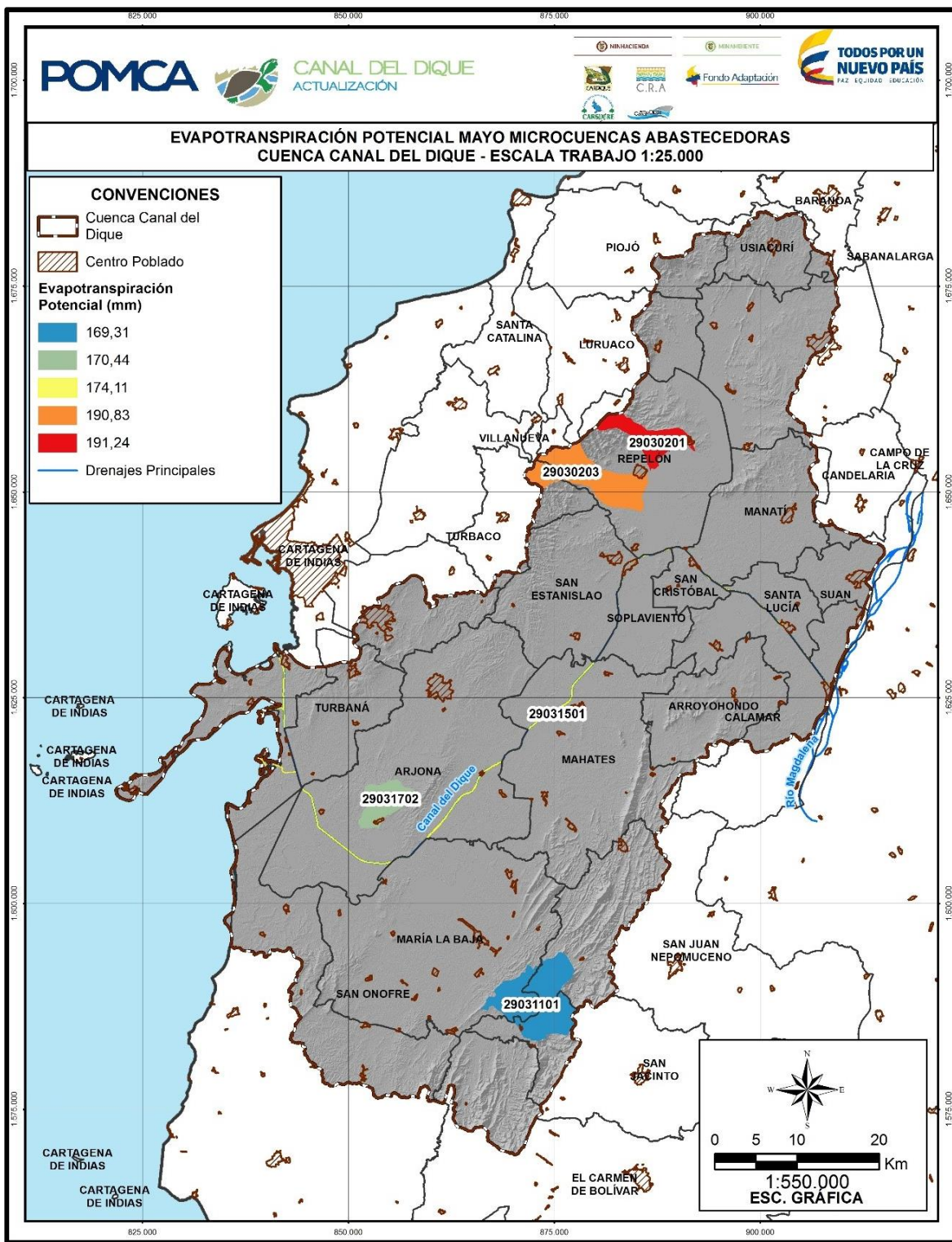
**Figura 3.124. Evapotranspiración potencial Abril – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

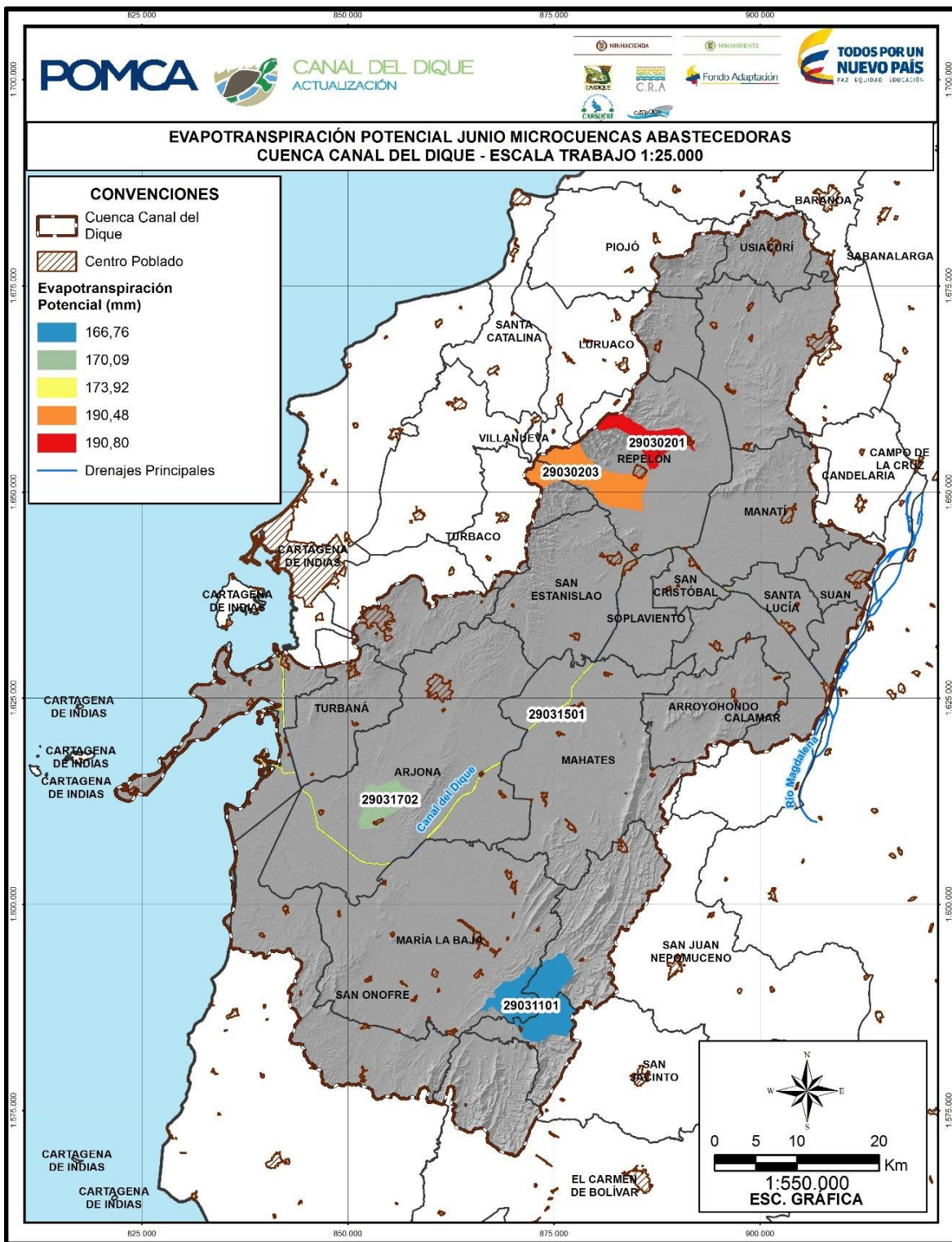


**Figura 3.125. Evapotranspiración potencial Mayo – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

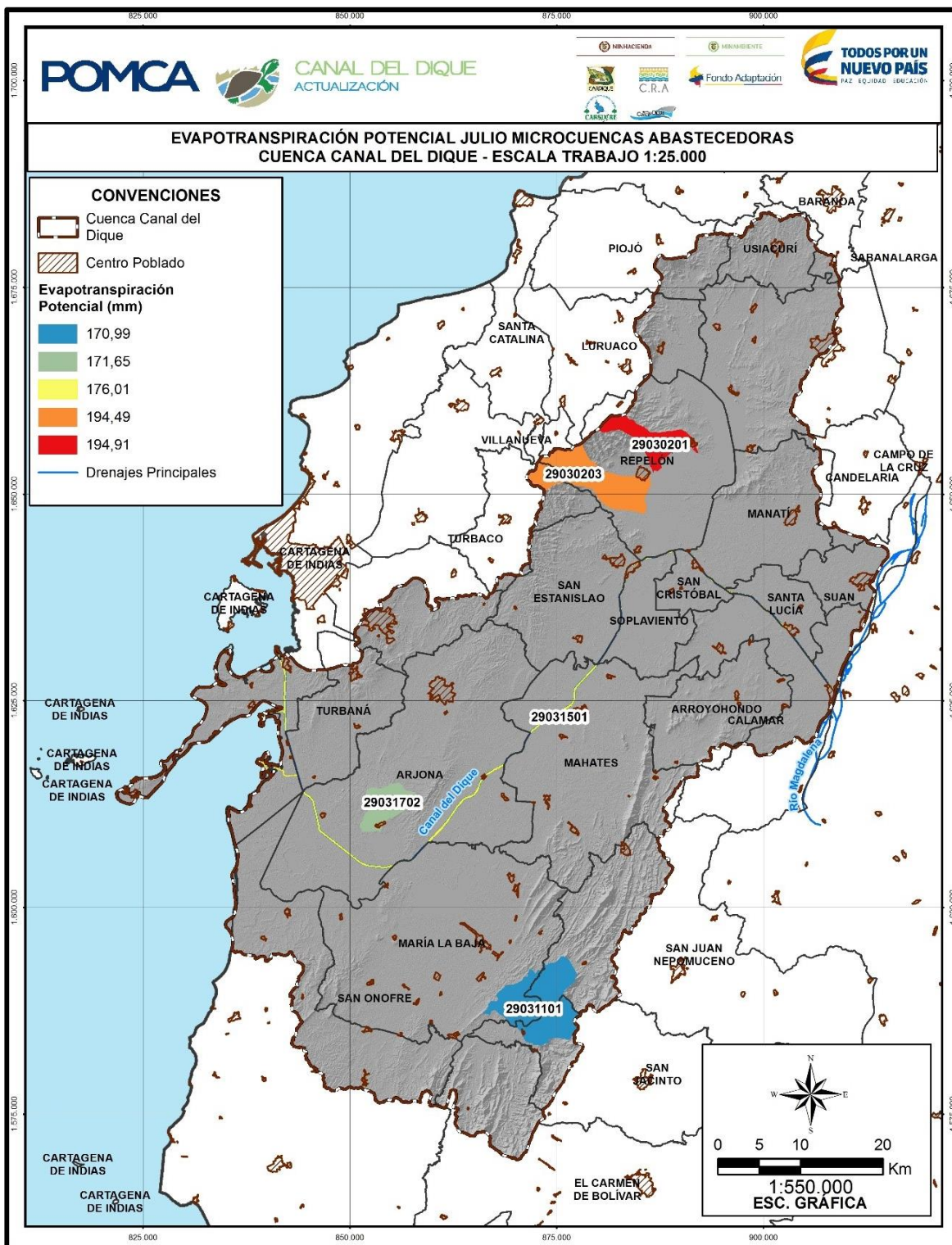
**Figura 3.126. Evapotranspiración potencial Junio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

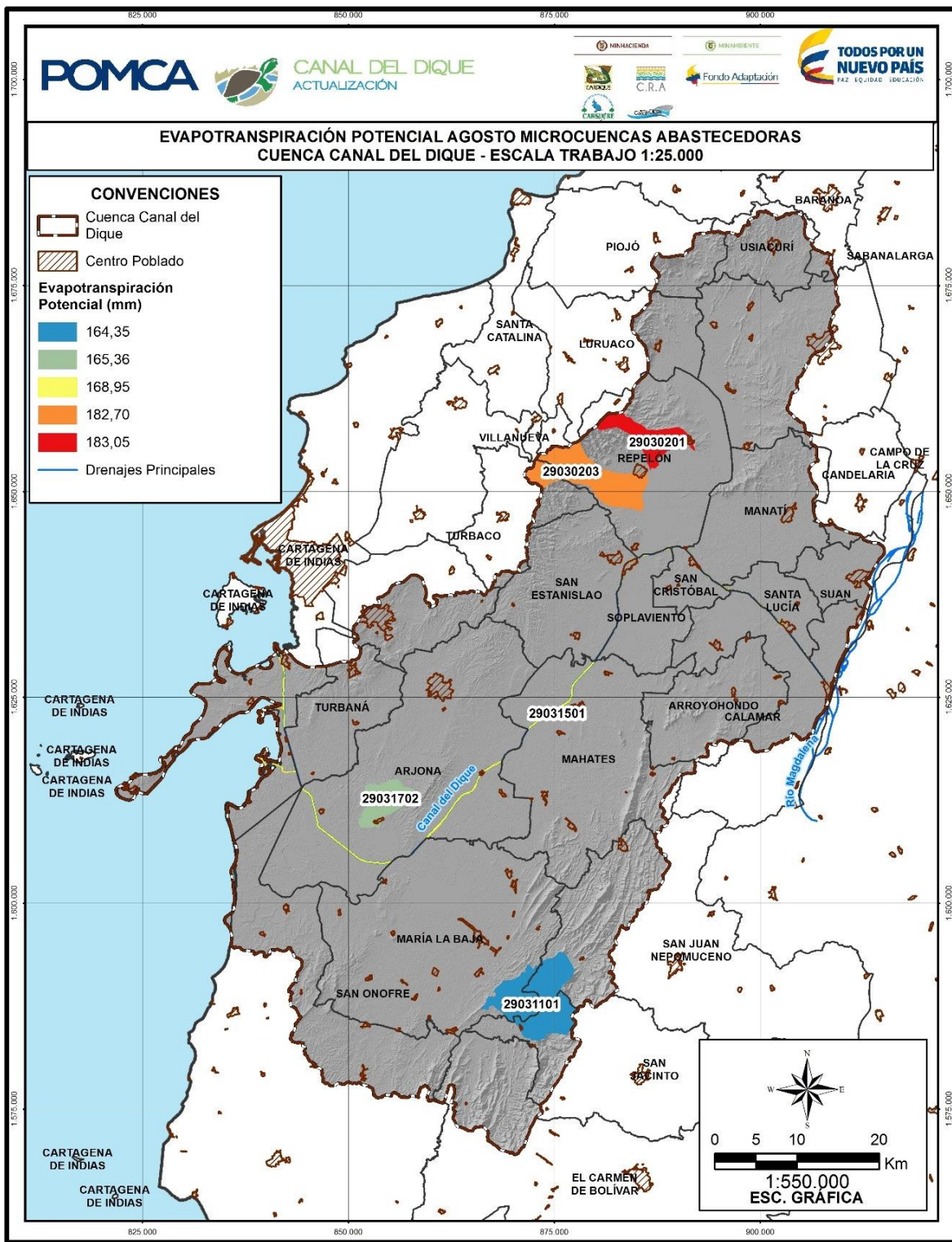


**Figura 3.127. Evapotranspiración potencial Julio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.128. Evapotranspiración potencial Agosto – Microcuencas.**

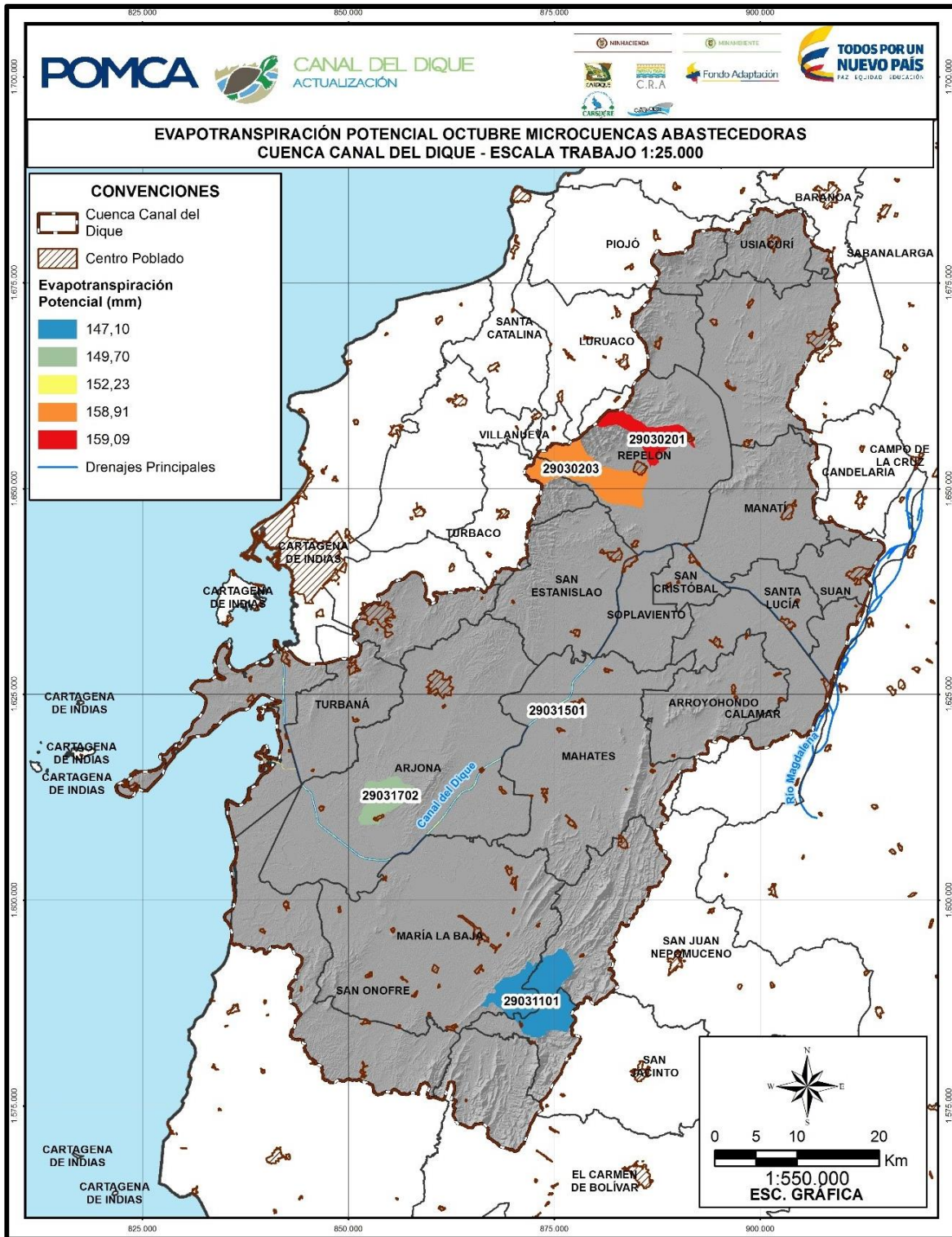


Fuente: Consorcio Canal del Dique.





**Figura 3.130. Evapotranspiración potencial Octubre – Microcuencas.**

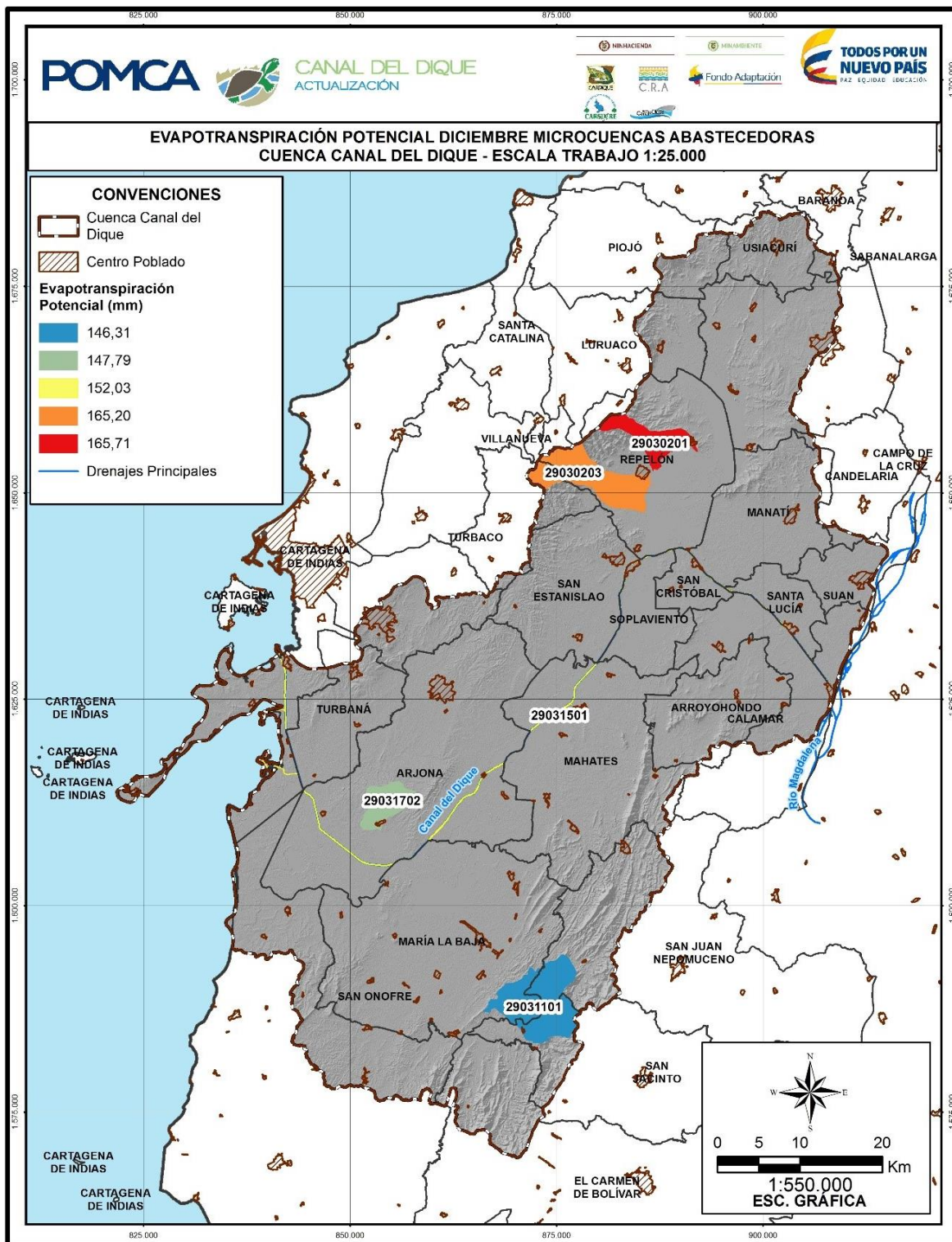


Fuente: Consorcio Canal del Dique.





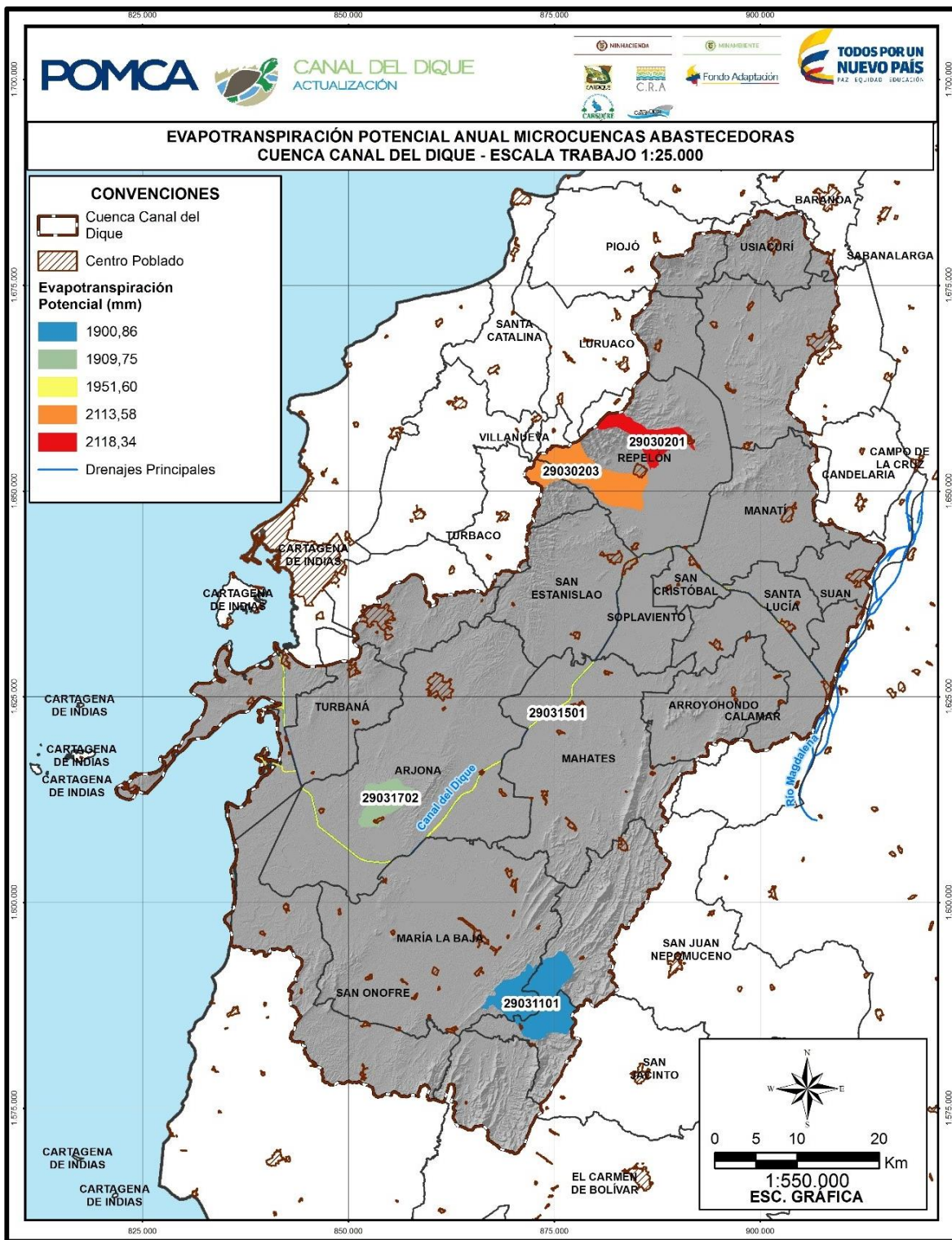
**Figura 3.132. Evapotranspiración potencial Diciembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.133. Evapotranspiración potencial Anual – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.3.11.3 Evapotranspiración real Subcuencas

**Evapotranspiración Real:** Corresponde al valor de la evapotranspiración cuando no se cumplen las condiciones de recubrimiento y humedad definidas para la potencial, entre menor sea la disponibilidad del agua menor será el valor de evapotranspiración real, para este caso fue definida por medio de la ecuación de Budyko, empleada por el IDEAM en el ENA 2010:

$$ETR = \left[ ETP * P * \operatorname{Tanh} \left( \frac{P}{ETP} \right) * \left( 1 - \operatorname{Cosh} \left( \frac{ETP}{P} \right) + \operatorname{Senh} \left( \frac{ETP}{P} \right) \right) \right]^{1/2}$$

Donde:

ETR: Evapotranspiración real en mm

ETP: Evapotranspiración potencial mm

P: Precipitación mm

La determinación de la evapotranspiración real requiere del previo conocimiento de la evapotranspiración potencial, la cual fue determinada empleando la ecuación de Thornthwaite a partir de las series históricas de precipitación y temperatura.

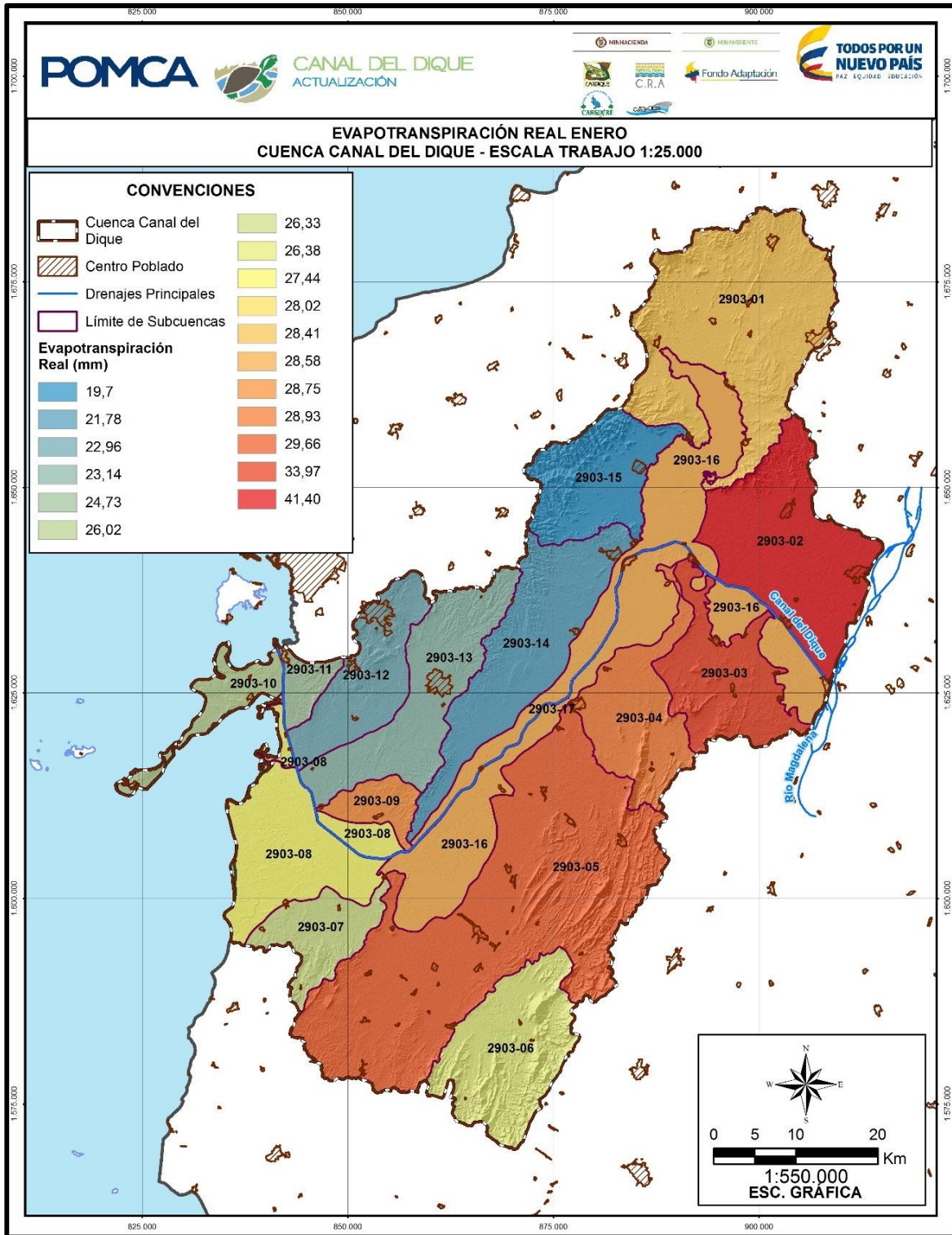
**Capacidad de Almacenamiento de Agua en el Suelo (S):** Es la cantidad de agua aprovechable por las plantas que puede almacenar el suelo, depende básicamente de la textura del suelo y su profundidad. Para establecer la condición media de la Fracción Volumétrica de Agua Aprovechable en el perfil (S), se recomienda el uso del promedio ponderado de las características físicas consideradas, las cuales se presentan a continuación.

Para las áreas de influencia de la zona de estudio, se puede considerar una capacidad máxima de almacenamiento de 100mm. (Restauración del Sistema del Canal del Dique – Informe Estudio hidrológico – abril 2015)

La evaporación real calculada para la cuenca se evidencia en cada una de las salidas representadas a continuación de la **Figura 3.134** a la **Figura 3.146**.



**Figura 3.134. Evapotranspiración real Enero.**

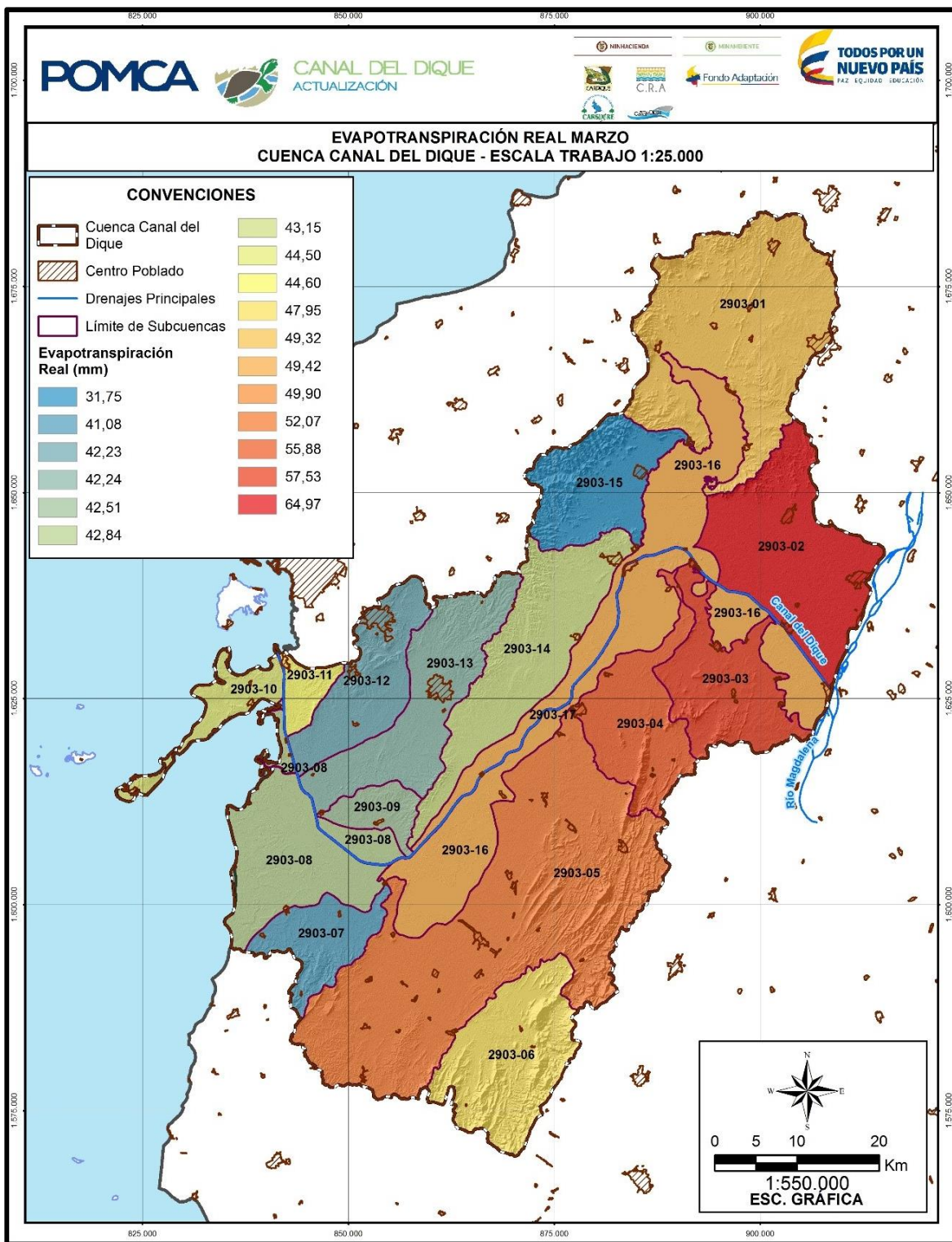


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



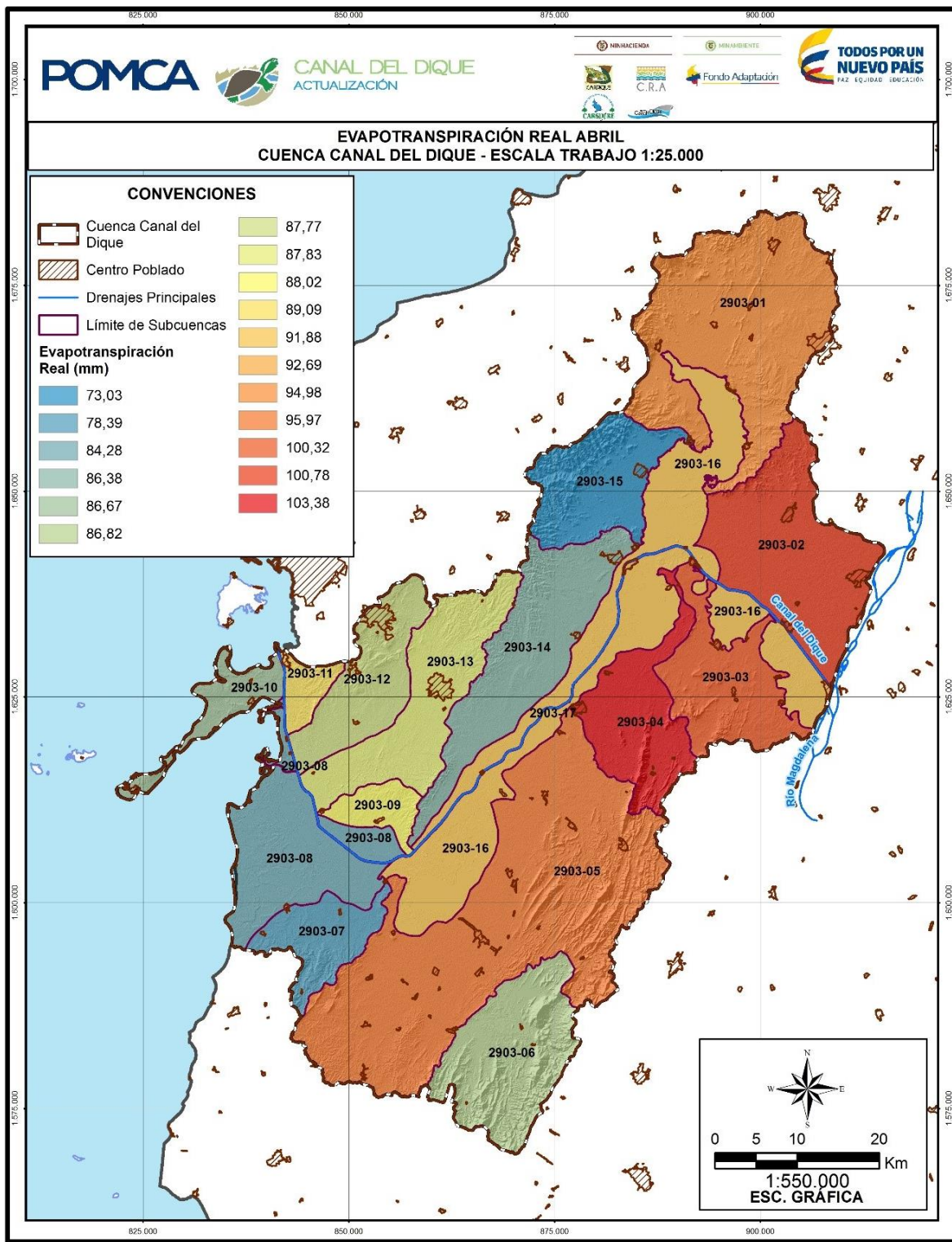


**Figura 3.136. Evapotranspiración real Marzo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

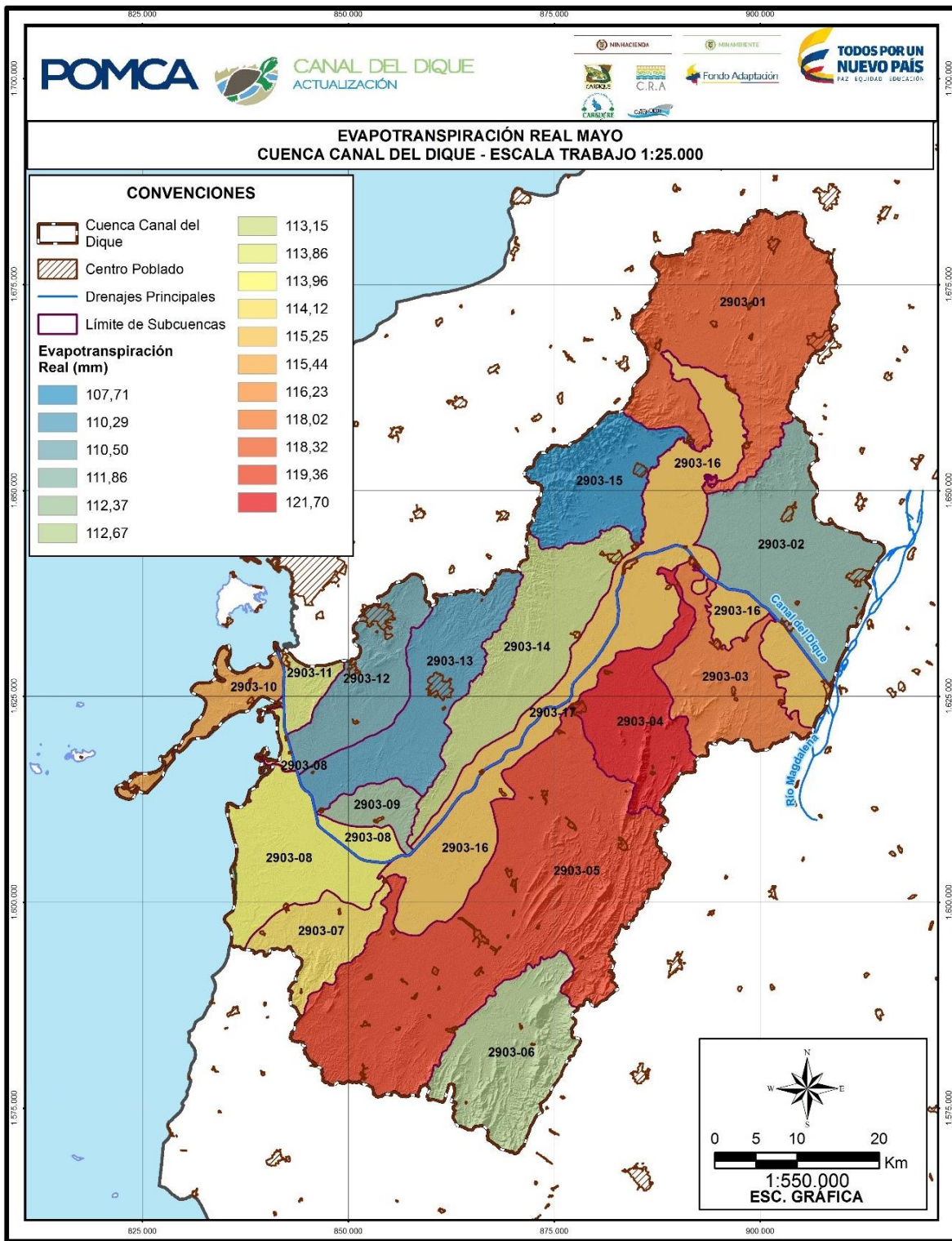
Figura 3.137. Evapotranspiración real Abril.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.138. Evapotranspiración real Mayo.



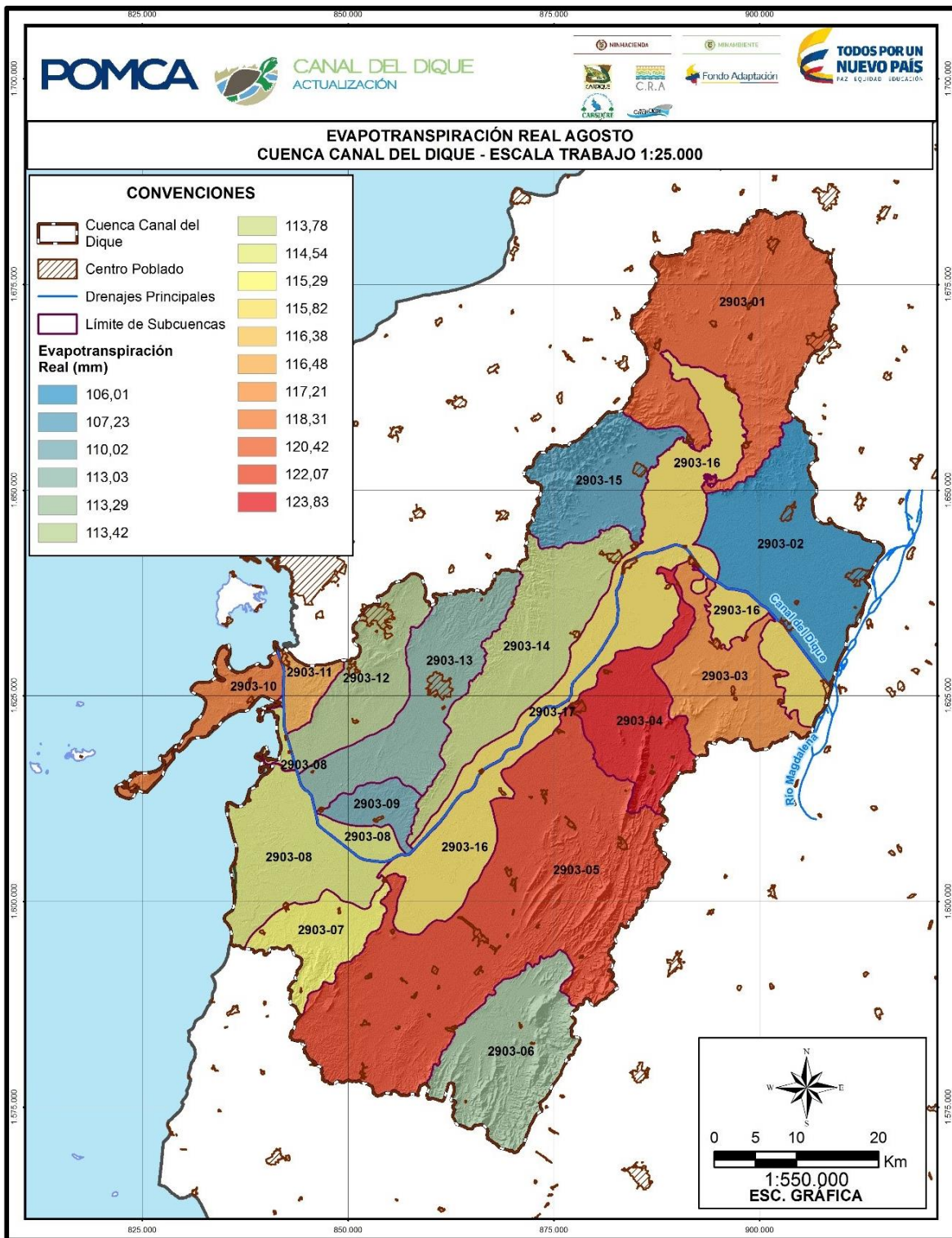
Fuente: Consorcio Canal del Dique.







**Figura 3.141. Evapotranspiración real Agosto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

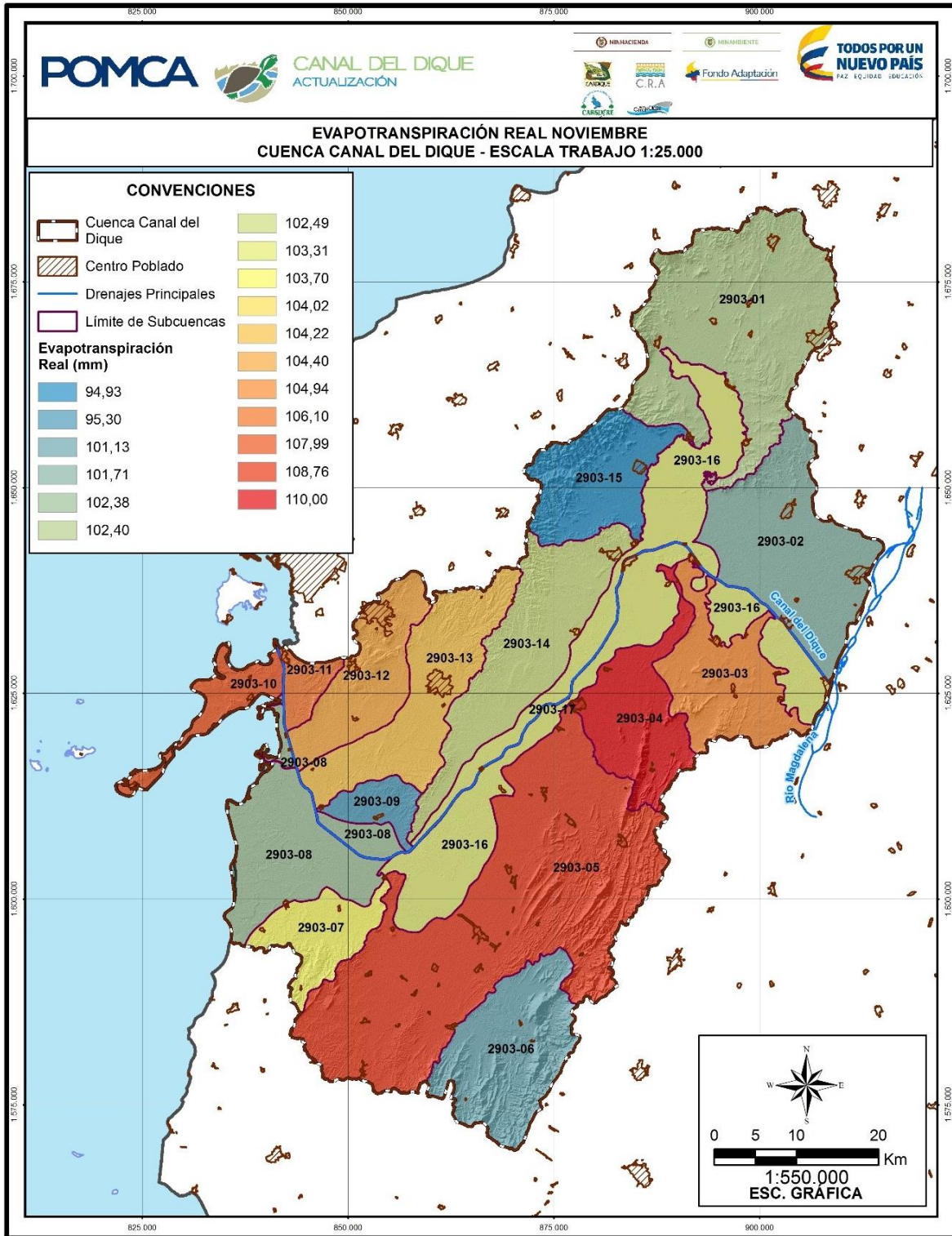








**Figura 3.144. Evapotranspiración real Noviembre.**

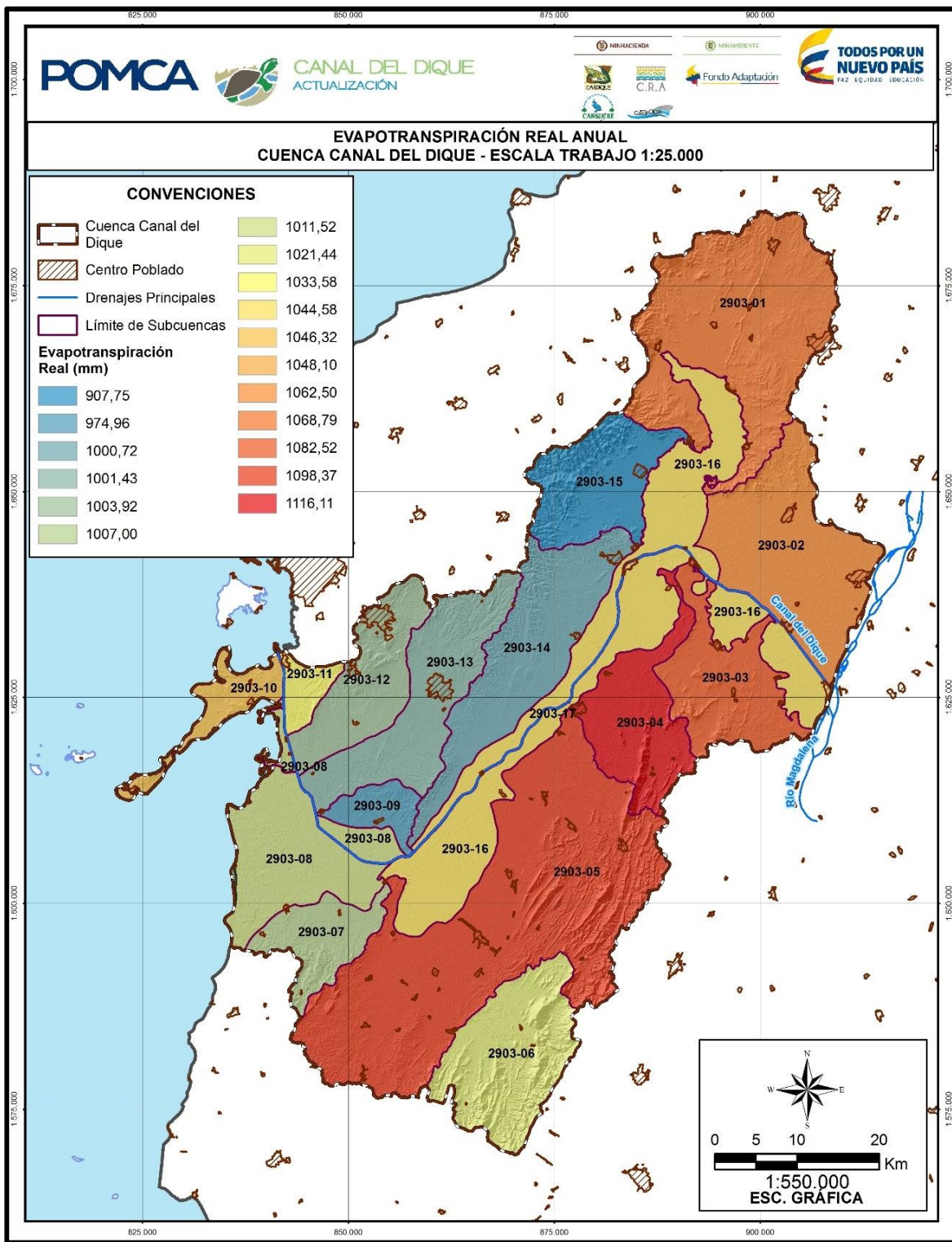


Fuente: Consorcio Canal del Dique.





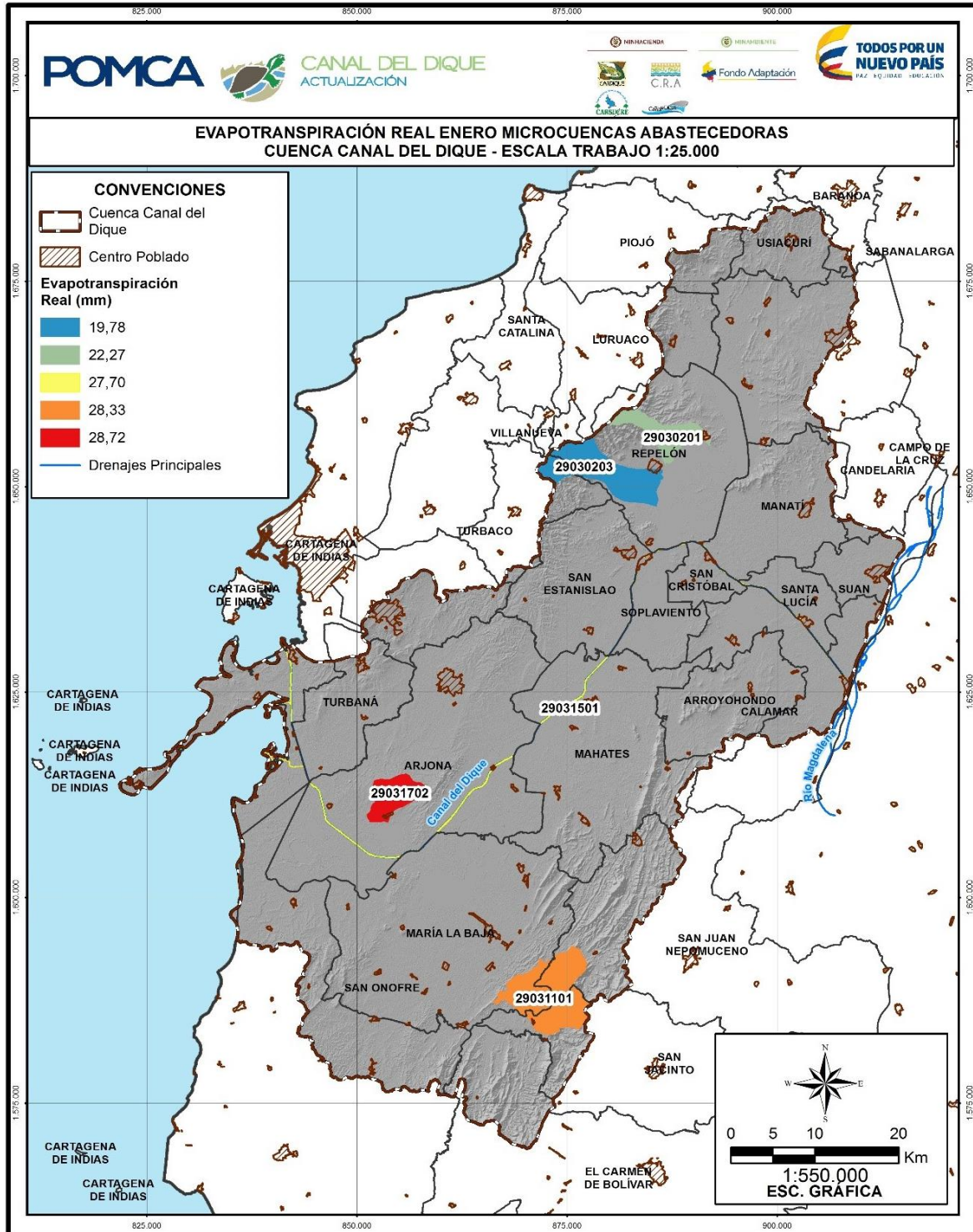
Figura 3.146. Evapotranspiración real Anual.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.1.3.3.11.4 Evapotranspiración real Microcuencas

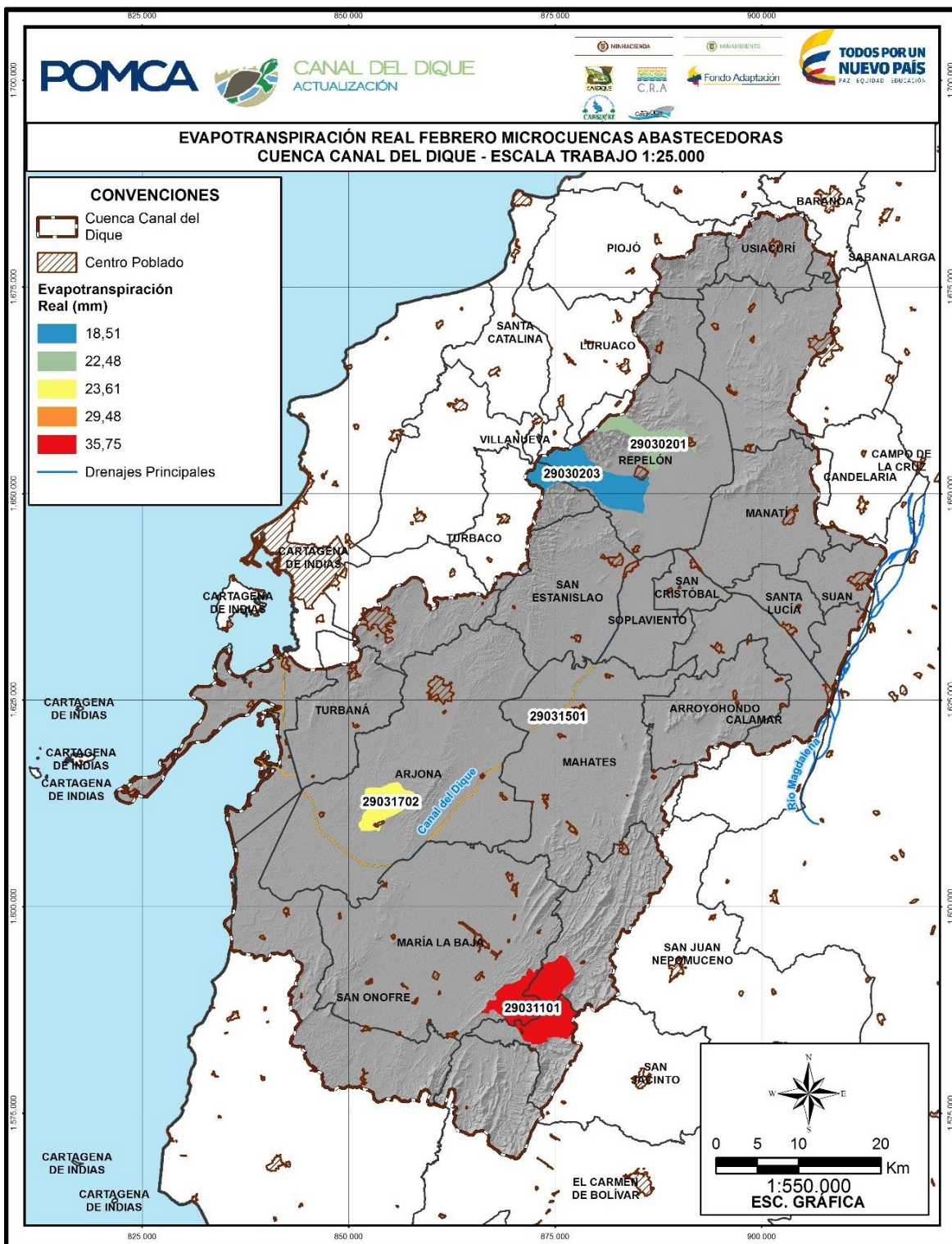
Figura 3.147. Evapotranspiración real Enero – Microcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

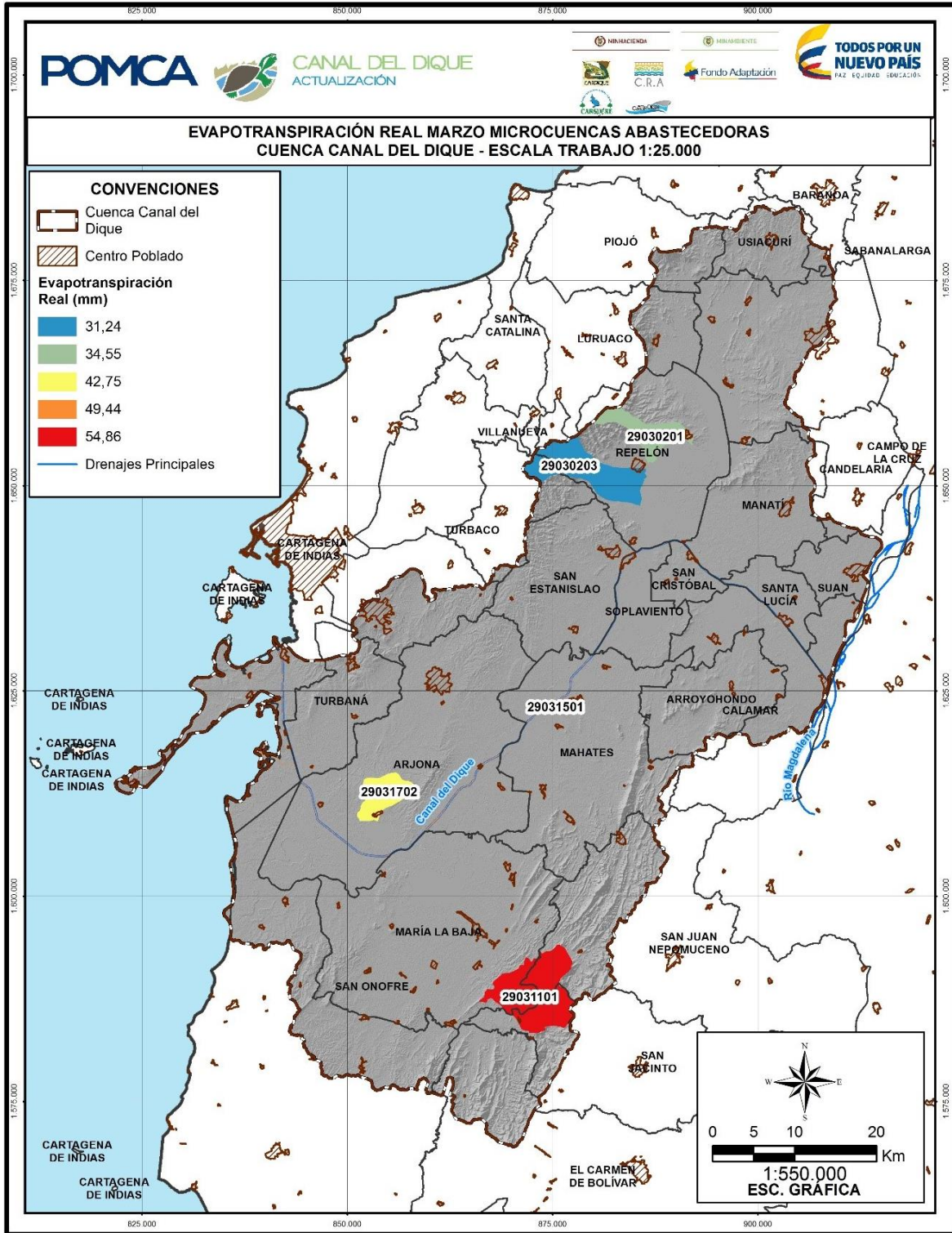


**Figura 3.148. Evapotranspiración real Febrero – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

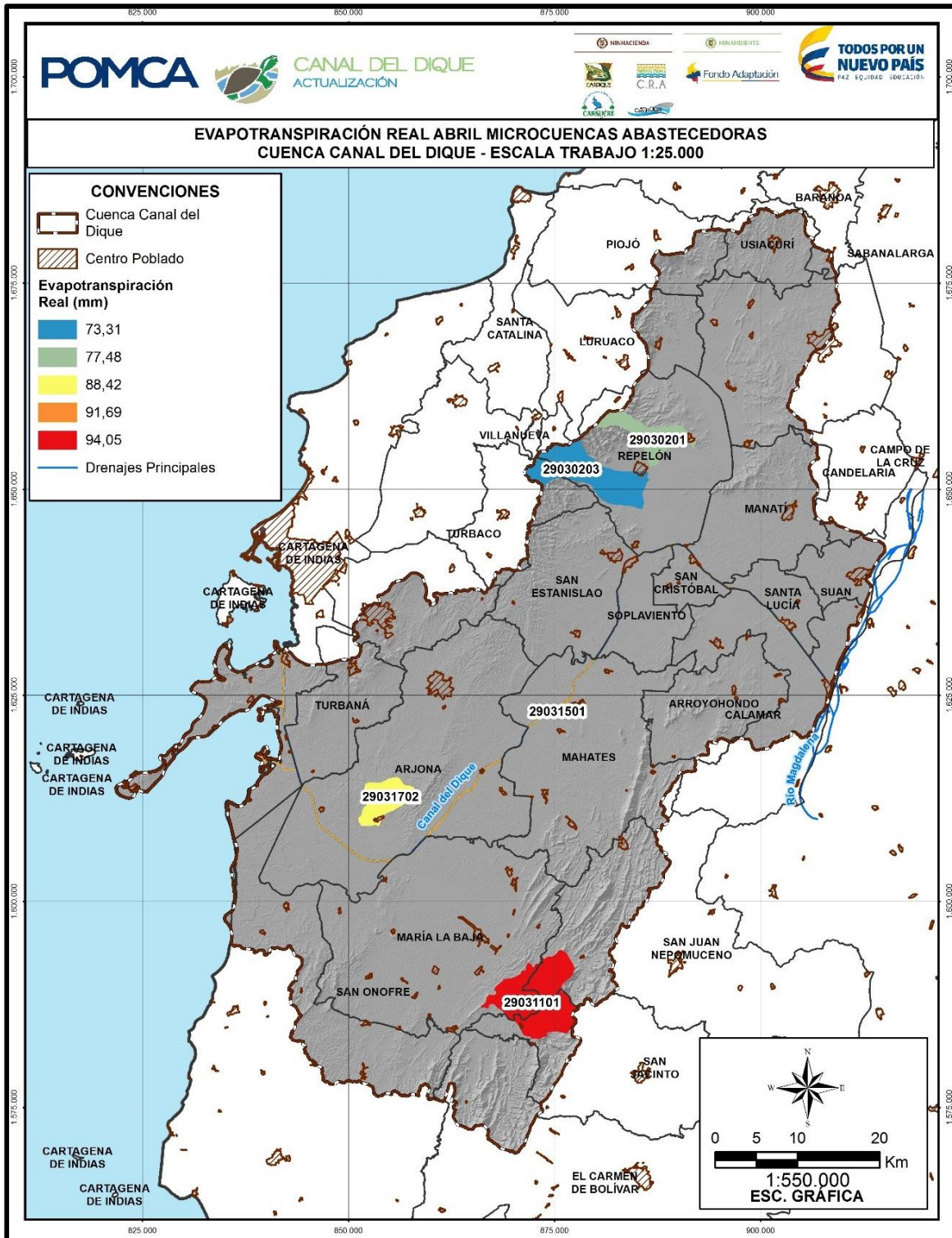
**Figura 3.149. Evapotranspiración real Marzo – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.150. Evapotranspiración real Abril – Microcuencas.**

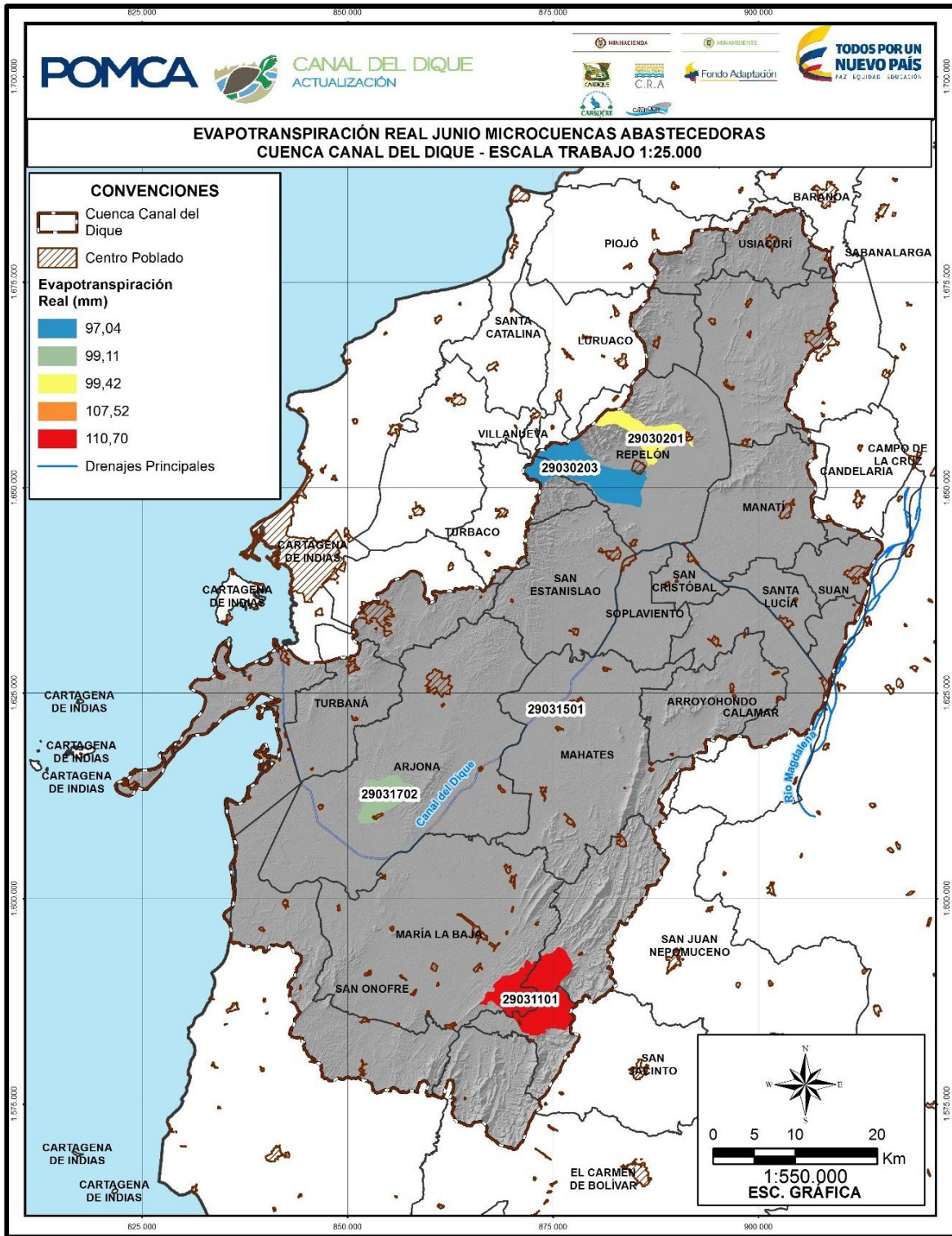


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



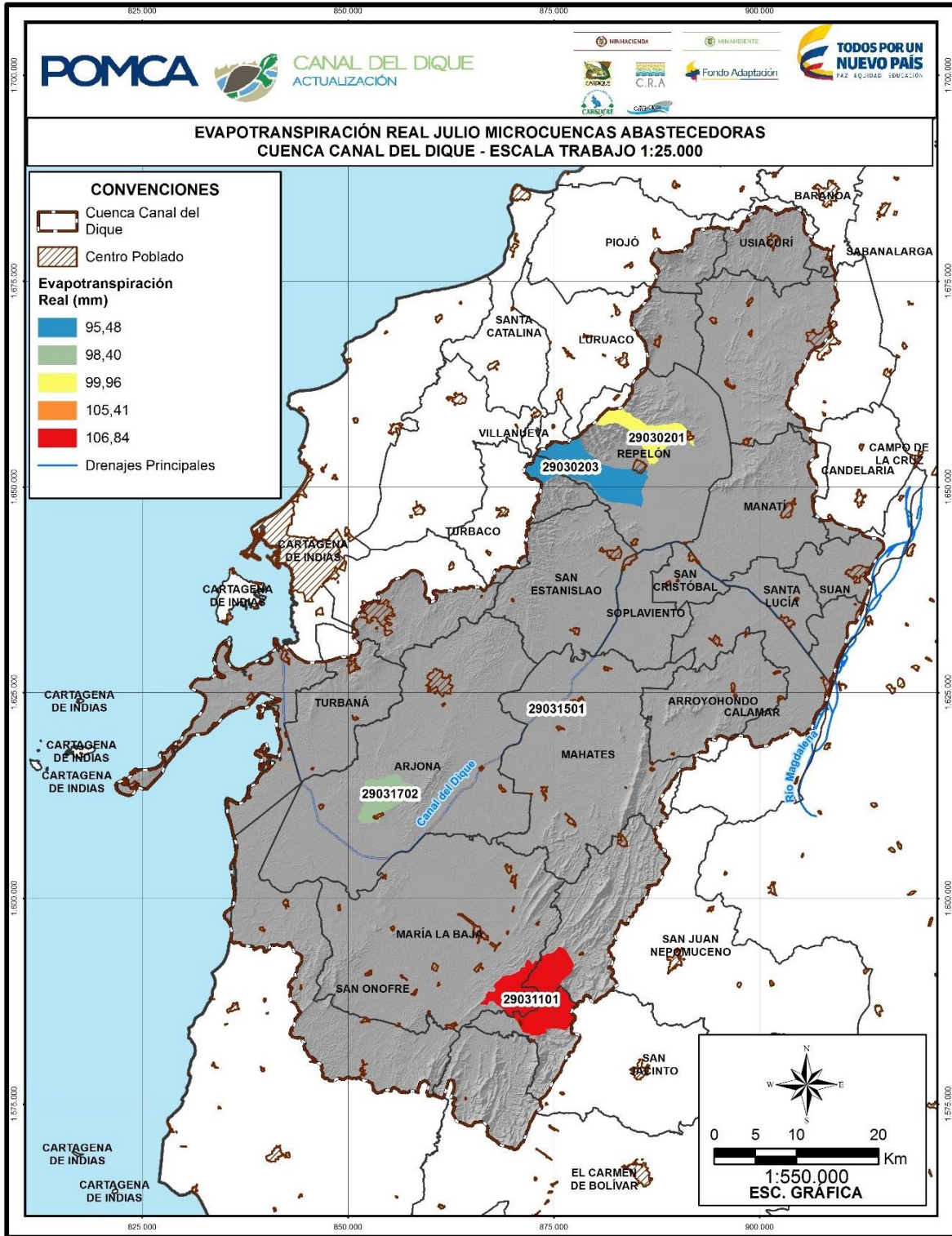


**Figura 3.152. Evapotranspiración real Junio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

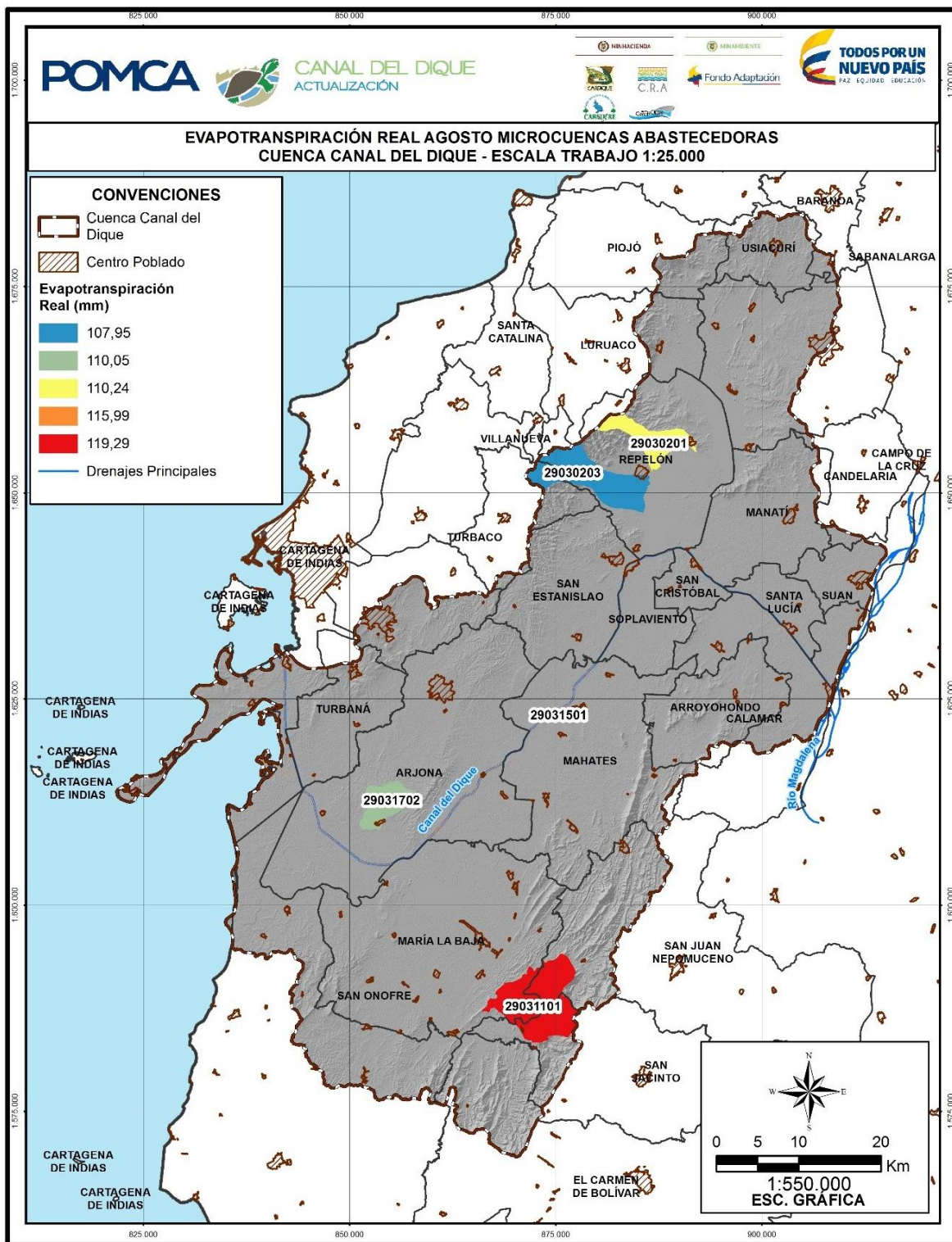
**Figura 3.153. Evapotranspiración real Julio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

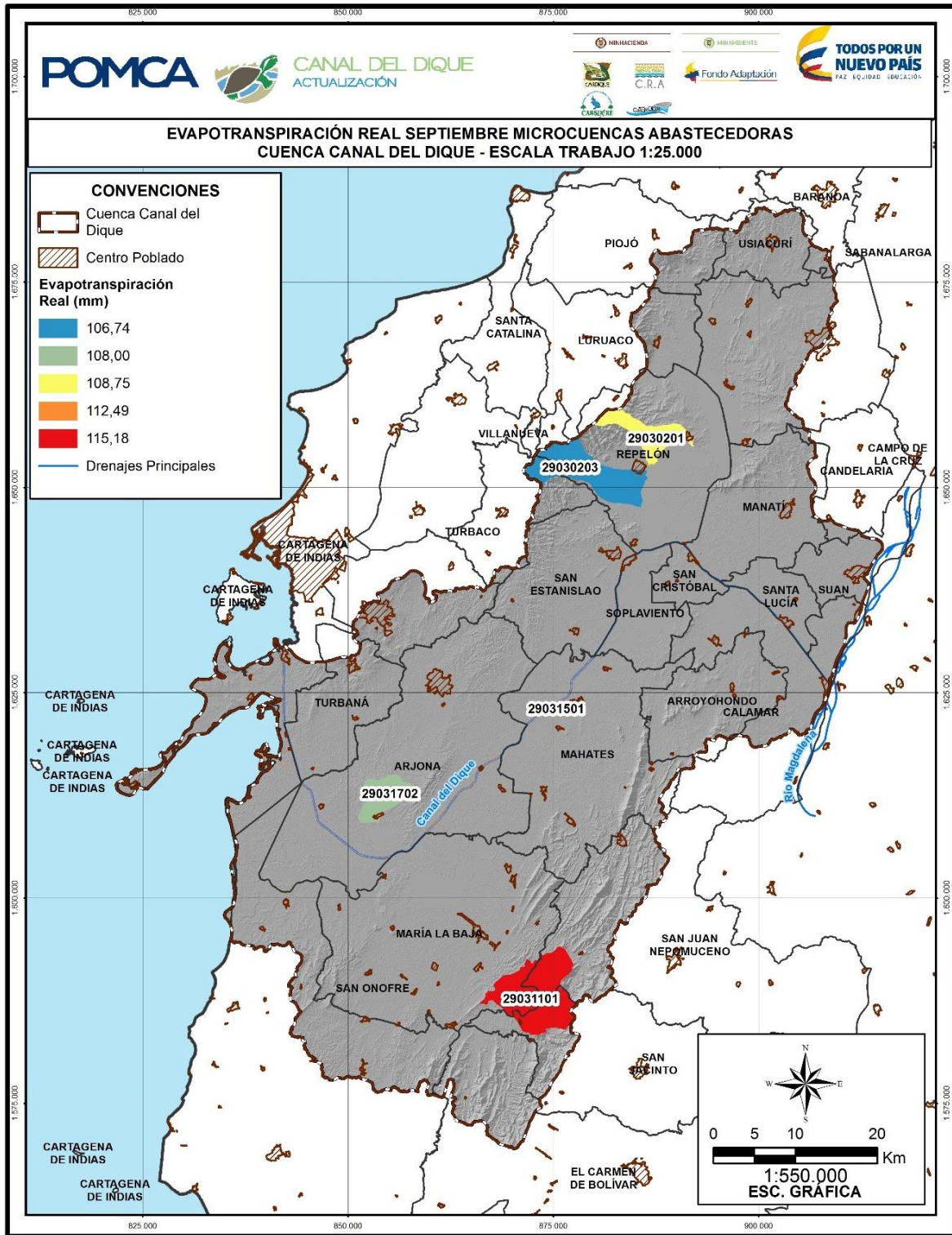


**Figura 3.154. Evapotranspiración real Agosto – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

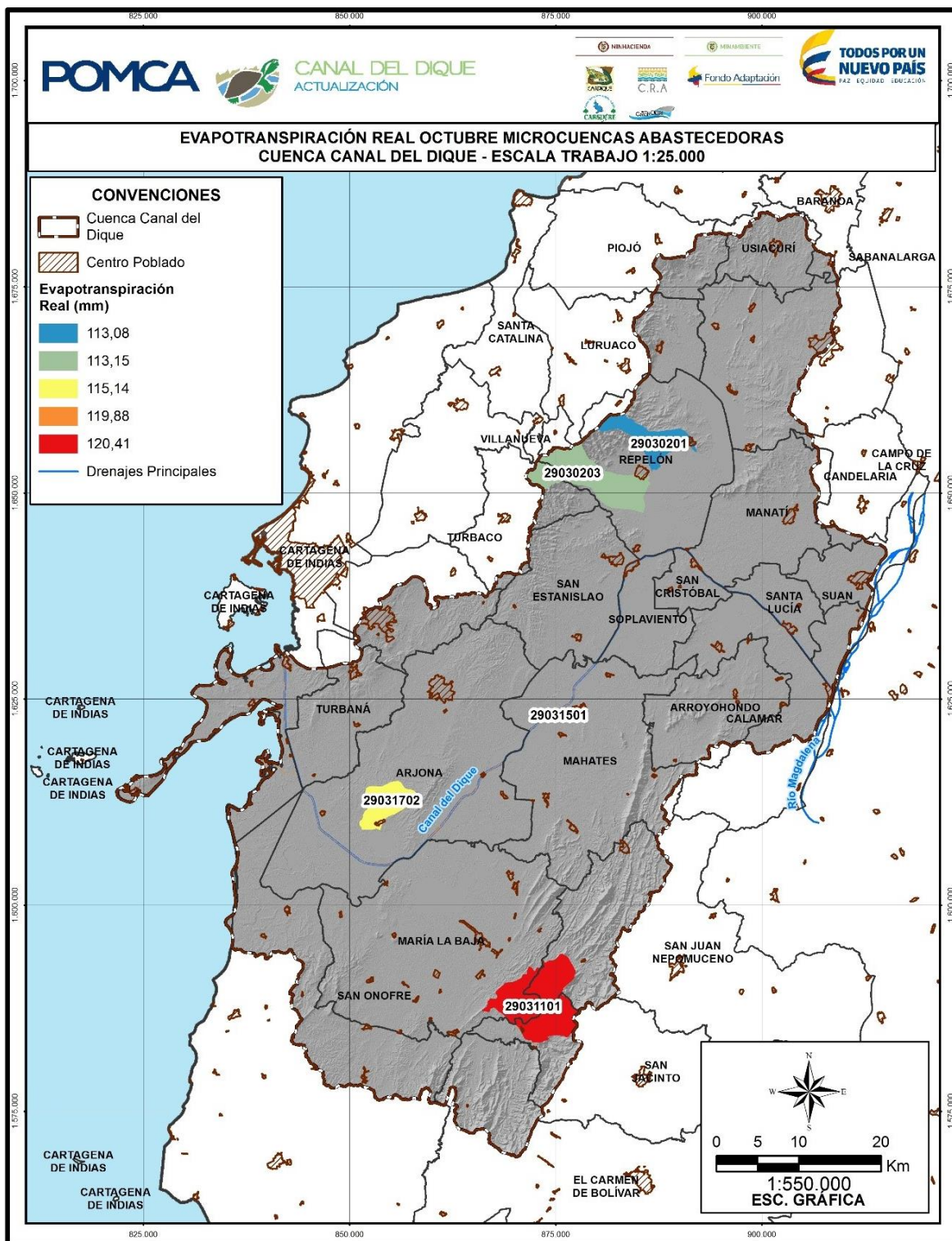
**Figura 3.155. Evapotranspiración real Septiembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

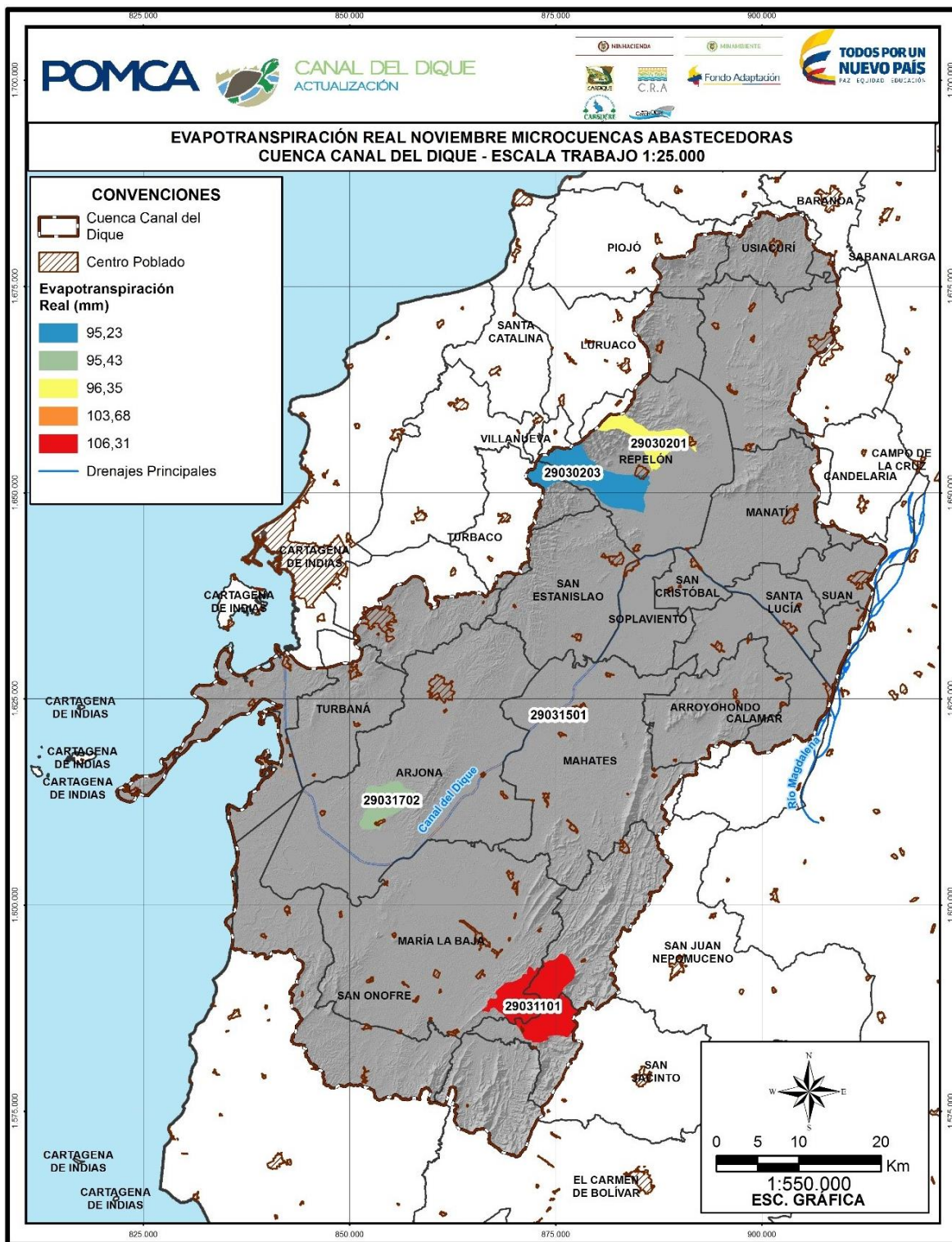


**Figura 3.156. Evapotranspiración real Octubre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

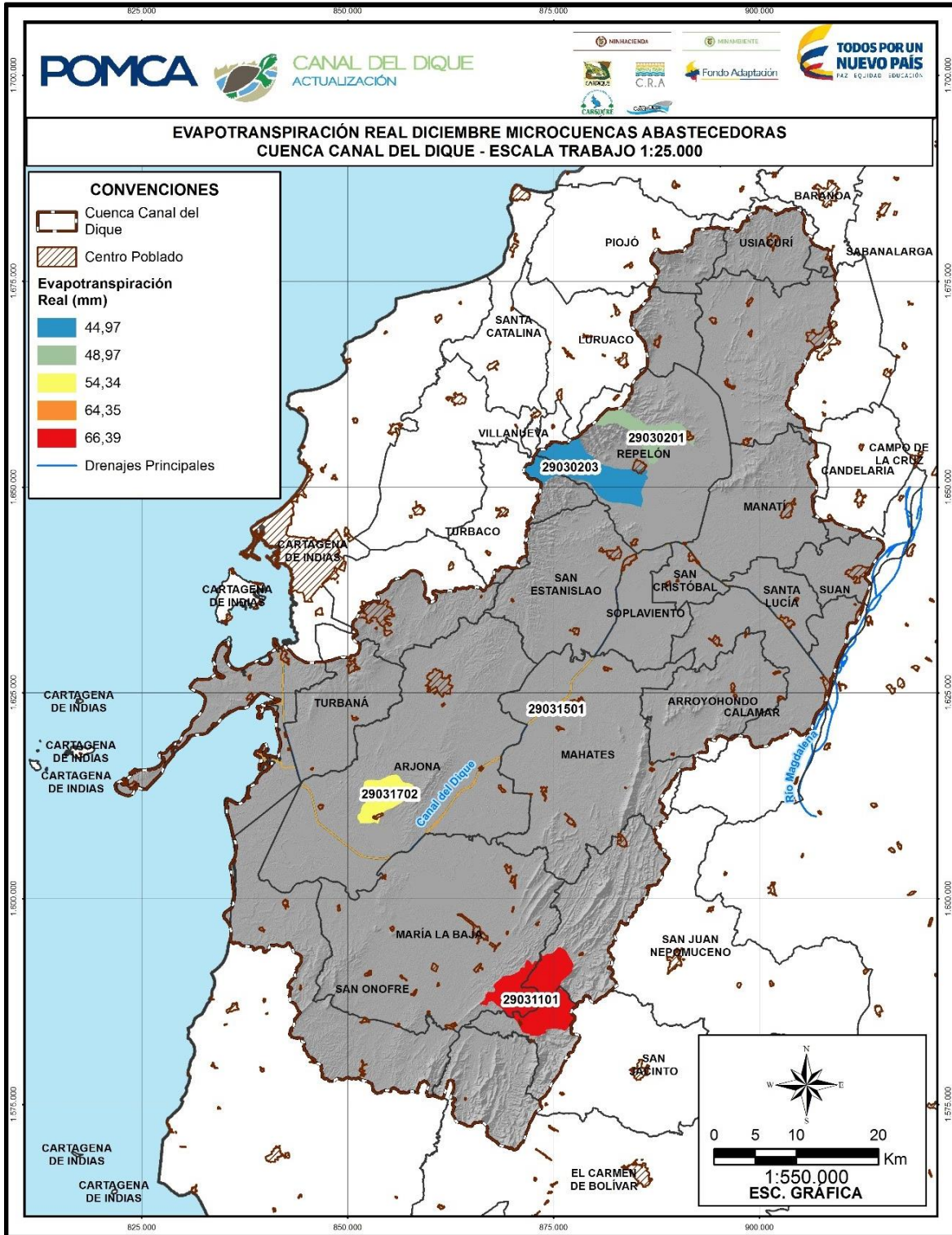
**Figura 3.157. Evapotranspiración real Noviembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

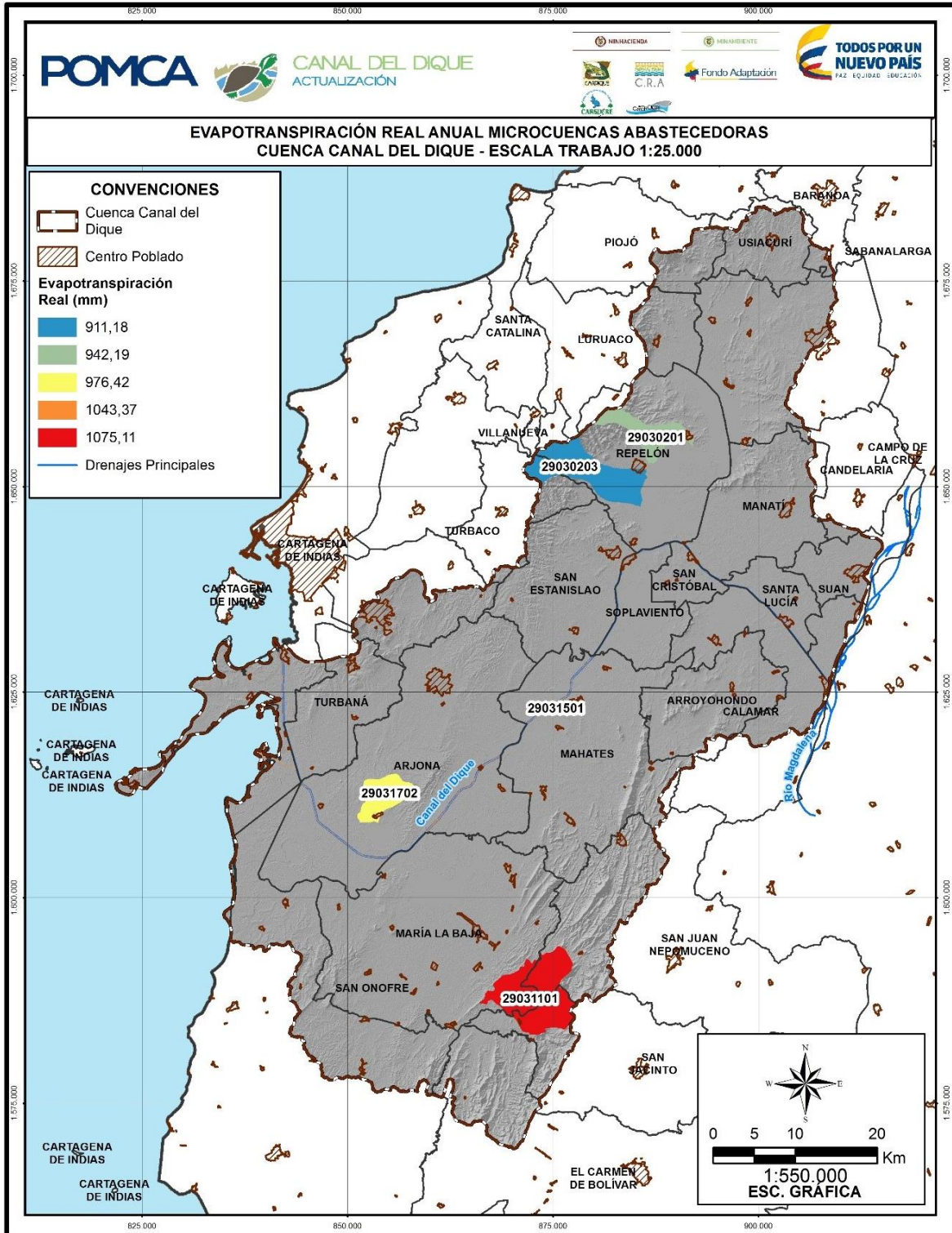


**Figura 3.158. Evapotranspiración real Diciembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.159. Evapotranspiración real Anual – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.1.3.4 Balance Hídrico

Es la formulación matemática de la ley de la conservación de la masa, aplicada al agua en un sistema dado. El balance hídrico es también la cuantificación de las necesidades de humedad del suelo en un lugar o área determinada; permite establecer la disponibilidad real de agua en un espacio y las relaciones temporales entre la oferta y la demanda hídrica. Su cálculo se lleva a cabo mediante la elaboración de un cómputo entre la precipitación y la evapotranspiración o la evaporación, conociéndose de antemano, por medio del cálculo de la capacidad de almacenamiento del suelo, la humedad que puede retener.

El balance hídrico climático muestra las condiciones hídricas promedio, y se utiliza principalmente para la clasificación climática. Para el cálculo de los balances hídricos climáticos en la zona de estudio, se utilizaron datos a nivel mensual, siguiendo la metodología propuesta por el HIMAT - IDEAM (Claro F, 1991).

La ecuación que determina el balance hídrico se muestra a continuación:

$$P = ETP + R + S$$

En donde,

P = Precipitación (mm).

ETP = Evapotranspiración potencial (mm).

R = Escorrentía superficial (mm).

S = Almacenamiento en el suelo (mm).

A continuación, se analizan los términos de la ecuación:

**Precipitación (P):** Este parámetro se obtiene de los registros de precipitación de las estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio o área de influencia del proyecto. La precipitación es un parámetro muy variable. Por lo tanto, es necesario considerar valores probabilísticos de lluvia, asumiendo para la zona en estudio ya sean condiciones húmedas, secas o normales. Para su cálculo se definieron las precipitaciones medias mensuales por medio del método de Isoyetas, llegando a los datos de precipitación media mensual multianual, mostrados en el subcapítulo de Precipitación (**Tabla 3.15** y **Tabla 3.16**).

Consiste en la combinación de los fenómenos de la evaporación desde la superficie del suelo y desde la superficie de la vegetación y la transpiración desde la vegetación a través de las hojas de las plantas, proveniente de las raíces de las plantas, se expresa generalmente en mm por unidad de tiempo, para su determinación se requiere tener en cuenta fenómenos como el suministro de energía, el transporte de vapor y el suministro de humedad a la superficie de evaporación. Teniendo en cuenta la disponibilidad de agua superficial se puede caracterizar como evapotranspiración potencial o evapotranspiración real la cual fue descrita en el **capítulo 3.1.3.3.11 Evapotranspiración**.

### 3.1.3.4.1 Balance Hídrico Subcuencas

De la **Tabla 3.34** a la **Tabla 3.50**, se presentan los resultados obtenidos para el balance hídrico a largo plazo por cada subcuenca:

**Tabla 3.34. Balance hídrico Subcuenca Ciénaga Aguas Claras.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	162.2	202	146.7	63.07	21.86	24.03	44.03341	99.701	152.1	132.4	128.6	158.13
ETP (mm) sin ajustar	155.8	148.4	150.2	150.5	155.0	161.7	169.0	172.7	165.8	170.8	167.9	162.0
ij	13.4	13.1	13.2	13.2	13.4	13.6	13.8	13.9	13.7	13.8	13.7	13.6
T (°C)	27.728	27.41	27.486	27.501	27.694	27.969	28.26118	28.41	28.14	28.33	28.218	27.98
ETP <sub>THO</sub> (mm)	157.4	152.8	148.7	153.5	158.1	150.4	174.0	176.2	175.8	175.9	178.0	170.1
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	38.3	136.3	126.3	130.0	76.5	23.7	43.5	49.4	12.0
S (mm)	4.8	54.0	52.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.35. Balance hídrico Subcuenca Norte Embalse Guájaro.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	180.3	202.9	144.6	68.94298	28.6	36.52	50.73	112.98	162.1	139	142.3	173.26
ETP (mm) sin ajustar	157.6	149.7	152.0	154.9	160.7	166.4	173.5	176.6	169.5	173.2	171.7	165.6
ij	13.4	13.2	13.3	13.4	13.5	13.7	13.9	14.0	13.8	13.9	13.8	13.7
T (°C)	27.811	27.483	27.582	27.701494	27.939	28.165	28.44	28.56	28.29	28.43	28.37	28.13
ETP <sub>THO</sub> (mm)	159.1	154.2	150.5	158.0	163.9	154.7	178.7	180.2	179.7	178.4	182.0	173.8
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	25.1	135.3	118.2	128.0	67.2	17.6	39.4	39.6	0.6
S (mm)	21.1	69.9	64.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.36. Balance hídrico Subcuenca Hum. Canal del Dique Guájaro.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	167.5	202.5	149.5	71.46315	28.79	32.63	50.93	108.55	156.8	137.7	132.4	163.29
ETP (mm) sin ajustar	155.5	147.9	149.8	151.0	156.3	163.0	170.1	173.5	166.4	170.5	168.1	162.4
ij	13.4	13.1	13.2	13.2	13.4	13.6	13.8	13.9	13.7	13.8	13.7	13.6
T (°C)	27.714	27.392	27.473	27.525136	27.748	28.023	28.31	28.44	28.16	28.32	28.228	28
ETP <sub>THO</sub> (mm)	157.0	152.4	148.3	154.0	159.4	151.6	175.2	176.9	176.4	175.6	178.2	170.6
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	20.8	130.6	119.0	124.3	68.4	19.5	37.9	45.8	7.3
S (mm)	10.5	60.6	61.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.37. Balance hídrico Subcuenca Ciénaga Jobo Negros.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	164.1	206	156.6846	78.01	34.4	41.45	60.38	124.53	166.1	138.1	133	168.94
ETP (mm) sin ajustar	153.7	146.6	148.1	149.5	155.9	162.6	169.0	171.7	164.3	168.1	166.0	160.9
ij	13.3	13.1	13.1	13.2	13.4	13.6	13.8	13.8	13.6	13.7	13.7	13.5
T (°C)	27.634	27.326	27.390973	27.455	27.727	28.004	28.26	28.37	28.07	28.22	28.14	27.93
ETP <sub>THO</sub> (mm)	155.2	151.0	146.6	152.5	159.0	151.2	174.1	175.1	174.1	173.1	175.9	168.9
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.5	124.6	109.8	113.7	50.6	8.0	35.0	43.0	0.0
S (mm)	8.9	63.9	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.38. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Quita Calzón Ciénagas JG.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	158.2	190.7	130.5971	57.92	29	23.53	43.44	103.96	154.2	124.1	121.9	152.2
ETP (mm) sin ajustar	151.8	145.2	146.2	144.6	149.4	156.4	162.8	166.3	160.7	164.9	161.8	157.4
ij	13.2	13.0	13.1	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	13.5	13.6	13.5	13.4
T (°C)	27.537	27.242	27.286289	27.217	27.432	27.736	28	28.15	27.92	28.09	27.962	27.78
ETP <sub>THO</sub> (mm)	153.3	149.5	144.7	147.5	152.4	145.5	167.7	169.7	170.4	169.9	171.5	165.3
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	57.7	123.4	122.0	124.3	65.7	16.2	45.8	49.6	13.1
S (mm)	4.8	46.0	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.39. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Caimán.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	164.8	209.5536	154.2	66.46	23.24	24.62	43.12	103.08	147.5	127.3	130.9	158.57
ETP (mm) sin ajustar	153.8	147.0	148.2	147.2	151.6	158.1	164.7	168.4	162.6	167.5	164.3	159.4
ij	13.3	13.1	13.1	13.1	13.2	13.4	13.6	13.7	13.6	13.7	13.6	13.5
T (°C)	27.63	27.331732	27.388	27.341	27.533	27.813	28.08	28.23	28	28.2	28.068	27.86
ETP <sub>THO</sub> (mm)	155.3	151.4	146.7	150.1	154.6	147.0	169.6	171.8	172.3	172.5	174.1	167.3
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	8.5	131.3	122.4	126.5	68.7	24.8	45.2	43.2	8.7
S (mm)	9.5	67.7	75.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.40. Balance hídrico Subcuenca Represa Playón Matuya.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	166	209.8	149.8684	70.36	26.54	31.62	49.35	101.35	155.8	140.7	134.3	161.59
ETP (mm) sin ajustar	150.8	143.6	143.6	144.7	153.5	159.1	167.2	168.7	159.8	161.8	162.5	157.1
ij	13.2	13.0	13.0	13.0	13.3	13.5	13.7	13.8	13.5	13.5	13.6	13.4
T (°C)	27.492	27.17	27.172658	27.223	27.609	27.852	28.18	28.24	27.88	27.96	27.993	27.76
ETP <sub>THO</sub> (mm)	152.3	147.9	142.2	147.6	156.5	148.0	172.2	172.0	169.3	166.7	172.3	164.9
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	123.9	116.4	122.9	70.7	13.5	26.0	38.0	3.3
S (mm)	13.7	75.6	83.3	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.41. Balance hídrico Subcuenca Oriental Embalse Guájaro Canal del Dique.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	147	185.5	146.4007	78.05	42.34	51.97	69.61	126.18	151.3	122.2	123	140.21
ETP (mm) sin ajustar	152.8	146.8	148.3	151.4	158.4	164.3	168.5	170.0	162.7	165.1	163.8	160.1
ij	13.3	13.1	13.1	13.2	13.5	13.6	13.8	13.8	13.6	13.7	13.6	13.5
T (°C)	27.593	27.334	27.397003	27.533	27.829	28.074	28.24	28.3	28.01	28.1	28.05	27.9
ETP <sub>THO</sub> (mm)	154.3	151.2	146.8	154.4	161.6	152.8	173.6	173.4	172.4	170.0	173.6	168.1
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	7.3	0.0	0.0	42.4	119.2	100.9	104.0	47.2	21.1	47.8	50.5	27.9
S (mm)	0.0	34.3	33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.42. Balance hídrico Subcuenca Norte Canal del Dique Pasacaballos.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	173.7	214.5	158.6	71.30675	24.87	25.99	45.8	106.32	156.4	137.5	138.2	167.24
ETP (mm) sin ajustar	155.1	148.4	149.6	146.3	149.5	153.8	159.8	164.5	162.6	167.9	164.6	160.5
ij	13.3	13.1	13.2	13.1	13.2	13.3	13.5	13.6	13.6	13.7	13.6	13.5
T (°C)	27.681	27.39	27.445	27.298614	27.44	27.629	27.88	28.08	28	28.21	28.079	27.91
ETP <sub>THO</sub> (mm)	156.6	152.8	148.1	149.2	152.5	143.1	164.6	167.8	172.4	172.9	174.5	168.5
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	116.3	117.1	118.8	61.5	15.9	35.4	36.2	1.3
S (mm)	17.1	78.8	89.2	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.43. Balance hídrico Subcuenca Arroyo Cabildo.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	166.2	209.6587	154.3	66.77	23.06	24.85	43.13	103.33	148	128.1	131.6	159.23
ETP (mm) sin ajustar	154.1	147.3	148.6	146.8	150.9	156.6	163.0	167.1	162.6	167.6	164.4	159.8
ij	13.3	13.1	13.1	13.1	13.2	13.4	13.6	13.7	13.6	13.7	13.6	13.5
T (°C)	27.644	27.346192	27.402	27.322	27.503	27.749	28.02	28.18	28	28.2	28.073	27.88
ETP <sub>THO</sub> (mm)	155.7	151.7	147.1	149.7	153.9	145.7	167.9	170.4	172.4	172.6	174.3	167.8
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	7.3	130.8	120.8	124.8	67.1	24.4	44.5	42.6	8.5
S (mm)	10.5	68.4	75.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.44. Balance hídrico Subcuenca Complejo María La Baja.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	195.7	234.2543	177.7	83.53	29.94	33.12	54.15	118.07	174.6	161.9	153.9	191.28
ETP (mm) sin ajustar	150.1	143.1	143.9	143.2	149.6	157.3	164.2	166.9	160.1	162.9	160.7	156.5
ij	13.2	13.0	13.0	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	13.5	13.6	13.5	13.4
T (°C)	27.459	27.14367	27.179	27.15	27.434	27.77	28.06	28.17	27.89	28	27.915	27.74
ETP <sub>THO</sub> (mm)	151.6	147.4	142.4	146.1	152.6	146.3	169.1	170.2	169.7	167.8	170.4	164.3
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	85.2	113.2	115.0	52.1	0.0	1.1	16.5	0.0
S (mm)	71.0	100.0	100.0	37.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	27.0
Excedentes	0.0	57.9	35.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.45. Balance hídrico Subcuenca Delta Canal del Dique.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	172.3	213.8	150.063	68.02	27.65	23.22	43.87	98.397	158.3	136.2	133.4	164.15
ETP (mm) sin ajustar	152.3	145.8	146.8	143.9	148.2	153.4	159.5	163.7	160.8	164.8	162.0	158.1
ij	13.3	13.0	13.1	13.0	13.1	13.3	13.5	13.6	13.5	13.6	13.6	13.4
T (°C)	27.555	27.268	27.309713	27.178	27.374	27.603	27.86	28.04	27.92	28.09	27.969	27.8
ETP <sub>THO</sub> (mm)	153.8	150.2	145.3	146.7	151.2	142.7	164.3	167.0	170.5	169.8	171.7	166.0
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	115.3	119.4	120.4	68.6	12.2	33.6	38.3	1.8
S (mm)	18.5	82.1	86.9	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.46. Balance hídrico Subcuenca Sur Delta.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	173.9	224.9	158.296	71.22	26.51	20.41	41.92	89.06	160.1	140	140.5	169.29
ETP (mm) sin ajustar	149.3	143.1	143.8	141.8	147.7	153.8	160.3	163.8	159.3	161.7	159.7	155.6
ij	13.1	12.9	13.0	12.9	13.1	13.3	13.5	13.6	13.5	13.5	13.5	13.3
T (°C)	27.415	27.135	27.164575	27.075	27.342	27.616	27.89	28.04	27.85	27.95	27.866	27.69
ETP <sub>THO</sub> (mm)	150.8	147.4	142.3	144.6	150.6	143.1	165.1	167.0	168.9	166.5	169.2	163.4
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	97.5	122.7	123.2	78.0	8.7	26.6	28.8	0.0
S (mm)	29.0	100.0	100.0	26.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
Excedentes	0.0	6.5	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.47. Balance hídrico Subcuenca Occidental Embalse Guájaro.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	142.6	169.3	122.307	45.82	19.75	18.72	31.95	78.623	132.9	112.6	108.1	135.31
ETP (mm) sin ajustar	164.2	154.0	157.7	161.4	165.7	171.1	181.7	186.7	179.3	184.1	182.6	173.4
ij	13.6	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	14.1	14.3	14.1	14.2	14.2	13.9
T (°C)	28.1	27.695	27.843846	27.991	28.159	28.361	28.75	28.92	28.66	28.83	28.782	28.45
ETP <sub>THO</sub> (mm)	165.8	158.6	156.1	164.6	169.0	159.1	187.2	190.4	190.0	189.6	193.6	182.1
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	23.2	0.0	23.1	118.8	149.3	140.4	155.2	111.8	57.1	77.0	85.5	46.7
S (mm)	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.48. Balance hídrico Subcuenca Ciénagas Capote Tupe.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	183.7	220.4993	176	82.31	29.17	35.08	58.49	131.21	178.7	157.6	154.6	192.4
ETP (mm) sin ajustar	153.3	146.2	147.5	147.8	153.5	160.8	167.5	170.5	163.2	167.6	164.8	159.7
ij	13.3	13.1	13.1	13.1	13.3	13.5	13.7	13.8	13.6	13.7	13.6	13.5
T (°C)	27.614	27.300447	27.36	27.375	27.619	27.926	28.2	28.32	28.03	28.2	28.092	27.88
ETP <sub>THO</sub> (mm)	154.9	150.5	146.0	150.8	156.5	149.5	172.5	173.9	173.0	172.6	174.7	167.7
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	95.9	114.4	114.0	42.7	0.0	9.3	20.2	0.0
S (mm)	53.5	100.0	100.0	31.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	24.7
Excedentes	0.0	23.4	29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.49. Balance hídrico Subcuenca Barú.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	176.8	217.9	158.7	72.2722	26.19	25.3	45.9	103.88	159.5	140.4	138.5	169.01
ETP (mm) sin ajustar	159.4	153.0	154.5	146.9	146.6	146.9	151.8	158.6	163.9	170.9	166.6	163.8
ij	13.5	13.3	13.3	13.1	13.1	13.1	13.2	13.5	13.6	13.8	13.7	13.6
T (°C)	27.86	27.59	27.66	27.3235	27.31	27.33	27.54	27.83	28.05	28.33	28.16	28.05
ETP <sub>THO</sub> (mm)	161.0	157.6	152.9	149.8	149.5	136.6	156.3	161.8	173.7	176.0	176.6	172.0
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	119.0	111.3	110.4	57.9	14.2	35.6	38.1	3.0
S (mm)	15.9	76.2	81.9	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.50. Balance hídrico Subcuenca Canal del Dique.**

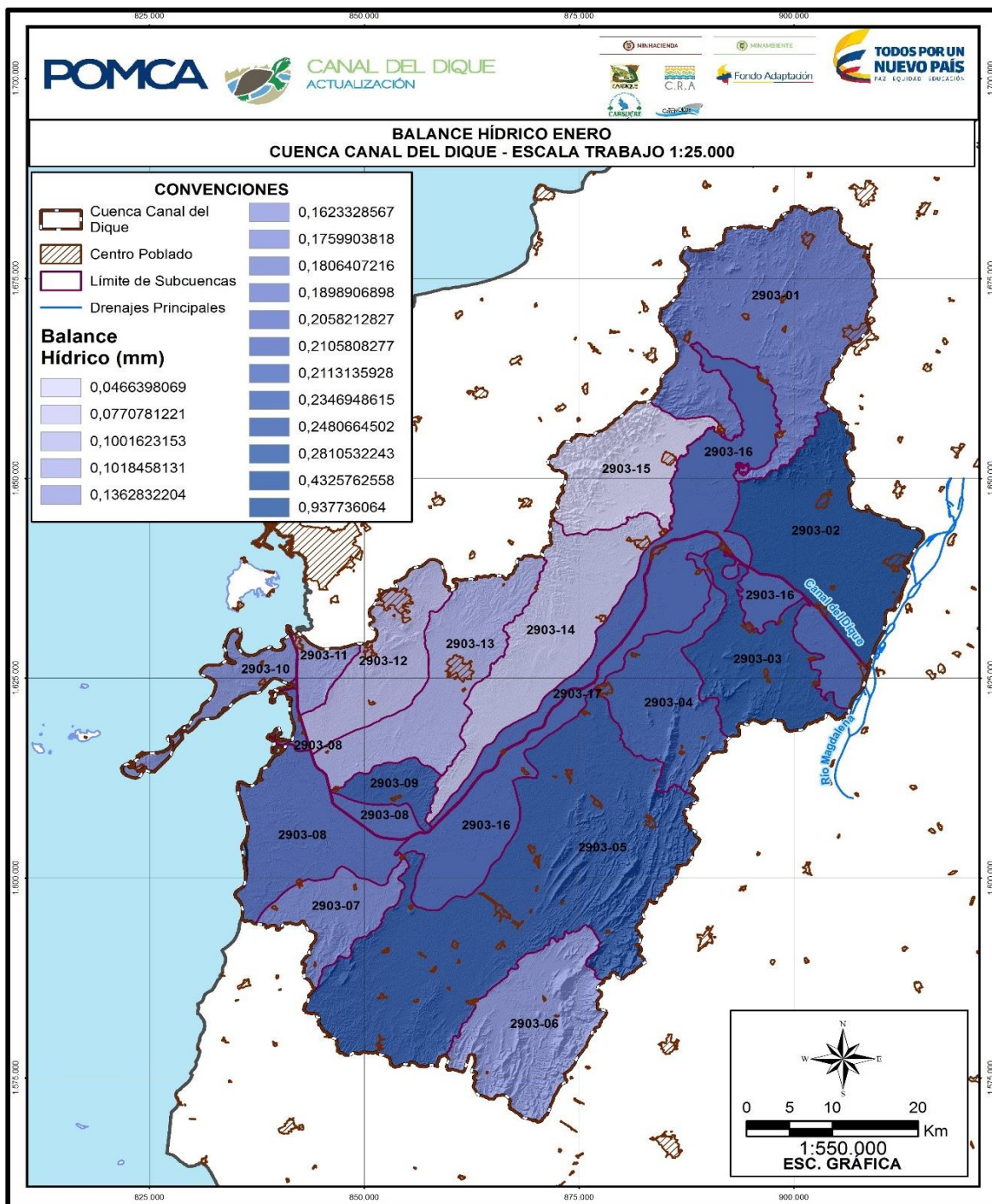
MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	168.6	207	152.6798	71.64	28.22	30.54	51.59	111.05	161.6	140.5	136.6	166.87
ETP (mm) sin ajustar	154.4	147.5	148.9	148.8	153.5	159.8	166.2	169.7	163.8	168.3	165.5	160.5
ij	13.3	13.1	13.2	13.2	13.3	13.5	13.7	13.8	13.6	13.7	13.7	13.5
T (°C)	27.66	27.36	27.42466	27.42	27.62	27.89	28.15	28.29	28.05	28.23	28.12	27.92
ETP <sub>THO</sub> (mm)	155.9	151.9	147.4	151.7	156.6	148.6	171.2	173.1	173.6	173.3	175.4	168.5
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	7.1	128.4	118.1	119.6	62.1	12.0	32.8	38.9	1.7
S (mm)	12.7	67.8	73.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



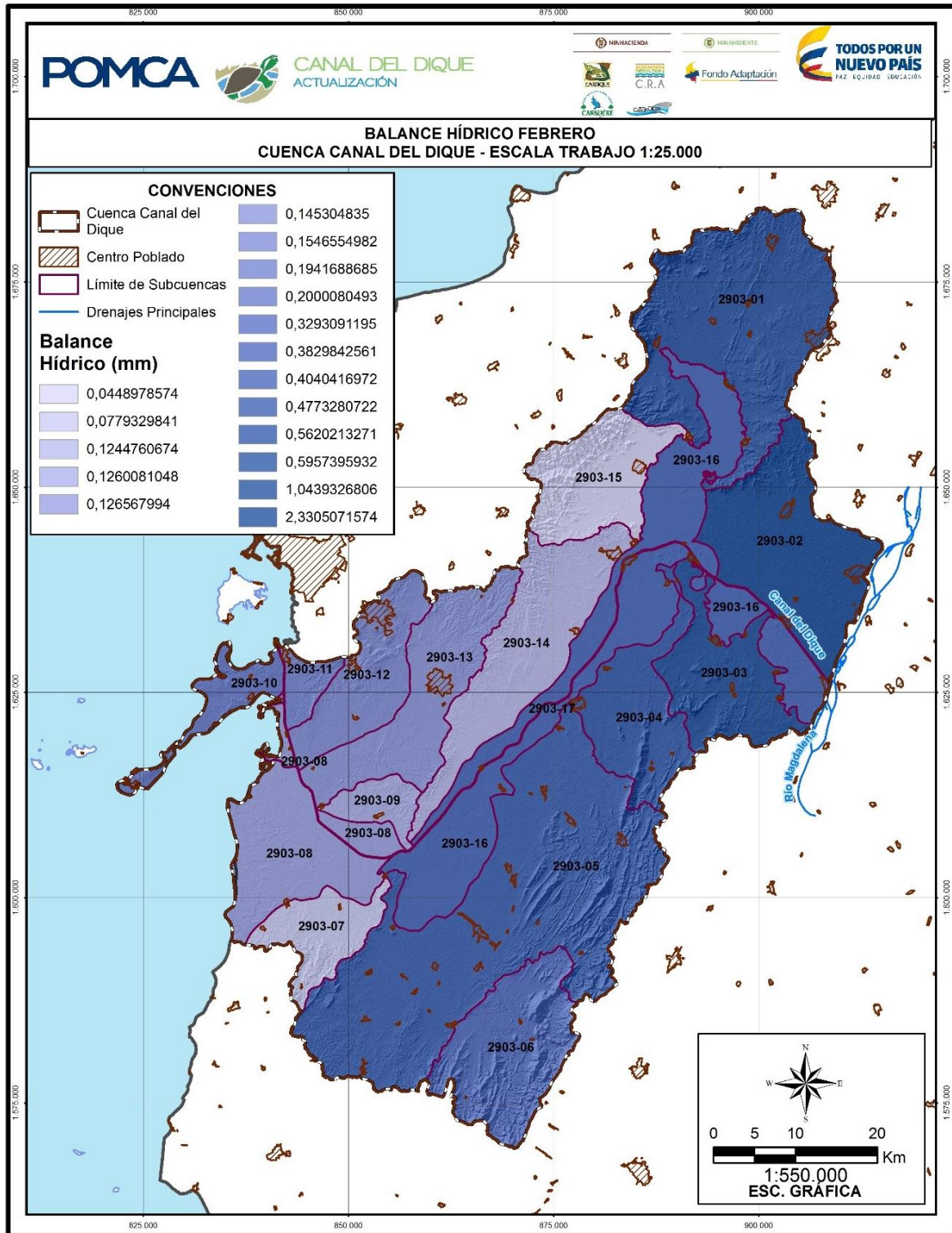
De acuerdo con los resultados obtenidos en las tablas anteriores, se construye y espacializa el balance hídrico de cuenca en estudio (ver **Figura 3.160** a la **Figura 3.172**).

**Figura 3.160. Balance hídrico Enero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

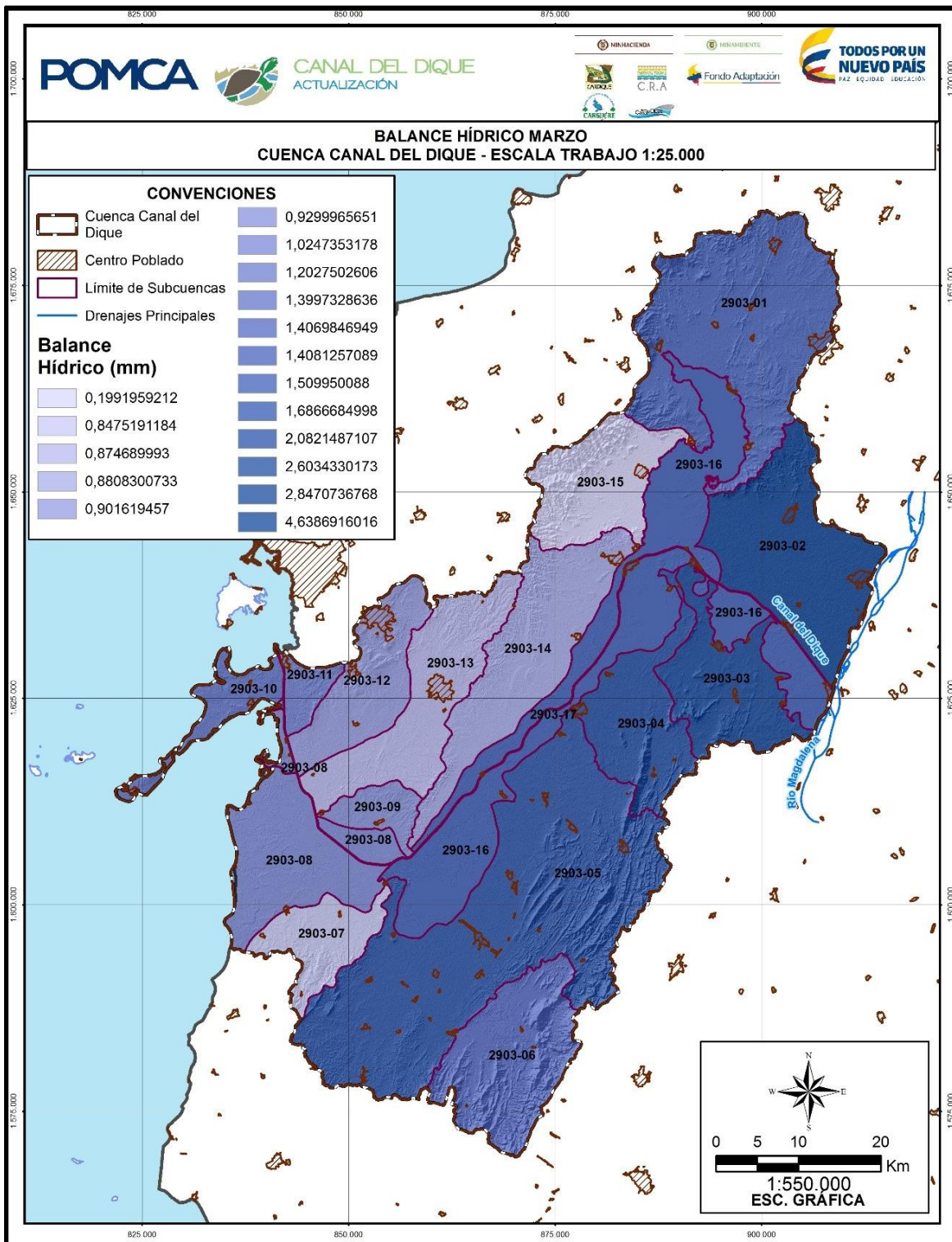
Figura 3.161. Balance hídrico Febrero.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.162. Balance hídrico Marzo.

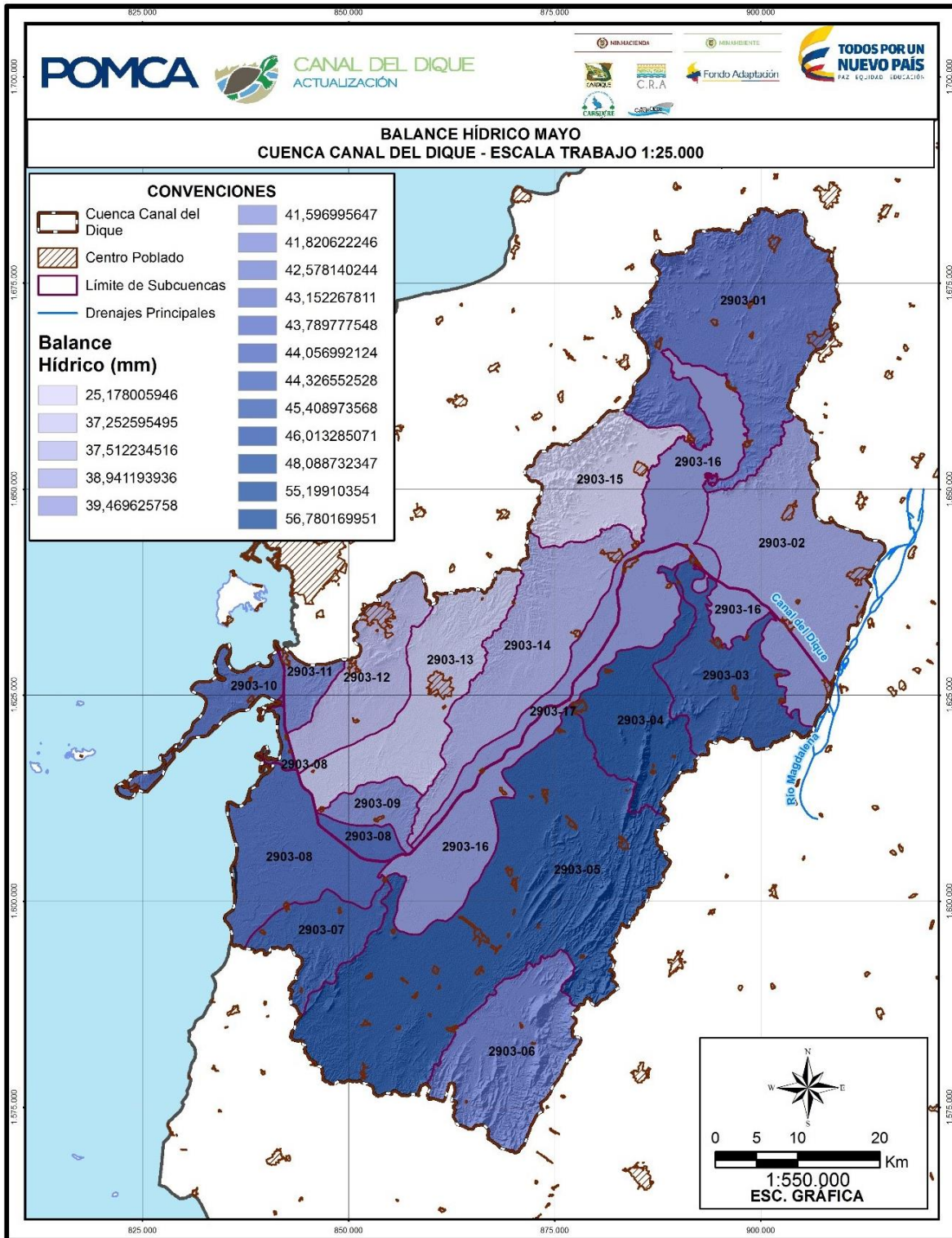


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



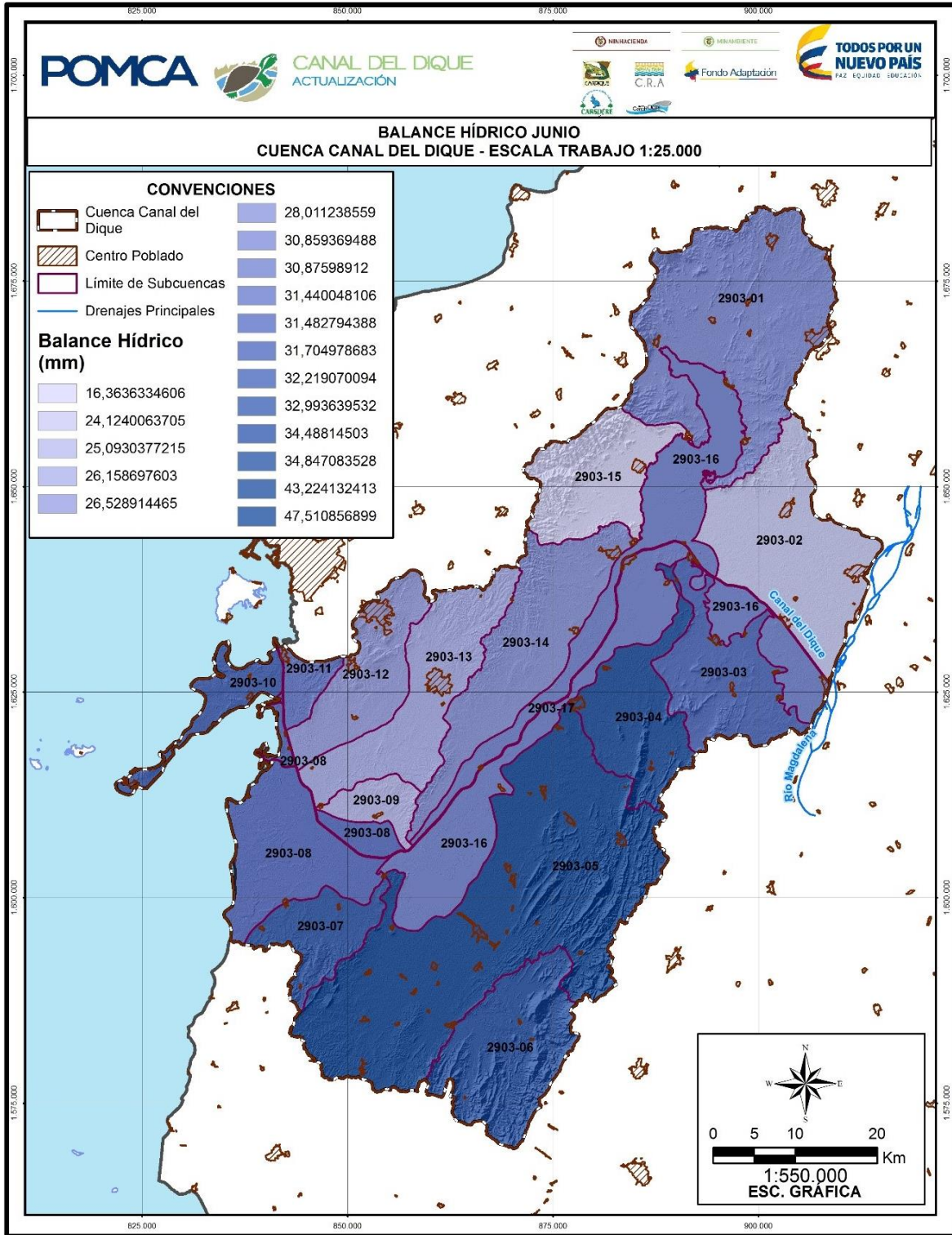


Figura 3.164. Balance hídrico Mayo.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

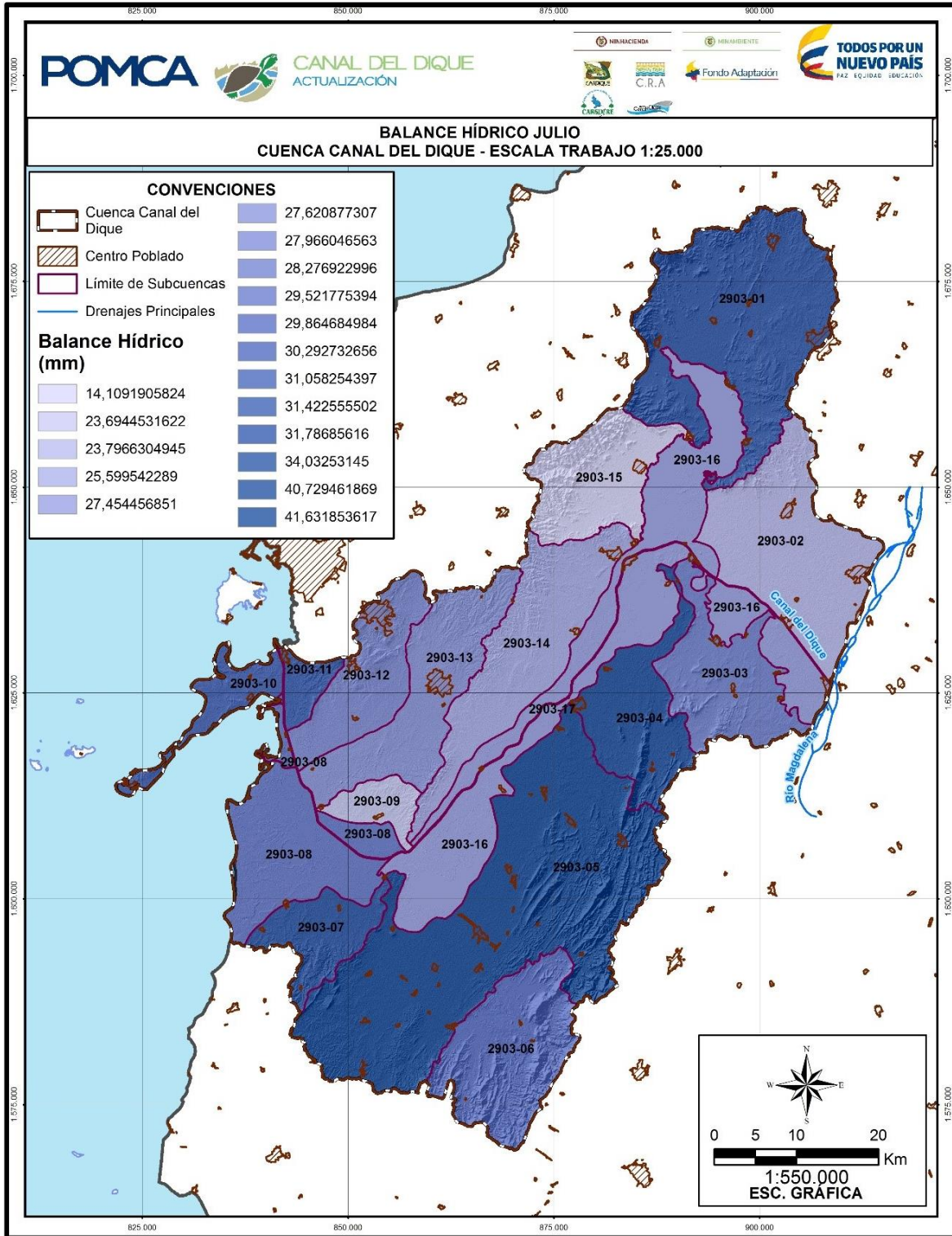
Figura 3.165. Balance hídrico Junio.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

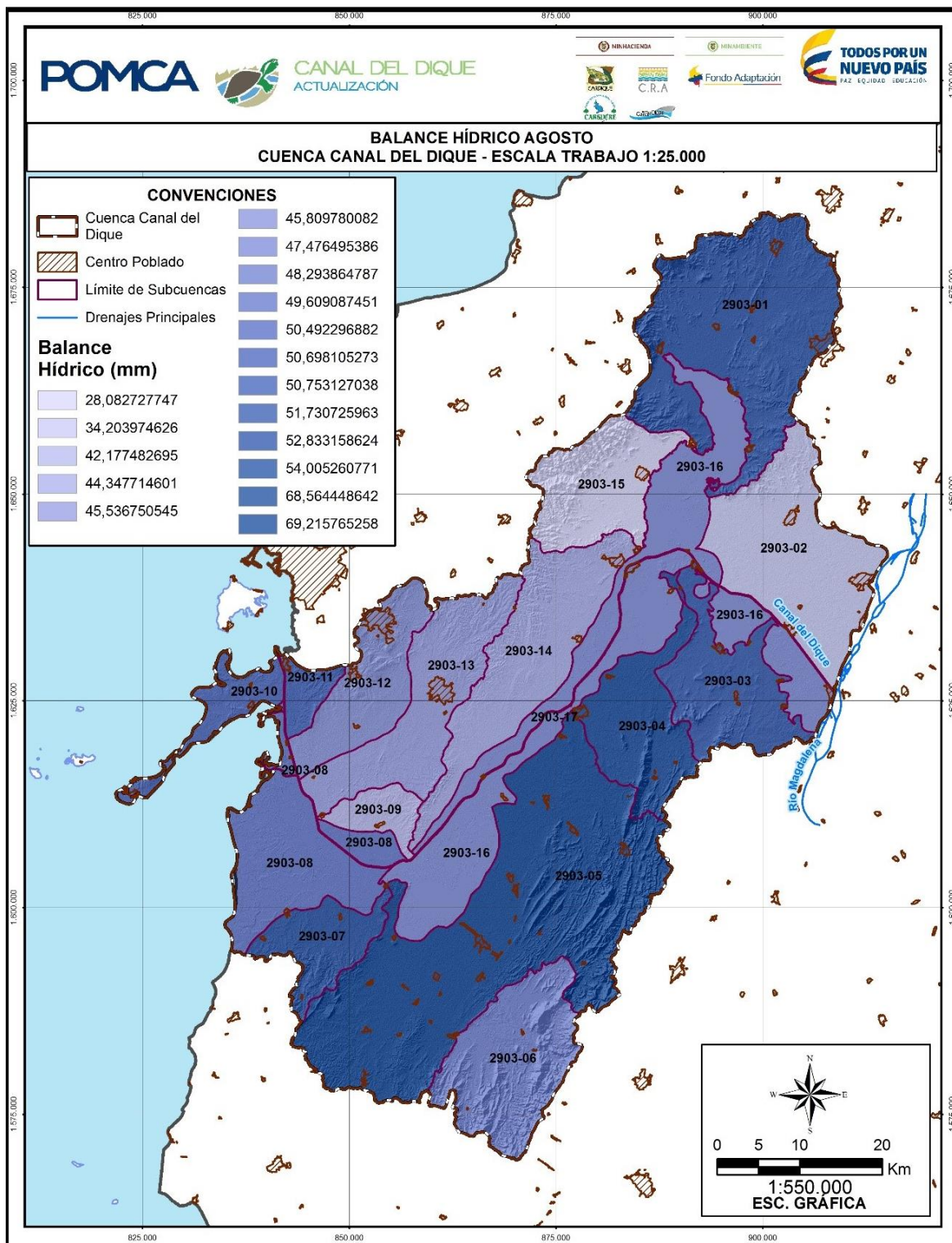


Figura 3.166. Balance hídrico Julio.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

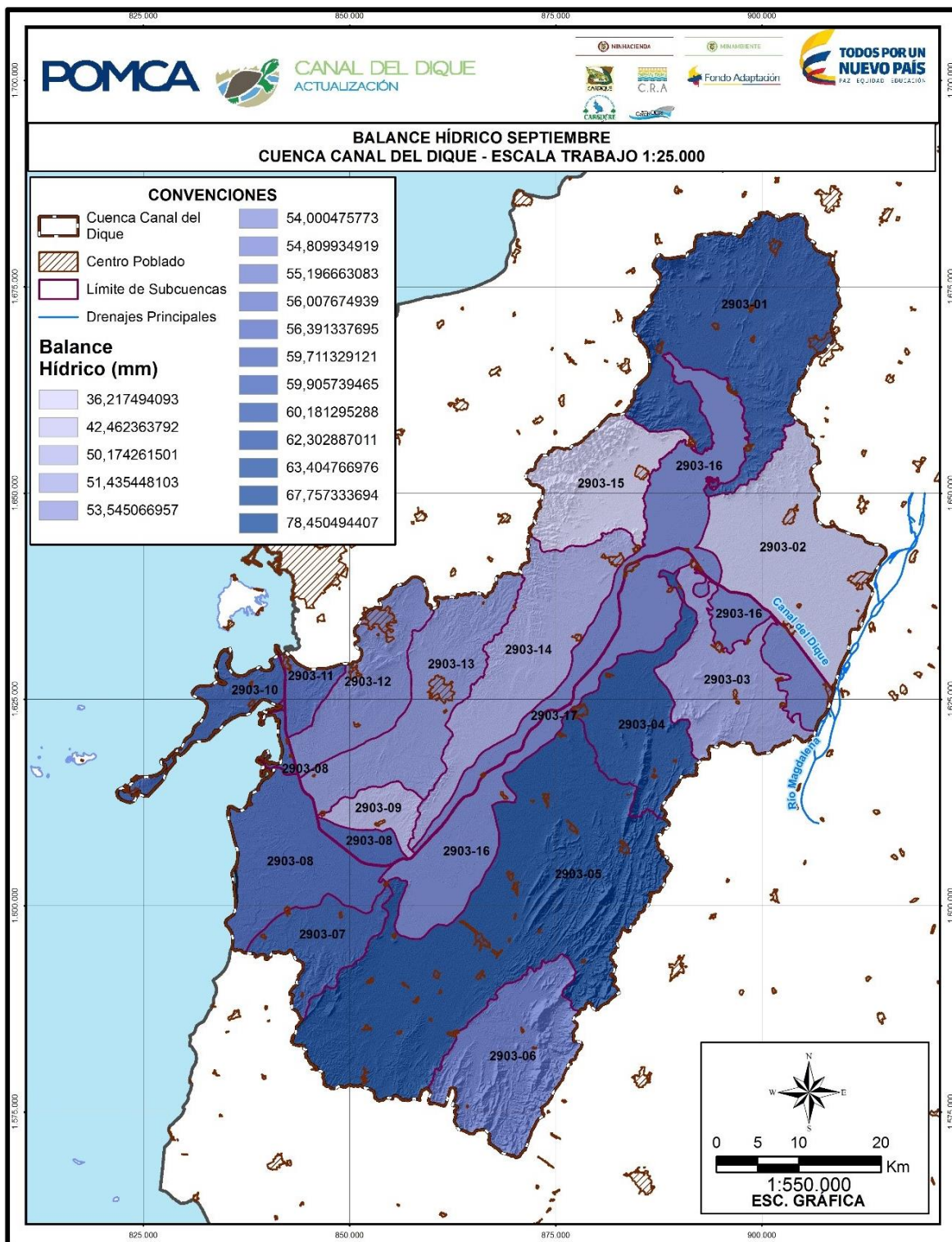
Figura 3.167. Balance hídrico Agosto.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

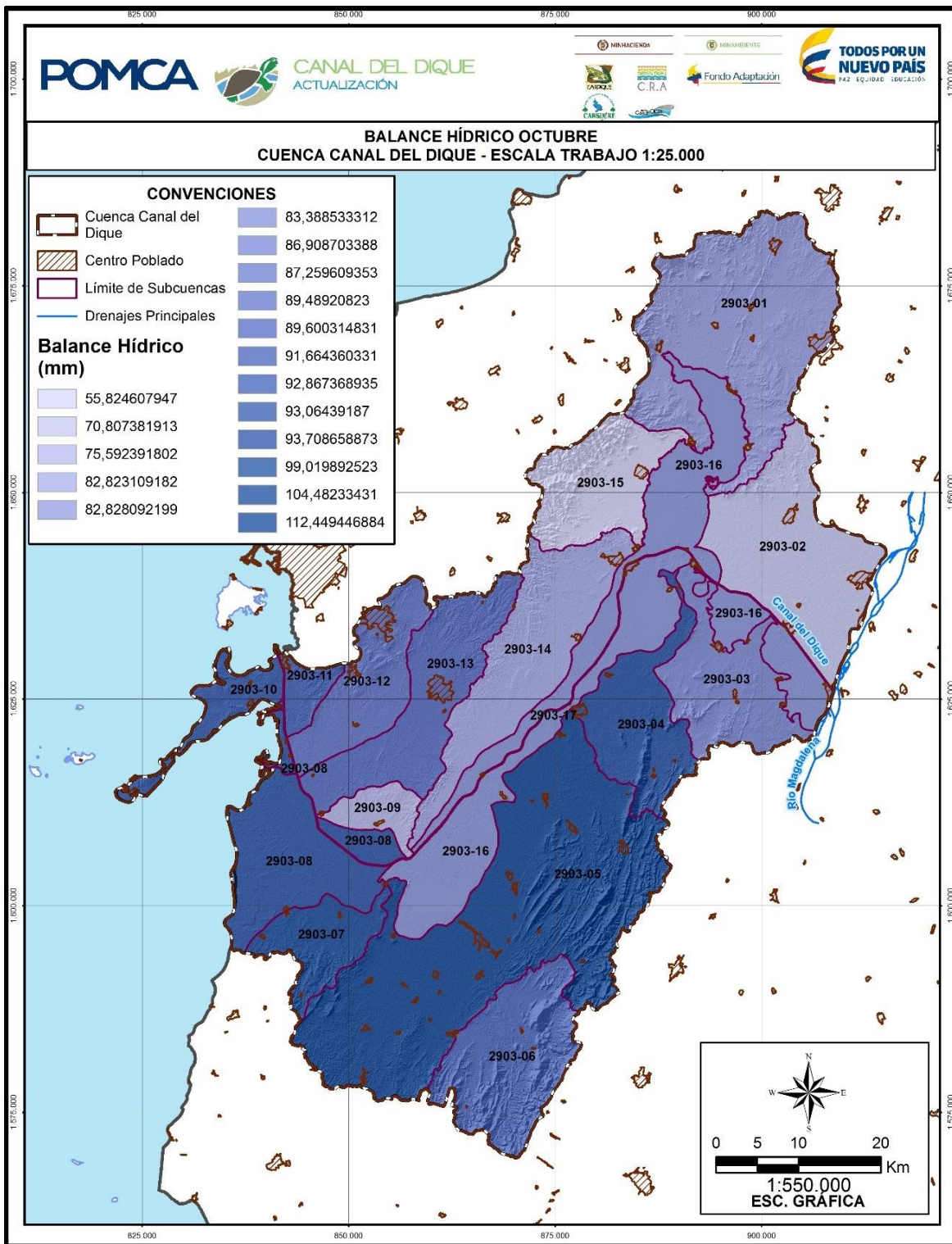


Figura 3.168. Balance hídrico Septiembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

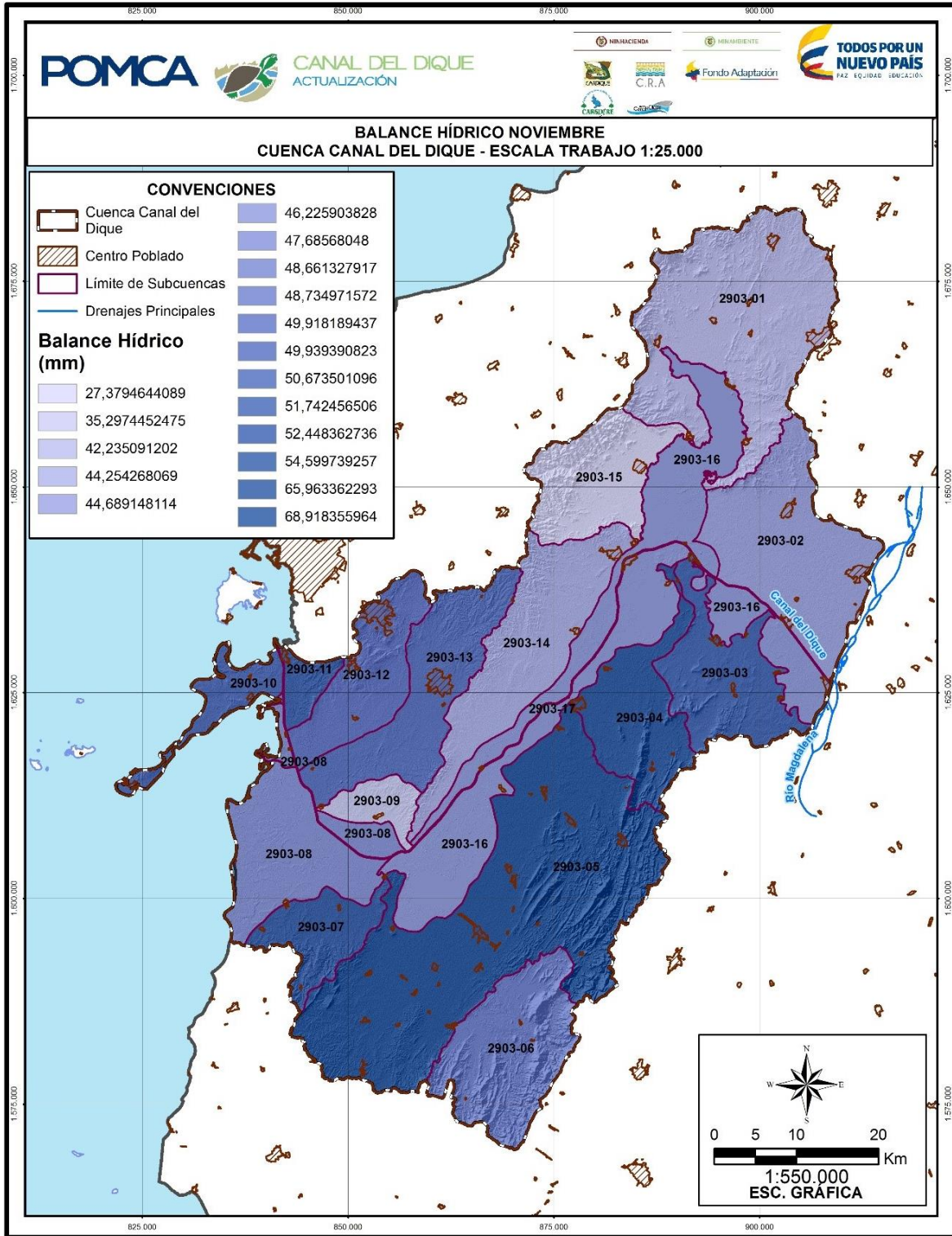
Figura 3.169. Balance hídrico Octubre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

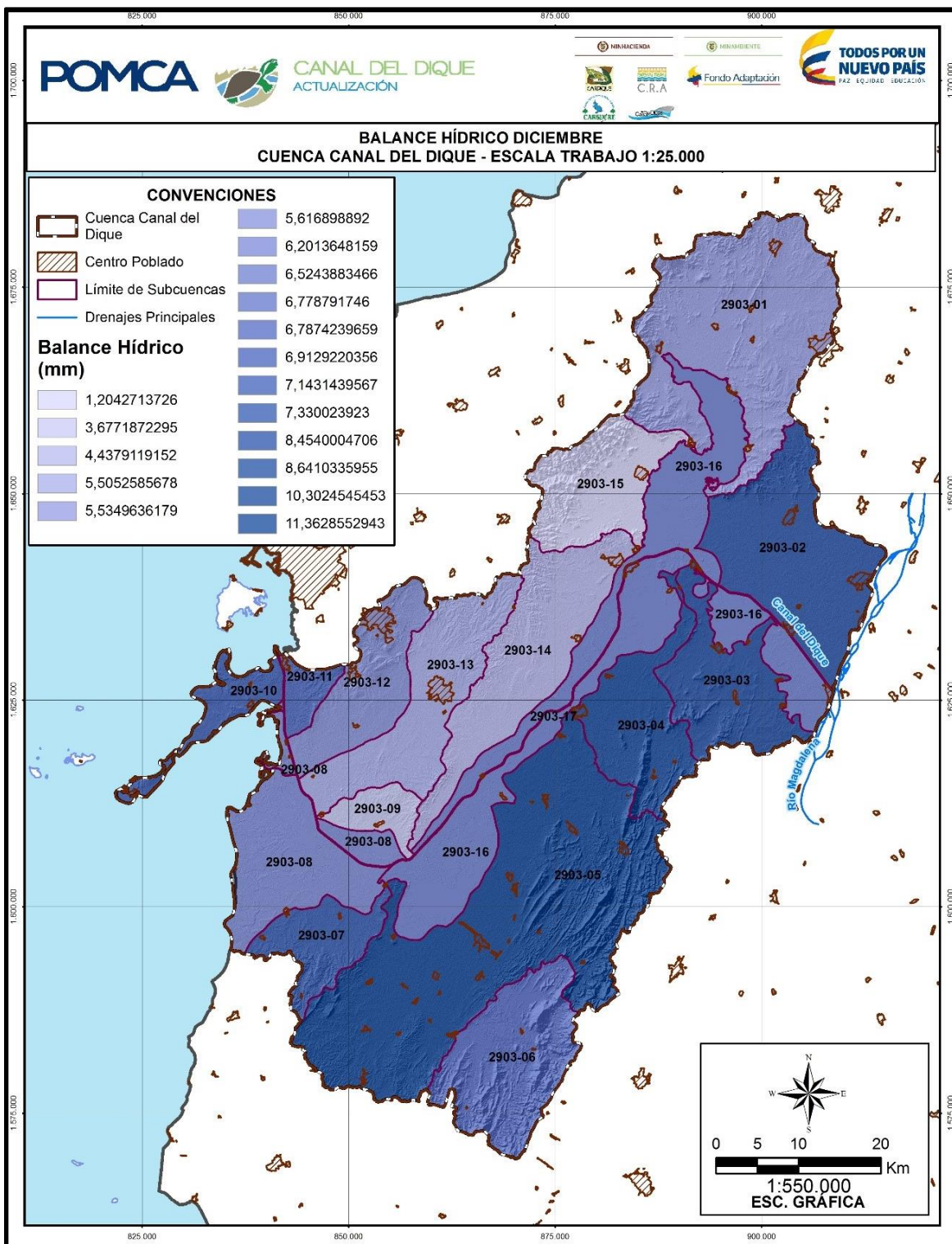


Figura 3.170. Balance hídrico Noviembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

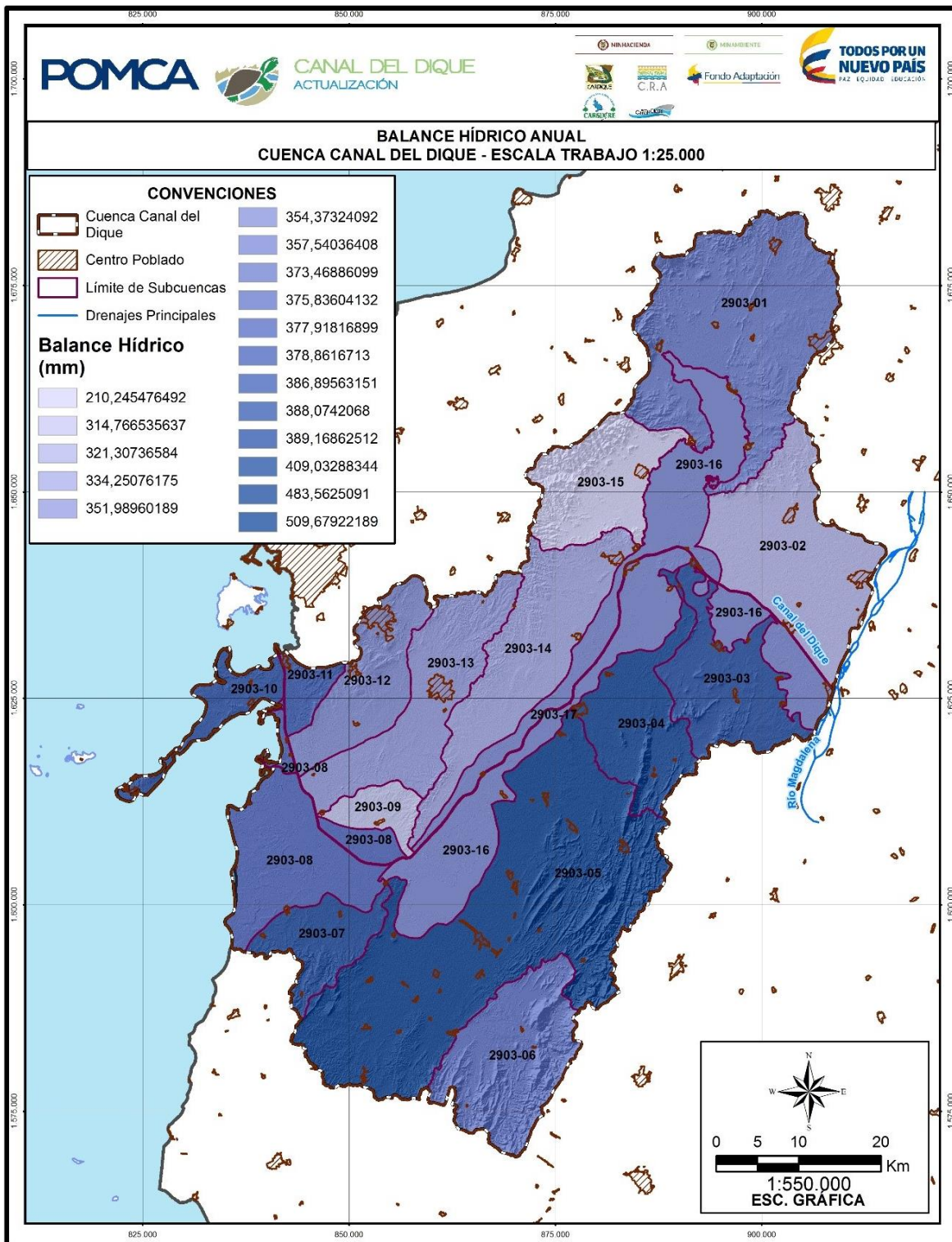
Figura 3.171. Balance hídrico Diciembre.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.172. Balance hídrico Anual.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.4.2 Balance Hídrico Microcuencas

De la **Tabla 3.51** a la **Tabla 3.55**, se presenta el balance hídrico para las microcuencas abastecedoras de la Cuenca Canal del Dique.

**Tabla 3.51. Balance hídrico Microcuenca Alcantarillado y Aseo María La Baja.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	186.98	226.01	168.95371	74.612	28.556	36.441	57.362	114.21	167.92	152.78	140.31	181.19
ETP (mm) sin ajustar	149.9	142.8	143.2	143.4	151.3	158.1	165.6	167.6	159.7	161.9	161.3	156.5
ij	13.2	12.9	13.0	13.0	13.2	13.4	13.7	13.7	13.5	13.5	13.5	13.4
T (°C)	27.452	27.131	27.147527	27.16	27.512	27.805	28.118	28.198	27.874	27.965	27.94	27.738
ETP <sub>THO</sub> (mm)	151.4	147.1	141.7	146.3	154.3	147.0	170.6	170.9	169.3	166.8	171.0	164.3
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	97.5	110.6	113.2	56.7	1.4	14.0	30.7	0.0
S (mm)	52.4	100.0	100.0	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8
Excedentes	0.0	31.3	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.52. Balance hídrico Microcuenca Acueducto Rotinet.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	143.09562	167.85	122.73	46.202	19.831	18.551	31.421	78.922	132.74	113.71	110.25	136.5
ETP (mm) sin ajustar	164.7	154.3	158.1	162.0	166.2	171.5	182.4	187.4	180.0	184.9	183.5	174.0
ij	13.7	13.4	13.5	13.6	13.7	13.9	14.1	14.3	14.1	14.2	14.2	13.9
T (°C)	28.120752	27.711	27.864	28.015	28.178	28.378	28.773	28.95	28.689	28.863	28.812	28.47
ETP <sub>THO</sub> (mm)	166.3	158.9	156.5	165.2	169.5	159.5	187.9	191.2	190.8	190.5	194.5	182.7
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	23.3	0.0	24.9	119.0	149.7	141.0	156.4	112.3	58.1	76.8	84.2	46.2
S (mm)	0.0	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.53. Balance hídrico Microcuenca Canal del Dique**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	168.98	206.82	151.19	70.89	27.9	29.78	51.055	109.2	159.93	140.12	134.433031	165.3385443
ETP (mm) sin ajustar	154.8	147.8	149.3	149.1	153.6	159.8	166.4	170.1	164.3	168.9	166.0	160.9
ij	13.3	13.1	13.2	13.2	13.3	13.5	13.7	13.8	13.6	13.8	13.7	13.5
T (°C)	27.679	27.377	27.444	27.431	27.629	27.887	28.156	28.302	28.07	28.254	28.1420092	27.93329656
ETP <sub>THO</sub> (mm)	156.4	152.2	147.8	152.0	156.7	148.6	171.4	173.5	174.1	173.9	176.0	169.0
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	10.6	128.8	118.8	120.3	64.3	14.2	33.8	41.6	3.6
S (mm)	12.6	67.2	70.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.54. Balance hídrico Microcuenca Acueducto Comunitario de Rotinet.**

MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	147.91	167.42289	125.06	50.698	22.335	22.561	34.819	84.387	134.19	117.65	117.47	141.11
ETP (mm) sin ajustar	164.9	154.5	158.4	162.5	166.8	172.0	182.9	187.9	180.4	185.2	183.9	174.3
ij	13.7	13.4	13.5	13.6	13.7	13.9	14.2	14.3	14.1	14.2	14.2	13.9
T (°C)	28.13	27.719446	27.875	28.036	28.2	28.398	28.793	28.968	28.703	28.874	28.826	28.483
ETP <sub>THO</sub> (mm)	166.6	159.1	156.8	165.7	170.1	160.0	188.4	191.7	191.2	190.8	194.9	183.1
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	18.7	0.0	23.4	115.0	147.8	137.4	153.6	107.3	57.1	73.2	77.4	41.9
S (mm)	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.55. Balance hídrico Microcuenca Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan G.**

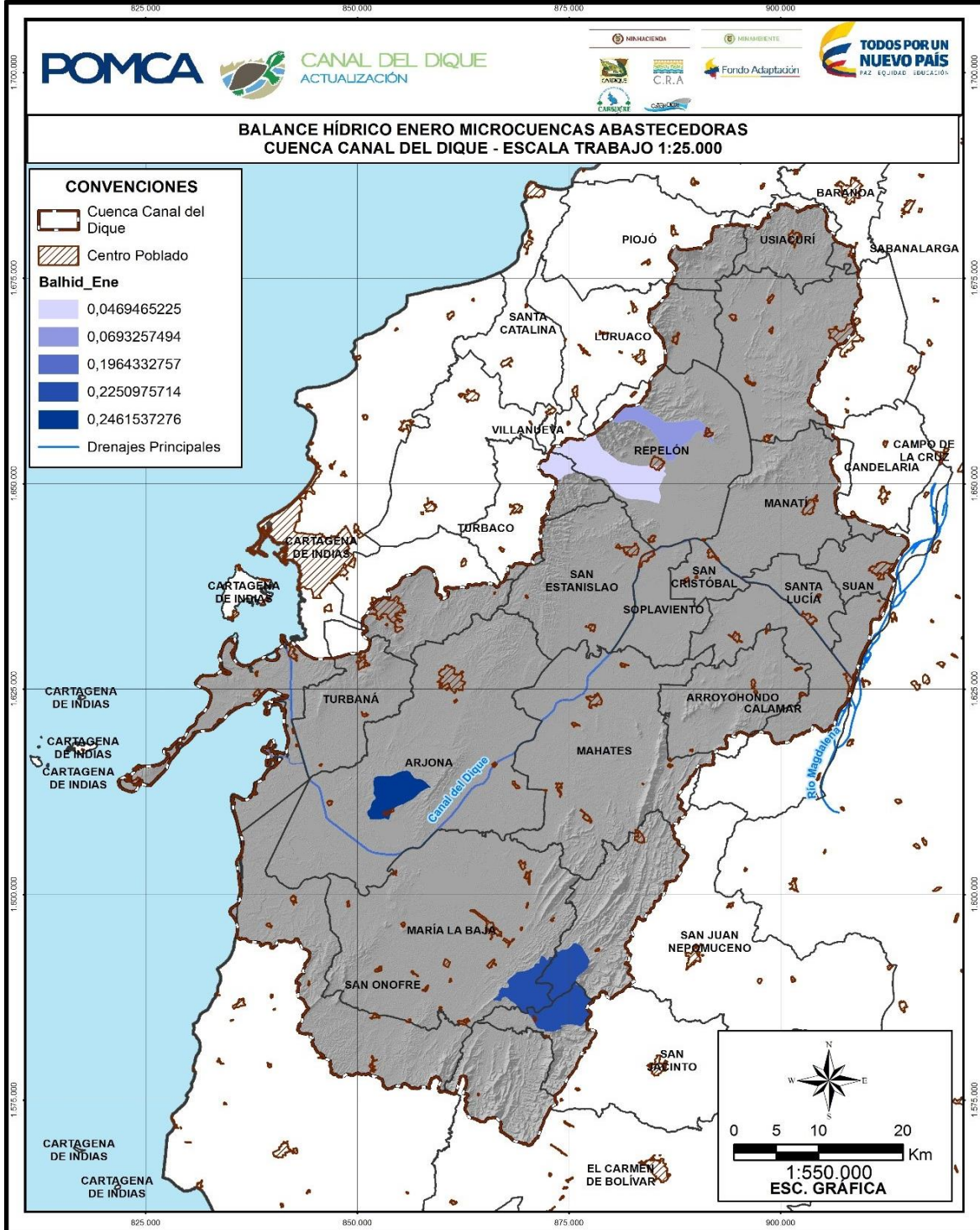
MESES	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
P (mm)	158.04	190.41	130.79666	58.021	28.968	23.741	43.698	104.55	154.32	124.25	122.19	152.24
ETP (mm) sin ajustar	152.0	145.3	146.3	144.9	149.6	156.7	163.1	166.6	160.8	165.1	161.9	157.5
ij	13.2	13.0	13.1	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	13.5	13.6	13.6	13.4
T (°C)	27.544	27.25	27.295231	27.23	27.442	27.748	28.017	28.16	27.92	28.1	27.968	27.781
ETP <sub>THO</sub> (mm)	153.5	149.7	144.9	147.8	152.6	145.7	168.0	170.0	170.4	170.1	171.7	165.4
L	1.01	1.03	0.99	1.02	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05
DEFICIT (mm)	0.0	0.0	0.0	58.6	123.7	122.0	124.3	65.4	16.1	45.8	49.5	13.1
S (mm)	4.5	45.3	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



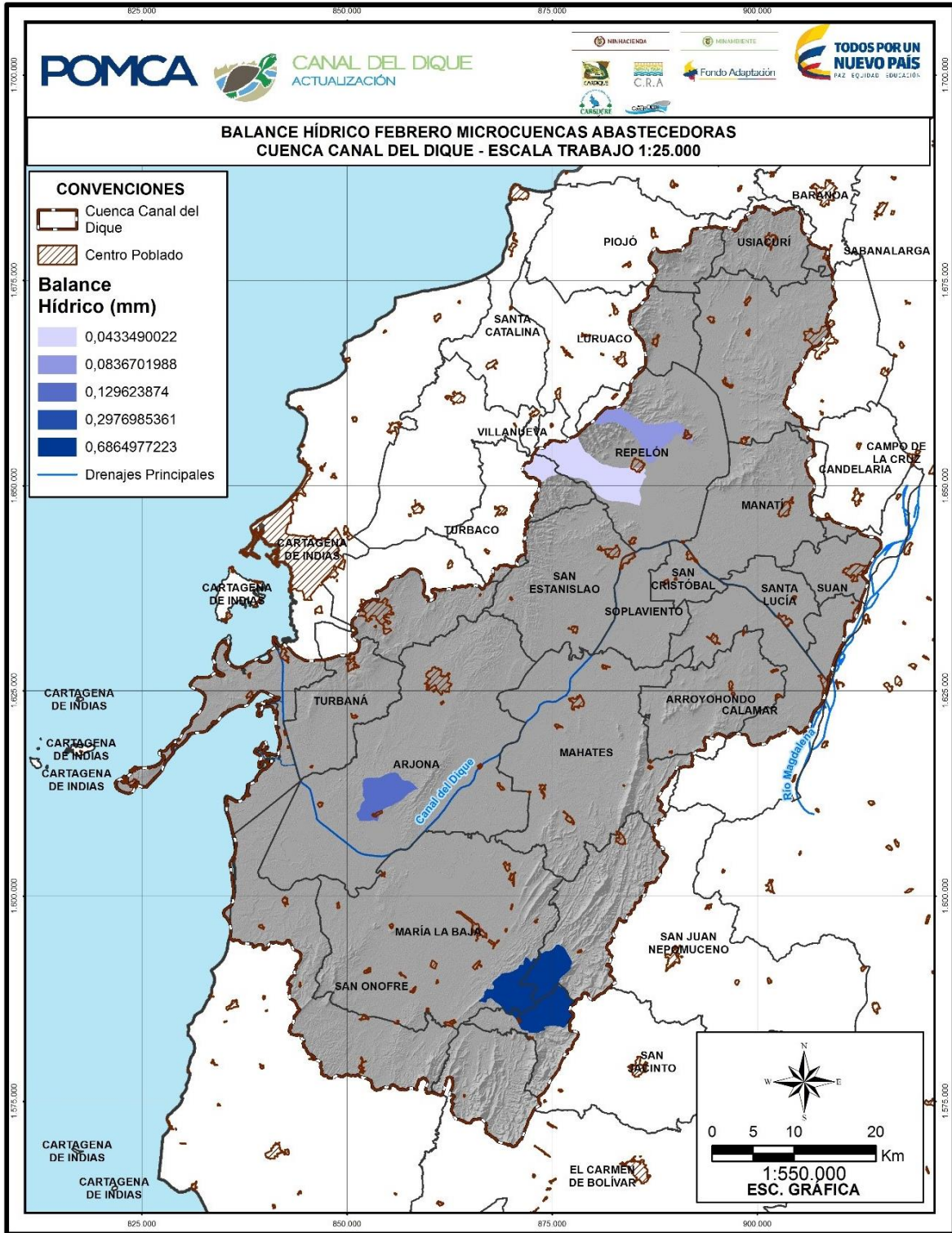
En las **Figura 3.173** a la **Figura 3.185** se presenta el balance hídrico anual (enero-diciembre) a nivel de microcuencas abastecedoras de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.173. Balance hídrico Enero microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

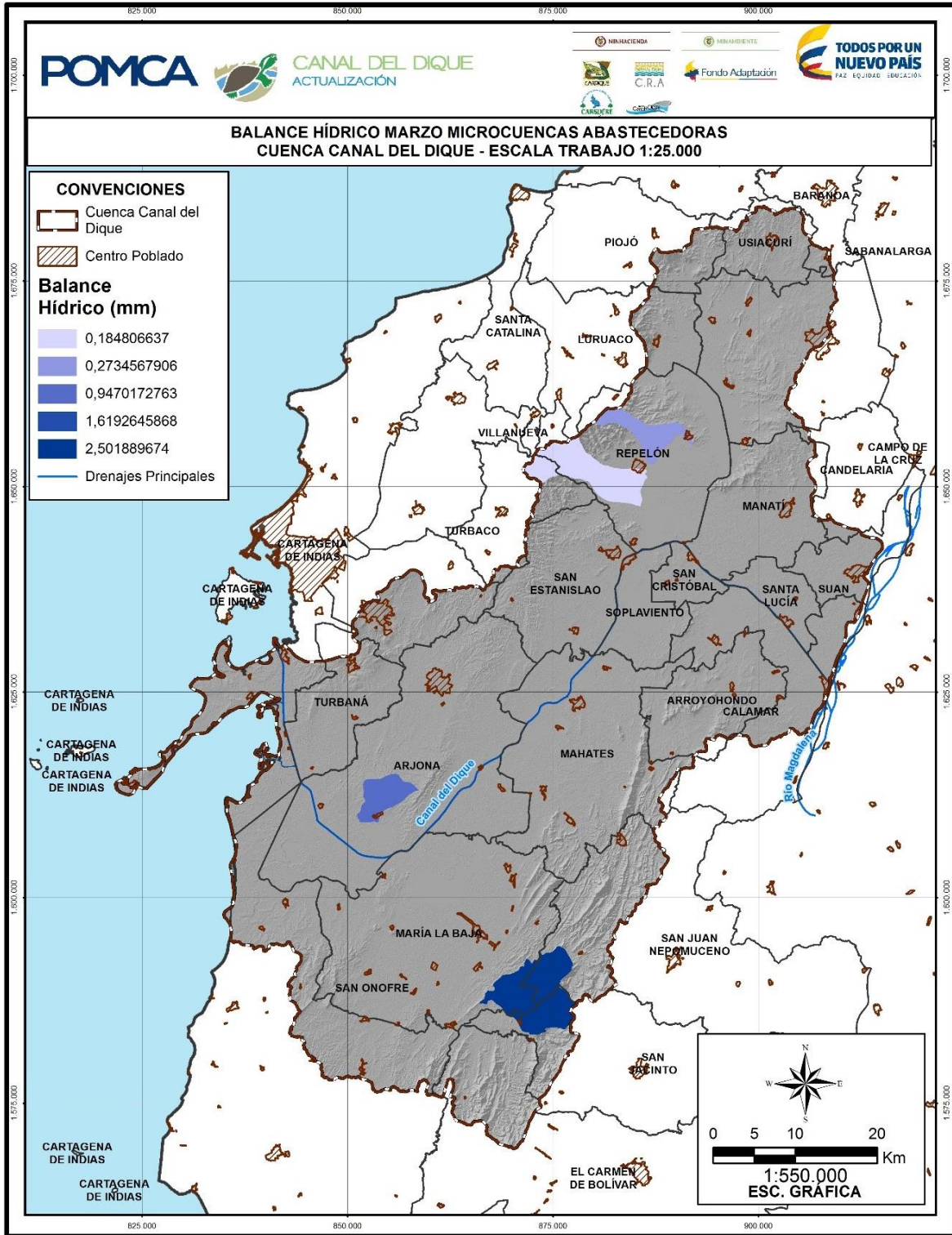
Figura 3.174. Balance hídrico Febrero microcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

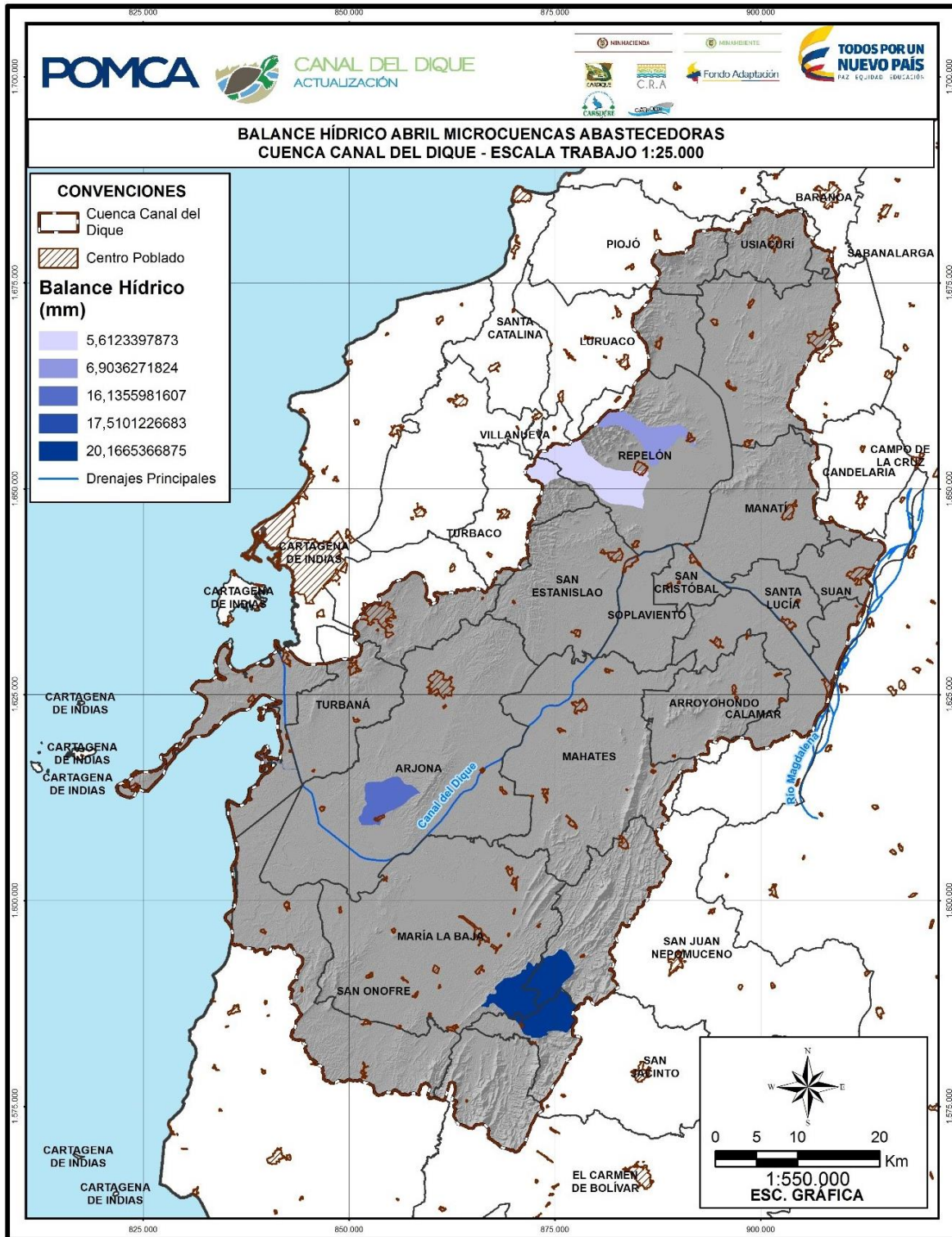


**Figura 3.175. Balance hídrico Marzo microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

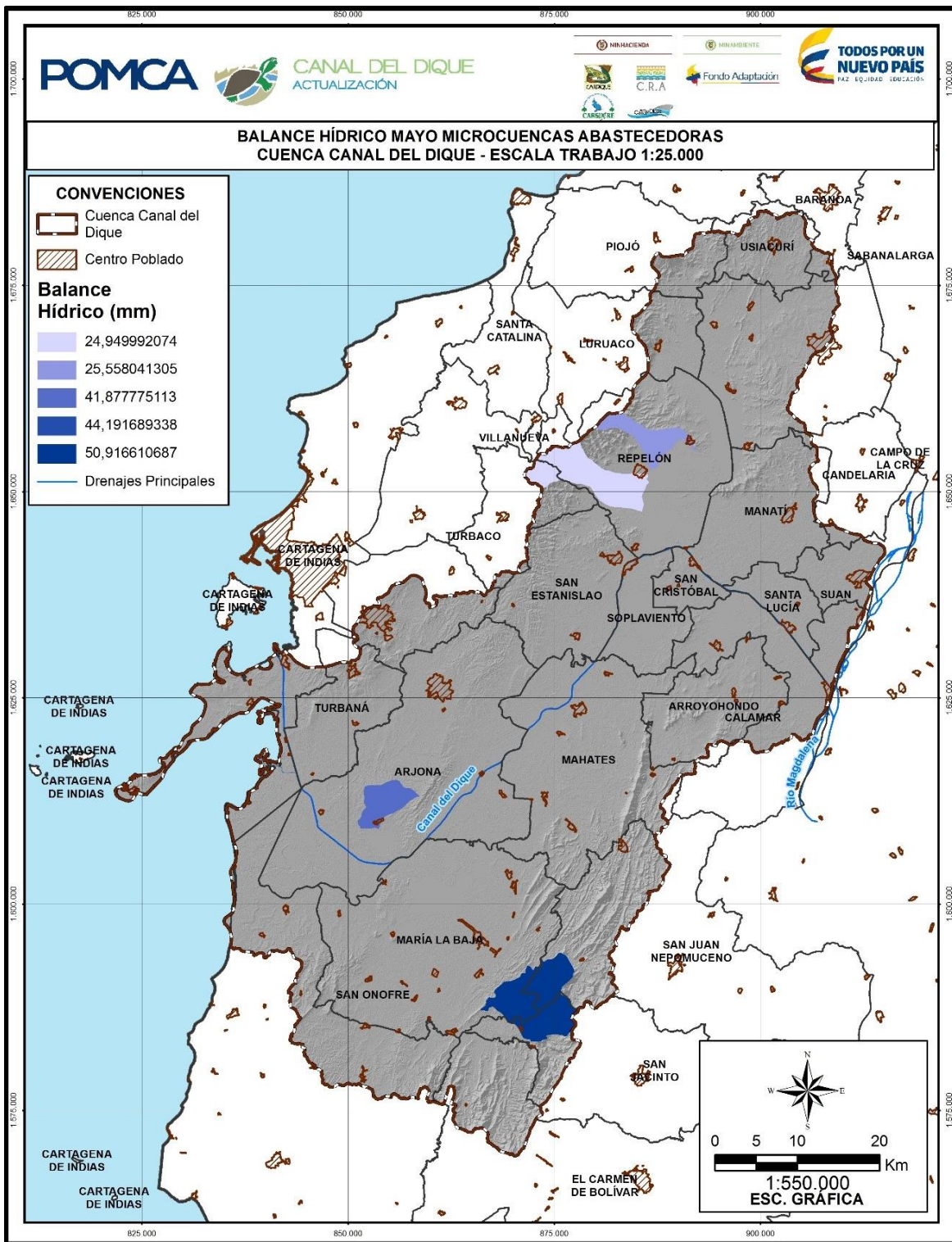
**Figura 3.176. Balance hídrico Abril microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.177. Balance hídrico Mayo microcuencas.**

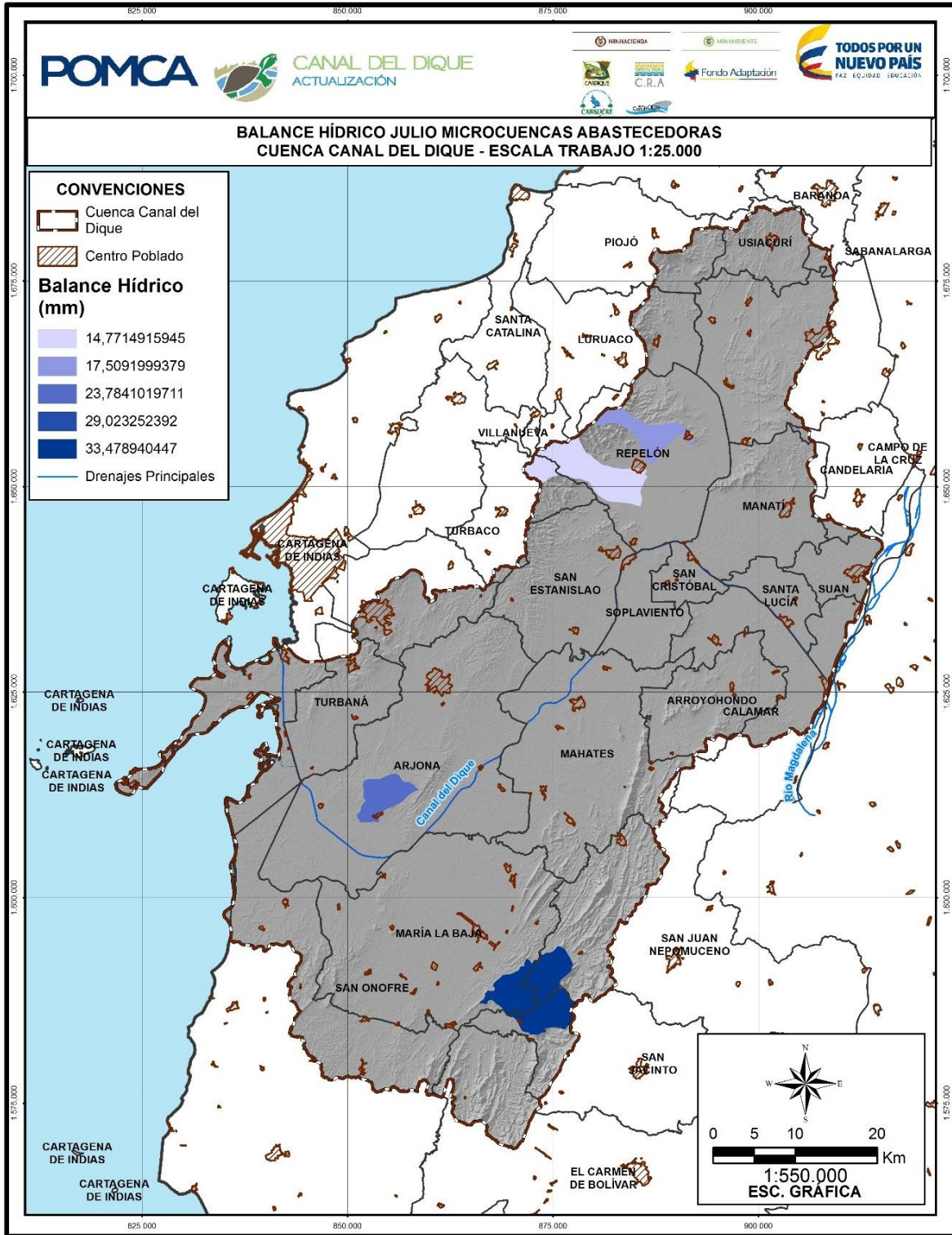


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



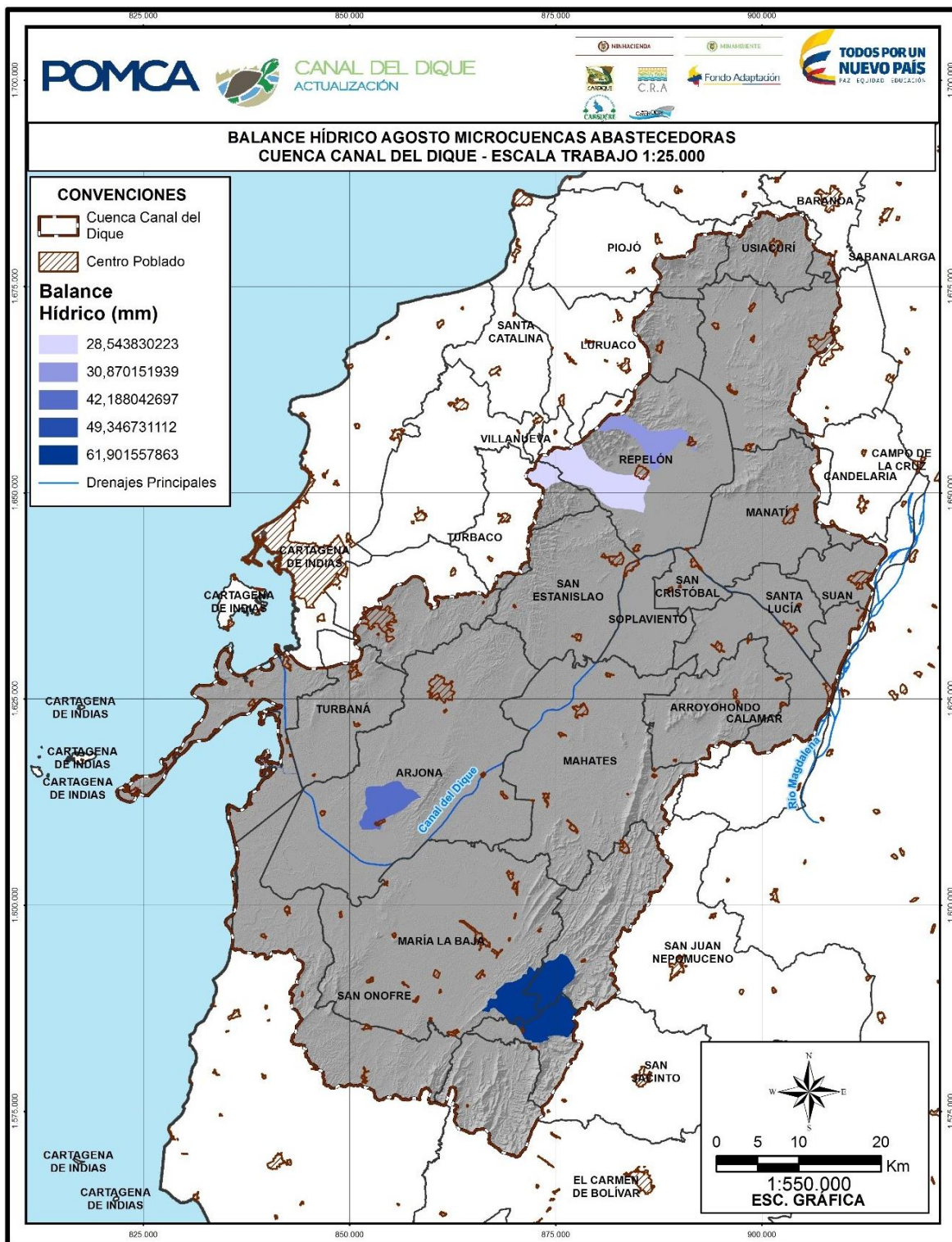


**Figura 3.179. Balance hídrico Julio microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

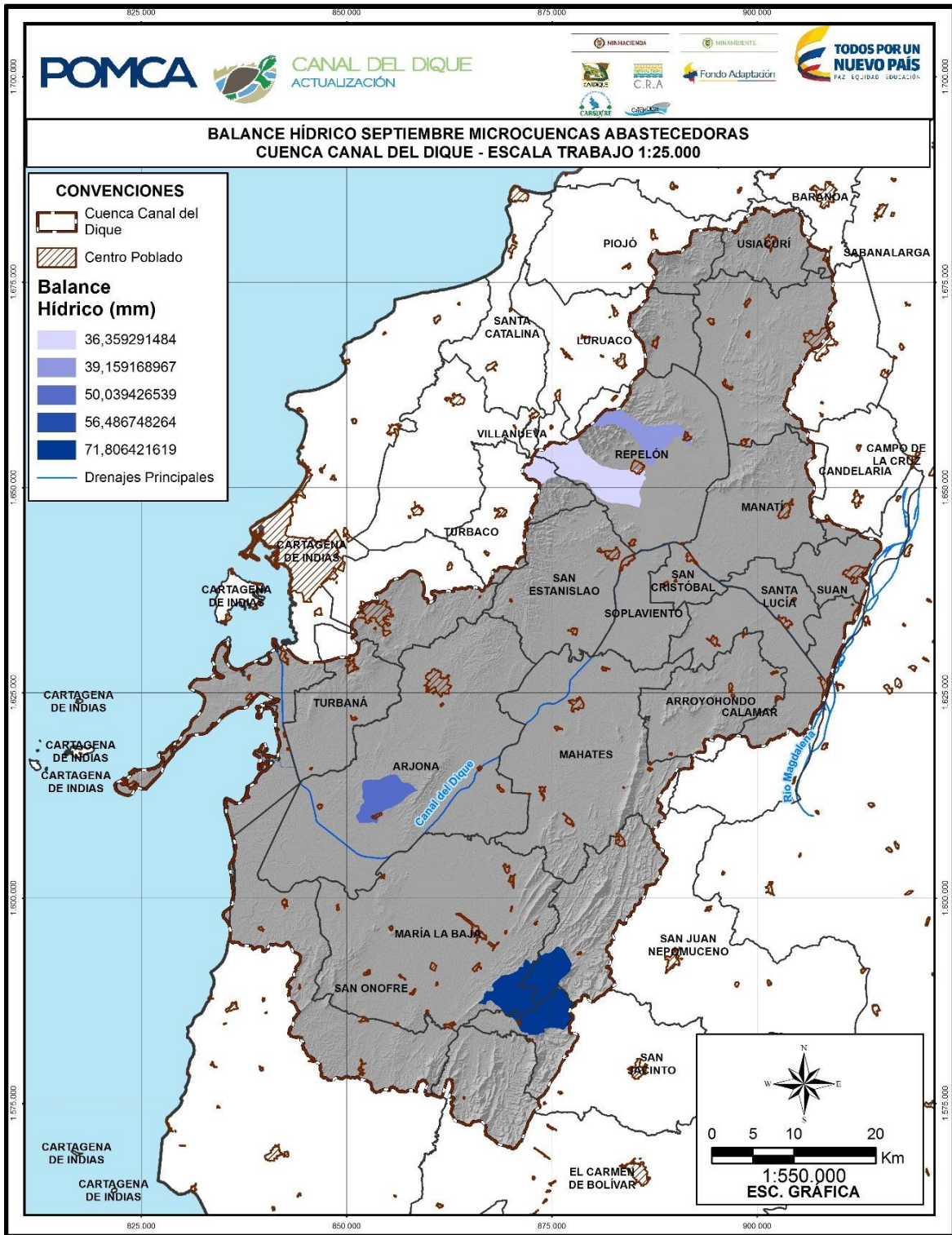
**Figura 3.180. Balance hídrico Agosto microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.181. Balance hídrico Septiembre microcuencas.**

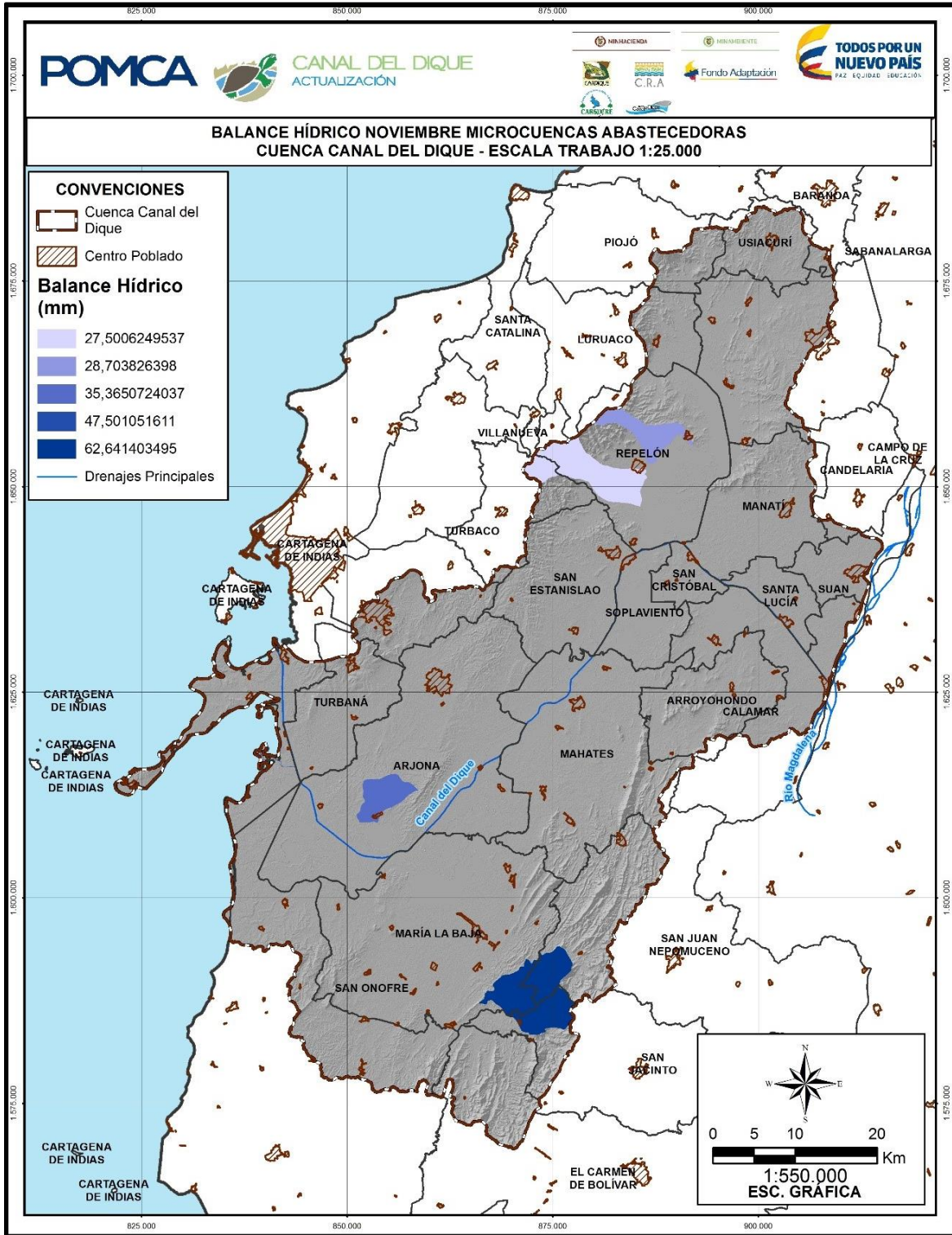


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



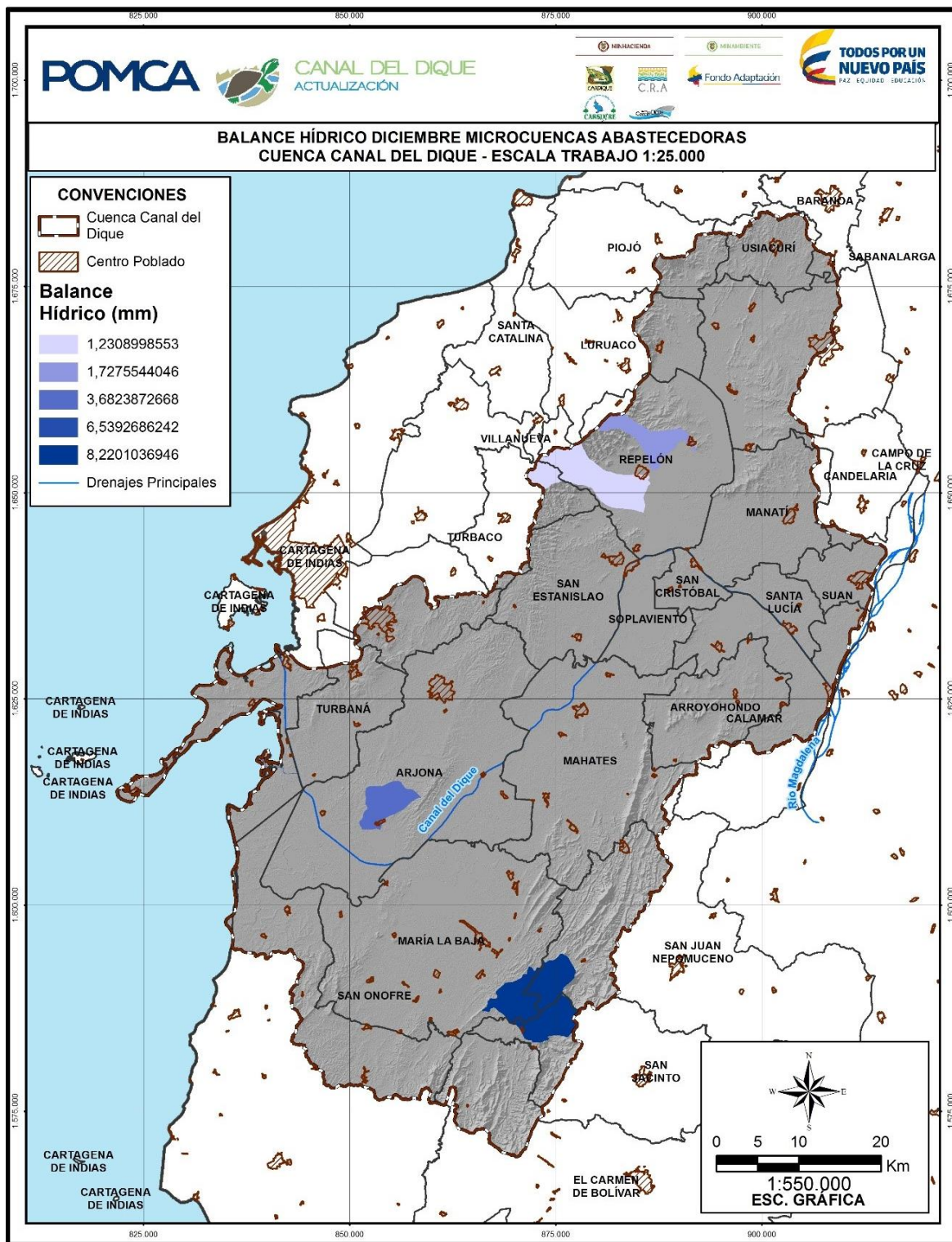


**Figura 3.183. Balance hídrico Noviembre microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

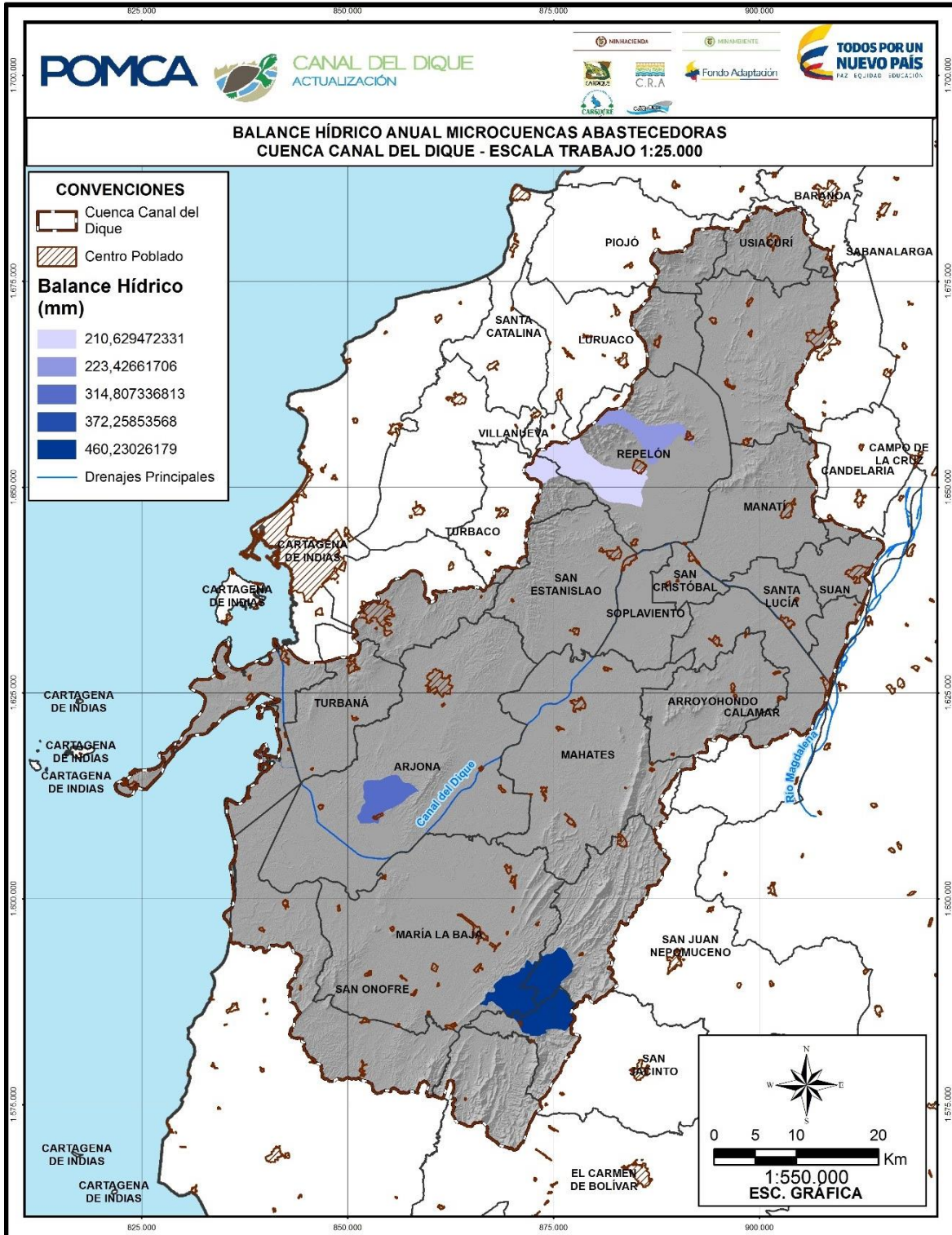
**Figura 3.184. Balance hídrico Diciembre microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.185. Balance hídrico Anual microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.5 Balance Hídrico a Largo Plazo con Verificación de Caudales

En función lo establecido en el artículo *“Incertidumbre asociada con la estimación del balance hídrico a largo plazo”*, publicado por Research Gate en septiembre de 2008 por Jaime Ignacio Vélez y German Poveda, el modelo de balance hídrico de largo plazo puede ser definido tomando un volumen de control formado por las columnas de agua y suelo dentro de la cuenca hidrográfica y suponiendo que el borde inferior de la columna de suelo es un estrato impermeable y el borde superior es el tope de la columna atmosférica, al aplicar la ecuación de continuidad:

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde:

S(t) es el almacenamiento de agua en la cuenca

P(t) es la precipitación

E(t) es la evapotranspiración

R(t) es la escorrentía.

Teniendo en cuenta que se trata de un caudal a largo plazo, las entradas (precipitación y evapotranspiración) deben ser estimadas a partir de promedios a largo plazo, para lo cual, en el presente trabajo se tomaron las series históricas de las estaciones presentes en las cuencas. La ecuación anterior corresponde a la ecuación de continuidad que es la misma que se presenta en el estudio nacional del agua. Teniendo en cuenta que se trata de áreas extensas y largos periodos de tiempo, es posible emplear la ecuación simplificada, considerando que los cambios de almacenamiento tienden a minimizarse y pueden suponerse nulos (UNESCO 1982), con el fin de obtener valores de escorrentía media anual:

$$ESC = P - ETR$$

Siendo ETR la evapotranspiración real. Se realizó el balance hídrico a largo plazo tomando como punto de cierre la estación La Esperanza, con el fin de verificar el caudal promedio presentado en ese punto, obteniendo los resultados que se muestran en la **Tabla 3.56**.

**Tabla 3.56. Balance hídrico estación La Esperanza.**

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P (mm)	26,54	31,62	49,35	101,35	155,8	140,7	134,3	161,59	165,97	209,79	149,87	70,359	1397,3
ETP (mm) sin ajustar	153,5	159,1	167,2	168,7	159,8	161,8	162,5	157,1	150,8	143,6	143,6	144,7	
ij	13,3	13,5	13,7	13,8	13,5	13,5	13,6	13,4	13,2	13,0	13,0	13,0	
T (°C)	27,609	27,852	28,18	28,24	27,88	27,96	27,993	27,76	27,4915	27,1705	27,1727	27,2225	
ETP <sub>THO</sub> (mm)	156,5	148,0	172,2	172,0	169,3	166,7	172,3	164,9	152,3	147,9	142,2	147,6	1912,0
L	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02	
ETR	26,38	31,24	47,95	86,82	112,67	105,82	104,47	113,29	109,96	118,13	101,13	63,57	
Excedentes	0,2	0,4	1,4	14,5	43,2	34,8	29,9	48,3	56,0	91,7	48,7	6,8	375,8

Caudal promedio anual balance m <sup>3</sup> /s	15,02
Caudal promedio anual estación m <sup>3</sup> /s	21,77

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Como se puede observar, el caudal promedio a nivel anual obtenido del balance hídrico a largo plazo presenta el mismo orden de magnitud que el caudal medio anual reportado por la estación.

Para las estaciones localizadas sobre el Canal del Dique no es posible realizar esta verificación, debido principalmente a que el caudal proviene principalmente del trasvase del río Magdalena, evitando que estas estaciones representen el comportamiento hidrológico de la cuenca.

Como se puede observar en los resultados obtenidos del Balance Hídrico a Largo Plazo, para la totalidad de las cuencas se presentan un incremento de los caudales excedentes para el periodo entre abril y noviembre con valores de caudales que oscilan entre 0,3 (mes de abril cuenca Arroyo Quita Calzón) y 37m<sup>3</sup>/s (mes de octubre cuenca Complejo María la Baja), para los meses restantes se registran los menores valores de excedentes de caudales, principalmente para los meses de enero y febrero encontrando valores del orden de 0,002 m<sup>3</sup>/s (Occidental Embalse Guájaro, Sur Delta, Norte Canal Dique Pasacaballos y Arroyo Quita Calzón). Dichos resultados pueden observarse en el **Anexo 3.1.5**.

A nivel promedio anual la cuenca que produce un caudal de excedentes menor es Canal Dique con un valor medio anual mensual de 1,92m<sup>3</sup>/s, sin embargo, este valor no es concordante con los caudales medidos sobre esta corriente, debido al trasvase que recibe del río Magdalena. La cuenca Complejo María la Baja presenta el mayor rendimiento medio anual con un caudal de 169,96m<sup>3</sup>/s.

### 3.1.3.6 Zonificación Climática Caldas – Lang

La clasificación climática consistente en la definición de pisos térmicos tal como se muestra en la **Tabla 3.57**, mediante la relación entre altitud y gradientes de temperatura y la determinación de la incidencia del grado de humedad en estos, a través del cálculo de los índices de efectividad de la precipitación o factor de lluvias de Lang en los diferentes sitios de cruce de las isoyetas con las isotermas promedias anuales interanuales.

Basado en estos valores se definen las clases de climas, teniendo en cuenta la clasificación descrita en la **Tabla 3.58**.

**Tabla 3.57. Clasificación climática según Caldas Lang.**

COCIENTE P/T	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
0 – 20	Desértico
20.1 – 40	Árido
40.1 – 60	Semiárido
60.1 – 100	Semihúmedo
100.1 – 160	Húmedo
> 160	Superhúmedo

Fuente: Clasificación climática. Himat 1991.



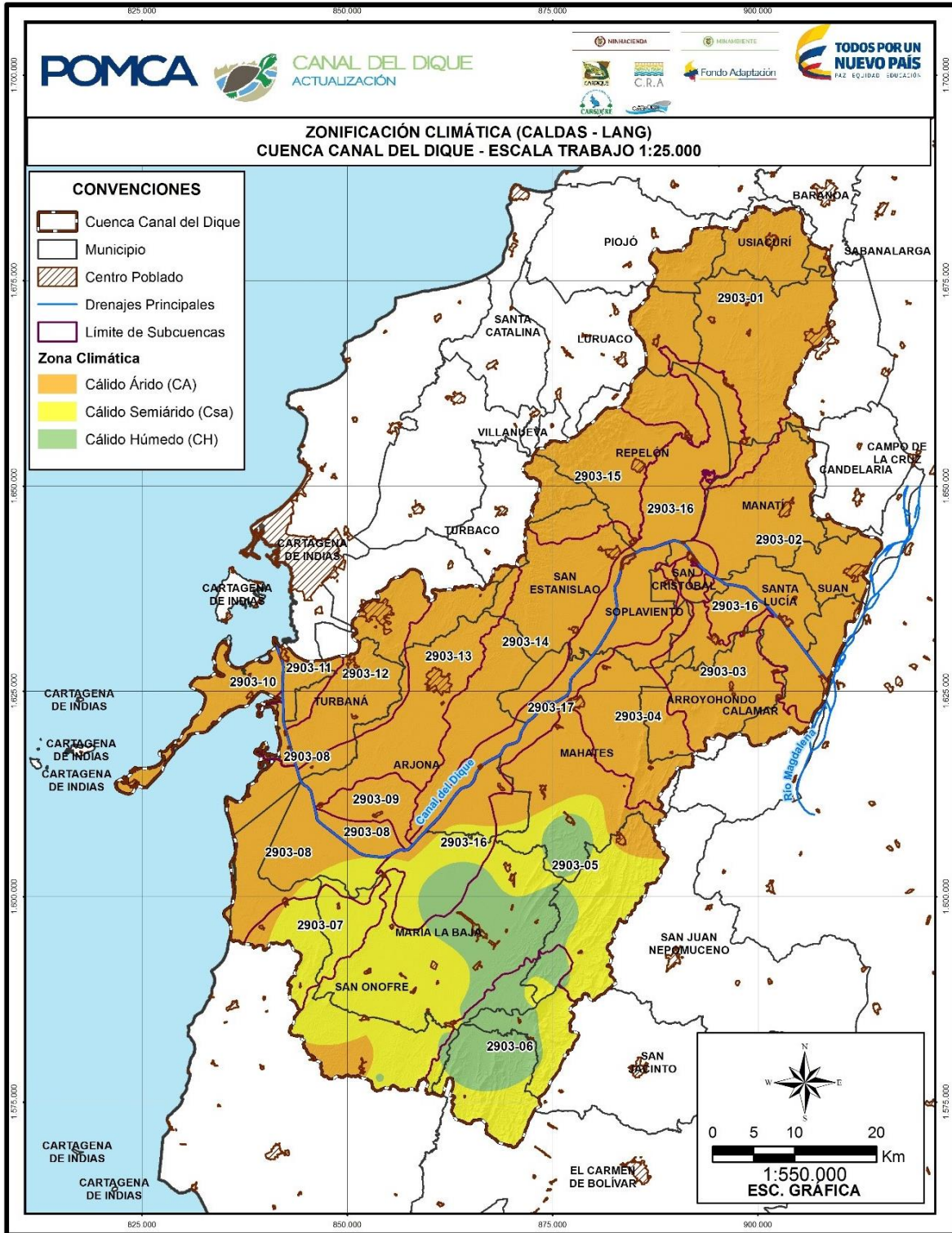
**Tabla 3.58. Pisos térmicos según Caldas Lang.**

PISO TÉRMICO	RANGO DE ALTURA (m)	TEMPERATURA
Cálido	0 – 1000	$T > 24$
Templado	1001 – 2000	$24 > T > 17.5$
Frío	2001 – 3000	$17.5 > T > 12$
Páramo bajo	3200 – 3700	$12 > T > 7$
Páramo alto	3701 - 4200	$T < 7$

Fuente: Clasificaciones climáticas. Himat 1991.

De acuerdo a la aplicación de la metodología se obtienen 3 provincias climáticas para el área de la cuenca, a lo largo de la cuenca se encuentra una provincia Cálido-Semiárida distribuida a lo largo de esta, y de manera sectorizada las provincias Cálido-Húmedo y Cálido-Semihúmedo (**Figura 3.186**).

**Figura 3.186. Clasificación Caldas Lang.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.7 Índice de Aridez

Este se calculó a partir del balance hídrico, ya que la información climática de evaporación solo se tiene para tres estaciones (San Pablo, Aeropuerto Núñez y Escuela Naval), lo cual impide claramente realizar una zonificación para toda el área de estudio. El índice de aridez se muestra mes a mes acorde con la información del balance hídrico.

Índice que representa de manera cualitativa los lugares con excedentes y déficit de agua, se determina a partir del conocimiento de la evapotranspiración potencial y real para cada una de las subcuencas estudiadas. La primera se determinó a partir de la ecuación de Thornthwaite teniendo en cuenta la temperatura media de las subcuencas determinada a partir de la información histórica de las estaciones espacializadas a partir de los polígonos de Thiessen. La evapotranspiración real fue definida por medio de la ecuación de Budyko:

$$ETR = \left[ \left( ETP * P * \operatorname{Tanh} \left( \frac{P}{ETP} \right) \right) \left( 1 - \operatorname{Cosh} \left( \frac{ETP}{P} \right) \right) + \left( \operatorname{Senh} \left( \frac{ETP}{P} \right) \right) \right]^{1/2}$$

Donde:

ETR: Evapotranspiración Real mm.

ETP: Evapotranspiración Potencial mm.

P: Precipitación mm.

Este valor de precipitación fue establecido de manera real para las diferentes subcuencas estudiadas, a partir del método de Isoyetas.

El valor del Índice de Aridez se determinó por medio de la siguiente expresión:

$$I_a = \frac{ETP - ETR}{ETP}$$

#### 3.1.3.7.1 Índice de Aridez subcuencas

La **Tabla 3.59** presenta los valores mensuales del Índice de Aridez establecidos a nivel mensual para cada una de las estaciones analizadas.

**Tabla 3.59. Índice de Aridez.**

SUBCUENCA	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Ciénaga Aguas Claras	0.30	0.22	0.31	0.62	0.86	0.84	0.75	0.51	0.36	0.41	0.42	0.33
Norte Embalse Guájaro	0.27	0.22	0.32	0.60	0.83	0.77	0.72	0.47	0.34	0.39	0.39	0.31
Hum Canal Dique Guájaro	0.28	0.22	0.30	0.58	0.82	0.79	0.72	0.48	0.35	0.39	0.41	0.32
Ciénaga Jobo Negros	0.29	0.21	0.28	0.55	0.79	0.73	0.67	0.43	0.32	0.39	0.40	0.31
Arroyo Quita Calzón Ciénagas JG	0.30	0.23	0.34	0.63	0.81	0.84	0.75	0.48	0.34	0.42	0.43	0.33
Arroyo Caimán	0.29	0.21	0.29	0.59	0.85	0.83	0.75	0.49	0.36	0.41	0.41	0.32
Represas Playón Matuya	0.28	0.20	0.29	0.57	0.83	0.79	0.72	0.50	0.33	0.37	0.39	0.31
Oriental Embalse Guájaro Canal del Dique	0.32	0.24	0.31	0.55	0.74	0.68	0.63	0.42	0.35	0.42	0.43	0.37
Norte Canal Dique Pasacaballos	0.27	0.20	0.28	0.57	0.84	0.82	0.73	0.47	0.34	0.39	0.39	0.31
Arroyo Cabildo	0.28	0.21	0.29	0.59	0.85	0.83	0.75	0.48	0.36	0.41	0.41	0.32
Complejo María La Baja	0.23	0.17	0.24	0.51	0.81	0.78	0.69	0.44	0.30	0.32	0.34	0.26
Delta Canal del Dique	0.27	0.20	0.30	0.58	0.82	0.84	0.74	0.50	0.33	0.38	0.39	0.31
Sur Delta	0.26	0.18	0.27	0.56	0.83	0.86	0.75	0.53	0.32	0.37	0.37	0.29
Occidental Embalse Guájaro	0.36	0.28	0.39	0.73	0.88	0.88	0.83	0.62	0.43	0.49	0.51	0.41
Ciénagas Capote Tube	0.25	0.19	0.25	0.52	0.82	0.77	0.68	0.41	0.30	0.34	0.35	0.26
Barú	0.28	0.21	0.29	0.57	0.83	0.82	0.72	0.46	0.34	0.39	0.39	0.31
Canal del Dique	0.28	0.21	0.29	0.57	0.82	0.80	0.71	0.46	0.33	0.38	0.39	0.31

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Teniendo en cuenta las recomendaciones del IDEAM 2013, este índice puede ser clasificado de acuerdo con la siguiente tabla. Ver **Tabla 3.60**.

**Tabla 3.60. Rangos para Índice de aridez.**

RANGO DE VALORES ÍNDICE DE ÁRIDEZ	CARACTERÍSTICAS
< 0.15	Altos excedentes de agua
0.15 – 0.19	Excedentes de agua
0.2 – 0.29	Entre moderado y excedentes de agua
0.3 – 0.39	Moderado
0.4 – 0.49	Entre moderado y deficitario de agua
0.5 – 0.59	Deficitario de agua
> 0.60	Altamente deficitario de agua

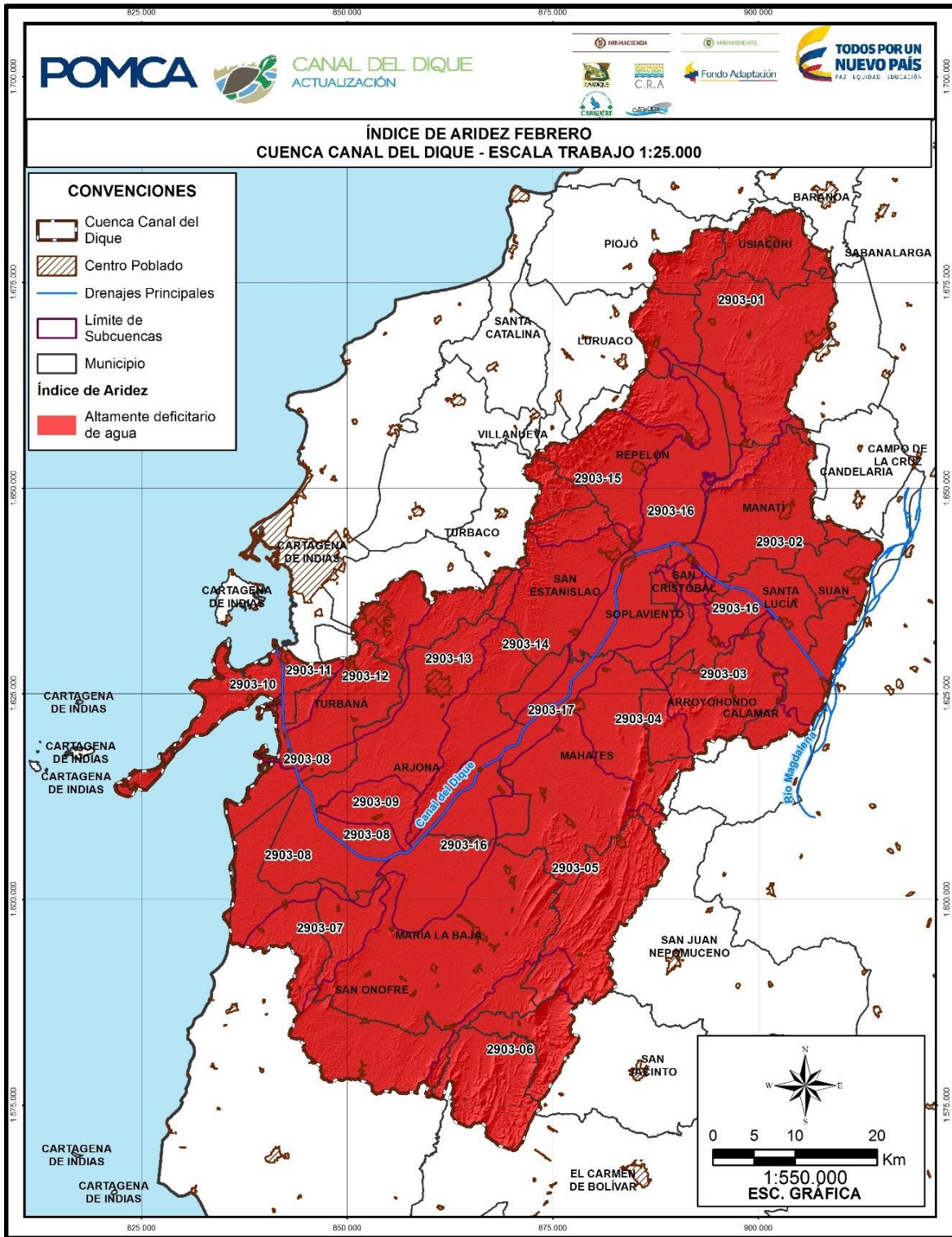
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Como se puede observar, los meses de enero, febrero y marzo presenta los valores más críticos en cuanto a déficit de agua, mientras que en los meses de octubre y noviembre se presentan los meses con mayores excedentes de agua. De acuerdo a los resultados obtenidos para índice de aridez mostrados en la **Tabla 3.59** se presentan los mapas referentes a este índice por cada mes y de manera anual.

De la **Figura 3.187** a la **Figura 3.199** se evidencia el índice de aridez de cada mes, para una de las subcuencas generadas dentro de la Cuenca Canal del Dique.



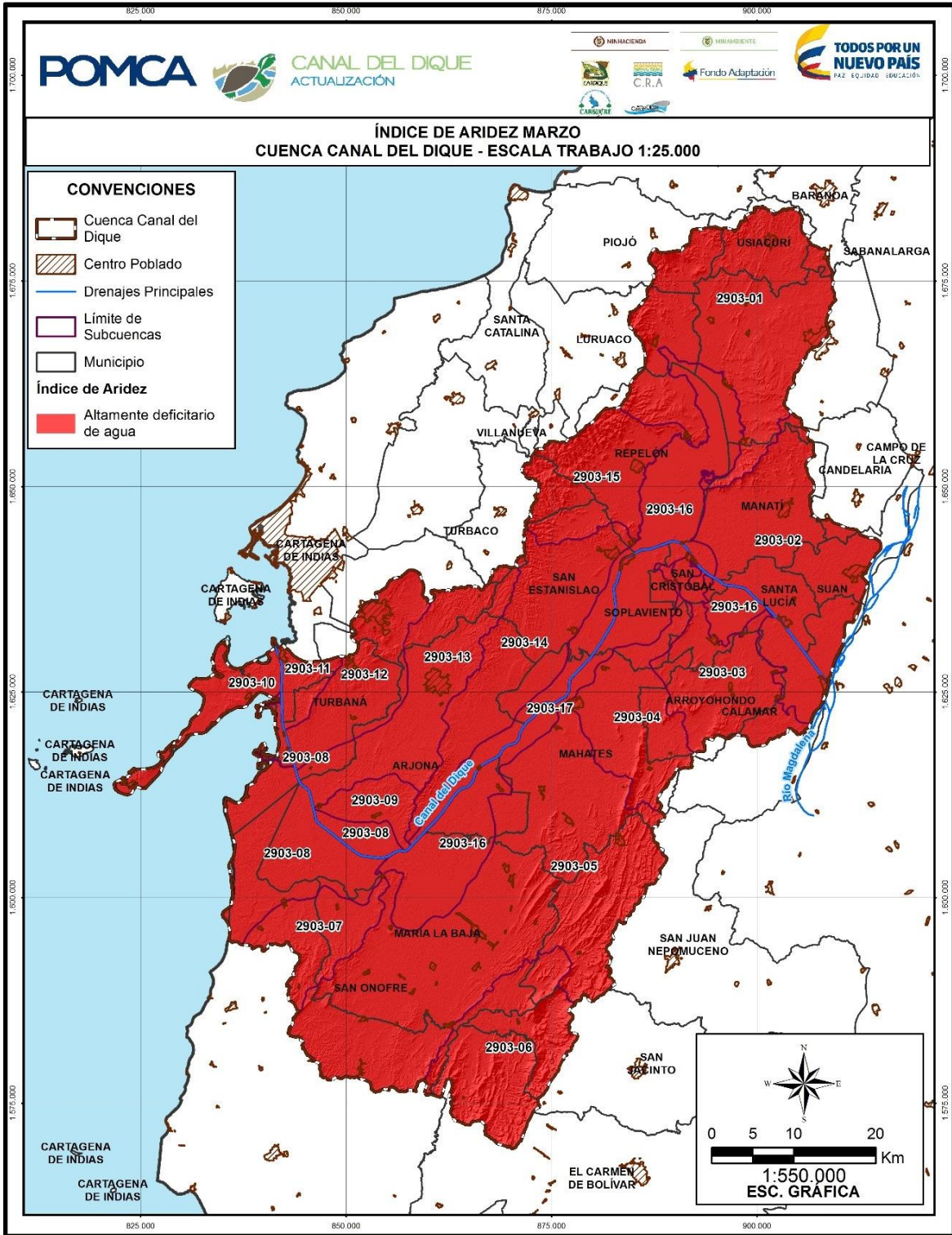
**Figura 3.188. Índice de Aridez Febrero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



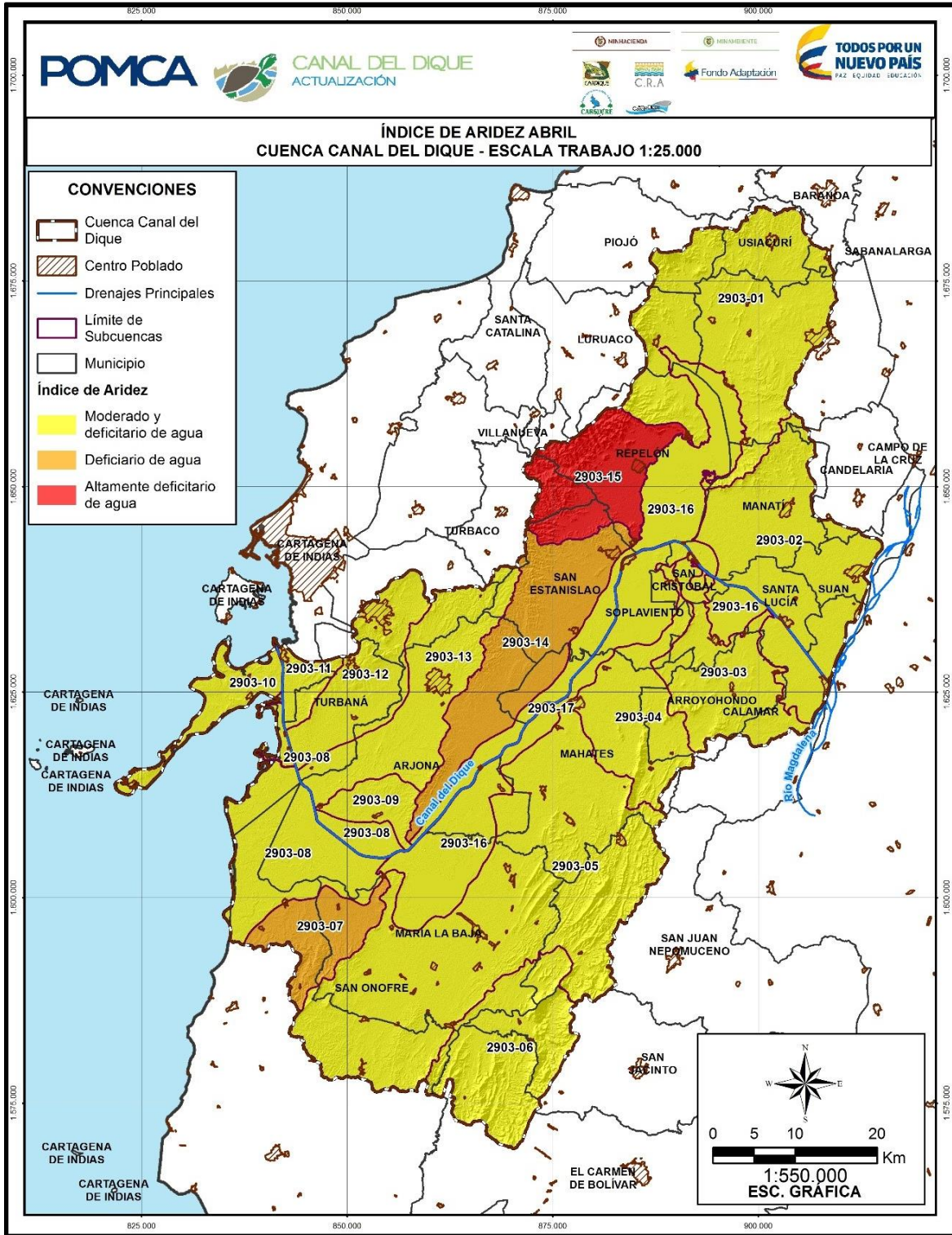
**Figura 3.189. Índice de Aridez Marzo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

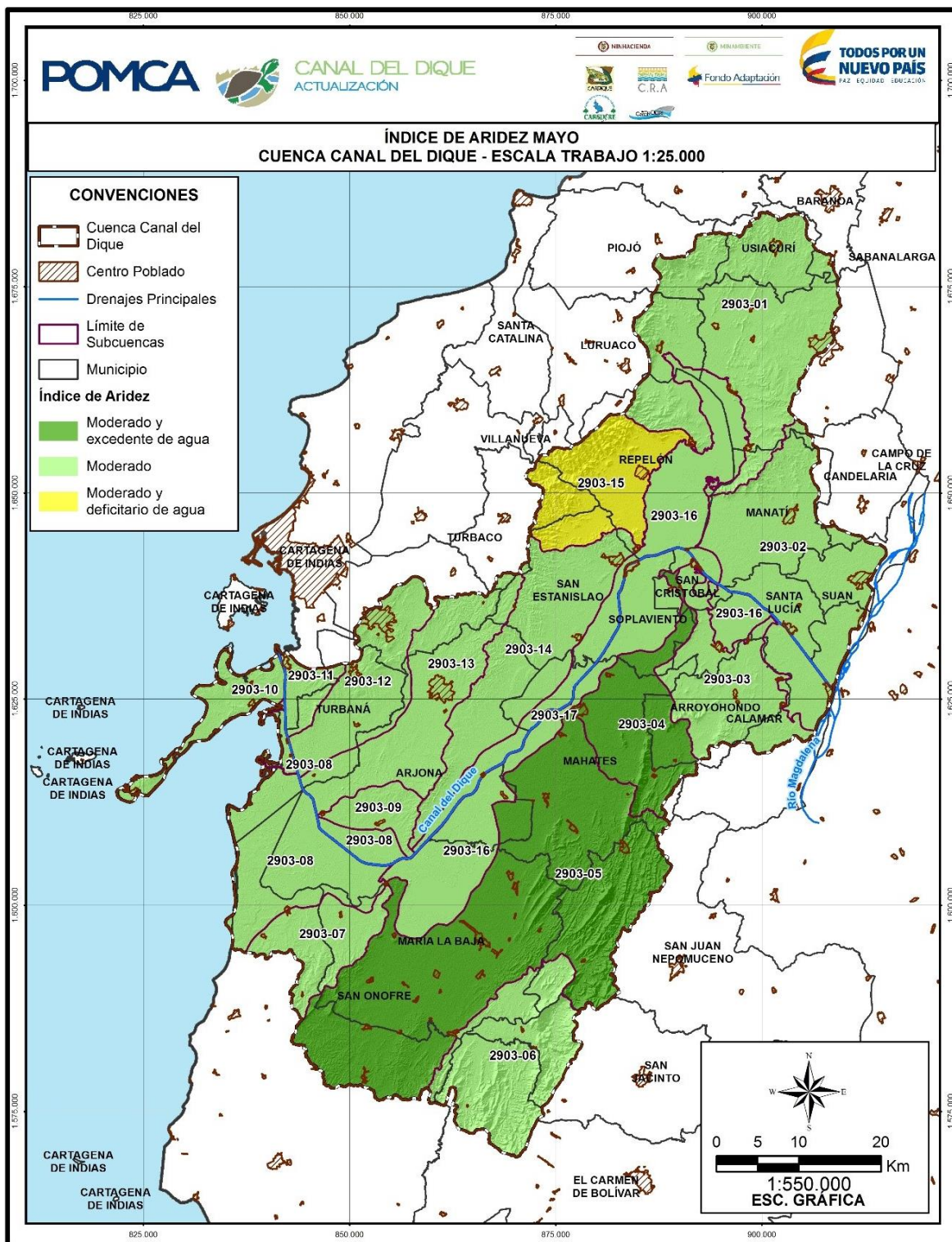


**Figura 3.190. Índice de Aridez Abril.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

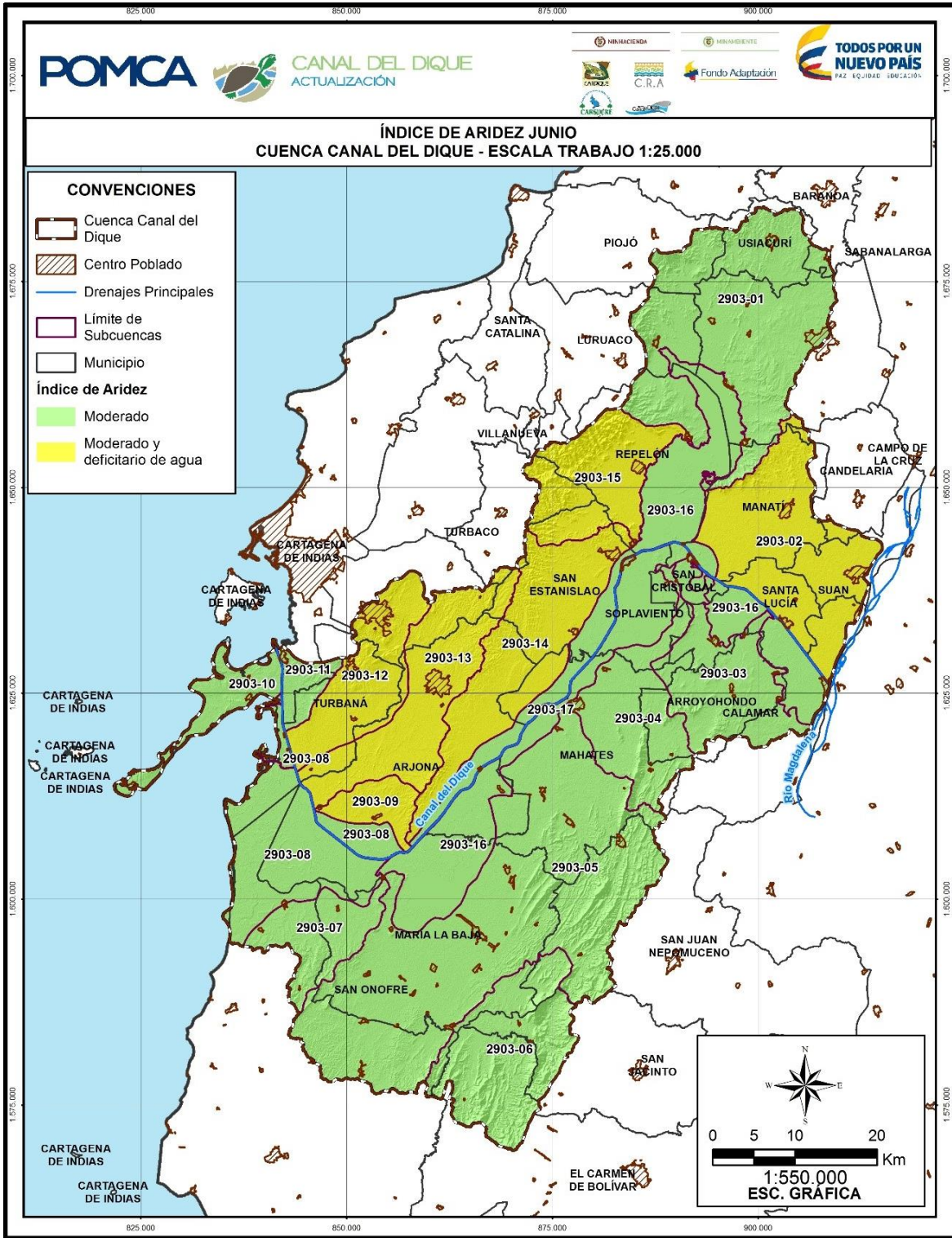
**Figura 3.191. Índice de Aridez mayo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.192. Índice de Aridez Junio.**



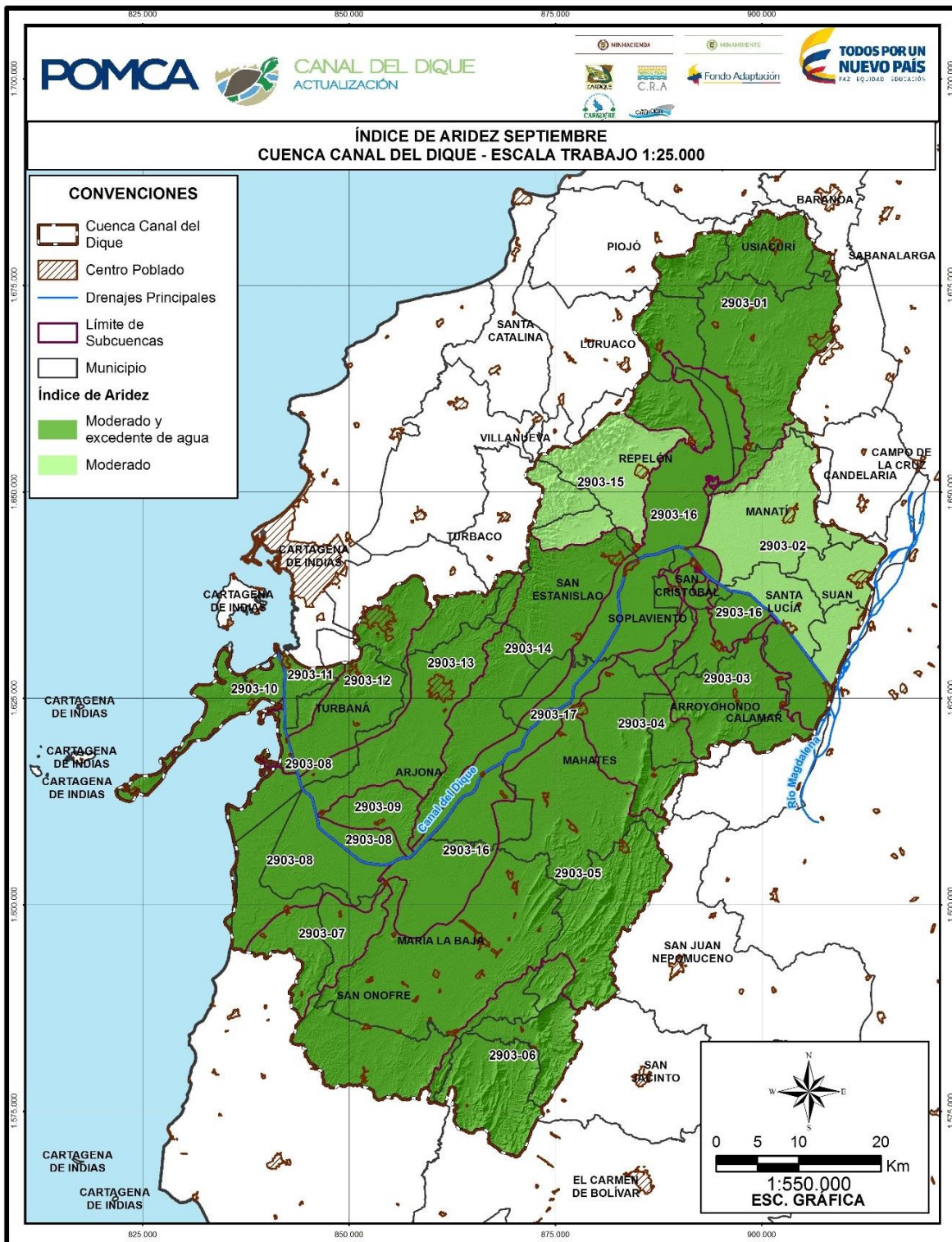
Fuente: Consorcio Canal del Dique.







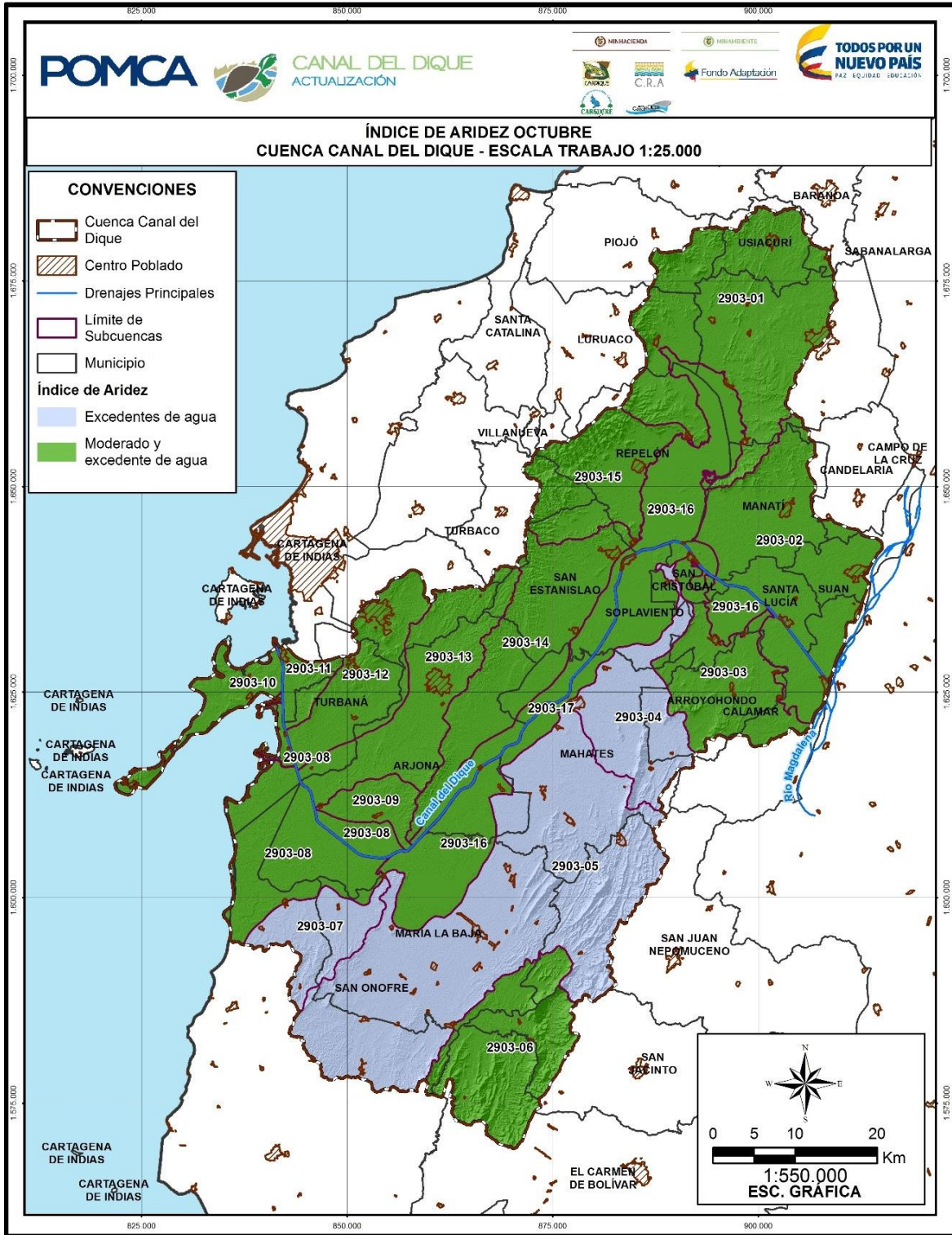
**Figura 3.195. Índice de Aridez Septiembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.196. Índice de Aridez Octubre.**

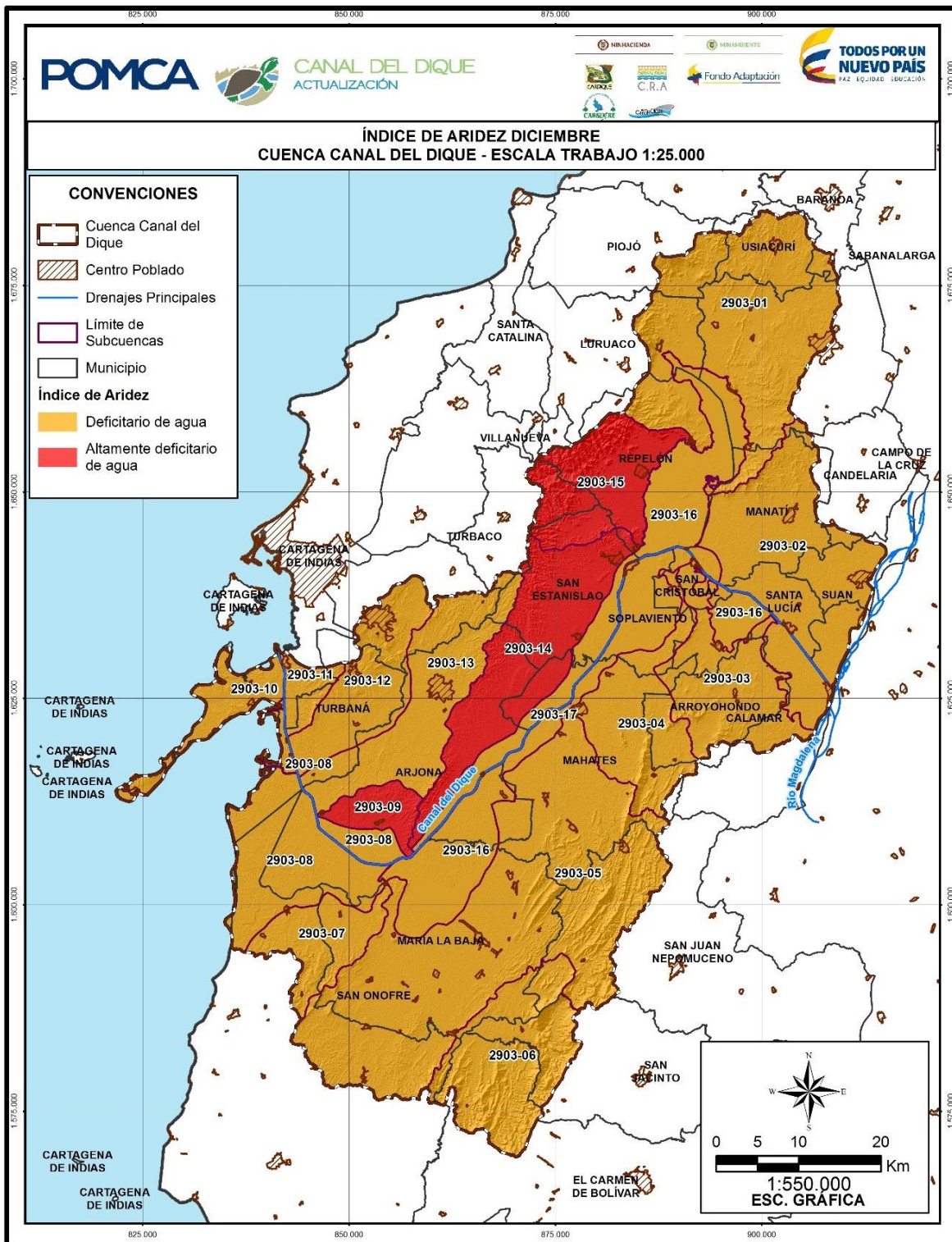


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



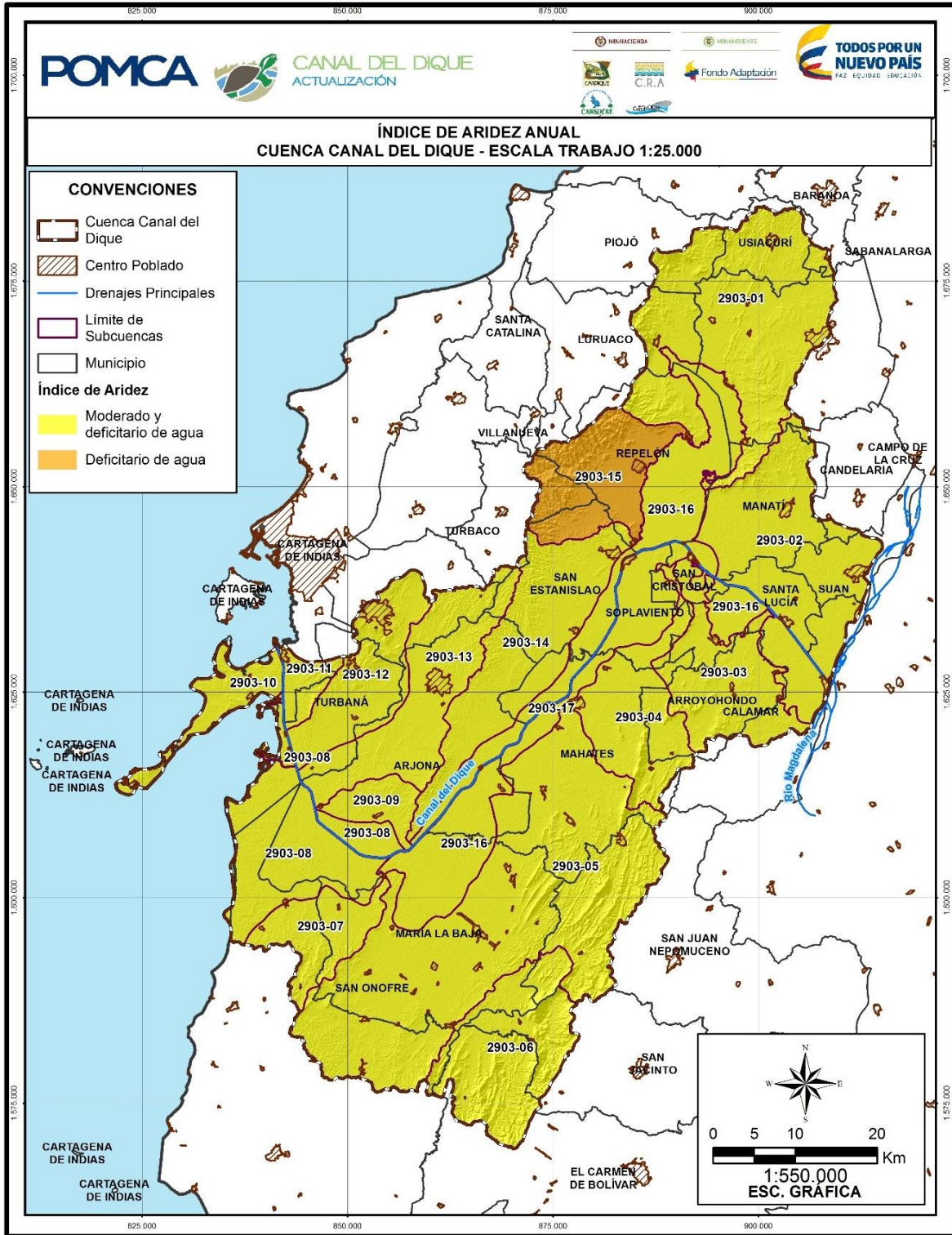


**Figura 3.198. Índice de Aridez Diciembre.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.199. Índice de Aridez Anual.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.1.3.7.2 Índice de Aridez Microcuencas

Al igual que para subcuencas, se maneja la misma metodología para el cálculo del Índice de Aridez para las microcuencas abastecedoras (ver **Tabla 3.61**).

**Tabla 3.61. Índice de Aridez para Microcuencas.**

MICROCUENCAS	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Alcantarillado y Aseo María La Baja	0.239	0.181	0.250	0.546	0.816	0.757	0.678	0.450	0.309	0.336	0.375	0.274
Acueducto Rotinet	0.358	0.288	0.392	0.728	0.883	0.884	0.834	0.617	0.435	0.491	0.509	0.409
Canal Dique	0.281	0.213	0.299	0.577	0.823	0.802	0.712	0.471	0.335	0.382	0.401	0.313
Acueducto Comunitario de Rotinet	0.347	0.289	0.385	0.704	0.869	0.860	0.817	0.596	0.432	0.479	0.487	0.398
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0.296	0.231	0.341	0.632	0.812	0.838	0.746	0.480	0.340	0.417	0.427	0.334

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Teniendo en cuenta las recomendaciones del IDEAM 2013, este índice puede ser clasificado de acuerdo con la **Tabla 3.62**:

**Tabla 3.62. Clasificación índice de Aridez.**

RANGO DE VALORES ÍNDICE DE ÁRIDEZ	CARACTERÍSTICAS
< 0.15	Altos excedentes de agua
0.15 – 0.19	Excedentes de agua
0.2 – 0.29	Entre moderado y excedentes de agua
0.3 – 0.39	Moderado
0.4 – 0.49	Entre moderado y deficitario de agua
0.5 – 0.59	Deficitario de agua
> 0.60	Altamente deficitario de agua

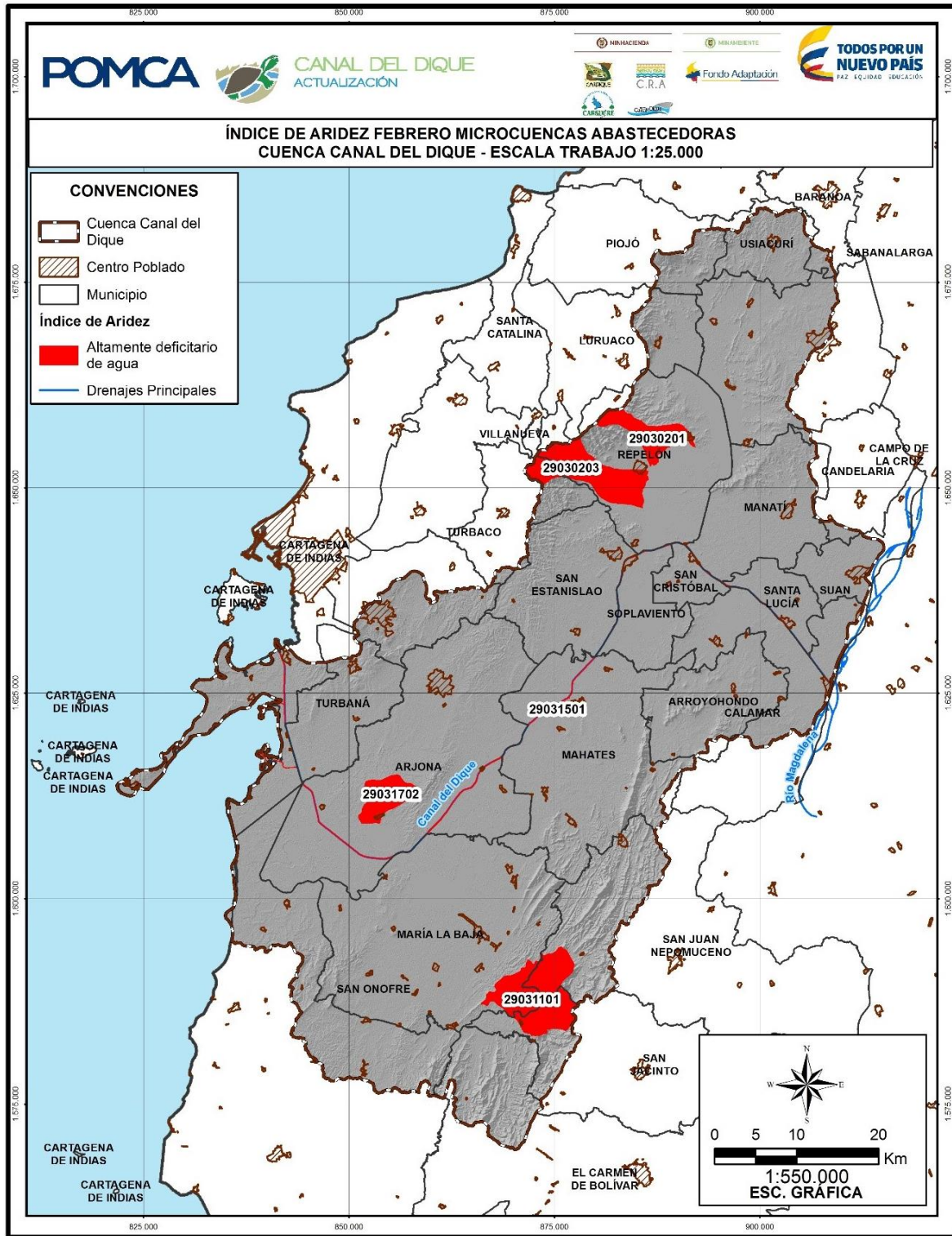
Fuente. IDEAM.

De la **Figura 3.200** a la **Figura 3.212** se el índice de aridez anual (enero- diciembre) a nivel de microcuencas:





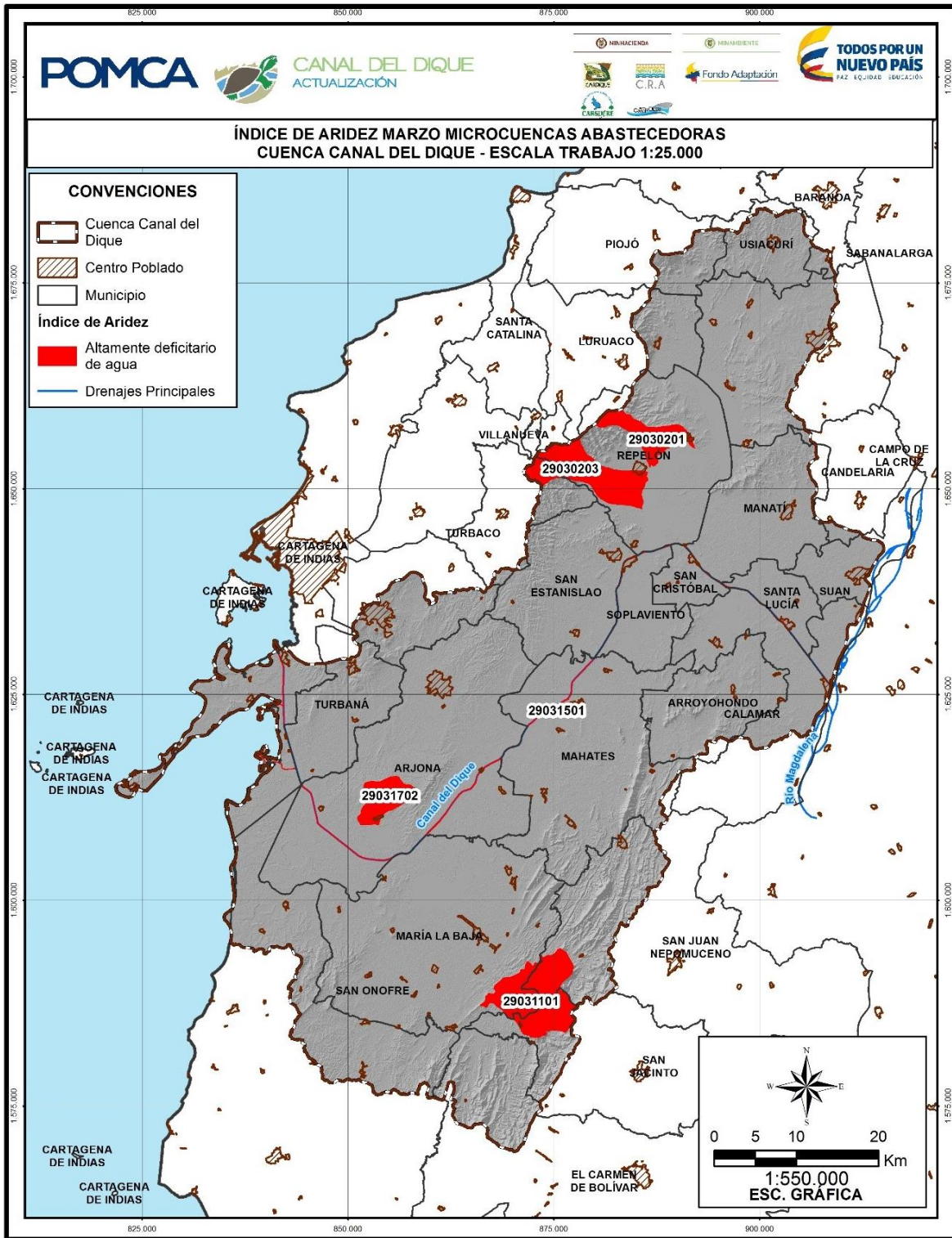
**Figura 3.201. Índice de Aridez Febrero – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.202. Índice de Aridez Marzo – Microcuencas.

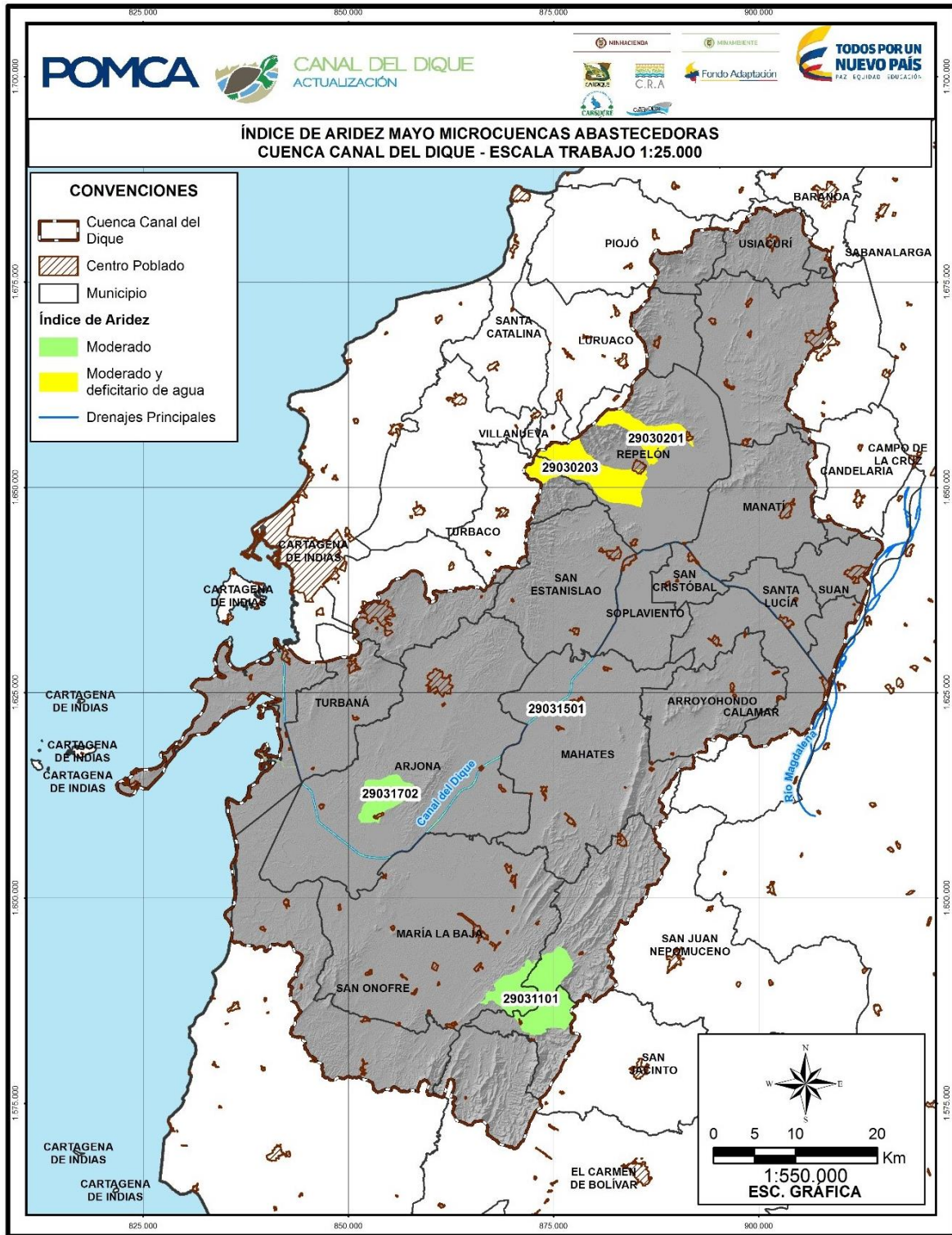


Fuente: Consorcio Canal del Dique.





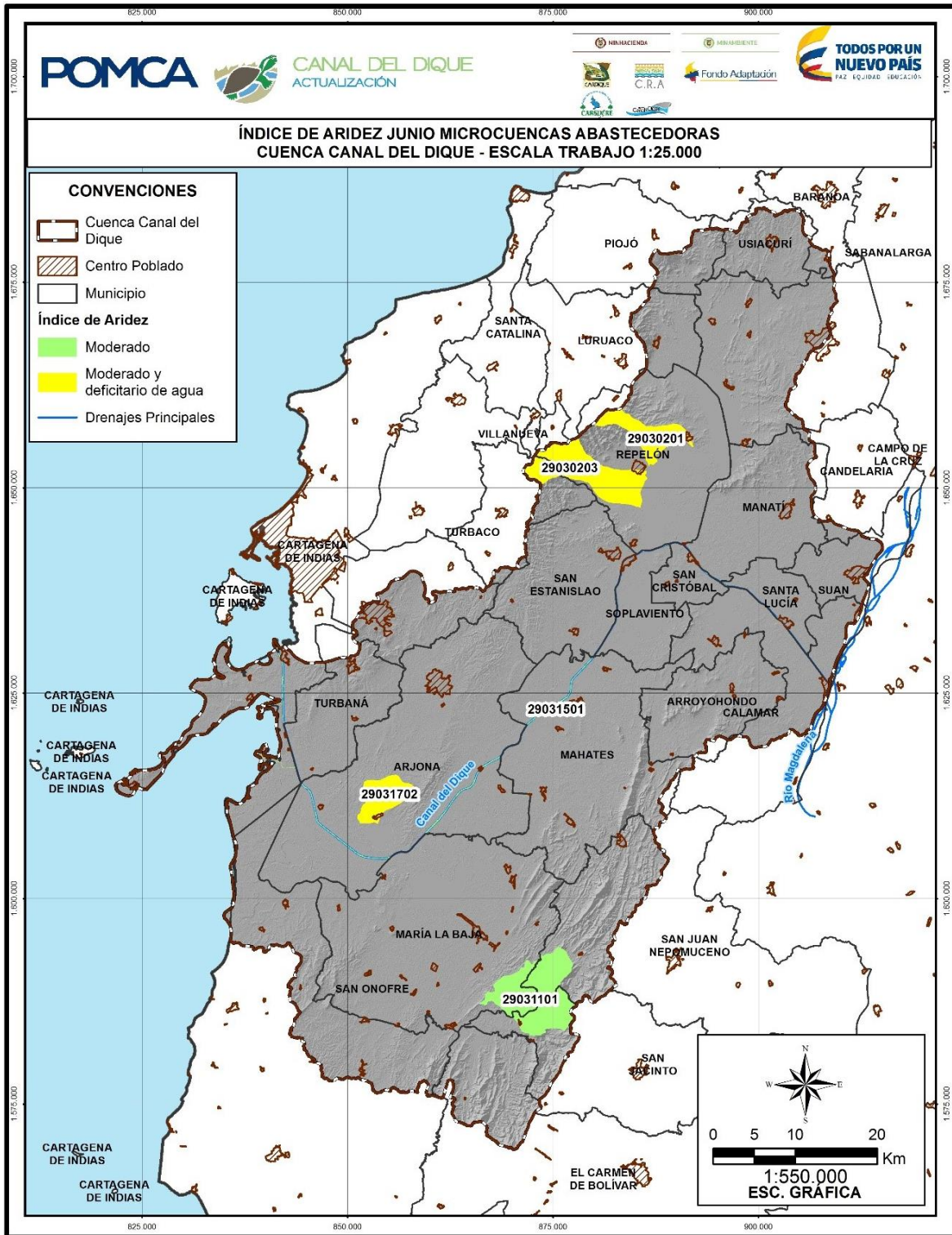
**Figura 3.204. Índice de Aridez Mayo – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



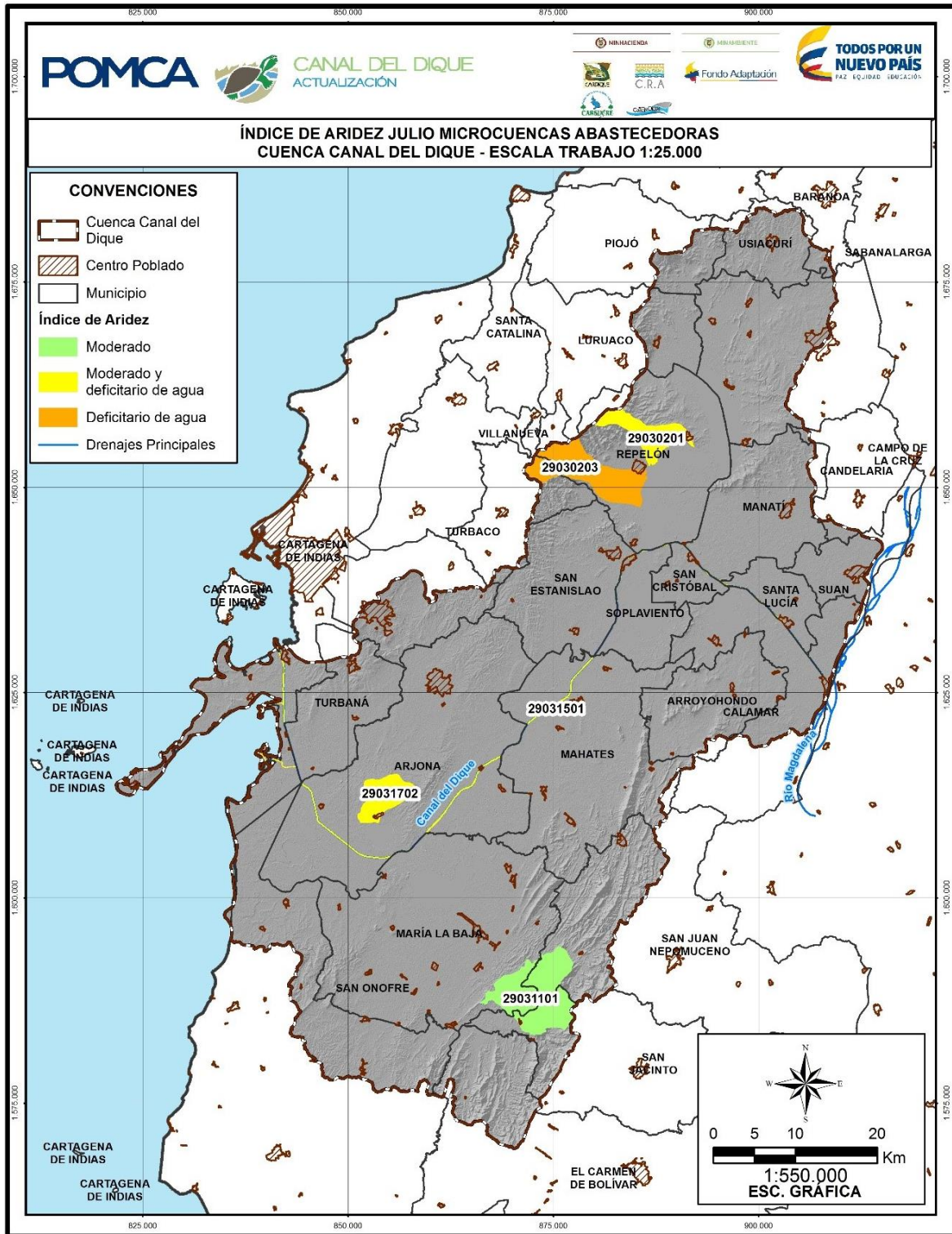
**Figura 3.205. Índice de Aridez Junio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

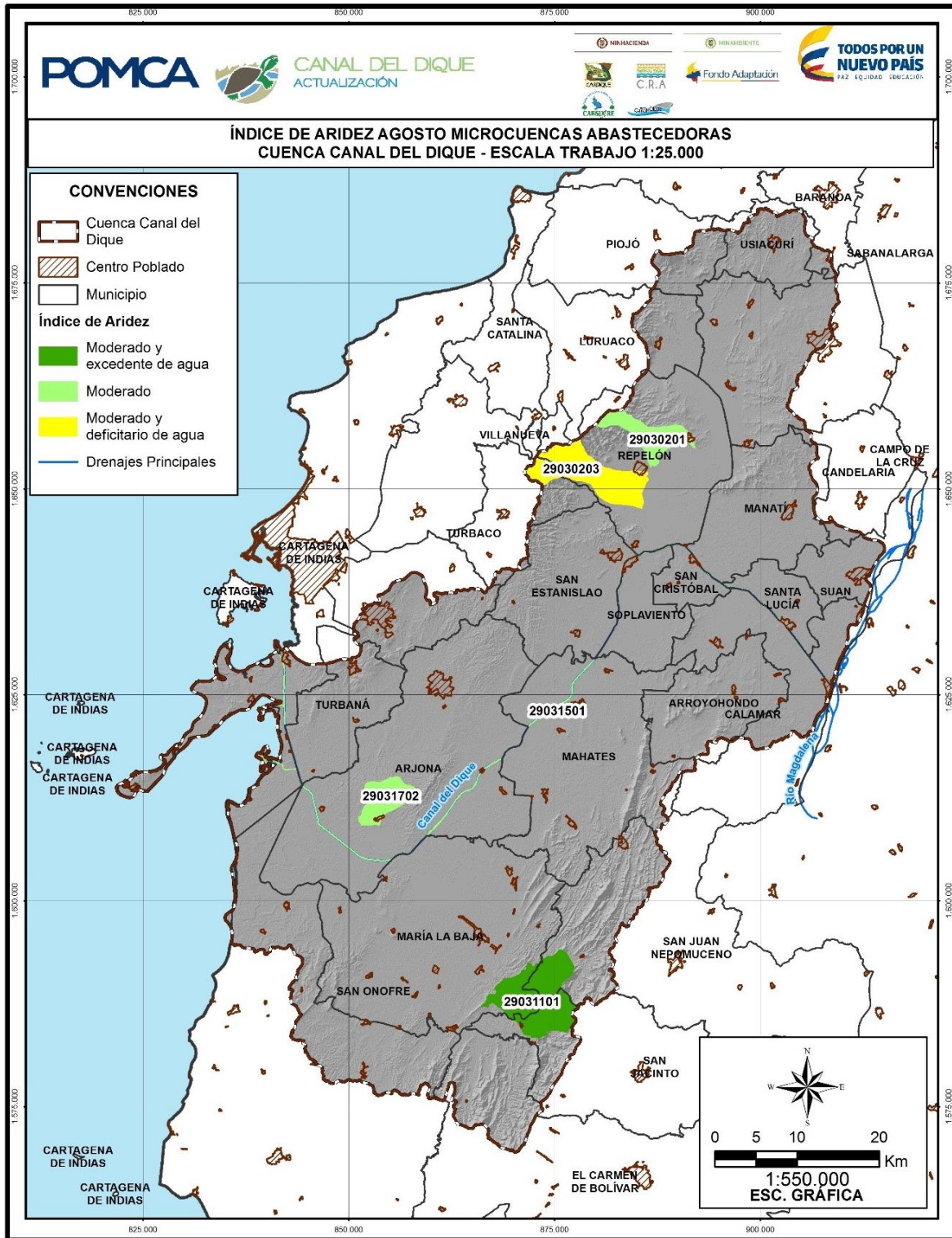


**Figura 3.206. Índice de Aridez Julio – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

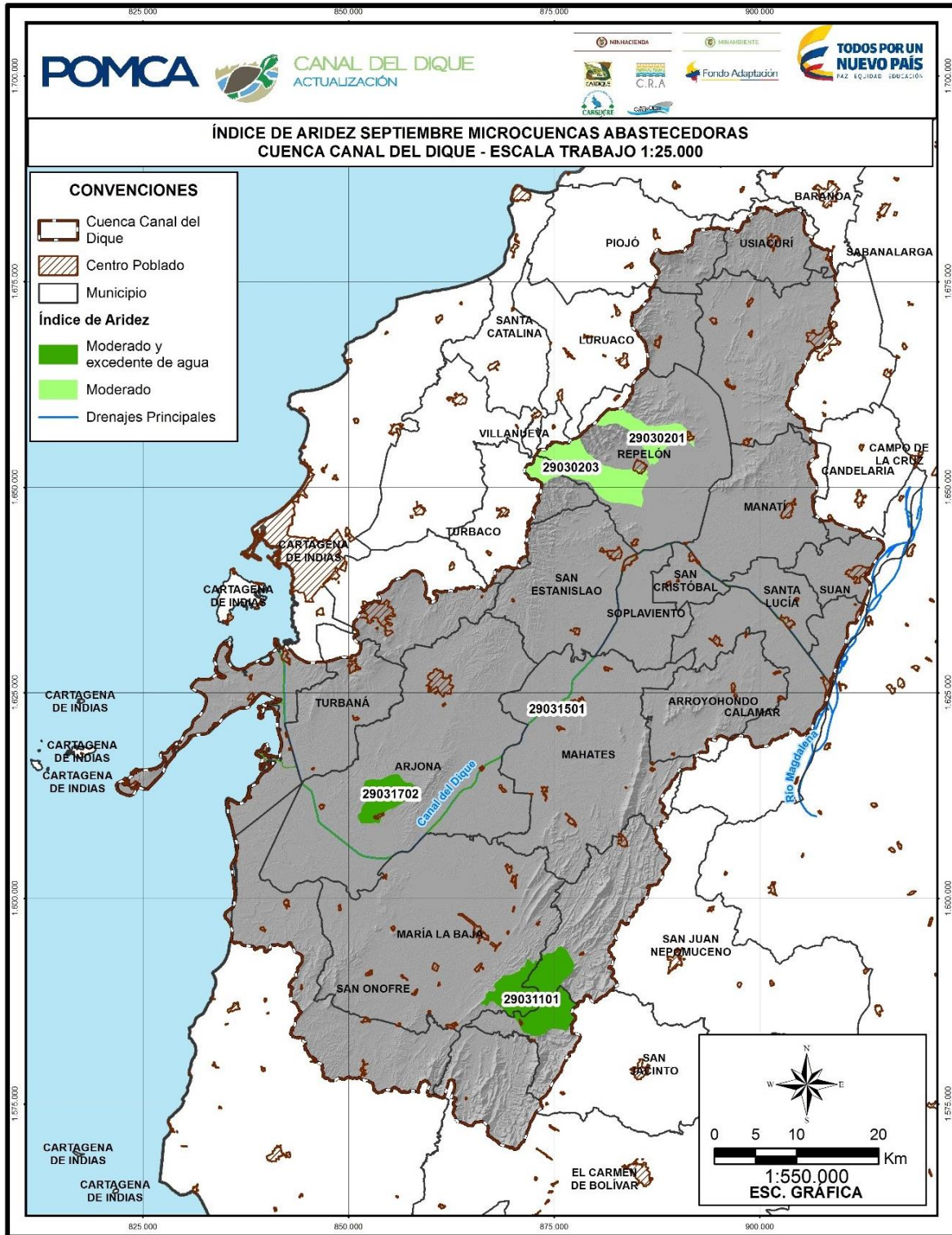
**Figura 3.207. Índice de Aridez Agosto – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



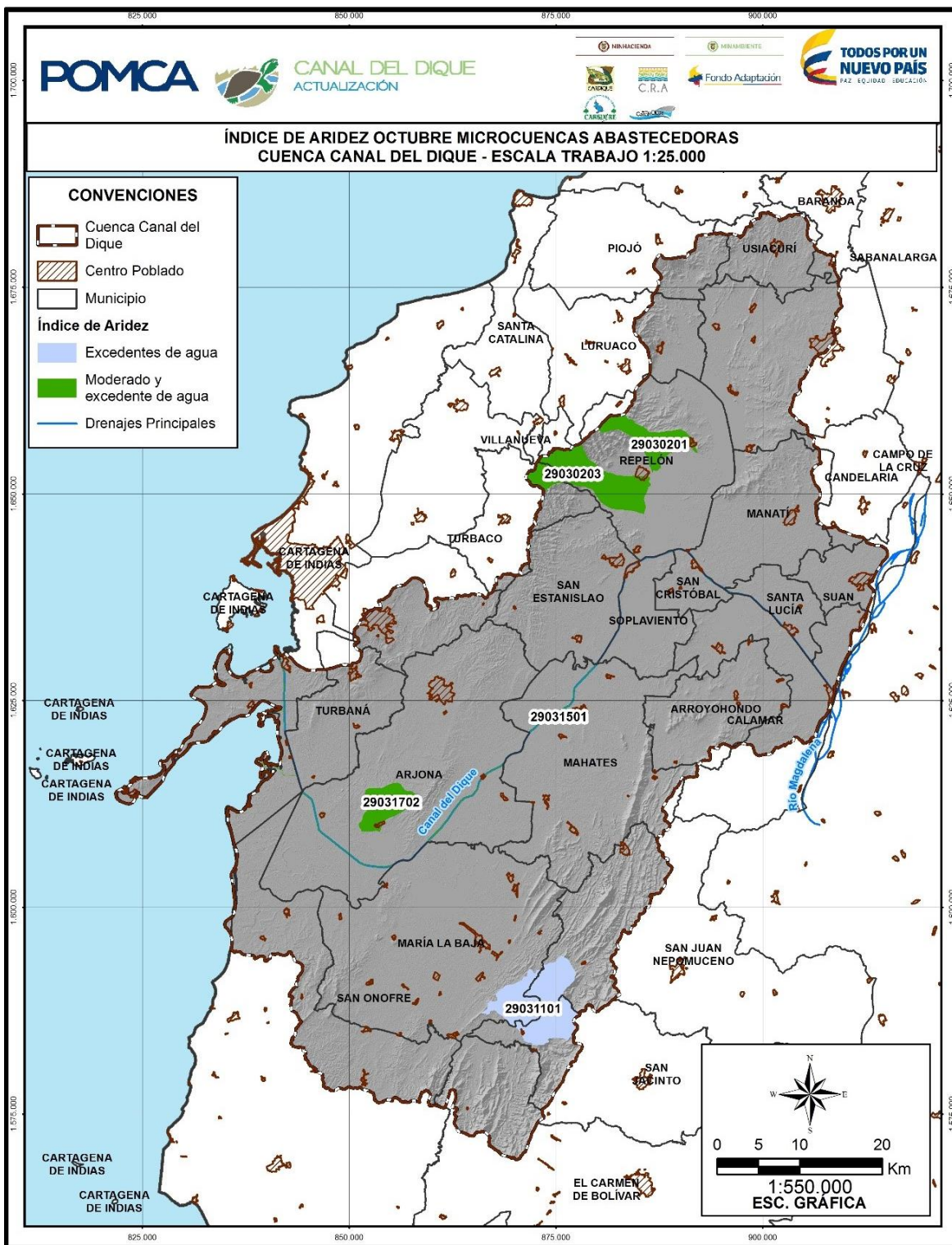
**Figura 3.208. Índice de Aridez Septiembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

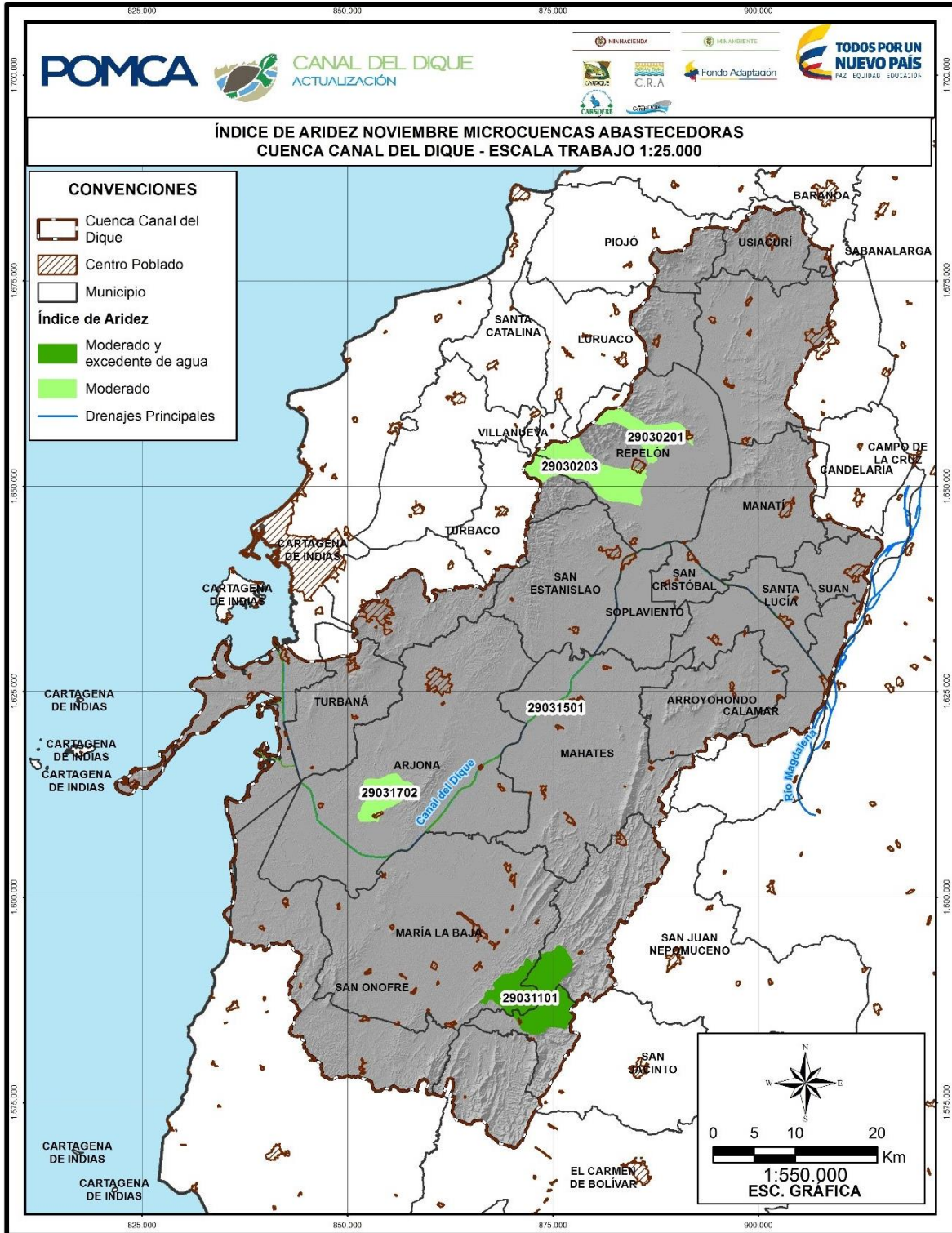


**Figura 3.209. Índice de Aridez Octubre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

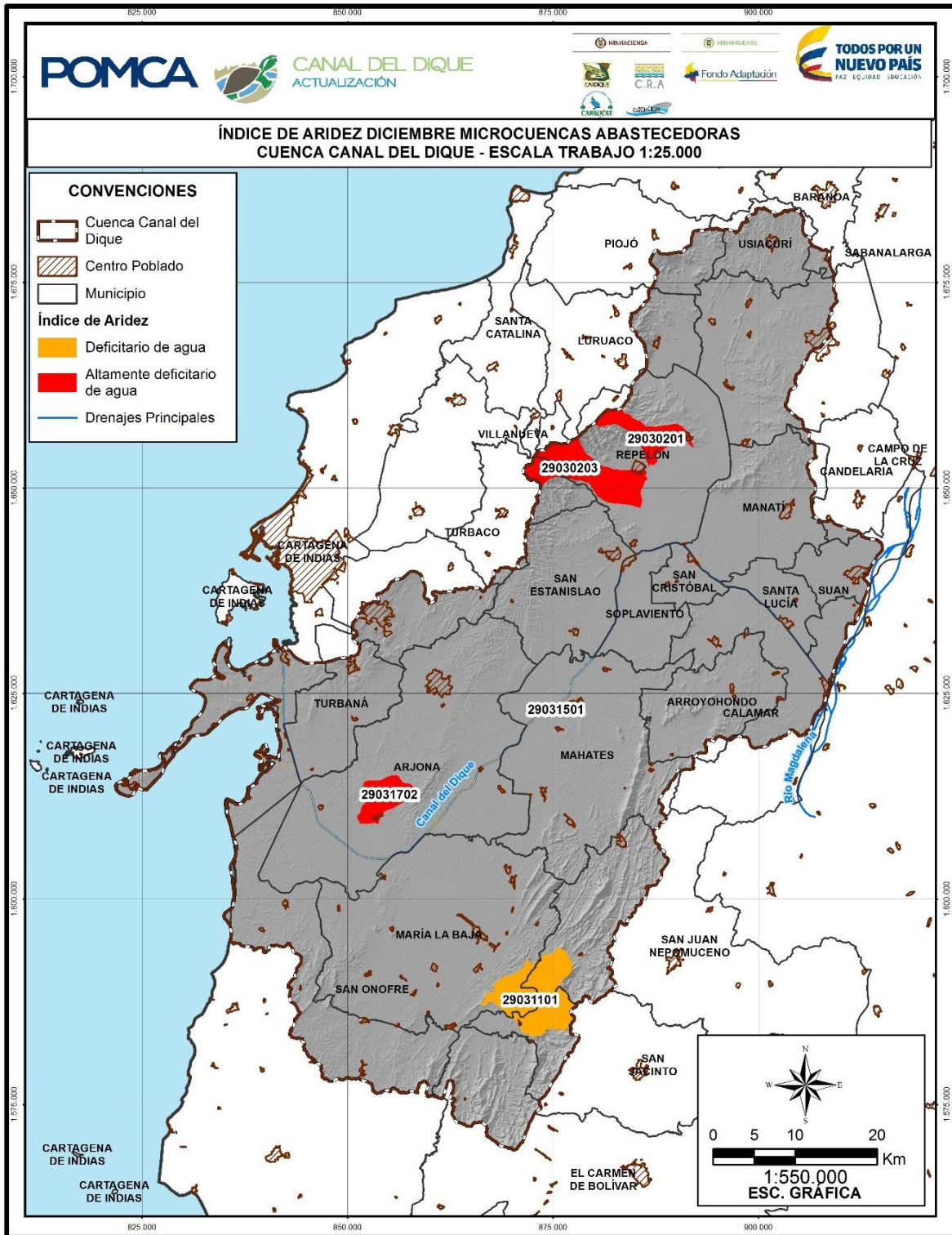
**Figura 3.210. Índice de Aridez Noviembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



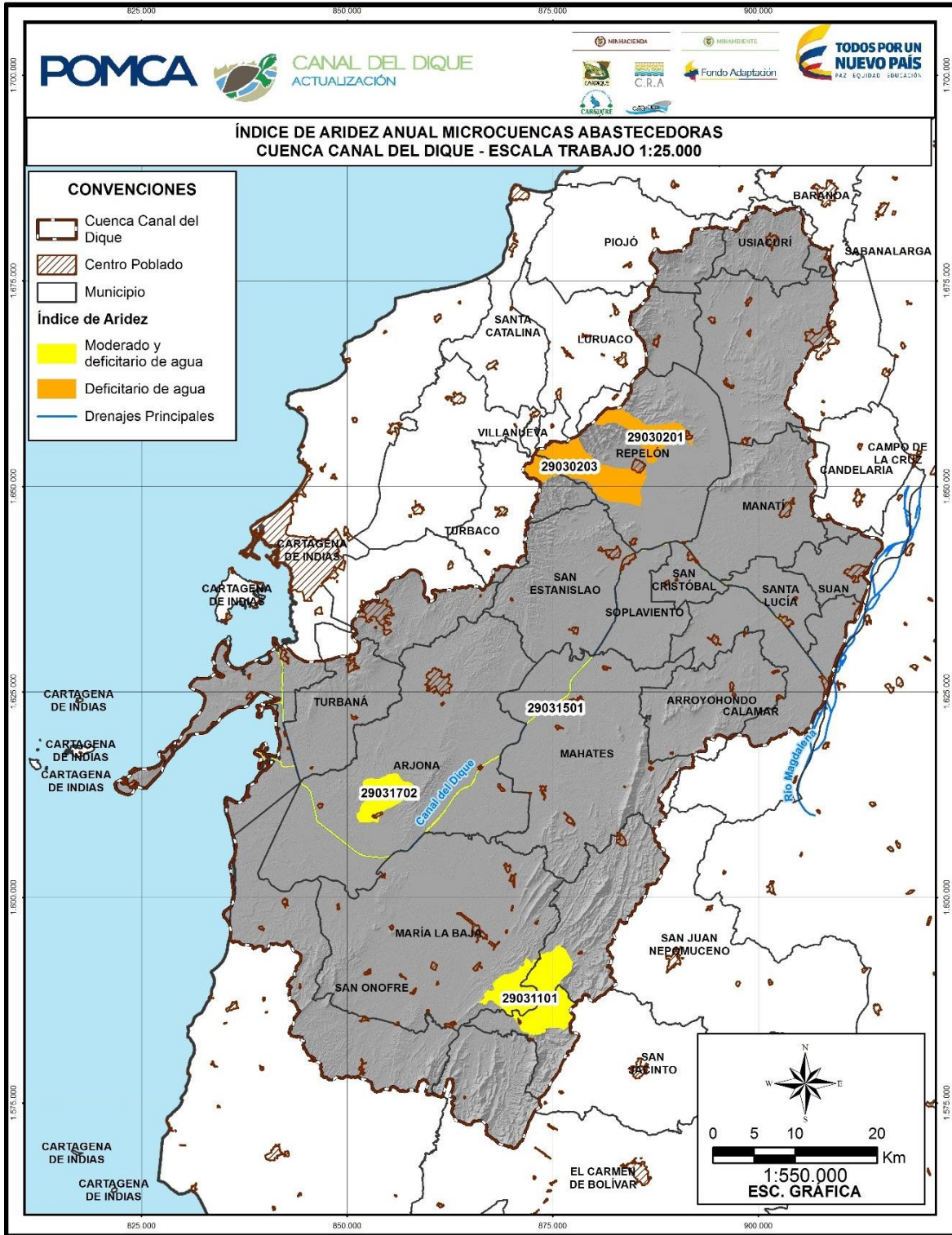
**Figura 3.211. Índice de Aridez Diciembre – Microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.212. Índice de Aridez Anual – Microcuencas.**

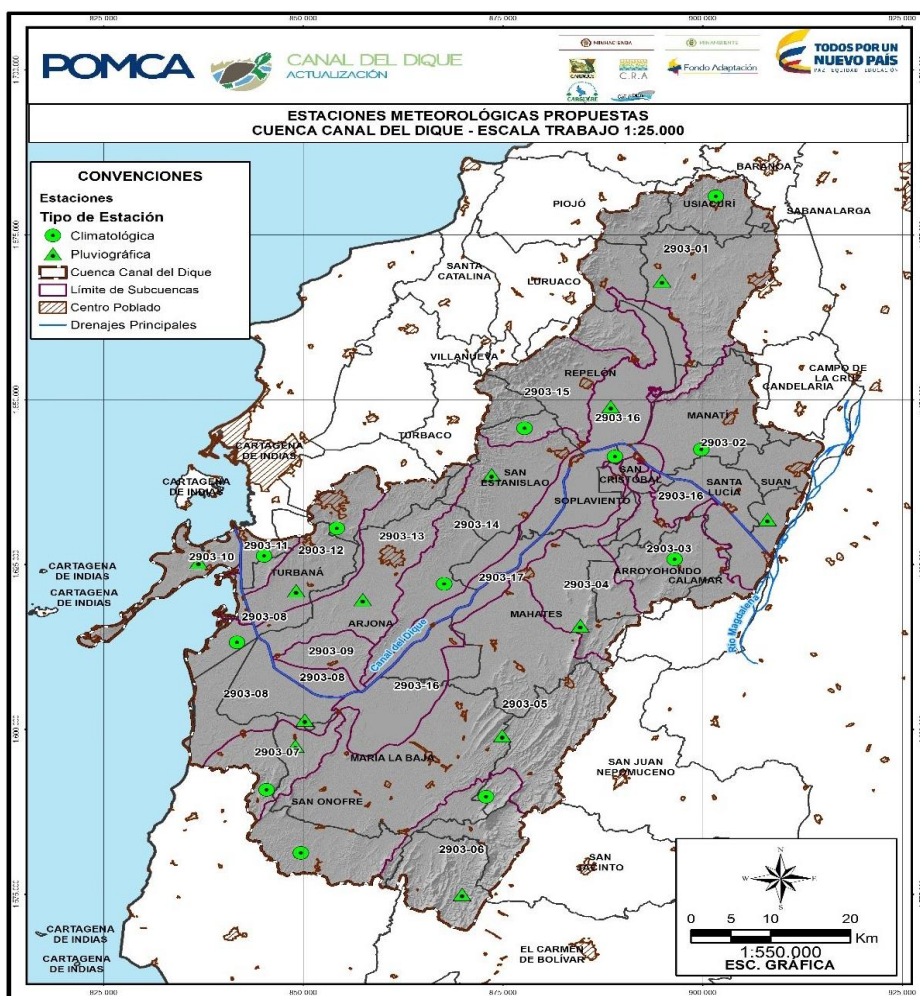


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.1.3.8 Necesidades de Información

La red de estaciones climatológica, presenta debilidades en cuanto al registro y densidad de estaciones para toma de datos de parámetros de precipitación, humedad relativa, brillo solar, evaporación y viento, estos dos últimos son los parámetros que presentan mayor ausencia de estaciones. En ese orden de ideas es necesario que se implementen los programas necesarios para lograr ubicar estaciones que midan los anteriores parámetros con una mayor densidad geográfica (subcuencas), que permita evaluar de mejor manera el comportamiento climático. Así las cosas, cada una de las subcuencas definidas de en el área de estudio deben ser instrumentadas de manera que se evite al máximo la incertidumbre en la interpretación ya análisis de la información y con ello se permita realizar una más acertada calibración de modelos hidrológicos, además se debe considerar un sistema de monitoreo satelital sobre los ambientes lagunares y ciénagas, lo que llevará a un control y análisis multitemporal acorde con el cambio climático que conduzca a la toma adecuada de medidas ambientales en torno a la conservación, manejo y control de estas importantes áreas (ver **Figura 3.213**).

**Figura 3.213. Estaciones meteorológicas propuestas.**

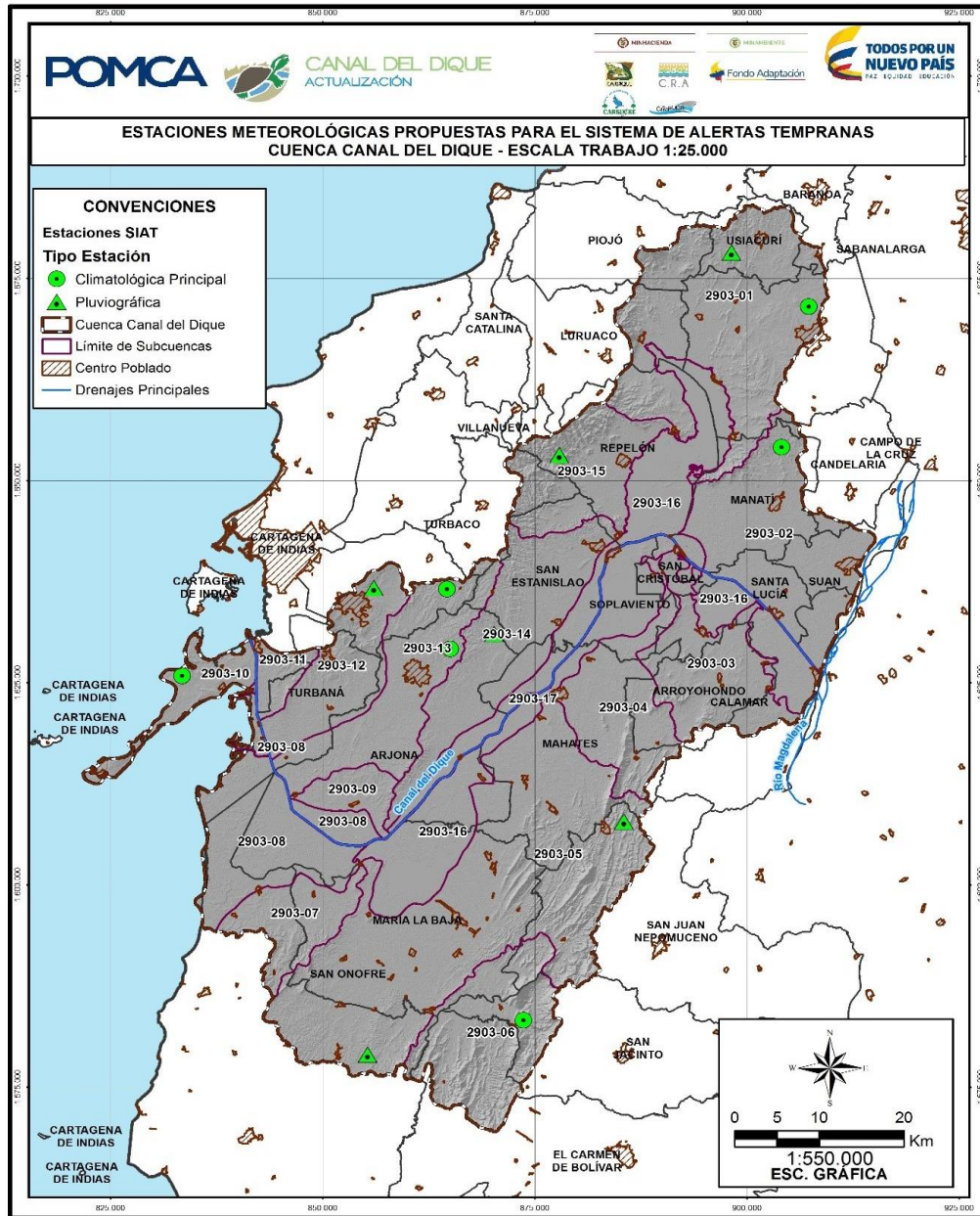


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Finalmente, es necesario implementar sistemas de alerta temprana para evento de precipitación extrema, que registre estas lluvias extraordinarias en tiempo real permitiendo alertar en el adecuado tiempo a las autoridades, frente a la posible generación de movimientos en masa, eventos torrenciales e inundaciones. Esto podría considerarse como un sistema integrado para de alertas y registro climatológico que use herramientas de monitoreo constante y confiable de variables atmosféricas en las subcuencas y laderas identificadas como de amenaza alta o media, que se sirva de una más robusta y completa red pluviométrica, red meteorológica, red de sensores de nivel, red de humedad del suelo y radares hidrometeorológicos (ver **Figura 3.214**).

**Figura 3.214. Estaciones propuestas para SIAT.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.1.4 Conclusiones

Se tienen 51 estaciones de precipitación para uso general en la construcción de isoyetas e isotermas, para la evaluación y construcción de los ítems del diagnóstico ambiental de la cuenca se utilizaron 37 estaciones, así mismo contamos con 8 estaciones de temperatura que fueron usadas dentro de los análisis de índices y zonificación climática.

Es relevante mencionar que existe un importante número de datos faltantes en todos los parámetros estudiados, no obstante, se logró una adecuada adaptación de los mismos hasta donde fue posible y donde los parámetros y la técnica lo permitieran. En ese orden de ideas se logró adaptar la información de precipitación con un muy buen ajuste que para obtener isolíneas de precipitación anuales y mensuales, a partir de las que con la aplicación del respectivo protocolo y metodología (IDEAM – Ministerio de Ambiente) para la construcción de la zonificación Caldas Lang e Índice de Aridez de la cuenca y subcuencas.

Es importante mencionar que el registro de precipitación media anual de mayor intensidad fue registrado por las estaciones Flamenco, Mampuján, Montecristo, San Basilio y Pto Santander que presentan registros de precipitación con valores desde 3800 mm/año hasta 4200 mm/año, por su parte las estaciones que registraron menor precipitación son las de Loma Grande con 793 mm/año, Ponedera con 830 mm/año y Casa Bombas con 843 mm/año.

Desde el punto de vista de la respuesta de la zona de estudio a los eventos ENSO (NIÑA y NIÑO), la red de estaciones en un gran porcentaje responde coherentemente con los periodos definidos para años con poca o mucha precipitación, es decir existen estaciones que llegan a registrar desde un 70% a un 78% de valores de precipitación correspondiente con eventos NIÑA (Estación Cañaveral) o NIÑO (Estación Casa de Piedra).

Se construyeron periodos de retorno de 500, 200, 100, 50, 25, 20, 10, 5, 2.33 y 2 años de cada una de las 33 estaciones localizadas dentro del área de estudio.

Las isoyetas de precipitación media muestran que el comportamiento espacial de la precipitación de manera general, tiene una distribución es más homogénea que heterogénea, con una variación desde 900 mm a 2800 mm en los puntos críticos, es decir sobre los nodos de baja de intensidad, localizados hacia la zona sur occidental sobre las subcuencas 2903-13, 2903-16, 2903-05 y 2903-06, hacia la zona nororiental sobre sectores de las cuencas 2903-01, 2903-16 y 2903-15.

Respecto de la temperatura media anual, esta registra los mayores valores en los meses de febrero a junio, los meses de septiembre y octubre muestran las temperaturas más bajas durante todo el año. En cuanto a las máximas temperaturas estas fueron registradas por la estación Normal Manatí con 34°C, la temperatura mínima en la estación Nueva Florida con 21.4 °C, los años con mayor temperatura son los de 1987, 1991, 1997, 2009, 2013 y 2014, con valores medios de 28°C a 30°C. Los valores medios de humedad relativa fluctúan entre 75 % a 85 % en toda el área, la humedad relativa máxima cuenta con valores del 81% al 91%.

En cuanto al brillo solar, las estaciones San Pablo y Normal Manatí, registran la mayor intensidad durante los meses de enero y febrero, así mismo los años donde se registró mayor intensidad fueron 1987, 1989, 2001 y 2004.

Para tres estaciones de registro de evaporación: San Pablo, Aeropuerto Núñez y Escuela Naval, se puede identificar que el mes con mayor evaporación es abril con valores desde 160 mm a 188 mm, seguido por febrero y abril, la menor evaporación se da en el mes de noviembre con valores que oscila entre 100 y 127 mm, este comportamiento es coherente con el régimen de lluvias monomodal del área en estudio.

De acuerdo a la aplicación de la metodología se obtienen 3 provincias climáticas para el área de la cuenca, a lo largo de la cuenca se encuentra una provincia Cálido-Semiárida distribuida a lo largo de esta, y de manera sectorizada las provincias Cálido-Húmedo y Cálido-Semihúmedo.

Frente al índice de Aridez se tiene que los meses de enero, febrero y marzo presenta los valores más críticos en cuanto a déficit de agua, mientras que en los meses de octubre y noviembre se presentan los meses con mayores excedentes de agua.

Teniendo en cuenta las altas temperaturas media mensuales multianuales encontradas en la zona, se pueden apreciar valores de evapotranspiración potencia altos para todos los meses, mientras que la precipitación mensual multianual para las diferentes microcuencas presenta un comportamiento unimodal con bajos valores entre los meses de diciembre y marzo y altos para los meses restantes. Este comportamiento sumado a la capacidad de almacenamiento del suelo encontrada hace que se presenten muy pocos meses con excedentes de agua (principalmente octubre y noviembre), llegando a tener microcuencas en las cuales no se generan excedentes mensuales.

La recarga de agua del suelo se produce principalmente durante el periodo entre agosto y noviembre, mientras que, en diciembre debido a la alta temperatura y baja precipitación, disminuye el almacenamiento del suelo debido a la necesidad de emplear el agua almacenada en el suelo para suplir sus necesidades. Lo anterior implica que principalmente entre los meses de enero y julio se presente déficit de agua en casi la totalidad de las microcuencas.

## 3.2 GEOLOGÍA

### 3.2.1 Resumen

Con el objetivo de generar la información Básica geológica requerida para la implementación de la Gestión del Riesgo en el POMCA de la Cuenca Canal del Dique, elaborada siguiendo los parámetros definidos en el protocolo del Minambiente (2014) y cumpliendo con las especificaciones técnicas del Fondo Adaptación-FA (2014); se presenta esta memoria explicativa que acompaña los resultados definidos en los mapas geológicos y de materiales superficiales-UGS a escala 1:25.000, existentes en la cuenca.

El Mapa geológico evidencia la presencia de rocas sedimentarias formadas desde los periodos Cretácico al Neógeno, afectadas por fallas inversas con vergencia al oeste y estructuras anticlinales-sinclinales amplias y estrechas que hacen parte de los cinturones de San Jacinto y Sinú. Rocas que muestran procesos orogénicos compresivos y transpresivos típicos de ambientes geológicos de tectónica de placas en márgenes de bordes de apilamiento, relacionadas con la actividad geológica de la placa Caribe. Estas secuencias sedimentarias están cubiertas por depósitos coluviales, aluviales, lacustres, eólicos, costeros y de playa; actualmente están siendo afectadas por la acción de vulcanismo de lodo producto de la acción dinámica de la corteza terrestre en la región y la marcada acción del hombre con la generación de canteras que surten la demanda actual de materiales requeridos para el desarrollo de la infraestructura vial y urbanística de la región.

La caracterización efectuada a los Materiales Geológicos Superficiales-UGS identificados en la cuenca, define que el 1,6%, del área presenta rocas de dureza alta, localizadas en el cinturón de San Jacinto (Este de la cuenca) y en la parte septentrional del cinturón del Sinú (Oeste de la cuenca, sectores de Turbaco y Turbaná); el 5,5 % presenta rocas de dureza intermedia, el 43% roca blanda, mientras que el 49,9% está cubierta por depósitos cuaternarios. Además, el Análisis de la densidad de fracturamiento que presentan las rocas define que el 17,08% del área de la cuenca presenta una densidad alta, el 7,3% una densidad media y el 43,1% baja, (el 48,1% está cubierta por depósitos). Estos resultados concuerdan con la mayor afectación tectónica que ha sufrido el cinturón de San Jacinto comparativamente con el cinturón del Sinú.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos la evaluación geológica evidencia que aproximadamente el 92,9% de la cuenca es frágil ante la eventualidad de los agentes meteóricos y la acción antrópica.

### 3.2.2 Introducción

Este informe presenta la memoria explicativa de los resultados obtenidos de la caracterización geológica en la Cuenca Canal del Dique, como parte integral de la componente física para el análisis de la Gestión del Riesgo. El procesamiento consideró la compilación de la información geológica disponible a escala 1:100.000, el análisis e interpretación de la información geológica básica a escala 1:25.000 junto con el control de campo efectuado en las partes Norte y Sur de la cuenca equivalente aproximadamente al 40% del área, así como la restitución e interpretación de imágenes para lograr la recuperación de la información geológica, en la parte central (60%del área total). Labores



efectuadas para lograr el análisis de la susceptibilidad, la amenaza y el riesgo, por movimientos en masa-MM, torrencialidad e inundaciones en la fase de diagnóstico definida para el POMCA Canal del Dique.

### 3.2.3 Alcances

Los Alcances Técnicos y los Términos de referencia definidos en el Protocolo para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCA en la Cuenca Canal del Dique, definen los alcances y las técnicas a utilizarse en el desarrollo del tema, referentes tenidos en cuenta para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Las limitantes para un buen ejercicio es el tiempo definido para el desarrollo del POMCA, que es muy ajustado, dado el tiempo requerido por las entidades del estado para la entrega de la información y la anuencia de entrega por parte del sector privado. Además, de la consecución de permisos para el ingreso a los predios para la toma de información y los muestreos requeridos.

### 3.2.4 Localización

La Cuenca Canal del Dique se ubica en los departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre, jurisdicción de los municipios de Usiacurí, Piojo, Baranoa, Luruaco, Sabanalarga, Repelón, Candelaria, Villanueva, Santa Catalina, Manatí, San Estanislao de Kostka, Soplaviento, San Cristóbal, Santa Lucía, Campo de la Cruz, Suan, Calamar, Arroyohondo, Turbaco, Turbaná, Arjona, Mahates, María La Baja, San Juan de Nepomuceno, San Jacinto, El Carmen de Bolívar, San Onofre y la ciudad de Cartagena de Indias ver **Figura 3.215**.

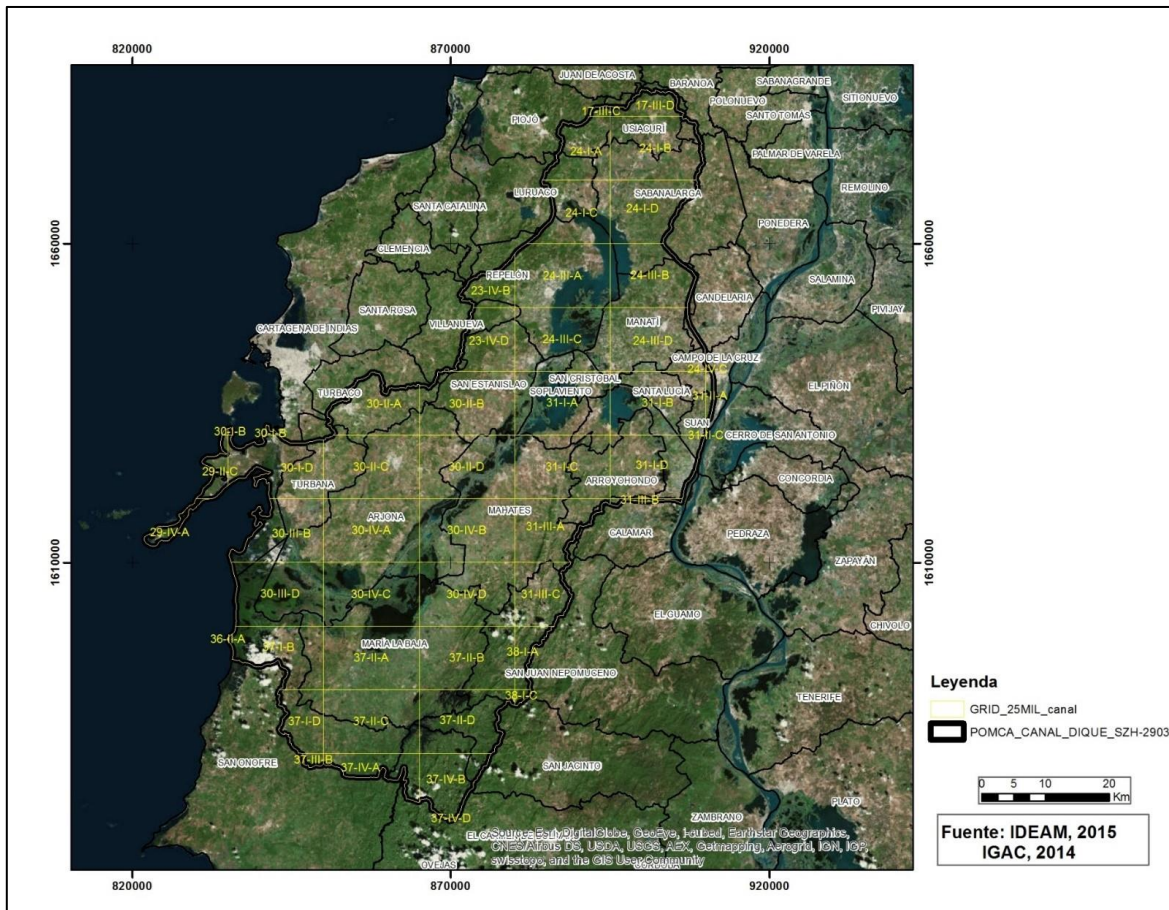
Figura 3.215. Delimitación de la Cuenca Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.216** se muestra a la Cuenca Canal del Dique con el cubrimiento total de las 50 planchas a escala 1:25.000 (17IIIC, 17IIID, 23IVB, 23IVD, 24IA, 24IB, 24IC, 24ID, 24IIIA, 24IIIB, 24IIIC, 24IIID, 24IVC, 29IIA, 29IIC, 29IVA, 30IIA, 30IVA, 30IIIB, 30IB, 30IIID, 30ID, 30IIC, 30IID, 30IVB, 30IVC, 30IVD, 31IIIA, 31IIIB, 31IIIC, 31IA, 31IB, 31IIA, 31IIC, 31ID, 31IB, 31IC, 37IB, 37ID, 37IIC, 37IIIB, 37IVA, 37IIA, 37IIB, 37IID, 37IVA, 37IVB, 37IVD 38IA, y 38IC).

**Figura 3.216. Distribución de planchas 1:25.000 de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.5 Generalidades

La Cuenca Canal del Dique de 441.010,774 hectáreas, es considerada por su producción agrícola, ganadera y pesquera de gran importancia regional que sustenta buena parte del consumo requerido por la demanda agroindustrial de Cartagena y Barranquilla.

#### 3.2.5.1 Infraestructura

El Canal del Dique presenta una buena infraestructura vial, fluvial, marítima y aeroportuaria. La infraestructura terrestre es de vías de primero, segundo y tercer orden, y se está iniciando la construcción de vías de tercera generación (doble calzada) en las



inmediaciones del Distrito de Cartagena (Mamonal con Gambote). La comunicación fluvial se efectúa a través del río Magdalena, el Canal del Dique y en pequeña escala a través de los embalses y ciénagas ubicadas dentro del perímetro de la cuenca. La Navegación Marítima comercial y turística se efectúa a través del Puerto de Cartagena con embarcaciones de importante calado. Además, se resalta la importancia del aeropuerto internacional de Cartagena como gran polo de desarrollo turístico nacional, ubicado en la parte media Occidental de la cuenca.

### 3.2.5.2 Población

En la Cuenca Canal del Dique se localiza Cartagena, capital del Departamento de Bolívar principal polo de desarrollo comercial Nacional e Internacional y se constituye en el principal centro poblacional de la cuenca con 971.700 habitantes. Además, existen municipios como Sabanalarga, Usiacurí, Repelón, Manatí, Suan, Calamar, Campo de la Cruz, Arroyohondo, María la Baja y Mahates entre otros, cuya población por municipio no es superior a los 100.000 habitantes.

### 3.2.5.3 Clima y Productividad

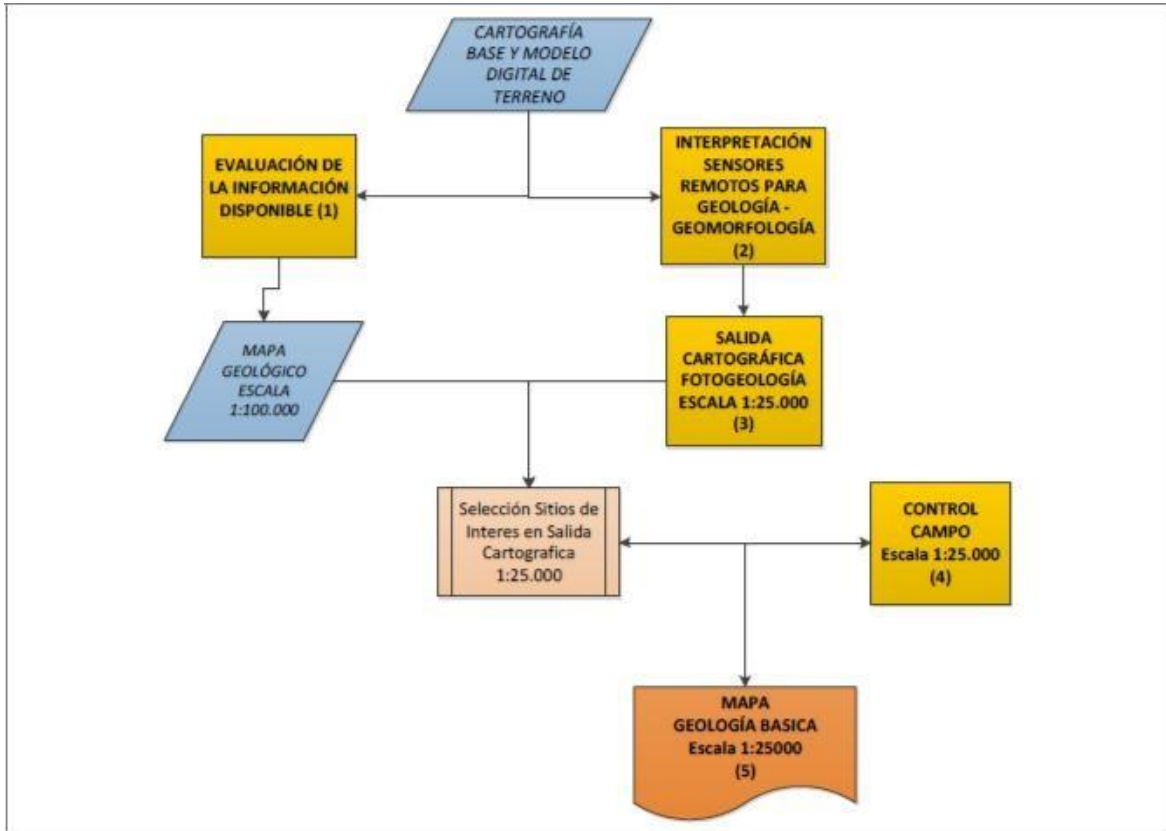
Las condiciones climáticas oscilan entre tropical húmedo, seco y semiárido en las épocas donde son deficientes las precipitaciones. Es sobresaliente el clima templado en la serranía de San Jacinto dadas las condiciones topográficas que inciden en las corrientes de aire de los vientos alisios del Noreste y las precipitaciones en la cuenca de marcada incidencia en la productividad de la región. La temperatura media anual es del orden de los 27°C; con medias máximas registradas de 29,9°C, y mínimas de 25°C, entre octubre y noviembre.

En la cuenca se presentan cultivos de yuca, plátano, maíz, el arroz, algodón, el ñame, tabaco y frijol en la parte alta de la serranía de San Jacinto, y son sobresalientes las actividades pecuarias y la pesca.

## 3.2.6 Metodología

Para el desarrollo temático se utilizaron dos técnicas metodológicas: la primera siguió la secuencia definida en el protocolo, **Figura 3.217** que resalta en color azul el procesamiento de información secundaria, el amarillo actividades de oficina y actividades de campo, que dan soporte básico al proceso de diagnóstico.

**Figura 3.217. Diagrama del proceso para la generación del producto mapa de geología básica para el POMCA de la CRAS.**



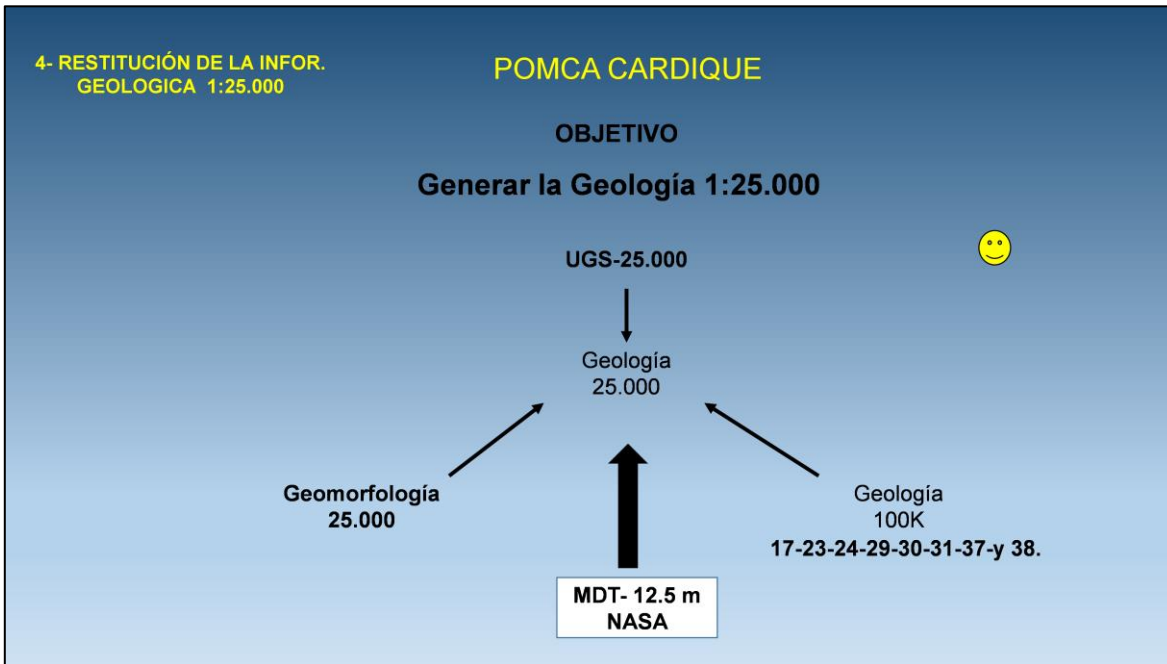
Fuente: Protocolo MINAMBIENTE 2014.

El esquema metodológico de la **Figura 3.217** detalla el procedimiento utilizado para el desarrollo del tema en el 40% del área, que se inició con la compilación, análisis e interpretación de la información geológica de las planchas 16,17, 24, 23,29, 30, 31, 36, 37, 38, a escala 1:100.000, obtenidas del Servicio Geológico Colombiano (SGC), complementada con información pertinente de reconocido valor científico.

Esta labor permitió precisar y caracterizar las unidades crono y litoestratigráfica, y los diferentes eventos tectono-estructurales que las afectan, información que se consolidó y se estructuró digitalmente en el respectivo mapa geológico de la Cuenca Canal del Dique, a escala 1:100.000.

Pero dado que el desarrollo de la evaluación de la cuenca se efectuó en dos etapas cronológicamente muy distanciadas (60% inicialmente, 40% posteriormente) y la no existencia de la información geológica a escala 1:25.000 de la primera fase, fue necesario con base en la información disponible utilizar una segunda técnica para recuperar la información geológica en la parte central de la cuenca (aprox. 60% del área), (ver **Figura 3.218**).

**Figura 3.218. Técnica metodológica utilizada para la recuperación de la información geológica en la parte central (60%), de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con la salida cartográfica integrada obtenida en los pasos anteriores, se consolidó el mapa geológico de la cuenca a escala 1:25.000, que fue la base para la planeación y el control de campo de los tipos de rocas y depósitos (composición, textura, estructura, sorteamiento, porosidad y permeabilidad) y sus disposiciones estructurales (rumbo y buzamiento), fallas, rasgos estructurales, familias predominantes de diaclasas y fracturas (datos tomados en c/u de las estaciones de control regional) realizado y la posterior localización de sitios para caracterizar geotécnicamente los materiales geológicos superficiales (UGS).

Con base en el control de campo efectuado a escala 1:25.000 se consolidó el mapa geológico a escala 1:25.000 con sus atributos de: tipos de rocas aflorantes (composición, textura, estructura, selección, porosidad y permeabilidad), tipos de depósitos y suelos y principales rasgos estructurales. Para todos los efectos se siguieron las convenciones utilizadas por el SGC.

Para las actividades en campo, se diligenciaron los diferentes formatos requeridos en el Protocolo, se desarrollaron de forma individual en campo, pero se unificó la información en una base de datos, donde se consolidó los diferentes formatos en uno solo para tener un mejor manejo de la información.

El formato de campo consolidado en la base de datos se encuentra en el **Anexo 3.2.1** y los formatos originales desarrollados en campo en el **Anexo 3.2.2**.

Finalmente, como labor de oficina, se analizó toda la información de campo y se consolidó el mapa geológico de la cuenca a escala 1:25.000.



### 3.2.6.1 Fotointerpretación Geológica y UGS.

La Fotointerpretación geológica se realizó a partir de insumos como las imágenes de sensores remotos **Tabla 3.63**, la interpretación geológica se generó en la parte más Norte (Atlántico) y Sur (Sucre) de la cuenca, las cuales están cubiertas por 22 planchas (17IIIC, 17IIID, 24IA, 24IB, 24IC, 24ID, 23IVB, 24IIIA, 24IIIB, 24IIIC, 24IIID, 24IVC, 31IB, 31IIA, 31IID, 30IIIB, 30IIID, 37IB, 37ID, 37IIC, 37IIIB y 37IVA). En estas áreas se realizó fotointerpretación con énfasis en los tipos de rocas, depósitos (traslocados y transportados) y suelos residuales, utilizando el Modelo Digital de Terreno – MDT de 12,5 m de resolución, Imágenes Landsat, Radar, Spot, fotografías aéreas y con la información recopilada, **Figura 3.219**.

El área que pertenece al departamento de Bolívar o zona central de la cuenca, y de la cual corresponden 36 planchas (23IVB, 23IVD, 24IIIC, 29IIA, 30IB, 30IIA, 30IIB, 31IA, 31IB, 29IIC, 30ID, 30IIC, 30IID, 31IC, 31ID, 29IVA, 30IIIB, 30IVA, 30IVB, 31IIIA, 31IIIB, 30IIID, 30IVC, 30IVD, 31IIIC, 37IB, 37IIA, 37IIB, 38IA 37ID, 37IIC, 37IID, 38IC, 37IVA, 37IVB y 37IVD), en donde existe cartografía geomorfológica y de unidades geológicas superficiales (UGS) a escala 1:25.000 elaborada por el SGC.

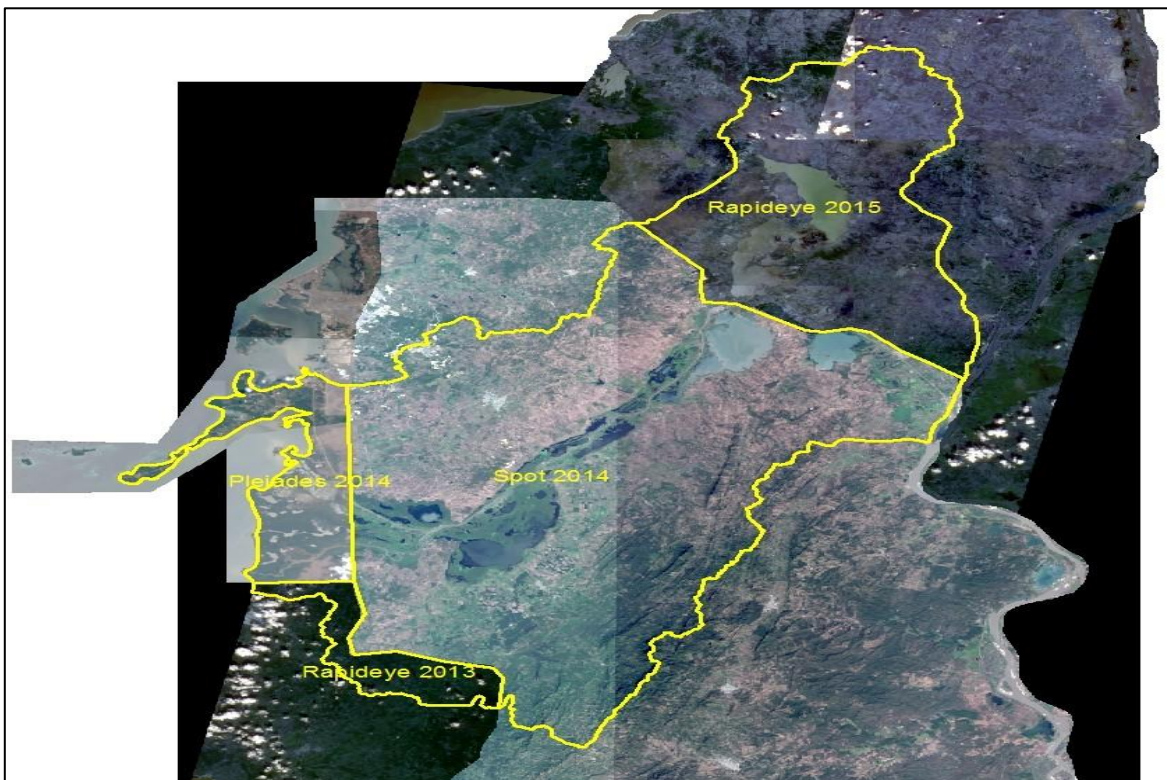
Con base a la información existente, la cartografía base 1:25.000 y el Modelo Digital de Terreno – MDT de 12,5 m de resolución, se reinterpreta y ajustan los contactos de las unidades geológicas recuperadas, de esta manera se obtiene el mapa de fotointerpretación geológica y fotointerpretación de Unidades Geológicas Superficiales **Figura 3.220** y **Figura 3.221**.

**Tabla 3.63. Sensores remotos para interpretar la fotogeología de la Cuenca Canal del Dique.**

SENSOR	AÑO	MES	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	NUBOSIDAD	Has	%
Spot 2014	2014		1,5 m	4 bandas	4%	282,340.5	64.10%
Rapideye 2015	2015		5 m	5 bandas	5%	109,393.5	24.84%
Rapideye 2013	2013	Diciembre	6 m	5 bandas	5%	16,424.8	3.73%
Pleiades 2014	2014		0,5 m	4 bandas	4%	32,315.2	7.34%
<b>Total</b>						<b>440,474.1</b>	<b>100.00%</b>

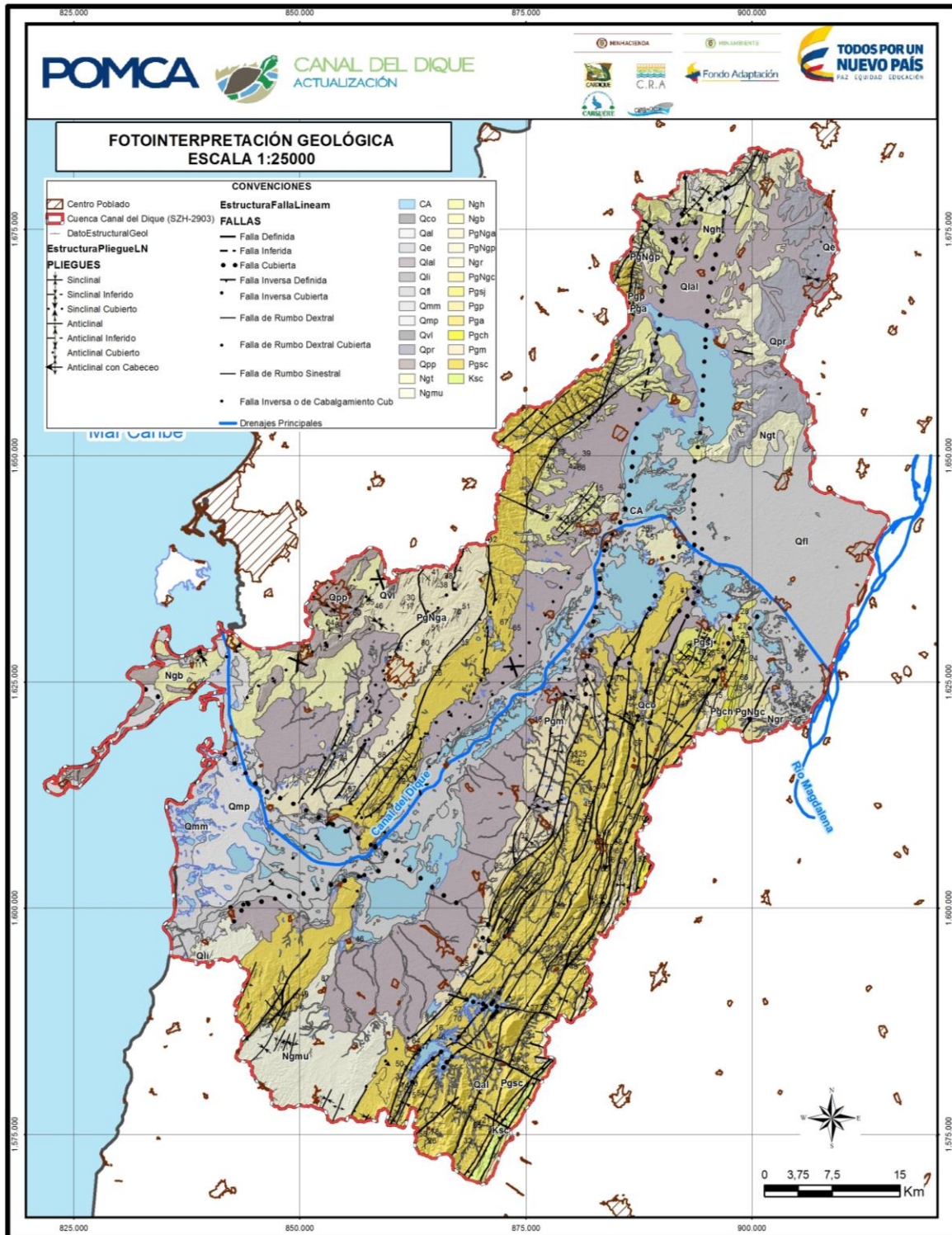
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.219. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la fotogeología de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

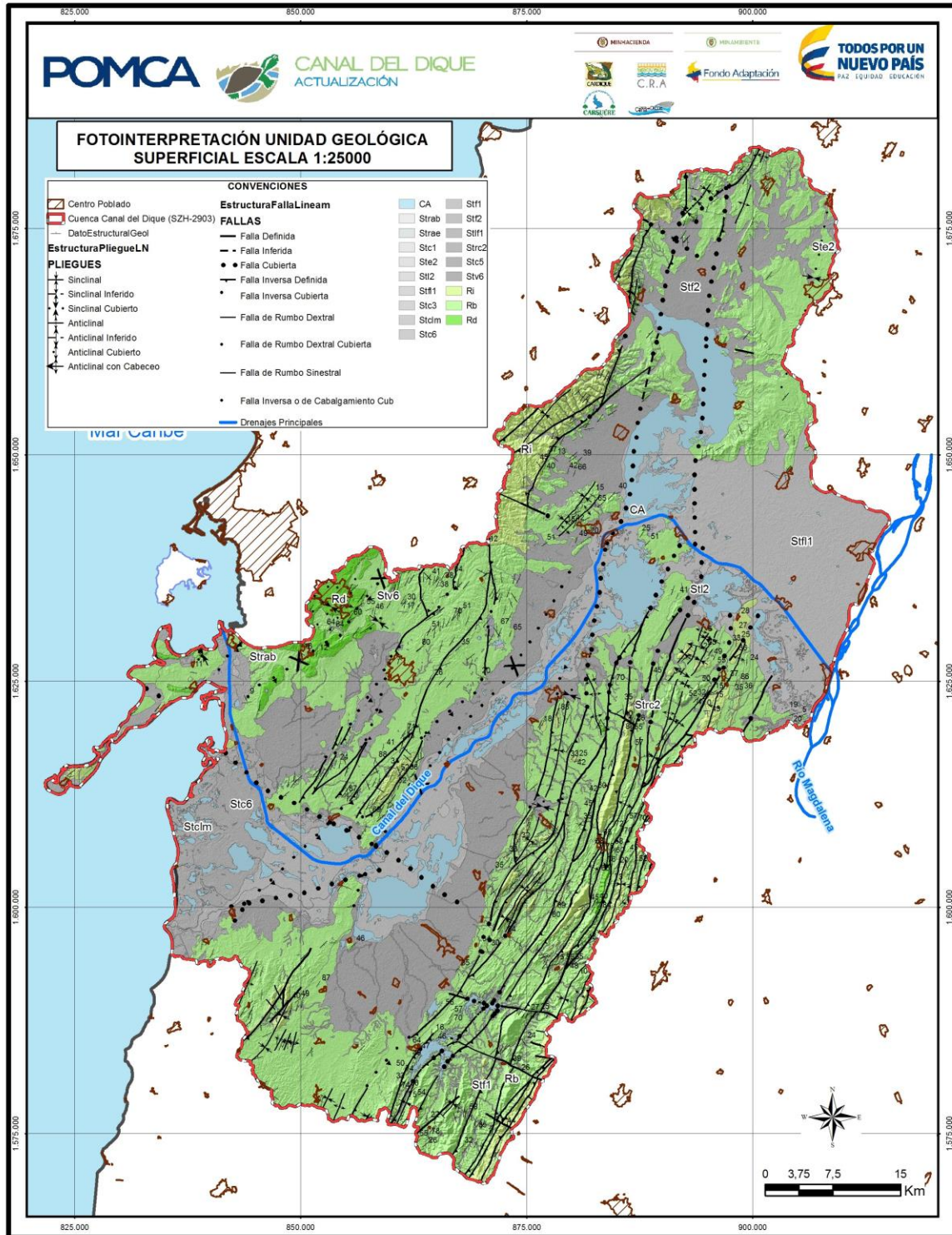
**Figura 3.220. Mapa de fotointerpretación geológica a escala 1:25.000, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.221. Mapa de fotointerpretación de Unidades Geológicas Superficiales a escala 1:25.000, Cuenca Canal del Dique.**

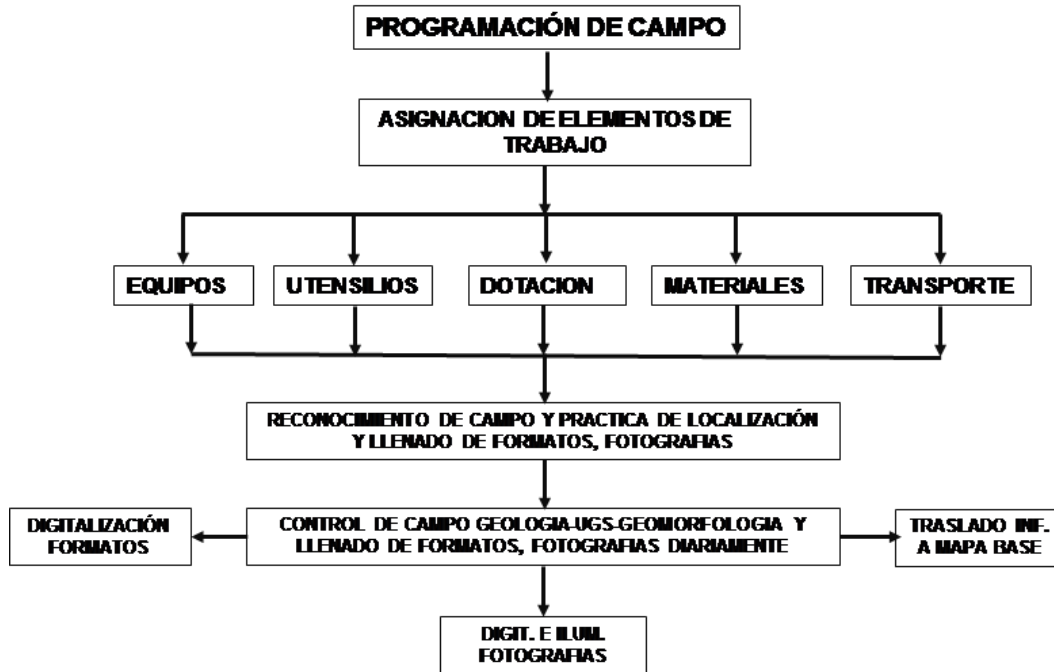


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.6.2 Actividades de Campo

Estas actividades del día a día solicitada por la interventoría, se fundamenta en la localización en oficina de los puntos de control, elaboración de la programación día a día, con el talento humano asignado, entrega de elementos de campo tales como: mapas, formatos, tablas guías para el llenado de los formatos, tablas de soporte, útiles y el equipo técnico (GPS, brújula, martillo, lupas, penetrómetros, HCl, distanciómetro laser), La dotación (impermeable, paraguas y botas), traslado, reconocimiento de la cuenca y practica de estación de control y llenado de formatos correspondientes (ver **Figura 3.222**).

**Figura 3.222. Esquema conceptual para la ejecución de las actividades de campos actividades de campo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Día a día, los geólogos e ingenieros participantes diligencian el punto de estación en el mapa base, digitalizan los formatos e iluminan las fotografías correspondientes (ver **Figura 3.223**, **Figura 3.224** y **Figura 3.225**).

Los formatos de campo se encuentran en el **Anexo 3.2.3**.





### 3.2.7 Análisis de Información

Se compilo la información disponible en el SGC, definida en la fase de aprestamiento, junto con la información compilada de las corporaciones autónomas regionales y los Comités regionales y locales de emergencia; información que se analizó y es la fuente básica para el desarrollo de la fase de diagnóstico (ver **Tabla 3.64**). Con base en lo anterior, se identificó que el 60% del área de la cuenca tiene información oficial del SGC para UGS y Geomorfología a escala 1:25000 (**Figura 3.226** y **Figura 3.227**); mientras que el 40% restante no cuenta con información. Por lo tanto, la información fue elaborada en esta etapa de Diagnóstico, la información analizada corresponde a las temáticas de geología y UGS.

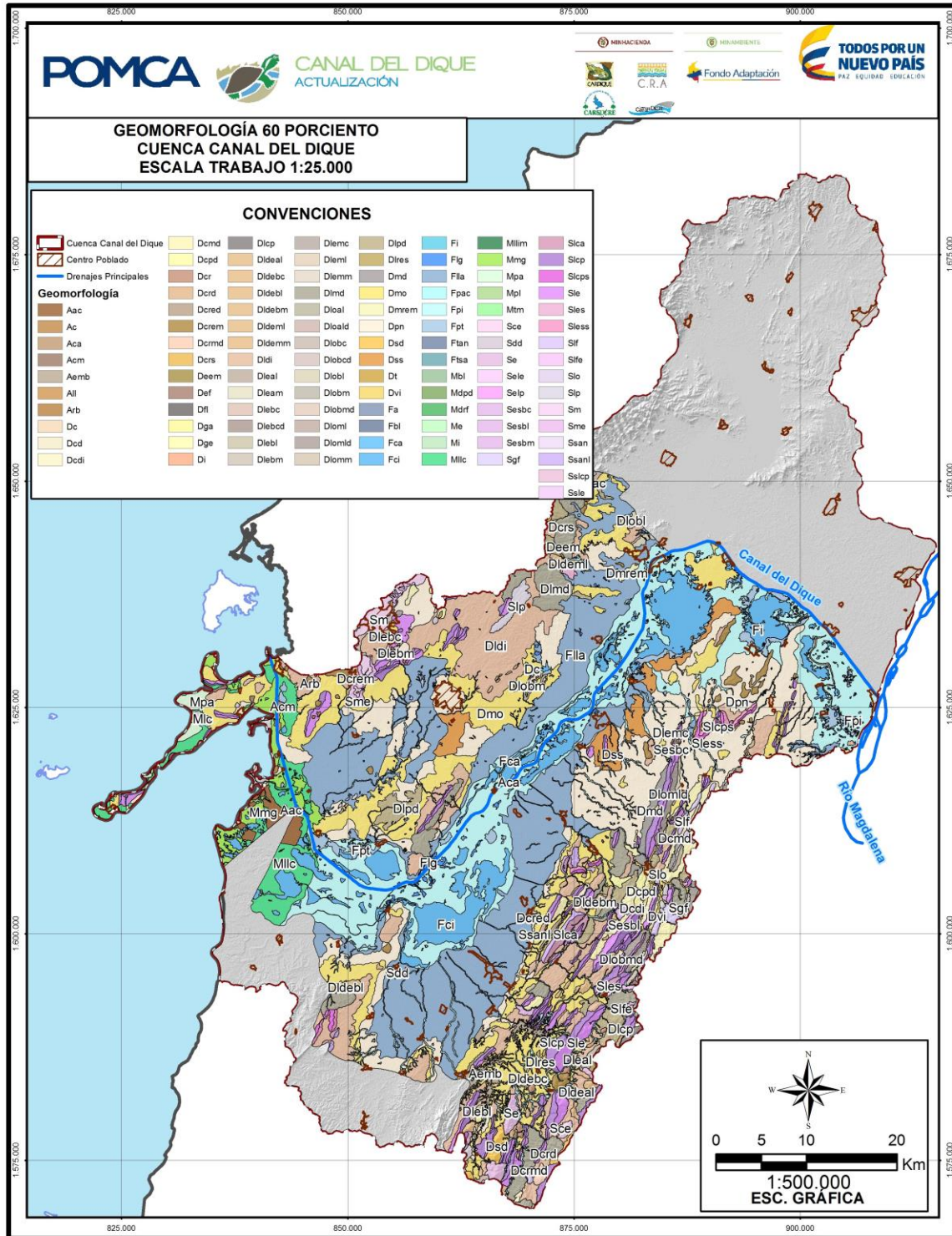
Toda la información de cartografía se encuentra en la en la carpeta **SIG\_POMCA\_CANALDIQUE**.

**Tabla 3.64. Información entregada y analizada.**

TITULO	AÑO	AUTOR	CONTENIDO	ANEXOS	ESCALA
Memoria Explicativa Planchas 23 Cartagena, 29 y 30 Arjona, Escala 1:100.000.	2001	INGEOMINAS, Guzmán G., et al., 1998.	Estratigrafía de los Cinturones del Sinú y San Jacinto, Tectónica y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Memoria Explicativa Plancha 24 Sabanalarga, Escala 1:100.000.	2001	INGEOMINAS, Reyes & zapata., 1998.	Estratigrafía, Geología Estructural y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Memoria Explicativa Plancha 31 Calamar-Campo de la Cruz, Escala 1:100.00.	2001	INGEOMINAS, Barrera, R., et al., 1998.	Estratigrafía, Geología Estructural y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Memoria Explicativa Planchas 16-17 Galerazamba y Barranquilla, Escala 1:100.000.	2001	INGEOMINAS, Barrera R., 1998.	Estratigrafía, Geología Estructural y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Memoria Explicativa Planchas 36-37, María La Baja, Inédita. Escala 1:100.000.	1998	INGEOMINAS, Guzmán G., et al., 1998.	Estratigrafía, Geología Estructural y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Memoria Explicativa Plancha 38, Carmen de Bolívar. Escala 1:100.000.	2001	INGEOMINAS, Duque-Caro, H., et al., 1996.	Estratigrafía, Geología Estructural y Evolución Geológica.	Mapa	1:100.000
Geología de los Cinturones del Sinú, San Jacinto y Borde Occidental del Valle Inferior del Magdalena Caribe Colombiano Escala 1:300.000.	2004	INGEOMINAS, Guzmán G., et al.	Estratigrafía de los cinturones plegados del Sinú y San Jacinto, Marco Geológico Regional y Geología Estructural	Mapa	1:300.000
Unidades Geológicas Superficiales y Subunidades Geomorfológicas en un Área de la Jurisdicción de CARDIQUE a Escala 1:25.000.	2015	CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 005 DE 2015	Marco geológico regional, Unidades Geológicas Superficiales y Geomorfológicos.	Mapas UGS Y Geomorfología	1:25.000

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

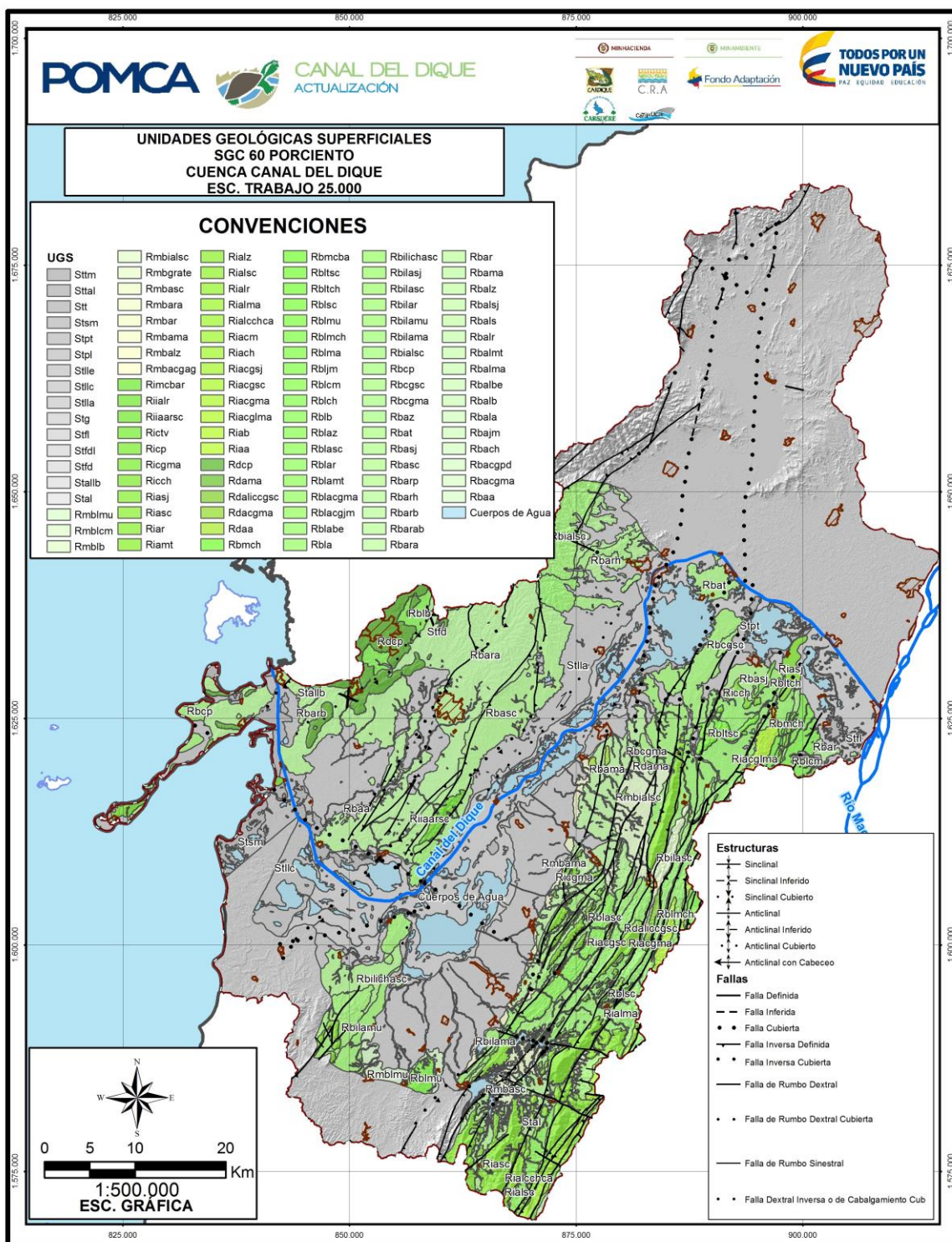
Figura 3.226. Geomorfología a escala 1:25000 área de influencia CARDIQUE.



Fuente: SGC, 2015.



Figura 3.227. Unidades Geológicas Superficiales a escala 1:25.000 área de influencia CARDIQUE.



Fuente: SGC, 2015.



### 3.2.8 Geología a Escala 1:100.000

En este capítulo se presenta la memoria explicativa de la geología a escala: 100.000, producto de la compilación de la información disponible de la Cuenca Canal del Dique.

El área en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique, ha sido objeto de investigaciones geológicas dirigidas a definir sus características litoestructurales y el hallazgo de recursos minerales e hidrocarburos, por parte de las entidades del estado como el Ingeominas, Ecopetrol y últimamente temas de incidencia ambiental por parte del Minambiente a través de sus CAR; El Servicio Geológico Colombiano-SGC; los Comités Regionales y Locales de emergencias, así como empresas privadas de consultoría, prospección y exploración de hidrocarburos y materiales para la construcción de vivienda y obras de infraestructura y desarrollo regional, (ver **Figura 3.228**).

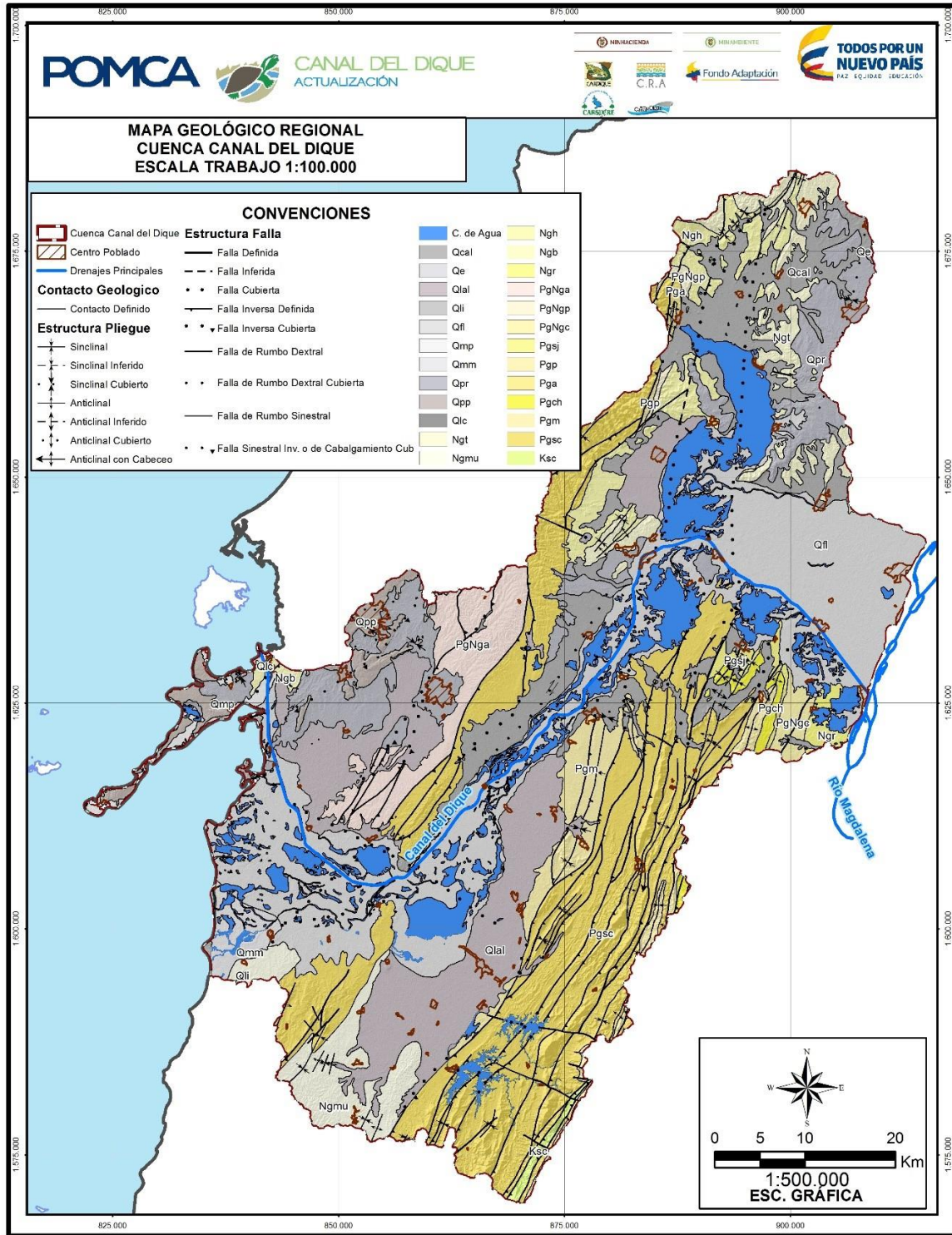
Información, que para los alcances del POMCA es considerada para el entendimiento del marco Geológico evolutivo en donde se ubica la cuenca y su incidencia en el tema de la implementación de la gestión del riesgo en los temas de movimientos en masa, la torrencialidad e inundaciones, a escalas mayores.

#### 3.2.8.1 Estratigrafía

El Mapa de la **Figura 3.228** consolida la información estratífica y tectono-estructural de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:100.000, información que es el producto de la integración cartográfica regional a escalas 1:250.000; 1:500.000; 1:100.000; 1:50.000 realizada por el Ingeominas (hoy SGC), las Corporaciones regionales que hacen parte de la cuenca y trabajos de investigación geológica. Dentro de ellas se destacan parte de los mapas departamentales del atlántico, Bolívar y Sucre elaborados por el Ingeominas; las planchas 16-17, Galerazamba y Barranquilla, (Barrera R., 1998); Plancha 24, Sabanalarga, (Reyes & Zapata., 1998); Plancha 23 y 29-30 Cartagena-Arjona, (Guzmán G., et al., 1998); Plancha 31, Calamar-Campo de la Cruz, (Barrera R., et al., 1998); Planchas 36-37, María La Baja, (Guzmán G., et al., 1998), Inédita y la Plancha 38, Carmen de Bolívar., (Duque-Caro, H., et al., 1996).

Además, investigadores como Duque-Caro (1967, 1968, 1971, 1973, 1979, 1980, 1984), Dueñas & Duque-Caro (1981), Duque-Caro (1972), con la propuesta de la subdivisión en ciclos tectono-sedimentarios para el Norte de Colombia y sus relaciones con la paleoecología; Duque-Caro et al., (1983) cuadrángulo E8 y D8, donde establece el pilar para la ubicación crono-estratigráfica de las unidades del Caribe; Duque Caro (1979); Page W, (1983); J,F Flinch (2003); Cediél, F., et al., (2003); Shaw R, et al., (2004); Joan F. Flinch and Veronica Castillo (2015) y Mora. V., J, A et al., (2017) entre otros, han contribuido al conocimiento geológico de la costa Caribe colombiana en donde se inserta la Cuenca Canal del Dique.

Figura 3.228. Mapa Geológico a escala 1:100.000.

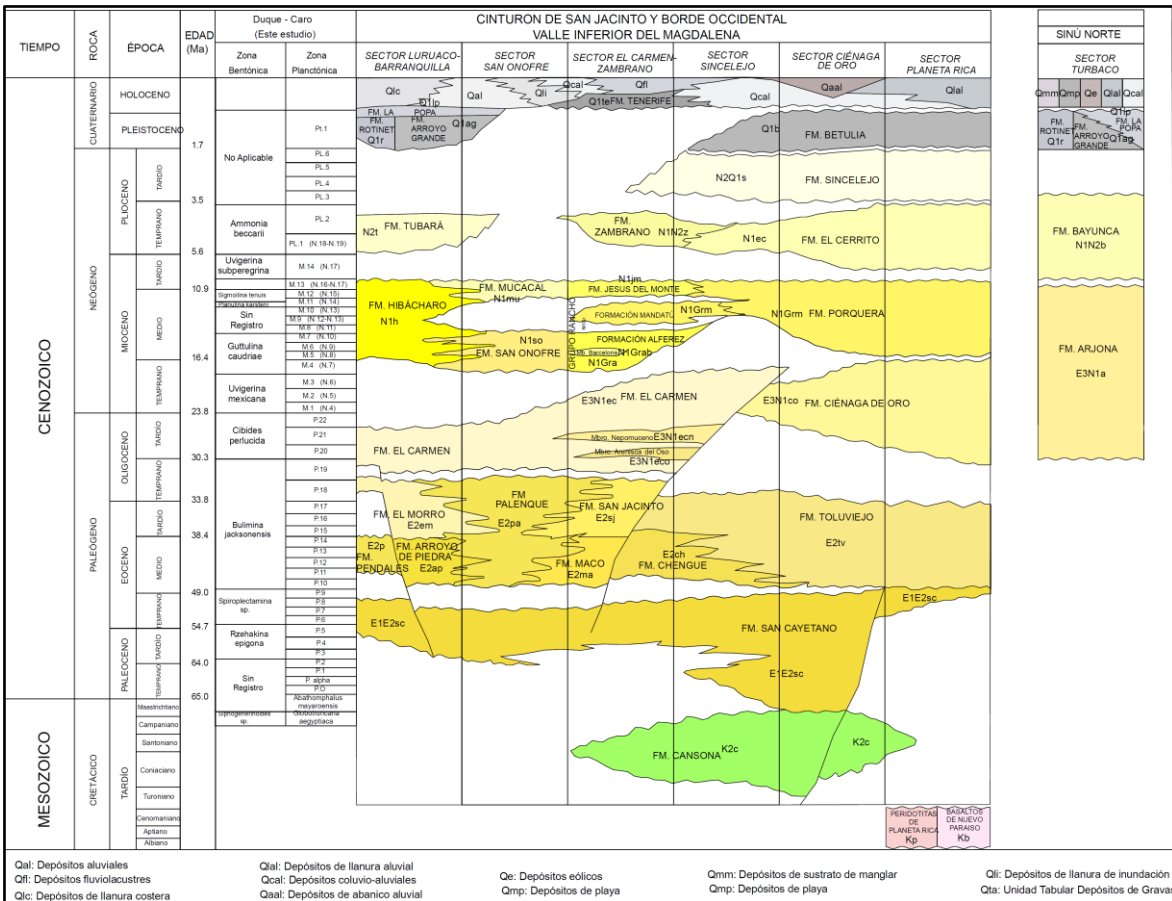


Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2004.

La Cuenca Canal del Dique conformada por las estribaciones Noroccidentales de la Serranía de San Jacinto, (al Este) y la margen oriental de la serranía de Luruaco al Oeste, son los rasgos orográficos que limitan una artesa amplia de rumbo NE-SW, de génesis tectónica, (donde se ha construido el Canal del Dique), cubierta por depósitos cuaternarios que cubren rocas sedimentarias en su mayoría de origen marino profundo a litoral depositadas desde el Cretácico superior (Formación Cansona), el Paleógeno (Formaciones San Cayetano, Pendales, Maco, Chengue, San Jacinto, Arroyo de Piedra, Arjona, Carmen y las Perdices); el Neógeno (Formaciones Rancho, Hibacharo, Bayunca, Mucacal y Tubara). Los depósitos cuaternarios están agrupados como las Gravas de Rotinet, y las formaciones Arroyo Grande y La Popa. Además, existen depósitos recientes (Eolicos Aluviales, Coluviales y mixtos de playa).

La **Figura 3.229**, ilustra la correlación lito-estratigráfica de las unidades presentes en los dos cinturones, que hacen parte de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.229. Correlación estratigráfica de los Cinturones Sinú-San Jacinto y borde oeste del VIM.**



Fuente: Tomada de Guzmán G. 2003.

En la **Tabla 3.65**, se describen las rocas y depósitos identificadas en la Cuenca Canal del Dique, descritas de más antiguas al reciente: Las diferentes leyendas se encuentran en el **Anexo 3.2.4**.



**Tabla 3.65. Unidades litoestratigráficas y depósitos de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:100.000.**

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:100.000						
CUENCA CANAL DEL DIQUE-POMCA						
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	LITOGÉNESIS, ESPESOR, CONTACTOS Y EDAD	DOMINIO LITOGICO	
Fanerozoico	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Coluvio Aluviales (Qcal).	Gravas, arenas, limos y arcillas.	
				Depósitos Eólicos (Qe).	Arenas.	
				Depósitos de Llanura Aluvial (Qlal).	Arenas, arcillas y en menor proporción gravas.	
				Depósitos de llanura de inundación (Qli).	.Arenas, arcillas y lodos.	
				Depósitos fluvio lacustres (Qfl).	Arenas, limos y arcillas.	
				Depósitos de Playa (Qmp).	Arenas.	
				Depósitos de Manglar (Qmm).	Arenas, limos y lodos.	
			Depósito de llanura Costera (Qlc)	Arenas.		
			Pleistoceno	Gravas de Rotinet (Qpr).	Gravas, calizas, chert negro.	
				Formación la Popa (Qpp).	Calizas arrecifales y areniscas calcáreas.	
		Formación Tubara (Ngt).		Shales, areniscas arcillosas y areniscas.		
		Terciario	Neógeno	Plioceno	Formación Tubara (Ngt).	Shales, areniscas arcillosas y areniscas.
					Mioceno	Formación Mucacal (Ngmu),
				Formación Hibacharo (Ngh).		Arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas.
				Formación Bayunca (Ngb).		Areniscas, limolitas y lodolitas.
			Formación Rancho (Ngr).	Areniscas y arcillolitas.		
			Paleógeno	Oligoceno	Formación Arjona (PgNga).	Lodoltas, areniscas y areniscas conglomeráticas.
					Formación las Perdices (PgNgp).	Shales arcillosas, shales arenosos y chert.
					Formación Carmen (PgNgc).	Lodoltas, areniscas y areniscas conglomeráticas. Arcillolitas, areniscas.
				Eoceno	Formación San Jacinto (Pgsj).	Conglomerados y areniscas conglomeráticas.

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:100.000					
CUENCA CANAL DEL DIQUE-POMCA					
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES	
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	LITOGÉNESIS, ESPESOR, CONTACTOS Y EDAD	DOMINIO LITOGICO
				Formación Péndales (Pgp).	Conglomerados, basaltos, calizas, chert.
				Formación Arroyo de Piedra (Pga).	Lodolitas y calizas.
				Formación Chengue (Pgch).	Shales y areniscas.
				Formación Maco (Pgm).	Conglomerados y areniscas.
			Paleoceno	Formación San Cayetano (Pgsc).	Shales arenosos y areniscas sucias.
MESOZOICO		Cretácico	Superior	Formación Cansona (Ksc).	Limolitas, chert, areniscas y conglomerados.

Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2004.

### 3.2.8.1.1 Mesozoico-Cretáceo Superior

#### 3.2.8.1.1.1 Formación Cansona (Ksc)

Definida originalmente por Wood (en Butler, 1942) en la Serranía de Cansona, localizada al SE de la Cuenca Canal del Dique, en las estribaciones de la Serranía de San Jacinto y redefinida por Ingeominas (2003), en la cantera de San Carlos al Este de la población de Lórica e inmediatamente al Norte del corregimiento de San Sebastián, Departamento de Córdoba, en donde identifican 3 segmentos estratigráficos compuestos de base a techo por chert y limolitas laminadas e intercaladas con arcillolitas y lodolitas, limolitas silíceas, limolitas calcáreas a micritas gris azulosas, lodolitas y chert, de aproximadamente 90 m. de espesor, secuencia que presenta rocas volcánicas básicas piroclásticas e ígneas intrusivas al Sur del área. Sin embargo, la Formación Cansona ha sido referida por Duque Caro (1972<sup>a</sup>, 1972<sup>b</sup>, 1973), con diferentes connotaciones: “Ciclo Cansona” y el de “Piso Cansona” para referirse a unidades tiempo-roca o a las Series Cansonense (Cansonian Series en Duque - Caro, 1984) Estas unidades tiempo-roca incluyen las formaciones Cansona y San Cayetano, porque se consideran como pertenecientes al mismo ciclo de sedimentación inicial del cinturón de San Jacinto.

### 3.2.8.1.2 Terciario-Paleógeno

#### 3.2.8.1.2.1 Formación San Cayetano (Pgsc)

Chenevart, (1963), menciona originalmente esta Unidad sin aclarar su sección tipo, como una secuencia de limolitas de color oscuro, interestratificadas de margas con nódulos de calizas y capas silíceas blancuzcas que según Julivert (1968), hacia el techo las limolitas se hacen localmente glauconíticas. Posteriormente Duque-Caro, (1973), Dueñas & Duque-Caro, (1981) utilizan el termino Formación San Cayetano Inferior y Superior en el área de Ciénaga de Oro sin precisar una sección tipo. Guzmán, G. et al., (1994), y otros autores como Duque-Caro, et al., (1996); Barrera R, (1999); Reyes et al., (2001); Clavijo & Barrera, (2001), consideran que la Formación San Cayetano Inferior hace parte de la Formación Cansona y redefinen la parte Superior como Formación San Cayetano, fundamentados en fauna y características litológicas. Además, recomiendan como sección tipo, la vía San Cayetano–Carreto.

En la Cuenca Canal del Dique está compuesta por secuencias grano-decrescientes de litoarenitas arcósicas desde conglomeráticas hasta grano fino, generalmente café amarillento por alteración a verde oliva oscuro en muestra fresca, cemento silíceo, localmente calcáreo, mal seleccionadas con intercalaciones de lodolitas con arenitas grises de grano fino a medio, cemento calcáreo, bioturbadas, estratificadas en capas gruesas a muy gruesas, con abundante yeso y azufre secundario. En las planchas 24, 31 y 38, referencian olitostromos de calizas micríticas bioclásticas y hacia el tope de la secuencia afloran niveles de chert en capas delgadas

#### 3.2.8.1.2.2 Formación Maco (Pgm)

La definición original de la Formación Maco es de Butler (1942), informe interno de la Texas Petroleum Company, para referirse a una secuencia de conglomerados y areniscas aflorantes en el cerro Maco (Duque–Caro, 1991).

La formación Maco está conformada por una secuencia de litoarenitas arcósicas de grano medio y grueso conglomeráticas, generalmente amarillas por alteración, cemento silíceo localmente calcáreo, mala selección a moderada; estratificadas en capas gruesas amalgamadas continuas; internamente los granos están en forma desorganizada, masiva. El estado de alteración le da friabilidad.

Intercalaciones de conglomerados polimícticos con clastos hasta de 1 cm de diámetro, en matriz arenosa, en capas gruesas, esporádicamente con intercalaciones de lodolitas pardas muy alteradas en capas delgadas con una sutil laminación ondulosa.

En la parte media de la sección se encuentran dos niveles de conglomerados polimícticos, en los que predominan los clastos de rocas ígneas y chert con tamaño entre 3 y 50 cm de diámetro, mal seleccionados, matriz arenosa; estos conglomerados están dentro de una sucesión de areniscas líticas de grano medio y grueso, masivas, con estratificación interna inclinada, flaser planoparalela y en algunos presentan una secuencia granodecresciente desde areniscas hasta lodolitas; se intercalan lodolitas grises en capas delgadas continuas y masivas.



### 3.2.8.1.2.3 Formación Chengue (Pgch)

Notestein (1929) utiliza el nombre Formación Chengue para referirse a las rocas que afloran en los alrededores de la población de Chengue en el Departamento de Sucre; posteriormente, McNaughton (1941) y Butler (1942) utilizan la misma designación en algunos estudios adelantados al Norte de este caserío.

En forma general esta unidad se compone hacia la base por lodolitas calcáreas de grises y anaranjadas con laminación plano paralela, frecuentemente físciles cuando presentan alteración; esporádicamente se intercalan arenitas de grano fino y medio, sublíticas, cemento calcáreo, en capas planas delgadas y medias.

En la parte superior hay lodolitas calcáreas, amarillo moderado, laminación plana paralela y levemente ondulosa y como característica importante se presenta un nivel de calizas bioesparítica, gris oscuro y pardo claro, con algas, foraminíferos y venas de calcita, que rellenan fracturas; el nivel de calizas es muy algáceo, mientras que al Norte abundan las lodolitas calcáreas con foraminíferos, anaranjados muy pálidos.

### 3.2.8.1.2.4 Formación Arroyo de Piedra (Pga)

Nombre propuesto por Bueno (1970) para designar unas margas y calizas fosilíferas aflorantes en la población de Arroyo de Piedra, en la parte Norte del Anticlinorio de Luruaco.

La unidad está conformada por lodolitas y lodolitas calcáreas grises, con laminación ondulosa, físciles, en capas delgadas y fracturadas, e intercaladas con niveles de margas grises, masivas y muy sueltas; continúan calizas algáceas, de color blanco a amarillo claro, cristalinas, algunas de las algas tienen formas redondeadas de hasta 4 cm, en capas medias ondulosas, con intercalaciones de margas muy blandas de color gris claro, en capas delgadas ondulosas.

### 3.2.8.1.2.5 Formación Péndales (Pgp).

Formación Pendales es el nombre utilizado por Henao (1951) para designar un conglomerado potente y compacto que aflora en los alrededores del caserío de Pendales en el Departamento del Atlántico.

Con un espesor total de 187 metros, esta sección se inicia en la parte más septentrional de la Loma del Morro, inmediatamente al sur de la población de Bocatocino; la inclinación de los estratos sugiere que corresponde al flanco occidental de la estructura. La parte más inferior expuesta corresponde a un conjunto de unos 400 metros de espesor de capas gruesas tabulares, lenticulares granodecipientes de grano fino de arenitas arcósicas, sublitoarenitas y capas granodecipientes de paraconglomerados matriz-soportados en arenitas de grano grueso, con fragmentos redondeados, mal seleccionados, desde gránulos a guijarros de rocas ígneas extrusivas, chert, cuarzo lechoso, micritas y arenitas, contactos ondulados irregulares. Algunas capas de grano fino presentan clastos orientados de arcilla. El conjunto termina con dos metros de arenitas laminadas interestratificadas con lodolitas y esporádicos niveles conglomeráticos discontinuos de 30 centímetros de espesor.

Encima del anterior conjunto se presenta otro de 50 metros de espesor que se inicia con 6 metros de paraconglomerado polimíctico matriz-soportado en arenitas de grano grueso; luego siguen 22 metros de arenitas de grano grueso, con estratificación delgada paralela hacia la base y costras de óxido de hierro entre las capas. Presenta niveles lenticulares de conglomerados matriz-soportados en arenitas; este segmento presenta fallamiento inverso con planos de falla buzando hacia el occidente. A continuación, se presenta un metro de lodolitas laminadas gris oscuras. Los 22 metros más superiores de este conjunto constan de capas gruesas granodecrescentes de arenitas de grano grueso interpuestas con capas de conglomerados matrizsoportados con guijos y guijarros de rocas ígneas intrusivas, cuarzo, chert, limolitas y fragmentos de arenitas.

La parte intermedia superior, de unos 60 metros de espesor, está formada por arenitas de grano grueso prevalecientes sobre niveles de conglomerados matrizsoportados con guijos y guijarros polimícticos oxidados, en capas gruesas, medias, planas y paralelas. Después de los primeros 23 metros de este conjunto se presenta un banco grueso de conglomerado de guijarros de cuarcitas, basaltos, chert, calizas algáceas y bloques de arenitas. Encima de este nivel aparecen capas delgadas a medianas de arenitas, intercaladas con lodolitas grises y esporádicos niveles tabulares de conglomerados de 30 a 50 centímetros de espesor.

La parte superior, de unos 30 metros de espesor, está formada por capas granodecrescentes de arenitas gruesas conglomeráticas; en algunas capas de arenitas y conglomerados se encuentran fragmentos de arenitas. En los 10 metros más superiores de este intervalo se presenta un conglomerado, con fragmentos desde guijos hasta bloques de 50 centímetros de diámetro de arenitas conglomeráticas, calcáreas en una matriz arenolodosa.

#### 3.2.8.1.2.6 Formación San Jacinto (Pgsj)

Notestein (1929) utiliza por primera vez el nombre Formación San Jacinto en un informe interno de la Texas Petroleum, para referirse a unos conglomerados y areniscas conglomeráticas que afloran al suroccidente del Carmen de Bolívar.

Esta unidad presenta en la parte inferior arenitas de cuarzo subarcólicas, de grano fino a muy grueso y conglomeráticas, ocasionalmente glauconíticas; estratificadas en capas gruesa, de colores que varían entre anaranjado muy pálido a amarillento oscuro; presentan laminación paralela e inclinada paralela, grano decrecimiento, conchas gruesas de bivalvos y restos de plantas. Se intercalan conglomerados arenosos, con clastos de rocas volcánicas y cuarzo, cemento calcáreo, distribuidos en una matriz arenosa.

Hacia la parte superior las arenitas son de grano medio a grueso levemente conglomeráticas, sublíticas, anaranjado muy pálido a amarillento oscuro, estratificados en capas gruesas; hay intercalaciones de arenitas de grano fino, sublíticas, en capas de 0,20 - 0,60 m. Hacia el tope de la formación se presentan intercalaciones de lodolitas gris oscuras estratificadas en capas delgadas y medianas.

### 3.2.8.1.2.7 Formación Carmen (PgNgc)

Nombre definido por Notestein (1929), en un informe interno de la Texas Petroleum, para definir un paquete de lodolitas con abundante fauna de foraminíferos planctónicos que afloran en el Carmen de Bolívar.

La unidad consta de arcillolitas macizas, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas.

### 3.2.8.1.2.8 Formación Perdices (PgNgp)

Las Perdices es el nombre dado por Anderson (1929) para designar una secuencia de shales, shales arenosos, capas de chert y algunas areniscas observadas al suroccidente de Barranquilla en un sector rural denominado Las Perdices.

La unidad está constituida por lodolitas grises y amarillas; algunos niveles presentan fisilidad, mientras otros tienen una partición concoidea; la mayor parte de los afloramientos tiene deterioro por erosión, lo que oculta sus características internas; son frecuentes costras de oxidación de color pardo y cristales de yeso. Esporádicamente se observan intercalaciones de arenitas cuarzosas de grano fino, amarillas, con laminación plana paralela estratificadas en capas delgadas levemente onduladas.

### 3.2.8.1.2.9 Formación Arjona (PgNga)

Definida originalmente por Anderson en 1926 (en De Porta et al., 1974), a una secuencia de sedimentos marinos del Eoceno.

La unidad en la parte inferior está constituida por lodolitas en capas delgadas, gris amarillas por alteración y areniscas arcósicas de grano fino a grueso; estratificadas en capas gruesas y muy gruesas macizas, amarillo ocre, cemento silíceo y moderada a mala selección; hacia la base se observa niveles de caliza micrítica, gris a amarillo por alteración, en capas medianas e internamente masivas.

En la parte superior del segmento, predominan las areniscas de grano grueso, conglomeráticas y conglomerados líticos, amarillo claro, mal seleccionados en capas gruesas a muy gruesas y masivas; además, se presenta un nivel de chert, color crema y blanco, frecuentemente muy alterado que conforman colinas alargadas y alineadas.

El segmento intermedio está conformado principalmente de lodolitas grises rojizas y amarillas por alteración, en capas delgadas y medias, planas, continuas, que presentan internamente laminación plana paralela y ondulosa paralela; a menudo las lodolitas son calcáreas y hay intercalaciones esporádicas de areniscas de grano fino, cuarzosas, grises, con cemento silíceo y selección moderada; ocurren en capas delgadas; también hay intercalaciones de caliza micrítica, gris oscura en capas medias onduladas.



### 3.2.8.1.3 Terciario-Neógeno

#### 3.2.8.1.3.1 Formación Rancho (Ngr)

La Formación Rancho es definida por Notestein (1929), en un informe interno de la Texas Petroleum Company como “Series del Rancho” para describir gran parte de la sección aflorante entre las poblaciones del Carmen de Bolívar y Zambrano.

La Formación Rancho hacia la parte inferior está constituida por una alternancia granodecreciente de arcillolitas, pardo oliva claro, calcáreas, con intercalaciones de areniscas de grano muy fino pardas oscuras, estratificadas en capas delgadas, con estratificación ondulosa discontinua; a medida que se asciende estratigráficamente el espesor de las capas de arenisca es mayor hasta alcanzar el de capas medianas a gruesas compuestas por areniscas, de grano fino, sublíticas, amarillo moderado, bien seleccionadas con restos mal preservados de materia orgánica (plantas) y cristales de yeso en láminas normalmente paralelas a la estratificación. La estratificación es plano-paralela, ocasionalmente ondulosa y lenticular.

El segmento más superior es predominantemente más arcilloso, con intercalaciones de areniscas, en capas medianas a gruesas. Las lodolitas son gris oscuras y pardas, ocasionalmente con abundante microfauna, especialmente hacia el Norte del Guamo; las intercalaciones arenosas son de grano fino, bien calibradas, compuestas por cuarzo, minerales pesados y moscovitas.

#### 3.2.8.1.3.2 Formación Bayunca (Ngb)

Aparece en la literatura en 1968 en una publicación de Germeraad, Hopping & Moller (en De Porta et al., 1974).

La unidad está definida por areniscas de granos muy finos, fósiles, ligeramente feldespáticos y líticos, en capas que varían entre 5 y 25 cm. Estas areniscas se tornan más espesas hacia el techo, presentan estratificación interna plana paralela y están interestratificadas con limolitas, areniscas grises con estratificación ondulosa paralela, en capas que varían de 10 a 80 cm de espesor. En algunos niveles se observa concentración de bivalvos y turritellas en los planos de estratificación, en otros se encuentran capas nodulares de areniscas calcáreas de grano fino.

En general, esta unidad se encuentra constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación amarillos, estratificadas en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua. Son frecuentes las lodolitas moteadas bioturbadas; la secuencia presenta intercalaciones de limolitas grises pasando a pardas, en capas delgadas.

Hacia el techo de la unidad hay intercalaciones de areniscas de cuarzo, gris claro y amarillo claro, de grano fino hasta conglomeráticas; estas últimas son líticas, en capas delgadas y gruesas, estratificación inclinada, flaser, plana paralela y masiva. Son frecuentes capas de areniscas con cemento calcáreo y gran contenido de conchas de moluscos y restos de plantas. En toda la secuencia es común encontrar yeso en láminas que rellenan fracturas con disposición estratiforme.

### 3.2.8.1.3.3 Formación Hibácharo (Ngh)

La referencia original de la Formación Hibácharo es de Raasveldt (1954), tomado del caserío Hibácharo, al Norte del Municipio de Luruaco. Bueno (1970) menciona que la unidad está constituida por arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas, expuestas en el Anticlinal de Sibarco, y en el Sinclinal de Tubará, al Norte de Repelón, en inmediaciones de la población de Hibácharo y al occidente de las serranías de Capiro y Pajuancho.

La formación está constituida por lodolitas grises y amarillas por meteorización, con laminación plana paralela, físis, estratificadas en capas delgadas y medianas. Son frecuentes costras de oxidación de hasta 5 cm de espesor. Se intercalan areniscas de grano fino, sublíticas, amarillo claras, deleznable; estratificadas en capas delgadas y medianas continuas y limolitas negras carbonosas amarillo claras por meteorización, físis, macizas y esporádica laminación plana a levemente ondulosa.

### 3.2.8.1.3.4 Formación Mucacal (Ngmu)

Nombre propuesto inicialmente por Clavijo et al. (1986) como Unidad arenosa de Mucacal, para denominar una serie de areniscas cuarzosas grises intercaladas con lodolitas gris verdosas, que afloran en los alrededores del corregimiento Sabanas de Mucacal hoy definida como Formación Mucacal.

La Formación Mucacal está constituida por una serie de areniscas cuarzosas, color gris amarillento, grano fino hasta conglomeráticas, matriz arcillosa; interestratificadas con lodolitas, gris verdosas, estratificadas en capas medianas con estratificación plana-paralela.

### 3.2.8.1.3.5 Formación Tubará (Ngt)

La Formación Tubará es definida por Anderson (1926), quien inicialmente la denominó “Tubara Group” consistente de shales, areniscas arcillosas y areniscas aflorantes en la localidad de Tubará.

Esta unidad presenta en la base lodolitas grises a verdosas, plásticas con laminación plana un tanto difusa, en capas delgadas y pequeños cristales de yeso; suprayacidas por lodolitas y conglomerados polimícticos con clastos hasta de 10 cm de diámetro, pero con predominio de tamaños entre 1 y 3 cm, de riolitas, gabros, pórfidos andesíticos, felsitas, dacitas, cuarzo lechoso, chert, limolitas rojas, areniscas de grano fino y medio y tobas distribuidos en una matriz arenosa, estratificadas en capas gruesas y muy gruesas, con intercalaciones de capas gruesas de areniscas líticas, de grano medio, grueso y conglomeráticas.

## 3.2.8.1.4 Cuaternario – Pleistoceno

### 3.2.8.1.4.1 Formación La Popa (Qpp)

Anderson (1926, en De Porta et al., 1974) denomina “La Popa Group” a un conjunto de shales arenosos, areniscas con corales y arrecifes coralinos expuestos en los alrededores de Cartagena. Bürgl (1957) redefine la unidad como Formación La Popa, en el cerro del

mismo nombre, constituida por arcillas micáceas, arenosas, areniscas y calizas coralinas con un espesor de 150 m.

Camacho et al. (1968) subdividen la unidad en dos miembros; el inferior compuesto por arcillas plásticas, margosas y areniscas de cuarzo y el superior compuesto de calizas margosas coralinas, algáceas y con moluscos.

Angel et al. (1985), para referirse al miembro inferior, utilizan el término Unidad Detrítica de La Popa y para el superior Calizas Arrecifales de La Popa.

En la cantera de Albornoz la empresa Colclinker realizó una perforación de 131 m dentro de la Formación La Popa, con las siguientes Características de base a techo: 15 m de calizas arrecifales, amarillo claras, terrosas o cristalinas, compactas, con abundantes corales y bivalvos en disposición desorganizada; suprayacidas por 18,5 m de arcillas plásticas grises y pardas, alteradas; estratificadas en capas delgadas, con intercalaciones delgadas de arenas de cuarzo, de grano fino y medio, amarillo claro; luego continúan 15 m de arenas; encima hay 22,5 m de lodolitas calcáreas, gris oscuras, pardas y amarillo claro por alteración, en capas delgadas; continúan 30 m de calizas arrecifales, amarillo claro a crema, cristalinas y terrosas, compactas o cavernosas, con corales y conchas de bivalvos dispuestos en forma caótica, las capas no están bien definidas; el techo de esta secuencia está constituido por 30 m de arcillas grises, pardas a negras, muy plásticas, en capas delgadas, masivas, alteradas, con intercalaciones de arenas de grano fino, cuarzosas y líticas, gris oscuras, arcillosas; algunas son bioclásticas, con conchas de bivalvos y gasterópodos.

#### 3.2.8.1.4.2 Gravas de Rotinet (Qpr)

Link (1927, en De Porta et al., 1974) introduce el término Rotinet Gravels para designar un abanico formado por cantos y bloques de rocas ígneas, calizas y chert negro que se extiende en los alrededores de la ciénaga del Guájaro.

Caro et al. (1985) designan informalmente Gravas de Rotinet a sedimentos que afloran en inmediaciones de la población de Rotinet y la Aguada de Pablo.

Las Gravas de Rotinet están conformada por gravas de cuarzo, chert negro, rocas volcánicas, neises y limolitas, estratificadas en capas muy gruesas, cuneiformes, con estratificación en artesa y macizas, e intercalaciones de arenitas cuarzosas a sublíticas, de grano fino a medio, deleznales, en capas cuneiformes delgadas y gruesas, con estratificación cruzada. La interestratificación de las gravas y las arenitas es gradual.

#### 3.2.8.1.5 Cuaternario –Holoceno-Reciente

##### 3.2.8.1.5.1 Depósitos de Llanura Costera (Qlc)

Se localizan en la Costa Caribe en el área de la Plancha 29-30 presenta un régimen de depósito progradante y origina la formación de depósitos orgánicos y clásticos en la llanura costera.



Caracterizado por presentar depósitos clásticos compuestos por arenas depositadas y retrabajadas en la zona intermareal; las islas barrera son debidas a la acción de las corrientes marinas y los deltas formados en la desembocadura de las corrientes de agua en el mar.

#### 3.2.8.1.5.2 Depósitos de Manglar (Qmm)

Los depósitos de manglar están localizados al suroccidente de la Plancha 29 y 30; están relacionados con zonas de manglar en donde predominan las arenas finas, limos y lodos.

#### 3.2.8.1.5.3 Depósitos de Playa (Qmp)

Los depósitos de playa están localizados a lo largo de la línea de costa y constan de arenas de grano fino a grueso, ocasionalmente con gravas; la mayoría son de color amarillo ocre a grises; a excepción de las playas de Barú que son blancas.

#### 3.2.8.1.5.4 Depósitos Fluviolacustres (Qfl)

Los depósitos fluviolacustres son depósitos asociados con la llanura de inundación del Canal del Dique; están compuestos principalmente por materiales finos tipo arcilla o limo, producto de las fluctuaciones invierno-verano.

#### 3.2.8.1.5.5 Depósitos de Llanura de Inundación (Qli)

Afloran en la región occidente de la Plancha 44. Son depósitos fluviales y lacustres con influencia marina; constituidos por arenas, limos y arcillas. Las arenas predominan en cercanías de la línea de costa, mientras que limos y arcillas caracterizan la planicie interior.

#### 3.2.8.1.5.6 Depósitos de Llanura Aluvial (Qlal)

Son los depósitos recientes localizados en el área de influencia del Canal del Dique, generalmente de poco espesor formados por los arroyos; están compuestos de material fino tipo arenas finas y arcillas; de morfologías aterrazadas a ligeramente inclinadas, que siguen la dirección de los drenajes mayores de extensión limitada y alturas no superiores a los 10 m. Están compuestas por gravas y esporádicamente bloques sub-redondeados.

#### 3.2.8.1.5.7 Depósitos Eólicos (Qe)

Los depósitos eólicos están localizados al Norte del Municipio de Sabanalarga y al occidente del río Magdalena. Raasveldt (1953) se refirió a ellos como Dunas, aflorantes desde Palmar de Varela.

#### 3.2.8.1.5.8 Depósitos Coluvio- Aluviales (Qcal)

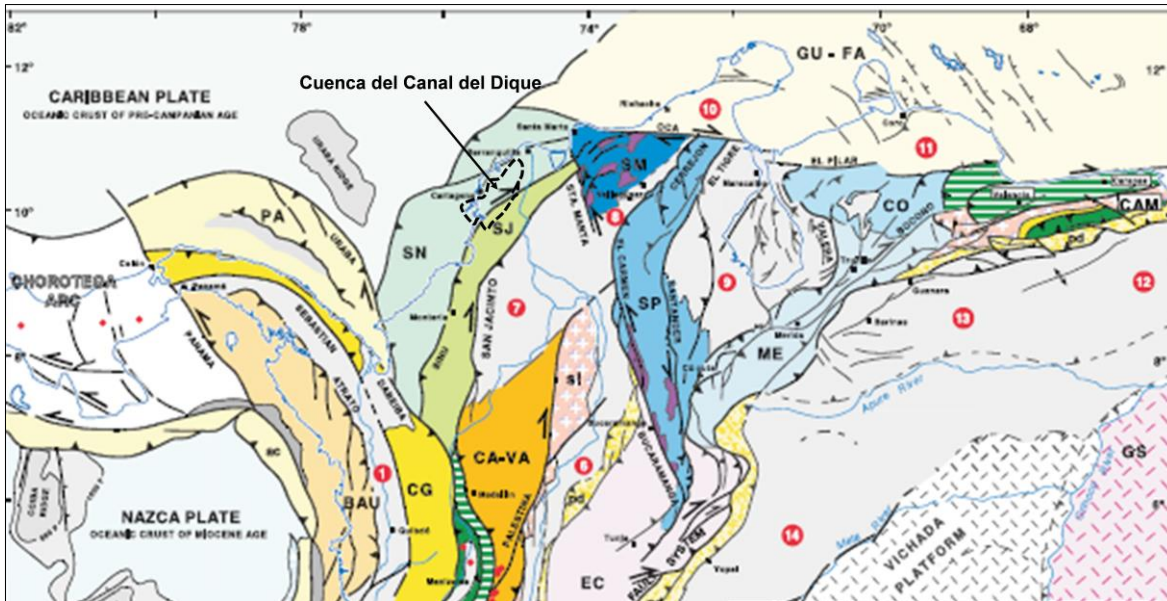
Los depósitos coluvio-aluviales agrupan la sedimentación fluvial reciente y actual, y la generada por coluviones igualmente recientes, relacionados con arroyos y con los piedemontes. Están constituidos por cantos, bloques, distribuidos en una matriz

arenoarcillosa, que cubren las unidades rocosas y a los depósitos cuaternarios más antiguos.

### 3.2.8.2 Geología Estructural

La Cuenca Canal del Dique, está ubicada en un ambiente de tectónica de placas activo de tipo compresivo, generado por la incidencia de las placas Suramérica-SA, Nazca y Caribe (Cediel et al., 2003), de estilo convergente y transpresivo, (ver **Figura 3.230**), en donde predominan plegamientos sinclinales y anticlinales apretados en el lado occidental de la cuenca a ligeramente amplios en el sector oriental de rumbo NE, afectados por un fallamiento inverso cabalgante y transpresivo de rumbos NE y NW.

**Figura 3.230. Localización de la Cuenca Canal del Dique en el marco geológico regional.**



Fuente: Modificado de Cediel et al., (2003).

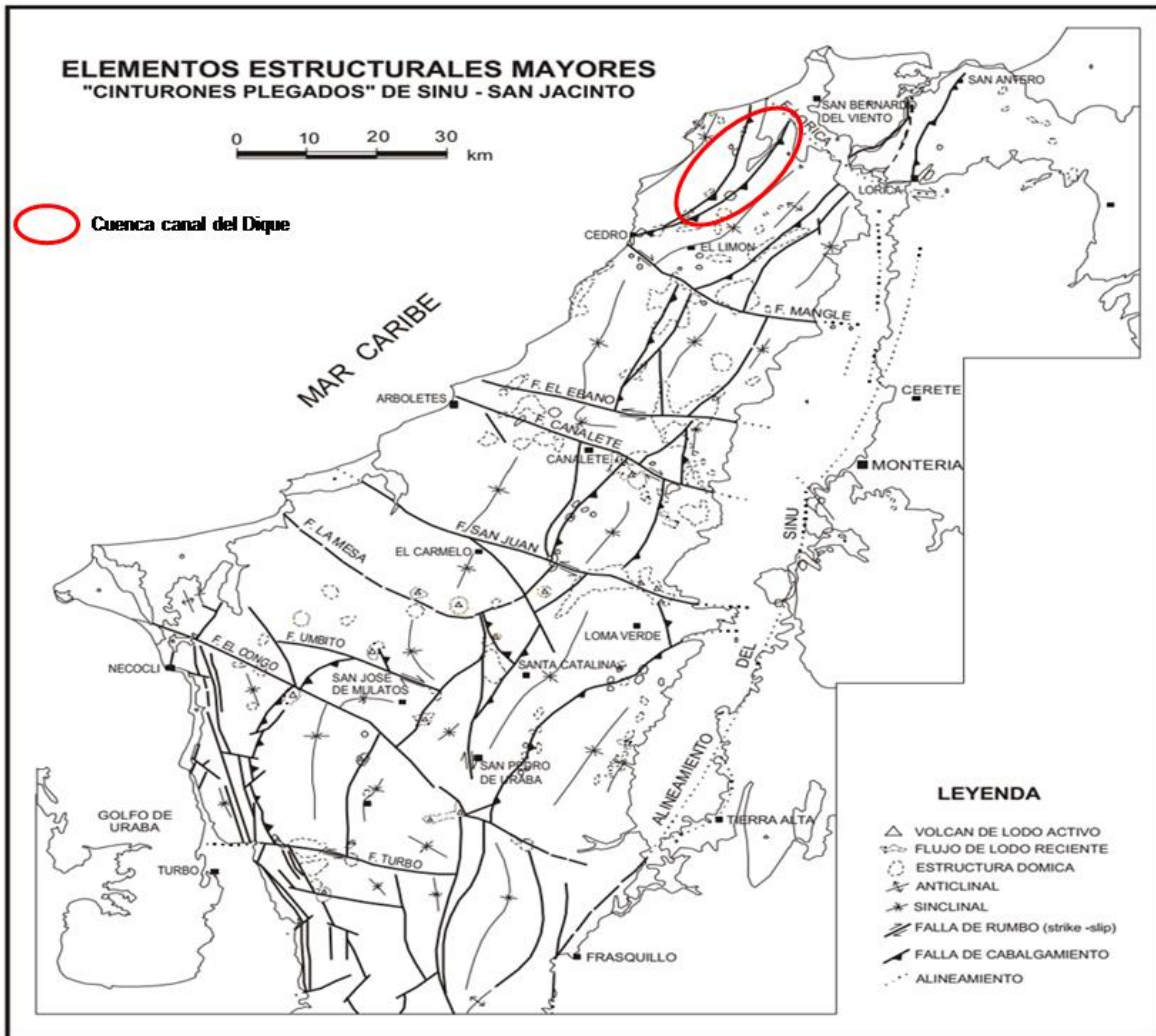
Los rasgos estructurales más representativos son anticlinales estrechos muy pronunciados, al oriente, separados por sinclinales amplios y suaves al oeste, afectados adicionalmente por fallas normales y de cabalgamiento y fallas transcurrentes, con orientaciones y cierres de las estructuras al Norte, SGC (2015).

Una característica importante, es la presencia del fenómeno de diapirismo de lodos, que se manifiesta como volcanes de lodo y estructuras dómicas, en la parte occidental de la cuenca, jugando un papel importante en los procesos de levantamiento y deformación; al parecer, este material proviene de un nivel estratigráfico denominado “shale de alta presión”, que infrayace las turbiditas de edad Mioceno (Flinch, 2003)

3.2.8.2.1 Plegamientos

Regionalmente, en el marco de los grandes bloques definidos por la literatura geológica de la región Caribe de Colombia, y dentro del cinturón acrecionario Sinú-San Jacinto, en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique, se han desarrollado estructuras sinclinales amplias y anticlinales estrechas afectadas por fallas inversas. Además, dentro de la cuenca y especialmente a lo largo de la parte central y occidental se presentan domos diapíricos asociados algunas veces con volcanes de lodos, en estructuras anticlinales localizadas de poca extensión (ver **Figura 3.231**).

**Figura 3.231. Elementos estructurales mayores de los “cinturones plegados” de Sinú - San Jacinto.**

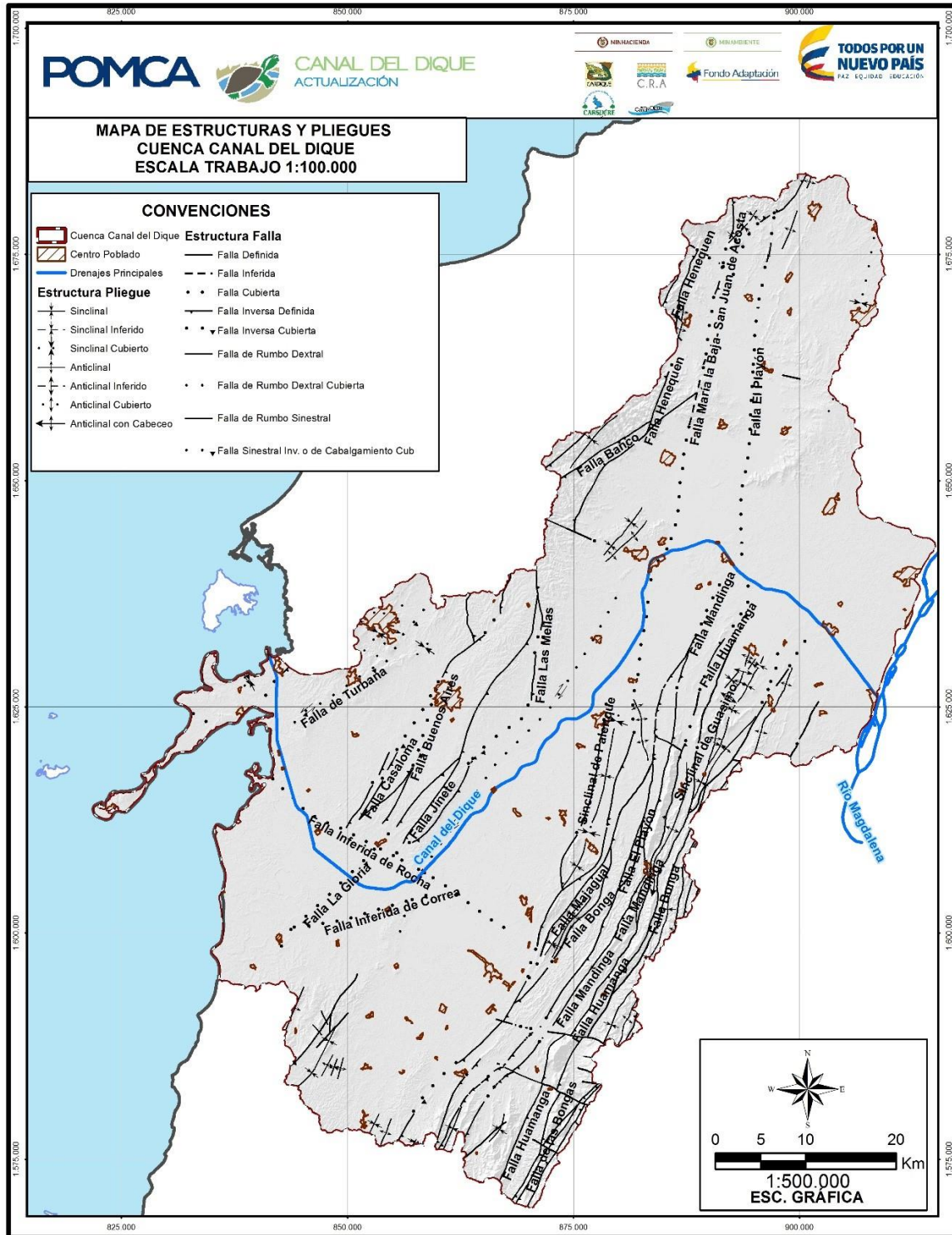


Fuente: Geología de los Cinturones Sinú-San Jacinto, 2003.

Los principales rasgos estructurales que se presentan en la zona se describen a continuación de Este a Oeste (ver **Figura 3.232**).



**Figura 3.232. Mapa Estructuras y Pliegues Geológicos Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2004.

Las estructuras que se presentan en el área de la Cuenca Canal del Dique son: Plegamiento de San Estanislao, Anticlinal de Sibarco, Sinclinal de Tubará, Sinclinal de Sabanalarga, Plegamiento de Arroyo Hondo, Sistema Plegado de Monroy, Anticlinal de San Cayetano, Anticlinal de Songó, Sinclinal de Palenque, Sinclinal de Maco, Sinclinal de Ceiba, Sinclinal de Buenos Aires, Plegamiento de Turbaco y Plegamiento de Barú.

#### 3.2.8.2.1.1 Sinclinal de Sabanalarga

El Sinclinal de Sabanalarga está localizado en inmediaciones de los municipios de Manatí y Sabanalarga, y la localidad de Campeche. Su zona axial está ocupada por las Gravas de Rotinet, y en sus flancos más o menos simétricos, se presentan las rocas de las formaciones Hibácharo y Tubará, son con algunas variaciones en el flanco oriental, donde se ven algunos sinclinales y anticlinales de muy limitada extensión. Hacia el Norte, el flanco oriental queda cubierto por depósitos cuaternarios, que enmascaran su continuidad; al Sur, aparentemente se genera un cierre en la Formación Tubará en el sector del Municipio de Manatí.

#### 3.2.8.2.1.2 Plegamiento de Arroyo Hondo

El plegamiento de Arroyo Hondo está localizado al suroriente de la Planchas 29 y 30, sobre las cuchillas Arenita y Arroyo Hondo, reconocible sobre el arroyo Hondo.

Se encuentra entre las fallas Bonga y Manguja y se extiende hacia el Sur hasta la región de Cineagueta (Plancha 38 Carmen de Bolívar). Una estructura sinclinal y anticlinal estrechos, con una longitud reconocible de 5 km en dirección N40E, al parecer originados a partir de un comportamiento plástico, relacionado con el empuje tectónico y movimiento a través de la Falla Bonga.

#### 3.2.8.2.1.3 Anticlinal de Songó

El Anticlinal de Songó se localiza al oriente de las poblaciones de San Cayetano y San Joaquín, con una orientación N20°E, en cuyo núcleo afloran las rocas de la Formación San Cayetano.

Estructura simétrica en el área de San Joaquín, mientras que al Sur su flanco oriental está en posición invertida, debido a la influencia del movimiento de la Falla Bonga, la cual limita su flanco oriental; al Norte de San Joaquín presenta pliegues apretados y ya no es fácil definir su continuidad. La amplitud máxima es de 2 km a la latitud de la región de Songó y en el área tiene al menos 10 km de longitud.

#### 3.2.8.2.1.4 Plegamiento de San Estanislao

El plegamiento de San Estanislao está localizado en la esquina suroriental de la Plancha 23, al oriente del Municipio de Villanueva y al noroccidente del Municipio de San Estanislao. Se trata de un sinclinal y un anticlinal con rumbo de sus ejes N50E, una longitud promedio de 4 km y una amplitud de 5 km; el anticlinal presenta cierre al suroccidente mientras que el sinclinal lo presenta al nororiente, de tal forma que las dos estructuras tienen forma de “S”, provocada por un límite tectónico de dirección N60W mencionado por Reyes (1995)

como Falla del Dique. El plegamiento tiene su núcleo en la Formación Tubará y sus flancos en la Formación Hibácharo.

#### 3.2.8.2.1.5 Sinclinal de Palenque

El Sinclinal de Palenque está localizado entre las poblaciones de Palenque y Mahates en las Planchas 29 y 30; su rumbo preferencial es N15-20E. La amplitud máxima es de 3 km y dentro del área tiene una longitud de 20 km. No obstante estar rodeado por fallas inversas, sus flancos son simétricos y su plano axial es aproximadamente vertical. Se desarrolla en rocas del Eoceno medio, de la Formación Maco. Al sur de Palenque presenta cierre estructural, controlado por las fallas El Limón y María la Baja- Juan de Acosta.

#### 3.2.8.2.1.6 Plegamiento de Turbaco

El plegamiento de Turbaco está localizado en el área de Turbaco en la Planchas 29 y 30. Está constituido por dos estructuras anticlinales y dos sinclinales, muy estrechas, de extensión máxima de aprox., 7 km; sus planos axiales son verticales, y los flancos son simétricos con inclinaciones menores a los 15°; regionalmente son pequeñas ondulaciones estructurales desarrolladas en la Formación La Popa.

#### 3.2.8.2.1.7 Plegamiento de Barú

El plegamiento de Barú está localizado en la isla Barú, entre la población de Ararca y la ciénaga Honda en las Planchas 29 y 30 caracterizada por una estructura sinclinal y anticlinal de rumbo N50E, reconocibles por 2 km de longitud; de flancos simétricos y buzamientos no superiores a los 15°. Al igual que en Turbaco, son ondulaciones estructurales de poca extensión en la Formación La Popa.

#### 3.2.8.2.2 Fallas

Las fallas encontradas en el área de la Cuenca Canal del Dique son: Las Mellas, Jinete, Villanueva – El Totumo, Laguna, Hibácharo, Henequén, Fallas de Arroyo de Piedra, Banco, de Luruaco, El Playón, Usiacurí, Mandinga, Huamanga, Bonga, La Prusia, Majagual, María la Baja-Juan de Acosta, El Limón, Páramo, La Escoba, Regeneración, Buenos Aires, Quita Calzón, Casaloma, Cuatro Caminos, Turbaná, de las Bongas Pasacaballos, Inferida de Rocha, Inferida de Correa y la Inferida de Bolívar.

##### 3.2.8.2.2.1 Falla Bonga

La Falla Bonga se reconoció inicialmente en la cuchilla Mandinga (Plancha 38) y se prolonga entre las cuchillas de Arenita y Tigre, pasando por la localidad de Bonga (Planchas 29 y 30). La falla cambia rápidamente el rumbo, desde N40E en el Sur a N15E al Norte y un buzamiento que varía entre 50 a 70° al Este. Es una falla inversa, con una débil componente dextral; afecta directamente a la Formación San Cayetano.



#### 3.2.8.2.2.2 Falla Huamanga

La Falla Huamanga está localizada al oriente del cerro del Toro, tiene un rumbo aproximado N20E y se considera asociada a la Falla Mandinga (*Backthrust*); buza hacia el oriente entre 45° y 70°.

Algunas evidencias de la presencia de esta falla en el área es el intenso brechamiento apreciables en el arroyo Toro, en San Cayetano y en la cuchilla Las Tinas. Al Norte de San Cayetano su trazo bordea el flanco oriental de la Serranía de Capira, hasta perderse en una morfología muy suave al Norte en Puente Cangrejo.

#### 3.2.8.2.2.3 Falla Mandinga

La Falla Mandinga de frecuentes cambios locales, está localizada en el flanco occidental de la Serranía de Capira y el cerro del Toro; su rumbo regional es N15E, el plano de falla buza entre 45° y 80° hacia el oriente. La magnitud del desplazamiento de esta falla parece ser grande, debido a que provoca el cabalgamiento de la parte inferior de la Formación San Cayetano, sobre la parte superior, estimando un desplazamiento en la vertical cercano a 1.000 m. Por lo anterior, parece ser la falla más importante del sistema de cabalgamiento.

#### 3.2.8.2.2.4 Falla El Playón

La Falla El Playón está localizada al sureste de las Planchas 29 y 30; se prolonga al noreste en la Plancha 31 "*Campo de la Cruz*" y a la Plancha 37 "*María la Baja*" al suroeste. Su rumbo es N10-25E en una longitud de aprox., de 40 km; en superficie se inclina al oriente cerca de 70°. Las relaciones litológicas y el análisis indican un movimiento inverso que repite parte de la secuencia lito-estratigráfica de la Formación San Cayetano y enfrenta rocas de la Formación Hibácharo con rocas de la Formación Tubará; hacia el Sur se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios. Cerca de esta falla son frecuentes los pegamientos e inversiones de los estratos con alto fracturamiento.

#### 3.2.8.2.2.5 Falla María la Baja-Juan de Acosta

La Falla María la Baja - Juan de Acosta está localizada al Este de Palenque y al Norte cruza cerca de la localidad de Mahates (Planchas 29 y 30) y al occidente del embalse del Guájaro; al Sur se prolonga en la Plancha 31 "*Campo de La Cruz*" y al Norte en la Plancha 17 "*Barranquilla*". En el área presenta una longitud de 60 km. Al sur tiene un rumbo de N30E, en Palenque es N50E y al norte es N15E; el buzamiento varía de 60° a 80° al este; su movimiento ha sido principalmente inverso, pero en su parte central tiene una importante componente dextral; se constituye en la falla de mayor salto, y coloca en contacto la parte media de la Formación San Cayetano, con la parte superior de la Formación Maco, en el sector norte, donde se presenta un choque de estratos de las formaciones Hibácharo y Tubará; además, en este mismo sector termina el eje del Sinclinal de Tubará contra la falla; hacia el sur está cubierta por depósitos cuaternarios hasta su ingreso a la Plancha 31, donde fue reconocida en rocas del Paleógeno.

### 3.2.8.2.2.6 Falla Las Mellas

La Falla Las Mellas se encuentra localizada a lo largo de las cuchillas Las Mellas y Juanito, en la región de Jinete al Sur de Arjona (Plancha 29-30); al Norte se le une a la Falla Villanueva – El Totumo y al Sur entra a la depresión del canal del Dique. Presenta una longitud aproximada de 15 km, rumbo N30-40E y buzamiento al oeste. Es una falla inversa que afecta a la Formación San Cayetano, generando repliegues, inversión de estratos y un alto fracturamiento en las rocas.

### 3.2.8.2.2.7 Falla Buenos Aires

La Falla Buenos Aires se extiende por 42 km desde la localidad de Rocha al Sur, hasta la Falla del Dique al Norte, y cruza al Oeste de Arjona, entre los caseríos de Chiquito y Bayano (Planchas 29 y 30) y la localidad de Villanueva (Plancha 23). En el sector Rocha–Arjona, tiene un rumbo N30E, para luego dar una curva al Este en el sector de Chiquito, donde su rumbo es N50E, y al Norte es de N20E; el buzamiento es siempre al Este alrededor de 60°. En la mayor parte, su comportamiento es inverso, pero al Norte de Arjona es claro un movimiento dextral asociado. Es una de las fallas con mayor desplazamiento.

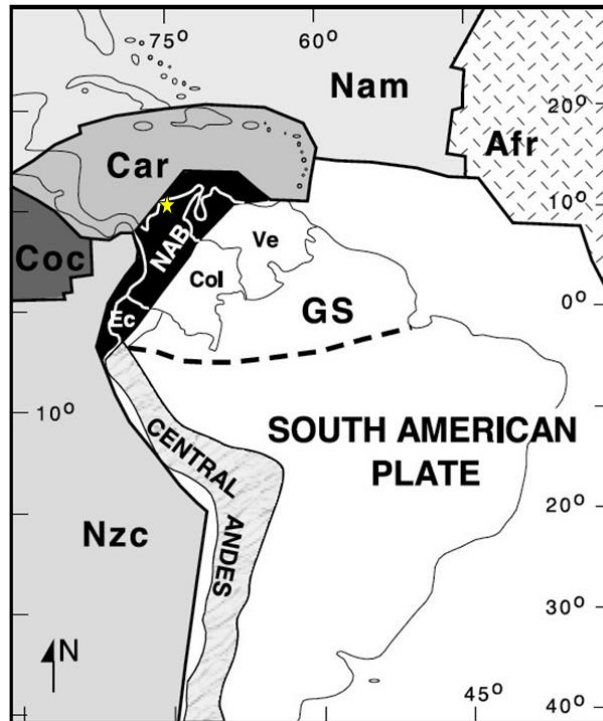
## 3.2.9 Geología a Escala 1:25.000

En este capítulo, se presenta el marco geológico regional en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique, se describen las unidades litoestratigráficas existentes junto con las condiciones estructurales identificadas y se plantea una evolución geológica general en el marco de la tectónica de placas y su incidencia en la implementación de la gestión del Riesgo en los temas de Movimientos en Masa-MM, la Torrencialidad e inundaciones, que hoy son de importancia a la luz del análisis histórico, los eventos actuales y su proyección en el marco del Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca y su incidencia en el Recurso Hídrico.

### 3.2.9.1 Marco Geológico Regional

Geológicamente Colombia se localiza sobre la esquina Norte del segmento suramericano de la Cordillera de Los Andes, región que difiere notoriamente de los Andes Centrales Suramericanos, Cediell et. Al., (2003). En la configuración tecto-estratigráfica de Colombia influyen directamente las placas de Nazca (Nzc), del Caribe (Car) y el Escudo de la Guayana (GS), que hacen parte de la gran placa suramericana. En este marco geológico, la Cuenca Canal del Dique está localizado aproximadamente en el límite entre el Bloque Andino Norte (NAB) y la placa Caribe (CAR) (ver **Figura 3.233**).

Figura 3.233. Esquema de los Segmentos norte y central de los Andes Suramericanos y la ubicación Cuenca Canal del Dique (estrella Amarilla).



Fuente: Modificado de Cediel et. al (2003).

El marco geológico regional de la placa Caribe colombiana en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique, no puede entenderse sin hacer referencia a la evolución geológica de la esquina noroccidental de Suramérica y su relación con el origen de la placa caribe.

El territorio colombiano, situado en el borde noroccidental de la placa suramericana, es un vértice clave en la evolución geológica de Suramérica. Las unidades geológicas se depositaron en fondos de sedimentación relacionados con la margen de dos provincias: una provincia con basamento oceánico al occidente y la otra con basamento continental al este.

La reconstrucción del movimiento oblicuo de las placas en la esquina noroccidental de Sur América, sugiere una amplia influencia de la ocurrencia de un desplazamiento dextro-lateral en el borde occidental de Colombia, que también afecta el borde del Caribe colombiano; esta aproximación oblicua de la placa se reconoce que ha tenido una influencia muy importante, durante el Mesozoico-Cenozoico (Meissner et.al., 1976; Feininger and Bristol, 1980), indicando que las rocas del Mesozoico formadas en la margen occidental de Colombia pudieron haber sido generadas en el W-SW, y acrecionadas a la cadena montañosa de los Andes, gracias a un movimiento de fallas dextro-laterales (Nivia, A. 1987, 1989).

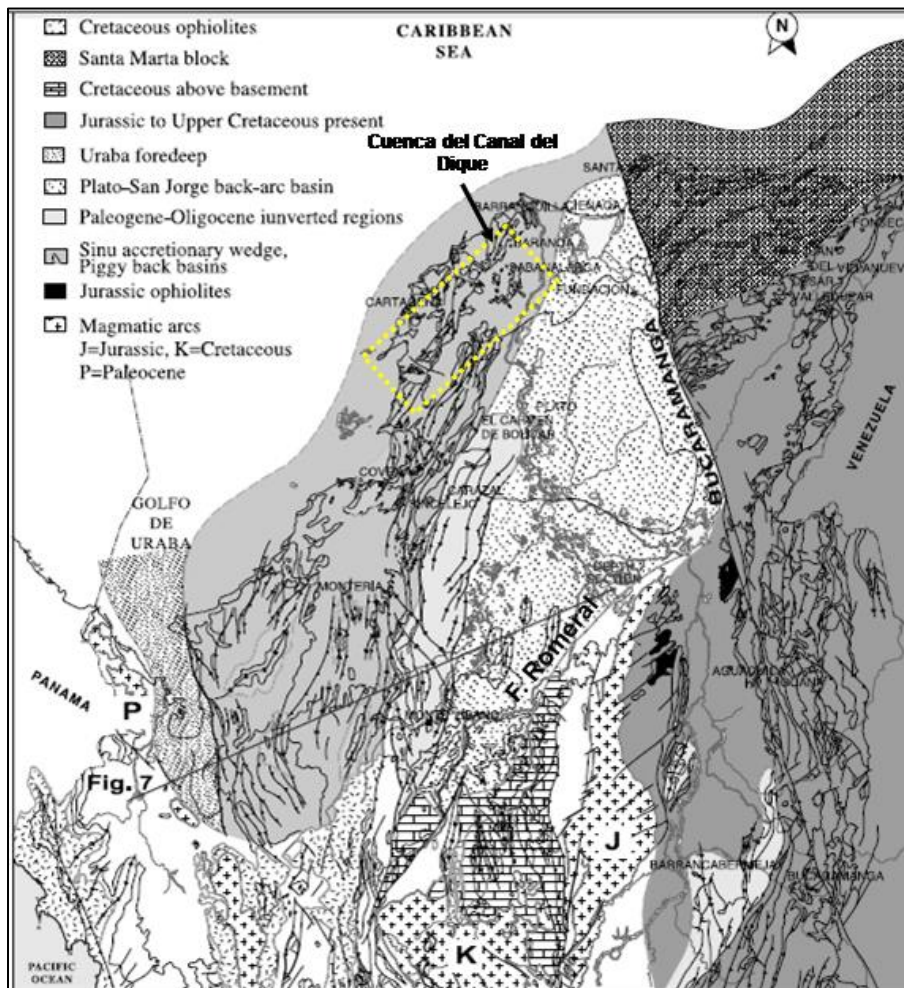
Los elementos claves del noroccidente colombiano como la Sutura de Romeral, el linamiento de Sinú, el arco de Magangué-Cicuco y las fallas de Santa Marta-Bucaramanga y Oca, juegan un papel importante en la evolución tectono-estratigráfica desde el Cretácico superior hasta la actualidad, donde se fueron modelando los fondos de sedimentación que en el área del Caribe de Colombia, hacen parte de los cinturones el cinturón plegado del



Sinú, el cinturón plegado de San Jacinto y las cuencas de San Jorge y Plato, términos definidos por Duque-Caro (1979) (ver **Figura 3.234**).

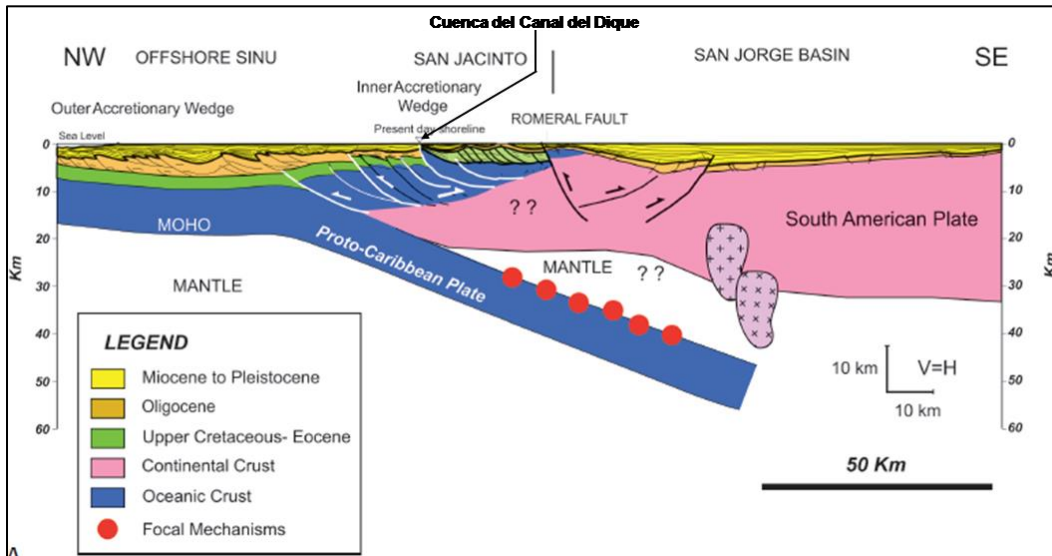
La Cuenca Canal del Dique hace parte del borde interno del cinturón plegado Sinú-San Jacinto (CPSSJ), cinturones que ha sido interpretados como resultado de un prisma de acreción relacionado a la subducción de la placa Caribe bajo la de Suramerica (Kellogg y Bonini, 1982; Toto y Kellogg, 1992; Van der Hilst y Mann, 1994; Taboada et al., 2000; Kellogg et al., 2005; Mantilla-Pimiento, 2007; Cardona et al., 2010, Alfaro & Holz 2014), Flinch & Castillo (2015), caracterizado por un sistema imbricado de fallas de bajo ángulo del Eoceno-Oligoceno (Pelgrain, 1990–Burke y Otros, 1983, en Carvajal, 2011), (ver **Figura 3.235**). Las estructuras del CPSSJ se asocian con la Orogenia Andina y la colisión del Arco de Panamá (Duque-Caro, 1978). Algunos autores (Malfait y Dinkelman, 1972; Jordan, 1975; Pindell y Dewey, 1982) sugieren para el Caribe y el Noroccidente de Suramérica, la existencia de un margen transpresivo activo del Paleoceno al Eoceno Tardío, que experimentó un desplazamiento de hasta 1000 km durante la convergencia NW-SE de los últimos 45 m.a.

**Figura 3.234. Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico del Norte de Colombia.**



Fuente: Modificado de Flinch, (2003).

**Figura 3.235. Corte geológico de la cuenca de San Jorge y el cinturón acrecionado del Sinú, en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico regional.**



Fuente: Tomado de Flinch & Castillo (2015).

De igual manera, para el área se ha sugerido la obducción durante el Cretácico Superior y subducción durante el Terciario entre las placas Caribe y Suramericana (Flinch, 2003; Cardona et al, 2012). Otras hipótesis indican la presencia de un proceso de Rift de tipo pasivo durante el Mesozoico y eventos de inversión tectónica del cenozoico para el noroccidente de América del Sur (Walper, 1981; Audemard, 2002; Caro y Spratt, 2003; Rosselló et al., 2004; Rosselló, 2007).

Tectónicamente en la región central del Caribe Colombiano, se identifican tres grandes rasgos geológicos: la Sutura de Romeral (Barrero et al., 2007), el lineamiento del Sinú y el arco de Magangué que han jugado un papel importante en la evolución tectónico-estratigráfica durante el cretácico hasta la actualidad (Duque, 1979). La Sutura Romeral marca el límite entre la cuenca del Sinú–San Jacinto y la parte más septentrional de la Serranía de San Lucas; correspondiendo a una paleosutura que separa dos grandes provincias, una con basamento continental al oriente y otra con corteza oceánica al occidente. El lineamiento del Sinú, marca el límite entre el CPS y el CPSJ.

El modelo plantea que el CPS y el CPSJ, hacen parte de la cuña o prisma de acreción del Caribe, que se extiende desde la región de Urabá hasta Venezuela, a lo largo de la margen sur del Mar Caribe (Flinch, 2003). Según este modelo, hacia la parte interna del prisma, se encuentran las rocas más antiguas, mientras que en las partes más externas se encuentran las rocas más jóvenes.

El CPSJ representa la parte interior del prisma de acreción, que contiene los estratos deformados del Cretáceo y el Paleoceno, mientras que el CPS, representa la parte más joven que consiste principalmente en imbricaciones de cuñas de rocas de edad Eoceno y Oligoceno, suprayacidos por cuencas piggyback. Laverde (2000, en Flinch, 2003), destaca el papel de las fallas rumbo-deslizantes transversales (“cross-cutting strike-slip faults”) en el área de Sinú-San Jacinto (ver **Figura 3.235**).

### 3.2.9.2 Estratigrafía

Se describen de más antigua al reciente los diferentes tipos de rocas y depósitos de incidencia en la Cuenca Canal del Dique, los formatos de campo se encuentran en el **Anexo 3.2.1**, las fotografías se encuentran en el **Anexo 3.2.5** (ver **Tabla 3.66** y **Figura 3.236**). Las leyendas se encuentran en el **Anexo 3.2.4**.

**Tabla 3.66. Leyenda Geológica 1:25.000.**

GEOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
Fanerozoico	Cenozoica	Cuaternario	Reciente	<b>Depósito Antrópico de Rellenos de Basura:</b> Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y compactadas de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos. Su espesor varía entre 3-10 m.	Qrb	Sólidos orgánicos e inorgánicos
			Holoceno	<b>Depósito Diapíricos de Lodo:</b> Conformados principalmente por lodo gris, inodoro, burbujeante con temperaturas actuales alrededor de 20°. Los edificios volcánicos alcanzan alturas de hasta 4 m.	Qvl	Lodos
				<b>Depósitos Torrenciales:</b> Están asociados con geoformas de abanicos y se caracterizan por la presencia de bloques angulares y subangulares de hasta 80 cm. de areniscas y cantos de conglomerados, arenisca calcárea, chert y calizas distribuidos en una matriz lodosa parda con estratificación Gradda invertida en el sector de la zona apical; el tamaño de los bloques y cantos va disminuyendo hacia la parte distal en donde hay predominancia de lodos hasta llegar a presentarse como flujos hiperconcentrados dispuestos de forma caótica, pero gradación predominante invertida distribuidos en una matriz areno lodosa amarilla a parda.	Qabt	Arenas, gravas, cantos y bloques
				<b>Depósito Eólicos:</b> la acción de los vientos litorales ha generado la acumulación de bancos de arenas de grano fino a medio con espesor variables de 1 hasta 20 m.	Qe	Arenas
				<b>Depósito Aluvial:</b> Constituidos por cantos de areniscas, calizas y chert, subredondeados e imbricados, embebidos en una matriz areno lodosa parda. Su espesor es variable de hasta 50 m.	Qal	Cantos, gravas y arenas
				<b>Depósitos de Llanura Aluvial:</b> Conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas y granos subredondeados a redondeados. Presenta <b>espesores</b> entre 5-50 m.	Qlal	Arenas lodosas



GEOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
			Pleistoceno	<b>Depósitos Fluviolacustres:</b> Son las acumulaciones de materiales recientes tipo arcillas, limos grises a grises oscuros y arenas de grano muy fino con presencia de micas. Presenta un espesor entre 5-15 m.	Qfl	Arenas, arcillas y lodos
				<b>Depósito Coluvial:</b> Compuestos principalmente por cantos y bloques de areniscas, con tamaños hasta de 80 cm, embebidos en una matriz areno limosa, mal a moderadamente sorteados. Espesores entre 10 – 15 m.	Qco	Cantos y bloques.
				<b>Depósitos de Playa:</b> Son depósitos recientes, generados por la acción del mar, compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, están mal a moderadamente sorteadas, mal calibradas y con presencia de Bivalvos. Los espesores son variables de un lugar a otro de 1 - 45 m.	Qmp	Arenas
				<b>Depósitos de Manglar:</b> Corresponde a depósitos marinos y continentales, sedimentos arcillosos, lodosos, arenas muy finas grises oscuras, fragmentos de conchas y materia orgánica donde se desarrollan plantas halófilas. Presenta espesores de 0,5 – 2 m.	Qmm	Arenas, limos y lodos
				<b>Formación Rotinet:</b> Conformada por gravas de cuarzo, chert, rocas volcánicas, neis y limolitas, estratificadas en capas muy gruesas, e intercalaciones de arenitas cuarzosas a sublíticas, de grano fino a medio, deleznales, en capas cuneiformes delgadas y gruesas, con estratificación cruzada. El espesor máximo medido es de 70 m.	Qpr	Gravas de calizas, chert, rocas volcánicas, neis, limolitas con arenitas cuarzosas
				<b>Formación La Popa:</b> Calizas arrecifales porosas, amarillas claras a blancas, terrosas o cristalinas, compactas, con abundancia de bioclastos de corales (corales de cabeza tipo hoja) y moluscos (bivalvos) dispuestos caóticamente. El espesor medido es variable entre 40 y 100 m.	Qpp	Calizas y areniscas calcáreas
		Neógeno	Plioceno	<b>Formación Tubará:</b> Secuencia sedimentaria de espesor variable; está compuesta por areniscas pardas de grano fino, intercaladas con conglomerados polimícticos ricos en chert, cuarzo hialino, fragmentos de roca redondeados y subredondeados de hasta 4 cm de diámetro, distribuidos en una matriz arenosa fina a gruesa, grises; en la parte superior predominan las areniscas amarillas de grano	Ngt	Shales, areniscas arcillosas y areniscas

GOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
				fino, estratificadas en capas muy gruesas con cantos de hasta 4-5 cm de diámetro. El espesor máximo medido es de 1032 m.		
			Mioceno	<b>Formación Mucacal:</b> Unidad sedimentaria compuesta por areniscas cuarzosas de grano fino, amarillas a pardas, bien calibradas interestratificadas con lodolitas, grises a verdosas en capas delgadas a medianas. Seguidas hacia la parte inferior por areniscas cuarzosas de grano grueso a conglomeráticas, redondeados a subredondeados, grises a amarillas, mal calibradas, embebidas en una matriz lodosa-arenosa. El espesor es desconocido.	Ngmu	Areniscas y lodolitas
				<b>Formación Hibácharo:</b> Limolitas amarillas claros, estratificadas en capas delgadas a medianas, de afloramientos muy meteorizados, presencia de óxidos, con intercalaciones de areniscas grises y amarillas claros de grano fino deleznable, estratificadas en capas medianas. El espesor varía de 400 m medidos hasta 862 m estimados.	Ngh	Arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas
				<b>Formación Bayunca:</b> Se caracteriza por presentar hacia la base areniscas friables pardas de grano fino, cuarzosas con matriz arcillosa, ricas en micas, estratificadas en capas muy gruesas e intercaladas con areniscas grises a rojizas con tendencia lenticular, calcáreas. Hacia la parte media capas arenosas laminadas, friables de grano fino, lodosas y calcáreas. En la parte superior continúan lodolitas grises moteadas. En toda la secuencia es común encontrar yeso en láminas que rellenan fracturas o dispuestas lenticularmente en la disposición estratiforme. Su espesor no se conoce, se estima un promedio medido de 135 m.	Ngb	Areniscas, limolitas y lodolitas
				<b>Grupo Rancho:</b> se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolitas de color gris claro. El espesor medido es de 970 m.	Ngr	Areniscas y arcillolitas
		Paleógeno	Oligoceno	<b>Formación Arjona:</b> Constituida por una secuencia de areniscas de grano fino amarillas a naranjas, bien calibradas, algo friables con alto contenido de cuarzo y moscovita, intercaladas con arcillolitas grises a naranjas, en capas delgadas, plana paralelas	PgNga	Lodolitas y areniscas

GOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
				subverticales, muy fracturadas. Se presentan unas capas de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, más compacta con clastos de cuarzo subangulares y fragmentos de roca, moderadamente calibradas, hacia la base de la formación. El espesor es de hasta 2500 m.		
				<b>Formación Perdices:</b> Constituida por lodolitas grises y amarillas; algunos niveles presentan fisilidad, mientras otros tienen una partición concoidea, con frecuentes costras de oxidación de color pardo y cristales de yeso. Esporádicamente se observan intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino, amarillas, con laminación plana paralela estratificada en capas delgadas levemente onduladas. El espesor varía entre 120 m. medidos hasta 400 m. estimados.	<b>PgNgp</b>	Shales arcillosas, shales arenosos y chert
				<b>Formación El Carmen:</b> La unidad consta de arcillolitas macizas y fisiles, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas, se presenta un paquete de lodolitas con abundante fauna de foraminíferos planctónicos presente de base a techo. El espesor estimado es de 1100 m.	<b>PgNgc</b>	Arcillolitas
			<b>Eoceno</b>	<b>Formación San Jacinto:</b> Conformada por areniscas pardas a grises claras de grano fino a medio, de granos subangulares y subredondeados de cuarzo, fragmentos de roca negros brillantes (biotita), láminas de yeso, presencia de óxidos y feldespatos, con una matriz arcillosa; estratificadas en capas delgadas a medianas e intercaladas con capas delgadas de arcillolitas grises laminadas, moderadamente cementada hacia el techo. El espesor medido varía entre 130 hasta 420 m.	<b>Pgsj</b>	Areniscas y arcillolitas
				<b>Formación Pendales:</b> La unidad está constituida por un conglomerado polimíctico de rocas volcánicas, chert, arcillolitas y arenitas, rojo amarillentas por alteración, con clastos de hasta 10 cm de diámetro, mal seleccionados, internamente los clastos están dispuestos caóticamente dentro de una matriz arenosa y dispuestos en capas muy gruesas. El espesor varía entre 187 m. medidos hasta 220 m., estimados.	<b>Pgp</b>	Conglomerados
				<b>Formación Arroyo de Piedra:</b> está constituida hacia la base por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises con laminación ondulosa,	<b>Pga</b>	Lodolitas y calizas

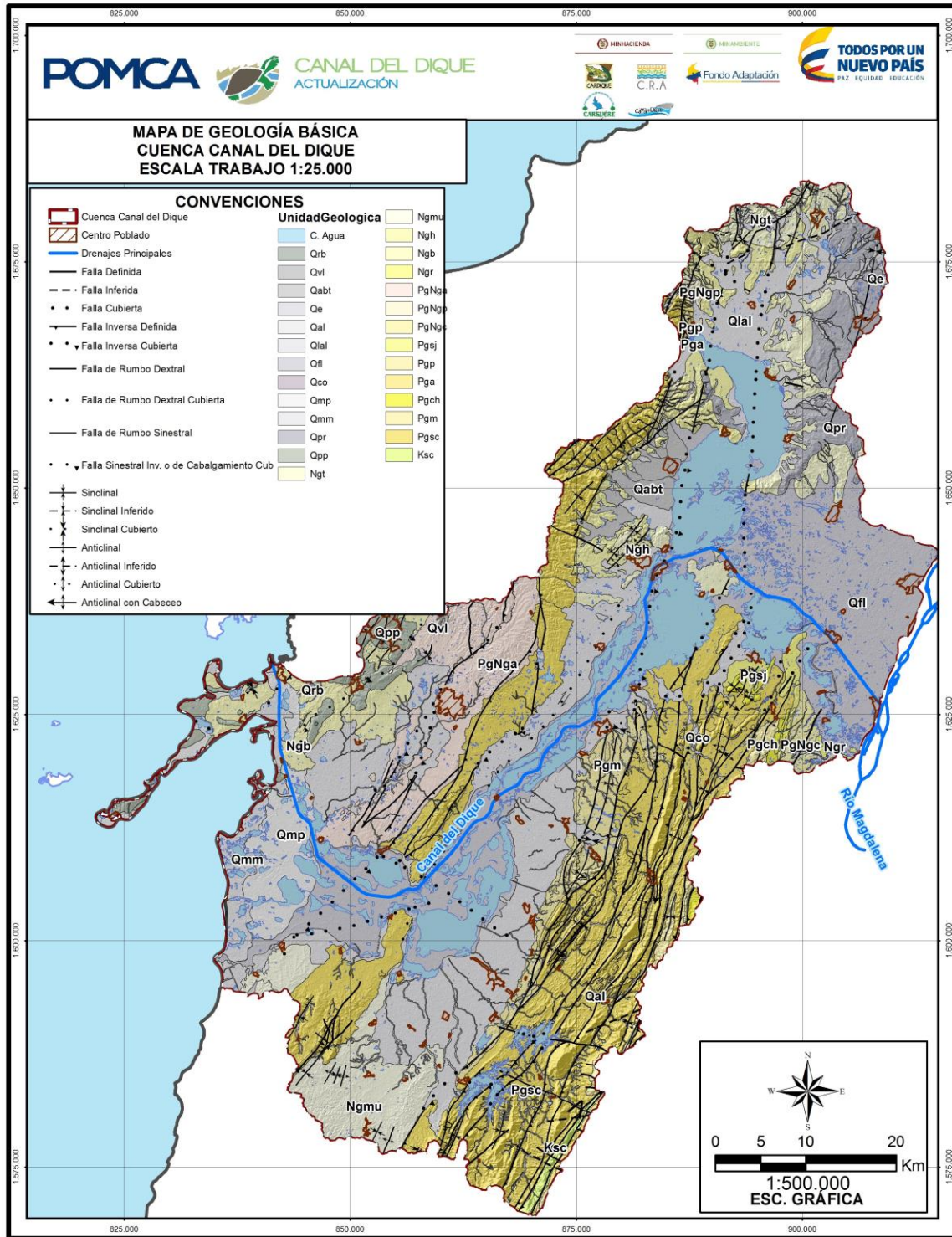


GEOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
				dispuestas en capas delgadas fracturadas, en la parte media, calizas blancas a amarillo claro, bioesparíticas de algas rojas, dispuestas en capas delgadas ondulosas. Hacia el techo, calizas cristalinas blancas, amarillo claro y tonalidades rosadas; algáceas, dispuestas en capas delgadas a gruesas, ondulosas y cuneiformes, geometría lenticular. Se estima un espesor de 200 m.		
				<b>Formación Chengue:</b> La Unidad se compone hacia la base por lodolitas calcáreas de grises y anaranjadas con laminación plano paralela, se intercalan hacia la parte media arenitas blancas de grano fino y medio, sublíticas, cemento calcáreo, estratificadas en capas delgadas y medias plano paralelas. En la parte superior se presenta un nivel de calizas bioesparítica con abundantes fósiles de tipo biostromas, encontrados en cantos rodados. Espesores medidos entre 200 y 310 m.	Pgch	Lodolitas, calizas y areniscas
				<b>Formación Maco:</b> secuencia clástica de conglomerados y areniscas en tonos pardos; los conglomerados son polimícticos, con matriz arenosa, compactos, bien cementados, con clastos angulares de chert de hasta 4 cm. de diámetro; Las areniscas de tendencia conglomeráticas e intercalaciones de gravas delgadas se encuentran estratificadas en capas gruesas no mayores a 1m. de espesor; además de areniscas pardas de grano medio a fino, dispuestas en capas medianas a muy gruesas. Espesor calculado de 1000 m.	Pgm	Conglomerados y areniscas.
			Paleoceno	<b>Formación San Cayetano:</b> está constituida en la base por litoarenitas finas a gruesas en capas medianas e intercalaciones de lodolitas grises fisiles; en la parte media presenta lodolitas cafés y micritas intercaladas con litoarenitas finas a gruesas, cherts amarillos en capas medias y calizas en capas gruesas; hacia el tope de la unidad se encuentran cuarzo-arenitas finas blancas en capas planas delgadas a medias. Espesor promedio de 240 m., en la serranía de San Jacinto.	Pgsc	Shales arenosos, calizas y areniscas sucias.

GEOLOGÍA- ESCALA 1:25000						
ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA CANAL DEL DIQUE						
EDAD GEOLÓGICA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN GEOLOGICA	SÍMB	DOMINIO LITOLÓGICO
	Mesozoico	Cretácico	Superior	<p><b>Formación Cansona:</b> Conformada por capas delgadas de chert negro con lentes de liditas y/o lodolitas silíceas, areniscas gris verdosas claras y pardas de grano fino, dispuestas en capas delgadas a medianas plano no paralelas con lentes de lodolitas y de conglomerados finos. Hacia la parte media se describen limolitas silíceas claras con lentes de chert y lentes de caliza, suprayacidas por una intercalación de areniscas grises claras a verdosas de grano grueso a conglomerático con capas de rocas piroclásticas oscuras a gris verdosas por alteración. Posteriormente se presenta una secuencia tobacea de lapilli con variaciones tanto en la vertical como en la horizontal a tobas de ceniza fina y conglomerados. El espesor estimado es de 350-400 m.</p>	Ksc	Limolitas, chert, areniscas y conglomerados

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.236. Mapa Geológico a escala 1:25.000 Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.2.9.2.1 Mesozoico-Cretáceo Superior

#### 3.2.9.2.1.1 Formación Cansona (Ksc)

La Formación Cansona en la Cuenca Canal del Dique se presenta como una pequeña cuña alargada en dirección NE, limitada por fallas, acrecionada al SE del área, en el sector Suroccidental de la cabecera municipal de San Jacinto, jurisdicción de los corregimientos de Arenas, San Isidro y Caracolí, en las planchas 37IVB, 37IVD y 37IID.

Está conformada por capas delgadas de chert negro con lentes de liditas y/o lodolitas silíceas en la parte superior de la secuencia, continúan hacia la parte inferior areniscas gris verdosas claras y pardas de grano fino, dispuestas en capas delgadas a medianas plano no paralelas con lentes de lodolitas y de conglomerados finos. Hacia la parte media se describen limolitas silíceas claras con lentes de chert y lentes de caliza, suprayacidas por una intercalación de areniscas grises claras a verdosas de grano grueso a conglomeralítico con capas de rocas piroclásticas oscuras a gris verdosas por alteración. Posteriormente se presenta una secuencia tobacea de lapilli con variaciones tanto en la vertical como en la horizontal a tobas de ceniza fina y conglomerados.

Sobre las rocas piroclásticas se presenta nuevamente la secuencia de areniscas de grano fino y lodolitas silíceas variando a chert en forma lenticular y en la parte más superior capas delgadas de caliza micritica y lodolitas grises, SGC (2015).

El espesor estimado de acuerdo con el corte geológico en la plancha 37-Maria la Baja es de 350-400 m. (Guzman G., et al., 1998).

Dueñas y Duque-Caro (1981) mencionan que descansa discordantemente sobre las peridotitas de Planeta Rica y consideran su contacto superior como discordante en la región de Santa Rosa, con la suprayacente Formación San Cayetano. En otras áreas ubicadas en el cinturón de San Jacinto el contacto inferior no se observa y en el contacto superior se menciona una falla muy cerca al contacto y se habla también de discordancia angular, o en (paraconformidad?) con la suprayacente Formación San Cayetano. Geotec (1997) en su cartografía reporta que no se observaron los contactos inferior y superior de esta unidad. Existe una relación de aparente paraconformidad entre los cherts de Cansona y las secuencias rítmicas de arenitas y lutitas del valle alto del Río Sinú.

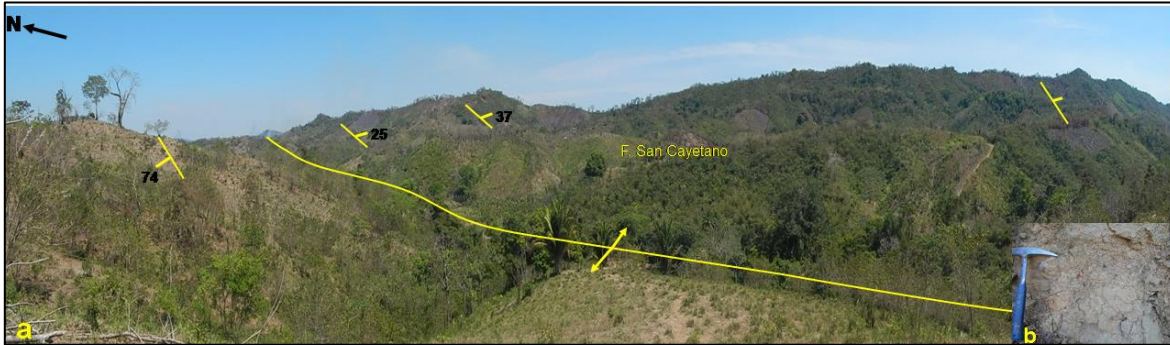
### 3.2.9.2.2 Terciario-Paleógeno

#### 3.2.9.2.2.1 Formación San Cayetano (Pgsc)

En la Cuenca Canal del Dique la Formación San Cayetano se identifica en las planchas 24-I-A, 24-I-C, 24-III-A, 23-IV-A, 23-IV-D, 30-II-B, 30-II-D, 30-II-C, 31-I-A, 31-I-B, 31-I-C, 31-I-D, 37-I-B, 37-I-D, 37-II-C y 37-IV-A, es la de mayor representatividad, con afloramientos extensos en el cinturón plegado de San Jacinto. En la Serranía de San Jacinto se caracteriza por estar afectados por una tectónica de fallas inversas y pliegues apretados que aparenta la presencia de un espesor considerable en la Serranía de San Jacinto (ver **Fotografía 3.1**); mientras que en la parte occidental (Serranía de Luruaco) disminuye el

grado de fallamiento y las estructuras anticlinales y sinclinales son de tendencia simétrica y de menor afectación tectónica.

**Fotografía 3.1. Margen occidental de la Serranía de San Jacinto, SW de la Cuenca Canal del Dique, vereda las mesitas del corregimiento de Palo Alto, X=1579933, Y=861844, Az= 50 a 180.**



a). Estructura anticlinal asimétrica con vergencia al Oeste. b). Areniscas conglomeráticas grises y areniscas arcósicas de grano medio, estratificadas en capas gruesas, altamente fracturadas.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Esta Unidad en el área de la cabecera municipal de Repelón está constituida hacia la base por litoarenitas finas a gruesas en capas medias, intercalada con lodolitas grises fisiles; en la parte media presenta lodolitas cafés y micritas intercaladas con litoarenitas finas a gruesas y algunos cherts amarillos en capas medias; hacia el tope de la unidad se encuentran cuarzo-arenitas finas blancas en capas planas delgadas a medias (Reyes y otros 2001) (ver **Fotografía 3.2**).

En la parte Sur de la cuenca está compuesta por secuencias grano-decrecientes de litoarenitas arcósicas desde areniscas conglomeráticas hasta grano fino, generalmente café amarillento por alteración a verde oliva oscuro en muestra fresca, ricas en cuarzo, moscovita, biotita y fragmentos de rocas oscuras, cemento silíceo, localmente calcáreo, mal seleccionadas con intercalaciones de lodolitas y areniscas grises de grano fino a medio, bioturbadas, estratificadas en capas medianas a muy gruesas, con láminas de yeso y azufre secundario. En las planchas 24, 31 y 38, referencian olitostromos de calizas micríticas bioclásticas y hacia el tope de la secuencia afloran niveles de chert en capas delgadas, Berrera R (2015).

El espesor para esta unidad es incierto, debido a los contactos fallados con las unidades suprayacentes, Reyes y otros (2001). Sin embargo, Guzmán, y otros (2004) le asignan un espesor promedio de 240m en la serranía de San Jacinto.

Los contactos con la infrayacente Formación Cansona es incierto y con la supra-yacente Formación Péndales es discordante.

**Fotografía 3.2. Formación San Cayetano en la región de Mapurito del Municipio de Repelón. Intercalación de areniscas de grano fino, arcillolitas y calizas en capas subverticales, X=1656603 Y=880953, Az=235**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.9.2.2.2 Formación Maco (Pgm)

La Formación Maco en la Cuenca Canal del Dique se presenta hacia el Sureste en una franja elongada con dirección NE en los Municipios de María la Baja, San Jacinto, San Juan de Nepomuceno, Mahates y Arroyo Hondo, en las planchas 30-II-D, 31-III-B, 37-II-B, 38-I-A, 37-II-C, 37-II-D, 37-IV-B y 37-IV-D.

Está compuesta por una secuencia clástica de conglomerados y areniscas en tonos pardos; los conglomerados son polimicticos, con matriz arenosa, compactos, bien cementados, con clastos angulares de chert de hasta 4 cm., de diámetro; las areniscas conglomeráticas y gravas se encuentran estratificadas en capas gruesas no mayores a 1m. de espesor; además de areniscas pardas de grano medio a fino, dispuestas en capas medianas a muy gruesas (ver **Fotografía 3.3**).

El espesor calculado de acuerdo con la plancha 37-Maria la Baja es de 280 m., en los segmentos identificados en los carretables San Isidro a la Sierra y de Arenas al Compromiso (Guzman G., et al., 1998). En corte, REYES Y OTROS (2001) calcularon un espesor de 1000 m.

La Formación Maco suprayace en discontinuidad estratigráfica a las formaciones San Cayetano (paraconformidad) y Cansona (discordancia angular) e infrayace en paraconformidad a la Formación San Jacinto (Reyes y otros 2001).



**Fotografía 3.3. Formación Maco al Sur del municipio de Mahates, frente a la entrada hacia Gamero. Conglomerados y areniscas conglomeráticas dispuestas en capas plano paralelas inclinadas, X=1620123 Y=876500, AZ=60.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.9.2.2.3 Formación Chengue (Pgch)

Unidad de Chengue aflora en la margen derecha de la vía que comunica a Arroyo Hondo con Mahates, Vereda la Oma, en las planchas 31-I-B, 31-I-C, 31-I-D, 30-IV-B, 31-III-A, 31-III-B, 37-II-B, 38-I-A, 37-II-C, 37-II-D, 37-IV-B y 37-IV-D.

La Unidad se compone hacia la base por lodolitas calcáreas de grises y anaranjadas con laminación plano paralela, se intercalan arenitas de grano fino y medio, sublíticas, cemento calcáreo, en capas planas delgadas y medias.

En la parte superior hay lodolitas calcáreas, amarillentas, laminación plana paralela y levemente ondulosa, como característica importante se presenta un nivel de calizas bioesparítica con abundantes fósiles de tipo biostromas, encontrados en cantos rodados (ver **Fotografía 3.4**), con algas, foraminíferos y venas de calcita, que rellenan fracturas; el nivel de calizas es muy algáceo.



**Fotografía 3.4. Canto rodado de caliza con biostromas, correspondiente a las calizas del nivel superior de la Formación Chengue, en la vereda la Oma del Municipio de Arroyo Hondo, Bolívar, X=1265801, Y=890869, Az=30.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El espesor medido es de 200 m., en la sección arroyo del Medio y 310 m., en la sección del arroyo Salvador (Duque H., et al., 1996).

Según Guzmán y Otros (2004) aparentemente algunas veces se observa un contacto de interdigitación trancional lateral entre la formación Chengue y la Formación Maco. En el Cerro Membrillal (Plancha 31), la Formación Chengue infrayace con contacto concordante sobre las areniscas conglomeráticas de la Formación San Jacinto. Es necesario realizar un estudio de estratigrafía más detallada, para aclarar la relación y posición estratigráfica de estas dos unidades.

#### 3.2.9.2.2.4 Formación Arroyo de Piedra (Pga)

La Formación Arroyo de Piedra se encuentra ubicada al Noroeste de la Cuenca Canal del Dique, en inmediaciones del corregimiento Arroyo de piedra, Aflorando en el flanco oriental del anticlinorio del Luruaco, en las planchas 24-I-A y 24-I-C.

La parte inferior de la unidad está conformada por lodolitas y lodotlitas calcareas, grises, con laminación ondulosa, físciles, en capas delgadas y fracturadas, e intercaladas con niveles de margas grises, masivas y muy sueltas; continúan calizas algáceas, de color blanco a amarillo claro, cristalinas, algunas de las algas tienen formas redondeadas de hasta 4 cm, en capas medias onduladas, con intercalaciones de margas muy blandas de color gris claro, en capas delgadas onduladas.

La parte superior la constituye un segmento de calizas cristalinas, de colores blanco, amarillo claro y de tonalidades rosadas; son algáceas, dispuestas en capas delgadas a gruesas, onduladas y cuneiformes. (Reyes y otros 2001).

Por medio de cortes estructurales se estimó un espesor de 200 m. en la plancha 24-Sabanalarga (Reyes y Zapata, 2001).

Según Guzmán y Otros (2004) la Formación Arroyo de Piedra presenta un contacto concordante con la infrayacente Formación Pendales; la presencia de calizas del tipo de Arroyo de Piedra en la Formación Pendales, sugieren una interdigitación facial. El contacto superior es discordante con la Formación El Carmen.

#### 3.2.9.2.2.5 Formación Péndales (Pgp)

Esta unidad aflora al Noroeste de la cuenca, sectores occidentales de los municipios de Repelón, Rotinet y Arroyo de Piedra, en las planchas 24-I-A, 24-I-C y 24-III-A, (margen oeste del embalse del Guájaro),

La unidad está constituida por un conglomerado polimíctico de rocas volcánicas, chert, arcillolitas y arenitas, rojo amarillentas por alteración; texturalmente es un conglomerado con clastos de hasta 10 cm de diámetro, mal seleccionados, internamente los clastos están dispuestos caóticamente dentro de una matriz arenosa y dispuestos en capas muy gruesas. Se intercalan capas gruesas y muy gruesas de arenitas de cuarzo y litoarenitas de grano grueso a conglomeráticas, mal seleccionadas, con cemento calcáreo (ver **Fotografía 3.5**).

El espesor varía entre 187 m. medidos por Barrera (2001) hasta 220 m medidos por corte estructural por Reyes y otros (2001).

Según Guzmán y Otros (2004) en las planchas 16-17 el contacto superior es discordante con la Formación Hibácharo; en las planchas 23 y 24, contacto inferior paraconforme sobre la Formación San Cayetano, el contacto superior discordante con la suprayacente Formación Hibácharo, pero concordante con la Formación Arroyo de Piedra.



**Fotografía 3.5. Formación Péndales al Norte del Arroyo Henequén, conglomerado polimíctico de rocas volcánicas y chert con diámetros de 7 cms aproximadamente, X=1658699 Y=884621, Az=330.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

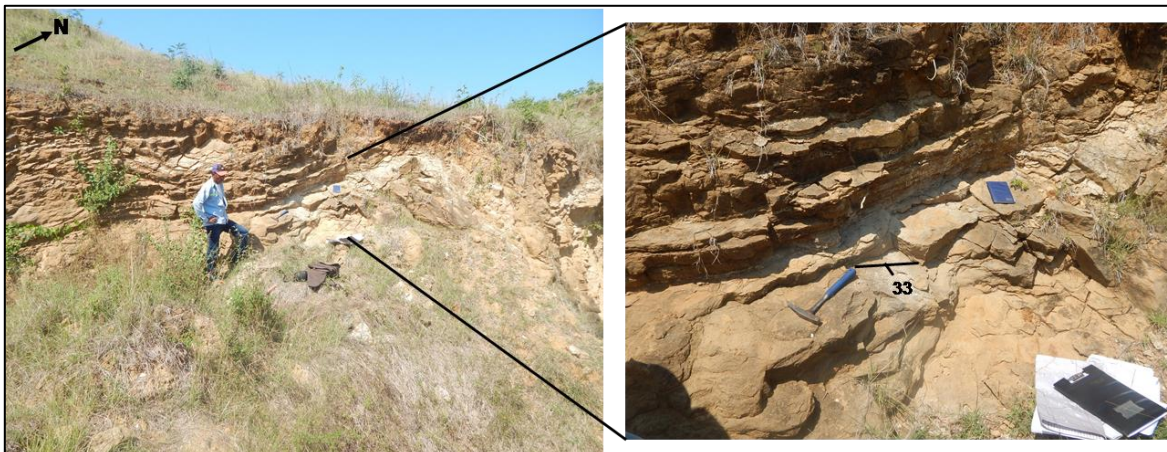
### 3.2.9.2.2.6 Formación San Jacinto (Pgsj)

La Unida de San Jacinto aflora en el Oriente de la Cuenca Canal del Dique, en el Municipio de Arroyo Hondo, hacia las veredas de Machado y El Pilon, en las planchas 31-III-C, 21-III-B, 31-I-D, 31-I-B, 31-I-A y 31-I-C.

Está constituida por una secuencia de areniscas pardas a grises claras de grano fino a medio, de granos subangulares y subredondeados compuestos por cuarzo, fragmentos de roca negros brillantes (biotita), láminas de yeso, presencia de óxidos y feldespatos, con una matriz arcillosa,; estratificadas en capas delgadas a medianas e intercaladas con capas delgadas de arcillolitas grises laminadas, moderadamente cementada, datos estructurales N15W/31NE (ver **Fotografía 3.6**).

Según Notestein (1929) hacia la parte superior las arenitas son de grano medio a grueso levemente conglomeráticas, sublíticas, anaranjado muy pálido a amarillento oscuro, estratificados en capas gruesas; hay intercalaciones de arenitas de grano fino, sublíticas, en capas de 0,20 - 0,60 m. Hacia el tope de la formación se presentan intercalaciones de lodolitas gris oscuras estratificadas en capas delgadas y medianas.

**Fotografía 3.6. Areniscas pardas de granos sub-angulares a sub-redondeados finos a medios de cuarzo y feldespatos, con matriz arcillosa ricos en láminas pequeñas de yeso, estratificadas en capas delgadas a medianas de la Formación San Jacinto, X=1624283, Y=898636, Az=265.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El espesor medido en la sección arroyo San Jacinto, flanco occidental del anticlinal de Perucho es de 130 m., en el arroyo San Jacinto, flanco oriental del anticlinal de San Jacinto es de 420 m y 145 m en la sección de arroyo Alferez. (Duque H., et al., 1996).

Duque-Caro et al. (1996) menciona que la Formación San Jacinto presenta los siguientes contactos: planchas 31 y 38 contacto inferior discordante con la Formación Chengue y paraconforme con la suprayacente Formación El Carmen.

### 3.2.9.2.2.7 Formación Carmen (PgNgc)

La Unidad del Carmen se encuentra ubicada al Nor-Este de la Cuenca Canal del Dique en los Municipios de Arroyo Hondo y Calamar, en las planchas 31-I-D y 31-III-B.

La unidad consta de arcillolitas macizas, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas se presenta un paquete de lodolitas con abundante fauna de foraminíferos planctónicos que afloran en el Carmen de Bolívar.

El espesor estimado en la plancha 38-El Carmen de Bolívar es de 1100 m (Duque H., et al., 1996). Según Duque-Caro *et al.* (1996), los límites inferior y superior de la Formación El Carmen son inconformes.

### 3.2.9.2.2.8 Formación Perdices (PgNgp)

La Unidad de Perdices se encuentra ubicada en la parte Nor-Oeste del Municipio de Repelón, Oriente del Municipio de Luruaco y al Norte del Corregimiento de Arroyo de Piedra, en las planchas 24IA, 24IC y 24IIIA.



La unidad está constituida por lodolitas grises y amarillas; algunos niveles presentan fisilidad, mientras otros tienen una partición concoidea; la mayor parte de los afloramientos tiene deterioro por erosión, lo que oculta sus características internas; son frecuentes costras de oxidación de color pardo y cristales de yeso. Esporádicamente se observan intercalaciones de arenitas cuarzosas de grano fino, amarillas, con laminación plana paralela estratificada en capas delgadas levemente onduladas.

Con base en el corte geológico se estima un espesor aproximado de 400 m., en la sección tipo son de 120 m. y hacia el oeste del Municipio de Usuacurí, Anderson midió 330 m. (Barrera, 2001)

En De Porta et al. (1974), Anderson (1929) plantea que la Formación Las Perdices se apoya sobre la “Pozo Series” e infrayace discordantemente al Grupo Tubará. La opinión de Bürgl et al. (1955) es que este contacto superior es muy neto y completamente normal en el arroyo Saco. Por el contrario, para Bürgl (1961) y Zimmerle (1968) el contacto con el Grupo Tubará está marcado por otra discordancia.

#### 3.2.9.2.2.9 Formación Arjona (PgNga)

La Formación Arjona se presenta en una franja elongada desde el Sur del Municipio de Arjona en el Corregimiento de Rocha pasando por el Sureste de los municipios de Villanueva y Turbaco hasta el Suroeste del Municipio de San Estanislao de Kostka, en las planchas 23IVD, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 30IID, 30IIIB y 30IVA.

La unidad está constituida por una secuencia de areniscas de grano fino amarillas a naranjas, bien calibradas, algo friables con alto contenido de cuarzo y moscovita, intercaladas con arcillolitas grises a naranjas, en capas delgadas, planas, paralelas y subverticales, muy fracturadas (ver **Fotografía 3.7**). Se presentan unas capas de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, más compacta con clastos de cuarzo subangulares y fragmentos de roca, moderadamente calibradas.

El espesor de la unidad en la sección Cuatro Caminos-Chiquito es de 2.500 m y en la sección Polver – Buenos Aires es de 1.600 m; en ambas secciones hay un fallamiento que puede estar aumentando el espesor. (Reyes y otros 2001).

Según Guzmán y Otros (2004) en las planchas 23, 29-30. La Formación Arjona está cubierta discordantemente por las formaciones: Popa y Gravas de Rotinet, el contacto inferior en lo que se ha podido observar es fallado con la Formación San Cayetano.



**Fotografía 3.7. Formación Arjona a 70m de la Vía Variante Mamonal-Gambote, intercalación de areniscas de grano fino y arcillolitas de color gris a amarillas en capas subverticales y muy fracturadas, X=1619209, Y=861545, Az=202.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.9.2.3 Terciario-Neógeno

#### 3.2.9.2.3.1 Formación Rancho (Ngr)

En la Cuenca Canal del Dique la formación Rancho se encuentra en la parte Oriental hacia los Municipios de Arroyo Hondo y Calamar, en la plancha 31-I-B.

La Formación Rancho hacia la parte inferior está constituida por una alternancia granodecreciente de arcillolitas, pardo oliva claro, calcáreas, con intercalaciones de areniscas pardas oscuras de grano muy fino, estratificadas en capas delgadas, con estratificación ondulosa discontinua; a medida que se asciende estratigráficamente el espesor de las capas de arenisca es mayor hasta alcanzar capas medianas a gruesas compuestas por arenisca amarillas de grano fino, sublíticas, bien seleccionadas con restos mal preservados de materia orgánica (plantas) y cristales de yeso en láminas normalmente paralelas a la estratificación. La estratificación es plano-paralela, ocasionalmente ondulosa y lenticular.

El segmento más superior es predominantemente más arcilloso, con intercalaciones de areniscas, en capas medianas a gruesas. Las lodolitas son gris oscuras y pardas,

ocasionalmente con abundante microfauna; las intercalaciones arenosas son de grano fino, bien calibradas, compuestas por cuarzo, minerales pesados y moscovitas.

El espesor medido en la Plancha 38-El Carmen de Bolívar, sección carretera El Carmen-Zambrano es de 970 m. (Duque Caro y otros 1996).

Barrera *et al.* (1999) comentan que los criterios litológicos obtenidos en la Sección Carreto-Lata parecen indicar que la Formación Rancho, hoy Grupo Rancho, presenta un contacto transicional con la infrayacente Formación El Carmen.

### 3.2.9.2.3.2 Formación Bayunca (Ngb)

La unidad de Bayunca se encuentra en la parte Occidental de la Cuenca Canal del Dique, en los Municipios de Turbana, Turbaco y en el corregimiento de Ararca, en las planchas 29IIC, 30ID, 30IB, 30IIIB, 30IIC y 30IIA.

Hacia el sector del cementerio de Ararca se evidencia una secuencia sedimentaria semiconsolidada compuesta de base a techo areniscas friables pardas de grano fino, cuarzosas con matriz arcillosa, ricas en moscovita, estratificadas en capas muy gruesas intercaladas con areniscas grises a rojizas con tendencia lenticular, calcáreas; capas arenosas friables de grano fino, lodosas, calcáreas con laminación formando capas delgadas, en la parte superior continúan lodolitas grises moteadas (ver **Fotografía 3.8**).

**Fotografía 3.8. Formación Bayunca al Sur de Cartagena, Corregimiento de Ararca. X: 837614, Y=1626576.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Hacia el techo de la unidad hay intercalaciones de areniscas de cuarzo, gris claro y amarillo claro, de grano fino hasta conglomeráticas; estas últimas son líticas, en capas delgadas y gruesas, estratificación inclinada, flaser, plana paralela y masiva. Son frecuentes capas de areniscas con cemento calcáreo y gran contenido de conchas de moluscos y restos de plantas. En toda la secuencia es común encontrar yeso en láminas que rellenan fracturas con disposición estratiforme.



Su espesor no se conoce, pero se puede estimar en por lo menos 500 m, aunque por estar plegada y fallada, éste podría variar. Según Guzmán y Otros (2004) el espesor promedio medido es de 135 m.

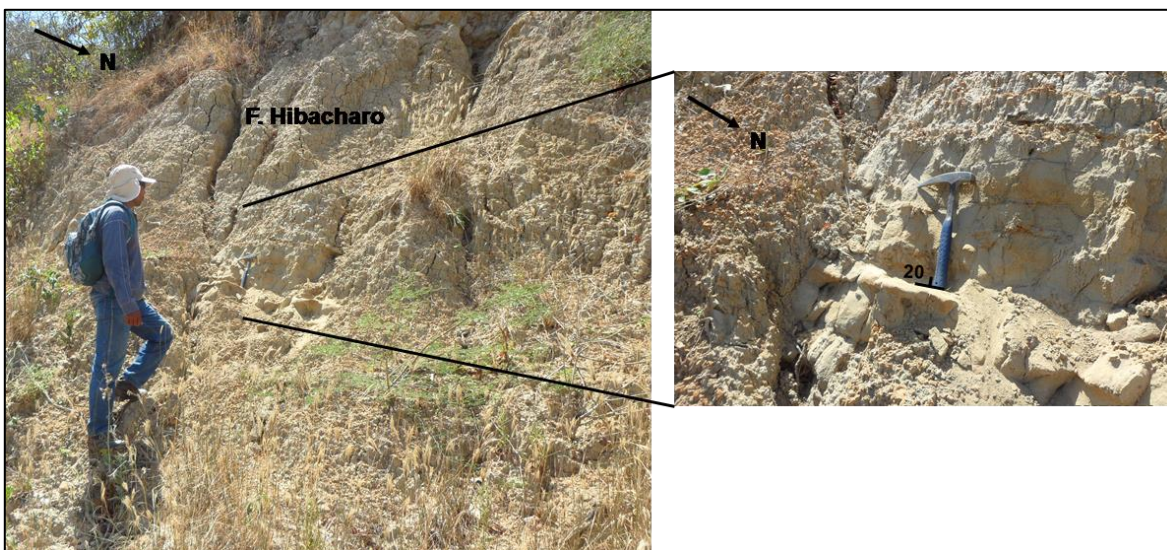
Según Guzmán y Otros (2004) el límite superior de la Formación Bayunca es discordante con las Formaciones Popa y Arroyo Grande. Su límite inferior no se conoce en el área.

### 3.2.9.2.3.3 Formación Hibácharo (Ngh)

La Unidad de Hibácharo se encuentra en la zona Nor-Oeste de la Cuenca Canal del Dique, en los Municipios de San Estanislao de Kostka, Manatí, Luruaco, Sabanalarga, Piojó, Usiacuri, Repelón y Villanueva, en las planchas 23-IV-B, 23-IV-D, 24- III-C.

En el Municipio de Piojó aflora una secuencia sedimentaria de limolitas de tonos amarillos claros estratificadas en capas delgadas y medianas, meteorizadas, presencia de óxidos, con intercalaciones de areniscas en tonos grises y amarillos claros de grano fino deleznales, estratificadas en capas medianas continuas (ver **Fotografía 3.9**).

**Fotografía 3.9. Municipio de Piojó, Vereda Aguas Vivas, formación Hibácharo, limolitas grises con intercalaciones de areniscas, X=1675855, Y=887846, Az=200.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Su espesor alcanza 862 m en la Sección Arroyo Piojó (BARRERA, 2001); GUZMÁN Y OTROS (2004) consideran que el espesor máximo medido para la Formación Hibácharo es del orden de 400 m en las cercanías a Hibácharo.

El contacto inferior de la Formación Hibácharo con la Formación Las Perdices no es claramente observable en campo, pero las características litológicas observadas en ambas formaciones indican que es concordante. El contacto superior con la Formación Tubará es discordante y está bien marcado por la superficie de erosión irregular que separa la litología típica de la Formación Hibácharo con los conglomerados basales de la Formación Tubará. (BARRERA, 2001).



### 3.2.9.2.3.4 Formación Mucacal (Ngmu)

La Formación Mucacal se presenta al sur de la Cuenca Canal del Dique en los Municipios de San Onofre en el Departamento de Sucre y María la Baja en el Departamento de Bolívar; en las planchas 37-I-B, 37-II-C, 37-III-B y 37-IV-A.

La unidad está constituida por areniscas cuarzosas de grano fino, amarillas a pardas, bien calibradas, masivas, dispuestas en capas plano paralelas, medianas a muy gruesas, subverticales y fracturadas, interestratificadas con lodolitas, grises a verdosas en capas delgadas a medianas. Generan una morfología elevada de colinas y lomeríos en inmediaciones al corregimiento de Labarces (ver **Fotografía 3.10**).

**Fotografía 3.10. Formación Mucacal al Sur del corregimiento Labarces, a 50 metros margen derecho de la vía Labarces-La Libertad, intercalación de areniscas cuarzosas y lodolitas grises dispuestas en capas subverticales, X=1595612 Y=839623, Az=230.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Se identificó otra sección cerca al corregimiento de San Antonio donde se presentan areniscas cuarzosas de grano grueso a conglomeráticas, redondeados a subredondeados, grises a amarillas, embebidas en una matriz lodosa-arenosa, mal calibradas, infrayace a las areniscas cuarzosas de grano fino descritas anteriormente. Generan una morfología baja, ondulada de peneplanicies y montículos.

Según Guzmán y Otros (2004) el espesor de la Formación Mucacal es desconocido y se encuentra en paraconformidad con la infrayacente Formación San Cayetano.

### 3.2.9.2.3.5 Formación Tubará (Ngt)

La Formación Tubará Mucacal se presenta en el Norte de la Cuenca Canal del Dique, aflorando en los Municipios de Piojó, Usucurí, Sabanalarga, Manatí, Repelón, San Estanislao de Kostka, y San Cristobal, en las planchas 23-IV-D, 24- III-C, 30-II-B y 31-I-A.

La unidad está constituida por una secuencia sedimentaria compuesta por areniscas pardas de grano fino, intercaladas con conglomerados polimicticos ricos en chert, cuarzo hialino, fragmentos de roca redondeados y subredondeados de hasta 4 cm de diámetro, con una matriz arenosa en tonos grises de grano fino a grueso.

Se presentan conglomerados polimicticos en capas delgadas formando paquetes muy gruesos, con estratificación gradada y cruzada normal, en una matriz arenosa en tonos pardos con presencia de óxidos, en la parte superior se presentan areniscas amarillas de grano fino estratificadas en capas muy gruesas y cantos de hasta 4-5 cm de diámetro mayo (ver **Fotografía 3.11**).

**Fotografía 3.11. Formación Tubará al sur de Aguada de Pablo, conglomerados polimicticos ricos en chert, cuarzo hialino, fragmentos de roca con estratificación gradada y cruzada normal, X=1652884 Y=897265, Az=290.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El espesor parcial por corte geológico es de 100 m en la plancha 24-Sabanalarga, en la sección del arroyo Gallinazo es de 206 m; en la sección de la carretera la cordialidad el espesor medido es de 145 m faltando el techo (Reyes y Zapata, 1996). En la sección arroyo Morrotillo es de 650 m (Barrera, 2001). El espesor promedio medido para la Formación Tubara es de 410 m, en el arroyo Piojó se midió una sección de 1032 m (Guzmán y otros, 2004).

Según Guzmán y Otros (2004) en las planchas 16-17; 23 y 24: La Formación Tubará descansa discordantemente sobre la Formación Perdices, y en disconformidad con la



Formación Hibácharo. La Formación Tubará se encuentra cubierta discordantemente por las gravas de Rotinet.

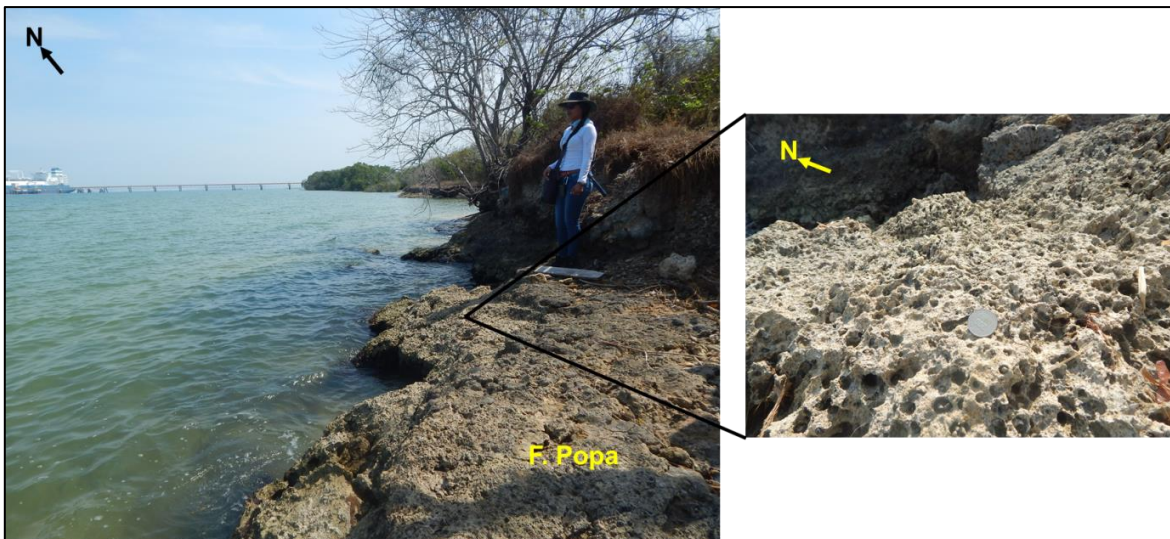
### 3.2.9.2.4 Cuaternario – Pleistoceno

#### 3.2.9.2.4.1 Formación La Popa (Qpp)

La Unidad de Popa se encuentra desde el Corregimiento de Barú hasta el Municipio de Turbaco, pasando por el Municipio de Turbana y el Corregimiento de Ararca, está identificada en las planchas 23-I-D, 23-II-C, 23-II-D, 23-III-B, 23-IV-A, 23-III-D, 23-IV-C, 30-I-A, 30-I-B, 30-II-A, 30-I-C, 30-I-D, 30-II-C, 30-III-A y 30-III-B.

Hacia Nor-Este del Corregimiento de Ararca se evidencio un corte natural observando calizas y un depósito de restos de corales de aproximadamente .1,50 m., de espesor, compuesta principalmente por arrecife coralino de corales de cabeza tipo hoja (ver **Fotografía 3.12**).

**Fotografía 3.12. Formación Popa, Corregimiento de Ararca, al Sur de Cartagena. X=837631, Y=1628099.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la cantera de Albornoz la empresa Colclinker realizó una perforación de 131 m dentro de la Formación La Popa, con las siguientes Características de base a techo: 15 m de calizas arrecifales, amarillas claras, terrosas o cristalinas, compactas, con abundantes corales y bivalvos en disposición desorganizada; suprayacidas por 18,5 m de arcillas plásticas grises y pardas, alteradas; estratificadas en capas delgadas con intercalaciones de arenas amarillas claras, de cuarzo, de grano fino y medio, luego continúan 15 m de arenas; encima hay 22,5 m de lodolitas calcáreas, gris oscuras, pardas y amarillo claro por alteración, en capas delgadas; continúan 30 m de calizas arrecifales, amarillo claro a crema, cristalinas y terrosas, compactas o cavernosas, con corales y conchas de bivalvos dispuestos en forma caótica, las capas no están bien definidas; el techo de esta secuencia está constituido por 30 m de arcillas grises, pardas a negras, muy plásticas, en capas



delgadas, masivas, alteradas, con intercalaciones de arenas de grano fino, cuarzosas y líticas, gris oscuras, arcillosas; algunas son bioclásticas, con conchas de bivalvos y gasterópodos.

El espesor promedio medido para esta unidad es de 63 m (GUZMÁN Y OTROS, 2004); Reyes y Otros (2001) calculan 100 m o más de espesor en el área de Turbaco, e inferior a 40 m al E de Pasacaballos.

Según Guzmán y Otros (2004) la Formación La Popa descansa en disconformidad sobre las unidades sedimentarias del Neógeno Superior y está suprayacida principalmente y en forma discordante por depósitos eólicos antiguos y recientes del Cuaternario.

#### 3.2.9.2.4.2 Gravas de Rotinet (Qpr)

Las Gravas de Rotinet se presentan al Noreste de la Cuenca Canal del Dique, en los Municipios de Manatí, Sabanalarga, Baranoa y Usiacurí, además se presenta una franja en el Municipio de Repelón, identificada en las planchas 17-III-D, 23-IV-D, 24-I-B, 24-I-C, 24-I-D, 24-III-A, 24-III-B Y 24-III-D.

Las Gravas de Rotinet están conformada por gravas de cuarzo, chert, rocas volcánicas, neis y limolitas, estratificadas en capas muy gruesas, con estratificación en artesa y macizas, e intercalaciones de arenitas cuarzosas a sublíticas, de grano fino a medio, deleznable, en capas cuneiformes delgadas y gruesas, con estratificación cruzada. La interestratificación de las gravas y las arenitas es gradual (ver **Fotografía 3.13**).

(REYES Y OTROS 2001); cerca a Juan de Acosta puede alcanzar 25 m, (BARRERA, 2001). La unidad reposa discordantemente sobre la Formación San Cayetano. (Reyes y otros 2001).

Según Guzmán y Otros (2004) las gravas de Rotinet descansan discordantemente sobre las formaciones Hibácharo y Tubará.

**Fotografía 3.13. Gravas de Rotinet al Norte del Corregimiento de Rotinet en la Cantera de Cemex. Gravas de cuarzo, chert, rocas volcánicas, neis y limolitas intercaladas con arenitas cuarzosas, X=1659617 Y=890122, Az=165.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Su espesor es muy variable; en el área de Cartagena y Arjona oscila alrededor de 70 m Cuaternario –Holoceno-Reciente

#### 3.2.9.2.4.3 Depósitos de Manglar (Qmm)

Los depósitos de manglar están localizados al occidente y suroccidente de la Cuenca Canal del Dique, en el Municipio de Cartagena, cerca de los corregimientos de Pasacaballos, Ararca, Santa Ana y vía Barú, Al Sur oeste de Turbana, Arjona y San Onofre en el corregimiento de Labarces, zonas próximas y sobre la línea de costa. Esta cartografiada en las planchas 29-II-A, 30-I-B, 29-II-C, 29-IV-A, 30-I-D, 30-III-B, 30-III-D, 30-IV-C y 37-I-B.

Corresponde a depósitos marinos y continentales, arcillosos, lodosos, arenas muy finas grises oscuras, fragmentos de conchas y materia orgánica donde se desarrollan plantas halófilas.

Se encuentran paleosuelos de estos materiales con espesores de 0,5 – 2 m y a profundidades entre 1,7 - 2,5 m (INGEOMINAS, 2001) (ver **Fotografía 3.14**).

**Fotografía 3.14. Depósito de manglar en el Corregimiento de Ararca al Sur de Cartagena, X=1627657 Y=838012, Az=15 a 90.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.2.9.2.4.4 Depósitos de Playa (Qmp)

Los depósitos de playa están localizados al Oeste y Suroeste de la Cuenca Canal del Dique, principalmente en la Ciudad de Cartagena en la línea de costa, en los Municipios de Turbana y San Onofre. Fueron cartografiadas en las planchas 30-I-B, 29-IV-A, 29-II-C, 30-I-D, 30-III-B, 30-III-D y 37-I-B.

Son depósitos recientes, generados por la acción marina, compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, ocasionalmente presentan gravas, están mal a moderadamente sorteadas, mal calibradas y con presencia de conchas. (SGC, 2015). Los espesores varían de un lugar a otro de 1 - 45 m, aproximadamente. (Carvajal y otros 2010).

3.2.9.2.4.5 Depósito Coluvial (Qco)

Esta unidad se identificó en los municipios de Arroyo Hondo, Mahates y Turbaco; en las planchas 30-II-A 31-III-A y 31-I-C. Conformado por depósitos recientes, asociados al desprendimiento de rocas, en las geoformas abruptas de inclinaciones altas, muy altas a escarpadas. Los depósitos están mal a moderadamente sorteados, compuestos principalmente por cantos y bloques de areniscas, con tamaños hasta de 80 cm de diámetro, embebidos en una matriz areno limosa. (SGC, 2015). La unidad presenta espesores entre 10 – 15 m. (Carvajal y otros 2010).

3.2.9.2.4.6 Depósitos Fluviolacustres (Qfl)

Los depósitos fluviolacustres están asociados a llanuras de inundación y se localizan principalmente a zonas proximales y a lo largo del Canal del Dique, el río Magdalena, embalses y ciénagas.

Conformado por depósitos recientes principalmente de arcillas y limos gris - gris oscuro, y arenas de grano muy fino con presencia de micas, presentan estructuras laminadas y masivas, tienen espesores entre 5-15 mts (SGC-2015) (ver **Fotografía 3.15**).



**Fotografía 3.15. Antonio del Municipio de San Onofre, margen izquierdo del caño Correa, X=1600011 Y=842131, Az=218.**

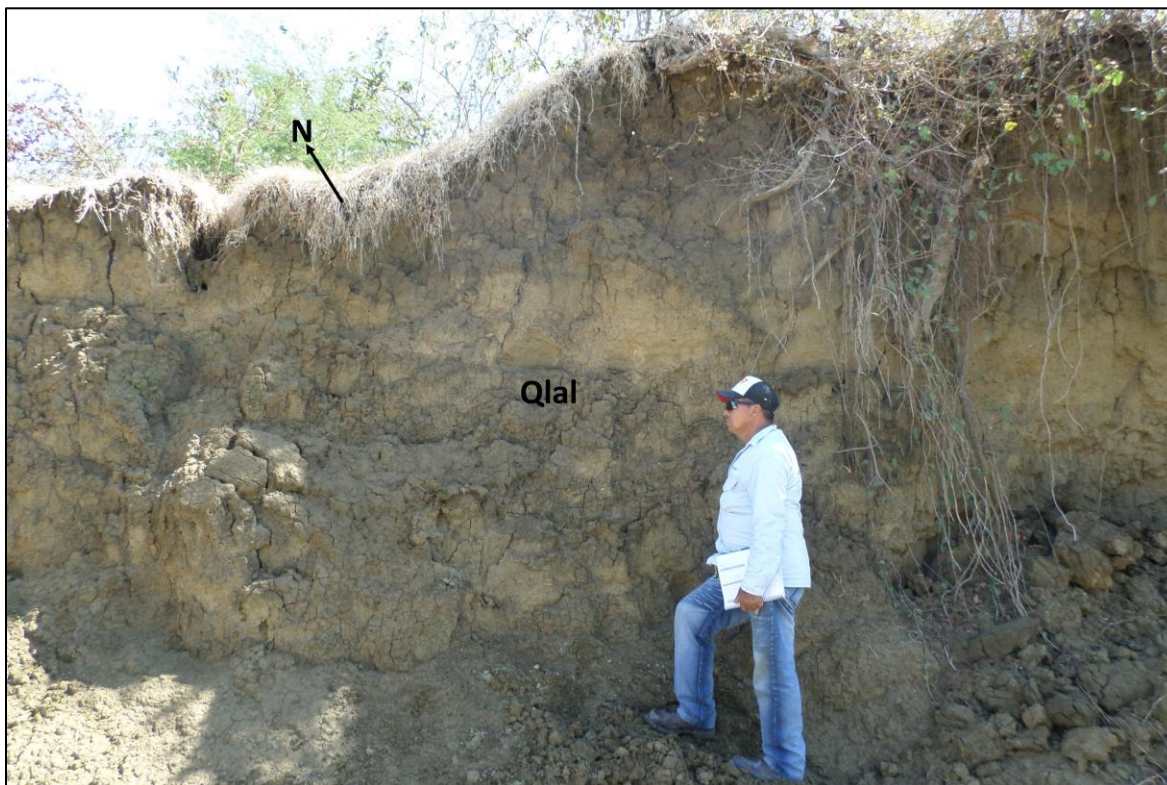


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.9.2.4.7 Depósitos de Llanura Aluvial (Qla)

La unidad está presente en casi toda el área de la Cuenca Canal del Dique, están relacionados con los arroyos y ríos. La composición varía de acuerdo con su localización. Conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas (ver **Fotografía 3.16**), también se presentan zonas donde el material es heterogéneo en la granulometría. Presenta espesores entre 5-50 m. (SGC-2015).

**Fotografía 3.16. Depósitos de Llanura Aluvial en el sector de Olivo Uno en el Municipio de Repelón, X=1646969 Y=883687, Az=67.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.9.2.4.8 Depósito Aluvial (Qal)

Los depósitos aluviales se encuentran localizados de norte a sur en la Cuenca Canal del Dique, se presentan localmente a lo largo de los arroyos. Son depósitos recientes de granulometría heterogénea que varían desde arenas hasta cantos, de areniscas, calizas, rocas volcánicas y chet, los cuales se encuentran imbricados en dirección al flujo de los arroyos, su espesor es muy variable de casi 50 m. (SGC-2015) (ver **Fotografía 3.17**).



**Fotografía 3.17. Depósito Aluvial en el Municipio de Sabanalarga. Arenas de grano fino en una matriz lodosa y gravas sub-redondeadas, X=1669109 Y=887264, Az=185.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.9.2.4.9 Depósitos Eólicos (Qe)

Los depósitos eólicos están localizados al Norte del Municipio de Sabanalarga y Baranoa, al occidente del río Magdalena. Está cartografiada en la plancha 24-I-B. Están conformados por arenas de grano fino a medio. Raasveldt (1953) se refiere a las Dunas, aflorantes desde Palmar de Varela, los espesores son variables dependiendo del tipo de acumulación. Mientras los mantos de duna no sobrepasan el metro de espesor, las dunas transversales (Barjanas coalescentes), presentan espesores entre 3 – 20 m. Así mismo en los campos de duna de sombra, no sobrepasan los 1,5 m de espesor. (Carvajal y otros 2015).

#### 3.2.9.2.4.10 Depósitos Aluvio-torrencial (Qabt)

Los depósitos Aluvio-torrenciales se localizan al Oeste del Municipio de Repelón, observables en las paredes trapezoidales de los cauces de arroyos y quebradas. Se cartografiaron en las planchas 24IIIA y 24IIIC.

Se caracteriza en la zona apical por el dominio de bloques de hasta 80 cm y cantos de conglomerados, arenisca calcárea, chert y calizas de forma angular en una matriz areno



lodosa amarilla a parda, dispuestos de forma caótica seguida de una capa de arena fina de consistencia media a dura. Gradación invertida. A medida que el depósito se hace más distal predomina el contenido de matriz arenosa. Cubren las unidades rocosas y a los depósitos cuaternarios más antiguos (ver **Fotografía 3.18**).

**Fotografía 3.18. Depósito Aluvio-torrencial en la region de Mapurito al oeste del Municipio de Repelón. Bloques de hasta 80 cms de composicion variada de chert, caliza, areniscas y conglomerados en una matriz areno lodosa. Notese la gradación invertida, X=1655645 Y=882219, Az=98.**



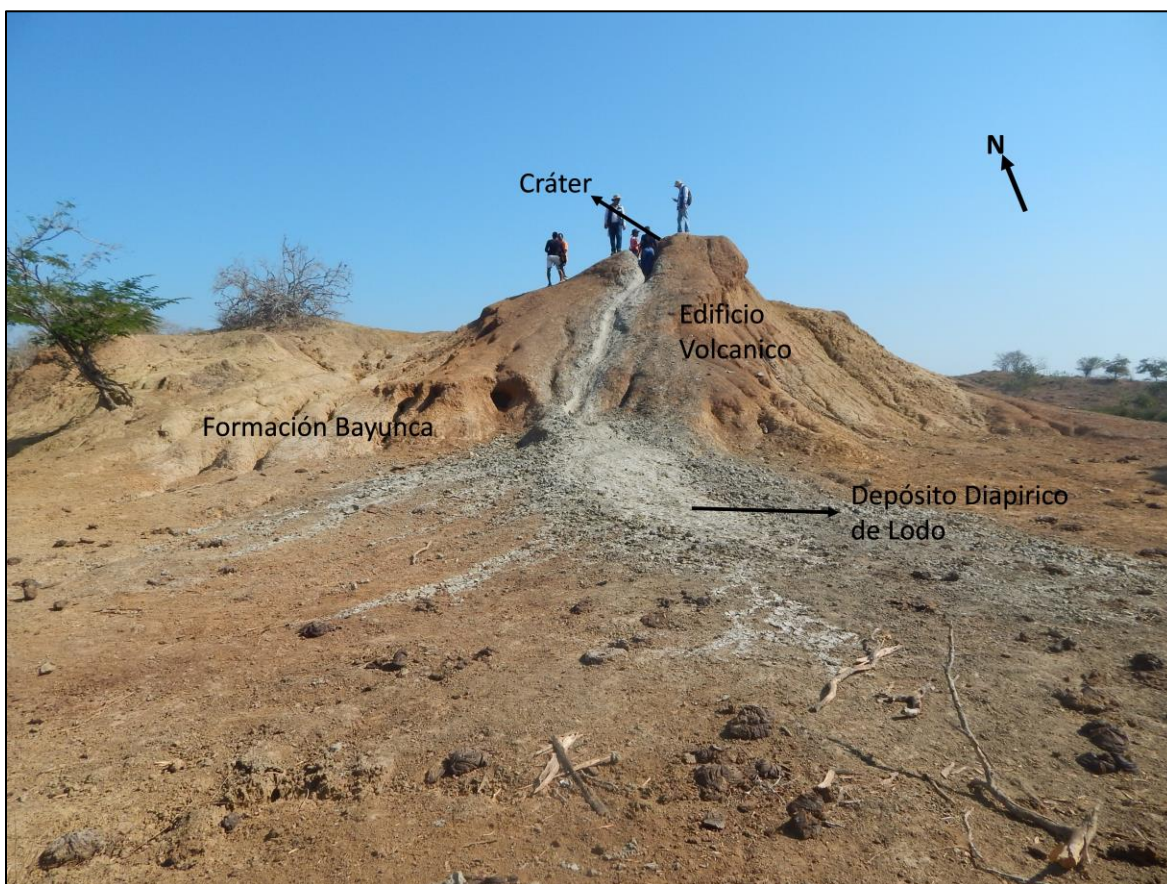
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.9.2.4.11 Depósito Diapirico de Lodo (Qvl)

Los depósitos diapíricos de lodo están localizados el Municipio de María la Baja en inmediaciones al corregimiento de Flamenco y en el Municipio de Turbaco, siendo cartografiadas en las planchas 30-II-A y 37-II-A.

Están conformados principalmente por lodo gris, inodoro, burbujeante y presenta una temperatura de alrededor 20°, está siendo expulsado a través de un cráter de 1.5 m. aproximadamente, esta sobresaturado generando flujos; en la cuenca también se presentan depósitos de este tipo inactivos, se caracterizan por presentar una morfología de domo y su actividad no es predecible (ver **Fotografía 3.19**). Alcanza espesores entre 1-4 m (SGC, 2015).

**Fotografía 3.19. Flujo de lodo del edificio volcánico en el corregimiento de Cañaveral, Municipio de Turbaco en la región del Volcán, X=1640702, Y=862348. Az=28.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.9.2.4.12 Depósito Antrópico de Rellenos de Basura (Qrb)

Este suelo se encuentra ubicado en los municipios de Cartagena y Turbaná, en vías alternas al margen derecho de la Variante Mamonal-Gambote. Esta unidad está cartografiada en la Plancha 30-I-D. Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y compactadas de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos. Su espesor varía entre 3-10 m.

#### 3.2.9.3 Geología Estructural

Estructuralmente la Cuenca Canal del Dique se ubica en la parte intermedia de dos cinturones plegados: San Jacinto en la parte oriental y noroccidental y el cinturón del Sinú en la parte centro occidental, haciendo parte del borde de apilamiento acrecional de la placa Caribe, con desarrollo de estructuras anticlinales y sinclinales amplios y apretados, fallas inversas por apilamiento de rumbo predominante NE y transversales de rumbo NW de compensación al sistema NE.



### 3.2.9.3.1 Estructuras Sinclinales

#### 3.2.9.3.1.1 Sinclinal de Sabanalarga

El Sinclinal de Sabanalarga está localizado en inmediaciones de los municipios de Manatí y Sabanalarga, y la localidad de Campeche. Su zona axial está ocupada por las Gravas de Rotinet, y en sus flancos más o menos simétricos, se presentan las rocas de las formaciones Hibácharo y Tubará, son con algunas variaciones en el flanco oriental, donde se ven algunos sinclinales y anticlinales de muy limitada extensión. Hacia el Norte, el flanco oriental queda cubierto por depósitos cuaternarios, que enmascaran su continuidad; al Sur, aparentemente se genera un cierre en la Formación Tubará en el sector del Municipio de Manatí.

#### 3.2.9.3.1.2 Sinclinal de Ceibal

El Sinclinal de Ceibal está situado entre la Falla de La Escoba y el Anticlinal del Cantil. Esta estructura es muy apretada, tan solo alcanza 1 km de amplitud y una longitud máxima comprobable de 5 km. Su núcleo se encuentra en rocas de la Formación Chengue y la Formación San Jacinto, la cual forma dos estructuras en forma de cubetas alargadas. Tanto al Norte como al Sur el Sinclinal del Ceibal está truncado por la Falla de La Escoba.

#### 3.2.9.3.1.3 Sinclinal de Maco

El Sinclinal de Maco fue previamente referenciado en informes internos de las petroleras (Mc Naughton, 1941) e identificado por Duque-Caro et al. (1991) en la Plancha 38, continúa hacia el Norte en el área de la Plancha 31. La estructura tiene una dirección aproximada N10°E; en sus flancos afloran las formaciones San Cayetano y Maco. Es una estructura asimétrica con el flanco occidental más inclinado; en este flanco la parte superior de la Formación San Cayetano está bien expuesta en estratos casi verticales, cuya actitud permite la exposición continua de las capas de chert, aspecto que no sucede en el flanco oriental.

#### 3.2.9.3.1.4 Sinclinal de Tubará

El Sinclinal de Tubará está localizado al Norte de la localidad de Molinero. Su eje presenta un rumbo N40E, con cabeceo al Sur, chocando contra la Falla Juan de Acosta-María la Baja; muy claro es el cierre que presenta cerca al límite con la Plancha 17, mientras que en la Formación Tubará es menos visible que en la Formación Hibácharo. Esta estructura se continúa al Norte en la Plancha 17, con su núcleo en la Formación Tubará y los flancos en la Formación Hibácharo.

#### 3.2.9.3.1.5 Sinclinal de Palenque

El Sinclinal de Palenque está localizado entre las poblaciones de Palenque y Mahates en las Planchas 29 y 30; su rumbo preferencial es N15-20E. La amplitud máxima es de 3 km y dentro del área tiene una longitud de 20 km. No obstante estar rodeado por fallas inversas, sus flancos son simétricos y su plano axial es aproximadamente vertical. Se desarrolla en



rocas del Eoceno medio, de la Formación Maco. Al sur de Palenque presenta cierre estructural, controlado por las fallas El Limón y María la Baja- Juan de Acosta.

#### 3.2.9.3.1.6 Sinclinal de Buenos Aires

Este Sinclinal se localiza en la parte alta del arroyo Jorobe, al suroeste del Municipio del Carmen de Bolívar, su rumbo preferencial es NE, sinclinal amplio y de flancos con alta inclinación. Formado por la formación San Cayetano.

#### 3.2.9.3.2 Estructuras Anticlinales

##### 3.2.9.3.2.1 Anticlinal de Sibarco

El Anticlinal de Sibarco está localizado al occidente del Municipio de Usiacurí. Tiene un rumbo preferencial N25E, una longitud de 8 km en la plancha, y una amplitud de 5 km; sus flancos son simétricos. El flanco occidental está limitado por la Falla El Playón y el oriente está cubierto por los depósitos coluviales y las Gravas de Rotinet. El eje es visible al Norte, cerca de la Plancha 17, en rocas de la Formación Hibácharo, al Sur penetra en depósitos cuaternarios y, por su rumbo, terminaría en el subsuelo contra la Falla El Playón.

##### 3.2.9.3.2.2 Anticlinal de Songó

El Anticlinal de Songó se localiza al oriente de las poblaciones de San Cayetano y San Joaquín, con una orientación N20°E, en cuyo núcleo afloran las rocas de la Formación San Cayetano.

Estructura simétrica en el área de San Joaquín, mientras que al Sur su flanco oriental está en posición invertida, debido a la influencia del movimiento de la Falla Bonga, la cual limita su flanco oriental; al Norte de San Joaquín presenta pliegues apretados y ya no es fácil definir su continuidad. La amplitud máxima es de 2 km a la latitud de la región de Songó y en el área tiene al menos 10 km de longitud.

##### 3.2.9.3.2.3 Anticlinal de San Cayetano

El Anticlinal de San Cayetano localiza su eje en la localidad de San Cayetano, tanto al Norte como al Sur termina contra un *backthrust* del sistema de falla Mandinga-San Joaquín, formando un *Pop-up structure*. La importancia de esta estructura radica en presentar las rocas más antiguas del área en su núcleo, donde se aprecia una fuerte dislocación tectónica. Su rumbo general es Norte-Sur en la parte meridional y N20E en la septentrional.

#### 3.2.9.3.3 Plegamientos

##### 3.2.9.3.3.1 Plegamiento de Arroyo Hondo

Estructura sinclinal y anticlinal estrechos, con una longitud reconocible de 5 km en dirección N40E, al parecer originados a partir de un comportamiento plástico, relacionado con el empuje tectónico y movimiento a través de la Falla Bonga. Está localizado al suroriente de

la Planchas 29 y 30, sobre las cuchillas Arenita y Arroyo Hondo, reconocible sobre el arroyo Hondo. Se extiende hacia el Sur hasta la región de Cineagueta (Plancha 38 Carmen de Bolívar).

#### 3.2.9.3.3.2 Sistema Plegado de Monroy

Estructura plegada triangular con su vértice más agudo en el caserío de Monroy. Se encuentra en el bloque formado por la bifurcación de la Falla Bonga, al sureste de la localidad de San Joaquín, desde donde se desprenden hacia el Norte tres estructuras que permiten el afloramiento de rocas más jóvenes. El Anticlinal de Guásimo al occidente, el Sinclinal del Guásimo en el centro y el Anticlinal de Monroy al oriente, posiblemente formados como respuesta al empuje de las fallas Bonga y La Prusia.

#### 3.2.9.3.3.3 Plegamiento de San Estanislao

El plegamiento de San Estanislao está localizado en la esquina suroriental de la Plancha 23, al oriente del Municipio de Villanueva y al noroccidente del Municipio de San Estanislao. Se trata de un sinclinal y un anticlinal con rumbo de sus ejes N50E, una longitud promedio de 4 km y una amplitud de 5 km; el anticlinal presenta cierre al suroccidente mientras que el sinclinal lo presenta al nororiente, de tal forma que las dos estructuras tienen forma de “S”, provocada por un límite tectónico de dirección N60W mencionado por Reyes (1995) como Falla del Dique. El plegamiento tiene su núcleo en la Formación Tubará y sus flancos en la Formación Hibácharo.

#### 3.2.9.3.3.4 Plegamiento de Turbaco

El plegamiento de Turbaco está localizado en el área de Turbaco en las Planchas 29 y 30. Está constituido por dos estructuras anticlinales y dos sinclinales, muy estrechas, de extensión máxima de aprox., 7 km; sus planos axiales son verticales, y los flancos son simétricos con inclinaciones menores a los 15°; regionalmente son pequeñas ondulaciones estructurales desarrolladas en la Formación La Popa.

#### 3.2.9.3.3.5 Plegamiento de Barú

El plegamiento de Barú está localizado en la isla Barú, entre la población de Ararca y la ciénaga Honda en las Planchas 29 y 30 caracterizada por una estructura sinclinal y anticlinal de rumbo N50E, reconocibles por 2 km de longitud; de flancos simétricos y buzamientos no superiores a los 15°. Al igual que en Turbaco, son ondulaciones estructurales de poca extensión en la Formación La Popa.

#### 3.2.9.3.4 Fallas

##### 3.2.9.3.4.1 Falla de Regeneración

La Falla de Regeneración fue identificada en la Plancha 38 “Carmen de Bolívar” (Duque-Caro et al., 1991) con una disposición empinada hasta invertida de estratos de las

formaciones Chengue y San Jacinto en la Plancha 31. Limita con estratos de las formaciones Chengue y San Jacinto, hasta El Cantil, donde toma una dirección N60E.

#### 3.2.9.3.4.2 Falla de La Escoba

La Falla de La Escoba está localizada entre los sitios Naranjal y El Ceibal al Sur, mientras que al Norte se presenta en la región de La Escoba y Carlitos. Presenta un rumbo N10E en el Ceibal, mientras que en la región de La Escoba es N45E, con buzamiento menor a los 40°, al Este.

En la región de Carlitos está cubierta por depósitos cuaternarios. Es un típico fallamiento cabalgante con vergencia en el mismo sentido del sistema principal. Al Sur en el sitio El Ceibal, la falla acuña la Formación San Jacinto con la Formación Maco, y la Formación Chengue queda prácticamente desaparecida. En la región de La Escoba, la falla ocasiona la repetición de la Formación San Jacinto y parte de la base de la Formación Carmen.

#### 3.2.9.3.4.3 Falla de Páramo

Nombre asignado originalmente por McNaughton (1941) y cartografiada en la Plancha 38 “*Carmen de Bolívar*” (Duque-Caro et al., 1991). En la Plancha 31 está presente en el flanco occidental del Anticlinal de Arroyo Hondo y pone en contacto las formaciones San Cayetano y Maco. Aunque las litologías afectadas corresponden a una alternancia de lodolitas y areniscas que dificultan precisar el trazo de la falla, su presencia se evidencia por la actitud estructural caótica de estas rocas.

Su dirección es N8E y buza 40° hacia el occidente. Al parecer corresponde a un trazo satélite de la Falla La Prusiade tipo “*Backthrust*”. El cabalgamiento de la Formación San Cayetano sobre la Formación Maco se aprecia claramente unos 400 metros al oriente de la finca Gracias a Dios, por el arroyo Naranjal en la carretera San Cayetano-Carreto.

Esta falla parece separar pulsos tectónicos diferentes, porque hacia el oriente, el plegamiento y fallamiento es menor y afecta a rocas más jóvenes; al occidente de la falla se presentan plegamientos regionales (Sinclinal de Maco, Anticlinal de Arroyo Hondo) notablemente deformados, especialmente en las rocas de la Formación San Cayetano.

#### 3.2.9.3.4.4 Falla La Prusia

La Falla La Prusia es de cabalgamiento; es evidente al oriente de San Joaquín, en donde ocasiona un desplazamiento del nivel de chert de la Formación San Cayetano y se proyecta hacia la Falla del Páramo. Aunque su expresión es más notoria al Norte, se ha designado con este nombre, porque su terminación se presenta en los alrededores de la hacienda La Prusia, al suroccidente del área, donde enfrenta estratos del conjunto superior de la Formación San Cayetano con estratos de la Formación Maco; su dirección en el Sur es N40E y a partir de La Prusia hacia el Norte, es de N15-20E.



#### 3.2.9.3.4.5 Falla de las Bongas

Está localizada en la esquina Noroccidental de la plancha 38, con rumbo aproximado N 30E extendiéndose a lo largo del alto Las Bongas.

Aparentemente es una falla inversa que afecta a la formación San Cayetano, donde el bloque occidental muestra una secuencia diferente, más antigua al bloque oriental más joven, con buzamientos al occidente y al oriente respectivamente. En la misma forma se observa un intenso fracturamiento y cizallamiento entre el bloque occidental y oriental (arroyo Las Palmas).

#### 3.2.9.3.4.6 Falla Bonga

La Falla Bonga se reconoció inicialmente en la cuchilla Mandinga (Plancha 38) y se prolonga entre las cuchillas de Arenita y Tigre, pasando por la localidad de Bonga (Planchas 29 y 30). La falla cambia rápidamente el rumbo, desde N40E en el Sur a N15E al Norte y un buzamiento que varía entre 50 a 70° al Este. Es una falla inversa, con una débil componente dextral; afecta directamente a la Formación San Cayetano.

#### 3.2.9.3.4.7 Falla Usiacurí

La Falla Usiacurí está localizada al norte de la localidad de Molinero. Tiene un rumbo general N30E e inclinación hacia el noroccidente; una longitud de 10 km; al suroccidente termina en la Falla Juan de Acosta-María la Baja y al nororiente termina en la Falla El Platón. Es una falla principalmente inversa de bajo ángulo que repite parte de la secuencia de la Formación Hibácharo.

#### 3.2.9.3.4.8 Falla El Playón

La Falla El Playón está localizada al sureste de las Planchas 29 y 30; se prolonga al noreste en la Plancha 31 “*Campo de la Cruz*” y a la Plancha 37 “*María la Baja*” al suroeste. Su rumbo es N10-25E en una longitud de aprox., de 40 km; en superficie se inclina al oriente cerca de 70°. Las relaciones litológicas y el análisis indican un movimiento inverso que repite parte de la secuencia lito-estratigráfica de la Formación San Cayetano y enfrenta rocas de la Formación Hibácharo con rocas de la Formación Tubará; hacia el Sur se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios. Cerca de esta falla son frecuentes los pegamientos e inversiones de los estratos con alto fracturamiento.

#### 3.2.9.3.4.9 Falla Huamanga

La Falla Huamanga está localizada al oriente del cerro del Toro, tiene un rumbo aproximado N20E y se considera asociada a la Falla Mandinga (*Backthrust*); buza hacia el oriente entre 45° y 70°.

Algunas evidencias de la presencia de esta falla en el área es el intenso brechamiento apreciables en el arroyo Toro, en San Cayetano y en la cuchilla Las Tinajas. Al Norte de San Cayetano su trazo bordea el flanco oriental de la Serranía de Capira, hasta perderse en una morfología muy suave al Norte en Puente Cangrejo.

#### 3.2.9.3.4.10 Falla Hibácharo

La Falla Hibácharo está localizada en inmediaciones del Municipio de Hibácharo. Tiene un rumbo N70W y su inclinación es de alto ángulo; presenta una longitud de 12 km en el área; al occidente está fosilizada por depósitos cuaternarios y se interna en la Plancha 23; al oriente termina en la Falla Juan de Acosta-María la Baja. Es una falla principalmente de rumbo con sentido sinistral, generando plegamiento por arrastre de los estratos de la Formación Hibácharo y coloca en contacto esta unidad con la Formación Tubará.

#### 3.2.9.3.4.11 Falla Mandinga

La Falla Mandinga de frecuentes cambios locales, está localizada en el flanco occidental de la Serranía de Capira y el cerro del Toro; su rumbo regional es N15E; el plano de falla buza entre 45° y 80° hacia el oriente. La magnitud del desplazamiento de esta falla parece ser grande, debido a que provoca el cabalgamiento de la parte inferior de la Formación San Cayetano, sobre la parte superior, estimando un desplazamiento en la vertical cercano a 1.000 m. Por lo anterior, parece ser la falla más importante del sistema de cabalgamiento.

#### 3.2.9.3.4.12 Falla Laguna

La Falla Laguna está localizada al suroriente de la Plancha 23, tiene rumbo general N40-60E e inclinación al noroccidente y una longitud de 19 km; hacia el nororiente continúa en la Plancha 24 Sabanalarga pasando al noroccidente del Municipio de Repelón y termina al suroccidente contra la Falla del Dique y al nororiente contra la Falla Juan de Acosta – María la Baja.

#### 3.2.9.3.4.13 Falla María La Baja-Juan de Acosta

La Falla María la Baja - Juan de Acosta está localizada al Este de Palenque y al Norte cruza cerca de la localidad de Mahates (Planchas 29 y 30) y al occidente del embalse del Guájaro; al Sur se prolonga en la Plancha 31 “*Campo de La Cruz*” y al Norte en la Plancha 17 “*Barranquilla*”. En el área presenta una longitud de 60 km. Al sur tiene un rumbo de N30E, en Palenque es N50E y al norte es N15E; el buzamiento varía de 60° a 80° al este; su movimiento ha sido principalmente inverso, pero en su parte central tiene una importante componente dextral; se constituye en la falla de mayor salto, y coloca en contacto la parte media de la Formación San Cayetano, con la parte superior de la Formación Maco, en el sector norte, donde se presenta un choque de estratos de las formaciones Hibácharo y Tubará; además, en este mismo sector termina el eje del Sinclinal de Tubará contra la falla; hacia el sur está cubierta por depósitos cuaternarios hasta su ingreso a la Plancha 31, donde fue reconocida en rocas del Paleógeno.

#### 3.2.9.3.4.14 Falla Henequén

La Falla Henequén está localizada en la región de Albornoz al noroeste de las Planchas 29 y 30; se extiende por 4 km, y empalma con la Falla Mamonal; su expresión es clara en la cantera de caliza de la empresa Colclinker. Presenta un rumbo N75E y buzamiento 25° al sureste. Es una falla inversa de cabalgamiento que afecta la Formación La Popa.

#### 3.2.9.3.4.15 Fallas de Arroyo de Piedra

Se trata de dos fallas localizadas al sur de la localidad de Arroyo de Piedra, en el flanco oriental del Anticlinorio de Luruaco, transversales a las demás estructuras. Tienen un rumbo N50W y al parecer los planos de falla son verticales; se extienden por 2 km; al occidente terminan en la Falla Henequén y al oriente se internan en depósitos cuaternarios. Son fallas de rumbos sinestrales que afectan las formaciones Péndales y Arroyo de Piedra.

#### 3.2.9.3.4.16 Falla de Luruaco

La Falla de Luruaco está localizada al oriente de la Plancha 23, y cruza por la región de Mapurito. Tiene un rumbo general de N25-40E e inclinación hacia el oriente, entre 40° y 60°, y una longitud aproximada de 28 km dentro del área; al nororiente se interna en la Plancha 24 cerca del Municipio de Luruaco y al suroccidente termina en la Falla Villanueva – El Totumo; al Sur se interna en la Plancha 23 Cartagena y al Norte termina en la Falla de Hibácharo. Es una falla inversa que repite parte de la secuencia de la Formación San Cayetano y deja a su paso cizallamiento y plegamiento muy pronunciado.

#### 3.2.9.3.4.17 Falla Banco

La Falla Banco está localizada al oriente de la Plancha 23 y al noreste choca contra la Falla Henequén, tiene rumbo N65E e inclinación al sureste y una longitud dentro del área de 16 km; hacia el oriente se interna en la Plancha 24 pasando al noroccidente del Municipio de Repelón y al suroeste choca contra la Falla Villanueva – El Totumo. En las observaciones de campo se vio un movimiento principalmente inverso, pero la geometría regional y algunas características morfológicas sugieren que hay también un movimiento lateral derecho. Esta falla repite la parte superior de la Formación San Cayetano.

#### 3.2.9.3.4.18 Falla de Majagual

La Falla Majagual está localizada al Oeste de las cuchillas Arenita y Arroyo Hondito; en el área de las Planchas 29 y 30; tiene una longitud aproximada de 12 km y se une a la Falla de Bonga al Este de Palenque. El rumbo es más o menos constante de N35°E y buzamiento de 60° al Este y al igual que las anteriores, es inversa, y ligeramente dextral. Es satélite de la Falla de Bonga y repite buena parte de la secuencia de la Formación San Cayetano en la parte Sur y hacia el Norte pierde su expresión; es muy frecuente el plegamiento de los estratos cerca de la falla.

#### 3.2.9.3.4.19 Falla El Limón

La Falla El Limón está localizada al Oeste de las localidades de Palenque y Mahates (Planchas 29 y 30); es una falla satélite de la Falla María la Baja – Juan de Acosta que se desprende al Sur cerca al Corregimiento El Limón. Al Norte está fosilizada por los depósitos recientes del Canal del Dique. Presenta un rumbo general N20E y buzamiento de 50° al Este y un movimiento de tipo inverso, repitiendo la secuencia de la Formación Maco. Limita la expresión del Sinclinal de Palenque.



#### 3.2.9.3.4.20 Falla Inferida de Bolívar

La falla inferida de Bolívar es conocida ampliamente como Lineamiento de Bolívar (Beck 1921; Zimmerle, 1968; Irving, 1971; Duque-Caro, 1980), que designa una zona de falla inversa, presente en el Cinturón de San Jacinto. En las planchas 23 y 29- 30 se continúa su trazo en forma inferida en el Canal del Dique de acuerdo con rasgos morfológicos que son indicios de actividad tectónica en los depósitos cuaternarios.

En el área de Correa es la proyección cartográfica en el Cuadrángulo D-8 (INGEOMINAS, 1988) y al norte sigue, por alineamiento de algunos arroyos, especialmente cerca de Piedras, donde el rumbo es N40°E. Como se indicó anteriormente, y de acuerdo con análisis de esfuerzos en rocas pleistocénicas en el área de Turbaco y al cambio de rumbo de la falla inferida de Bolívar, ésta tiene comportamiento sinistral en Correa y dextral al norte. Este juego de movimientos de bloques determina la apertura de una cuenca, como es la depresión del Dique.

#### 3.2.9.3.4.21 Falla Las Mellas

La Falla Las Mellas se encuentra localizada a lo largo de las cuchillas Las Mellas y Juanito, en la región de Jinete al Sur de Arjona (Plancha 29-30); al Norte se le une a la Falla Villanueva – El Totumo y al Sur entra a la depresión del canal del Dique. Presenta una longitud aproximada de 15 km, rumbo N30-40E y buzamiento al oeste. Es una falla inversa que afecta a la Formación San Cayetano, generando repliegues, inversión de estratos y un alto fracturamiento en las rocas.

#### 3.2.9.3.4.22 Falla Inferida de Rocha

La falla inferida de Rocha está localizada en el borde norte del segundo segmento de la depresión del Dique (Plancha 29-30); pasa cerca de la población de Rocha con rumbo N60°W y buzamiento al SW; su trazo se hace inferido y se considera que es una falla normal de dirección NE-SW.

La proyección al noroeste por la bahía de Barbacoas, hasta la isla Barú, coincide con un cambio topográfico en la isla y con mayor área emergida en el bloque norte, lo que refuerza las indicaciones de la existencia de la falla y su comportamiento.

#### 3.2.9.3.4.23 Falla Inferida de Correa

La falla inferida de Correa está localizada al sur del área de la Plancha 29-30, por la localidad de Correa, y penetra en la Plancha 37 hacia la costa; tiene un rumbo N80°E y buzamiento al norte. Establece el límite sur del segundo segmento de la depresión del Dique, con el bloque de Correa. Su comportamiento es normal y junto con la falla inferida de Rocha conforman una cuña que se ensancha al oeste, y representa un área deprimida rellena de sedimentos depositados por el Canal del Dique.

#### 3.2.9.3.4.24 Falla Jinete

La Falla Jinete está localizada al oeste de la región de Jinete, al Sur de la localidad de Arjona (Plancha 29-30), y termina al Norte en la Falla Villanueva - El Totumo. Se extiende por más de 12 km, con un rumbo general N30E y buzamiento aproximado de 40° al Este. Es una falla inversa, de gran salto vertical; al Sur cabalga la parte inferior, sobre la parte superior de la Formación San Cayetano.

#### 3.2.9.3.4.25 Falla Villanueva – El Totumo

La Falla Villanueva-El Totumo está localizada en la región de Rocha, al Este de Arjona, en la localidad de Bayano (Plancha 29-30) y por las localidades de Villanueva y El Totumo (Plancha 23); tiene una extensión de más de 75 km, con un rumbo N40E en el sector Sur y al Norte cambia a Norte-Sur. Es una falla inversa que genera gran perturbación en los estratos de las formaciones San Cayetano, Péndales y Arjona, como inversiones y plegamientos. De acuerdo con la interpretación de información bioestratigráfica y litoestratigráfica, esta falla representa el lineamiento del Sinú.

#### 3.2.9.3.4.26 Falla Buenos Aires

La Falla Buenos Aires se extiende por 42 km desde la localidad de Rocha al Sur, hasta la Falla del Dique al Norte, y cruza al Oeste de Arjona, entre los caseríos de Chiquito y Bayano (Planchas 29 y 30) y la localidad de Villanueva (Plancha 23). En el sector Rocha–Arjona, tiene un rumbo N30E, para luego dar una curva al Este en el sector de Chiquito, donde su rumbo es N50E, y al Norte es de N20E; el buzamiento es siempre al Este alrededor de 60°. En la mayor parte, su comportamiento es inverso, pero al Norte de Arjona es claro su movimiento dextral.

Es una de las fallas con mayor desplazamiento en el Bloque Tectónico de Turbaco, dentro de la Formación Arjona.

#### 3.2.9.3.4.27 Falla Cuatro Caminos

La Falla inversa de Cuatro Caminos está localizada al oeste del caserío de Chiquito y se extiende dentro del área por 16 km, desde la Falla Buenos Aires (Plancha 29-30); hasta la Falla del Dique (Plancha 23); tiene rumbo NS y buza 35° a 40° al Este.

#### 3.2.9.3.4.28 Falla Quita Calzón

La Falla Quita Calzón se extiende por 8 km y conecta la Falla Casaloma con la Falla Buenos Aires (Planchas 29 y 30); el rumbo es N50E y buzamiento al suroriente. Su comportamiento es principalmente inverso con componente dextral, y afecta la Formación Arjona, evidenciado por el alto fracturamiento y gran perturbación en los estratos.

#### 3.2.9.3.4.29 Falla de Casaloma

La Falla de Casaloma se extiende por 20 km entre el caserío de Badel en el Canal del Dique y Arjona, donde se le une a la Falla Buenos Aires (Planchas 29 y 30); tiene rumbo N30E y

buzamientos entre 40° y 50° al Este; su comportamiento es inverso y repite parte de la secuencia de la Formación Arjona.

#### 3.2.9.3.4.30 Falla de Turbaná

Se extiende por 35 km desde el Canal del Dique en inmediaciones del caserío Recreo-Piedrecitas, hasta la Falla del Dique, al occidente de Villanueva (Plancha 23).

Tiene un rumbo general N45E y buzamiento de 40° al Este. Es una falla inversa de cabalgamiento que presenta al Este de Turbaco evidencia clara, como lo son planos estriados y ruptura de la roca, mientras que al Suroeste de Turbaná y Noreste de Turbaco sólo presenta indicios de movimiento. Las evidencias muestran cabalgamiento de las Gravas de Rotinet sobre la Formación La Popa y repetición de la Formación La Popa.

El trazo de esta falla afectando rocas cuaternarias infiere actividad tectónica al parecer del Holoceno al reciente.

#### 3.2.9.3.4.31 Falla Pasacaballos

La Falla Pasacaballos se extiende por 30 km desde la localidad de Pasacaballos hasta el caserío de Algarrobo en la Plancha 23, donde termina en la Falla Villanueva –El Totumo. Tiene un rumbo N40E y buzamiento al Este de alrededor de 50°; es una falla inversa que afecta directamente a la Formación Bayunca y repite parte de su secuencia; son evidentes en el área de Pasacaballos inversiones de estratos y plegamientos rápidos y pequeños.

En la región de Membrillal la mala exposición de la secuencia hace imposible su reconocimiento en campo. Sin embargo, por rasgos fotogeológicos se hizo su proyección hacia el Norte en forma inferida sobre la Formación Arjona (Plancha 23) donde se reconoce que está desplazada en forma sinistral por la Falla del Dique.

#### 3.2.9.3.4.32 Falla de Repelón

La falla de Repelón se extiende por 6 Km, al occidente del Municipio de Repelón, cerca al corregimiento de las Tablas. Tiene un rumbo NE y un buzamiento al SE, es una falla inversa que afecta a la Formación de San Cayetano, esta falla podría ser causante de la inestabilidad del corregimiento de las Tablas donde se producen varios movimientos activos.

#### 3.2.9.4 Densidad de Fracturamiento

El proceso para evaluar la densidad de fracturamiento que presenta la Cuenca Canal del Dique, se inicia con el entendimiento del marco geológico regional en donde se ubica la cuenca; sitio que corresponde al borde occidental acrecionario de la placa Caribe al continente suramericano, que actualmente presenta un movimiento activo al Este (Kellogg & Vega, 1995) e incidencias de desplazamientos transpresivos desde el Cretáceo hacia el NE, Flinch & Castillo (2015).



Posteriormente con Base en las estructuras geológicas (Plegamientos, Fallas y Fracturas) identificadas mediante la fotointerpretación y control de campo e información secundaria disponible, se asignó por criterio experto un área de incidencia de cada una de las estructuras identificadas (ver **Tabla 3.67**).

**Tabla 3.67. Categorización de estructuras para definición de la densidad de fracturamiento.**

CATEGORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS PARA DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO	
TIPO DE ESTRUCTURA	ÁREA DE INFLUENCIA (m)
Traza del Eje sinclinal definido	270
Traza del Eje anticlinal definido	540
Traza del Eje de anticlinal con cabeceo	540
Traza de Falla normal definida	360
Traza de Falla inversa definida	720
Traza de Falla de rumbo dextral definida	900
Traza de Falla de rumbo sinextral definida	900
Traza de Falla inversa de cabalgamiento	900
Punto de medida Jv	540
Punto de medida del GSI	540

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Luego de establecer la incidencia de las estructuras de fallas y pliegues, se procede a establecer las áreas de influencia. Realizando un cruce espacial de la grilla de 25 metros y las áreas establecidas, técnica que permite calcular el área de cada uno de estos traslapes.

Para el cálculo de la densidad se utilizó la siguiente formula:

$$Df = \frac{a}{A} + \frac{a2}{A} 0,5$$

Donde:

- a: Corresponde al área de incidencia de las fallas y/o pliegues en la malla definida.
- a2: Corresponde a una segunda área de influencia calculada con menor incidencia que la primera, por eso se tiene un factor de 0,5
- A: Corresponde al área de la malla de 25x25 metros.

Como resultado, se obtienen las categorías de densidad de fracturamiento, **Tabla 3.68**:

**Tabla 3.68. Categorías Densidad de Fracturamiento.**

RANGOS DE Df	DENSIDAD
< 0,33	Baja
0,331 – 0,66	Moderada
> 0,661	Alta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

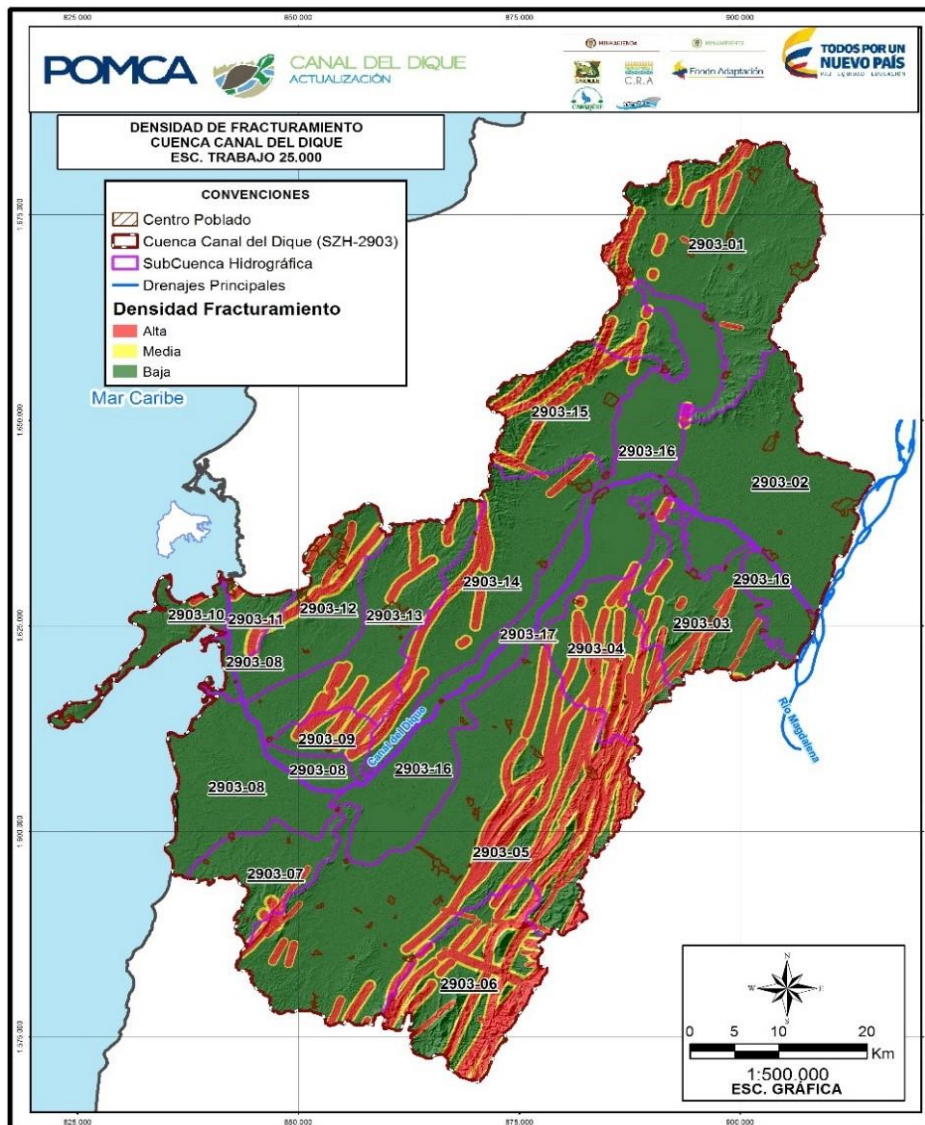
Luego, se procede a clasificar la malla, obteniendo los siguientes resultados: (**Tabla 3.69** y **Figura 3.237**, Ver **Anexo 3.2.6**).

**Tabla 3.69. Resultados Densidad de Fracturamiento.**

CLASIFICACIÓN DE LA DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO	% ÁREA DE LA CUENCA
Alta	17,08%
Media	7,23%
Baja	75,70%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.237. Mapa Densidad de Fracturamiento Cuenca Canal del Dique escala 1:25.000.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.9.5 Evolución Geológica

El Noroeste de Sur América, está relacionada con la actividad dinámica de la corteza terrestre, en donde históricamente convergen tres placas tectónicas: Caribe, Sur América (SA), Nazca y Cocos, cuyos movimientos son responsables en buena parte del relieve actual de Colombia, Duque-Caro, (1979, 1984, 1990); Guzmán et al., (2004-2007); Cediell et al., (2003); Ordoñez, (2008); Mantilla et al., (2009).

La Cuenca Canal del Dique, se localiza en la parte inferior de Río Magdalena, en la placa Caribe que actualmente registra un movimiento al SE de  $1.3 \pm 0.3$  cm/año al punto de convergencia con la placa SA (Van der Hilst and Mann, 1994) o 1.5 cm/año (Kellogg and Vega, 1995), y se extiende desde el continente hasta mar adentro y presenta un espesor de 4-8 Km (Bowland, 1993; Van der Hilst and, Mann, 1994). La Cuenca Canal del Dique, se ubica muy cerca al límite entre el continente y la plataforma marina actual y hace parte de los cinturones del Sinú y San Jacinto; sector que denominan los investigadores como área "Back- arc", por ser un área acrecionada al continente, producto de movimientos transpresivos al NE y compresivos al SE que se iniciaron desde el Cretácico.

Históricamente, la placa caribe es un territorio adosado al continente suramericano en donde se evidencia la presencia de rocas sedimentarias del Cretáceo inferior, rocas sedimentarias marinas turbidíticas del Cretáceo superior-Paleógeno, ígneas intrusivas del paleógeno y el Neógeno y sedimentarias del Neógeno. Estas rocas han sido afectadas por un fallamiento inverso imbricado y pliegues relacionados, (Duque-Caro, 1979), cubiertas por depósitos cuaternarios y actividad volcánica de lodos superficiales recientes (Carvajal et al., 2015) responsables de las condiciones geomorfológicas de la del paisaje actual de la cuenca.

La actividad dinámica de la Placa Caribe se inició desde el cretácico inferior; por lo tanto, desde este marco regional, con base en la literatura disponible, se plantea una evolución regional informal comparativa del territorio hasta llegar cronológicamente a la Cuenca Canal del Dique, fundamentado en los estudios de investigaciones geocientíficas de tipo bioestratigráficas, neotectónicas, sismicidad de terremotos y tomografía sísmica entre otras que han permitido caracterizar el movimiento actual de la placa del Caribe hacia el NE y SE en la región del Magdalena inferior y el Sinú, (Flinch & Castillo 2015).

#### 3.2.9.5.1 Cretáceo Superior

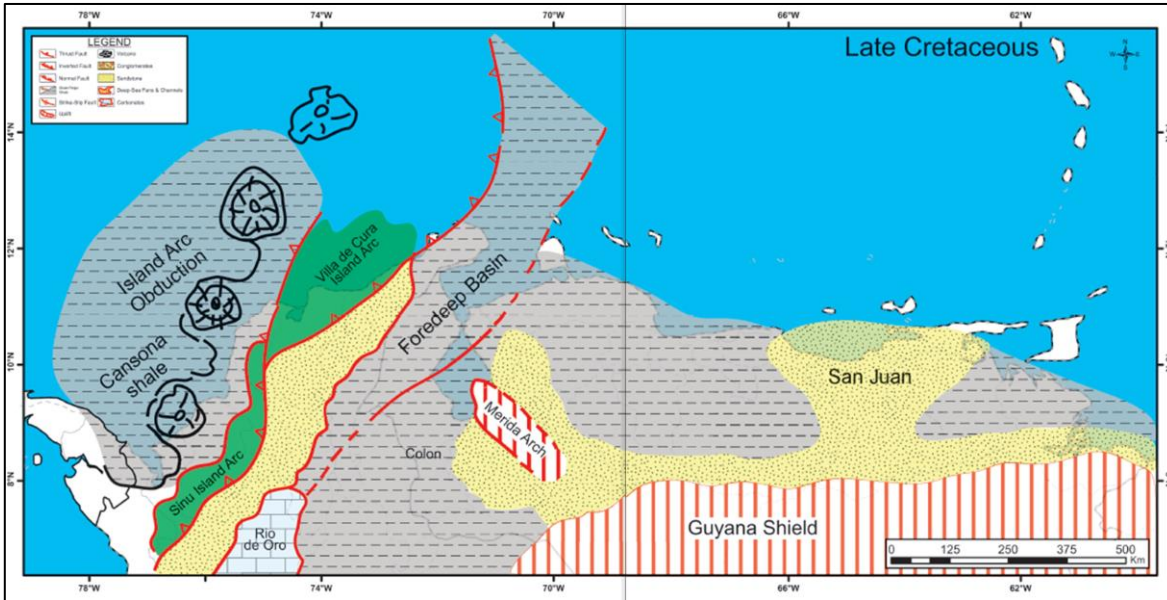
En el Cretáceo Medio para la zona Norte de Colombia existían dos grandes dominios geológicos separados por la falla regional del Sistema Romeral, rasgo geológico que en Colombia marca el límite entre rocas ácidas a intermedias de ambiente continental y rocas básicas a ultrabásicas y metasedimentarias de ambiente oceánico: el primero, considerado como una zona emergida o continental que se considera la continuación al Norte de la Cordillera Central, constituida por rocas con metamorfismo regional de bajo grado, plutonitas de carácter ácido a intermedio y volcáno-sedimentarias; el segundo ubicado al occidente del sistema Romeral, de afinidad oceánica constituida por basaltos y serpentinitas generadas aparentemente en un centro de expansión oceánica (Rift). Sobre estas rocas básicas se depositaron sedimentos finos del Maestrichtiano – Coniaciano que para el Caribe colombiano se han agrupados en la Formación Cansona, la presencia de



foraminíferos planctónicos, cocolitos, diatomeas y radiolarios indican que se trata de una sedimentación en un ambiente marino batial profundo a pelágico (Reading, 1982).

En el Cretácico tardío tuvo lugar la Obducción a lo largo de la zona del Magdalena inferior-Sinu (Noroeste de Colombia), de las secuencias sedimentarias de la Formación Cansona depositada sobre terreno oceánico y el arco oceánico sobre el continente (Flinch Et al., 2000, 2003; Flinch, 2003) (ver **Figura 3.238**).

**Figura 3.238. Mapa paleo-tectónico del Norte de SA, durante el Cretáceo tardío.**



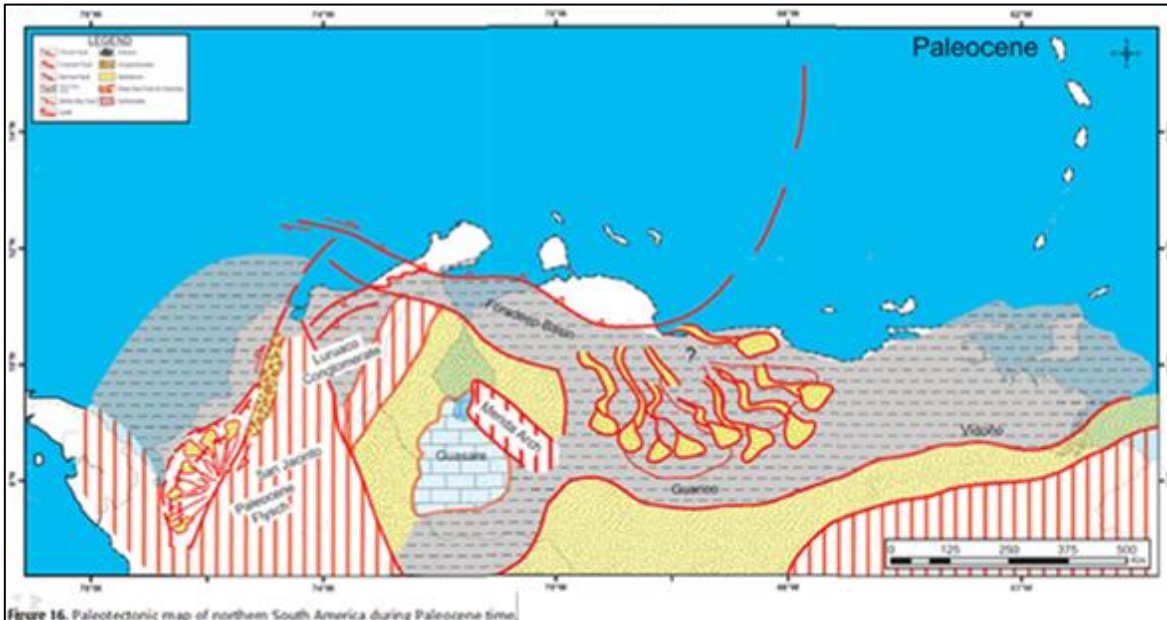
Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

### 3.2.9.5.2 Paleoceno-Eoceno Medio

Durante este intervalo de tiempo, la región Caribe actual estaba sumergida y reflejaba un arco de islas denominado proto-Caribe, producto del proceso de obducción durante el Cretaceo Superior, que se extendía hasta el límite tectónico definido por el sistema de falla de Romeral. En este ambiente se inició una sedimentación pelágica y turbidítica representada por areniscas, lodolitas y conglomerados; al final de este intervalo se depositó un nivel de chert y lodolitas silíceas, conocido como horizonte sísmico reflector B (Duque-Caro, 1980). Toda esta secuencia hace parte de la Formación San Cayetano, Barrera et al., (2015).

El sistema de Fallas rumbo deslizantes de Romeral, separo los conglomerados paleocenos de Luruaco al Este, de las unidades de flysch relacionadas con las fosas afectadas por el borde acrecionario del Sinú al Oeste (Flinch, 2003) (ver **Figura 3.239**).

**Figura 3.239. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Paleoceno.**



Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

### 3.2.9.5.3 Eoceno Inferior a Medio

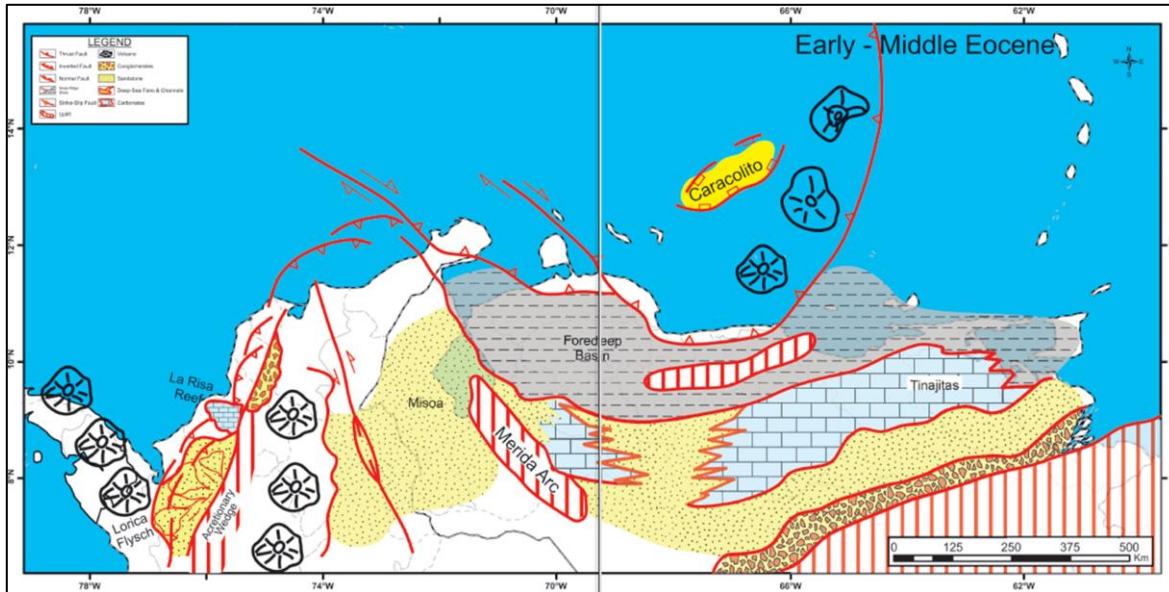
Durante este tiempo, el borde acrecionado de Sinú-San Jacinto continúa desarrollándose y creciendo hacia el Oeste. La acumulación de los sedimentos del Paleoceno están relacionados con el borde acrecionario, así como una sección gruesa tipo flysch del Eoceno, llamados depósitos de flysch de Lorica (Flinch, 2003), que afloran inmediatamente al Sur de la Cuenca Canal del Dique (ver **Figura 3.240**).

A juzgar por el intenso plegamiento y fracturamiento observado en la Formación San Cayetano y en menor proporción en la Formación Maco y ausencia en el registro de sedimentación durante el Eoceno temprano, se infiere que durante el intervalo Eoceno Inferior a Medio fue intensa la actividad sedimentaria y tectónica. Esta actividad deformó intensamente las facies lodolíticas de aguas profundas de la Formación San Cayetano, mientras que los conjuntos clásticos gruesos de esta formación y de la Formación Maco, tuvieron un comportamiento mecánico más frágil, provocando fracturamiento en las facies gruesas; esta diferencia en el comportamiento mecánico, al parecer es responsable de los frecuentes cabalgamientos observados en la parte Oeste y SW de la cuenca.

Es importante resaltar que durante el Eoceno medio se origina la Orogenia Pre-Andina (van der Hammen, 1958), como producto de esfuerzos compresionales, lo que genera algunos levantamientos importantes en el Cinturón de San Jacinto. Para Duque-Caro (1972) este levantamiento es del orden de 5.000 m y deja emergidas algunas áreas como en San Antero y San Onofre (fuera del área del Canal). Como consecuencia de este levantamiento, se ocasiona una sedimentación clástica en abanicos submarinos, representada por los conglomerados de las formaciones Maco y Péndales; coetáneamente, en la parte distal del abanico, se formaron las calizas de la Formación Arroyo de Piedra, que junto con la Formación Péndales, yacen discordantes sobre la Formación San Cayetano en los sectores

de los municipios de Repelón y Arroyo de Piedra, sector Norte de la actual serranía de Luruaco.

**Figura 3.240. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Eoceno Inferior a Medio.**



Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

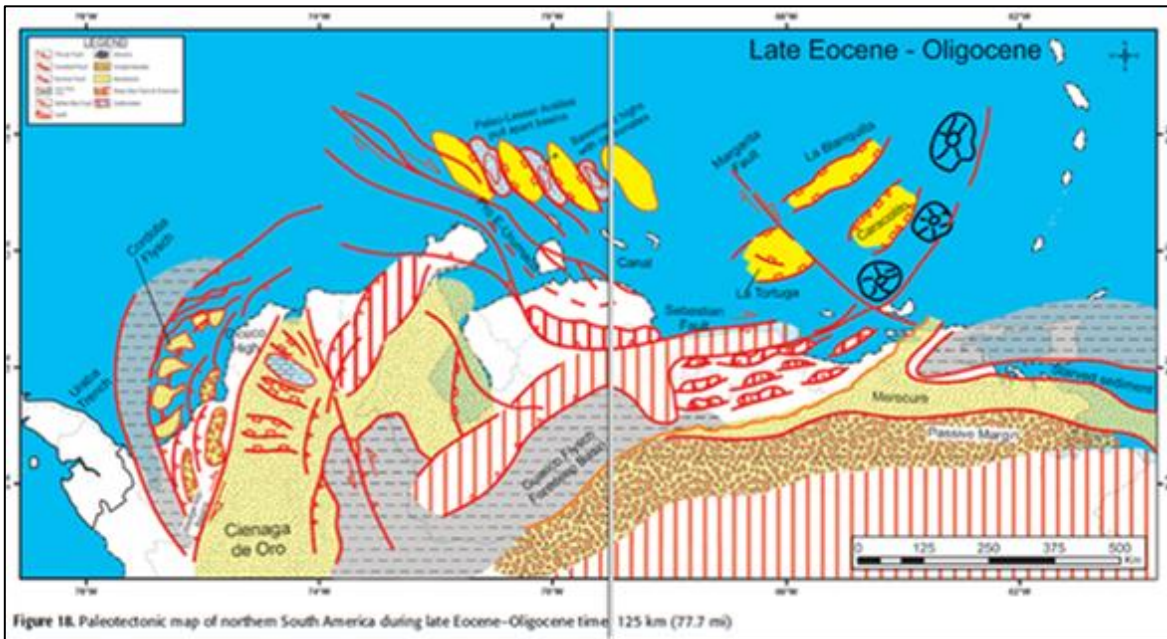
Molina et al. (1986) indica que desde el Eoceno medio comenzó un intenso, pero corto evento orogénico. La deposición de los sedimentos representados en la Formación Chengue indica un cambio en las condiciones ambientales de aguas profundas con una dinámica de turbidez a ambientes de plataforma, donde fueron depositados los sedimentos predominantemente finos y carbonatados de esta unidad litológica, indicando una relativa estabilidad tectónica, que se pudo extender hasta el Oligoceno. En las áreas relativamente bajas, bordeadas por zonas levantadas, se desarrolló una sedimentación deltaica, evidenciada en la Formación San Jacinto, y en las cuencas internas de margen, en la Formación Carmen (Duque-Caro et al., 1991) en Barrera, R et al., (2015).

#### 3.2.9.5.4 Eoceno Superior – Oligoceno

A lo largo del borde acrecional del Sinú, se desarrolló un canal turbidítico espeso, llamado Flysch de Córdoba, (Flinch, 2003) e inmediatamente al Oeste y a lo largo de la cuenca de Plato-San Jorge, un sistema extensional afectó el basamento y tuvo lugar una depositación deltaica de agua superficial generalizada (Formación Ciénaga de Oro) (Flinch, 2003; Montes et al., 2010). En algunos altos estructurales, se depositaron rocas carbonatadas, como el Alto Cicuco, (ver **Figura 3.241**).



**Figura 3.241. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Eoceno Oligoceno.**



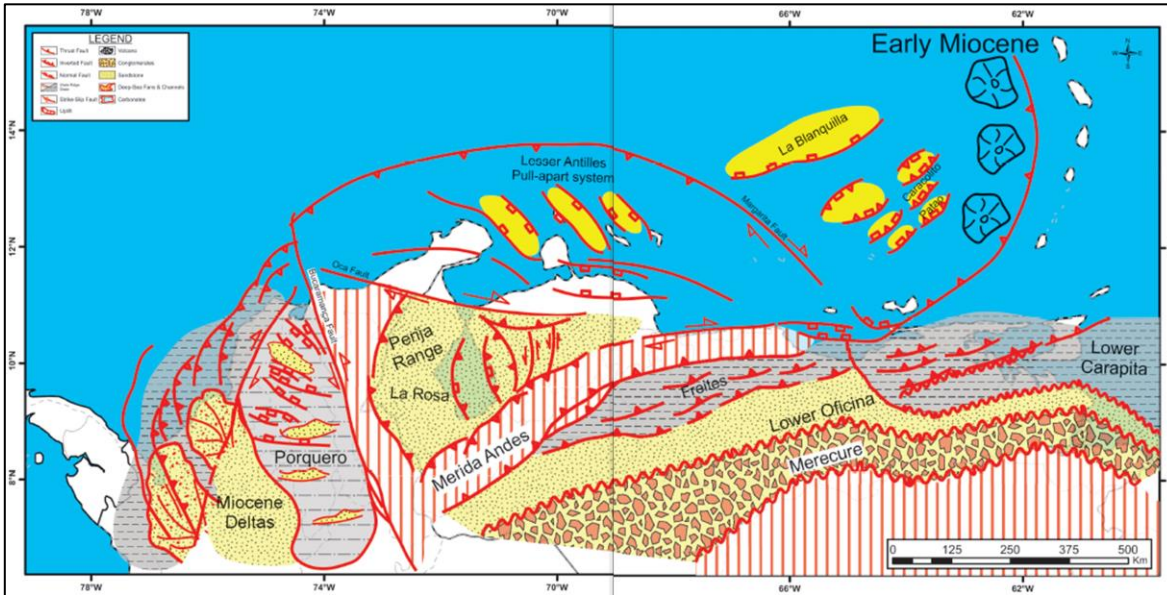
Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

### 3.2.9.5.5 Mioceno Inferior

Durante este periodo de tiempo el borde acrecionario del Sinú continuó su crecimiento, mientras que el sistema deltaico se fue desarrollando a lo largo de la zona de Urabá-Montería y en el Valle inferior del Magdalena, como producto de la fase Proto-Andina de van der Hammen (1958)s que generó levantamientos en el Cinturón de San Jacinto y basculamiento hacia el oeste con una profundización marina importante que permitió la depositación de una espesa secuencia sedimentaria que dio origen a las Formaciones Arjona, Carmen, las Perdices, y Rancho, cuyas litologías indican cambios frecuentes en la dinámica de la sedimentación.

La inversión imbricada se propago hacia fuera de la costa (al W), así como el movimiento rumbo-deslizante dextral a lo largo de la falla Romeral y el sinistral a lo largo de la falla de Bucaramanga durante el Mioceno inferior (Flinch,2003) (ver **Figura 3.242**).

Figura 3.242. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Mioceno inferior.

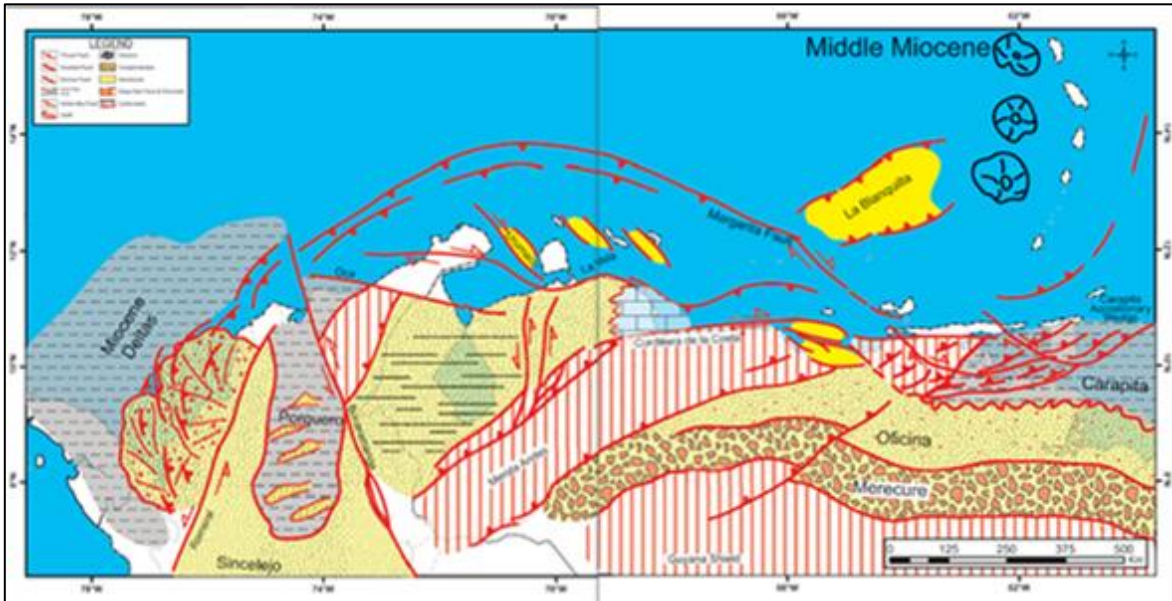


Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

### 3.2.9.5.6 Mioceno Medio

En este lapso de tiempo se referencia una marcada acción de los ríos que drenaban de Este a Oeste generando importantes deltas que avanzaron hacia el mar Caribe en el borde acrecionario del Sinú, especialmente en la parte Sur (del área actual de Cartagena), así como la actividad del apilamiento inverso imbricado (Flinch et al., 2003, 2004). Simultáneamente se evidencia el inicio del proceso extensional en La Cuenca “Pull apart” de Plato-San Jorge y la activación de los sistemas de falla de Oca, Bucaramanga y Romeral, así como Bocono al Sur de los Andes de Mérida, (Castillo, 2001), Audemard y Audemard, 2002; Castillo y Mann, 2006; Ostos et al., 2005b) (ver **Figura 3.243**).

**Figura 3.243. Mapa paleotectónico del Norte de Sur América durante el Mioceno Medio.**



Fuente: Tomado de Flinch & Osorio, 2015.

### 3.2.9.5.7 Mioceno Superior-Plioceno

Durante este periodo el colapso extensional, fuera de la costa “offshore” favoreció una sedimentación de alta energía como consecuencia de los continuos levantamientos tectónicos (Duque-Caro, 1980), que hicieron que se generara una alta depositación deltaica y de abanicos de aguas profundas desde Plato-San Jorge a San Jacinto y al área del Sinú y en el delta del proto-Magdalena (Flinch et al., 2003, 2004). Una zona de triangular se desarrolló en el contacto entre las turbiditas y el subyacente prisma acrecional imbricado (Flinch et al., 2004). Los cañones de la Cuenca Plato-San Jorge fueron claves para el transporte de sedimentos hacia el mar “Offshore”, y la depositación de los sedimentos que conforman las formaciones Hibácharo, Tubará y Bayunca que afloran a lo largo de Serranía de Luruaco, sectores de Pasacaballos (Cartagena) y Turbana, (Bolívar).

### 3.2.9.5.8 Pleistoceno Inferior

En el intervalo Plioceno-Pleistoceno inferior se presenta la orogenia Andina en la región se evidencian esfuerzos comprensivos NW-SE, que producen levantamiento importante en los cinturones de Sinú y San Jacinto y quedan sectores emergidos, plegados y fallados. Además, se desarrolla una sedimentación fluvio-litoral y de playa, representada por las formaciones la Popa, Gravas de Rotinet equivalente la Formación Arroyo Grande, Guzman et al., (2004).

### 3.2.9.5.9 Pleistoceno Medio-Holoceno

El intervalo Pleistoceno medio-Holoceno se ha caracterizado por tranquilidad tectónica, salvo en algunos sectores costeros donde hay deformación en sedimentos pleistocénicos



como los de la Formación La Popa y algunos niveles de terrazas que se han solevantado con respecto al nivel del mar.

La sedimentación en el reciente ha sido fluvial, lacustre y de playa. Además, hay volcanismo de lodo activo cerca al contacto de los cinturones de San Jacinto y Sinú por la acción actual de la placa Caribe que modelan el paisaje predominante en el cinturón de Sinú.

### 3.2.9.6 Aportes Geológicos Contribuyentes a la Componente de La Gestión del Riesgo

La Cuenca Canal de Dique en forma de artesa alargada en sentido NE, es una respuesta a el proceso del empuje tectónico de la placa Caribe al SE, generando el adosamiento de material más joven al continente y el consecuente solevantamiento de la plataforma continental y la generación de la regresión marina. Situación que sustenta que la Cuenca Canal del Dique está en proceso de solevantamiento (ver **Figura 3.244**).

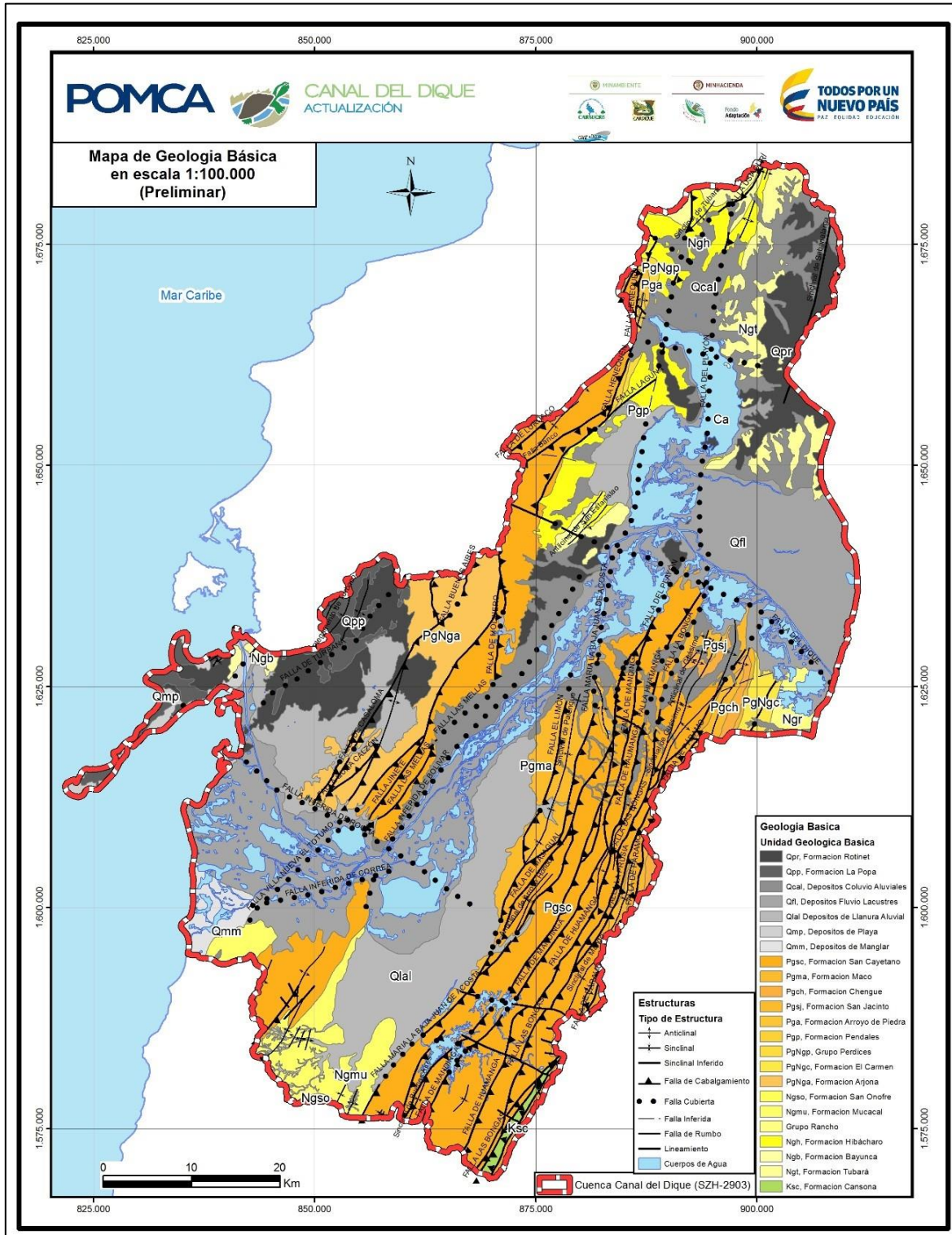
Sin embargo, dadas las condiciones litológicas de dominios sedimentarios clásticos finos y calcáreos de ambiente marino junto con la acción tectónica compresiva y transpresiva, más la acción antrópica y de los agentes meteorológicos externos, están generando una alta tasa de sedimentación y colmatación acelerada de la cuenca, reflejada en los importantes deltas del Sinú y el Magdalena y los evidentes desbordamientos estacionales que esta sufriendo el Canal del Dique.

Por lo tanto, para el análisis de la gestión del riesgo, las condiciones geológicas y geomorfológicas de la cuenca, sumado al incremento del calentamiento Global, son determinantes para el aumento del potencial de las transgresiones marinas, la erosión costera acentuada y un aumento paulatino de las inundaciones por la acción del río Magdalena y los principales drenajes de la cuenca, junto con el aumento del nivel del mar Caribe que afectará potencialmente con mayor intensidad la parte SW de la cuenca.

En el análisis del riesgo por movimientos en masa se evidenciaron dos áreas críticas: la primera se localiza en el Municipio de Repelón, corregimiento de las Tablas, que evidencia la incidencencia del fallamiento inverso y sus fallas satelitales, que generan un alto fracturamiento en las rocas sedimentarias de la Formación San Cayetano y permiten una alta infiltración en las épocas de lluvias, alta inestabilidad del territorio y la consecuente meteorización de las rocas y desarrollo de suelo residual, que junto con los depósitos coluviales y la acción antrópica contibuyen a la determinación del alto riesgo.

La segunda, ubicada al oriente del Municipio de Piojo y al Este del eje del sinclinal de Tubara, en donde se presentan las areniscas de la Formación Tubará que, junto con las condiciones topográficas del sector, el uso de la tierra para actividades pecuarias acelera la acción de los procesos erosivos que potencializan el procesode movimientos en masa en la zona.

Figura 3.244. Condiciones litotectónicas de la Cuenca Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Adicionalmente, las condiciones estructurales en la cuenca y el uso actual de la tierra junto con las condiciones hidrometeorológicas potencializan la presencia moderada a los movimientos en masa en el 1,33% del área de la cuenca, en una distribución aleatoria.

Ahora bien, el alto riesgo a las inundaciones presentado en las llanuras aluviales y aluviones recientes, depósitos de playa y manglares ubicados en las zonas costeras, en la parte media de la cuenca y a lo largo del canal del Dique, en concordancia con lo expresado en los párrafos anteriores, se evidencia la existencia de un potencial alto a la inundación en 13,28% de la cuenca y potencialidad media en el 20,9%.

La potencialidad de alto y medio riesgo a la torrencial en el 2,31 % del área de la cuenca en los depósitos aluvio-torrenciales identificados en campo en los municipios de Repelon, Maria la Baja y San Estanislao, obedece al alto aporte de sedimentos generados por el alto fracturamiento de las rocas y el aporte de los depósitos aluviales y coluviales localizados en zonas de alta pendiente.

### 3.2.9.7 Analisis de Complejidad Estructural

La cuenca del Canal del Dique es caracterizada por el desarrollo de estructuras anticlinales y sinclinales estrechas de rumbo NE y un fallamiento inverso NE de vergencia Oeste, que permite el desarrollo de una morfología de arteza regional característica de la cuenca con mayor levantamiento del perímetro Norte.

Estas condiciones estructurales hacen que La Serranía de San Jacinto sea de imponente relieve topográfico comparado con la Serranía de Luruaco y la consecuente formación de una zona deprimida en donde se ubican las ciénagas, embalses y discurre propiamente el Canal del Dique.

Para el análisis de la complejidad estructural se tuvo en cuenta el proceso definido en el protocolo para la elaboración geológica y geomorfológica, la características topográficas, el modelo de sombras y el control campo.

Toda la cartografía de este capítulo del componente de geología se encuentra en la carpeta **SIG\_POMCA\_CANALDIQUE**.

Las fotografías del documento originales se encuentran en el **Anexo 3.2.5**.

### 3.2.10 Unidades Geológicas Superficiales – UGS

En este capítulo, se presenta la memoria explicativa que acompaña el Mapa de Materiales Geológicos Superficiales-UGS a escala 1:25.000, de la Cuenca Canal del Dique, como resultado de la integración de la información Geológica compilada, caracterizada y controlada en campo, más el muestreo y análisis de laboratorio efectuado para la determinación del mapa cualitativo requerido para la implementación del Riesgo en la cuenca.

La metodología utilizada para la obtención de las UGS de la cuenca se fundamenta en los lineamientos del protocolo (Minambiente 2014). Sin embargo, dado que el 60% de las UGS de la cuenca había sido elaborada por el SGC; esta información fue integrada con los



resultados obtenidos, permitiendo la definición de los depósitos. Posteriormente, se integraron los condicionantes definidos por el Fondo Adaptación y se obtuvieron los 45 sitios definidos para adelantar los sondeos, toma de muestras de campo y los análisis de laboratorio que permitieron definir las características geotécnicas de los depósitos y su categorización geomecánica de UGS cuantitativas en la cuenca.

Los análisis de laboratorio efectuados fueron de clasificación (Humedad natural, límite líquido, límite plástico, lavado sobre el tamiz No. 200 (PTN200 o % de finos, granulometría y peso unitario); resistencia (compresión confinada, corte directo y correlación N(SPT) con parámetros de resistencia).

Información que se presenta que se detalla en el numeral 3.2.10.4.5, especificando en las respectivas gráficas, análisis estadísticos y tablas comparativas de los resultados obtenidos.

Los formatos de campo se encuentran en el **Anexo 3.2.3** y las fotografías se encuentran en el **Anexo 3.2.7**.

### 3.2.10.1 Objetivo

Elaborar un mapa de geología para ingeniería a escala 1:25.000 o Materiales Geológicos Superficiales (UGS) que identifique el conjunto de materiales superficiales (rocas y suelos (depósitos)) junto con sus rasgos estructurales y caracterizar su comportamiento geomecánico mediante estimaciones de propiedades índices o a través de correlaciones de parámetros comparativos, la toma de muestras y los respectivos análisis de laboratorio.

#### 3.2.10.1.1 Objetivos Específicos

- Elaborar un Mapa de Materiales Geológicos Superficiales-UGS, Cualitativo, a escala 1:25.000.
- Elaborar una salida cartográfica de materiales geológicos superficiales a escala 1:25.000 para control de campo.
- Elaborar un mapa preliminar a escala 1:25.000 con la localización de sitios para muestreo geotécnico tomando como referencia las especificaciones definidas en el protocolo y las especificaciones técnicas del FA-2014, "Para cada Unidad de Comportamiento Similar UGS de menos de 200 Has, se debe elegir por lo menos un sitio de caracterización. Para unidades mayores se debe seleccionar un sitio adicional por cada 200 Has".
- Realizar una salida de campo para efectuar el control cartográfico de las rocas y depósitos caracterizados inicialmente como de comportamiento geomecánico similar, así como la exploración y toma de muestras geotécnicas en los depósitos para los análisis de laboratorio.
- Elaborar un mapa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS), semi-cuantitativo del área de la cuenca de CARDIQUE, orientados a su uso ingenieril, los cuales se constituyen en productos básicos dentro del proceso de la definición de la gestión del riesgo por eventos potenciales naturales.

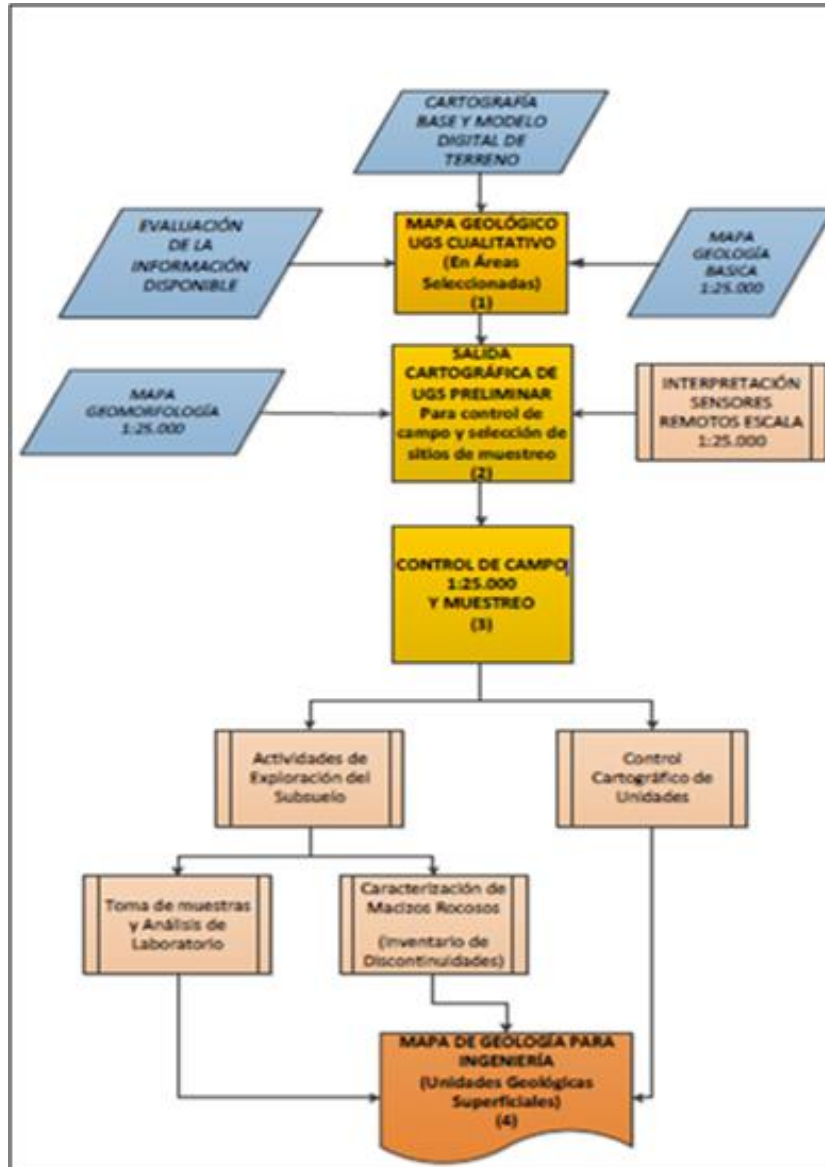
- Elaborar un Mapa de Geología para Ingeniería-UGS, Cualitativo a escala 1:25.000, con una leyenda que especifique las características de las rocas, según los criterios establecidos del nivel de resistencia (duras, medias y blandas), incluyendo los rasgos estructurales, perfil de meteorización, discontinuidades, resistencia y permeabilidad secundaria. Los suelos deben reflejar su clasificación de acuerdo a su génesis y composición, color, textura, consistencia, resistencia (indicador), humedad, densidad relativa, ángulo de fricción interna, peso unitario, perfil del suelo y espesor, estructuras y discontinuidades.

### 3.2.10.2 Metodología

Los procedimientos efectuados para la obtención de los productos definidos en los objetivos específicos se fundamentan en el protocolo y los alcances técnicos entregados por el FA, acorde con el diagrama de la **Figura 3.245**.

- Para la elaboración del Mapa cualitativo, se consolidó la información bibliográfica y cartográfica disponible y debidamente georreferenciada en los mapas base a escala 1:25.000 y el Modelo Digital de terreno; luego se caracterizaron los dominios litológicos para cada una de las unidades roca y depósitos existentes en el área de la cuenca junto las condiciones estructurales a escala 1:25.000 y se obtuvo el mapa de la referencia.
- Seguidamente con base en la fotointerpretación de imágenes y sensores remotos a escala 1:25.000 o mayores se delimitó con mejor precisión las unidades identificadas como homogéneas de los materiales superficiales (macizos rocosos, depósitos y suelo) y las condiciones estructurales en la cuenca y junto con el mapa geomorfológico de Subunidades y morfodinámico se elaboró el mapa preliminar de sitios de muestreo y los mapas respectivos para la salida de campo.
- Posteriormente, se efectuó la salida de campo de caracterización de las unidades roca y los depósitos, mediante estaciones de campo y diligenciamiento de los formatos, acorde con las tablas definidas en el protocolo y las actividades de exploración y muestreo geotécnico en los sitios seleccionados con la respectiva georreferenciación, toma de fotografías, llenado de los formatos, empaquetamiento, rotulado y envío de las muestras al laboratorio.
- Con base en los resultados del control cartográfico efectuado a los tipos de materiales superficiales de la cuenca, con las estimaciones de las propiedades índice y tablas comparativas de composición, dureza, textura, consistencia, estructuras internas, condición de discontinuidades, índice de fracturamiento, resistencia de macizo rocoso, grado de meteorización, porosidad, permeabilidad, condición de humedad y espesores de los suelos, se consolidó el mapa de UGS semi-cuantitativo de la cuenca a escala 1:25.000.
- Finalmente, acorde con los resultados de los análisis de laboratorio de granulometría, límites, peso unitario, humedad, ley de corte y consolidación a los depósitos y las especificaciones obtenidas en campo de los macizos rocosos se elaboró el Mapa de UGS Cualitativo a escala 1:25.000.

Figura 3.245. Diagrama del proceso para la obtención del producto mapa de geología para Ingeniería (UGS cualitativa).



Fuente: Protocolo POMCA FA-2014.

A continuación, se describen los principales parámetros evaluados para la caracterización de las unidades roca y depósitos, definidos en el protocolo (FA 2014) y utilizados en la fase de campo para la caracterización del Mapa de UGS semi-cuantitativo:

### Litología

Evalúa la composición litológica de la roca, dependiendo su origen, composición química, y mineralógica de los granos o cristales, (Tablas 1-1, 1-2, 1-3 y demás definidas en el protocolo) para la implementación de la gestión del riesgo en el POMCA.



## Textura

Describe el tamaño y las relaciones de los cristales que componen las rocas y depósitos, su forma, distribución y orientación; cuyo origen puede ser atribuido a variables tales como: cristalización, deformación y el tiempo geológico (Tablas 1-4, 1-15, 1-16 del protocolo).

## Dureza

Mide el comportamiento (Dureza) de la roca, y su relación con los procesos de meteorización (Tablas 1-7, 1-11, 1-13, del protocolo).

La dureza de las rocas no meteorizadas proporciona información relativa sobre los contenidos de minerales cementantes de las rocas. Adicionalmente, evalúa el grado de meteorización de la roca.

## Rasgos de Esfuerzos

El rasgo de esfuerzos identifica el comportamiento ingenieril del tipo de material superficial, tales como: texturas, permeabilidad, resistencia al corte, compresibilidad y facilidad de tratamiento en obra, (Tablas 1-9, 1-10, del protocolo).

## Índice de Fracturamiento (Jv)

El índice de fracturamiento en las rocas estima el número de discontinuidades que existen por unidad de volumen (m<sup>3</sup>), de esta manera se determina cuantitativamente la calidad del macizo rocoso (ver **Tabla 3.70** y **Tabla 3.71**).

**Tabla 3.70. Índice de fracturamiento.**

INTERVALO DE SEPARACIÓN (ESPACIAMIENTO)	> 2 m (Mayor de 200 cm)	60 – 200 cm	20 – 60 cm	6 – 20 cm	< 6 cm (Menor de 6 cm)
CLASIFICACIÓN (GRADO DE FRACTURACIÓN)	Masiva	Poco fracturada	Fracturada	Muy fracturada	Fragmentada o triturada
CARACTERÍSTICA	Discontinuidad es bastante espaciadas	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lascas con facilidad

Fuente: Tomado de Bieniawsky (1979).

**Tabla 3.71. Rango de clasificación para el grado de fracturamiento (Jv).**

JV	CLASIFICACIÓN
< 3 fr/m <sup>3</sup>	Dura
3 – 30 fr/m <sup>3</sup>	Intermedia
> 30 fr/m <sup>3</sup>	Blanda

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Índice de Deformación del Macizo Rcoso (GSI)

Estima la resistencia de la masa rocosa con base en las condiciones de texturales de superficie (Tabla 1-12, del protocolo).

### Grado de Meteorización

La meteorización corresponde al proceso de degradación de la roca original por la acción de los agentes atmosféricos y comprende una desintegración físico-química de la roca, (1-13, del protocolo).

### Porosidad y Permeabilidad

La porosidad de una roca es la cantidad de espacios vacíos que se encuentran dentro de la textura u organización de los granos o cristales (porosidad primaria). Sin embargo, por la acción química de los agentes meteóricos se puede generar una porosidad secundaria. La porosidad varía con la dimensión de los huecos y el grado de cohesión de los minerales que lo limitan, para tomar esta medida (Tabla 1-20 y Tabla 1-21) del Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los POMCA).

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitir que se establezca el flujo de aguas subterráneas o cualquier fluido a través del material, (Tabla 1-22 y Tabla 1-23 del Protocolo).

#### 3.2.10.3 Resultados Obtenidos

A continuación, se describe la caracterización de los materiales geológicos superficiales (UGS), efectuados según el protocolo para la gestión del Riesgo, FA (2014).

##### 3.2.10.3.1 Unidades Geológicas Superficiales Cualitativas en la Cuenca Canal del Dique

El mapa de Unidades Geológicas Superficiales Cualitativas obtenido es el resultado de procesar la información geológica disponible de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:100.000, fundamentado en la descripción litológica de las rocas y depósitos existentes en la cuenca, y finalmente con base en el criterio experto se hace la primera aproximación de la clasificación de las Unidades Rocas y Depósitos identificados, siguiendo los criterios de clasificación del SGC. La **Tabla 3.72** sintetiza los dominios litológicos evaluados para la cuenca y la **Figura 3.246** el mapa de las UGS cualitativo.

Las leyendas UGS se encuentran en el **Anexo 3.2.8**.

Tabla 3.72. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) cualitativas.

LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
Fanerozóico	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	<b>Depósitos Antrópicos:</b> Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y compactadas de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos.	Qrb	Material orgánico e inorgánico	<b>Strab:</b> Suelo depósitos antropogénicos rellenos sanitarios o de basuras.
				<b>Depósito Eólicos:</b> constituidas por arenas de grano fino a medio.	Qe	Arenas	<b>Ste2:</b> Suelo transportado eólico depósitos de dunas.
				<b>Depósito Aluvial:</b> constituidos por una mezcla de arenas, gravas, cantos y en algunos sectores bloques de composición variada. Matriz arenolimosas.	Qal	Arenas, gravas y cantos.	<b>Stf1:</b> Suelo transportado fluvial aluviones de lechos fluviales.
				<b>Depósitos de Llanura Aluvial:</b> están constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas.	Qlal	Arenas, arcillas y en menor proporción gravas.	<b>Stf2:</b> Suelo transportado fluvial de llanura de inundación.
				<b>Depósitos de Llanura de Inundación:</b> Constituidos por arenas, limos y arcillas. Arenas hacia la línea de costa y limos y arcillas hacia las planicies interiores.	Qli	Arenas, limos y arcillas.	
				<b>Depósitos Fluviolacustres:</b> constituidos por arenas de grano fino a medio, de color gris amarillento, compuestas por cuarzo, chert, y fragmentos líticos, subangulares, a subredondeadas, con buena selección. Los sedimentos asociados a las ciénagas son más arcillosos, constituidos por arcillas limosas con materia orgánica, ocasionalmente arenosas, grises parduscas a pardo rojizas, son materiales moderadamente compactos.	Qfl	Arenas, arcillas y lodos.	<b>Stl2:</b> Suelo transportado lagunar depósitos palustres.  <b>Stfl1:</b> Suelo transportado lagunar depósitos fluvio-lacustre.



LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
				<b>Depósito Coluvial:</b> constituidos por cantos y bloques de areniscas, embebidos en una matriz arenolimosas.	Qco	Cantos y bloques.	<b>Stc2:</b> Suelo traslocado coluvial de talus.
				<b>Depósitos de Playa:</b> conformados en la línea de costa por sedimentos recientes, principalmente arenas de grano fino a medio, de color gris claro a gris oscuro, que han sido depositados por la acción mecánica del mar (olas y corriente), en forma de playas y espigas.	Qmp	Arenas.	<b>Stc1:</b> Suelo transportado costero depósitos de deltas. <b>Stc5:</b> Suelo transportado costero terraza. <b>Stc6:</b> Suelo transportado costero planicie. <b>Stc3:</b> Suelo transportado costero playa.
				<b>Depósitos de Manglar:</b> constituidos por arenas finas, limos y lodos, presentan altos contenidos de materia orgánica y turba, formada por la descomposición de la vegetación de mangle.	Qmm	Arenas, limos y lodos.	<b>Stclm:</b> Suelo transportado costero manglar.
				<b>Depósito Diapíricos de Lodo:</b> Constituido por arcillas limosas grises expulsadas por eventos de diapirismo.	Qvl	Arcillas y lodos.	<b>Stv6:</b> Suelo transportado volcánico flujos de lodo volcánicos.
			Pleistoceno	<b>Formación Rotinet:</b> conformado por gravas que afloran en los alrededores del embalse del Guájaro, compuesto por cantos de calizas, chert negro y rocas volcánicas.	Qpr	Gravas, calizas, chert negro.	<b>Rb:</b> Roca blanda
				<b>Formación La Popa:</b> • Conjunto inferior: se compone de calizas terrígenas de color gris amarillo, bioturbadas y arenitas calcáreas de grano fino. Hacia la parte superior del intervalo prevalecen las calizas arrecifales terrígenas con	Qpp	Calizas areniscas calcáreas.	<b>Ri:</b> Roca intermedia. <b>Rd:</b> Roca dura.

LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
				abundantes bioclastos de corales, algas y moluscos, en capas gruesas. • Conjunto superior: está conformado por calizas terrígenas arenosas con niveles de calizas arrecifales más competentes con abundancia de bioclastos y arenitas deleznable de grano grueso, calcáreas; intercaladas con niveles competentes discontinuos de calizas terrígenas amarillas y calizas arrecifales bioturbadas.			
		Neógeno	Plioceno	<b>Formación Tubará:</b> • Conjunto inferior: está conformado por arenitas de grano grueso a conglomeráticas, granodecrecientes con cantos de cuarzo, chert, cuarcita y rocas volcánicas, en capas gruesas, suprayacidas por intercalaciones de capas delgadas de arenitas de grano fino y arcillolitas gris verdosas, en capas onduladas. • Conjunto intermedio: lo componen un conglomerado arenoso; luego limolitas y arcillolitas intercaladas con arenitas de grano fino, en capas delgadas, seguida de arenitas de cuarzo y líticos; suprayace a éste intervalo un conjunto de arcillolitas, con intercalaciones de arenitas de grano fino. • Conjunto superior: está conformado por una secuencia de arenitas y lodolitas; predominan las arenitas feldespáticas; se encuentran ocasionalmente guijos de chert y cuarzo, abundantes fragmentos de gasterópodos y bivalvos.	Ngt	Shales, areniscas arcillosas areniscas.	Rb: Roca blanda.
							Ri: Roca intermedia.

LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
Fanerozoico	Cenozoica	Neógeno	Mioceno	<p><b>Formación Mucacal:</b> una serie de areniscas cuarzosas grises intercaladas con algunas lodolitas gris verdosas, que afloran en los alrededores del corregimiento Sabanas de Mucacal.</p>	Ngmu	Areniscas lodolitas.	<b>Rb:</b> Roca blanda.
				<p><b>Formación Hibácharo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmento uno: está constituido por lodolitas. Se intercalan con areniscas de grano fino.</li> <li>• Segmento dos: está conformado por limolitas. Se presentan intercalaciones de areniscas; también hay intercalaciones de lodolitas negras.</li> <li>• Segmento tres: lo constituyen lodolitas; limolitas negras, con intercalaciones de areniscas cuarzosas; se encuentran interestratificaciones de capas gruesas bioclásticas, con conchas gruesas especialmente de bivalvos y costras de oxidación. Aunque el techo de este segmento está cubierto, por su morfología se puede deducir que está compuesto por lodolitas.</li> </ul>	Ngh	Arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas.	<b>Rb:</b> Roca blanda. <b>Ri:</b> Roca intermedia.
				<p><b>Formación Bayunca:</b> consta hacia la base de areniscas color gris de grano muy fino, dispuestas en capas delgadas a medias, interestratificadas con limolitas y lodolitas. Interpuestas capas nodulares de areniscas calcáreas. Hacia el techo afloran areniscas cuarzosas de grano grueso a conglomeráticas.</p>	Ngb	Areniscas, limolitas lodolitas.	<b>Rb:</b> Roca blanda.
				<p><b>Grupo Rancho:</b> se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolitas de color gris claro</p>	Ngr	Areniscas arcillolitas.	<b>Rb:</b> Roca blanda.

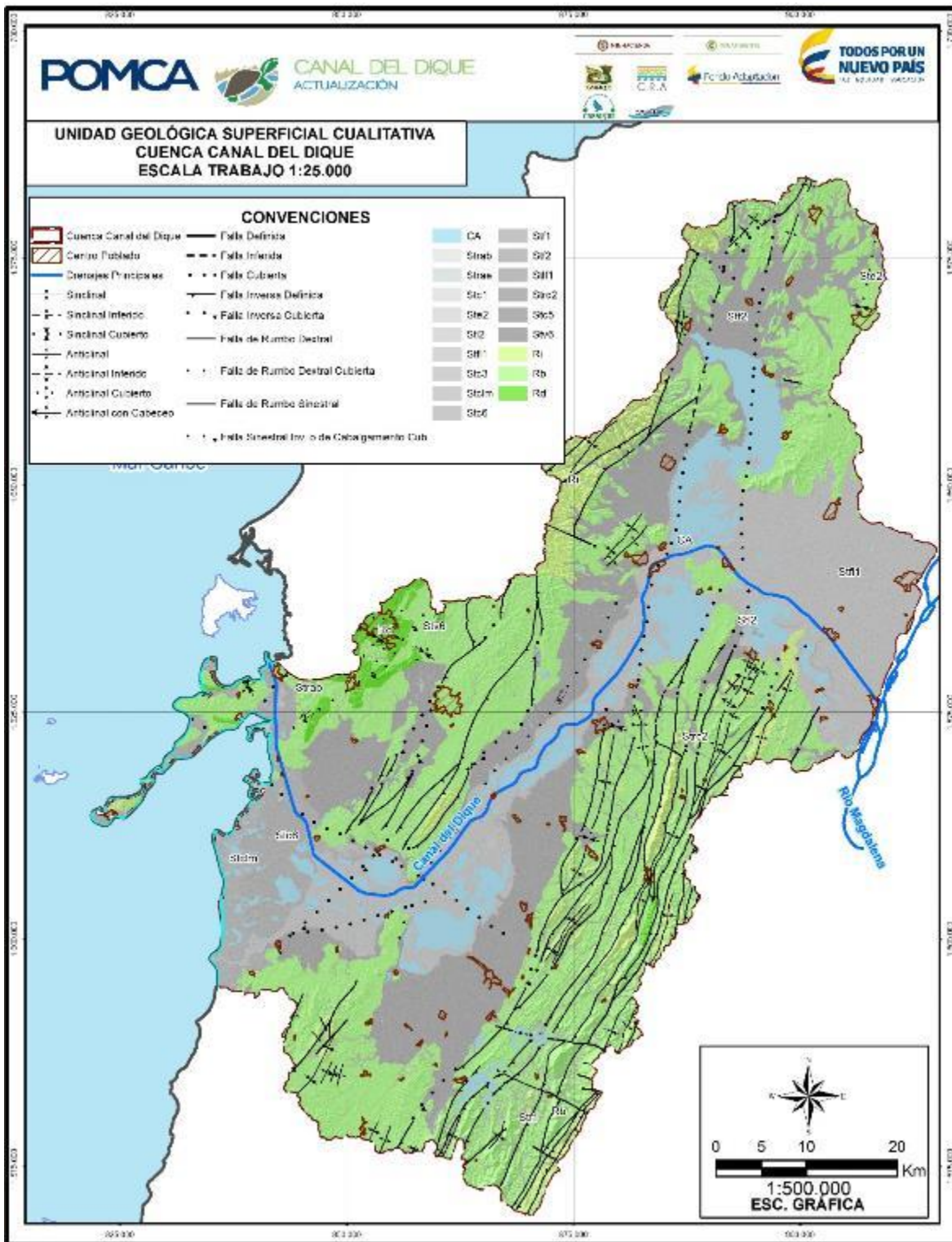


LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
		Paleógeno	Oligoceno	<b>Formación Arjona:</b> En una posición estratigráfica inferior a la sección medida, se presentan lodolitas de color pardo muy alteradas, interstratificadas con areniscas. Luego se encuentran lodolitas oxidadas de color pardo con intercalaciones de areniscas en capas gruesas, conglomeráticas hacia la base y contienen concreciones y clastos arcillosos; se continúa con arenitas conglomeráticas granodecrecientes, en capas muy gruesas que contienen clastos arcillosos y concreciones de arenitas calcáreas muy compactas.	PgNga	Lodolitas, areniscas y areniscas conglomeráticas.	<b>Rb:</b> Roca blanda.
				<b>Formación Perdices:</b> hace referencia a un conjunto de shales arcillosos, shales arenosos con capas de chert y algunas areniscas.	PgNgp	Shales arcillosos, shales arenosos y chert.	<b>Rb:</b> Roca blanda.
				<b>Formación El Carmen:</b> En términos generales está constituida por arcillolitas pardo oliva claro con abundante microfauna; hacia la parte inferior presenta algunos niveles arenosos.	PgNgc	Arcillolitas, areniscas.	<b>Rb:</b> Roca blanda.
			Eoceno	<b>Formación San Jacinto:</b> conglomerados y areniscas conglomeráticas.	Pgsj	Conglomerados y areniscas conglomeráticas.	<b>Rb:</b> Roca blanda. <b>Ri:</b> Roca intermedia.
				<b>Formación Pendales:</b> Está constituida por conglomerados polimícticos, compuestos por fragmentos de rocas volcánicas basálticas, sedimentarias calcáreas, cherts y cuarzo, tamaño guijo, con matriz arenosa intercalados con areniscas conglomeráticas, litoarenitas y cuarzoarenitas de grano grueso a muy grueso, en	Pgp	Conglomerados, basaltos, calizas, chert.	<b>Rb:</b> Roca blanda. <b>Ri:</b> Roca intermedia

LEYENDA UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES- UGS CUALITATIVA, CUENCA CANAL DEL DIQUE, ESCALA 1:25000							
CRONOESTRATIGRAFÍA				DEPÓSITOS Y FORMACIONES			
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA	FORMACIÓN Y LITOLOGÍA	SÍMB.	MATERIAL LITOLÓGICO DOMINANTE	UGS-CUALITATIVA
				la parte media las capas son granodecrecientes.			
				<b>Formación Arroyo de Piedra:</b> está constituida por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises con laminación ondulosa, dispuestas en capas delgadas y fracturadas, en la parte media, calizas bioesparíticas de algas rojas, color blanco a amarillo claro dispuestas en capas delgadas ondulosas. Hacia el techo, calizas cristalinas, colores: blanco, amarillo claro y tonalidades rosadas; algáceas, dispuestas en capas delgadas a gruesas, ondulosas y cuneiformes, geometría lenticular.	Pga	Lodolitas y calizas.	<b>Rb:</b> Roca blanda
				<b>Formación Chengue:</b> describe como una secuencia de shales y areniscas, señalando la presencia de una discordancia entre esta unidad.	Pgch	Shales y areniscas.	<b>Rb:</b> Roca blanda <b>Ri:</b> Roca intermedia.
				<b>Formación Maco:</b> secuencia de conglomerados y areniscas aflorantes en el Cerro Maco, en cercanías de San Jacinto.	Pgm	Conglomerados y areniscas.	<b>Rb:</b> Roca blanda. <b>Ri:</b> Roca intermedia.
			Paleoceno	<b>Formación San Cayetano:</b> secuencia rítmica de shales arenosos y de arenitas sucias, compuestas por fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas, chert y serpentinas.	Pgsc	Shales arenosos y areniscas sucias.	<b>Rb:</b> Roca blanda. <b>Ri:</b> Roca intermedia.
Mesozoico		Cretácico	Superior	<b>Formación Cansona:</b> compuestas por limolitas, chert, areniscas y conglomerados.	Ksc	Limolitas, chert, areniscas y conglomerados.	<b>Ri:</b> Roca intermedia.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.246. Mapa UGS-Cualitativo de la Cuenca Canal del Dique a escala 1:25.000.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.2.10.3.2 Unidades Geológicas Superficiales-UGS Semi-Cuantitativas en la Cuenca Canal del Dique

En el numeral 3.2.9.4 se desarrolló el procedimiento para generar el mapa de densidad de fracturamiento en la cuenca, obtenido con base en la información geológica estructural y el fracturamiento identificado, la clasificación efectuada por el sistema experto y la utilización de algoritmos mediante el uso del SIG, cuyos resultados muestran la densidad de fracturamiento que presentan las rocas y su incidencia en el área de la cuenca, (ver **Tabla 3.73** y **Tabla 3.74**).

**Tabla 3.73. Categorías densidad de fracturamiento para la Cuenca Canal del Dique.**

RANGOS DE Df	DENSIDAD
< 0,33	Baja
0,331 – 0,66	Moderada
> 0,661	Alta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.74. Categorización de la densidad de fracturamiento y su incidencia en el área de la Cuenca Canal del Dique.**

CLASIFICACIÓN DE LA DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO	% EN LA CUENCA
Alta	17,08
Media	7,23
Baja	75,70

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.3.2.1 Descripción de Unidades Geológicas Superficiales para la Cuenca Canal del Dique

#### Rocas Blandas (Rb)

Comprende macizos rocosos en los que el material se presenta como roca completamente meteorizada, es decir grado V del perfil de meteorización de Dearman (1974) y Deere & Patton (1971). Por lo general las unidades de roca baja tienen una resistencia <25 Mpa, que se expresa en el afloramiento al permitir ser rayada fácilmente por la navaja y disgregada al golpe del martillo; poco cementadas, estratificación delgada a laminada (estratos <30 centímetros), fragmentadas (espaciamiento <6 centímetros), con un Jv intermedio (>30 fr/m<sup>3</sup>), y con GSI bajo (<34).

Las unidades geológicas que por su composición litológica presentan un comportamiento categorizado como blando; están compuestos principalmente por limolitas, lodolitas arenosas, lodolitas calcáreas, gravas, lodolita silíceas grises, e intercalaciones de areniscas grisáceas y lodolitas grisáceas, las cuales se presentan en las formaciones Maco, Arjona, Rancho, San Jacinto, Popa, Carmen, Bayunca, Chengue, Mucacal, San Cayetano, Tubará, Hibácharo, Perdices, Rotinet, Péndales y Arroyo Piedra.

Este tipo de roca aflora en gran parte de la Cuenca Canal del Dique, concentrándose en la zona Sur-Este exceptuando la plancha 30-III-D.

#### Rocas Intermedias (Ri)

Comprende macizos rocosos en los que el material se presenta como roca moderada a altamente meteorizada, es decir los grados III y IV del perfil de meteorización de Dearman (1974) y Deere & Patton (1971). Por lo general las unidades de roca intermedia tienen una resistencia entre 25-50 Mpa, que se expresa en el afloramiento al permitir ser rayada por la navaja y afectada al golpe del martillo; moderadamente cementadas, estratificación mediana a gruesa (estratos >60 centímetros), entre poco fracturadas a muy fracturadas (espaciamiento 200-6 centímetros) con un  $J_v$  intermedio (3-30 fr/m<sup>3</sup>), y un GSI intermedio (35-54).

Los materiales que por sus dominios litológicos se clasifican cuantitativamente como intermedias, están compuestas principalmente por conglomerados polimícticos e intercalaciones de areniscas cuarzosas, de grano fino con limolitas abigarradas y Areniscas sucias con fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas y chert. Agrupa las Formaciones San Cayetano, Hibácharo, Tubará, Cansona, Maco, San Jacinto, Chengue y Popa.

Aflora en Cartagena y en los municipios de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, Mahates, San Juan de Nepomuceno, Arroyo Hondo, Calamar, María la Baja, Arjona, Piojo, San Onofre, Luruaco, San Estanislao de Kostka, Santa Catalina y Villanueva en las planchas 24-I-A, 24-I-C, 24-III-A, 23-IV-B, 23-IV-D, 30-II-B, 31-I-B, 30-I-B, 29-II-C, 29-IV-A, 30-I-D, 30-III-B, 30-IV-A, 30-II-D, 30-IV-B, 31-I-C, 31-III-A, 31-I-B, 31-I-D, 31-III-B, 31-III-A, 30-IV-B, 30-IV-A, 31-III-C, 30-IV-D, 38-I-A, 37-II-B, 37-I-B, 37-I-D, 37-I-D, 38-I-C, 37-IV-B y 37-IV-D.

#### Rocas Dura (Rd)

Comprende macizos rocosos en los que el material se presenta como roca fresca a débilmente meteorizada, es decir los grados I y II del perfil de meteorización de Dearman (1974) y Deere & Patton (1971). Por lo general las unidades de roca dura tienen resistencia alta a muy alta (>50 MPa), bien cementadas, estratificación gruesa (>100 centímetros), poco fracturadas a masivas (espaciamiento > 200 centímetros), con un índice de fracturamiento bajo ( $J_v < 3$  fr/m<sup>3</sup>), y un índice de resistencia geológico bueno a muy bueno (GSI >55). Estos valores varían de acuerdo con la afectación de las rocas por las fuerzas internas generadoras del relieve (eventos orogénicos), con rasgos propios de plegamientos y fallamientos.

Las unidades geológicas que por su composición litológica presentan un comportamiento categorizado como duro; están compuestas principalmente por areniscas, calizas, conglomerados, estratificadas en capas gruesas a muy gruesas, las cuales se presentan en las formaciones San Cayetano, Maco; Popa y Péndales.

Este tipo de roca aflora en Cartagena y en los municipios de San Juan de Nepomuceno, Mahates, Turbaná, Turbaco, Arjona y Repelón, concentrándose en la Oeste de la Cuenca Canal del Dique, la roca dura se presenta en las planchas 24-I-C, 24-III-A, 30-II-A, 30-III-C, 30-I-D, 29-II-C, 31-I-C, 31-III-A, 31-III-C y 38-I-A.

### **Suelo Transportado Costero Manglar (Stclm)**

Corresponden a los depósitos de manglar, están localizados al occidente y suroccidente de la Cuenca Canal del Dique, en los municipios de Cartagena, cerca de los Corregimientos de Pasacaballos, Ararca, Santa Ana y vía Barú, Al Sur oeste de Turbaná, Arjona y San Onofre en el corregimiento de Labarces, zonas próximas y sobre la línea de costa. Esta cartografiada en las planchas 29-II-A, 30-I-B, 29-II-C, 29-IV-A, 30-I-D, 30-III-B, 30-III-D, 30-IV-C y 37-I-B.

Corresponde a depósitos marinos y continentales, sedimentos arcillosos, lodosos, arenas muy finas grises oscuras, fragmentos de conchas y materia orgánica donde se desarrollan plantas halófitas. Presenta una textura arcillo arenosa, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es húmeda y la permeabilidad es baja, de acuerdo con Weltman & Head (1993) la consistencia de suelo es blanda y la plasticidad es alta. (SGC-2015).

### **Suelo Transportado Costero Terrazas (Stc5)**

Esta unidad de suelo, se localiza en Barú, en la plancha 29-IV-A.

Son depósitos de arenas de grano fino, medio a grueso, localmente lodosas con fragmentos de coral (cerebroides porites halimedas), algas, conchas de bivalvos, gasterópodos, artrópodos de 0.5-4 cm, además de foraminíferos, fitolitos y ostrácodos. Espesores menores a 3 m.

Esta unidad se caracteriza por presentar una textura arenosa, con tamaño de las partículas de finas a gruesas, clastos subredondeados a redondeados y de esfericidad baja, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es seco y la permeabilidad es alta; su compacidad es suelta. (SGC-2015).

### **Suelo Transportado de Planicie Costera Planicie (Stc6)**

Corresponde a los Depósitos de playa referente a las llanuras costeras, de morfología plana y extensa, donde predominan las arcillas, arenas blancas a amarillas retrabajadas, limos y en algunos sectores bioclastos. Afloran en los corregimientos de Barú, Santa Ana y Ararca, en y cerca la línea costera, al NW de San Onofre y al Sur del corregimiento de Leticia, en las planchas 29IVA, 29IIC, 30ID, 30IIIB, 30IIID y 37IB.

El suelo, se caracteriza por presentar una textura arcillosa, arenosa y limosa, con granos subredondeados a redondeados en las arenas y de esfericidad baja, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es seco y la permeabilidad de moderada a buena; de acuerdo con Weltman & Head (1993) la consistencia del suelo es blanda y la plasticidad alta en las arcillas. (SGC-2015).

### **Suelo Transportado Costero de Depósitos de Delta (Stc1)**

Esta unidad de suelo se encuentra ubicada cerca a los corregimientos de Pasacaballos y Santa Ana, también en las piscinas de la empresa Aguas de Cartagena. El depósito es generado en las desembocaduras del Canal del Dique y por la acción de este mismo, en el mar; en las planchas 30-IB, 30-I-D y 30-III-B.



Este suelo está formado por depósitos recientes del Canal del Dique, acumulados en la desembocadura al mar, lo cual generó deltas. Los depósitos están constituidos por arenas de grano fino, limos, arcillas, materia orgánica y abundantes conchas.

El depósito, se caracteriza por tener una textura lodosa-arenosa, de granos subredondeados a redondeados, de baja esfericidad; la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es mojado y la permeabilidad es moderada; de acuerdo con Weltman & Head (1993) la consistencia de suelo es blanda. (SGC-2015).

### **Suelo Transportado Costero de Playas (Stc3)**

Corresponde a los depósitos de playa, están localizados al Oeste y Suroeste de la Cuenca Canal del Dique, principalmente en la Ciudad de Cartagena, cerca al corregimiento de Barú, en la línea de costa. Fueron cartografiadas en las planchas 29-IV-A, 29-II-C.

Son depósitos recientes, generados por la acción del mar, compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, ocasionalmente presentan gravas, están mal a moderadamente sorteadas, mal calibradas y con presencia de conchas.

El suelo transportado de playa se caracteriza por la textura arenosa, partículas predominantemente finas, subredondeadas a redondeadas y de esfericidad baja, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es húmeda a seca y permeabilidad alta, con compacidad muy floja. (SGC, 2015).

### **Suelo Traslocado Coluvial Talus (Strc2)**

Este tipo de Suelo ha sido cartografiado en los municipios de Arroyo Hondo, Mahates y Turbaco; en las planchas 30-II-A 31-III-A y 31-I-C.

El suelo, está conformado por depósitos recientes, asociados al desprendimiento de rocas, en las geofomas abruptas de inclinaciones altas, muy altas a escarpadas. Los depósitos están mal a moderadamente sorteados, compuestos principalmente por cantos y bloques de areniscas, con tamaños hasta de 80 cm, embebidos en una matriz areno limosa. Presentan espesores entre 5-40 m.

El depósito se caracteriza por su textura de cantos y bloques subangulares a angulares y esfericidad baja; la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es seco y permeable, su compacidad es media. (SGC-2015).

### **Suelo Transportado Lagunar Depósito Fluvio-Lacustre (Stlf1)**

El suelo corresponde a los depósitos fluvio-lacustres, están asociados a llanuras de inundación o se localizan principalmente a zonas proximales y a lo largo del Canal del Dique, el río Magdalena, embalses y ciénagas. Conformado por depósitos recientes principalmente de arcillas y limos gris - gris oscuro, y arenas de grano muy fino con presencia de micas y masivas. Los depósitos asociados a las ciénagas son más arcillosos y con materia orgánica, de consistencia media, el pulgar penetra con esfuerzo y puede ser moldeado con una presión fuerte de los dedos, es densa, se requiere pica para ser excavado, es seco y presenta grietas de desecación.

### **Suelo Transportado Fluvial de Llanuras de Inundación (Stf2)**

Corresponden a los Depósitos de Llanura Aluvial (Qla) La unidad está presente en casi toda el área de la Cuenca Canal del Dique, están relacionados con los arroyos y ríos. La composición varía de acuerdo con su localización.

Conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas, también se presentan zonas donde el material es heterogéneo en la granulometría, de consistencia media a muy alta, en algunas zonas se puede penetrar el pulgar con esfuerzo y en otras solo se puede marcar con la uña del pulgar, presenta densidades que van desde sueltas a densas, donde se pueden escavar con pala o con pica, húmedos a secos.

### **Suelo Transportado Fluvial Aluviones de Lechos Fluviales (Stf1)**

Corresponden a los depósitos aluviales (Qal), se encuentran localizados de norte a sur en la Cuenca Canal del Dique, se presentan localmente a lo largo de los arroyos.

Son depósitos recientes por cantos y bloques de areniscas, calizas y chert de aproximadamente 30 cm de diámetro, embebidos en una matriz areno lodosa parda, de consistencia media, el pulgar penetra con esfuerzo y puede ser moldeado con una presión fuerte de los dedos, de densidad suelta donde se puede escavar con pala, es seco y presenta grietas.

### **Suelos Transportados Eólicos- Deposito de Duna (Ste2)**

Corresponden a los depósitos eólicos, están localizados al Norte del Municipio de Sabanalarga y Baranoa, al occidente del río Magdalena. Está cartografiada en la plancha 24-I-B. Son depósitos conformados por arenas de grano fino a medio.

### **Suelos Transportados Fluvial- Depósitos Torrenciales (Stf5)**

Corresponden a los Depósitos Aluvio-torrenciales (Qabt) localizados sobre los arroyos que drenan al Oeste del Municipio de Repelón, planchas 24IIIA y 24IIIC.

Se caracteriza por bloques de hasta 80 cm de lado y cantos de hasta 45 cm de diámetro de conglomerados oligomícticos, (arenisca calcárea, chert y calizas de forma angular en una matriz areno lodosa amarilla a parda, dispuestos de forma caótica), seguidos hacia la base de una capa de arena fina, de densidad media. A medida que el depósito se hace más distal predomina el contenido de matriz arenosa seca y con grietas, de densidad media, no puede ser marcado con la uña del pulgar, muy densa, con la pica se remueven terrones que pueden ser desintegrados.

### **Suelo Transportado Volcanico Flujos de Lodo Volcanicos (Stv6)**

Corresponde a los depósitos diapíricos de lodo, localizados el Municipio de María la Baja en inmediaciones al corregimiento de Flamenco y en el Municipio de Turbaco, referenciados en las planchas 30-II-A y 37-II-A.

Están conformados principalmente por lodo gris, inodoro, burbujeante y presenta una temperatura de alrededor 20°, está siendo expulsado a través de un cráter de 1.5 mts. aproximadamente.

El suelo presenta una textura arcillo limosa, de partículas finas, la humedad natural o condición de humedad según Varnes (1978) es mojado y la permeabilidad es baja, de acuerdo con Weltman & Head (1993) la consistencia del suelo es muy blanda y la plasticidad es alta. (SGC-2015).

### **Suelo Depósitos Antropogénicos Rellenos Sanitarios o de Basuras (Strab)**

El depósito se encuentra ubicado en los municipios de Cartagena y Turbaná, siguiendo la vía en vías alterna de la margen derecha de la Variante Mamonal-Gambote, ubicado en la Plancha 30-I-D.

Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y compactadas de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos, heterogéneos y sin cohesión. Su espesor varía entre 3-10 m. (SGC-2015).

Mediante el procesamiento de herramientas de SIG, superponiendo la información obtenida en el mapa cualitativo con el mapa de densidad de fracturamiento y los puntos de control en campo para caracterizar los tipos de roca, utilizando las medidas de Jv, Dureza, GSI y grado de meteorización, se obtuvo el mapa Semicuantitativo de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) de las unidades roca (ver **Tabla 3.75**) y de los depósitos (ver **Tabla 3.76**) para la Cuenca Canal del Dique(ver **Figura 3.247**).

La leyenda UGS se encuentra en el **Anexo 3.2.8**.



**Tabla 3.75. Leyenda Unidades Geológicas Semicuantitativas-Rocas, Canal del Dique.**

UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)-CUENCA CANAL DEL DIQUE						
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000						
EDAD				DESCRIPCION LITOLÓGICA	NOM-UGS	
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA			
Fanerozoico	Cenozoica	Cuaternario	Pleistoceno	<b>Formación Rotinet (Qpr):</b> Conformada por gravas de cuarzo, chert, rocas volcánicas, neis y limolitas, estratificadas en capas muy gruesas, e intercalaciones de arenitas cuarzosas a sublíticas, de grano fino a medio, deleznales, en capas cuneiformes delgadas y gruesas, con estratificación cruzada.	Rb	
				Plioceno	<b>Formación La Popa (Qpp):</b> Calizas arrecifales porosas, amarillas claras a blancas, terrosas o cristalinas, compactas, con abundancia de bioclastos de corales (corales de cabeza tipo hoja) y moluscos (bivalvos) dispuestos caóticamente.	Rb
						Ri
					Rd	
			Neógeno	Plioceno	<b>Formación Tubará (Ngt):</b> Secuencia sedimentaria de espesor variable; está compuesta por areniscas pardas de grano fino, intercaladas con conglomerados polimícticos ricos en chert, cuarzo hialino, fragmentos de roca redondeados y subredondeados de hasta 4 cm de diámetro, distribuidos en una matriz arenosa fina a gruesa, grises; en la parte superior predominan las areniscas amarillas de grano fino, estratificadas en capas muy gruesas con cantos de hasta 4-5 cm de diámetro.	Rb
					Mioceno	<b>Formación Mucacal (Ngmu):</b> Unidad sedimentaria compuesta por areniscas cuarzosas de grano fino, amarillas a pardas, bien calibradas interestratificadas con lodolitas, grises a verdosas en capas delgadas a medianas. Seguidas hacia la parte inferior por areniscas cuarzosas de grano grueso a conglomeráticas, redondeados a subredondeados, grises a amarillas, mal calibradas, embebidas en una matriz lodosa-arenosa.
						Ri
				Rb		
				Ri		
				<b>Formación Bayunca (Ngb):</b> Se caracteriza por presentar hacia la base areniscas friables pardas de grano fino, cuarzosas con matriz arcillosa, ricas en micas, estratificadas en capas muy gruesas e intercaladas con areniscas grises a rojizas con tendencia lenticular, calcáreas. Hacia la parte media capas arenosas laminadas, friables de grano fino, lodosas y calcáreas. En la parte superior continúan lodolitas grises moteadas. En toda la secuencia es común encontrar yeso en láminas que rellenan fracturas o dispuestas lenticularmente en la disposición estratiforme.	Rb	
			<b>Grupo Rancho (Ngr):</b> se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolititas de color gris claro.	Rb		

UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)-CUENCA CANAL DEL DIQUE						
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000						
EDAD				DESCRIPCION LITOLÓGICA	NOM-UGS	
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA			
			Paleógeno	<b>Formación Arjona (PgNga):</b> Constituida por una secuencia de areniscas de grano fino amarillas a naranjas, bien calibradas, algo friables con alto contenido de cuarzo y moscovita, intercaladas con arcillolitas grises a naranjas, en capas delgadas, plana paralelas subverticales, muy fracturadas. Se presentan unas capas de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, más compacta con clastos de cuarzo subangulares y fragmentos de roca, moderadamente calibradas, hacia la base de la formación.	Rb	
				<b>Formación Perdices (PgNgp):</b> Constituida por lodolitas grises y amarillas; algunos niveles presentan fisilidad, mientras otros tienen una partición concoidea, con frecuentes costras de oxidación de color pardo y cristales de yeso. Esporádicamente se observan intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino, amarillas, con laminación plana paralela estratificada en capas delgadas levemente onduladas.	Rb	
				<b>Formación El Carmen (PgNgc):</b> La unidad consta de arcillolitas macizas y fisiles, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas, se presenta un paquete de lodolitas con abundante fauna de foraminíferos planctónicos presente de base a techo.	Rb	
				Eoceno	<b>Formación San Jacinto (Pgsj):</b> Conformada por areniscas pardas a grises claras de grano fino a medio, de granos subangulares y subredondeados de cuarzo, fragmentos de roca negros brillantes (biotita), láminas de yeso, presencia de óxidos y feldespatos, con una matriz arcillosa; estratificadas en capas delgadas a medianas e intercaladas con capas delgadas de arcillolitas grises laminadas, moderadamente cementada hacia el techo.	Rb
					<b>Formación Pendales (Pgp):</b> La unidad está constituida por un conglomerado polimictico de rocas volcánicas, chert, arcillolitas y arenitas, rojo amarillentas por alteración, con clastos de hasta 10 cm de diámetro, mal seleccionados, internamente los clastos están dispuestos caóticamente dentro de una matriz arenosa y dispuestos en capas muy gruesas.	Rd
					<b>Formación Arroyo de Piedra (Pga):</b> está constituida hacia la base por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises con laminación ondulosa, dispuestas en capas delgadas fracturadas, en la parte media, calizas blancas a amarillo claro, bioesparíticas de algas rojas, dispuestas en capas delgadas onduladas. Hacia el techo, calizas cristalinas blancas, amarillo claro y tonalidades rosadas; algáceas, dispuestas en capas delgadas a gruesas, onduladas y cuneiformes, geometría lenticular.	Rb
					<b>Formación Chengue (Pgch):</b> La Unidad se compone hacia la base por lodolitas calcáreas de grises y anaranjadas con laminación plano paralela, se intercalan hacia la parte media	Rb
						Ri

UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)-CUENCA CANAL DEL DIQUE							
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000							
EDAD				DESCRIPCION LITOLÓGICA	NOM-UGS		
EÓN	ERA	PERÍODO	ÉPOCA				
				arenitas blancas de grano fino y medio, sublíticas, cemento calcáreo, estratificadas en capas delgadas y medias plano paralelas. En la parte superior se presenta un nivel de calizas bioesparítica con abundantes fósiles de tipo biostromas, encontrados en cantos rodados.			
				<b>Formación Maco (Pgm):</b> secuencia clástica de conglomerados y areniscas en tonos pardos; los conglomerados son polimícticos, con matriz arenosa, compactos, bien cementados, con clastos angulares de chert de hasta 4 cm. de diámetro; Las areniscas de tendencia conglomeráticas e intercalaciones de gravas delgadas se encuentran estratificadas en capas gruesas no mayores a 1m de espesor; además de areniscas pardas de grano medio a fino, dispuestas en capas medianas a muy gruesas.	Rb		
					Ri		
			Paleoceno			<b>Formación San Cayetano (Pgsc):</b> está constituida en la base por litoarenitas finas a gruesas en capas medianas e intercalaciones de lodolitas grises fisiles; en la parte media presenta lodolitas café y micritas intercaladas con litoarenitas finas a gruesas, cherts amarillos en capas medias y calizas en capas gruesas; hacia el tope de la unidad se encuentran cuarzo-arenitas finas blancas en capas planas delgadas a medias.	Rb
							Ri
							Rd
Mesozoico		Cretácico	Superior	<b>Formación Cansona (Ksc):</b> Conformada por capas delgadas de chert negro con lentes de liditas y/o lodolitas silíceas, areniscas gris verdosas claras y pardas de grano fino, dispuestas en capas delgadas a medianas plano no paralelas con lentes de lodolitas y de conglomerados finos. Hacia la parte media se describen limolitas silíceas claras con lentes de chert y lentes de caliza, suprayacidas por una intercalación de areniscas grises claras a verdosas de grano grueso a conglomeralítico con capas de rocas piroclásticas oscuras a gris verdosas por alteración. Posteriormente se presenta una secuencia tobacea de lapilli con variaciones tanto en la vertical como en la horizontal a tobas de ceniza fina y conglomerados.	Ri		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.76. Leyenda Unidades Geológicas Semicuantitativas-Suelos, Canal del Dique.**

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE							
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000							
EDAD				TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES DEL DEPÓSITO	NOM-UGS (SGC)
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA				
Fanerozoico	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	Antrópico	<b>Depósito Antrópico de Rellenos de Basuras:</b> Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y compactadas de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos.	Corresponden a materiales heterogéneos, no presentan cohesión.	Strab
				Volcánico	<b>Depósito Diapírico de Lodo:</b> Conformados principalmente por lodo gris, inodoro, burbujeante con temperaturas actuales alrededor de 20°. Los edificios volcánicos alcanzan alturas de hasta 4 m.	Presenta una textura arcillo limosa, de partículas finas, la humedad natural o condición de humedad es mojado y la permeabilidad es baja, la consistencia del suelo es muy blanda y la plasticidad es alta.	Stv6
				Aluvial	<b>Depósitos Torrenciales:</b> Están asociados con geoformas de abanicos y se caracterizan por la presencia de bloques angulares y subangulares de hasta 80 cm. de areniscas y cantos de conglomerados, arenisca calcárea, chert y calizas distribuidos en una matriz lodosa parda con estratificación Gradada invertida en el sector de la zona apical; el tamaño de los bloques y cantos va disminuyendo hacia la parte distal en donde hay predominancia de lodos hasta llegar a presentarse como flujos hiperconcentrados dispuestos de forma caótica, pero gradación predominante invertida distribuidos en una matriz areno lodosa amarilla a parda.	Presenta una consistencia media a dura. A medida que el depósito se hace más distal predomina el contenido de matriz arenosa. De consistencia dura, no puede ser marcado con la uña del pulgar, muy densa, con la pica se remueven terrones que pueden ser desintegrados, seca y con grietas.	Stf5
				Eólico	<b>Depósito Eólicos:</b> la acción de los vientos litorales ha generado la acumulación de bancos de arenas de grano fino a medio.	Presenta una textura arenosa, con tamaños de granos de finos a medios, no consolidados, bien seleccionados, presentan	Ste2

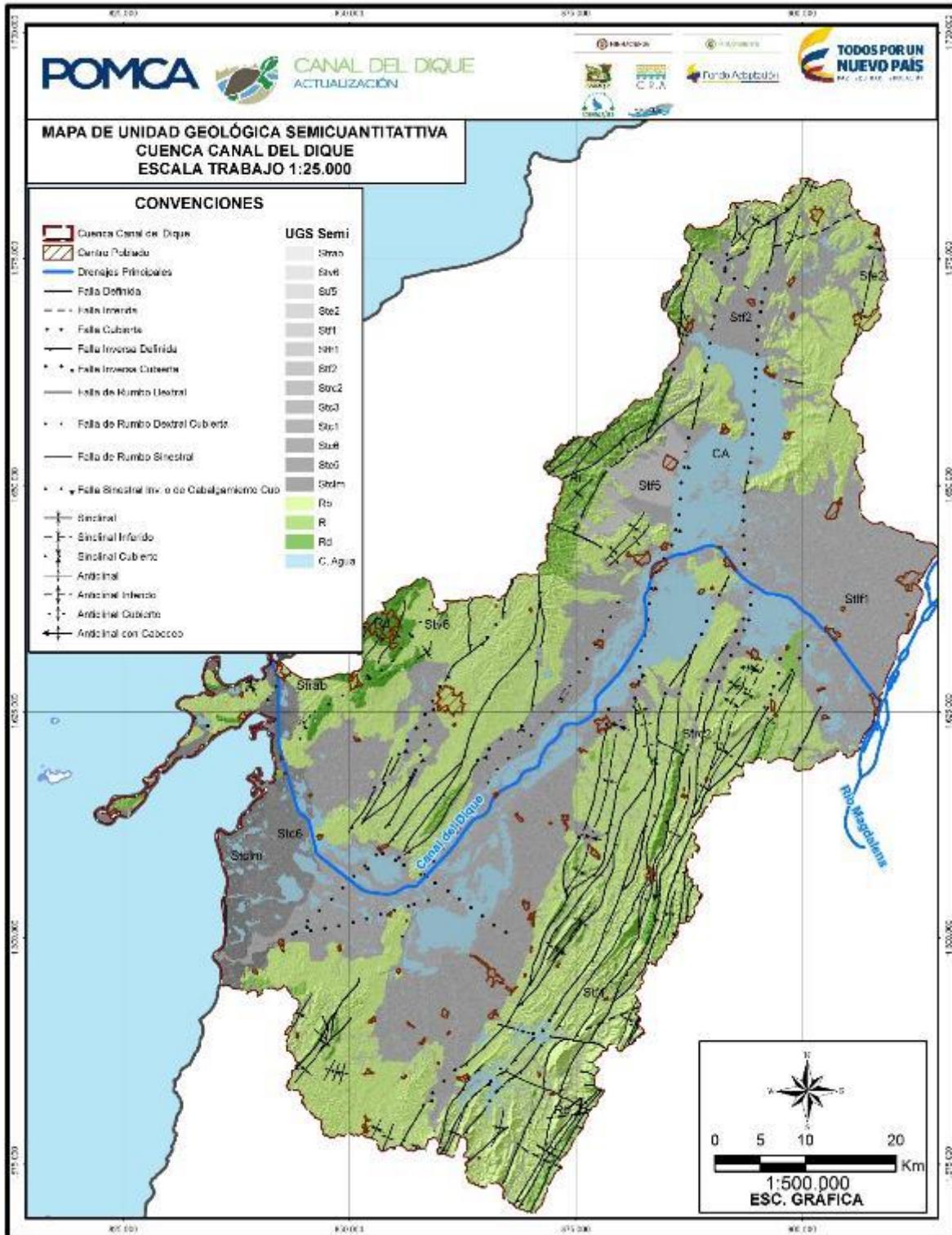
UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE							
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000							
EDAD				TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES DEL DEPÓSITO	NOM-UGS (SGC)
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA				
						alta porosidad y permeabilidad.	
				Aluvial	<b>Depósito Aluvial:</b> Constituidos por cantos de areniscas, calizas y chert, subredondeados e imbricados, embebidos en una matriz areno lodosa parda.	Son de consistencia media, el pulgar penetra con esfuerzo y puede ser moldeado con una presión fuerte de los dedos, de densidad suelta donde se puede escavar con pala, es seco y presenta grietas.	Stf1
				Aluvial	<b>Depósitos de Llanura Aluvial:</b> Conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas y granos subredondeados a redondeados.	Son de consistencia media a muy alta, en algunas zonas se puede penetrar el pulgar con esfuerzo y en otras solo se puede marcar con la uña del pulgar, presenta densidades que van desde sueltas a densas, donde se pueden escavar con pala o con pica, húmedos a secos.	Stf2
				Lacustre	<b>Depósitos Fluviolacustres:</b> Son las acumulaciones de materiales recientes tipo arcillas, limos grises a grises oscuros y arenas de grano muy fino con presencia de micas.	Presentan una consistencia media, el pulgar penetra con esfuerzo y puede ser moldeado con una presión fuerte de los dedos, es densa, se requiere pica para ser excavado, es seco y presenta grietas de desecación.	Stf1
				Coluvial	<b>Depósito Coluvial:</b> Compuestos principalmente por cantos y bloques de areniscas, con tamaños hasta de 80 cm, embebidos en una matriz areno limosa, mal a moderadamente sorteados.	Se caracteriza por su textura de cantos y bloques subangulares a angulares y esfericidad baja; la humedad natural o condición de humedad es seco y permeable, su compacidad es media.	Strc2
				Costero	<b>Depósitos de Playa:</b> Son depósitos recientes, generados por la acción del mar, compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, están mal a	Se caracteriza por la textura arenosa, partículas predominantemente finas, subredondeadas a redondeadas y de esfericidad baja, la humedad natural o	Stc3

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE							
LEYENDA SEMICUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000							
EDAD				TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)
EÓN	ERA	PERÍOD	ÉPOCA				
					moderadamente sorteadas, mal calibradas y con presencia de Bivalvos.	condición de humedad es húmeda a seca y permeabilidad alta, con compacidad muy floja.	
						Presenta una textura lodosa-arenosa, de granos subredondeados a redondeados, de baja esfericidad; la humedad natural o condición de humedad es mojado y la permeabilidad es moderada; la consistencia de suelo es blanda.	Stc1
						Presenta una textura arcillosa, arenosa y limosa, con granos subredondeados a redondeados en las arenas y de esfericidad baja, la humedad natural o condición de humedad es seco y la permeabilidad de moderada a buena; la consistencia del suelo es blanda y la plasticidad alta en las arcillas.	Stc6
						Presenta una textura arenosa, con tamaño de las partículas de finas a gruesas, clastos subredondeados a redondeados y de esfericidad baja, la humedad natural o condición de humedad es seco y la permeabilidad es alta; su compacidad es suelta.	Stc5
					<b>Depósitos de Manglar:</b> Corresponde a depósitos marinos y continentales, sedimentos arcillosos, lodosos, arenas muy finas grises oscuras, fragmentos de conchas y materia orgánica donde se desarrollan plantas halófitas.	Presenta una textura arcillo arenosa, la humedad natural o condición de humedad es húmeda y la permeabilidad es baja, la consistencia de suelo es blanda y la plasticidad es alta.	Stclm

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.247. Mapa semi-cuantitativo.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.4 Unidades Geológicas Superficiales-UGS Cuantitativas

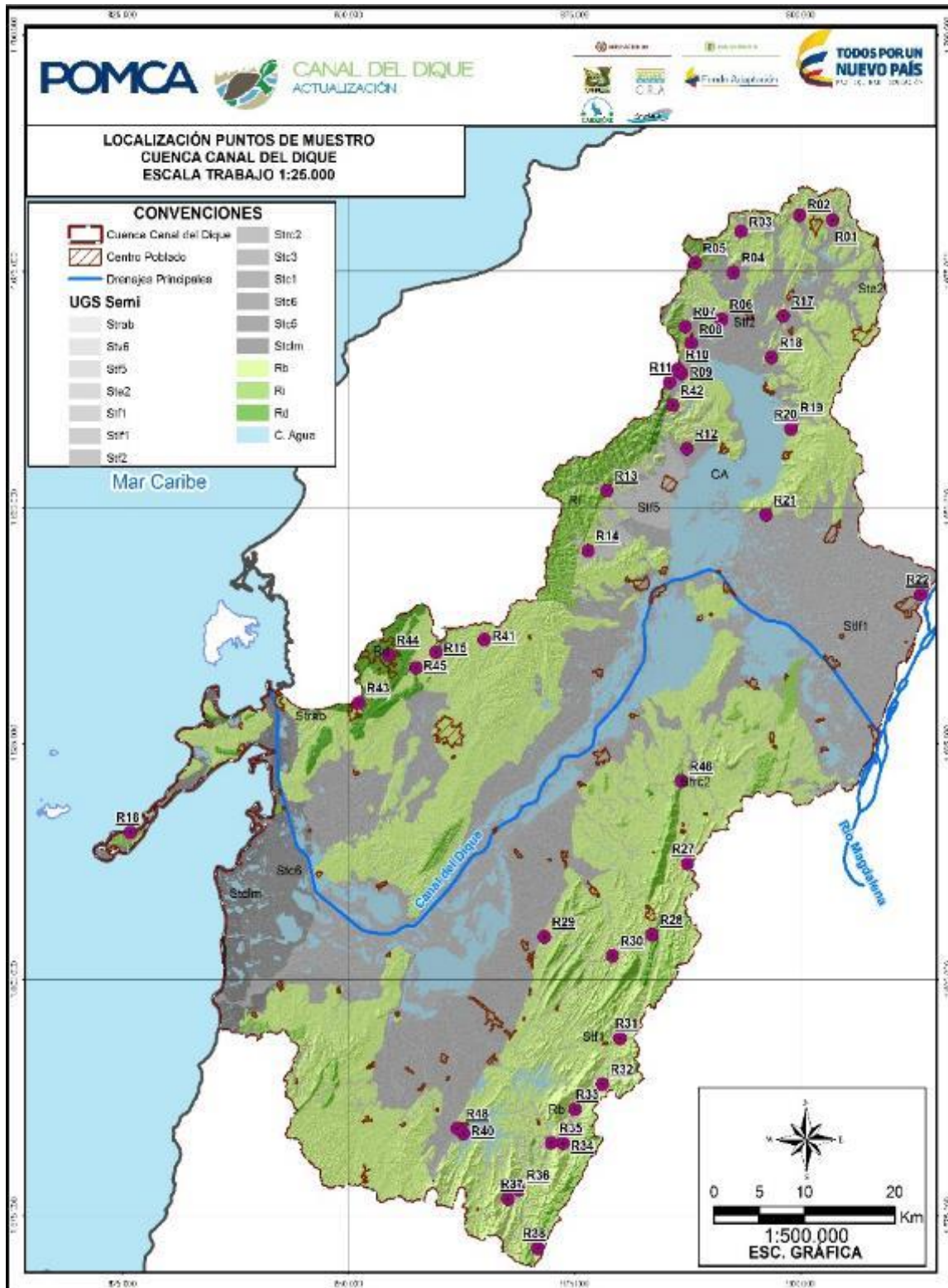
La caracterización geotécnica cuantitativa de las UGS se fundamenta en las observaciones y labores de exploración de campo, toma de muestras y análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados sobre los materiales que componen los depósitos de suelos localizados en la cuenca en estudio.

#### 3.2.10.4.1 Definición Sitios de Muestreo

En la Cuenca Canal del Dique, que abarca una extensión de 441.010,70 ha, se definieron 45 sitios acorde con el protocolo del Minambiente (2014) y las especificaciones técnicas del Fondo de Adaptación FA (2014): 18 localizados en los departamentos de Atlántico y Sucre; 23 en el Departamento de Bolívar, (ver **Figura 3.248**).

La información de puntos de muestreo se encuentra en el **Anexo 3.2.9**.

**Figura 3.248. Mapa de ubicación de sitios de muestreo para caracterización geotécnica en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

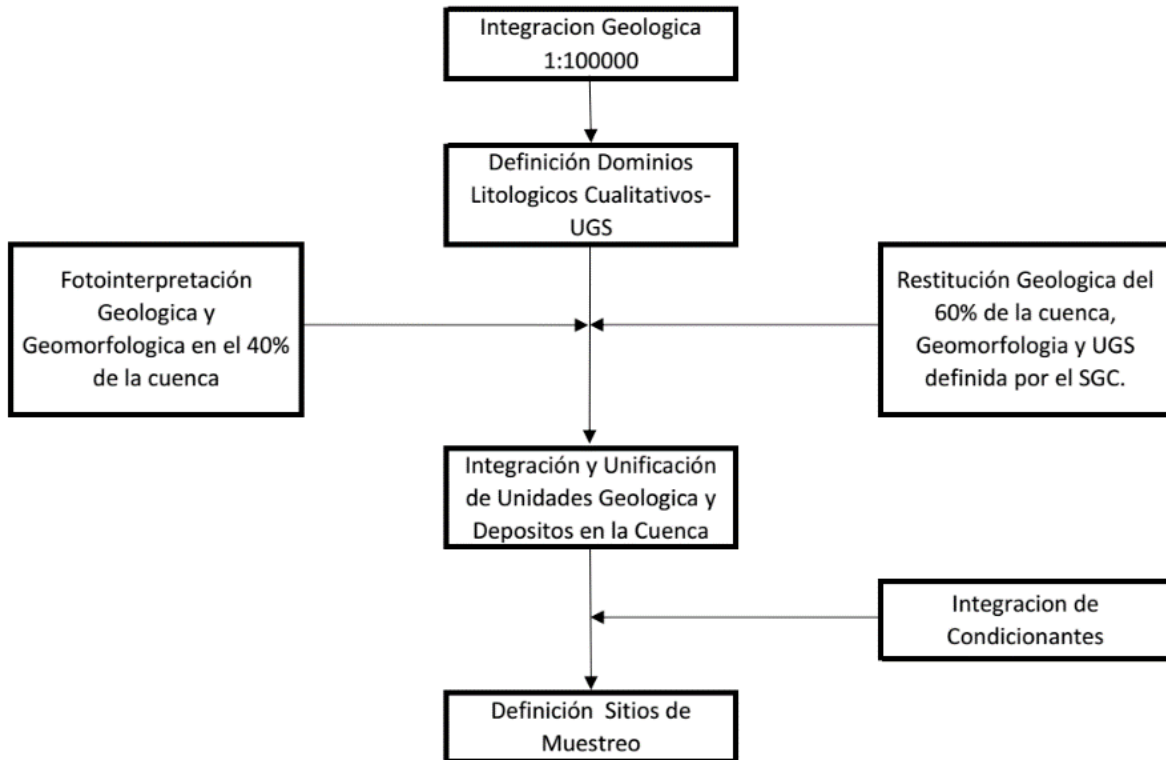


### 3.2.10.4.2 Metodología

El esquema conceptual de la **Figura 3.249**, ilustra el proceso metodológico adelantado, desde la integración geológica de la cuenca a escala 1:100.000, de donde se deducen los dominios litológicos característicos cualitativos de las Unidades geológicas y depósitos en la cuenca. Posteriormente, con base en la salida geológica a escala 1:25.000, obtenida de la fotointerpretación geológica de imágenes de sensores remotos y los resultados de la restitución geológica realizada por Geodim, se determinó la geología 1:25.000 para toda la cuenca.

Posteriormente con base en la información geologica disponible de la cuenca se seleccionaron los depositos (Qal, Qco, Qe, Qfl, Qlal, Qli, Qmm, Qmp y Qvl), se procedió a la selección de los sitios para toma de muestras teniendo en cuenta los condicionantes definidos por el protocolo, tales como: áreas <200 ha se toma una muestra y por cada 200 ha adicionales del mismo deposito una muestra adicional; pendientes superiores a 12.5%; infraestructura de acceso y el criterio experto , obteniéndose 45 sitios para la toma de muestras y caracterización geotécnica (ver **Figura 3.249**), muestreo que determino las condiciones geotécnicas de los depósitos que aunado a la caracterización geotécnica de los tipos de rocas se obtuvo el mapa de UGS -cuantitativo.

**Figura 3.249. Esquema metodológico para la definición de puntos de muestreo en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.4.3 Investigación y Caracterización Geotécnica de Suelos

Las actividades de investigación del subsuelo realizadas, principalmente en los sectores calificados como de alta y moderada susceptibilidad, están encaminadas hacia la caracterización geotécnica y la determinación de los parámetros geomecánicos de los suelos del área, insumos que son fundamentales para la respectiva evaluación de la amenaza por movimientos en masa.

Investigación efectuada mediante exploración y ensayos tanto de campo como de laboratorio. El levantamiento de los perfiles estratigráficos se realizó a partir de una descripción visual detallada de los materiales en el terreno, relacionando sus características físicas (humedad, granulometría, plasticidad, densidad) y de resistencia, entre otras.

### 3.2.10.4.4 Exploración del Subsuelo

Considerando la distribución de las unidades geológicas en el área de estudio, se localizó una red de sondeos de exploración tendientes a la descripción del perfil estratigráfico del subsuelo, al muestreo de los depósitos de suelo y al levantamiento de datos geomecánicos de los mismos.

Se realizan cuarenta y cinco (45) sondeos exploratorios en suelos, empleando un equipo manual tipo barreno y uno mecánico por percusión, alcanzando profundidades por lo general de 2.5 m, e incluso algunos llegando entre 3.0 y 4.0 m en profundidad. Cabe resaltar que la distribución de los sondeos estuvo condicionada a la accesibilidad a la zona, consecución de permisos y a las especificaciones determinadas en el protocolo.

La localización de los sondeos se muestra en la **Figura 3.248** y la referenciación de las muestras tomadas, en la **Tabla 3.77**.

**Tabla 3.77. Coordenadas planas de los sondeos realizados en sistema de referencia Magna Sirgas.**

#	SITIO	E	N
1	R01	903.496	1.680.398
2	R02	899.824	1.680.926
3	R03	893.366	1.679.237
4	R04	892.540	1.674.844
5	R05	888.289	1.675.866
6	R06	891.237	1.669.902
7	R07	887.181	1.669.130
8	R08	887.898	1.667.348
9	R09	886.797	1.664.143
10	R10	886.377	1.664.597
11	R11	885.474	1.663.235
12	R12	887.366	1.656.209
13	R13	878.514	1.651.770
14	R14	876.451	1.645.373

#	SITIO	E	N
24	R28	883.521	1.604.735
25	R29	871.622	1.604.518
26	R30	879.156	1.602.511
27	R31	879.997	1.593.799
28	R32	878.037	1.588.915
29	R33	875.018	1.586.259
30	R34	873.691	1.582.686
31	R35	872.405	1.582.702
32	R36	868.788	1.577.714
33	R37	867.608	1.576.761
34	R38	870.905	1.571.545
35	R39	871.934	1.571.934
36	R40	862.679	1.583.675
37	R41	865.007	1.635.979

#	SITIO	E	N
15	R15	859.662	1.634.663
16	R16	825.861	1.615.599
17	R17	898.003	1.670.254
18	R18	896.732	1.665.876
19	R19	899.016	1.658.973
20	R20	898.870	1.658.281
21	R21	896.118	1.649.180
22	R22	913.259	1.640.793
23	R27	887.431	1.612.266

#	SITIO	E	N
38	R42	885.824	1.660.775
39	R43	851.113	1.629.283
40	R44	854.421	1.634.376
41	R45	857.426	1.633.007
42	R46	886.796	1.620.993
43	R47	874.935	1.655.615
44	R48	862.056	1.584.237
45	R49	882.437	1.594.900

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En cada sondeo se tomaron muestras alteradas e inalteradas con el muestreador split spoon (SS) y tubo shelby (ST) respectivamente, con intervalos menores a 1.50 m (ver **Fotografía 3.20**). Paralelamente se elaboró el registro de campo identificando visualmente el subsuelo y relacionando las principales características geotécnicas de los materiales. La información de campo y laboratorio se compiló en el registro estratigráfico de cada sondeo que incluye la descripción del subsuelo, los ensayos de campo, la relación de muestras tomadas y los resultados de los ensayos de laboratorio.

**Fotografía 3.20. Muestreo de campo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.2.10.4.5 Caracterización Geotécnica

Con base en la exploración del subsuelo se levantaron perfiles estratigráficos superficiales y se ejecutó un plan de ensayos de laboratorio, delimitando los estratos de los materiales en y caracterizándolos geotécnicamente determinando las propiedades básicas de clasificación y de resistencia de los suelos.

En particular, los parámetros de resistencia (estática) se determinaron con ensayos de compresión confinada, corte directo y correlaciones con el Ensayo de Penetración Estándar-SPT.

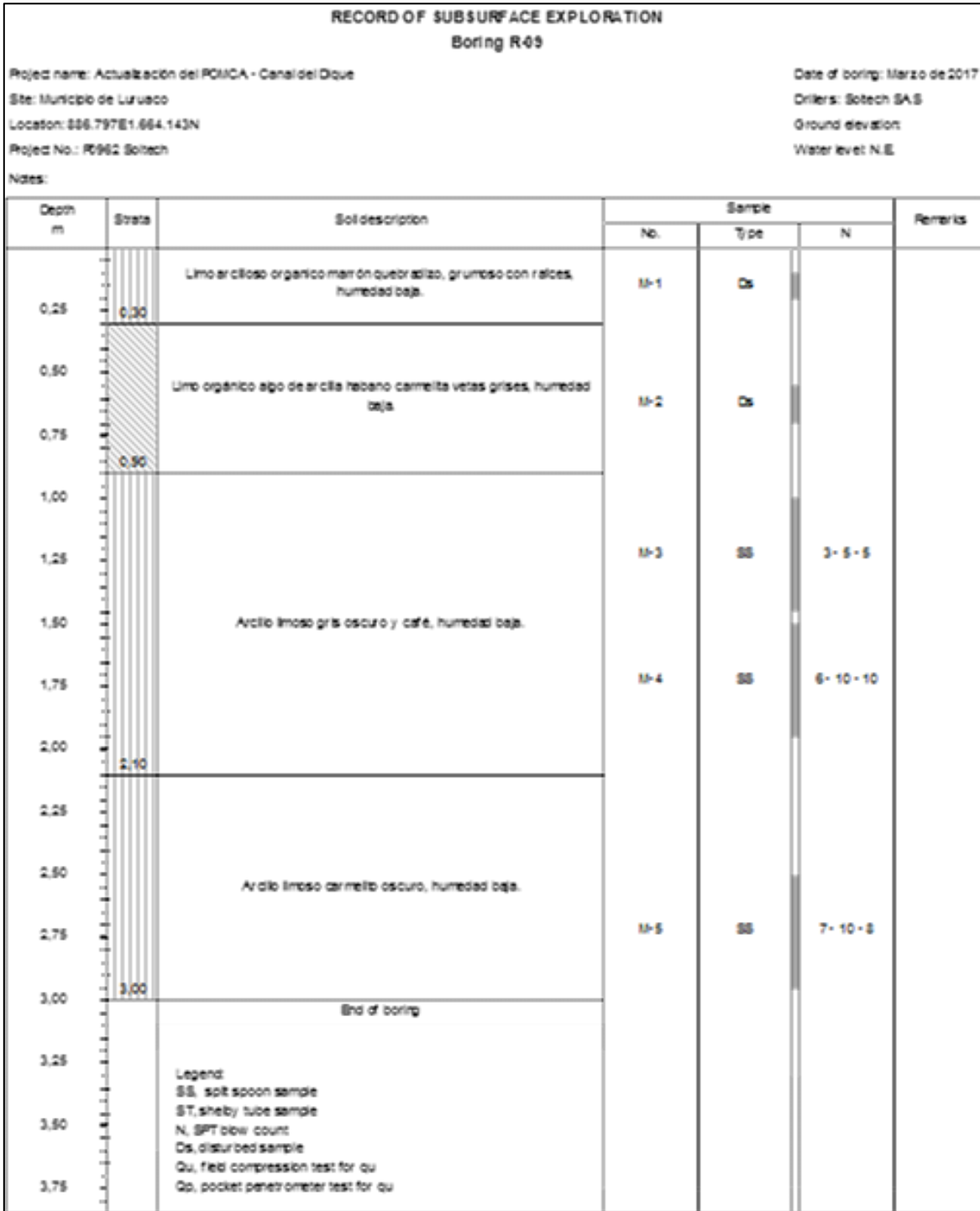


#### 3.2.10.4.6 Perfiles Estratigráficos

Aprovechando la información obtenida de las descripciones de los materiales extraídos durante los sondeos y junto con la evaluación posterior de los resultados de los ensayos de laboratorio practicados a las muestras, más los resultados de los ensayos in situ y las características de los contactos geológicos presentes en la zona, fue posible generar perfiles estratigráficos en cada uno de los sitios de exploración.

Las descripciones de los estratos incluyen el tipo de material, litología, características físicas, espesor de cada estrato identificado y las condiciones de humedad. Para cada tipo de suelo se incluye también una representación gráfica consecuente con el tipo de material encontrado y la descripción del suelo, característica que se mantiene para materiales similares en los diferentes perfiles estratigráficos levantados. A manera ilustrativa, en la **Figura 3.250** se aprecia el perfil estratigráfico correspondiente al sondeo R-09, la totalidad de los perfiles estratigráficos levantados se presentan en el **Anexo 3.2.10**.

**Figura 3.250. Perfil estratigráfico establecido en el sondeo R-09, municipio de Luruaco, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.4.7 Resultados de Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas en campo fueron transportadas hasta el laboratorio para la realización de los ensayos tendientes a determinar las propiedades índices y de comportamiento esfuerzo-deformación de los suelos. Los estratos identificados se clasificaron según la USCS (Unified Soil Classification System).

Con el ánimo de obtener índices de clasificación y parámetros geomecánicos sobre un número representativo de los depósitos de suelos presentes, se efectuaron ensayos de clasificación y caracterización tanto in-situ como en laboratorio. Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- **Clasificación**
  - Humedad natural ( $\omega_n$ ).
  - Límite líquido (LL).
  - Límite plástico (LP).
  - Lavado sobre el tamiz No. 200 (PTN200 o %Finos).
  - Granulometría.
  - Peso unitario ( $\gamma$ ).
- **Resistencia**
  - Compresión inconfiada ( $q_u$ ,  $C_u$ ).
  - Corte directo ( $\phi'$ ,  $C'$ ).
  - Correlación N(SPT) con parámetros de resistencia.

En la **Tabla 3.78**, se relaciona el tipo y normatividad aplicada para la realización de los ensayos de caracterización de los materiales recuperados en el proceso de exploración geotécnica. En el **Anexo 3.2.11** se presentan los formatos de la totalidad de los ensayos de laboratorio llevados a cabo.

**Tabla 3.78. Normatividad de referencia para la ejecución de los ensayos de laboratorio de suelos.**

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA
Contenido de humedad	ASTM D2216
Límites de consistencia (LL y LP)	ASTM D 4318 - D422
Granulometría por tamizado	INVE-123-07
Peso unitario	ASTM D2216
Compresión inconfiada	ASTM 2166-66
Corte directo	INV E-154, ASTM D3080

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

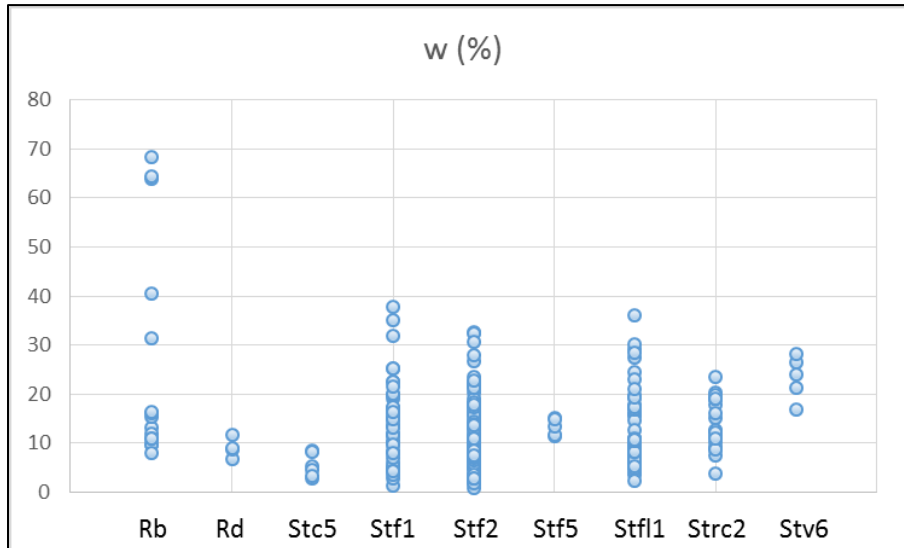


3.2.10.4.8 Análisis de Resultados de Laboratorio

**Contenido de Humedad**

Este ensayo se realiza para determinar el contenido de agua en una muestra de suelo. El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o “agua libre”, en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material. La **Figura 3.251** presenta los resultados del ensayo de humedad natural, discretizados por unidad geológica. En general, se presentan humedades bajas a medias, con valores menores al 40%, incluso algunos materiales en condiciones prácticamente secas, como es el caso de algunos sitios correspondientes a las unidades de suelo Stf1 y Stf12. Humedades muy altas, cercanas al 70%, se observaron en unidades de roca blanda Rb, debido al alto grado de meteorización y fracturamiento de estos macizos que contribuye, de buena manera, a la retención de agua entre sus estructuras y diaclasas.

**Figura 3.251. Resultados del ensayo de contenido de humedad clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



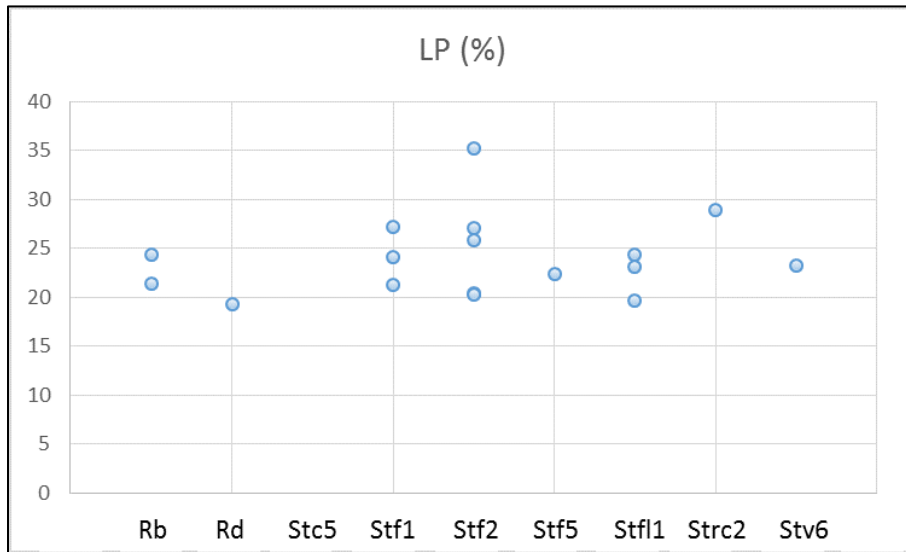
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Límites de Consistencia**

Cuando se habla de suelos con cantidades apreciables de material fino, es conveniente hablar del efecto que tiene el contenido de humedad en estos respecto al comportamiento físico-mecánico de los mismos. Un contenido mínimo de agua por lo general indicaría un suelo muy duro, y a medida que aumenta el contenido de humedad dicho suelo pasaría por diferentes estados de consistencia que van desde sólido, semi-sólido, plástico, y líquido. El ensayo de límite plástico define el umbral de contenido de agua para que un suelo se encuentre entre una consistencia semi-sólida y plástica. En términos generales, la fracción fina (limos y arcillas) presente en los depósitos de suelo, incluso en algunos sitios de roca blanda, exhibieron límites plásticos entre 20% y 35%, correspondiendo los más altos a las unidades de suelo Stf2 y Strc2 (ver **Figura 3.252**).

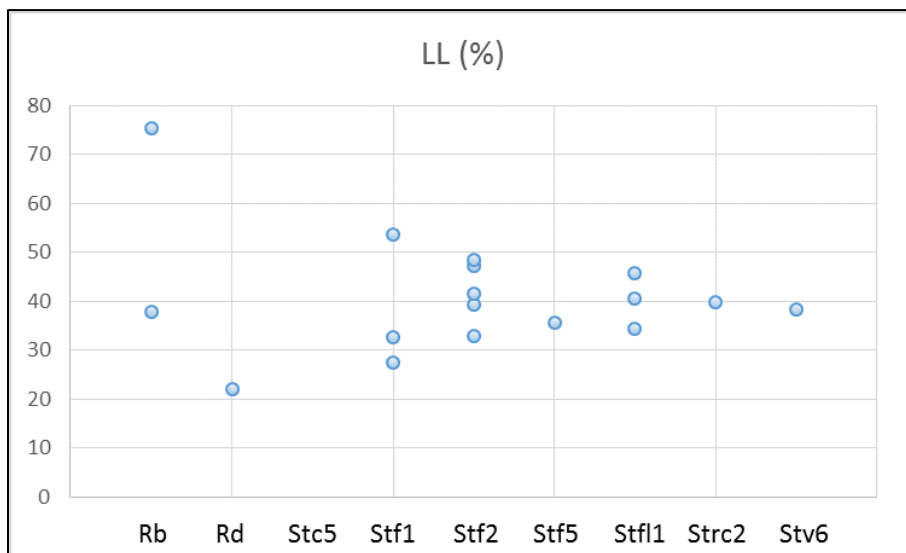
Por su parte el ensayo de límite líquido nos permite determinar el contenido de humedad en que un suelo pasa de tener un comportamiento plástico a uno líquido. Estos valores son muy importantes para poder clasificar los suelos, permitiendo inferir el comportamiento de los suelos ante cambios del contenido de humedad, lo que usualmente se asocia a su plasticidad. En términos generales, la fracción fina (limos y arcillas) presente en los depósitos de suelo exhibieron límites líquidos entre 25% y 55%, indicando una compresibilidad baja a intermedia (ver **Figura 3.253**).

**Figura 3.252. Resultados del ensayo de Límite Plástico (LP) clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

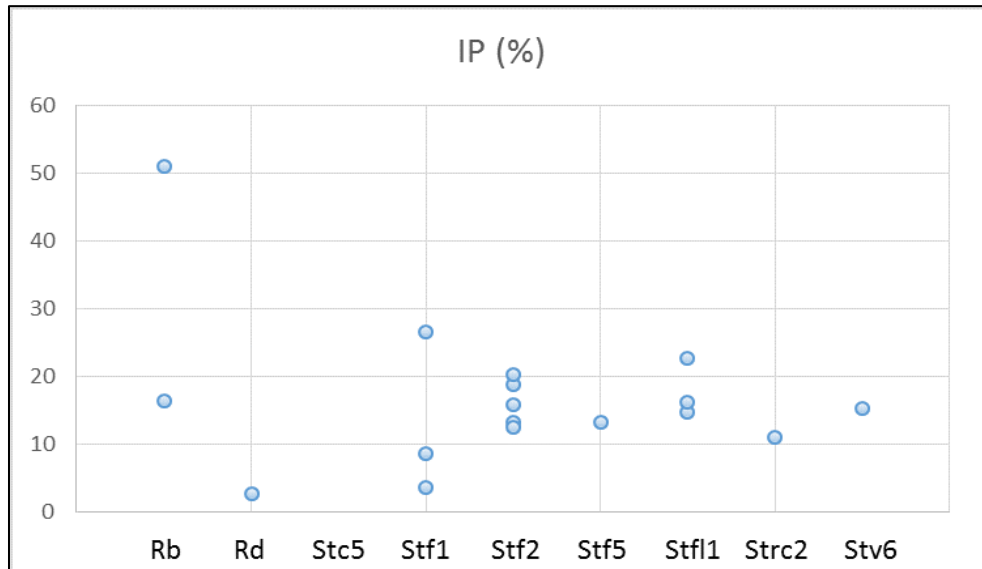
**Figura 3.253. Resultados del ensayo de Límite Líquido (LL) clasificados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los anteriores resultados permitieron estimar el grado de plasticidad de la fracción fina presente en los materiales de la cuenca en estudio, los cuales no excedieron, en términos generales, del 30%. Lo anterior indica que se presenta una alta variabilidad al respecto, desde suelos poco plásticos (Stf1) hasta altamente plásticos (Stf1), sin embargo, la mayoría de ellos se localiza en el rango de plasticidad moderada, con valores fluctuantes entre 7% y 17%. Caso especial de anotar es la unidad de roca blanda, la cual por sus características de degradación exhibe comportamientos de mediana hasta de muy alta plasticidad (ver **Figura 3.254**).

**Figura 3.254. Variación del Índice de Plasticidad (IP) según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Granulometría por Tamizado

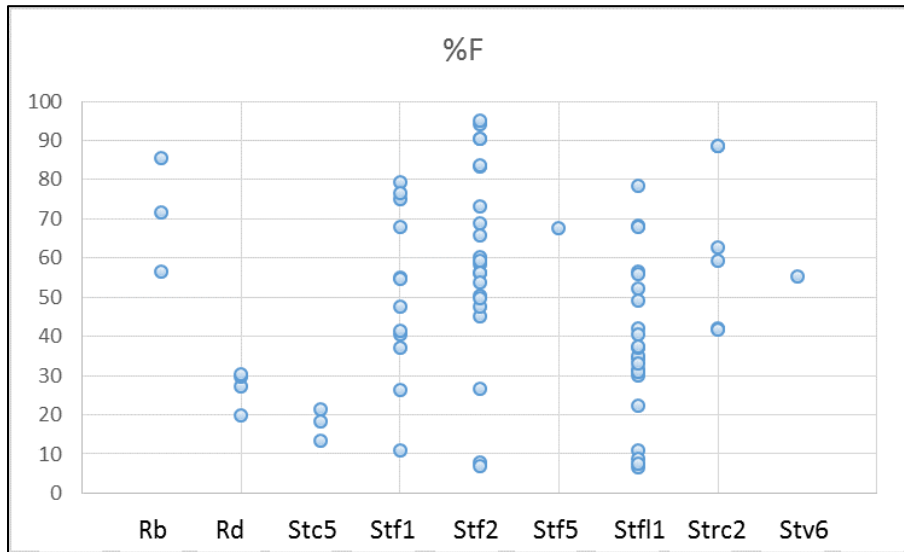
El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo, clasificándose en función del tamaño de sus partículas como Gravas, Arenas, Limos y Arcillas. La granulometría de los suelos y a su vez los resultados de ensayos de límites de consistencia permiten clasificar a los suelos, encontrándose que para los suelos de la zona la predominancia fue de arcillas de baja plasticidad y arenas limosas, con existencia de algunos depósitos tipo gravas arcillosas y/o limosas.

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo, clasificándose en función del tamaño de sus partículas como Gravas (G), Arenas (S), Limos (M) y Arcillas ©. La granulometría de los suelos y a su vez los resultados de los ensayos de límites de consistencia permiten clasificar a los suelos, encontrándose una predominancia de arcillas de baja plasticidad (CL) y arenas limosas (SM) bien gradadas, con existencia de algunos depósitos de limos de baja compresibilidad (ML), entre otros.



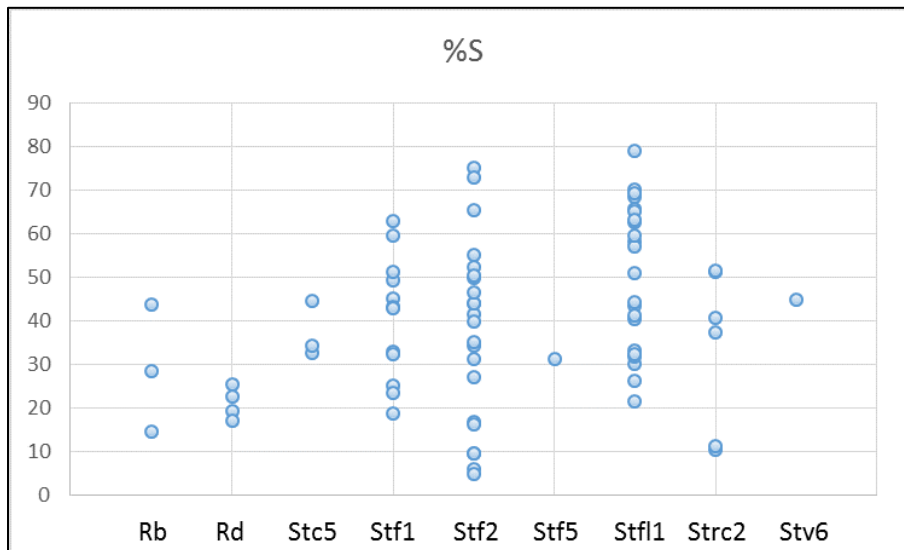
La **Figura 3.255**, **Figura 3.256** y **Figura 3.257** muestran la contribución de la fracción fina, arenosa y gravosa respectivamente, en la composición granulométrica de las unidades de suelo. Se aprecia una gran variabilidad de la fracción fina (limos y arcillas), la cual en general, excepto en contados sitios, es mayor al 12% y alcanzando valores hasta del 90%, indicando su fuerte incidencia en el comportamiento geotécnico de los materiales, como es el caso de las unidades Stf1 y Stf2. Por otro lado, se observa una mayor presencia de partículas tamaño arena que de gravas, llegando a valores hasta del 80% y 50% respectivamente.

**Figura 3.255. Variación del Porcentaje de Finos (%F) según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



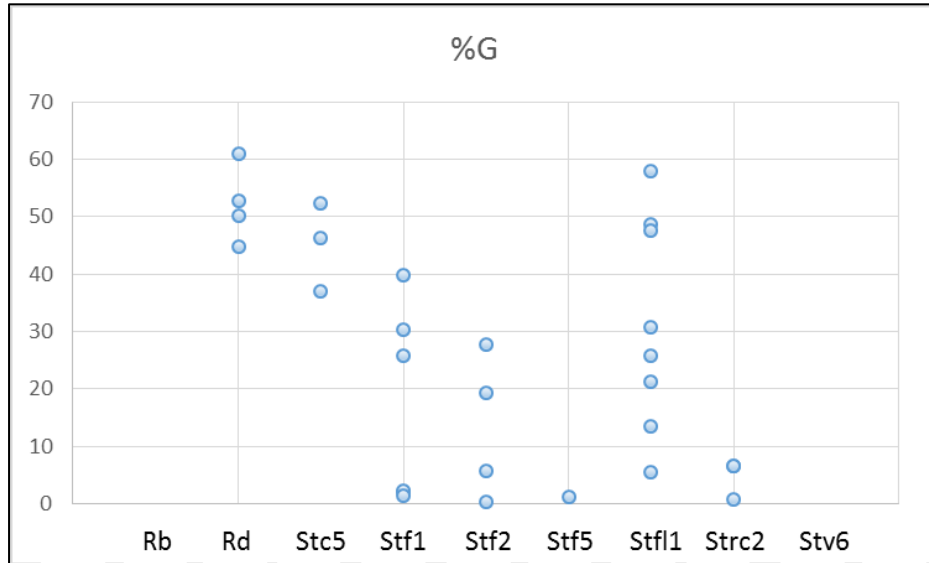
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.256. Variación del Porcentaje de Arenas (%S) según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.257. Variación del Porcentaje de Gravas (%G) según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**

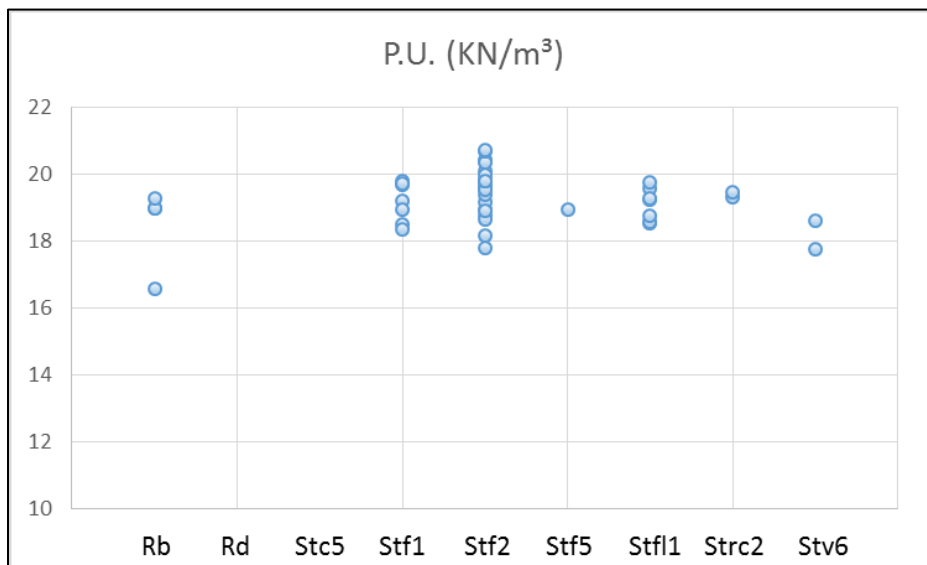


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Peso Unitario**

La **Figura 3.258** presenta los valores de los pesos unitarios para las diferentes unidades geológicas auscultadas. En términos generales, oscila entre 18 y 21 KN/m<sup>3</sup>, indicando densidades moderadas a altas. Se destaca los bajos valores de pesos unitarios para la roca blanda (Rb), debido a la alteración del material rocoso. Por otro lado, los mayores valores corresponden a la unidad de Stf2.

**Figura 3.258. Resultados del ensayo de Peso Unitario (P.U.) discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**

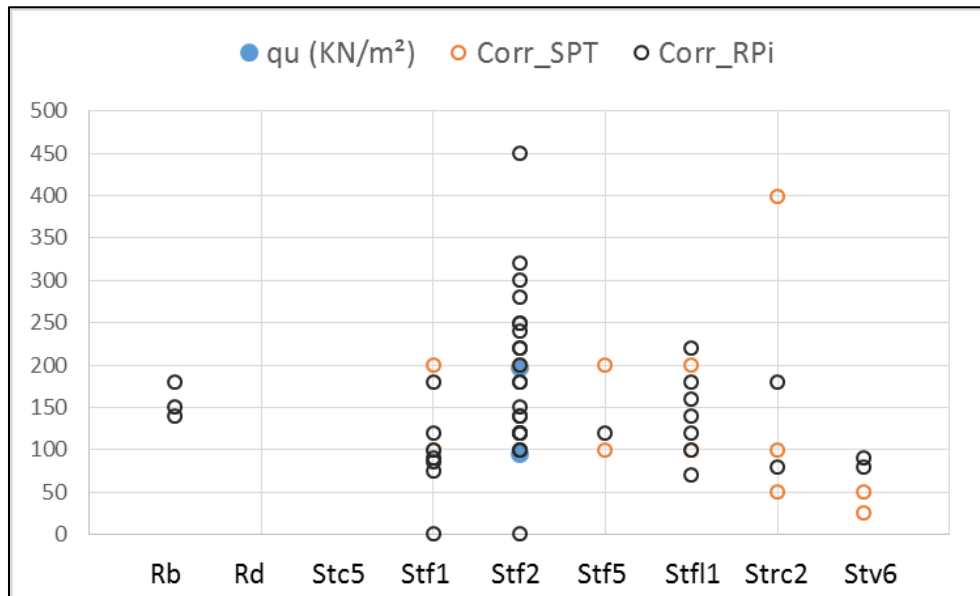


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Compresión Inconfinada

Estima la resistencia de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas, aplicando carga axial sin confinamiento lateral. Así, este ensayo permite obtener la resistencia a la compresión inconfinada ( $q_u$ ) y la resistencia al corte no drenado respectiva ( $C_u$ ). Cabe anotar que la presencia de partículas gruesas como el grado de alteración de las muestras obtenidas, limitaron la ejecución de este tipo de ensayo. Con el fin de complementar los datos de resistencia obtenidos, se utilizaron tanto correlaciones ampliamente conocidas a partir de los datos de N del ensayo de SPT, como los resultados del ensayo practicado con el penetrómetro de bolsillo (RPI). Así, se presenta en la **Figura 3.259** los valores de la resistencia ( $q_u$ ) lograda por estos tres métodos, observándose congruencia entre los mismos. Los resultados indican, por lo general, presencia de fracción fina de consistencia blanda a firme, excepto en unidades de suelo Stf2 que aumenta en algunos casos su consistencia hasta dura. Por el contrario, los depósitos finos más blandos identificados corresponden a la unidad Stv6.

**Figura 3.259. Variación de la Resistencia a la Compresión Inconfinada ( $q_u$ ) estimada mediante varios métodos: i) puntos azules-laboratorio, ii) círculos anaranjados-SPT, y iii) círculos negros-RPi, discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

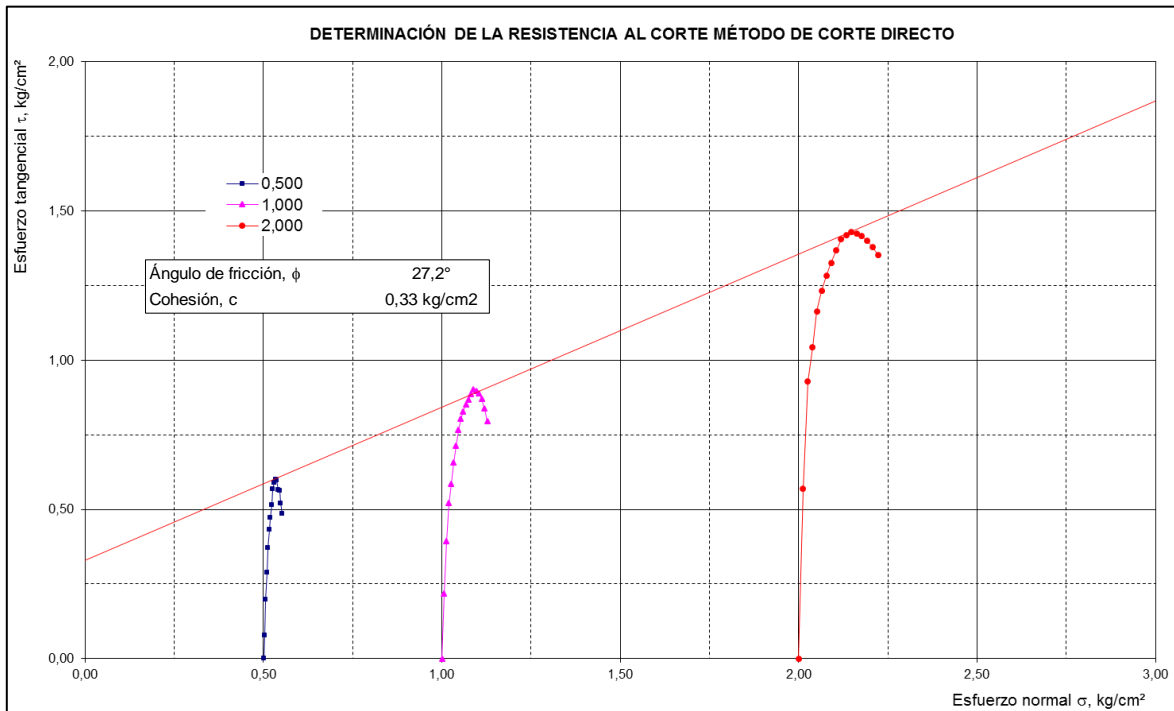
### Corte Directo

Con el ánimo de estimar los parámetros de resistencia al corte de los materiales, se realizaron ensayos de corte directo sobre muestras de suelo, recuperadas en los sondeos ejecutados. El ensayo se efectuó para condiciones pico, obteniendo una envolvente de resistencia efectiva del suelo representativa de sus condiciones naturales, con la cual se estimaron los parámetros de resistencia efectiva, cohesión y ángulo de fricción interna ( $c', \phi'$ ). Este ensayo se realiza para tres niveles de esfuerzos, cada uno a través de tres etapas: saturación, consolidación y falla. A manera de ejemplo, en la **Figura 3.260** se presentan los resultados de uno de los cortes realizados.



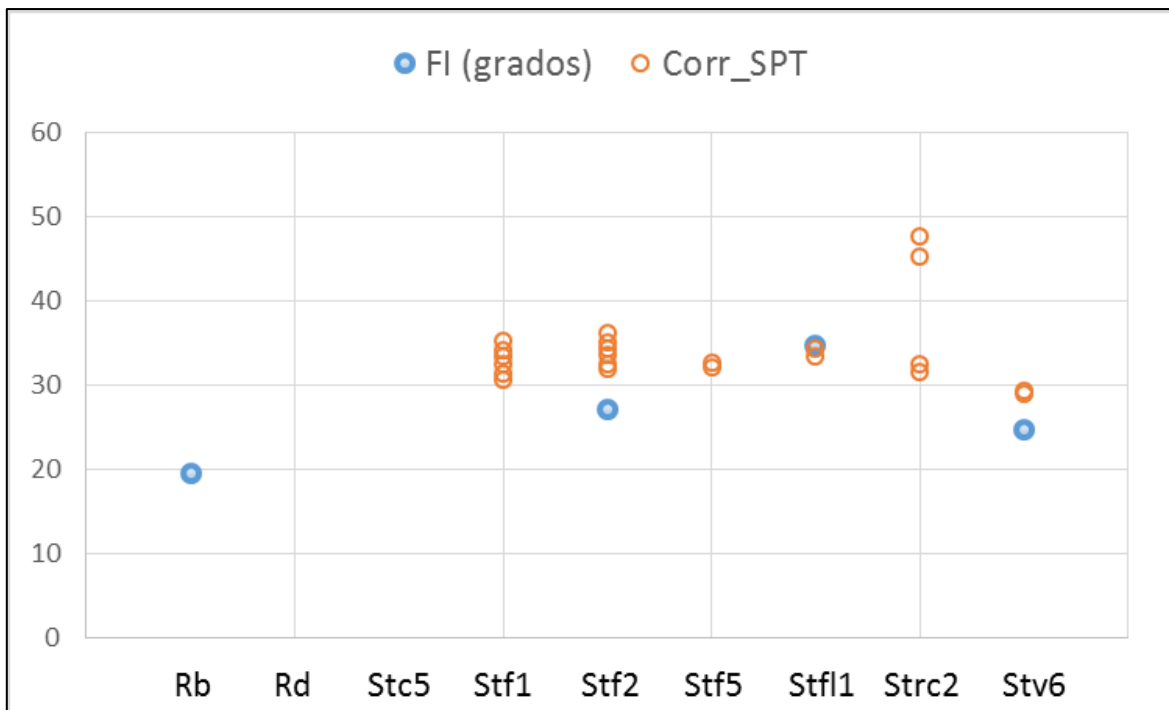
Similar al caso anterior, la presencia de partículas gruesas y el grado de alteración de las muestras obtenidas, limitaron la ejecución de este tipo de ensayo. Con el fin de complementar los datos obtenidos del ángulo de fricción interna (FI -  $\phi'$ ), se utilizaron correlaciones ampliamente conocidas a partir de los datos de N del ensayo de SPT (ver **Figura 3.261**). Se observa congruencia entre los mismos sobre el umbral inferior, en donde los resultados de laboratorio, además de proporcionar mayor confiabilidad son más conservadores. En ese orden de ideas, los ángulos fluctúan entre 20° y 35°.

**Figura 3.260. Envolvente de resistencia obtenida mediante ensayo de Corte Directo, UGS Stf2, R03-M5, Prof. 1.50-1.95 m, Municipio de Piojó, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.261. Variación del Angulo de Fricción Interna estimado mediante varios métodos: i) puntos azules-laboratorio, y ii) círculos anaranjados-SPT, discretizados según la UGS, Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.79** se reportan, a manera de resumen, los resultados obtenidos de la totalidad de los ensayos de laboratorio practicados, clasificados según la unidad geológica superficial.

La información soporte de los ensayos de laboratorio se encuentran en el **Anexo 3.2.11** y la síntesis de laboratorio se encuentra en el **Anexo 3.2.12**.

Tabla 3.79. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio, Cuenca Canal del Dique.

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R36	M1	Rb	Pgsc				9,7											
R36	M2	Rb	Pgsc				9,8											
R36	M3	Rb	Pgsc				13,1											
R36	M4	Rb	Pgsc				12,0											
R36	M5	Rb	Pgsc		43,6	56,4	10,8					18,95			150,00			
R45	M1	Rb	PgNga				8,1											
R45	M2	Rb	PgNga				15,3											
R45	M3	Rb	PgNga				10,8											
R45	M4	Rb	PgNga		28,5	71,5	16,2	37,8	21,4	16,4	CL	18,97			140,00			
R45	M5	Rb	PgNga				16,2					19,26			180,00			
R48	M1	Rb	PgNga				31,3											
R48	M2	Rb	PgNga				40,4											
R48	M3	Rb	PgNga				68,3											
R48	M4	Rb	PgNga		14,6	85,4	63,8	75,2	24,3	50,9	CH	16,58					33,00	19,60
R48	M5	Rb	PgNga				64,4											
R16	M1	Stc5	Qmp				5,2											
R16	M2	Stc5	Qmp				8,3											
R16	M3	Stc5	Qmp				8,1											
R16	M4	Stc5	Qmp	37,0	44,6	18,4	4,5											
R16	M5	Stc5	Qmp	46,2	32,5	21,3	2,7											
R16	M6	Stc5	Qmp	52,4	34,3	13,3	3,2											
R05	M1	Stf1	Qal				1,4											
R05	M2	Stf1	Qal				4,2											
R05	M3	Stf1	Qal				2,9											
R05	M4	Stf1	Qal		45,0	55,0	3,5											
R05	M5	Stf1	Qal				4,5											



IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R05	M6	Stf1	Qal		59,5	40,5	5,3											
R07	M1	Stf1	Qal				7,9											
R07	M2	Stf1	Qal				10,4											
R07	M3	Stf1	Qal				10,3											
R07	M4	Stf1	Qal		25,1	74,9	14,6											
R07	M5	Stf1	Qal	25,7	32,8	41,5	8,4											
R37	M1	Stf1	Qal				11,6											
R37	M2	Stf1	Qal				9,8											
R37	M3	Stf1	Qal				11,9											
R37	M4	Stf1	Qal				17,2											
R37	M5	Stf1	Qal				11,6					19,17			>500			
R37	M6	Stf1	Qal	30,4	43,1	26,5	11,5											
R38	M1	Stf1	Qal				9,7											
R38	M2	Stf1	Qal				15,1											
R38	M3	Stf1	Qal				15,4											
R38	M4	Stf1	Qal				16,0					19,76			180,00			
R38	M5	Stf1	Qal		62,9	37,1	5,0	27,5	21,2	3,6	SM							
R38	M6	Stf1	Qal				5,9											
R40	M1	Stf1	Qal				6,9											
R40	M2	Stf1	Qal				17,1											
R40	M3	Stf1	Qal	2,0	18,7	79,2	25,2					19,65						
R40	M4	Stf1	Qal		23,4	76,6	22,5	32,7	24,1	8,6	ML							
R40	M5	Stf1	Qal				19,0											
R41	M1	Stf1	Qal				19,8											
R41	M2	Stf1	Qal				19,8											
R41	M3	Stf1	Qal				20,0											
R41	M4	Stf1	Qal				22,5					18,49			100,00			

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R41	M5	Stf1	Qal		32,4	67,9	25,1	53,7	27,2	26,5	CH				90,00			
R42	M1	Stf1	Qal	39,7	49,3	11,0	4,1				SW-SM							
R42	M2	Stf1	Qal				13,7											
R42	M3	Stf1	Qal				13,3											
R42	M4	Stf1	Qal				21,5					18,34			85,00			
R42	M5	Stf1	Qal				31,9					18,94			75,00			
R42	M6	Stf1	Qal	2,3	42,8	54,8	37,9											
R42	M7	Stf1	Qal				35,0											
R43	M1	Stf1	Qal				13,2											
R43	M2	Stf1	Qal				17,4											
R43	M3	Stf1	Qal				15,0											
R43	M4	Stf1	Qal	1,3	51,2	47,5	16,3					19,69			120,00			
R43	M5	Stf1	Qal				8,0											
R01	M1	Stf2	Qlal				17,95											
R01	M2	Stf2	Qlal				7,22											
R01	M3	Stf2	Qlal				1,79											
R01	M4	Stf2	Qlal				7,07											
R01	M5	Stf2	Qlal	0,4	75,1	26,6	7,1											
R02	M1	Stf2	Qlal				15,0											
R02	M2	Stf2	Qlal				10,6											
R02	M3	Stf2	Qlal				11,7											
R02	M4	Stf2	Qlal				9,7											
R02	M5	Stf2	Qlal		54,9	45,1	10,8											
R02	M6	Stf2	Qlal		49,7	50,3	0,7											
R02	M7	Stf2	Qlal		41,5	58,5	4,9											
R03	M1	Stf2	Qlal				3,8											
R03	M2	Stf2	Qlal				5,3											

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R03	M3	Stf2	Qlal				7,6											
R03	M4	Stf2	Qlal				6,3											
R03	M5	Stf2	Qlal		43,9	56,1	3,4	39,3	20,4	18,8	CL	17,80					33,00	27,20
R03	M6	Stf2	Qlal		43,9	56,1	5,0											
R04	M1	Stf2	Qlal				2,1											
R04	M2	Stf2	Qlal		52,3	47,7	4,5											
R04	M3	Stf2	Qlal				7,8											
R04	M4	Stf2	Qlal		16,8	83,3	8,8											
R04	M5	Stf2	Qlal				7,0											
R06	M1	Stf2	Qlal				13,6											
R06	M2	Stf2	Qlal				15,8											
R06	M3	Stf2	Qlal				16,3											
R06	M4	Stf2	Qlal				16,8											
R06	M5	Stf2	Qlal		9,6	90,4	21,2	41,6	25,8	15,8	CL-ML	18,75			120,00			
R06	M6	Stf2	Qlal				20,2					18,93			220,00			
R08	M1	Stf2	Qlal		34,2	65,8	13,4											
R08	M2	Stf2	Qlal				15,6											
R08	M3	Stf2	Qlal				26,6											
R08	M4	Stf2	Qlal				32,7					18,65	94,89		100,00	57,00		
R08	M5	Stf2	Qlal				32,2					20,42			120,00			
R09	M1	Stf2	Qlal				19,1											
R09	M2	Stf2	Qlal		5,8	94,2	17,8											
R09	M3	Stf2	Qlal				17,9					19,15			180,00			
R09	M4	Stf2	Qlal				14,4					19,83			240,00			
R09	M5	Stf2	Qlal		4,8	95,2	11,9					19,58			>500			
R10	M1	Stf2	Qlal		9,6	90,4	23,6	47,2	27,0	20,2	CL							
R10	M2	Stf2	Qlal				17,4											



IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R10	M3	Stf2	Qlal				21,9											
R10	M4	Stf2	Qlal				18,4					19,57				280,00		
R10	M5	Stf2	Qlal				21,8					20,09				250,00		
R11	M1	Stf2	Qlal				2,6											
R11	M2	Stf2	Qlal				22,5											
R11	M3	Stf2	Qlal				6,5											
R11	M4	Stf2	Qlal				7,1											
R11	M5	Stf2	Qlal		46,4	53,7	5,8					18,16				450,00		
R12	M1	Stf2	Qlal				7,0											
R12	M2	Stf2	Qlal				3,4											
R12	M3	Stf2	Qlal				10,3											
R12	M4	Stf2	Qlal		39,8	60,2	12,9					19,76				120,00		
R12	M5	Stf2	Qlal				17,9					18,88				140,00		
R14	M1	Stf2	Qlal				21,3											
R14	M2	Stf2	Qlal				22,7											
R14	M3	Stf2	Qlal				27,8					19,60	197,68		200,00	125,00		
R14	M4	Stf2	Qlal		31,3	68,7	30,6	48,4	35,2	13,3	ML	19,36			220,00			
R17	M1	Stf2	Qlal	19,3	72,8	8,0	2,5											
R17	M2	Stf2	Qlal	5,7	35,2	59,2	1,8											
R17	M3	Stf2	Qlal				2,8											
R17	M4	Stf2	Qlal	27,7	65,4	6,9	2,9											
R17	M5	Stf2	Qlal				13,0											
R18	M1	Stf2	Qlal				6,4											
R18	M2	Stf2	Qlal				6,9											
R18	M3	Stf2	Qlal		50,2	49,8	9,2	32,8	20,3	12,5	SC	20,38			100,00			
R18	M4	Stf2	Qlal				9,0					19,52				120,00		
R18	M5	Stf2	Qlal				10,0					19,79				250,00		

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R19	M1	Stf2	Qlal				7,6											
R19	M2	Stf2	Qlal				9,5											
R19	M3	Stf2	Qlal				9,7											
R19	M4	Stf2	Qlal				13,8					19,96			140,00			
R19	M5	Stf2	Qlal				13,7					20,34			150,00			
R19	M6	Stf2	Qlal		16,2	83,8	10,5					20,67			180,00			
R20	M1	Stf2	Qlal				8,4											
R20	M2	Stf2	Qlal				7,3											
R20	M3	Stf2	Qlal				7,5											
R20	M4	Stf2	Qlal				10,8					19,77			320,00			
R20	M5	Stf2	Qlal		26,9	73,1	10,8					20,71			300,00			
R13	M1	Stf5	Qabt				11,5											
R13	M2	Stf5	Qabt				11,7											
R13	M3	Stf5	Qabt				15,2											
R13	M4	Stf5	Qabt	1,2	31,3	67,5	13,3	35,7	22,4	13,3	CL							
R13	M5	Stf5	Qabt				14,9					18,93			120,00			
R21	M1	Stfl1	Qfl				6,0											
R21	M2	Stfl1	Qfl	30,8	62,5	6,8	3,5											
R21	M3	Stfl1	Qfl	48,7	40,4	10,9	4,1											
R21	M4	Stfl1	Qfl	47,6	30,2	22,2	6,3											
R21	M5	Stfl1	Qfl				8,9											
R21	M6	Stfl1	Qfl				11,0					18,53			180,00			
R22	M1	Stfl1	Qfl				16,0											
R22	M2	Stfl1	Qfl				19,3											
R22	M3	Stfl1	Qfl		21,4	78,6	15,9					18,57			160,00			
R22	M4	Stfl1	Qfl		43,4	56,6	15,5					19,54			220,00			
R27	M1	Stfl1	Qfl				19,5											

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R27	M2	Stfl1	Qfl				24,4											
R27	M3	Stfl1	Qfl		31,8	68,2	29,2	45,8	23,1	22,7	CL							
R27	M4	Stfl1	Qfl		51,0	49,0	30,0											
R27	M5	Stfl1	Qfl				27,4											
R28	M1	Stfl1	Qfl		65,7	34,3	7,0											
R28	M2	Stfl1	Qfl		68,4	31,7	6,9											
R28	M3	Stfl1	Qfl		64,9	35,1	7,8											
R28	M4	Stfl1	Qfl		63,0	37,0	9,3											
R28	M5	Stfl1	Qfl		58,0	42,0	9,4					19,74				100,00		
R28	M6	Stfl1	Qfl				8,4											
R28	M7	Stfl1	Qfl				9,9											
R29	M1	Stfl1	Qfl				6,2											
R29	M2	Stfl1	Qfl				7,1											
R29	M3	Stfl1	Qfl				2,3											
R29	M4	Stfl1	Qfl				10,7											
R29	M5	Stfl1	Qfl				5,1											
R29	M6	Stfl1	Qfl				4,8											
R30	M1	Stfl1	Qfl		70,1	29,9	7,4											
R30	M2	Stfl1	Qfl				14,6											
R30	M3	Stfl1	Qfl				6,2											
R30	M4	Stfl1	Qfl	57,9	33,2	8,9	6,2											
R30	M5	Stfl1	Qfl		69,1	30,9	7,3											
R31	M1	Stfl1	Qfl				17,2						19,22				35,00	34,70
R31	M2	Stfl1	Qfl				17,3											
R31	M3	Stfl1	Qfl		32,2	67,8	12,6	34,3	19,6	14,7	CL							
R31	M4	Stfl1	Qfl				19,7						19,27			120,00		
R31	M5	Stfl1	Qfl				16,8											

IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R32	M1	Stfl1	Qfl				7,4											
R32	M2	Stfl1	Qfl				6,3											
R32	M3	Stfl1	Qfl				5,2											
R32	M4	Stfl1	Qfl	13,5	78,9	7,6					SW-SM							
R32	M5	Stfl1	Qfl				17,8											
R33	M1	Stfl1	Qfl				17,2											
R33	M2	Stfl1	Qfl				19,3											
R33	M3	Stfl1	Qfl				28,4											
R33	M4	Stfl1	Qfl				36,1											
R33	M5	Stfl1	Qfl				22,9								70,00			
R33	M6	Stfl1	Qfl	21,3	26,3	52,3	21,1	40,6	24,4	16,2	CL							
R34	M1	Stfl1	Qfl				10,8											
R34	M2	Stfl1	Qfl	25,7	41,2	33,1	9,9											
R34	M3	Stfl1	Qfl	5,4	57,1	37,5	9,3											
R34	M5	Stfl1	Qfl				8,5											
R35	M1	Stfl1	Qfl				9,0											
R35	M2	Stfl1	Qfl		59,4	40,7	8,3											
R35	M3	Stfl1	Qfl				8,1											
R35	M4	Stfl1	Qfl		44,1	55,9	10,3											
R35	M5	Stfl1	Qfl				10,6					18,75			140,00			
R39	M1	Strc2	Qco				8,7											
R39	M2	Strc2	Qco				11,3											
R39	M3	Strc2	Qco				12,4											
R39	M4	Strc2	Qco				12,7											
R39	M5	Strc2	Qco	6,7	51,3	42,0												
R39	M6	Strc2	Qco				12,2											
R46	M1	Strc2	Qco				9,2											



IDENTIFICADOR				PROPIEDADES INDICE Y CLASIFICACION									COMP. INCONFINADA		RPI	VELETA	CORTE DTO.	
SONDEO	MUESTRA	UGS	GEOL	%G	%S	%F	w(%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USCS	P.U. (KN/m³)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	C (KN/m²)	FI (grados)
R46	M2	Strc2	Qco				10,1											
R46	M3	Strc2	Qco	6,7	51,5	41,9	7,5											
R46	M4	Strc2	Qco		40,7	59,3	8,7											
R46	M5	Strc2	Qco				3,8											
R47	M1	Strc2	Qco				10,8											
R47	M2	Strc2	Qco				15,0											
R47	M3	Strc2	Qco				17,9											
R47	M4	Strc2	Qco				19,1											
R47	M5	Strc2	Qco	0,8	10,4	88,7	20,4					19,28			180,00			
R49	M1	Strc2	Qco				16,0											
R49	M2	Strc2	Qco		11,3	88,7	19,0											
R49	M3	Strc2	Qco				19,7					19,44						
R49	M4	Strc2	Qco		37,4	62,6	23,5	39,8	28,9	11,0	ML			80,00				
R49	M5	Strc2	Qco				19,1											
R15	M1	Stv6	Qvl				16,9											
R15	M2	Stv6	Qvl				21,2											
R15	M3	Stv6	Qvl				24,0					17,76			80,00		28,00	24,70
R15	M4	Stv6	Qvl		44,7	55,3	26,5	38,3	23,2	15,2	CL	18,59			90,00			
R15	M5	Stv6	Qvl				28,2											

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.4.9 Ensayo de Penetración Estándar - SPT

Como se mencionó anteriormente, durante la ejecución de la exploración se llevó a cabo el ensayo de campo SPT, con el fin de complementar y proporcionar parámetros de resistencia de los suelos. Los datos crudos capturados de N (número de golpes para penetrar 6") se presentan relacionados en cada uno de los perfiles estratigráficos realizados. Los equipos empleados en campo, corresponden a un muestreador manual (Split Spoon o cuchara partida) compuesto por una pesa y tubería de diámetro AW.

Tales valores fueron tabulados, corregidos y estandarizados por presión de confinamiento y energía transmitida, de tal forma que a partir de correlaciones empíricas ampliamente soportadas y reconocidas, fueron estimados parámetros de resistencia de los suelos como la resistencia a la compresión inconfina (qu), la resistencia al corte no drenada (Cu) y el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ).

Las correlaciones empleadas son, entre otras: Terzaghi y Peck, Stroud (1974), Skempton (1986), Peck, Hanson y Thornburn (1974), Wolff (1989) y Liao y Whitman (1986). En la **Tabla 3.80** se presenta el resumen de los parámetros estimados, para cada uno de los sitios explorados y discretizados según la unidad geológica superficial de los depósitos de suelo.

Tabla 3.80. Estimación de parámetros de resistencia a partir del ensayo SPT, Cuenca Canal del Dique.

Sitio	UGS	Prof.	Ncampo (golpes/pie)				N campo pond.	NF (m)	N ± σ	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	Prof. Prom (m)	Esf.v.efe. (KN/m²)	CN	Ncor	FI (grados)	CN	Ncor	FI (grados)
R16	Stc5	2,5	77	92			85		85		1,70	34,0	1,493	126,866	56,5	1,677	142,567	58,9	
R05	Stf1	2,5	15	17			16		Firme	70,4	1,62	29,1	1,549	24,787	34,2	1,813	29,007	35,3	
R07	Stf1	2,5	12	10			11		100-200	52,8				18,590	32,5		21,755	33,4	
R27	Stf1	2,5	6				6			35,2				12,393	30,7		14,504	31,3	
R28	Stf1	2,5	8	9	10		9												
R29	Stf1	2,5	4	10			8												
R30	Stf1	2,5	5	6	7		6												
R31	Stf1	2,5	10	11	11		11												
R32	Stf1	2,5	11	11			11												
R33	Stf1	2,5	5				5	0,9											
R34	Stf1	2,5	10	11	11		10												
R35	Stf1	2,5	9	12	12		11												
R37	Stf1	2,5	65	41			53												
R38	Stf1	2,5	14	30	27		22												
R40	Stf1	2,5	6	13	11		10												
R41	Stf1	2,5	6	5			6												
R42	Stf1	4,0	4	3	8		4	2,1											
R43	Stf1	2,5	10	17	17		15												
R01	Stf2	3,0	12	16	13		13		19	Firme	1,80	33,3	1,500	28,500	35,2	1,694	32,184	36,2	
R02	Stf2	3,0	21	23	23		22		15	100-200				22,500	33,6		25,408	34,4	
R03	Stf2	3,0	6	8	12	14	10		11					16,500	31,9		18,633	32,5	
R04	Stf2	2,5	8	9			9												
R06	Stf2	2,5	11	20			16												
R08	Stf2	2,5	7				7												
R09	Stf2	3,0	10	20	18		16												
R10	Stf2	2,5	19	17			18												
R11	Stf2	3,0	14	19	19		18												

Sitio	UGS	Prof.	Ncampo (golpes/pie)				N campo pond.	NF (m)	N ± σ	qu (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )	Prof. Prom (m)	Esf.v.efe. (KN/m <sup>2</sup> )	CN	Ncor	FI (grados)	CN	Ncor	FI (grados)
R12	Stf2	2,5	6	6			6												
R14	Stf2	2,5	7				7												
R17	Stf2	3,0	7	11	11	11	10												
R18	Stf2	2,5	9	19	19		14												
R19	Stf2	2,5	12	13	12		12												
R20	Stf2	2,5	21	23			22												
R13	Stf5	2,5	12				12	12	Firme	52,8	2,00	36,0	1,471	17,647	32,2	1,630	19,560	32,8	
R21	Stfl1	3,0	10	13	14		12	14	Firme	61,6	1,74	28,7	1,554	21,761	33,4	1,827	25,572	34,4	
R22	Stfl1	2,5	14	17			16		100-200										
R46	Strc2	2,5	47	62			50	45	Dura	198,0	1,55	30,2	1,536	69,111	45,3	1,779	80,051	47,7	
R39	Strc2	2,5	34	51	41		40		> 400										
R47	Strc2	2,5	7	15	14		12	10	Media	44,0	1,58	27,6	1,568	15,679	31,7	1,863	18,629	32,5	
R49	Strc2	2,5	6	8			7		50-100										
R15	Stv6	2,5	4	5			4	4	Blanda 25-50	17,6	1,70	25,5	1,594	6,375	29,0	1,937	7,747	29,4	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.10.4.10 Parámetros Geotécnicos

Considerando los resultados de laboratorio y las estimaciones a partir del ensayo SPT, se definieron las propiedades y los parámetros geomecánicos para cada una de las unidades geológicas superficiales identificadas en el área de estudio, dando como resultado la leyenda cuantitativa que se presenta en la **Tabla 3.81**.



Tabla 3.81. Parametrización y caracterización geotécnica de las Unidades Geológicas Superficiales, Cuenca Canal del Dique.

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE																			
LEYENDA CUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000																			
EDAD				TIPO	CARACT. GEOLOGICAS GENERALES	CARACT. GEOTECNICA DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)	w(%)	%G	%S	%Finos	P.U. (Kn/m <sup>3</sup> )	IP (%)	USCS	N campo	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Ø' (°)	qu (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )
Eón	Era	Período	Época																
Fanerozoico	Cenozoica	Reciente	Antrópico	Depósito Antrópico de Rellenos de Basuras: Estos materiales se caracterizan por ser acumulaciones no compactadas y de desechos domésticos, compuestos por sólidos orgánicos e inorgánicos.	Corresponden a rellenos heterogéneos de materiales orgánicos e inorgánicos, compactación baja, alta permeabilidad y con características deficientes de resistencia.	Strab													
				Cuaternario	Holoceno	Volcánico	Depósito Diapírico de Lodo: Conformados principalmente por lodo gris, inodoro, burbujeante con temperaturas actuales alrededor de 20°. Los edificios volcánicos alcanzan alturas de hasta 4 m.	Presenta una textura arcillo limosa, de partículas finas, la humedad natural es moderada a alta y la permeabilidad es baja, consistencia blanda a muy blanda y de plasticidad media a alta.	Stv6	15-30	0	~45	~55	17,7-18,6	~15	CL	~4	~28	~25
		Aluvial	Depósitos Torrenciales: Están asociados con geoformas de abanicos y se caracterizan por la presencia de bloques angulares y subangulares de hasta 80 cms de areniscas y cantos de conglomerados, arenisca calcárea, chert y calizas distribuidos en una matriz lodosa parda con			Presenta una compacidad media. A medida que el depósito se hace más distal predomina el contenido de matriz areno arcillosa, de consistencia media a firme, plasticidad moderada. Con la pica se remueven terrones que pueden ser	Stf5	10-15	<2	~30	~65	~19,0	~13	CL	~12		~32	100-200	~53

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE																				
LEYENDA CUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000																				
EDAD				TIPO	CARACT. GEOLOGICAS GENERALES	CARACT. GEOTECNICA DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)	w(%)	%G	%S	%Finos	P.U. (Kn/m <sup>3</sup> )	IP (%)	USCS	N campo	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Ø' (°)	qu (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )	
Eón	Era	Período	Época																	
					estratificación Gradda invertida en el sector de la zona apical; el tamaño de los bloques y cantos va disminuyendo hacia la parte distal en donde hay predominancia de lodos hasta llegar a presentarse como flujos hiperconcentrados dispuestos de forma caótica, pero gradación predominante invertida distribuidos en una matriz areno lodosa amarilla a parda.	desintegrados, seca a baja humedad y con grietas.														
				Eólico	Depósito Eólicos: la acción de los vientos litorales ha generado la acumulación de bancos de arenas de grano fino a medio.	Presenta una textura arenosa, con tamaños de granos de finos a medios, bien gradados, compacidad suelta, presentan alta porosidad y alta permeabilidad.	Ste2	<10	35-55	30-45	10-25									
				Aluvial	Depósito Aluvial: Constituidos por cantos de areniscas, calizas y chert, subredondeados e imbricados, embebidos en una matriz areno lodosa parda.	Presenta una matriz fina arenosa de consistencia media, de compacidad suelta a media, donde se puede excavar con pala, seco a humedad baja y presenta grietas.	Stf1	<40	25-40	20-65	25-80	18,3-19,7	4-27	SW-SM	8-16		30-35	75-200	35-70	

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE																			
LEYENDA CUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000																			
EDAD				TIPO	CARACT. GEOLOGICAS GENERALES	CARACT. GEOTECNICA DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)	w(%)	%G	%S	%Finos	P.U. (Kn/m <sup>3</sup> )	IP (%)	USCS	N campo	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Ø' (°)	qu (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )
Eón	Era	Período	Época																
				Aluvial	Depósitos de Llanura Aluvial: Conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas y granos subredondeados a redondeados.	Son de consistencia media a firme, sin embargo, en algunas zonas presenta una consistencia dura, presenta densidades moderadas a muy altas en donde se pueden escavar con pala o con pica, secos a moderadamente húmedos, de plasticidad media a alta.	Stf2	<35	<30	5-75	45-95	17,8-20,7	12-20	CL-ML-SC	11-19	~33	27-32	100-300	48-84
				Lacustre	Depósitos Fluviolacustres: Son las acumulaciones de materiales recientes tipo arcillas, limos grises a grises oscuros y arenas de grano muy fino con presencia de micas.	Presentan una consistencia media, densidad moderada a alta, se requiere pica para ser excavado, seco a humedad baja, y presenta grietas de desecación, de plasticidad media.	Stf1	<35	5-60	20-80	5-70	18,5-20,0	15-21	CL	~14	~35	~35	75-225	~62
				Coluvial	Depósito Coluvial: Compuestos principalmente por cantos y bloques de areniscas, con tamaños hasta de 80 cm, embebidos en una matriz areno limosa, mal a moderadamente sorteados.	Se caracteriza por su textura de cantos y bloques subangulares a angulares y esfericidad baja, humedad media, permeable, su compacidad es media a densa. Matriz fina arenosa de compacidad dura a muy dura.	Strc2	<25	<7	10-50	40-90	19,0-19,5	~10	ML	~10		30-35	50-200	~45

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE																				
LEYENDA CUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000																				
EDAD				TIPO	CARACT. GEOLOGICAS GENERALES	CARACT. GEOTECNICA DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)	w(%)	%G	%S	%Finos	P.U. (Kn/m³)	IP (%)	USCS	N campo	C' (KN/m²)	Ø' (°)	qu (KN/m²)	Cu (KN/m²)	
Eón	Era	Período	Época																	
				Costero	Depósitos de Playa: Son depósitos recientes, generados por la acción del mar, compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, están mal a moderadamente sorteadas, mal calibradas y con presencia de Bivalvos.	Se caracteriza por la textura arenosa, partículas predominantemente finas, subredondeadas a redondeadas y de esfericidad baja, la humedad natural varia de seco a moderadamente húmeda, de permeabilidad alta y de compacidad muy suelta.	Stc3	<10	35-55	30-45	10-25									
					Presenta una textura areno-lodosa, de granos subredondeados a redondeados, de baja esfericidad; la humedad natural es variable desde seco a altamente húmeda, de permeabilidad moderada y de compacidad suelta.	Stc1														
					Presenta una textura arena fina arcillo-limosa, con granos subredondeados a redondeados y de esfericidad baja, de humedad baja a seca,	Stc6														



UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)-SUELOS CUENCA CANAL DEL DIQUE																			
LEYENDA CUANTITATIVA A ESCALA 1:25.000																			
EDAD				TIPO	CARACT. GEOLOGICAS GENERALES	CARACT. GEOTECNICA DEL DEPOSITO	NOM-UGS (SGC)	w(%)	%G	%S	%Finos	P.U. (Kn/m <sup>3</sup> )	IP (%)	USCS	N campo	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Ø' (°)	qu (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )
Eón	Era	Período	Época																
					de permeabilidad moderada a alta, de compacidad suelta y presenta una plasticidad alta en la fracción arcillosa.														
					Presenta una textura arenosa, con tamaño de las partículas de finas a gruesas, clastos subredondeados a redondeados y de esfericidad baja, de humedad baja a seca, de permeabilidad alta y compacidad suelta.	Stc5	<10	35-55	30-45	10-25									
					Depósitos de Manglar: Corresponde a depósitos marinos y continentales, sedimentos arcillosos, lodosos, arenas muy finas grises oscuras, fragmentos de conchas y materia orgánica donde se desarrollan plantas halófilas.	Presenta una textura arcillo arenosa con una humedad natural alta, de permeabilidad baja, consistencia blanda y plasticidad alta, con presencia de materia orgánica.	Stclm												

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.2.11 Conclusiones y Recomendaciones

- La Cuenca Canal del Dique localizada en la costa de la región Caribe colombiana, en los departamentos del Atlántico, Bolívar y Sucre, presenta una forma de artesa alargada en dirección NE-SW con presencia de rocas sedimentarias formadas desde los periodos Cretácico al Neógeno, afectadas por fallas inversas con vergencia al oeste y estructuras anticlinales-sinclinales amplias y estrechas que hacen parte de los cinturones de San Jacinto y Sinú. Estas rocas evidencian procesos orogénicos compresivos y transpresivos típicos de ambientes geológicos de tectónica de placas en márgenes de bordes de apilamiento, relacionadas con la actividad geológica de la placa Caribe. Estas secuencias sedimentarias están cubiertas por depósitos coluviales, aluviales, lacustres, eólicos, costeros y de playa; actualmente están siendo afectadas por la acción de volcanismo de lodo producto de la acción dinámica de la corteza terrestre y la marcada acción del hombre con la generación de canteras que surten la demanda actual de materiales requeridos para el desarrollo de la infraestructura vial y urbanística de la región.
- El Análisis de densidad de fracturamiento, identifica que el 17,08% del área de la cuenca presenta una densidad alta, el 7,3% una densidad media y el 75,7% baja, que corresponde al área en donde no aflora las rocas. Estos resultados concuerdan con la mayor afectación tectónica que ha sufrido el cinturón de San Jacinto comparativamente con el cinturón del Sinú.
- Los Materiales Geológicos Superficiales-UGS identificados en la cuenca presentan una dureza alta en el 1,6%. ubicada en el cinturón de San Jacinto (Este de la cuenca) y en la parte septentrional del cinturón del Sinú (Oeste de la cuenca, sectores de Turbaco y Turbaná); el 5,5 % presenta rocas de dureza intermedia, el 43% roca blanda y el 49,9% está cubierta por depósitos cuaternarios.
- Los resultados obtenidos de las Unidades Geológicas y depósitos identificados en la cuenca Junto con la caracterización de los materiales geológicos superficiales evidencian que el 92,9% de la cuenca es frágil ante la eventualidad de los agentes meteóricos y la acción antrópica.
- Se recomienda diseñar un mecanismo de acercamiento con los propietarios de las canteras, para que permitan el acceso de los funcionarios del estado, para poder evaluar las condiciones litológicas y especialmente estructurales y su incidencia en las técnicas de exploración y en la generación de Movimientos en Masa y erosión. De tal forma que se diseñen medidas de contingencia y obras inmediatas para entrapamiento de sedimentos que actualmente están incidiendo en la colmatación de los drenajes que descargan en el Canal del Dique y en los embalses existentes en la cuenca.
- De acuerdo con los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio, las unidades geológicas superficiales de suelo, en general, presentan humedades bajas a medias, con valores menores al 40%, incluso algunos materiales en condiciones prácticamente secas. En cuanto a la fracción fina (limos y arcillas) presente en los depósitos de suelo, incluso en algunos sitios de roca blanda, exhibieron límites plásticos entre 20% y 35%, así como límites líquidos entre 25% y 55%, indicando una compresibilidad baja a intermedia y un grado de plasticidad que no excedió, en términos generales, del 30%. Lo anterior indica que se presenta una alta variabilidad

al respecto, desde suelos poco plásticos (Stf1) hasta altamente plásticos (Stf11), sin embargo, la mayoría de ellos se localiza en el rango de plasticidad moderada.

- Se pudo apreciar una gran variabilidad de la fracción fina (limos y arcillas), por lo general mayor al 12% y alcanzando valores hasta del 90%, indicando su fuerte incidencia en el comportamiento geotécnico de los materiales, como es el caso de las unidades Stf1 y Stf2, sin embargo, también es importante la presencia de partículas tamaño arena que de gravas, llegando a valores hasta del 80% y 50% respectivamente.
- La presencia de partículas gruesas limitó la ejecución de ensayos de resistencia, por lo cual se complementaron a través de correlaciones ampliamente conocidas a partir de los datos de N del ensayo de SPT. Los resultados indican, por lo general, presencia de fracción fina de consistencia blanda a firme y ángulos de fricción que fluctúan entre 20° y 35°. La comparación de los métodos de campo y de laboratorio mostró una buena congruencia entre los mismos.
- Teniendo presente los antecedentes sobre el potencial expansivo de los depósitos de material fino que se localizan en la región, es importante realizar estudios geológicos y geotécnicos especializados para su identificación y caracterización. Es prudente resaltar que un potencial no crítico de expansión puede multiplicarse y llegar a ser nocivo en el momento de cambios bruscos de humedad en el suelo (épocas lluviosas-secas), en donde el suelo puede verse solicitado a hinchamientos y contracciones (comportamiento contracto-expansivo) que podrían afectar las viviendas e infraestructura en general.
- Los perfiles definidos en el presente estudio para la caracterización cuantitativa de las UGS, se definieron con base en la observación e información primaria capturada directamente en campo, a través de labores de exploración del subsuelo (superficial) y ejecución de ensayos de campo y de laboratorio, definiendo características promedios en cuanto a tamaño de grano, plasticidad, densidad y resistencia, así como su disposición en el perfil estratigráfico.
- Se recomienda la realización de estudios geotécnicos y de suelos detallados en las zonas de riesgos altos y medio establecidos como de riesgo mitigable, prioritariamente a nivel urbano, siguiendo lo establecido en el Reglamento NSR-10. Por lo anterior, se deberá desarrollar su caracterización cuantitativa de las unidades geológicas superficiales presentes, utilizando de referencia la información geotécnica generada para el presente estudio, sin que la misma reemplace la nueva exploración y ensayos complementarios que se necesiten.

### 3.3 HIDROGEOLOGÍA

La ecorregión Canal del Dique comprende un ecosistema localizado alrededor del Canal del Dique, el cual se conformó desde el año 1650, cuando el Estado tomó la decisión de interconectar las ciénagas con el fin de comunicar la ciudad de Cartagena con el Río Magdalena. Los factores antrópicos más significativos en la conformación de la zona inundable han sido realizados para mejorar la navegación hacia el interior del país.

El Canal del Dique, está localizado en el tramo inferior del denominado Bajo Magdalena. En su recorrido cruza el Departamento de Bolívar y sirve de límite natural entre los Departamentos de Bolívar y Atlántico, y Bolívar y Sucre. Este canal se bifurca del Río Magdalena en la población de Calamar (Bolívar), 110 Km aguas arriba de la desembocadura del Río sobre el Mar Caribe en Bocas de Ceniza. Tiene una longitud de 115 Km, aproximadamente, entre Calamar y su desembocadura en la Bahía de Cartagena. Este canal presenta desembocaduras hacia mar abierto y hacia la Bahía de Barbaçoas, por medio de los caños Correa, Matunilla y Lequerica.

Sobre ambas márgenes del Canal del Dique encuentran una serie de ciénagas, que conforman el complejo cenagoso adscrito al Canal. Los cuerpos de agua más importantes, que conforman este complejo, son el embalse del Guájaro y las ciénagas de Jobo, Capote, Tupe, Zarzal, La Luisa, Matuya, Aguas Claras, María La Baja, Juan Gómez (fuente de agua para el acueducto de Cartagena), Palotal y La Honda.

Desde el año 1650 se ha venido conformando el Canal del Dique y desde entonces ha representado un componente importante dentro del sistema de transporte fluvial, especialmente el de carga.

En la actualidad, los cuerpos de agua superficiales han disminuido y se han secado, problema que tiene incidencia directa en toda la población que vive en esta región; lo anterior ha dado paso, a la consecución de aguas subterráneas, como una actividad primordial de la región de la Cuenca Canal del Dique. Por esta circunstancia, el concepto de Agua Subterránea es de vital importancia dentro del POMCA de esta cuenca.

De acuerdo con la Guía Técnica para la formulación de POMCAS, el análisis situacional inicial consiste en la elaboración de una visión pre diagnóstica de la Cuenca construida a partir de la información secundaria revisada y analizada por el equipo técnico y de la visión sobre problemas, fortalezas y potencialidades de la Cuenca y su ubicación aproximada, obtenida del acercamiento con los actores y espacios de participación definidos para esta fase.

Con esta premisa, el modelo hidrogeológico de la Cuenca Canal del Dique se analizará con base en la información de hidrología de carácter primario y secundario, como la ya planteada en el POMCA del Canal del Dique realizado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CRA, CORMAGADALENA, CARDIQUE y CARSUCRE) y Parques Nacionales Naturales en el año 2007, en especial el componente hidrogeológico de este documento; además de lo planteado en los tratados sobre temas relacionados con la Transmisividad y Conductividad Hidráulica en los libros de Fetter (1994) y el de Kresic (1997).

El producto final del Mapa Hidrogeológico a escala 1:25.000 y del Mapa de zonas de recarga a escala 1:25.000, tienen como objetivos: la hidrogeología para fines de ordenación



de cuencas hidrográficas; así como, definir las zonas de importancia hidrogeológicas. Obtener estos productos finales, requirió la revisión de la cartografía geológica de 34 planchas a escala 1:25.000 (UGS 23-IV-B, 23-IV-D, 24-III-A, 24-III-C, 30-I-B, 30-I-D, 30-II-A, 30-II-B, 30-II-C, 30-II-D, 30-III-B, 30-III-D, 30-IV-A, 30-IV-B, 30-IV-C, 30-IV-D, 31-I-A, 31-I-B, 31-I-C, 31-I-D, 31-III-A, 31-III-B, 31-III-C, 37-I-B, 37-I-D, 37-II-A, 37-II-B, 37-II-C, 37-II-D, 37-IV-A, 37-IV-B, 37-IV-D, 38-I-A, 38-I-C) correspondiente al 80% del área de la Cuenca Canal del Dique; para el 20% del área restante se dispone de cartografía geológica a escala 1:100.000 la cual se convierte en referencia para la generación de geología básica a escala 1:25.000 y a su vez para la elaboración de los mapas de Unidades Geológicas Superficiales, en especial, el componente estructural el cual permite definir las zonas de recarga y la dirección en que los flujos hídricos recargue los principales depósitos de aguas subterráneas que se almacena en las zonas con las características estructurales adecuadas.

Es importante mencionar que como área nueva para el Ajuste del POMCA 2007 se adicionó la isla de Barú y los municipios Baranoa, Calendaría y Santa Catalina.

### 3.3.1 Alcances y Limitaciones

Para el cumplimiento del objeto de este estudio, se realizará un análisis de la información geológica y geomorfológica básica desde un marco regional y a su vez un análisis de balance hídrico para obtener una caracterización hidrogeológica de la Cuenca Canal del Dique, tomando como base la información disponible en instituciones del nivel nacional, regional o local, como el Servicio Geológico Colombiano - SGC, IDEAM, Autoridades Ambientales, Universidades u otras instituciones que hayan desarrollado estudios sobre la temática y la información que se pueda recopilar durante las investigaciones de campo que se planteen.

El alcance de este estudio es obtener una cartografía 1:25.000 para la geología e hidrogeología dentro de la Cuenca Canal del Dique, genera un detalle adecuado para establecer Acuíferos, Acuicludos, Acuitardos y Acuafugas con características litológicas y de abastecimiento de aguas subterráneas, mayor a lo ya expresado en el POMCAS del Canal del Dique y de las subcuencas disponibles.

Como producto principal se presentará el mapa hidrogeológico a escala 1:25.000, basados en las planchas geológicas publicadas por el SGC (a escala 1:100.000) Identificando y caracterizando los diferentes tipos de acuíferos dentro de la Cuenca Canal del Dique y su área de influencia, para fines de ordenación de cuencas hidrográficas.

Adicional se desarrollará el mapa de recarga de los acuíferos y acuitardos definidos dentro del mapa geológico a escala 1:25000, que incluye: zonas de recarga, tránsito, sistemas lenticos y loticos asociados al recurso hídrico subterráneo, perímetro de pozos de abastecimiento humano y de zonas de mayor vulnerabilidad a la contaminación.

Mucha de las características hidráulicas producto en este estudio dependerán en gran parte de la existencia y disponibilidad de la información primaria y secundaria en especial de las pruebas de bombeo que permiten estimar los parámetros hidráulicos de los sistemas acuíferos que se identifiquen (transmisividad, coeficiente de almacenamiento o capacidad específica, según datos disponibles).

Estos datos, entre otras características principales, se pueden encontrar en el inventario de pozos, aljibes y manantiales de la Cuenca Canal del Dique, que maneja las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen jurisdicción en el área.

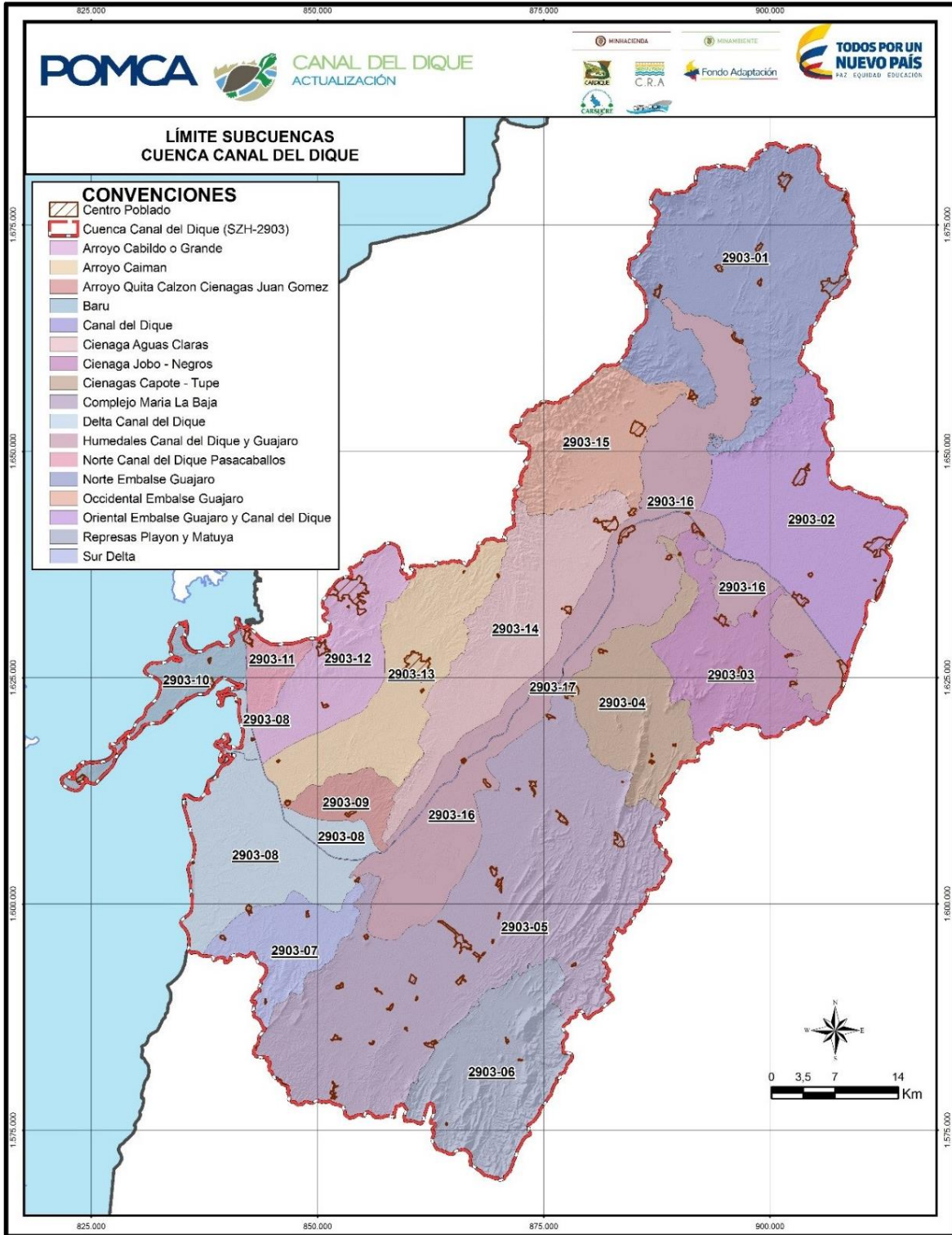
### 3.3.2 Metodología

Dentro del proceso de analizar la hidrogeología en la Cuenca Canal del Dique se requiere inicialmente plantear una adecuada cartografía geológica; de tal forma que se identifiquen las características litoestratigráficas de las diferentes formaciones y/o depósitos y permita detallar las características hidrogeológicas de esta cuenca.

A continuación, se describen los pasos que permiten realizar el análisis anteriormente mencionado:

1. Se traspasa la cartografía geológica y fisiográficas a escala 1:100.000 en las planchas satelitales a escala 1:25.000.
2. Identificar el sistema hídrico del Canal del Dique, el cual comprende una serie de subsistemas relacionados y que cumplen una función hidráulica específica formando un sistema auto-sostenible de pantanos que se comporta como una rama natural del Río Magdalena. De acuerdo con el POMCA del Canal del Dique (2007), a continuación, se describen cada uno de estos subsistemas:
  - a. El primer subsistema es el del propio Canal del Dique siendo su principal abastecedor el Río Magdalena mediante una derivación en la población de Calamar (Bolívar) y, por lo tanto, las variaciones espacio temporales siguen el comportamiento del régimen hidrológico del río Magdalena.
  - b. El segundo subsistema es el aporte hídrico de las subcuencas que conforman la cuenca general del Canal del Dique; entre los arroyos más importantes que drenan al canal desde los Montes de María están el Toro, Corrales, Grande de Mahates, La Puente, San Juan, Songo y Lata, y desde la serranía de Turbaco descargan en el canal arroyos como Caimán, Grande, Quilembe, el Pita, Quitacalzón, Caribaní, Aguas Vivas y Cabildo. (Ver **Figura 3.262** y **Tabla 3.82**).

**Figura 3.262. Principales subcuencas hidrográficas de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.82. Subcuencas Canal del Dique.**

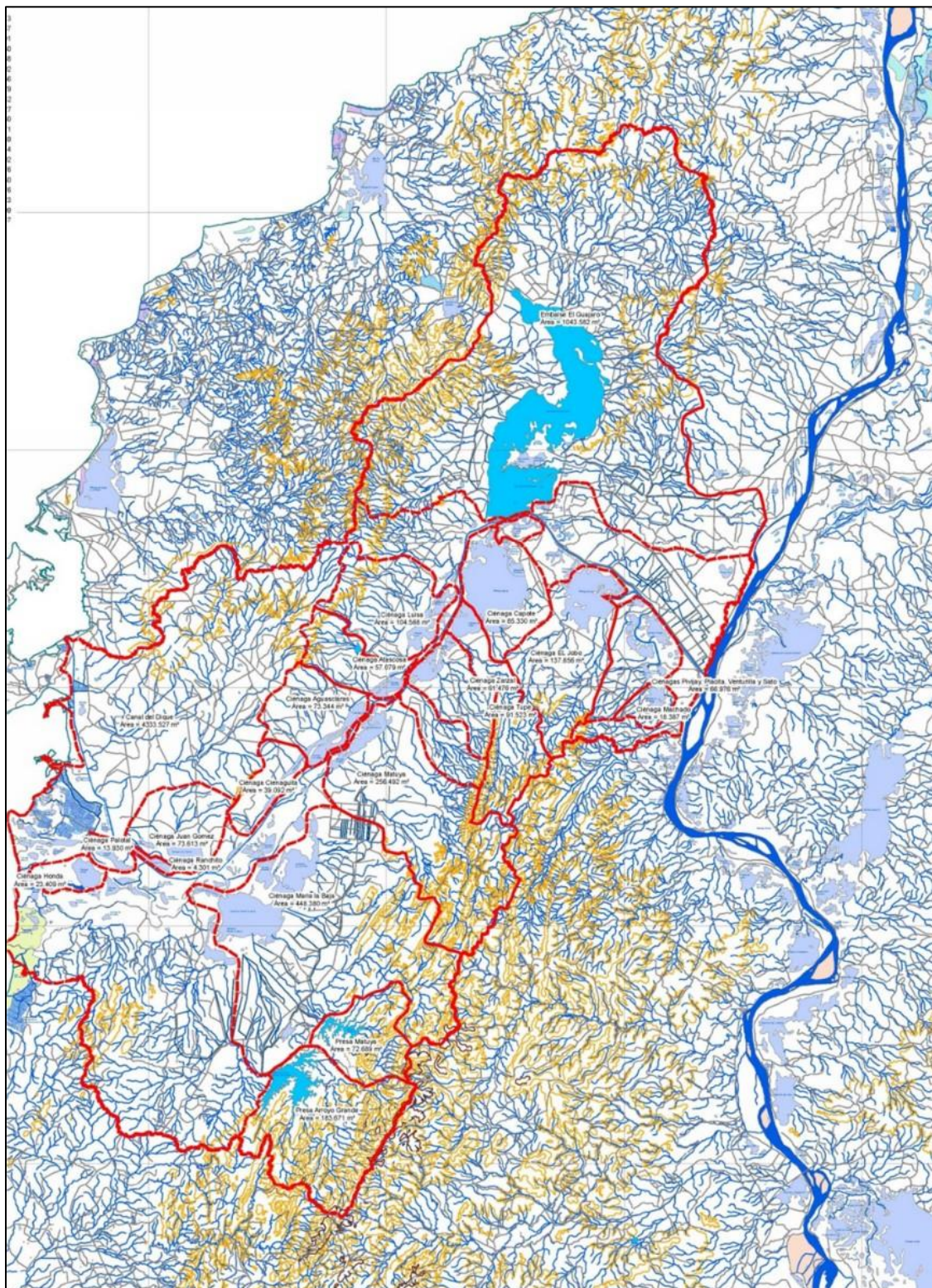
COD	UNIDAD O SUBCUENCA	ARE(HA)	%
2903-01	Norte Embalse Guájaro.	49.801	11,3%
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique.	33.558	7,6%
2903-03	Ciénaga Jobo – Negros.	19.874	4,5%
2903-04	Ciénagas Capote – Tupe.	19.403	4,4%
2903-05	Complejo María La Baja.	86.436	19,6%
2903-06	Represas Playón y Matuya.	25.538	5,8%
2903-07	Sur Delta.	11.562	2,6%
2903-08	Delta Canal del Dique.	26.443	6,0%
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez.	5.553	1,3%
2903-10	Barú.	7.301	1,7%
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos.	4.105	0,9%
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande.	17.456	4,0%
2903-13	Arroyo Caimán.	25.085	5,7%
2903-14	Ciénaga Aguas Claras.	29.123	6,6%
2903-15	Occidental Embalse Guájaro.	19.261	4,4%
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro.	59.199	13,4%
2903-17	Canal del Dique.	1.313	0,3%
<b>TOTAL</b>		<b>441.012</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- c. El tercer subsistema está conformado por la red de ciénagas, bajos y playones que reciben los aportes de la mayoría de los arroyos del segundo subsistema, e interactúan con el Canal del Dique descargándole los excedentes de los arroyos de la cuenca o recibiendo aportes del canal durante las épocas de crecidas. De acuerdo con el Informe Estudio Hidrológico del Canal del Dique 2015, elaborado por el Consorcio Dique, la Cuenca Canal del Dique se subdivide en dieciséis (16) hoyas hidrográficas distribuidas en doce (12) ciénagas representativas, tres (3) embalses y el mismo canal dentro la hoya hidrográfica del Canal del Dique (Ver **Figura 3.263** y **Tabla 3.83**), las cuales tiene una influencia directa en 28 municipios distribuidos en tres departamentos, Atlántico, Bolívar y Sucre.



**Figura 3.263. Principales hoyas hidrográficas de las Ciénagas de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Informe Estudio Hidrológico. Proyecto de Restauración Canal del Dique.



**Tabla 3.83. Distribución de las 16 hoyas hidrográficas de los diferentes Cuerpos de Agua que conforman la Cuenca Canal del Dique.**

ID	CUERPO DE AGUA	AREA (KM <sup>2</sup> )
1	Ciénaga de Jobo.	137.66
2	Embalse Guájaro.	1043.58
3	Ciénaga Larga.	9.74
4	Ciénaga Capote.	238.30
5	Ciénaga Luisa.	104.57
6	Ciénaga Atascosa.	57.08
7	Ciénaga Aguas Claras.	73.34
8	Ciénaga Cienaguita.	39.09
9	Ciénaga Matuya.	256.49
10	Ciénaga María La Baja.	448.38
11	Ciénaga Juan Gómez.	73.61
12	Ciénaga Ranchito.	4.30
13	Ciénaga Palotal.	13.93
14	Represa Matuya.	72.69
15	Represa Arroyo Grande.	183.67
16	Canal del Dique.	4333.54

Fuente: Informe Estudio Hidrológico. Proyecto de Restauración Canal del Dique.

- d. El cuarto subsistema comprende toda la zona deltáica desde el control geológico ya mencionado, sobre el kilómetro 80 del canal, donde se abre en varios brazos o caños, naturales y artificiales que descargan directamente sobre el mar Caribe o sobre las bahías de Barbacoas y de Cartagena. Se destacan los caños Corres, Matunilla y Lequerica y las ciénagas de Juan Gómez, Ranchito, Benítez, Honda, Palotal, Descocotado y de Pablo. Sobre las aguas de las últimas mencionadas se alcanza a sentir ya la influencia marina.
  - e. Como quinto subsistema: el sistema insular frente a la línea de costa de la cuenca hidrográfica, que quedó integrado al área de estudio. Este subsistema lo conforman la isla de Barú, el Archipiélago Corales del Rosario y la Isla de TierraBomba. La red de drenaje está conformada por pequeñas corrientes de cauces intermitentes que sólo llevan agua en eventos lluviosos. En las islas de Barú y TierraBomba pequeñas bahías cerradas y lagunas costeras reciben parte de estas descargas.
3. La identificación y caracterización de los diferentes acuíferos, acuitardos y acuicierres (zonas impermeables).
  4. Luego de generado el mapa geológico definitivo posterior al trabajo de campo de la Cuenca Canal del Dique, se ajusta el mapa hidrogeológico y el mapa de recarga hidrogeológica a escala 1:25.000; con los cuales se realizarán las siguientes actividades:
    - o Evaluar los usos actuales y potenciales del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca Canal del Dique.

- Analizar la oferta hídrica y los parámetros hidráulicos de los acuíferos y acuitardos identificados en la Cuenca Canal del Dique.
  - Conocer la calidad de las aguas subterráneas en la Cuenca Canal del Dique, siempre y cuando se tenga información publicada; dado que, el componente de hidrogeología no tendrá fase de campo.
  - Evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos y acuitardos por contaminación.
  - Identificar la espacialización de las zonas objeto de protección que incluye: zonas de recarga, sistemas lenticos y loticos, perímetro de protección en caso de abastecimiento humano y zonas de mayor vulnerabilidad a la contaminación.
  - Analizar los criterios de priorización de acuíferos objeto de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos - PMAA.
5. Identificar las necesidades de información y conocimiento, fundamentalmente lo relacionado con el inventario de pozos, aljibes y manantiales. De esta forma se realizará la actualización del Inventario de puntos de captación de agua subterránea (aljibes o cisternas, manantiales, pozos de bombeo, piezómetros), georreferenciados con GPS para su localización en planos y captura de información básica (profundidad, nivel, caudal, parámetros in-situ, etc.), para generar una base de datos que contenga la mayor información posible.

### 3.3.3 Aspectos Hidrogeológicos Generales de la Cuenca Canal del Dique

La capacidad de almacenamiento de agua en el subsuelo se determina por la interrelación de una serie de características de los materiales naturales, su geometría o disposición estructural y los procesos de tipo endógenos que ocurren en la zona de interés y de influencia a la cuenca hidrográfica.

El ambiente hidrogeológico del área estudiada es el de varias cuencas artesianas cubiertas localmente por algunos Depósitos Fluviales, Aluviales y Coluviones y Depósitos Terciarios con potencial acuífero moderado a bajo.

Los acuíferos de la Cuenca Canal del Dique están asociados generalmente a intercalaciones de arenas, arcillas y gravas en el caso de depósitos Cuaternarios o areniscas, arcillolitas y conglomerados para las formaciones Terciarias, con espesores variables, las cuales en algunos casos se presentan como una sola capa geoelectrica con una resistividad promedio, dificultando las correlaciones geológicas de las diferentes formaciones.

El flujo de agua subterránea está determinado por la diferencia de altura, bien marcada, en sentido Sur a Norte, desde la parte alta de las serranías y región montañosa, en una zona en la que se presentan la mayor cantidad de precipitaciones y sirve como zona principal de recarga con una dirección de flujo hacia la parte occidental de la cuenca.

Dado que la corriente eléctrica se conduce a través de los iones presentes en los fluidos contenidos en los depósitos sedimentarios, se puede inferir la presencia de éstos en el agua subterránea, a partir de las mediciones de resistividad eléctrica reportados en la literatura. Adicionalmente, con estos datos se pueden hacer estimaciones acerca de la posible litología asociada a la resistividad  $\rho_f$  obtenida con SEV, mediante el Factor de Formación:

$$F = pf / pw$$

El Factor de Formación F se asocia a la litología mediante la **Tabla 3.84**.

**Tabla 3.84. Correlación entre el factor F y la litología.**

F	LITOLOGÍA	F	LITOLOGÍA
1	Arcillas.	6	Gravas medianas.
2	Limos.	7	Gravas gruesas.
3	Arenas finas a medias.	8	Gravas muy gruesas o rocas friables.
4	Arenas gruesas.	9	Rocas poco consolidadas.
5	Gravas finas.	10 o más	Rocas.

Fuente: TNT Holanda 1983.

En la **Tabla 3.85** se muestra la clasificación del agua en términos de resistividad y de acuerdo a una clasificación de la TNO de Holanda.

**Tabla 3.85. Clasificación del agua de acuerdo con la Resistividad y Conductividad Eléctrica.**

TIPO DE AGUA	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (Ohm-m)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/cm)
Dulce	Más de 10	Menos de 1000
Poco Dulce	8 – 10	1000 – 1250
Salobre	2 – 8	1250 – 5000
Salada	Menos de 2	Más de 5000

Fuente: TNT Holanda 1983.

Los valores de resistividad registrados en el área para las rocas Cuaternarias, Terciarias y Cretácicas, con acuíferos potenciales, varían por lo general de 10 a 150 Ohm-m, correlacionables con arenas arcillosas, arenas, areniscas, calizas, conglomerados y gravas saturadas con agua de diferente calidad.

Las profundidades que se presentan para las diferentes capas geoelectricas potencialmente acuíferas varían desde los 50 hasta los 400 m.

Cada acuífero debido a su composición litológica, presenta un modelo geofísico particular, gracias a los contrastes, en la mayoría de los casos, de las resistividades eléctricas de las diferentes formaciones y depósitos no consolidados (ver **Tabla 3.86**).

**Tabla 3.86. Rangos de resistividad para correlaciones litológicas e hidrogeológicas.**

UNIDAD GEOLOGICA	RESISTIVIDAD (Ohm-m)	LITOLOGIA PRINCIPAL	CARACTERÍSTICA HIDROGEOLOGICA CUALITATIVA
Depósitos Cuaternarios, Rocas Terciarias	2 – 5	Arcillas o arcillolitas.	Poco Permeable
	5 – 10	Limos, arcillas arenosas o arcillolitas arenosas.	Poco Permeable
	10 – 20	Arenas, areniscas o calizas saturadas con agua poco dulce.	Permeable



UNIDAD GEOLOGICA	RESISTIVIDAD (Ohm-m)	LITOLOGIA PRINCIPAL	CARACTERÍSTICA HIDROGEOLOGICA CUALITATIVA
	20 – 40	Arenas, areniscas o calizas saturadas con agua poco dulce.	Permeable
	40 – 100	Gravas o calizas saturadas con agua dulce.	Permeable
	>100	Arenas, areniscas, gravas, conglomerados o calizas.	No saturadas o secas

Fuente: INGEOMINAS 2003.

Son comunes los valores de resistividad para aguas que se consideran dulces entre 12 Ohm-m y 30 Ohm-m, para aguas que se consideran salobres, entre 3 Ohm-m y 10 Ohm-m, valores menores de 3 Ohm-m se consideran agua salada.

A continuación, se presentan las características de los materiales, y las medidas o parámetros que se han obtenido para estimar el volumen de agua subterránea en la cuenca.








### 3.3.3.1 Topografía y Pendientes

La pendiente de un terreno se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo con su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno.

Como elemento base para el análisis del medio físico, se determinaron los siguientes rangos homogéneos de pendientes, que son los adoptados por la FAO y para el caso colombiano por el IGAC, igualmente son los rangos establecidos en los estudios de suelos y los utilizados en el desarrollo del presente trabajo.

De los resultados, se deriva que el relieve en más de la mitad de la cuenca es plano y con suaves ondulaciones (ver **Tabla 3.87**) que se van haciendo más pronunciadas a medida que se llega a las divisorias de aguas localizadas en los límites geográficos de la cuenca.

**Tabla 3.87. Rangos y descripción de pendientes.**

PENDIENTE	RANGO %	FRACCION DE AREA (%)	COLOR
Ligeramente plana	0° - 1,718°	77	
Ligeramente Inclinada	1,718° - 4,004°	7	
Moderadamente Inclinada	4,004° - 6,843°	4	
Fuertemente Inclinada	6,843° - 14,036°	5	
Ligeramente Escarpada o empinada	14,036° - 26,565°	5	
Moderadamente Escarpada o empinada	26,565° - 36,870°	2	
Fuertemente Escarpada o empinada	36,870° - 45°	0	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

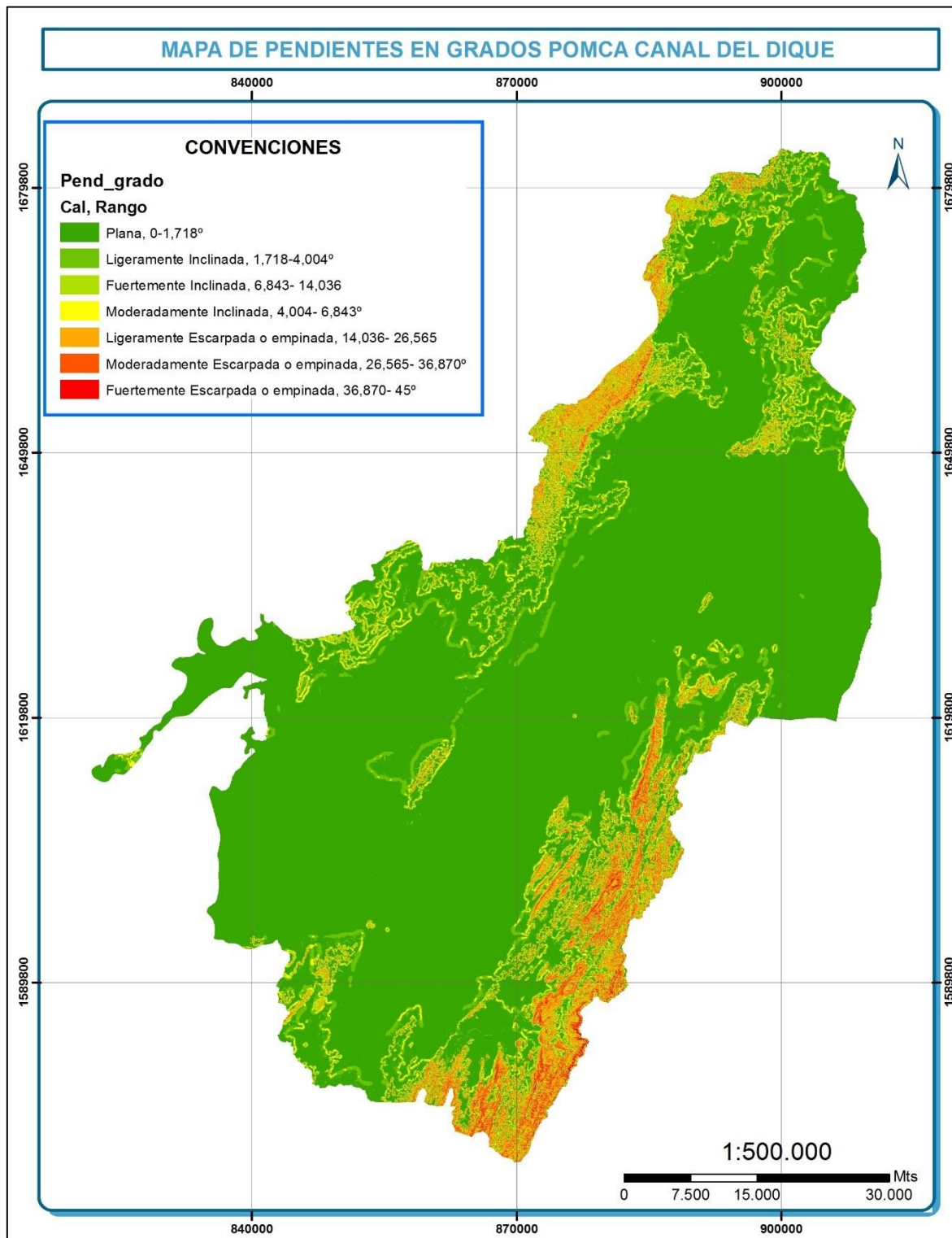
Con base en los resultados obtenidos y analizados se generó, gracias a las herramientas SIG, el mapa de pendientes (ver **Figura 3.264**), del cual se establece que la mayor

frecuencia de pendientes se encuentra en el rango de 0° a 1.718° describiendo zonas planas y levemente inclinadas, predominantemente en la parte media de la Cuenca, este rango ocupa el 77% del área de la Cuenca; las restantes pendientes correspondientes a pendientes ligeramente inclinada hasta escarpadas, ocupan el 23% del área.

Geográficamente la cuenca está constituida por una zona baja y plana adyacente al curso de la canal, demarcada por la cota 10 m y con anchuras entre 3 y 25 km. Por encima de esta cota, el terreno se vuelve ondulado y asciende a las serranías, cuya mayor altura está en el cerro Guayabal (566 mns) a unos 10 km al oriente de Malagana, municipio de Mahates, en el Departamento de Bolívar.

Morfológicamente esta región se caracteriza por presentar grandes planicies fluviales y lacustres en las que sobresalen al oeste cadenas de montañas y colinas de dichas serranías. Teniendo en cuenta los materiales superficiales que conforman el terreno, es que se pueden llegar a generar los diferentes procesos de erosión y socavación de las aguas superficiales y con frecuencia se presenta el fenómeno de surgencia y resurgencia.

**Figura 3.264. Mapa de pendientes en grados Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.3.2 Geología

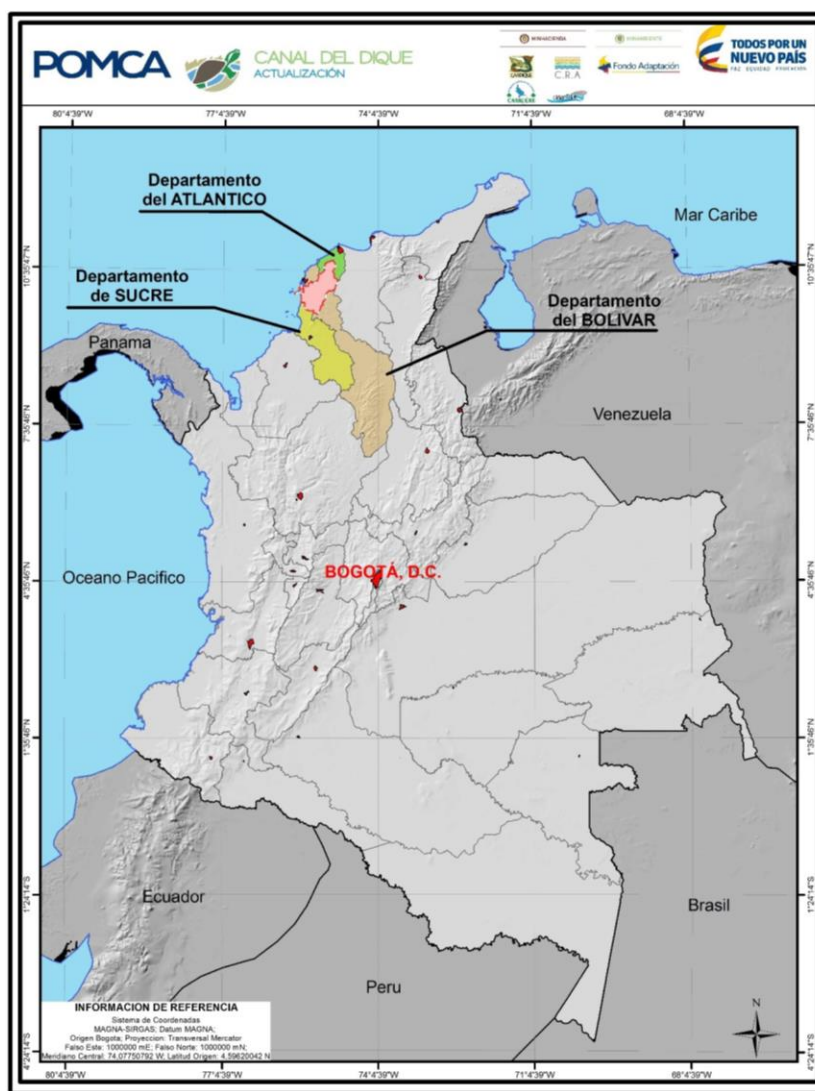
A continuación, se describen las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio.

#### 3.3.3.2.1 Estratigrafía y Características Geológicas

La Cuenca Canal del Dique se localiza sobre la región natural del Caribe la cual está influenciada por dos placas tectónicas, la Placa del Caribe y la Placa Suramericana.

Geográficamente, la Cuenca Canal del Dique se localiza en los Departamento de Bolívar, Atlántico y Sucre, abarcando un área de 441.012 has, distribuida en 28 municipios (ver **Figura 3.265**). La Cuenca Canal del Dique hace parte de La provincia Sinú-San Jacinto.

**Figura 3.265. Localización de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



La Cuenca Canal del Dique está ubicada sobre la región dominada por las estructuras del cinturón fragmentado de San Jacinto y el cinturón del Sinú, que son cadenas montañosas separadas por el corredor bajo del canal. Según Duque (1980) en INGEOMINAS (1999), el cinturón fragmentado de San Jacinto se extiende desde las estribaciones de la Cordillera Occidental y se divide en los anticlinorios de San Jerónimo, San Jacinto y Luruaco. CORMAGDALENA, por su parte, señala que el área del canal correspondió en épocas pasadas, a un antiguo brazo marino del río Magdalena, cuando desembocaba por la región de la Guajira, que labró su cauce hacia la bahía que se formaba entre lo que hoy es el triángulo Calamar – Sierra Nevada de Santa Marta – Barranquilla. (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique, 2007, pág. 101) Desde el punto de vista geológico, las rocas de la Cuenca Canal del Dique corresponden a materiales del Cuaternario Pleistoceno y Terciario Paleógeno y Neógeno, que están cubiertos de manera parcial depósitos Cuaternarios de baja consolidación. Las características de estas rocas corresponden a areniscas, limolitas, lodolitas, conglomerados y calizas, distribuidos por la cuenca (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique, 2007, pág. 103).

Desde el punto de vista del almacenamiento de agua, se han caracterizado los niveles estratigráficos o unidades litológicas con características de acuíferos y no acuíferos que se afloran en el de influencia de la Cuenca Canal del Dique.

Como Acuíferos se definen las formaciones geológicas integradas por rocas o sedimentos, que contienen suficiente material permeable saturado para permitir el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea en condiciones económicamente aprovechables para alimentar pozos o corrientes superficiales, también denominados como libres o no confinados. Se considera que las siguientes formaciones presentan las características como tales:

- Depósitos de Cauce Actual.
- Depósitos de Llanura Aluvia.
- Depósitos de llanura Costera.
- Depósitos Coluvioaluviales.
- Depósitos de Terrazas aluviales.
- Depósitos de Playa.
- Depósitos de las Formaciones Rotinet y Arjona.

Los principales acuíferos se agrupan en un solo sector el cual se localiza en la parte central y occidental de la cuenca orientados por el cauce del canal y relacionados por los diferentes cuerpos de agua y ciénagas de la Cuenca Canal del Dique. El espesor de estos suelos varía entre los 50 m y 70 m.

Dentro de los acuitardos se tienen los depósitos de las formaciones San Jacinto, Formación Maco, Formación Arroyo Piedra, Formación Pendales, Formación San Onofre, Formación Mucacal, Grupo Rancho, Formación Hibacharo, Formación Bayunca y Formación Tubará, las cuales son formaciones con flujo hídrico esencialmente y a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas).

Como acuíferos se definen los depósitos sedimentarios Terciarios de litologías muy finas como calizas, shales y arcillas con muy baja productividad, poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino.

A este grupo están asociados los depósitos sedimentarios Fluvioacústicos, la Formación La Popa, Formación San Cayetano, Formación El Carmen, Formación Chengue y la Formación Cansona.

Además, se reconocen estructuras geológicas entre las que se encuentran las Fallas de extensión regional y local.

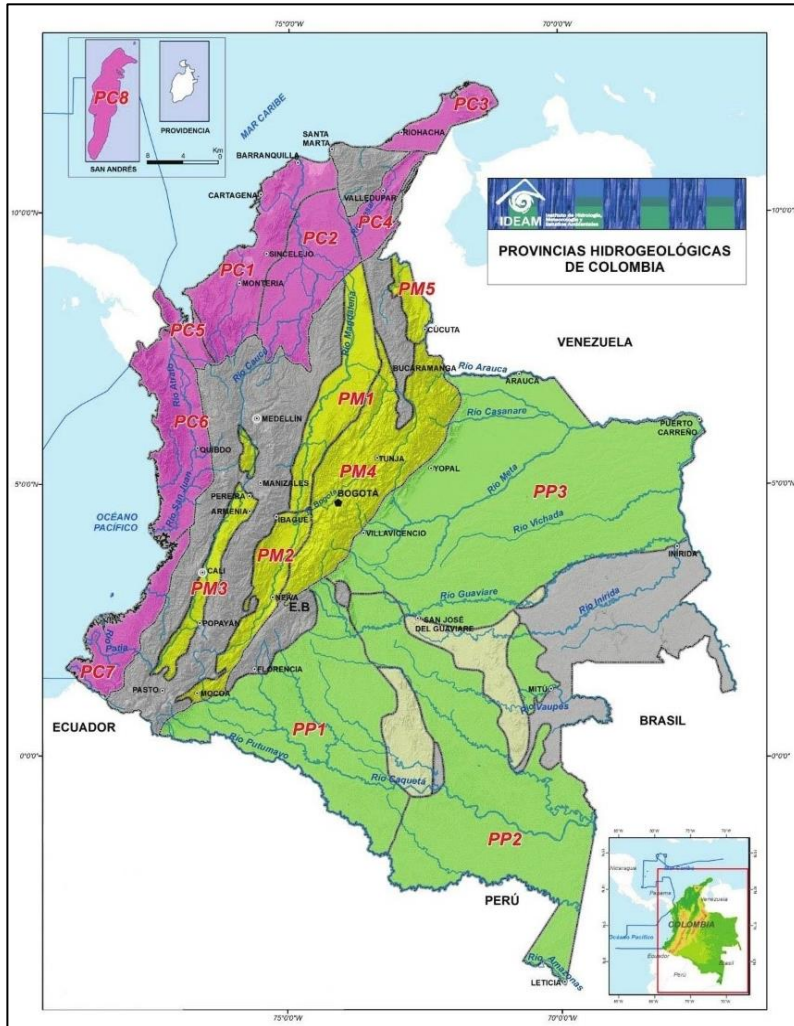
### 3.3.3.3 Unidades Hidrogeológicas

Para el área del proyecto se aplica la zonificación propuesta por el IDEAM, dicha clasificación y codificación propuestas se basa en los conceptos de Provincias Hidrogeológicas y Sistemas de Acuíferos. Las provincias hidrogeológicas corresponden a unidades mayores referidas a escalas menores (entre 1:10.000.000 y 1:500.000). Los sistemas acuíferos contenidos en las provincias hidrogeológicas corresponden a “Acuíferos formados por material poroso de diversas permeabilidades que pueden constituir una fuente de recursos de ámbito regional” (OMM, 2012) (IDEAM; MinAmbiente, 2013). Con base en la anterior zonificación se agrupan en provincias hidrogeológicas costeras, provincias hidrogeológicas montañosas e intramontañosas y provincias hidrogeológicas pericratónicas de acuerdo con el dominio geográfico y geológico regional o suprarregional al que pertenecen.

Según IDEAM & MinAmbiente (2013), en el ENA 2010 (IDEAM, 2010) se identificaron en total 16 provincias hidrogeológicas, ver **Figura 3.266** y **Figura 3.267**. El área de estudio se encuentra ubicada en la zona Costera y corresponde al sistema de acuífero multicapa de la Provincia Hidrogeológica PC1 – Sinú San Jacinto, que drena al Mar Caribe.

En Colombia se han identificado 44 sistemas de acuíferos, que se han clasificado y codificados de acuerdo con las provincias hidrogeológicas donde se encuentran. El proyecto se localiza en la provincia Costera, PC1 – Sinú - San Jacinto, ver **Figura 3.268**, que corresponde a acuíferos clásticos desarrollados en rocas sedimentarias con buenas posibilidades en las secuencias cretácicas, paleógeno - neógeno y sedimentos recientes del cuaternario (INGEOMINAS, 1988a) (IDEAM; MinAmbiente, 2013).

Figura 3.266. Provincias hidrogeológicas de Colombia.



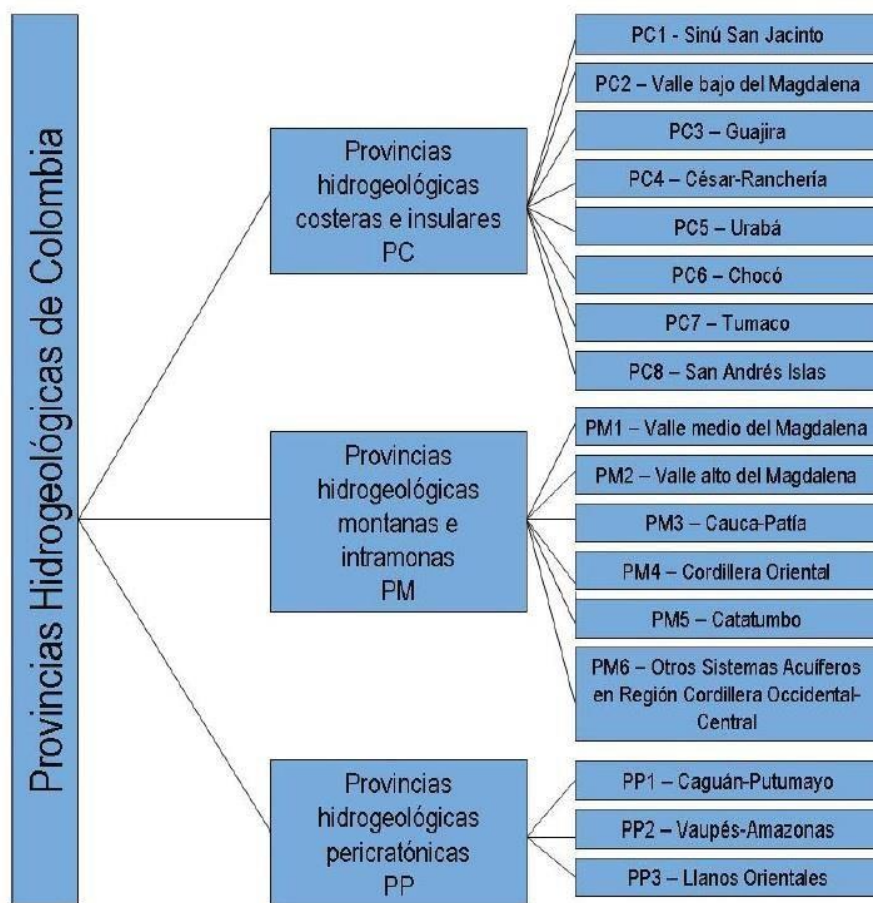
Fuente: IDEAM, 2013.

Figura 3.267. Leyenda provincias hidrogeológicas de Colombia.



Fuente: IDEAM, 2013.

Figura 3.268. Clasificación de provincias hidrogeológicas de Colombia.



Fuente: IDEAM, 2013.

En la **Figura 3.269** se muestra el mapa con los Sistemas Acuíferos de Colombia, donde el área del proyecto forma parte del SAC 1-3 (Sincelejo – Morroa), SAC 1-4 (Turbaco) y en la **Figura 3.270** la leyenda correspondiente a los Sistemas de Acuíferos Identificados en Colombia.

En el Mapa de Provincias Hidrogeológicas (**Figura 3.271** y **Figura 3.272**) se representan los diferentes niveles estratigráficos o litológicos con características de acuíferos y no acuíferos que se encuentran aflorando en el área objeto de estudio, compuestas por una o varias formaciones geológicas, las cuales en la leyenda han sido agrupadas en dos categorías principales que dependen del tipo de porosidad de las rocas, de la ocurrencia o no de aguas subterráneas y del valor de la capacidad específica. Estas categorías se definen como: Sedimentos y rocas con flujo intergranular; Rocas con flujos a través de fracturas, y en Sedimentos y rocas con limitados recursos de aguas subterráneas, consideradas estas últimas prácticamente impermeables.



Figura 3.269. Sistemas Acuíferos de Colombia.



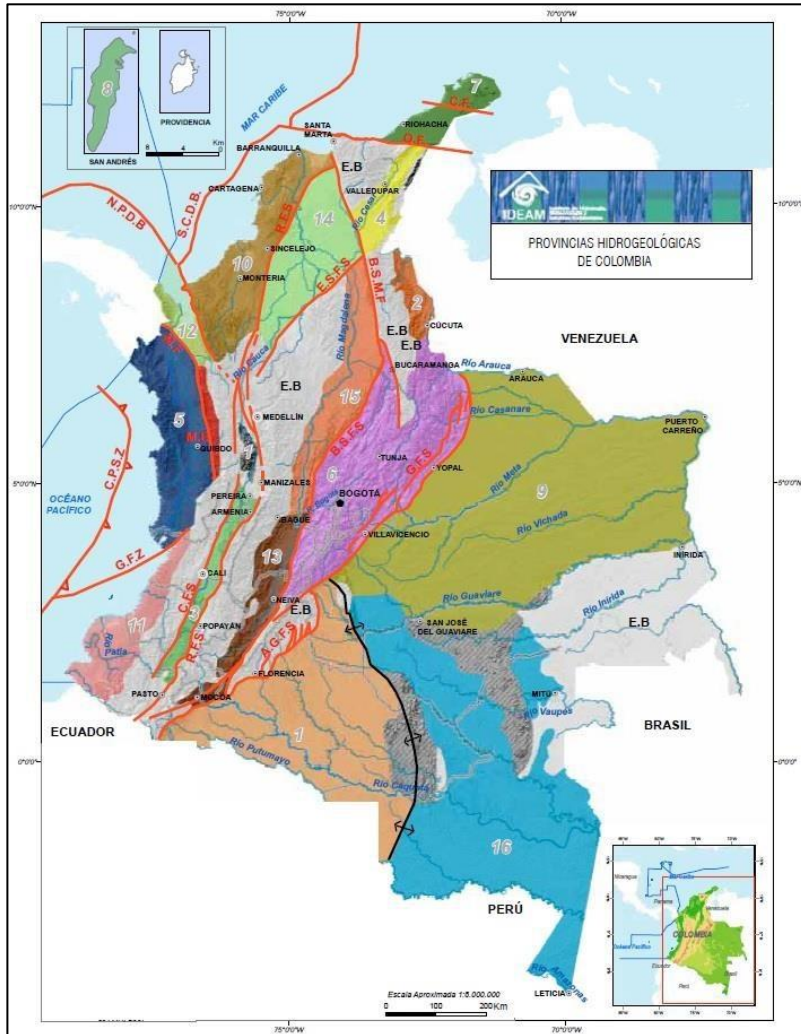
Fuente: IDEAM, 2013.

Figura 3.270. Leyenda de los Sistemas Acuíferos de Colombia.

<u>Sistemas Acuíferos de Colombia</u>	
● Sistema	
SAC1_1	Sincedejo-Morroa
SAC1_2	Golfo de Morrosquillo
SAC1_3	Arroyo Grande
SAC1_4	Turbaco
SAC1_5	Barranquilla-Sabanalarga
SAC1_6	Santa Marta
SAC1_7	Ciénaga de Oro
SAC2_1	Banco Mompos
SAC2_2	Mojana
SAC3_1	Maicao
SAC3_2	Riohacha-Manaure
SAC3_3	Alta Guajira
SAC5_1	Sistema Acuífero del Golfo de Urabá
SAM1_1	Sistema Acuífero Nare- Berrío - Yondó
SAM1_2	Mariquita-Dorada-Salgar
SAM1_3	Simití
SAM2_1	Ibagué
SAM2_2	Purificación-Saldaña
SAM2_3	Neiva-Tatacoa
SAM3_1	Valle del Cauca
SAM3_2	Patía
SAM4_1	Acuífero San Gil Barichara
SAM4_2	Bucaramanga - Fiedecuesta
SAM4_3	Tunja
SAM4_4	Duitama - Sogamoso
SAM4_5	Libate - Chiquinquirá
SAM4_6	Sabana de Bogotá
SAM5_1	Cúcuta-Villa del Rosario
SAM6_1	Sistema Acuífero Glacis del Quindío
SAM6_2	Santagueda
SAM6_3	Valle de Aburrá
SAM6_4	Santa Fé de Antioquia
SAM6_5	Bajo Cauca Antioqueño
SAM6_6	Altiplano Nariense
SAP3_1	Villavicencio-Granada-Puerto López
SAP3_2	Yopal Tauramena
SAP3_3	Arauca-Araucaita
SC4_1	Cesar
SC4_2	Ranchería

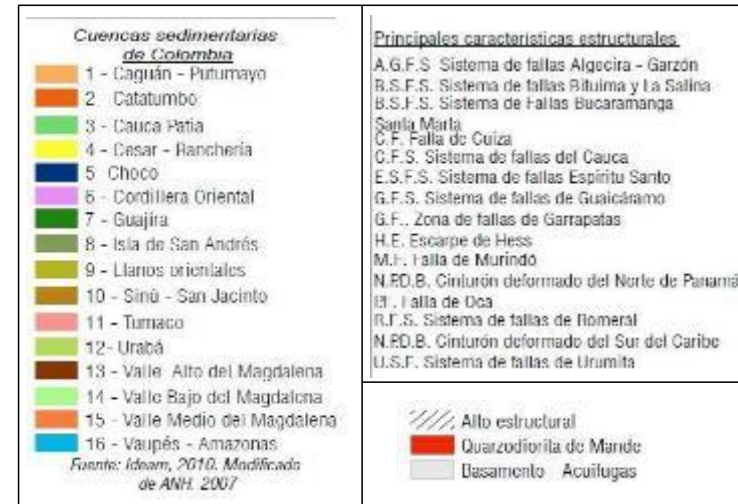
Fuente: IDEAM 2013.

Figura 3.271. Provincias Hidrogeológicas de Colombia.



Fuente: Estudio Nacional de Aguas-ENA, IDEAM, 2010.

Figura 3.272. Leyenda Regional de la Zona.

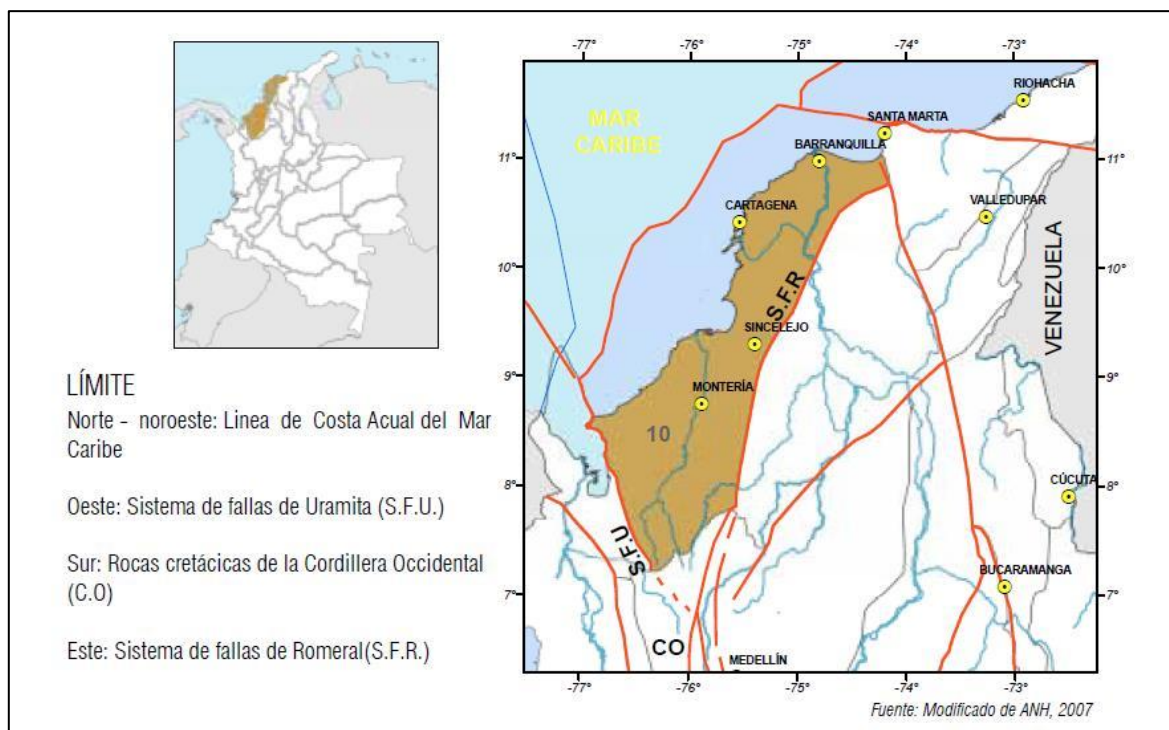


Fuente: IDEAM, 2013.

Unidades Hidrogeológicas

De la Provincia Sinú – San Jacinto se puede manifestar que se localiza al noroccidente del área continental de Colombia. Limita al sur con las estribaciones de las cordilleras Central y Occidental; al oriente, se encuentra limitada por el sistema de fallas de Romeral (RFS); al suroccidente, por el sistema de fallas del Río Atrato; y al norte, por el litoral Caribe (Figura 3.273). En el norte, la provincia Sinú-San Jacinto se adentra en el mar Caribe. Al oriente, limita con el sistema de fallas de Romeral que, conjuntamente con el basamento, conforman barreras impermeables. Al suroccidente, limita con el Sistema de Fallas del Río Atrato, y por el sur oriente con el basamento de la Cordillera Occidental, que constituye una barrera impermeable.

**Figura 3.273. Ubicación de la provincia hidrogeológica de Sinú-San Jacinto.**

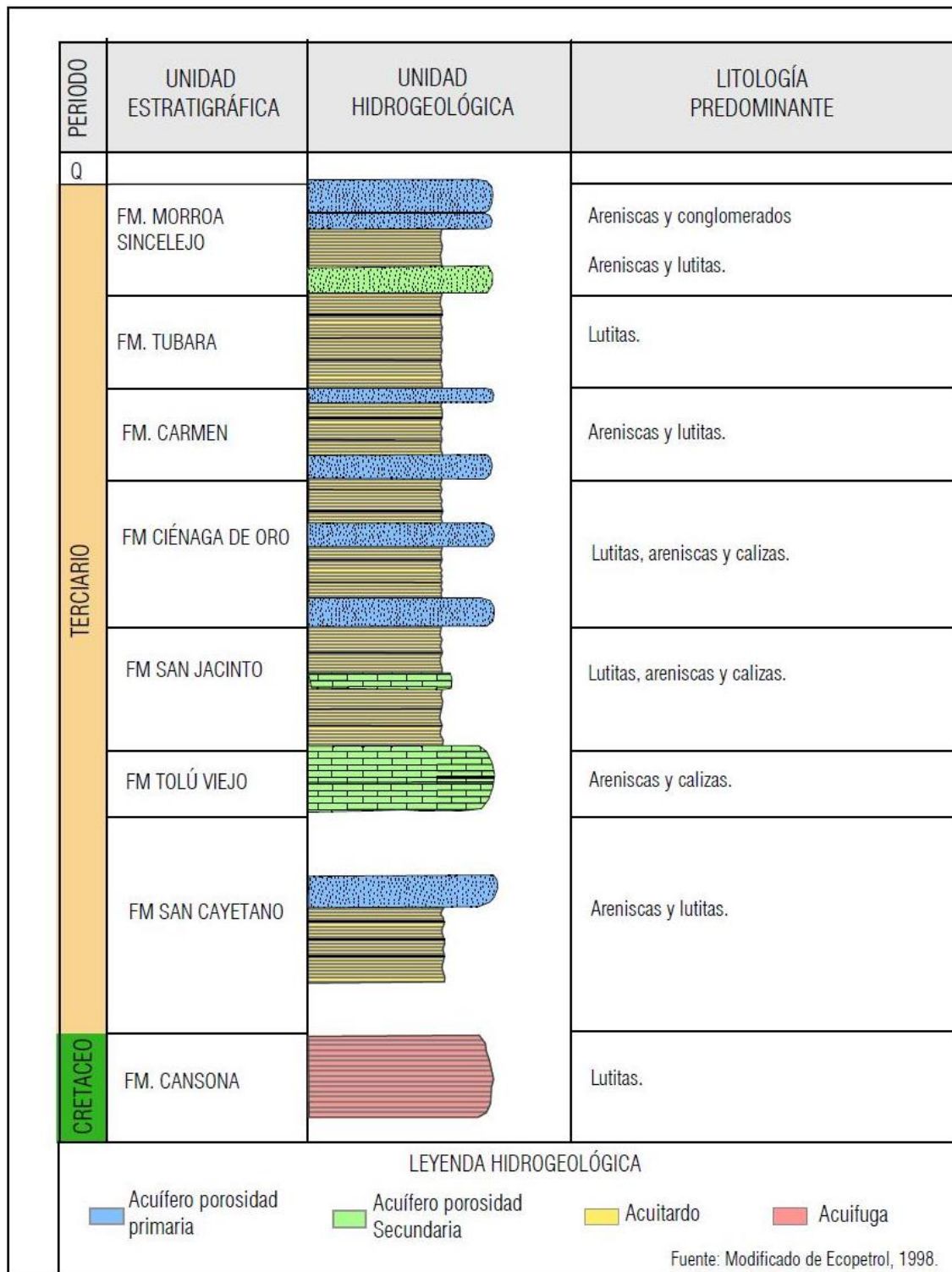


Fuente: ENA, 2010.

La zona corresponde al Cinturón de San Jacinto adyacente a la plataforma marina. Se caracteriza por una sucesión basal de pelágicas suprayacidas por turbiditas del Grupo Cansona, que constituyen el núcleo de los anticlinales de San Jacinto, San Jerónimo y Luruaco. La secuencia esta suprayacida por interestratificaciones de areniscas y lutitas de las formaciones San Cayetano Inferior y Superior; y areniscas, lutitas y calizas de las formaciones San Jacinto, Ciénaga de Oro (Tolú Viejo), Porquera, Cerrito, Sincelejo, Morroa y Betulia. En términos generales, estas secuencias estratigráficas conforman una región inestable, muy plegada sobre la corteza oceánica; y otra región, estable o de plataforma, no plegada, sobre la corteza continental, al oriente de la Serranía de San Jacinto (ver **Figura 3.274** y **Figura 3.275**).



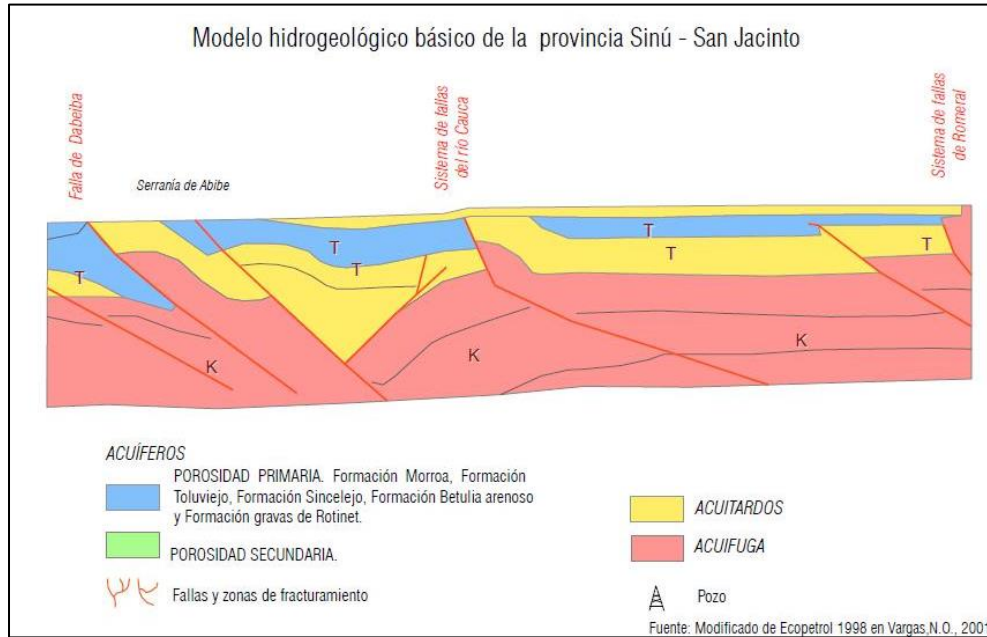
Figura 3.274. Columna estratigráfica generalizada de la provincia Sinú-San Jacinto.



Fuente: ENA, 2010.



Figura 3.275. Modelo hidrogeológico básico de la provincia Sinú-San Jacinto.



Fuente: ENA, 2010.

La clasificación de las unidades hidrogeológicas se realiza bajo diferentes propiedades y conceptos físicos que rigen sobre las aguas subterráneas y los materiales que las contienen, de ahí que estas tengan diferentes clasificaciones.

Las principales características que presenta la región dentro de la cual se encuentra la Cuenca Canal del Dique, se relaciona desde la **Tabla 3.88** hasta la **Tabla 3.93** y en la **Figura 3.276**.

Tabla 3.88. Oferta hídrica por zonas hidrográficas en Colombia.

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	CAUDAL AÑO MEDIO (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL AÑO SECO (m <sup>3</sup> /s)	OFERTA ANUAL AÑO MEDIO (mm <sup>3</sup> )	OFERTA ANUAL AÑO SECO (mm <sup>3</sup> )
Magdalena Cauca	Bajo Magdalena	27.243	396	214	12.484	6.739
Caribe	Atrato-Darién	37.810	3.993	2.589	125.952	81.658
	Caribe-Urabá	8.601	263	89	8.306	2.817
	Sinú	18.478	486	251	15.329	7.924
	Caribe-Litoral	1.992	20	11	620	338
	Caribe-Guajira	21.419	435	145	13.723	4.569
	Caribe Islas (S. Andrés, Prov., Sta. Cat.)	49	1	0,64	31	20
	Catatumbo	16.472	824	340	25.990	10.725

Fuente: ENA, 2010.

**Tabla 3.89. Resumen cuerpos de agua en áreas hidrográficas.**

ÁREA HIDROGRÁFICA	CIÉNAGAS		EMBALSES		LAGUNAS		TOTAL	
	CANT.	ÁREA (ha)	CANT.	ÁREA (ha)	CANT.	ÁREA (ha)	CANT.	ÁREA (ha)
Sinú	72	24.340,0	1	6.282,7	-	-	73	30.622,7
Caribe-Guajira	1	154,7	-	-	19	4.105,8	20	4.260,5
Caribe-Islas	-	-	-	-	3	3,0	3	3,0
Caribe-Litoral	8	4.417,0	-	-	2	206,9	10	4.623,9
Caribe-Urabá	4	1.384,8	-	-	-	-	4	1.384,8
<b>TOTAL CARIBE</b>	<b>85</b>	<b>30.296,5</b>	<b>1</b>	<b>6.282,7</b>	<b>24</b>	<b>4315,7</b>	<b>110</b>	<b>40.894,9</b>

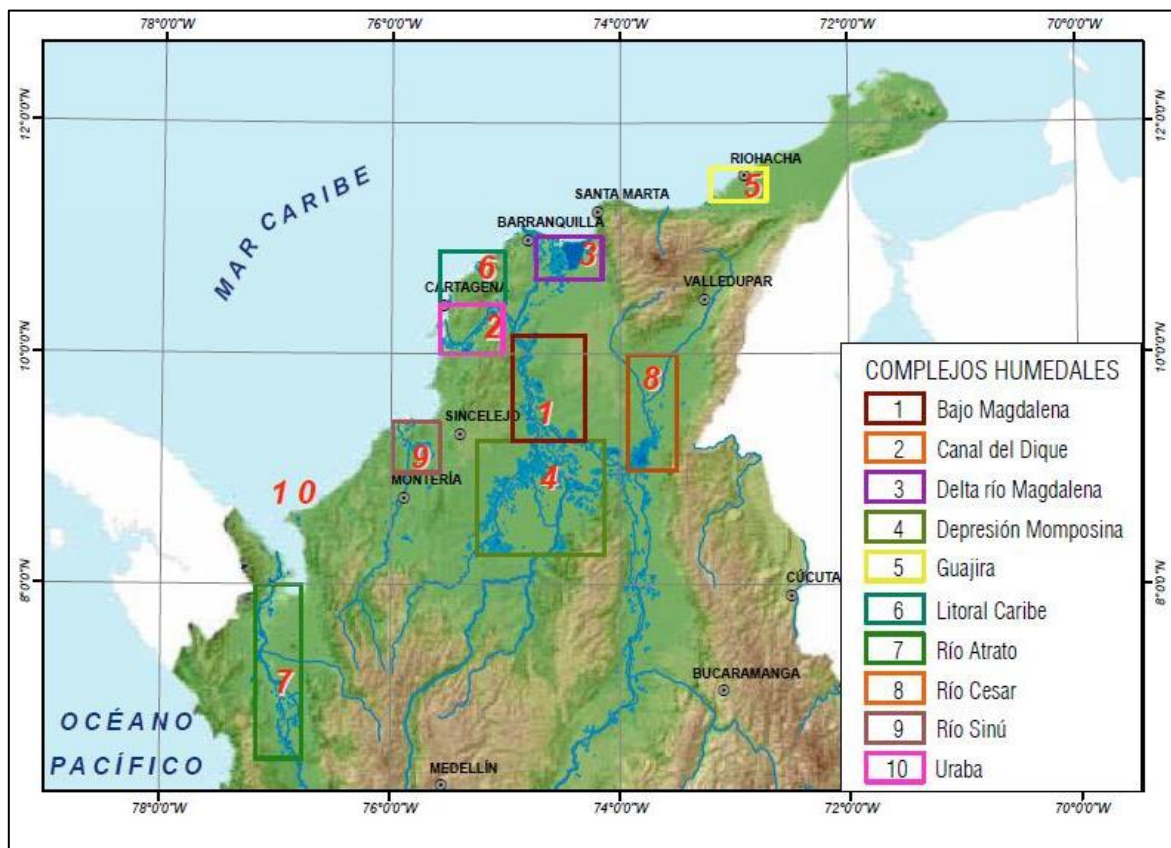
Fuente: ENA, 2010.

**Tabla 3.90. Ciénagas en la Zona Bajo Magdalena.**

NOMBRE	ZONA	ÁREA (ha)	PERÍMETRO (km)
Ciénaga Grande de Santa Marta	Bajo Magdalena	45.661,9	111,8
Ciénaga De Pajalal	Bajo Magdalena	10.759,0	155,2
Ciénaga Zaragoza	Bajo Magdalena	4.831,2	108,6
Ciénaga Zapayán	Bajo Magdalena	4.216,8	43,7
Ciénaga Capote	Bajo Magdalena	3.956,2	61,8
Ciénaga Cerro de San Antonio	Bajo Magdalena	2.929,4	50,8
Ciénaga Mendegua	Bajo Magdalena	2.716,6	71,1
Ciénaga del Jobo	Bajo Magdalena	2.140,1	25,5
Ciénaga Alfandoque	Bajo Magdalena	1.742,5	25,0
Ciénaga Pijino	Bajo Magdalena	1.668,6	32,2
Ciénaga Ayapel	Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	6.380,4	87,0
Ciénaga Las Islas	Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	1.980,5	31,8
Ciénaga Astillero	Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	1.935,3	32,1
Ciénaga de Machado	Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	1.895,6	38,5
Ciénaga Doña Luisa	Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	1.454,0	26,4
Ciénaga Betanci	Sinú	1.727,9	25,9
Charco Cruzado	Sinú	1.397,4	32,1

Fuente: ENA, 2010.

**Figura 3.276. Principales complejos de humedales en la región.**



Fuente: ENA, 2010.

**Tabla 3.91. Características y reservas de las provincias.**

PROVINCIA HIDROGEOLOGICA	FORMACIONES GEOLOGICAS CON POTENCIAL HIDROGEOLOGICO	TIPO DE ACUÍFERO	ÁREA (kms <sup>2</sup> )	ESPESOR ACUIFERO (m)	RENDIMIENTO ESPECIFICO	RESERVAS (m <sup>3</sup> *1010)
Sinú - San Jacinto	"Sedimentos arenosos y de gravas, areniscas friables y conglomeráticas de la Formación Morroa, Sincelejo, Cerrito, Ciénaga de Oro, San Cayetano, Gravas de Rotinet.	Acuíferos libres a semiconfinados para las unidades recientes. Libres a confinados para el resto de unidades.	37.770,88	970	0,005-0,13	19,4

Fuente: ENA, 2010.

**Tabla 3.92. Uso del agua subterránea según jurisdicción de la autoridad ambiental.**

AUTORIDAD AMBIENTAL	DOMÉSTICO m <sup>3</sup> /AÑO	INDUSTRIAL m <sup>3</sup> /AÑO	AGRÍCOLA m <sup>3</sup> /AÑO	PECUARIO m <sup>3</sup> /AÑO	SERVICIOS m <sup>3</sup> /AÑO	OTROS m <sup>3</sup> /AÑO	TOTAL m <sup>3</sup> /AÑO	DISTRIBUCIÓN USO POR AA (%)
CARDIQUE	4.939.175	774.840	720.014	996.538	0	546.519	7.977.085	0,74
CORPAMAG	3.780.000	4.260.000	63.860.000	0	0	94.000	71.994.000	6,71
CRA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6.035.745	0,56
CARSUCRE	23.055.002	72.808	105.408	732.569		49.433	24.015.220	2,24
CVS	80.743	271.334	408.592	109.016		2.179.302	3.048.987	0,28

Fuente: ENA, 2010.

**Tabla 3.93. Distribución de sistemas acuíferos por áreas hidrográficas, provincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos.**

PROVINCIA HIDROGEOLÓGICA	CÓDIGO	SISTEMA ACUÍFERO	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	TIPO DE ACUÍFERO	PARÁMETROS HIDRÁULICOS	ÁREA SUPERFICIAL (km <sup>2</sup> )
<b>ÁREA HIDROGRÁFICA DEL CARIBE</b>						
PC1 Sinú San Jacinto	SAC1.1	Morroa	Morroa Areno-conglomerática s, Morroa Arenosa y Morroa Arcillosa.	Semiconfinados a confinados	B= 188 a 560 m K= 0.5 a 12 m/d T= 7.5 - 603 m <sup>2</sup> /d S= 1.1 x 10 <sup>-3</sup> a 1.1 x 10 <sup>-4</sup>	645
	SAC1.2	Golfo de Morrosquillo	Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3.	Libres, semiconfinados a confinados	B= 26 a > 75 m K=0.08 a 35 m/d T= 30 - 500 m <sup>2</sup> /d Ss= 5x10 <sup>-2</sup> a 1.0x10 <sup>-3</sup> l/s/m	731
	SAC1.3	Arroyo Grande	Acuífero Cuaternario (ac), Acuífero Arroyo Grande (aT) y Acuífero Unidad Detrítica de la Popa (acH).	Libres a semiconfinados	B= 230 a 310 m K= 0.5 a 12 m/d Ss=3.0x10 <sup>-7</sup> a 5.0x10 <sup>-1</sup> l/s/m	234
	SAC1.7	Río Sinú	Acuífero depósitos aluviales aledaños al Río Sinú, Acuífero depósitos de terraza.	Libres a semiconfinados	B= 75 a 240 m K= 0.5 m/d T= 30 a 80 m <sup>2</sup> /d S= 1.0 x 10 <sup>-3</sup> a 7 x 10 <sup>-3</sup> Ss= 0.02 a 0.8 l/s/m	5.094



PROVINCIA HIDROGEOLÓGICA	CÓDIGO	SISTEMA ACUÍFERO	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	TIPO DE ACUÍFERO	PARÁMETROS HIDRÁULICOS		ÁREA SUPERFICIAL (km <sup>2</sup> )
	SAC1.8	Turbará	Acuífero Turbará.	Confinado multicapas	B= 600 m	T= 20 a 85 m <sup>2</sup> /d S= 1.0 x 10 <sup>-4</sup> a 8.0 x 10 <sup>-5</sup>	414
	SAC1.9	Arenas Monas	Acuífero depósitos aluviales aledaños al Río San Juan y corrientes menores, Acuífero depósitos de terraza del Río San Juan y Acuífero Arenas Monas.	Libres a semiconfinados	B= 900 a 1800 m	Ss= 0.5 l/s/m	1.162
	SAC1.10	Tolú viejo	Acuífero Tolú viejo.	Confinado	B= 350 m K= 2.5 a 10 m/d	T= 200 a 500 m <sup>2</sup> /d S= 3.0 x 10 <sup>-4</sup> Ss= 0.7 a 2.0 l/s/m	203
	SAC1.11	Santa Marta	Acuífero Santa Marta, Acuífero Gaira y Acuífero Tamacá.	Libres a semiconfinados			59

Tomada de ENA, 2010.

Según (Custodio & Llamas, 1983) un acuífero, o un embalse subterráneo, es “aquel estrato o formación geológica que, permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades”. Teniendo en cuenta esta definición y su componente económico las unidades hidrogeológicas se pueden clasificar en función a su capacidad para almacenar y transmitir agua, de esta forma se habla de:

### 3.3.3.3.1 Acuíferos por Transmisividad

- **Acuífero:** Formaciones geológicas que pueden almacenar y transmitir agua.
- **Acuitardo:** Formaciones semipermeables que contienen agua, pero la transmiten muy lentamente.
- **Acuicludos:** Formaciones porosas que pueden contener agua, pero no la transmiten.

- **Acuífugas:** Formaciones con nula porosidad que no pueden almacenar ni transmitir agua.

Desde el punto de vista del comportamiento hidráulico de las formaciones geológicas, así como su posición estratigráfica y estructural en el terreno se distinguen tres tipos principales de acuíferos:

### 3.3.3.3.2 Acuíferos por Comportamiento Hidráulico

- **Acuíferos libres:** Son aquellos en los que el nivel superior de la saturación se encuentra a presión atmosférica.
- **Acuíferos semiconfinados:** Son aquellos en que la condición confinante está dada por acuitardos, los cuales permiten un aporte de aguas hacia la zona saturada.
- **Acuíferos confinados:** Son aquellos acuíferos en medio de dos formaciones impermeables ya sean acuífugas o acuícludos.

Desde el punto de vista de la capacidad específica y de acuerdo a los lineamientos del Atlas hidrogeológico de Colombia se clasifican en:

### 3.3.3.3.3 Acuíferos por Capacidad Específica

- **Tipo A.** Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular.
- **Tipo B.** Rocas con flujo esencialmente y a través de fracturas (rocas fracturadas y/o karstificadas).
- **Tipo C.** Sedimentos y rocas con limitados a ningún recurso de aguas subterráneas.

En la **Tabla 3.94**, se presentan la clasificación general de las unidades hidrogeológicas por su capacidad específica.

Con el fin de comprender de una manera sencilla las características hidrogeológicas de la Cuenca Canal del Dique, las unidades geológicas definidas en el mapa respectivo se han clasificado Hidrogeológicamente en tres categorías, de acuerdo a su porosidad y permeabilidad, en Acuíferos (libres y confinados), Acuitardos y Acuícierres.

Para el área de estudio de la Cuenca Canal del Dique se determinaron 20 unidades hidrogeológicas clasificadas de acuerdo con la metodología de las zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia utilizada por INGEOMINAS deducidas del reconocimiento geológico e hidrogeológico en el área y del inventario de las fuentes de agua subterránea existentes, la definición de éstas se soporta en conceptos de permeabilidad e impermeabilidad de acuerdo a las características litoestratigráficas de cada formación geológica (ver **Tabla 3.95** y **Figura 3.277**).

**Tabla 3.94. Clasificación general de las unidades hidrogeológicas.**

<b>A. SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR.</b>		
<b>CONVENCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b>	<b>CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (L/S/M)</b>
A1	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.	Muy Alta Mayor de 5.0
A2	Acuíferos continuos de extensión regional, de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química.	Alta Entre 2.0 y 5.0
A3	Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	Media Entre 1.0 y 2.0
A4	Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.	Baja Entre 0.05 y 1.0
B1	Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas cretácicas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	Muy Alta Mayor de 5.0
B2	Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas de ambiente marino continental. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Media Entre 1.0 y 2.0
B3	Acuíferos discontinuos de extensión regional y local, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados con aguas de buena calidad química.	Baja Entre 0.05 y 1.0
<b>C. SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS A NINGÚN RECURSO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.</b>		
<b>CONVENCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b>	<b>CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (L/S/M)</b>
C1	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltaicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.	Muy Baja Menor de 0.05
C2	Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Muy Baja a ninguna Menor de 0.05

Fuente: Atlas de aguas subterráneas Colombia V2.0 Mapa unidades hidrogeológicas, 2000.

**Tabla 3.95. Unidades hidrogeológicas de la Cuenca Canal del Dique.**

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCIÓN	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS
SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR.	Acuífero Cuaternario Cauce Actual (AqCa, AqPI)	Depósitos de Cauce Actual	Depósitos de gravas, arenas y arcillas en proporciones variables.	Libre	A1	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.
	Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQlaI, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp)	Depósitos de Llanura de Llanura Aluvial	Depósitos constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas.	Libre	A4	Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.
		Depósitos de llanura de llanura Costera	Como depósitos clásticos se consideran las arenas depositadas y retrabajadas en la zona intermareal.			
		Depósitos Coluvio aluviales	Están constituidos por mezclas de gravas, arenas, limos y arcillas, de color pardo amarillo a gris pardo.			
		Depósitos de Terrazas aluviales	Consta de bloques heterométricos embebidos en una matriz arenosa, con evidencias de transporte.			



POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCIÓN	CARACTERISITCAS HIDROGEOLOGICAS
		Depósitos de Playa	Conformados principalmente por arenas de grano fino a medio, de color gris claro a gris oscuro, que han sido depositados por la acción mecánica del mar (olas y corriente), en forma de playas y espigas.			
	Acuífero Rotinet (AqQpr)	Formación Rotinet	Depósitos de gravas compuestos por cantos de calizas, chert negro y rocas volcánicas.			
	Acuífero Arjona (AqPgNga)	Formación Arjona	Constituida por Lodolitas grises, rojizas y amarillas por alteración, capas delgadas y medias continuas, laminación interna plana paralela y ondulosa. Intercalaciones de arenisca de grano fino y medio cuarzoso, grises y amarillas en capas medias planas y cuneiformes.			
ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE Y A TRAVÉS DE FRACTURAS (ROCAS FRACTURADAS Y/O CARSTIFICADAS)	Acuífero San Jacinto (AqPgsj)	Formación San Jacinto	Compuesta por conglomerados y areniscas conglomeráticas que afloran al suroccidente del Carmen de Bolívar.	Semiconfinado a confinado	B1	Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con
	Acuífero Maco (AqPgma)	Formación Maco	Secuencia de Areniscas conglomeráticas de grano medio a grueso en capas mediana a muy gruesas, con intercalaciones arcillo limosas. Hacia la parte superior capas medianas de areniscas líticas a sublíticas.			

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCIÓN	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuífero Arroyo Piedra (AqPga)	Formación Arroyo de Piedra	Constituida por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises en la parte media, calizas bioesparíticas de algas rojas, color blanco a amarillo claro. Hacia el techo, calizas cristalinas, color blanco, amarillo claro y tonalidades rosadas.			agua de buena calidad química.
	Acuífero Pendales (AqPgp)	Formación Pendales	Está constituida por conglomerados polimícticos, compuestos por fragmentos de rocas volcánicas basálticas, sedimentarias calcáreas, cherts y cuarzo, tamaño guijo, con matriz arenosa intercalados con areniscas conglomeráticas, litoarenitas y cuarzoarenitas de grano grueso a muy grueso.			
	Acuífero San Onofre (AqNgso)	Formación San Onofre	Consta principalmente de lodolitas plásticas color pardo amarillento con abundante microfauna (foraminíferos planctónicos) y shales calcáreos color pardo amarillento grisáceo.			
	Acuífero Mucacal (AqNgmu)	Formación Mucacal	Serie de areniscas cuarzosas grises intercaladas con algunas lodolitas gris verdosas, que afloran en los alrededores del corregimiento Sabanas de Mucacal.			

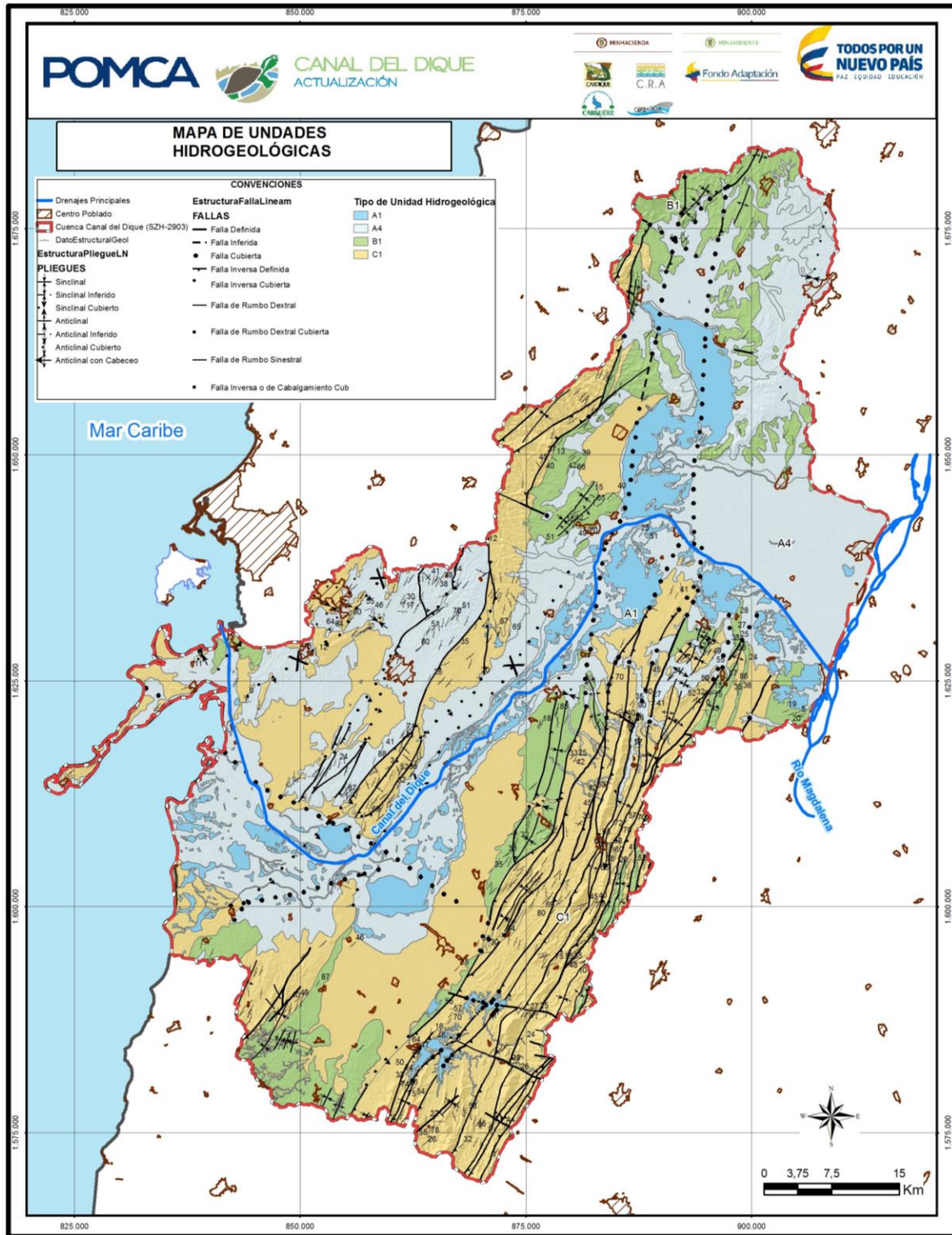
POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCIÓN	CARACTERISITCAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuífero Rancho (AqNgr)	Grupo Rancho	Esta formación se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolitas de color gris claro.			
	Acuífero Hibacharo (AqNgh)	Formación Hibacharo	La unidad está constituida por arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas.			
	Acuífero Bayunca (AqNgb)	Formación Bayunca	Constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua.			
	Acuífero Tubara (AqNgt)	Formación Tubará	Formación consistente de shales, areniscas arcillosas y areniscas.			
SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS A NINGÚN RECURSO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.	Acuitardo Fluviolacustres (AqQfl)	Depósitos Fluviolacustres	Depósitos constituidos por arcillas limosas con materia orgánica, ocasionalmente arenosas, grises parduscas a pardo rojizas, son materiales moderadamente compactos.	Acuicierres/ Acuitardos	C1	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltáicos y marinos y por rocas
	Acuitardo La Popa (AqQpp)	Formación La Popa	Se compone de calizas de color gris oscuro a amarillento de aspecto terroso con presencia de bioturbación.			

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCIÓN	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuicierre San Cayetano (AqPgsc)	Formación San Cayetano	Secuencia rítmica de shales arenosos y de arenitas sucias, compuestas por fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas, chert y serpentinas.			sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.
	Acuicierre El Carmen (AqPgNgc)	Formación El Carmen	Está constituida por arcillolitas pardo oliva claro con abundante microfauna; hacia la parte inferior presenta algunos niveles arenosos.			
	Acuicierre Chengue (AqPgch)	Formación Chengue	Se describe como una secuencia de shales y areniscas.			
	Acuicierre Cansona (AqKsc)	Formación Cansona	Depósitos formados por capas de limolitas, de chert con venillas de calcita, y lentes de volcánicos sin hallarse la base.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.277. Mapa de Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.3.4 Definición De Acuíferos, Acuitardos Y Acuicierres

Según la información secundaria consultada y analizada, se definieron los siguientes acuíferos y acuitardos en el área de la Cuenca Canal del Dique.

#### 3.3.3.4.1 Acuífero Cuaternario Actual (AqCa)

Es un acuífero continuo de extensión regional, de muy alta productividad, conformado por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial; acuífero libre con agua generalmente de buena calidad química. Puede aportar caudales superiores a 5 l/s dependiendo de los niveles arenosos que se atraviesen, su capacidad específica es muy alta. En el mapa hidrogeológico se representa con el color azul tono oscuro.

#### 3.3.3.4.2 Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQlal, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp), Acuífero Rotinet (AqQpr). Acuífero Arjona (AqPgNga)

Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimento cuaternario y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos semiconfinados con agua de regular calidad química. Son acuíferos con una capacidad baja, pueden aportar caudales entre los 0,05 l/s y 1 l/s. En el mapa hidrogeológico se representa con el color azul tono claro.

#### 3.3.3.4.3 Acuífero San Jacinto (AqPgsj), Acuífero Maco (AqPgma), Acuífero Arroyo Piedra (AqPga), Acuífero Pendales (AqPgp), Acuífero San Onofre (AqNgso), Acuífero Mucacal (AqNgmu), Acuífero Rancho (AqNgr), Acuífero Hibacharo (AqNgh), Acuífero Bayunca (AqNgb) y Acuífero Tubara (AqNgt)

Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas, de ambiente marino. Acuíferos generalmente semiconfinados a confinados con agua de buena calidad química: Las litologías de estos depósitos se relacionan con las Formaciones San Jacinto (Pgsj), Maco (Pgma), Arroyo de Piedra (Pga), Pendales (Pgp), San Onofre (Ngso), Mucacal (Ngmu), Rancho (Ngr), Hibacharo (Ngh), Bayunca (Ngb) y Tubará(Ngt). Son acuíferos con una capacidad muy alta, pueden aportar caudales del orden de 5 l/s. En el mapa hidrogeológico se representa con el color verde tono oscuro.

#### 3.3.3.4.4 Acuitardo Fluviolacustres (AqFl), Acuitardo La Popa (AqQpp), Acuicierre San Cayetano (AqPgsc), Acuicierre El Carmen (AqPgNgc), Acuicierre Chengue (AqPgch), Acuicierre Cansona (AqKsc)

Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltaicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras. En el área de estudio se estima que puede aportar un caudal menor de 0,05 l/s y una capacidad específica muy baja. En el mapa hidrogeológico se representa con el color café de tono oscuro.

### 3.3.4 Identificación y Caracterización de Acuíferos

Con base en la caracterización hidrogeológica de las formaciones geológicas, en particular por su litología, porosidad primaria o secundaria, y la información geofísica, hidroclimática e hidroquímica, se elaboró el Mapa Hidrogeológico, cuya identificación y caracterización de acuíferos, se describirá a continuación.

#### 3.3.4.1 Sedimentos y Rocas con Flujo Esencialmente Intragranular

Considerando que la porosidad primaria permite el flujo intragranular, los sistemas acuíferos de sedimentos cuaternarios no consolidados de origen fluvial, glacial o lacustre; así como rocas sedimentarias terciarias. Son acuíferos de productividad alta a baja y muy alta capacidad específica.

Dentro de este grupo tenemos las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Depósitos de Cauce Actual.
- Depósitos de Llanura Aluvial.
- Depósitos de llanura Costera.
- Depósitos Coluvio aluviales.
- Depósitos de Terrazas aluviales.
- Depósitos de Playa.
- Formación Rotinet.
- Formación Arjona.

#### 3.3.4.2 Rocas con Flujo Esencialmente a Través de Fracturas (Acuitardos)

Son sistemas acuíferos discontinuos de extensión regional y local, conformados por rocas del terciarias y del cretácico con porosidad secundaria asociada a fracturamiento. Son acuíferos confinados con muy alta productividad y semiconfinados con productividad entre baja y media.

Dentro de este grupo tenemos las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Formación San Jacinto.
- Formación Maco.
- Formación Arroyo Piedra.
- Formación Pendales.
- Formación San Onofre.
- Formación Mucacal.
- Grupo Rancho.

- Formación Hibacharo.
- Formación Bayunca.
- Formación Tubará.

### 3.3.4.3 Sedimentos y Rocas con Limitados Recursos de Aguas Subterráneas (Acuicierres)

Constituido por sedimentos y rocas con muy baja productividad, por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino, con muy baja productividad y Rocas ígneo-metamórficas con muy baja a nula productividad de agua subterránea, terciarias a Precámbricas.

Dentro de este grupo se encuentran:

- Los Depósitos Fluvio lacustres.
- La Formación La Popa.
- Formación San Cayetano.
- Formación El Carmen.
- Formación Chengue.
- La Formación Cansona.

Con base en la información de los puntos anteriores, se identifican las diferentes unidades litoestratigráficas que afloran en la Cuenca Canal del Dique (ver **Tabla 3.96**), las cuales se ordenan por la convención geológica en orden alfabético.



**Tabla 3.96. Unidades litoestratigráficas e hidrogeológicas que afloran en la Cuenca Canal del Dique.**

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCION	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR.	Acuífero Cuaternario Cauce Actual (AqCa, AqPl)	Depósitos de Cauce Actual	Depósitos de gravas, arenas y arcillas en proporciones variables.	Libre	A1	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.
	Acuíferos Eólicos (AaQe)	Depósito Eólico	Constituidas por arenas de grano fino a medio.	Libre		
	Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQla, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp)	Depósitos de Llanura Aluvial	Depósitos constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas.	Libre	A4	Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.
		Depósitos de llanura Costera	Como depósitos clásticos se consideran las arenas depositadas y retrabajadas en la zona intermareal;			
		Depósitos Coluvioaluviales	Están constituidos por mezclas de gravas, arenas, limos y arcillas, de color pardo amarillo a gris pardo.			
		Depósitos de Terrazas aluviales	Consta de bloques heterométricos embebidos en una matriz arenosa, con evidencias de transporte.			
	Depósitos de Playa	Conformados principalmente arenas de grano fino a medio, de color gris claro a gris oscuro, que han sido depositados por la acción mecánica del mar (olas y corriente), en forma de playas y espigas.				
Acuífero Rotinet (AqQpr)	Formación Rotinet	Depósitos de gravas compuestos por cantos de calizas, chert negro y rocas volcánicas.				

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCION	CARACTERISITCAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuífero Arjona (AqPgNga)	Formación Arjona	Constituida por Lodolitas grises, rojizas y amarillas por alteración, capas delgadas y medias continuas, laminación interna plana paralela y ondulosa. Intercalaciones de arenisca de grano fino y medio cuarzoso, grises y amarillas en capas medias planas y cuneiformes.			
ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE Y A TRAVÉS DE FRACTURAS (ROCAS FRACTURADAS Y/O CARSTIFICADAS)	Acuífero San Jacinto (AqPgsl)	Formación San Jacinto	Compuesta por conglomerados y areniscas conglomeráticas que afloran al suroccidente del Carmen de Bolívar.	Semifconfinado a confinado	B1	Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.
	Acuífero Maco (AqPgma)	Formación Maco	Secuencia de Areniscas conglomeráticas de grano medio a grueso en capas mediana a muy gruesas, con intercalaciones arcillo limosas. Hacia la parte superior.  Capas medianas de areniscas líticas a sublíticas.			
	Acuífero Arroyo Piedra (AqPga)	Formación Arroyo de Piedra	Constituida por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises en la parte media, calizas biosparíticas de algas rojas, color blanco a amarillo claro. Hacia el techo, calizas cristalinas, colores: blanco, amarillo claro y tonalidades rosadas.			
	Acuífero Pendales (AqPgp)	Formación Pendales	Está constituida por conglomerados polimícticos, compuestos por fragmentos de rocas volcánicas basálticas, sedimentarias calcáreas, cherts y cuarzo, tamaño guijo, con matriz arenosa intercalados con areniscas conglomeráticas, litoarenitas y cuarzoarenitas de grano grueso a muy grueso.			

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCION	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuífero Mucacal (AqNgmu)	Formación Mucacal	Serie de areniscas cuarzosas grises intercaladas con algunas lodolitas gris verdosas, que afloran en los alrededores del corregimiento Sabanas de Mucacal.			
	Acuífero Rancho (AqNgr)	Grupo Rancho	Esta formación se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolitas de color gris claro.			
	Acuífero Hibacharo (AqNgh)	Formación Hibacharo	La unidad está constituida por arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas.			
	Acuífero Bayunca (AqNgb)	Formación Bayunca	Constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua.			
	Acuífero Tubara (AqNgt)	Formación Tubará	Formación consistente de shales, areniscas arcillosas y areniscas.			
SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS A NINGUN RECURSO DE AGUAS	Acuitardo Fluviolacustres (AqQfl)	Depósitos Fluviolacustr es	Depósitos constituidos por arcillas limosas con materia orgánica, ocasionalmente arenosas, grises parduscas a pardo rojizas, son materiales moderadamente compactos.	Acuíferos/ Acuitardos	C1	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltáicos y marinos y por
	Depósitos de lodo Diapírico (AqQvl)	Depósitos de lodo Diapírico				

POROSIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	COMPORTEAMIENTO HIDRAULICO	CONVENCION	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
	Acuitardo La Popa (AqQpp)	Formación La Popa	Se compone de calizas de color gris oscuro a amarillento de aspecto terroso con presencia de bioturbación.			rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.
	Llanura de Inundación (Aq Qli)	Llanura de Inundación	Constituidos por arenas, limos y arcillas. Arenas hacia la línea de costa y limos y arcillas hacia las planicies interiores.			
	Acuicierre San Cayetano (AqPgsc)	Formación San Cayetano	Secuencia rítmica de shales arenosos y de arenitas sucias, compuestas por fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas, chert y serpentinas.			
	Acuicierre Perdices (ACc PgNgp)	Formación Perdices	Conjunto de shales arcillosos, shales arenosos con capas de chert y algunas areniscas.			
	Acuicierre El Carmen (AqPgNgc)	Formación El Carmen	Está constituida por arcillolitas pardo oliva claro con abundante microfauna; hacia la parte inferior presenta algunos niveles arenosos.			
	Acuicierre Chengue (AqPgch)	Formación Chengue	Se describe como una secuencia de shales y areniscas.			
	Acuicierre Cansona (AqKsc)	Formación Cansona	Depósitos formados por capas de limolitas, de chert con venillas de calcita, y lentes de volcánicos sin hallarse la base.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.5 Oferta Hídrica y Parámetros Hidráulicos de los Acuíferos

Para evaluar la oferta hídrica y los parámetros hidráulicos en la Cuenca Canal del Dique, se revisaron diferentes documentos y estudios realizados anteriormente (POMCAS, estudios de infiltración y vulnerabilidad de los acuíferos, estudios para el diseño de la red de monitoreo, niveles piezométricos y calidad de agua).

La oferta hídrica para el área de estudio, se obtiene del volumen promedio de agua que se infiltra en la Cuenca Canal del Dique. Este cálculo, se realiza a partir de los datos de



precipitación (como entrada del volumen de agua) y la evapotranspiración como salida de dicho volumen de agua. Un mejor conocimiento del movimiento del agua, en la integración atmósfera-suelo-planeta, se logra a través de un balance hidroclimático.

El cálculo de la evapotranspiración, se basa en lo planteado por el meteorólogo Warren Thornthwaite, quien en el año 1944 se refirió al balance entre la entrega del agua por efectos de la transpiración y las salidas por evapotranspiración, recarga subterránea y escorrentía.

### 3.3.5.1 Cálculo del Balance Hidroclimático

El cálculo del balance hidroclimático se basa en el análisis mensual de las diferentes variables que lo conforman: para cada mes se estima la diferencia entre las precipitaciones y la evapotranspiración, teniendo en cuenta la humedad del suelo (la lluvia se infiltra en el suelo seco y la vegetación succiona el agua del suelo en el período de sequía, en ambos casos predomina el efecto de los meses precedentes sobre el mes de observación), por lo tanto, el cálculo de balance se puede iniciar en el mes en que el suelo este saturado (meses de marzo y noviembre en la Zona Caribe) o el mes más seco del año (enero).

### 3.3.5.2 Estimación del Balance Hídrico en el Área de la Cuenca Canal del Dique

#### 3.3.5.2.1 Metodología

Para la elaboración del balance hídrico en el área de la Cuenca Canal del Dique se tuvieron en cuenta diferentes factores técnicos los cuales se analizaron mediante la siguiente metodología:

- Recopilación de la información cartográfica temática.
- Un resumen de la información climatológica e hidrológica.
- Cálculo de las variables de entrada del balance hidroclimático.
- Análisis de resultados.

#### 3.3.5.2.2 Información Cartográfica

El Canal del Dique, está localizado en el tramo inferior del denominado Bajo Magdalena. En su recorrido cruza el Departamento de Bolívar y sirve de límite natural entre los Departamentos de Bolívar y Atlántico, y Bolívar y Sucre. Este canal se bifurca del Río Magdalena en la población de Calamar (Bolívar), 110 Km aguas arriba de la desembocadura del río sobre el Mar Caribe en Bocas de Ceniza. Tiene una longitud de 115 Km, aproximadamente, entre Calamar y su desembocadura en la Bahía de Cartagena. Este canal presenta desembocaduras hacia mar abierto y hacia la Bahía de Barbacoas, por medio de los caños Correa, Matunilla y Lequerica.

Esta cuenca tiene un área de 441.012 ha y cuenta con un total de 28 municipios en los Departamentos de Bolívar, Atlántico y Sucre. La Cuenca Canal del Dique hace parte de la cuenca hidrográfica Magdalena-Cauca, en la zona del Bajo Magdalena.

Es importante mencionar que como área nueva para el Ajuste del POMCA 2007 se adicionó la isla de Barú y los municipios Baranoa, Calendaría y Santa Catalina.

Los estudios se han realizado con información primaria de cartografía suministrada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, de los Departamentos de Bolívar, Atlántico y Sucre, teniendo como base las planchas a escala 1:25000, con la cual se trazó el área de drenaje que corresponde al Canal del Dique y ha sido posible verificar las características orográficas e hidrográficas de la zona de estudio.

Por otra parte, se utilizaron mapas geológicos que se obtuvieron de los estudios elaborados por INGEOMINAS, a escala 1:25000 y escala 1:100000 para los Departamentos de Bolívar, Atlántico y Sucre en la Cuenca Canal del Dique.

### 3.3.5.2.3 Información Hidrológica

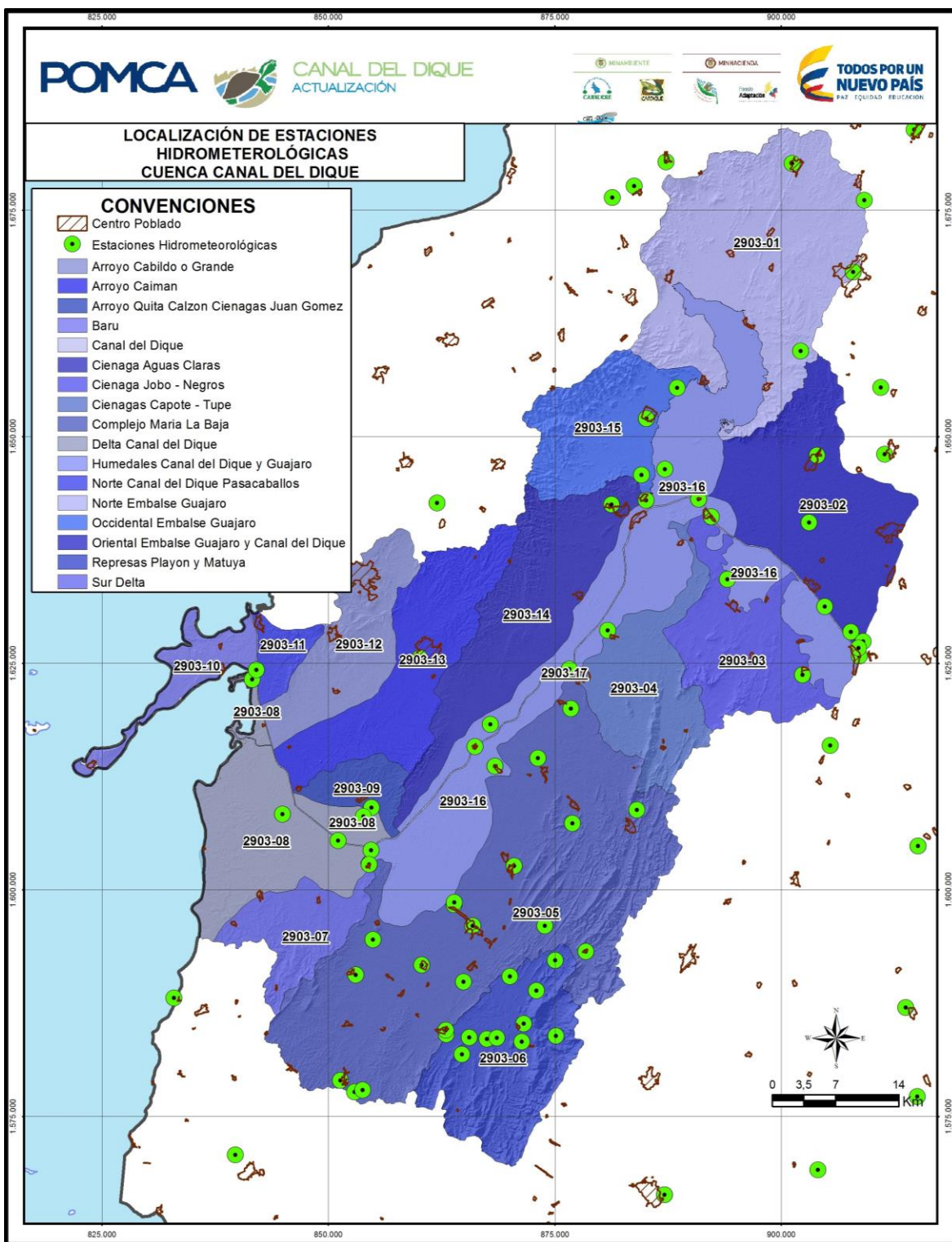
Se realiza un análisis hidrológico de los estudios efectuados a la Cuenca Canal del Dique, con base a la información hidroclimatológica existente, cuyo objeto es el de determinar la recarga de los acuíferos a través de balances hídricos a nivel mensual multianual, la estimación de la infiltración potencial y real de la cuenca y la construcción de los mapas característicos de isoyetas, isoescorrentía, evapotranspiración potencial y real y la infiltración potencial a nivel multianual.

### 3.3.5.2.4 Información Climatológica

Basado en el límite de la Cuenca Canal del Dique, son identificadas las estaciones climatológicas activas que cubren el área total de la zona de estudio y que servirán de insumo para el análisis de las variables climáticas. Fue necesario utilizar información georreferenciada de las estaciones a nivel nacional suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, las cuales corresponden a las categorías: pluviográfica, pluviométrica, limnigráfica, limnimétrica, climatológica ordinaria y climatológica principal.

En el área de la Cuenca Canal del Dique hay 52 estaciones hidrométricas (climatológicas, pluviométricas, hidrométricas, limnimétricas y limnigráficas) del IDEAM, distribuidas en veinte 20 municipios como se muestra en la **Figura 3.278**. En la **Tabla 3.97** se relacionan las estaciones presentes en el área de influencia de la cuenca que a su vez presentan una serie de datos significativos para el desarrollo del proyecto.

**Figura 3.278. Estaciones usadas para la caracterización climática de la Canal del Dique.**



Fuente Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.97. Registro de Estaciones Localizadas en el área de la Cuenca Canal del Dique.**

#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
1	ARJONA [29030040]	PG	ACT	IDEAM	ARJONA	AY EL CAIMAN	15/09/1958	832,950	1,588,081	60	1,382
2	BELEN HDA [13090080]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY CUCALITO	15/12/1978	883,757	1,677,671	60	1,781
3	BERRUGAS [13090030]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	MAR CARIBE	15/04/1974	881,327	1,676,389	1	1,195
4	CALMA LA [29030450]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	PRESA AY MATUYA	15/04/1975	853,784	1,577,942	60	2,006
5	CAMARON [29030480]	PM	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY CAMARON	15/09/1979	887,282	1,680,339	60	1,947
6	CAMPANOS LOS [29040290]	PM	ACT	IDEAM	SABANALARGA	MAGDALENA	15/08/1978	862,019	1,642,693	100	1,523
7	CANAVERAL [14010050]	PM	ACT	IDEAM	TURBACO	AY CAIMAN	15/05/1974	867,891	1,618,263	75	1,189
8	CANDELARIA [29040260]	PM	ACT	IDEAM	CANDELARIA	MAGDALENA	15/09/1978	904,018	1,569,111	4	1,210
9	CANONEGRO HDA [29010120]	PM	ACT	IDEAM	ZAMBRANO	AY MANCOMOJAN	15/04/1974	915,075	1,604,851	80	925
10	CARMEN DE BOLIVAR AUTOMATICA [29015040]	CP	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY ALFEREZ	01/03/2004	863,857	1,598,373	152	1,073
11	CASA DE BOMBAS [29030410]	PM	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. GUAJARO	15/05/1978	887,130	1,646,413	10	900
12	CASA DE PIEDRA [29030500]	PM	ACT	IDEAM	SAN JACINTO	AY MATUYA	15/04/1975	854,947	1,594,502	60	1,809
13	ESPERANZA FCA LA [29030510]	PG	ACT	IDEAM	EL CARMEN DE BOLÍVAR	AY GUAMANGA	15/01/1978	873,114	1,614,532	60	1,945
14	FLAMENCO [29030160]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY GRANDE FLAMEN	15/11/1963	867,489	1,583,575	12	1,521
15	GAMERO [29030170]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	CANAL DEL DIQUE	15/02/1964	878,431	1,593,217	10	1,424
16	HAYA LA [29030570]	PG	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	AY HAYA	15/01/1964	868,397	1,613,636	100	1,533
17	HIBACHARO [14010020]	PM	ACT	IDEAM	PIOJÓ	AY GALLINAZO	15/01/1963	908,609	1,625,820	80	1,189
18	INDUGAN HDA [29010130]	PM	ACT	IDEAM	ZAMBRANO	MAGDALENA	15/04/1974	866,176	1,615,817	20	1,032
19	LENA [29040200]	PM	ACT	IDEAM	CANDELARIA	MAGDALENA	15/06/1969	863,889	1,598,647	45	1,083
20	LOMA GRANDE [29030270]	PM	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. DE GUAJARO	15/09/1968	865,539	1,583,705	15	918
21	MAMPUJAN [29030780]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY MAMPUJAN	15/07/1983	890,877	1,643,101	60	2,211
22	MONTEBELLO [29040020]	PM	ACT	IDEAM	BARANOA	MAGDALENA	15/12/1985	914,646	1,683,897	100	1,160
23	MONTECRISTO [29030520]	PM	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	CNO DEL TIGRE	15/04/1975	907,934	1,668,175	70	1,988
24	NISPERO EL [29030310]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY FLAMENCO	15/08/1969	910,977	1,655,445	10	1,499



#	NOMBRE_ES	CAT	ESTADO	FGDA	MUNICIPIO	CORRIENTE	F_INST	X	Y	Z	PM_1
25	NORMAL MANATI [29035080]	CP	ACT	IDEAM	MANATÍ	CGA. GUAJARO	15/10/1963	901,220	1,680,141	10	1,059
26	NUEVA FLORIDA [29035040]	CP	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY EL VIENTO	15/01/1963	911,383	1,648,075	13	1,517
27	PALO ALTO [13090110]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY GUAYABAL	15/02/1978	903,053	1,640,557	50	1,563
28	PIOJO [14010010]	PG	ACT	IDEAM	PIOJÓ	AY GUAMO	15/04/1962	907,682	1,628,480	320	1,161
29	PLATANO [29030530]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY PLATANO	15/04/1975	909,033	1,627,408	60	1,593
30	POLONUEVO [29040080]	PM	ACT	IDEAM	POLONUEVO	MAGDALENA	15/03/1959	915,011	1,577,197	80	1,168
31	PONEDERA [29040070]	PM	ACT	IDEAM	PONEDERA	MAGDALENA	15/03/1959	887,089	1,566,353	8	994
32	PORVENIR EL [14010090]	PM	ACT	IDEAM	PIOJÓ	CGA. EL TOTUMO	15/07/1988	860,095	1,625,583	40	1,181
33	PRESA AY GRANDE [29035030]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	PRESA AY GRANDE	15/08/1969	871,358	1,583,254	60	1,727
34	PTO SANTANDER [29030080]	PM	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY PASO EN MEDIO	15/01/1964	864,740	1,581,864	5	2,804
35	RABON EL HDA [29040270]	PM	ACT	IDEAM	SANTA LUCÍA	MAGDALENA	15/09/1978	875,139	1,583,886	4	1,010
36	REPELON [29035070]	CP	ACT	IDEAM	REPELÓN	CGA. GUAJARO	15/09/1963	872,962	1,588,903	10	885
37	ROCHA [29030320]	PM	ACT	IDEAM	ARJONA	CGA. DE JUAN GOMEZ	15/04/1974	903,965	1,647,926	5	1,084
38	SABANALARGA [29040190]	PM	ACT	IDEAM	SABANALARGA	MAGDALENA	15/03/1959	870,513	1,602,630	100	1,174
39	SABANETICA [13090010]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	MAR CARIBE	15/04/1974	904,804	1,631,245	1	1,212
40	SAN BASILIO [29030280]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	AY EL TORO	15/03/1969	928,305	1,635,791	50	2,148
41	SAN CAYETANO [29030200]	PM	ACT	IDEAM	SAN JUAN NEPOMUCENO	AY EL TORO	15/12/1963	887,089	1,566,353	70	1,421
42	SAN CRISTOBAL [29030150]	PG	ACT	IDEAM	SAN JACINTO	AY MATUYA	15/11/1963	842,486	1,647,451	70	1,888
43	SAN ESTANISLAO [29030050]	PM	ACT	IDEAM	SAN ESTANISLAO	CANAL DEL DIQUE	15/08/1958	915,075	1,604,851	20	1,056
44	SAN JOSE [29030140]	PM	ACT	IDEAM	LURUACO	CGA. GUAJARO	15/10/1987	907,934	1,668,175	20	1,094
45	SAN ONOFRE [13090020]	PM	ACT	IDEAM	SAN ONOFRE	AY CASCAJO	15/05/1959	868,397	1,613,636	55	1,031
46	SAN PABLO [29035110]	CO	ACT	IDEAM	MARÍA LA BAJA	AY HONDO	15/10/1963	876,597	1,624,360	20	1,564
47	SAN PEDRITO ALERTA [29040310]	PM	ACT	IDEAM	SUAN	MAGDALENA	15/09/1978	905,408	1,615,946	8	1,102
49	SINCERIN [29035170]	CP	ACT	IDEAM	ARJONA	AY RAICERO	15/11/1963	838,627	1,644,457	10	1,141
50	TIOGOLLO [29050010]	PM	ACT	IDEAM	EL PIÑÓN	MAGDALENA	15/06/1982	844,956	1,608,345	41	1,364
51	USIACURI [29040240]	PG	ACT	IDEAM	USIACURÍ	MAGDALENA	15/02/1964	865,950	1,596,027	100	1,019
52	VISO EL [29030430]	PM	ACT	IDEAM	MAHATES	AY RAICERO	15/09/1973	892,249	1,641,179	8	1,150

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fueron seleccionadas las estaciones efectivas que participarán en la generación de contenido climatológico, teniendo en cuenta el tipo de variable y calidad de la información. Son llamadas estaciones efectivas todas aquellas estaciones activas del IDEAM que además de estar comprendidas dentro del área de influencia o ser vecinas, cumplen con tener información hidrometeorológica en un periodo de tiempo uniforme de 15 años (2000 – 2014). Además, fueron descartadas todas las demás estaciones con menos del 70% de la información en un periodo de tiempo consecutivo.

### 3.3.5.3 Cálculo de las Variables del Balance Hidroclimático

Para la implementación del balance hidroclimático en el área de jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales (CRA, CARDIQUE y CARSUCRE), se estimaron cada una de las variables que hacen parte del mismo.

Como ya se mencionó con anterioridad el balance hídrico en la zona de proyecto se realiza con el fin de determinar la recarga de los acuíferos del proyecto.

#### 3.3.5.3.1 Escorrentía

La escorrentía es definida como el volumen o lámina de agua que circula por la superficie del cuerpo de drenajes, es la cantidad de agua que al no poder infiltrarse o evaporarse alimenta los cuerpos de agua existentes en la unidad hídrica existente. Se estima a partir de la información de caudales medios mensuales y anuales medidos.

$$\text{Escorrentía (mm/año)} = \text{Caudal (m}^3 \text{/seg)} / \text{Área (km}^2\text{)}$$

Generalmente este parámetro se expresa en mm de lámina de agua mensual o anual. Este fenómeno se presenta en todos los tipos de unidades hidrogeológicas, ya que esto es un evento que ocurre a medida que se presentan lluvias en el área, siendo más evidente en las zonas donde predominan los acuíferos y acuitardos, puesto que estas unidades por su posición, conformando zonas hipsométricamente prominentes, no favorece la percolación de aguas pluviales por lo que en estas zonas el proceso predominante es la escorrentía.

En la **Tabla 3.98**, se presenta la Escorrentía (mm/año) para cada una de las subcuencas del Canal del Dique.

**Tabla 3.98. Escorrentía por subcuencas en mm/ año.**

SUBCUENCA	ESCORRENTIA mm/año
Ciénaga Aguas Claras	1,096398607
Norte Embalse Guájaro	0,956210883
Humedales Canal del Dique y Guájaro	3,466986374
Ciénaga Jobo - Negros	0,921785587
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1,235319328
Arroyo Caimán	0,927641566
Represas Playón y Matuya	18,44709958
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	1,158604216

SUBCUENCA	ESCORRENTIA mm/año
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1,232751228
Arroyo Cabildo o Grande	0,927473200
Complejo María La Baja	3,581728108
Delta Canal del Dique	1,482928175
Sur Delta	1,289524666
Occidental Embalse Guájaro	1,16606996
Ciénagas Capote - Tupe	1,36214996
Barú	1,238149241
Canal del Dique	96,37948374

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.5.3.2 Precipitación

La precipitación definida como toda forma de humedad que cae de la atmósfera a la superficie de la tierra, ya sea en forma de lluvia, granizo, pedrisco, nieve, etc., es un elemento fundamental del ciclo hidrológico y la principal entrada del agua al sistema natural de la cuenca, constituye un aspecto de trascendencia para la actividad biológica y socioeconómica, su caracterización y estudio son fundamentales para el conocimiento del clima del área y planificación estratégica para el uso y control del recurso hídrico.

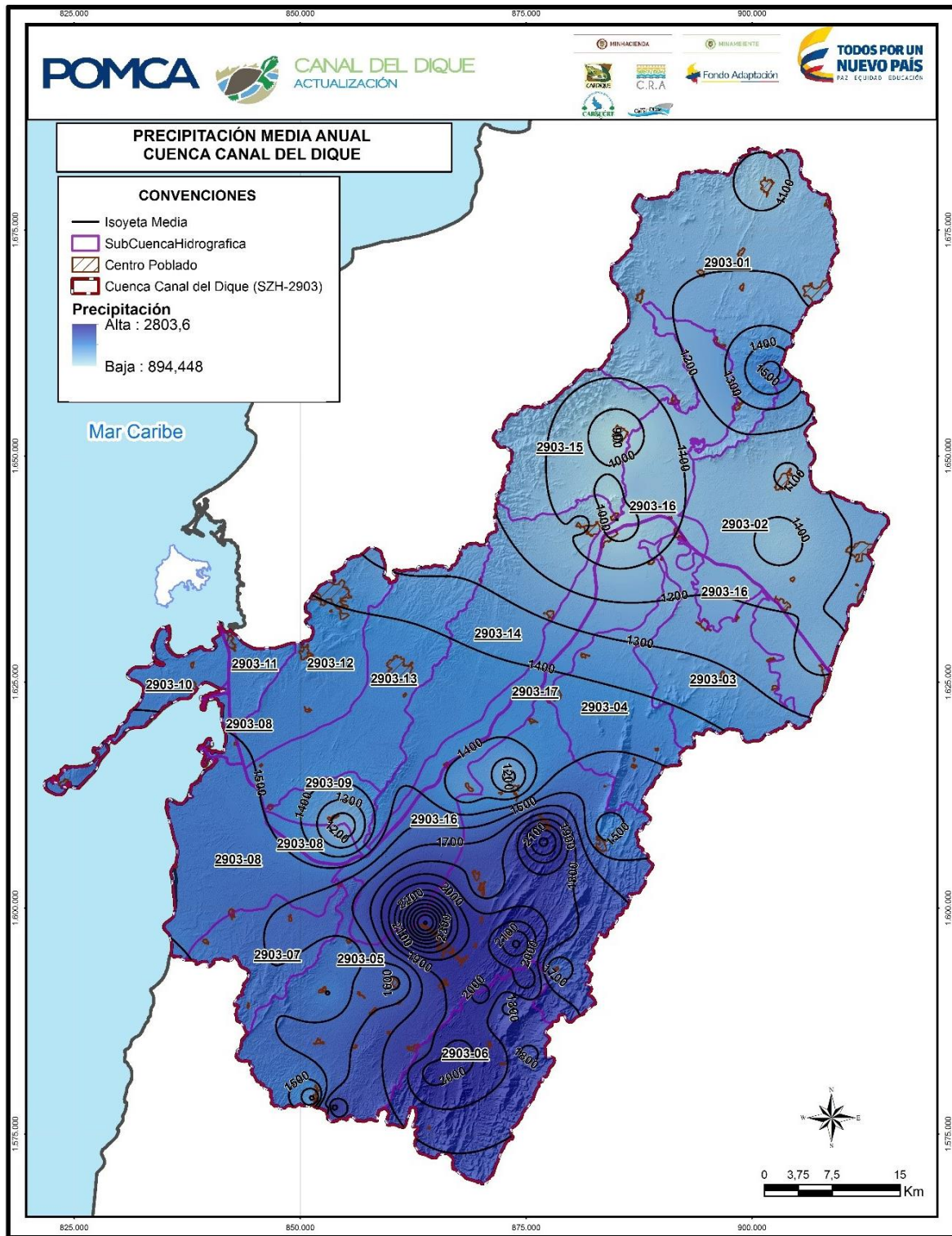
La definición a nivel mensual y anual multianual del parámetro precipitación se ha basado en los datos las estaciones medidoras de precipitación, representativas y más cercanas con datos funcionales de este parámetro para el área de la cuenca, las cuales se encuentran descritas en el componente de Clima.

#### 3.3.5.3.2.1 Precipitación Media Mensual Multianual

La precipitación media mensual multianual es el promedio multianual de la precipitación total mensual, es medida en milímetros. A partir de los datos de las estaciones seleccionadas para la caracterización de la zona y complementadas con datos de estaciones cercanas se realizó la distribución espacial de la precipitación a nivel anual y mensual.

La figura isoyetas de precipitación media (**Figura 3.279**) presenta el comportamiento espacial de la precipitación media anual a lo largo de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, donde se identifica que su distribución es casi homogénea con una variación desde 900 mm a 2800 mm, donde se presentan nodos de baja de intensidad (color claro) hacia la zona sur occidental sobre las subcuencas 2903-13, 2903-16, 2903-05 y 2903-06, hacia la zona nororiental sobre sectores de las cuencas 2903-01, 2903-16 y 2903-15.

**Figura 3.279. Distribución espacial de la precipitación en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.3.5.3.2.2 Precipitación Total Anual

La precipitación total anual es la suma de la precipitación total diaria en un año y hace referencia a la lámina de agua de precipitación acumulada durante el transcurso de un año, medida en milímetros.

De acuerdo con la **Tabla 3.99**, la precipitación media anual de toda la cuenca es de 1.406 mm; la subcuenca con las menores lluvias son Occidental Embalse El Guájaro (1.118 mm/año) y Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez (1.288 mm/año). Las subcuencas con las mayores precipitaciones son Complejo María La Baja con 1.608 mm / año y Ciénaga Capote – Tupe con 1.600 mm/año.

Hacia la zona norte de la cuenca, subcuenca Norte Embalse Guájaro y Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique las precipitaciones medias anuales se encuentran en los 1.442 mm/año y 1.384 mm/año, respectivamente. Hacia los costados sur de la cuenca (subcuencas Sur Delta, Delta Canal del Dique, Norte de Pasacaballos, Barú) las lluvias se mantienen por encima de los 1.380 mm/año y hasta los 1.440 mm/año.

**Tabla 3.99. Precipitación en mm/ año por subcuencas.**

SUBCUENCA	PRECIPITACION mm / año
Ciénaga Aguas Claras	1334,967318
Norte Embalse Guájaro	1442,263111
Humedales Canal del Dique y Guájaro	1402,116357
Ciénaga Jobo - Negros	1471,684916
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1289,724062
Arroyo Caimán	1353,424568
Represas Playón y Matuya	1397,279736
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	1383,811887
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1420,480109
Arroyo Cabildo o Grande	1358,290063
Complejo María La Baja	1608,047252
Delta Canal del Dique	1389,441435
Sur Delta	1416,035512
Occidental Embalse Guájaro	1117,991322
Ciénagas Capote - Tupe	1599,672012
Barú	1434,391894
Canal del Dique	1426,932612

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.5.3.2.3 Precipitación Media Mensual

La precipitación media mensual equivale a la doceava parte de la precipitación total anual y hace referencia a un valor promedio de precipitación total en el mes. En el cálculo de la precipitación media mensual se asume la hipótesis que todos los meses llueve la misma cantidad de agua.

El análisis de los datos climatológicos para la precipitación media mensual muestra un comportamiento relativamente constante, elevándose en los meses de mayo a noviembre. En general, se tiene un promedio de 117 mm de lluvia en el mes.

#### 3.3.5.3.2.4 Precipitación Efectiva

La Precipitación Efectiva es la que recarga los acuíferos y es equivalente a la Infiltración, donde el documento de la CAR (2014) plantea la ecuación:

$$I = 0.8 Pt - 25 \text{ si la } Pt > 75 \text{ mm}$$

$$I = 0.6 Pt - 10 \text{ si la } Pt < 75 \text{ mm}$$
 En donde:

I: infiltración, en mm.

Pt: Precipitación total, en mm.

El análisis de datos de las estaciones del IDEAM para esta actualización del POMCA CANAL DEL DIQUE, permitieron obtener un estimado la infiltración para cada subcuenca que se desarrolló a partir de una estimación de la precipitación total diaria bajo el método del SCS (ver **Tabla 3.100**).

**Tabla 3.100. Infiltración Anual.**

SUBCUENCA	INFILTRACIÓN MM POR AÑO
Ciénaga Aguas Claras	1042,973854
Norte Embalse Guájaro	1128,810489
Humedales Canal del Dique y Guájaro	1096,693086
Ciénaga Jobo - Negros	1152,347933
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1006,77925
Arroyo Caimán	1057,739655
Represas Playón y Matuya	1092,823788
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	1082,049509
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1111,384087
Arroyo Cabildo o Grande	1061,632051
Complejo María La Baja	1261,437802
Delta Canal del Dique	1086,553148
Sur Delta	1107,828409
Occidental Embalse Guájaro	869,3930575
Ciénagas Capote - Tupe	1254,737609
Barú	1122,513515
Canal del Dique	1116,54609

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.3.5.3.3 Temperatura

En la zona de proyecto la temperatura del aire es variable, asociada primordialmente al cambio en elevación sobre el nivel del mar. En el análisis de Temperatura de la Cuenca

Canal del Dique se tuvo en cuenta las estaciones principales Carmen de Bolívar, Islas del Rosario, Nueva Florida, Repelón, Sincerín, Presa Ay Grande, Normal Manatí y San Pablo.

### 3.3.5.3.3.1 Temperatura Media Anual, Mínima y Máxima

La temperatura anual es el promedio por año calculada a partir de los registros mensuales de cada estación. Al igual que para la precipitación se realizó la distribución espacial de la temperatura media a nivel mensual y anual, usando las estaciones medidoras de este parámetro mencionadas anteriormente.

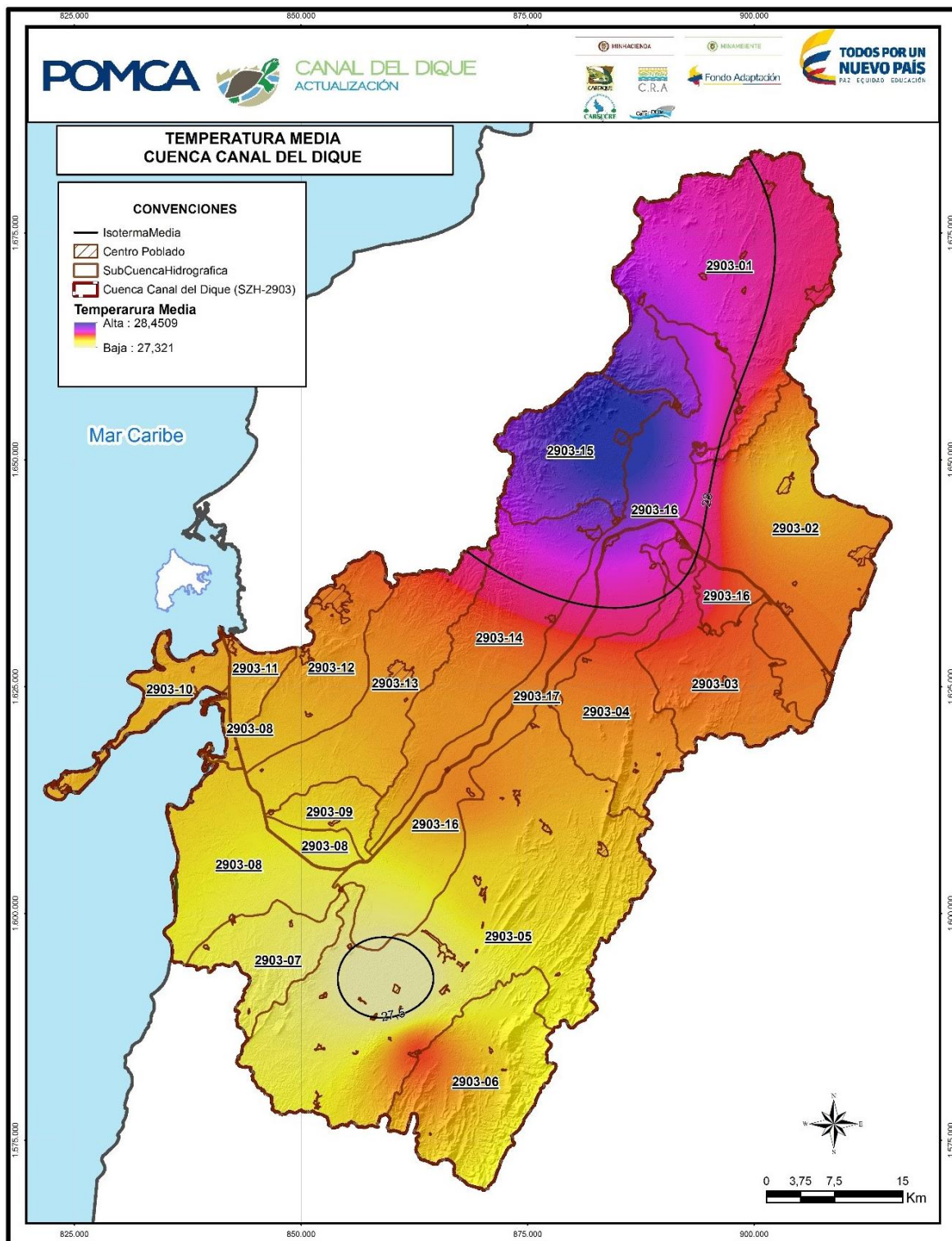
En la **Figura 3.280**, **Figura 3.281**, **Figura 3.282**, se presenta la distribución espacial de la temperatura media anual, temperatura mínima y temperatura máxima, respectivamente, a lo largo de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. Se registran los mayores valores en los meses de febrero a junio, los meses de septiembre y octubre muestran las temperaturas más bajas durante todo el año. En cuanto a las máximas temperaturas estas fueron registradas por la estación Normal Manatí con 34°C, la temperatura mínima en la estación Nueva Florida con 21.4 °C, los años con mayor temperatura son los de 1987, 1991, 1997, 2009, 2013 y 2014, con valores medios de 28°C a 30°C.

De acuerdo al análisis obtenido de las estaciones medidoras de temperatura se puede observar que en la zona alta del Canal del Dique (subcuencas Occidental Embalse el Guájaro y Norte del Embalse Guájaro) se producen la temperatura es mayor alcanzando valores alrededor de 28.5 °C, a medida que el canal avanza hacia la costa del mar Caribe en Cartagena en las zonas media y baja del Canal del Dique, este parámetro tiende a descender alcanzando valores de 27.5 °C. Se debe tener en cuenta que no se presenta una variación significativa de la temperatura media anual multianual, para el periodo analizado, a lo largo de todo el Canal del Dique.

Con respecto a las temperaturas mínimas registradas se presentan cerca de la zona central y occidental de área de estudio con promedios de 21°C a 24°C, localizada en las subcuencas 2903-10, 2903-14 y 2903-17, el resto de sectores tienen un comportamiento homogéneo con temperaturas entre 22.5°C y 23°C, en cuanto a las temperaturas más bajas se registraron en la estación Isla del Rosario con valores de 21.5°C.

En cuanto a las temperaturas máximas, las subcuencas de la zona alta y gran parte de la zona media, es donde se han registrado las mayores mediciones de temperatura con valores que se reportan entre los 33°C y 34°C.

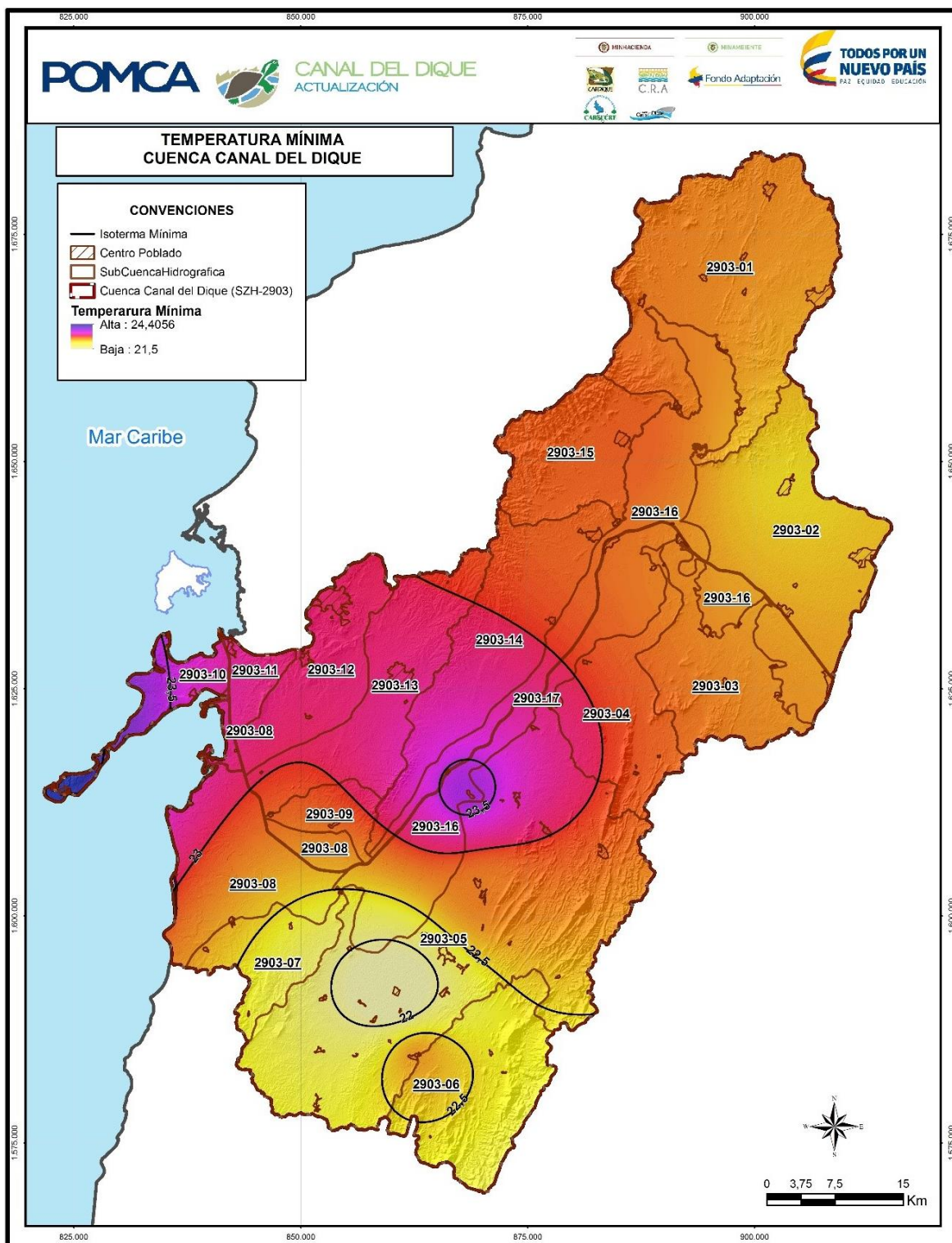
**Figura 3.280. Distribución espacial de la temperatura media anual en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

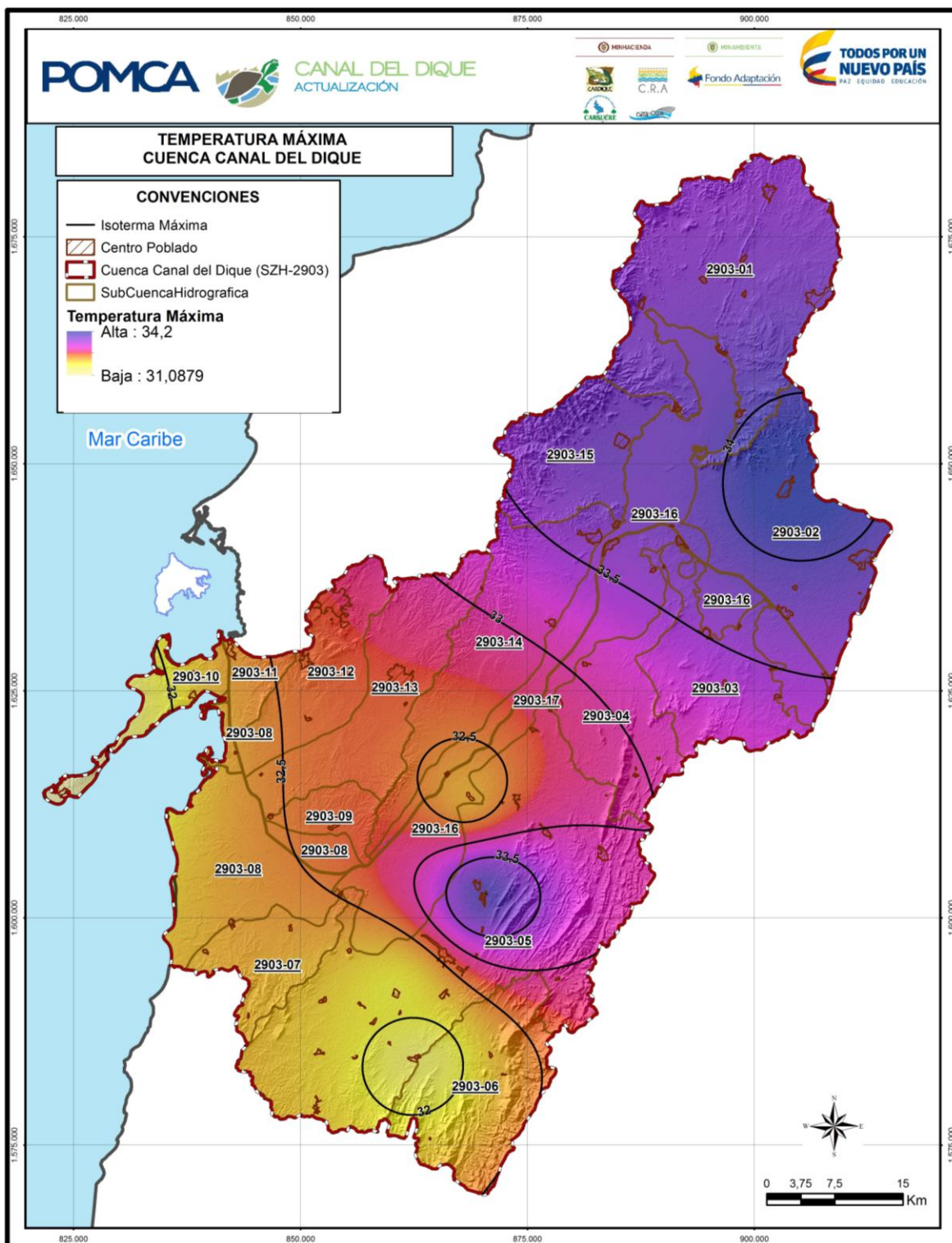


**Figura 3.281. Distribución espacial de la temperatura mínima en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.282. Distribución espacial de la temperatura máxima en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.5.3.3.2 Temperatura Media Mensual

La temperatura mensual multianual corresponde al promedio de los valores máximos, medios y mínimos de temperatura registrada mensualmente cada año de operación de la estación, esto genera un promedio mensual de temperatura.

Generalmente la temperatura más alta es en el primer trimestre del año y disminuye al final del año, es así que los valores más altos de temperatura se presentaron entre los meses de febrero, marzo y abril, conforme se acercan o alejan de estos meses la temperatura disminuyendo respectivamente.

Los resultados del análisis de la temperatura indican que el valor mínimo para este aspecto se encuentra en un promedio de 27,4°C, la temperatura media es de 27,9 °C y la temperatura máxima oscila alrededor de los 28,2°C.

### 3.3.5.3.3.3 Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración es una palabra compuesta, conformada por evaporación y transpiración, siendo la evaporación el proceso físico experimentado por el agua cuando ésta pasa del estado líquido a vapor y la transpiración se refiere al proceso, por el cual, las plantas toman agua del suelo, la hacen circular hasta sus hojas y la liberan por los estomas hasta la atmósfera en forma de vapor. La evapotranspiración es la suma del agua liberada a la atmósfera por los procesos de transpiración de las plantas y la evaporación desde el suelo.

La evapotranspiración potencial se define como la cantidad de agua que se podría evaporar desde la superficie del suelo y la que transpiraría las plantas si el suelo estuviera a capacidad de campo, es decir, si tuviere un contenido máximo (óptimo) de humedad.

La determinación de la evapotranspiración potencial es uno de los temas que más ha suscitado controversia, por la diversidad de fórmulas y autores, y por las pocas mediciones directas realizadas mediante lisímetros en nuestro medio; sin embargo, la fórmula desarrollada por Penman ha tenido un amplio reconocimiento dada su rigurosidad científica, las variables que involucra y los resultados obtenidos, otra no menos difundida es la desarrollada por Thornthwaite ya que involucra un menor número de elementos meteorológicos, lo cual facilita el conocimiento de la evapotranspiración en zonas con poca información climatológica.

Para estimar la evapotranspiración potencial se debe elegir la fórmula que mejor se adapte a la zona y a la disponibilidad de información climatológica, se optó por utilizar el método de Thornthwaite para calcular la ETP, el cual requiere de los registros de temperaturas medias mensuales.

La fórmula de C. W. Thornthwaite para el cálculo de la ETP, fue derivada en 1948 con base en las observaciones lisimétricas y pérdidas de agua en cuencas de la parte central de los EE.UU.

$$ETP = 16 \left( 10 \frac{T}{I} \right)^a$$



En donde:

ETP: evapotranspiración en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales  $i$ , donde  $i$  es función de la temperatura media normal mensual [ $i: (t/5)^{1,514}$ ].

T: temperatura media mensual (no normal) en °C.

a: exponente empírico, función de I.

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} I + 0,49239$$

#### 3.3.5.3.3.4 Uso Consuntivo de las Plantas (kc)

El balance hídrico mensual incluye la utilización de coeficientes de uso consuntivo (kc) determinados empíricamente para relacionar la Evapotranspiración Potencial (ETP) con la evapotranspiración potencial máxima de la planta (ETm) cuando el suministro de agua atiende plenamente las necesidades del cultivo. El valor de kc varía de acuerdo al tipo de cultivo, el período vegetativo total, la duración de las etapas de desarrollo del mismo y en cierta medida, la velocidad del viento y la humedad relativa.

#### 3.3.5.3.3.5 Categorías para el Índice de Aridez

La resolución del índice está en función de la densidad de la red de estaciones hidrometeorológicas. Con este índice se generan mapas que permiten analizar y caracterizar áreas hidrográficas deficitarias o con excedentes de agua a nivel unidades hídricas de análisis, con definición temporal media mensual multianual (ver **Tabla 3.101**).

**Tabla 3.101. Categorías para clasificar el Índice de Aridez.**

RANGO DE VALORES ÍNDICE DE ARIDEZ	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
< 0,15	Alto	Altos excedentes de agua.
0,15 - 0,19	Alto	Excedentes de agua.
0,20 - 0,29	Moderado	Entre moderado y excedentes de agua.
0,30 - 0,39	Moderado	Moderado.
0,40 - 0,49	Bajo	Entre moderado y déficit de agua.
0,50 - 0,59	Bajo	Deficitario de agua.
> 0,60	Muy Bajo	Altamente deficitario de agua.

Fuente: IDEAM, 2010.

#### 3.3.5.3.4 Evapotranspiración Máxima (ETm)

Para un clima determinado y para un cultivo y etapa de desarrollo de este, la evapotranspiración máxima (ETm) en mm/día del período considerado es:

$$ETm = ETP \times kc$$



La evapotranspiración máxima (ET<sub>m</sub>) se refiere a aquellas condiciones en que el agua es la conveniente para un crecimiento y desarrollo sin limitaciones del cultivo; la ET<sub>m</sub> representa la tasa de evapotranspiración máxima la que puede tener un cultivo sano, que crece en grandes campos y en condiciones óptimas de riego.

### 3.3.5.3.5 Evapotranspiración Real o Actual (ET<sub>a</sub>)

La evapotranspiración es la pérdida de agua por evaporación directa y transpiración vegetal, se expresa generalmente en mm por unidad de tiempo. La evapotranspiración, actual o efectiva ocurre en la situación real en que se encuentra el sistema y difiere de los límites máximos o potenciales establecidos. En la ETR además de las condiciones atmosféricas interviene la magnitud de las reservas de humedad del suelo y los requerimientos de la cobertura vegetal. Para referirse a la cantidad de agua que efectivamente es utilizada por la evapotranspiración se debe utilizar el concepto de evapotranspiración actual o efectiva, o el de evapotranspiración real. Este parámetro se calculará según lo expuesto por Budyco como se muestra a continuación:

$$ETR = [(ETP * P * Tanh(P/ETP)) * (1 - Cosh(ETP/P) + Sinh(ETP/P))]$$

Dónde:

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

P: Precipitación (mm).

ETR: Evapotranspiración real (mm).

La demanda de agua requerida por una planta debe ser suministrada por el agua en el suelo a través del sistema radicular, por lo cual, la Evapotranspiración Real o Actual (ET<sub>a</sub>) se refiere a la cantidad de agua tomada por la planta desde el suelo en las condiciones reales de humedad del suelo.

La tasa real de absorción de agua del suelo por la planta, es decir, el paso de ET<sub>m</sub> a ET<sub>a</sub> está determinado por el hecho de que el agua disponible en el suelo sea la suficiente, o que el cultivo tenga problemas en su crecimiento por un déficit de agua.

Se calculó tanto la reserva de humedad del suelo como el déficit y el excedente de la misma humedad, teniendo en cuenta una capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo de 100 mm.

### 3.3.5.3.6 Capacidad de Almacenamiento de Humedad de los Suelos

La capacidad de almacenamiento de humedad de los suelos de una determinada zona está determinada por las características hidrodinámicas de los mismos: textura, porosidad, profundidad efectiva y profundidad radicular, en donde los suelos pesados con texturas arcillosas presentan mayor retención de agua que los suelos livianos de texturas arenosas.

El agua total disponible (capacidad de almacenamiento total) en un suelo se define como la profundidad de agua en términos de lámina de agua en mm, dada por la diferencia entre el contenido de agua del suelo a la capacidad de campo (para una tensión del agua del

suelo de 0.1 a 0.2 atmósferas) y el contenido de agua del suelo en el punto de marchites permanente (para una tensión del agua del suelo de 15 atmósferas).

Dado que el agua del suelo es tomada por las plantas a través de las raíces, el agua total disponible real (capacidad de almacenamiento real) estará en función de la profundidad radicular de la planta o cultivo y no para todo el horizonte del suelo.

La capacidad de almacenamiento del suelo o capacidad de campo se estimó para cada unidad de suelo identificada en los estudios del IGAC, a partir de la textura y la composición granulométrica de cada unidad utilizando la Calculadora de Características Hidráulicas de los Suelos.

El agua total disponible real del suelo o capacidad de almacenamiento real se determinó a partir de la diferencia entre el contenido de agua a capacidad de campo del suelo y el contenido de agua en el punto de marchites permanente, en función de la profundidad efectiva del perfil del suelo y la profundidad radicular de las plantas, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Capacidad Almacenamiento Total (mm)} = \frac{\text{Prof. efectiva (cm)} \times \text{Capacidad de campo del suelo \%}}{10}$$

$$\text{Capacidad Almacenamiento Real (mm)} = \frac{\text{Cap. almacenamiento total (mm)} \times \text{prof. radicular (cm)}}{\text{Profundidad efectiva (mm)}}$$

Teniendo en cuenta la textura y tomando la profundidad radicular promedio de 40 cm., las características de humedad de los suelos predominantes en la Cuenca Canal del Dique, estimadas mediante la Calculadora de Características Hidráulicas de los suelos se presentan en la **Tabla 3.102**.

**Tabla 3.102. Características de humedad de los suelos.**

TEXTURA	CAPACIDAD DE CAMPO (%)	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO REAL (mm)
Arcillosa	18.80	75.20
Arcillo arenosa	19.40	77.60
Arcillo limosa	21.40	85.60
Franco arcillo limosa	23.30	93.20
Medias a gruesas	24.40	97.60
Franco arcillo arenosa	25.30	101.20
Franco arenosa arcillosa	25.30	101.20
Franco arcillosa	25.70	102.80
Franca	30.00	120.00
Franco arenosas	30.90	123.60
Franco limosas	31.30	125.20
Arenisca	32.30	129.20
Finas a medias	32.30	129.20
Arenosa franca	37.00	148.00

Fuente: IDEAM, 2010.

La clasificación de la profundidad efectiva de los suelos se realizó a partir de las características físicas de los suelos, de acuerdo a la siguiente clasificación:

#### 3.3.5.3.6.1 Profundidad Efectiva

Muy superficiales 0 - 20 cm.

Superficiales 20 - 40 cm.

Moderadamente profundos 40 - 60 cm.

Profundos 60 - 100 cm.

Muy profundos 100 - 140 cm.

De igual forma la profundidad radicular se definió para cada unidad de suelo teniendo en cuenta las fases de pendiente, rocosidad, pedregosidad y grado de erosión severo de la siguiente manera:

#### 3.3.5.3.6.2 Profundidad Radicular

Fase de pendiente a, b, c, d (0 – 12%) 40 cm.

Fase de pendiente de (12 – 25%) 35 cm.

Fase de pendiente e (25 – 50%) 30 cm.

Fase de pendiente ef (25 a Mayor de 50%) 25 cm.

Fase de pendiente f (Mayor de 50%) 20 cm.

Fase de rocosidad y/o pedregosidad 20 cm.

Fase de erosión severa (3) 20 cm.

De acuerdo con la caracterización edáfica, los suelos presentan espesores variables entre 50 y 20 cm entre las zonas planas y las zonas escarpadas respectivamente, la composición típica corresponde a suelos franco a franco arcillosos, con intercalaciones de lentes arenosas. La capacidad de almacenamiento reportada para este tipo de suelos es de 10 cm/m de suelo.

#### 3.3.5.3.7 Escorrentía Subterránea

De acuerdo con la metodología de Thornthwaite, el excedente de humedad del suelo en un mes específico, cuando se supera la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, se reparte en un 50% como agua que percola, convirtiéndose en escorrentía subterránea y finalmente transformándose en escorrentía superficial, y llegando a la corriente respectiva el mismo mes, y el otro 50% como agua que percola y que refuerza el excedente del mes siguiente, es decir que refuerza el agua subterránea en el nivel freático del siguiente mes; así las cosas, con esta última fracción se tiene en cuenta el proceso del agua en su movimiento de percolación en el suelo hasta que se alcanza el nivel freático, y posteriormente su movimiento como escorrentía subterránea hacia una corriente específica transformándose en escorrentía superficial.

Es verdad que los porcentajes en los balances hídricos para diferir la lámina de agua percolada a lo largo del tiempo suelen ser variables, de acuerdo con las características de los suelos y además con el tamaño de las cuencas consideradas, pero estos porcentajes en la práctica son muy difíciles de determinar. Sin embargo, y siguiendo los lineamientos de la teoría de Thornthwaite, se considera que la proporción mencionada de que el 50% de los excesos de precipitación se presentan en el mes considerado y que el otro 50% (escurrimiento subterráneo) es trasladado al mes siguiente, representa valores promedio de características de suelos como los presentados en el área de estudio.

Es claro que en este modelo se tiene en cuenta que existe siempre una conexión entre el nivel freático y la corriente de agua; en caso de que no exista esa conexión, los excedentes del balance hídrico irán a reforzar el agua del nivel freático, y su movimiento se convertirá en escorrentía subterránea que posteriormente podrá convertirse en escorrentía superficial sobre el cauce de la corriente analizada u corriente otras corrientes o cuerpos de agua que se encuentren a cotas más bajas.

#### 3.3.5.4 Déficit Hídrico

El déficit hídrico corresponde a los volúmenes de agua que no son suministrados por la naturaleza para el apropiado desarrollo de la vegetación y que deben ser cubiertas de manera artificial mediante la aplicación de riego.

De manera contrario a lo que sucede con los excesos hídricos, los períodos de déficit corresponden a los meses de menor ocurrencia de precipitaciones y caudales.

#### 3.3.5.5 Calculo Del Balance Hídrico

El Balance Hidrológico se aplica en todos los casos que tienen que ver con la distribución de los recursos hidráulicos a nivel global, o en cuencas particulares. Es imprescindible en los estudios de regulación de embalses y en los proyectos de suministro de agua para acueducto, riego y generación hidroeléctrica.

Para la realización del Balance Hidrológico se relacionan las variables que intervienen en el ciclo hidrológico:

- Precipitación.
- Evapotranspiración.
- Caudal Superficial.
- Almacenamiento superficial y subterráneo.
- Flujo de agua subterránea.

La ecuación general del Balance Hidrológico en una cuenca determinada tiene la siguiente forma:

$$P + Q_a + G = ET + Q + dS$$



En donde,

P, es la precipitación en el período seleccionado.

Qa, es el aporte superficial de cuencas vecinas.

G, constituye el flujo neto de aguas subterráneas desde y hacia cuencas vecinas.

ET, representa la evapotranspiración real en la cuenca.

Q, es el caudal superficial que sale de la cuenca que se analiza.

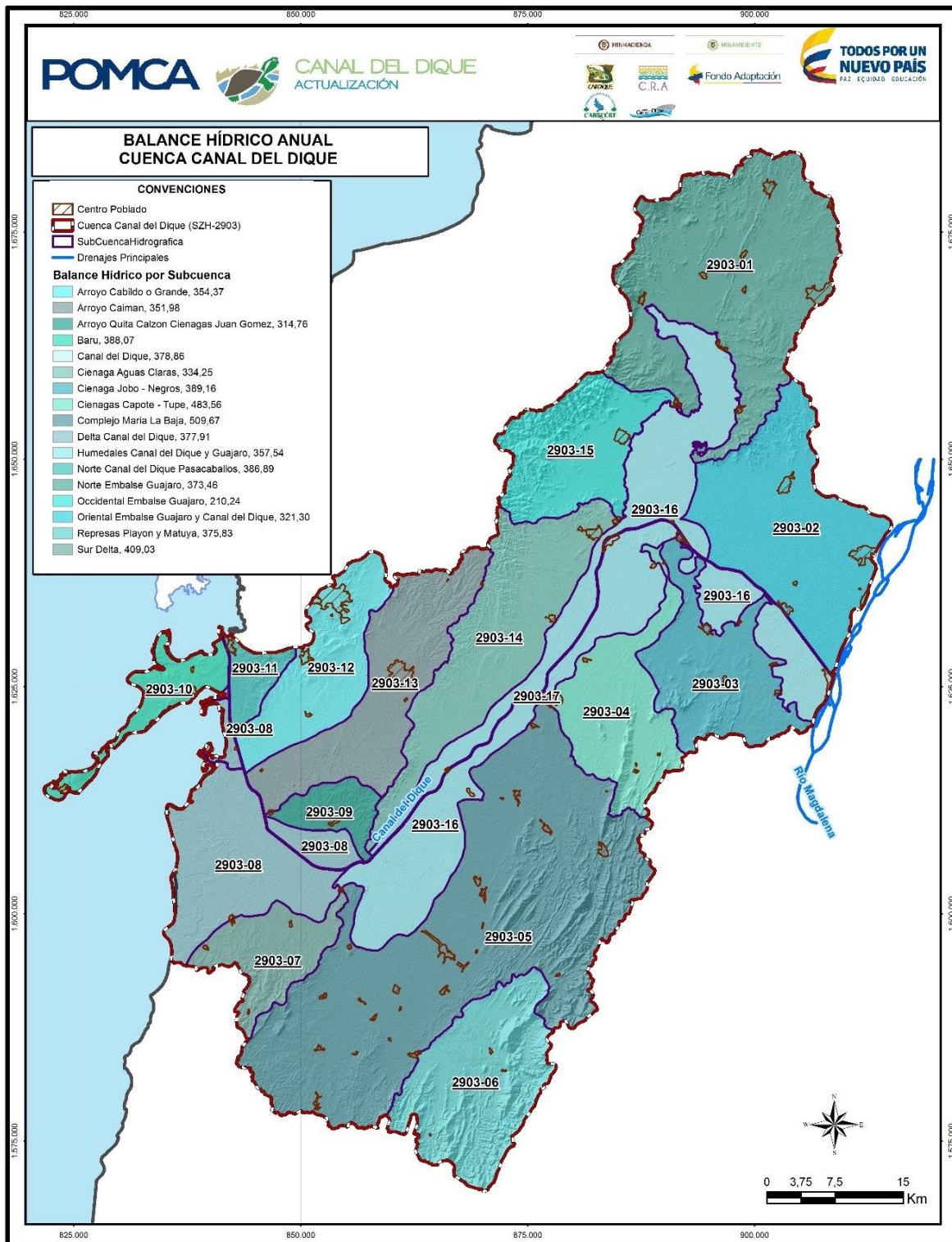
dS, es el cambio en almacenamiento superficial y subterráneo. (Incluye almacenamiento en cauces, embalses, suelo y acuíferos).

El balance hídrico para las subcuencas se realizó teniendo en cuenta los procesos descritos anteriormente como la precipitación, evaporación, evapotranspiración y la escorrentía superficial. Cada balance hídrico es particular a lo que se quiera estudiar, en este caso se tiene un balance hídrico para la cuenca en general para conocer la escorrentía superficial, y otro balance exclusivo para la subcuenca.

En el balance hídrico de la cuenca y subcuencas se tiene que lo positivo hace referencia a las entradas al sistema que produzcan escorrentía superficial, mientras que lo negativo hace referencia a las abstracciones de lo que genere escorrentía superficial. En este caso la precipitación es el único aportante para la producción de la escorrentía superficial; las abstracciones serían la infiltración, detención superficial y evapotranspiración.

El balance hídrico de la subcuenca se vería representado por entradas que serían escorrentía superficial de la cuenca aportante y la precipitación directa sobre la cuenca; por otro lado, las salidas se ven representadas por la evaporación y el agua que pueda salir debida a excesos o por conexión con el Canal del Dique. En la **Figura 3.283** se presenta un esquema del balance hídrico para todas las subcuencas del Canal del Dique.

Figura 3.283. Balance hídrico de las subcuencas de la Cuenca Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En este balance hídrico se tomaron los términos de precipitación directa (mm/día), evaporación (mm/día) y escorrentía superficial (m<sup>3</sup>/s), y se convirtieron a una misma unidad de medición para efectos prácticos, en este caso a m<sup>3</sup>/s. Al final de cada balance se presenta la variación de volumen para la s en términos de caudal, es decir el total del cambio del volumen para un día.

### 3.3.5.6 Recarga Hídrica Subterránea

Para identificar las zonas de recarga en este sistema hídrico debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Recarga Natural:** Procedente de infiltración directa de aguas lluvias y aguas de escorrentía.
- **Recarga Inducida:** Producida en forma indirecta la infiltración que ocurre por la explotación del recurso, ya que al producirse un descenso en los niveles freáticos aumenta el flujo de la escorrentía hacia el acuífero (su cálculo es dispendioso y se necesitan herramientas tecnológicas tales como ensayos isotópicos y modelos matemáticos de simulación de flujo subterráneos).
- **Recarga Artificial:** Implica la construcción de sistemas o estructuras por parte del hombre que aumenta la recarga en el acuífero.

La recarga hídrica que alimenta los acuíferos del área se obtuvo como resultado de del análisis espacial de los valores obtenidos de excesos hídricos del balance hidroclimático y la litología existente en la zona de estudio, teniendo en cuenta que se considera que los excesos hídricos resultantes son volúmenes netos de agua que se infiltran al subsuelo y alimentan los acuíferos localizados por debajo de este estrato, luego de haberse descontado los valores de escorrentía superficial.

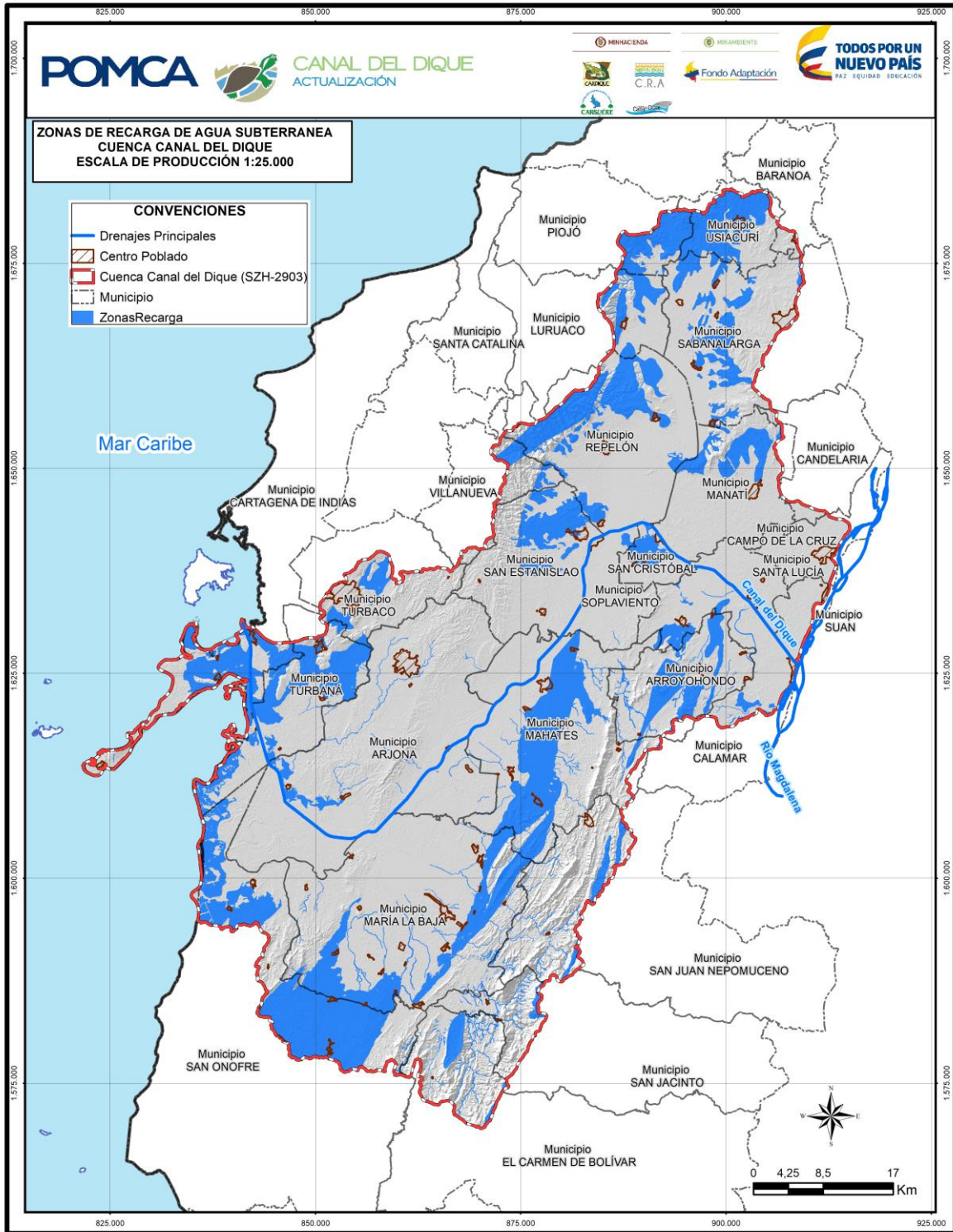
Para el análisis se tuvo en cuenta información geológica y las características de las unidades hidrogeológicas, para la Cuenca Canal del Dique, dado la gran importancia que tiene el recurso hídrico subterráneo en esta zona.

Se identifica como principal zona de recarga dentro del acuífero los cauces de las escorrentías, cuando estas atraviesan las llanuras y las terrazas aluviales, contribuyendo a la recarga en acuíferos superficiales, especialmente en época de invierno durante los eventos de precipitación. Indudablemente la tasa de infiltración en cada zona dependerá de la estratigrafía, la composición granulométrica del cuaternario adyacente y la cabeza hidráulica que tenga el río en ese corte (ver **Figura 3.284**).

También se observan en época seca zonas de exfiltración a lo largo del cauce de las escorrentías que recargan el acuífero, estas aguas son denominadas meteóricas o aguas del intercambio, las cuales siempre o periódicamente participan en el ciclo hidrológico y que circulan en los niveles altos de la fuente subterránea, de modo que en los acuíferos libres en época seca el acuífero aporta agua al caudal de estiaje.



**Figura 3.284. Mapa de zonas de recarga para el Canal de Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.3.5.7 Descarga Hídrica Subterránea

Las zonas de descarga principales se localizan en las áreas aledañas al Canal del Dique y río Magdalena, donde la descarga de las unidades acuíferas Cuaternarios se puede presentar de dos maneras principales una natural a través de los manantiales y cuerpos de agua donde se tiene las ciénagas presentes en el área y otra antrópica a través de captaciones tales como pozos y aljibes, lo cual dentro del área de estudio se encuentra repartida de manera muy puntual, ya que por lo general las rancherías presentan un pozo o aljibe para la captación.

### 3.3.5.8 Análisis De Los Parámetros Hidráulicos

La evaluación de los parámetros hidráulicos se realizó teniendo en cuenta principalmente las pruebas de bombeo y las ecuaciones de flujo y ley de Darcy. Se debe aclarar que las pruebas de bombeo a caudal constante obtenidas para la evaluación hidráulica tienen tiempos de bombeo y recuperación de niveles de 600 a 2800 minutos aproximadamente con una mayor frecuencia de 1440 minutos.

#### 3.3.5.8.1 Transmisividad

Se define como el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno, de ancho unidad y de altura igual a la del manto permeable saturado bajo un gradiente de unidad a una temperatura fija determinada (Custodio & Llamas, 1983). La transmisividad se determina directamente del análisis de las pruebas de bombeo realizadas en los pozos o indirectamente por medio de relaciones con otros parámetros como puede ser el caudal específico.

Para el desarrollo de este estudio se presentarán más adelante los resultados de las pruebas de bombeo de un pozo en el Acuífero de Turbaco y un pozo en el Acuífero de Palenque.

#### 3.3.5.8.2 Conductividad Hidráulica y Permeabilidad

Representa la mayor o menor facilidad con la que el medio deja pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo. El término de conductividad hidráulica es usado comúnmente cuando se trata de agua en una sola fase, mientras que el término permeabilidad se usa en la industria petrolera donde los fluidos de interés son el gas, la gasolina y el agua (Doménico & Schwartz, 1990) Esta se determina a partir del análisis de pruebas de bombeo.

En la **Tabla 3.103** se presentan valores típicos de conductividad hidráulica para los diferentes materiales rocosos.

**Tabla 3.103. Valores de la conductividad hidráulica (m/día).**

		DOMENICO	SMITH & W.	FREEZE	FETIER	SANDERS
<b>SEDIMENTOS</b>	Grava	25 a 2500	100 a 10 <sup>5</sup>	100 a 10 <sup>6</sup>	10 a 1000	
	Grava con arena					
	Arena gruesa	0,1 a 500	0,01 a 1000	1 a 1000	1 a 100	1 a 100
	Arena media	0,1 a 50			0,01 a 100	
	Arena fina	0,02 a 20			0,001 a 0,1	0,01 a 1
	Arena arcillosa			0,01 a 100	0,001 a 0,1	
	Silt, loess	10 <sup>-4</sup> a 2	10 <sup>-4</sup> a 1	10 <sup>-4</sup> a 1	0,001 a 0,1	10 <sup>-4</sup> a 1
	Arcilla	10 <sup>-6</sup> a 4*10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup> a 10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>
	Arcilla marina inalterada	10 <sup>-7</sup> a 2*10 <sup>-4</sup>		10 <sup>-11</sup> a 10 <sup>-7</sup>		
<b>ROCAS SEDIMENTARIAS</b>	Calizas karstificadas	0,1 a 2000	0,05 a 0,5	0,1 a 1000		0,1 a 10 <sup>7</sup>
	Calizas, dolomías	10 <sup>-4</sup> a 0,5	0,001 a 0,5	10 <sup>-4</sup> a 1		10 <sup>-4</sup> a 1
	Areniscas	3*10 <sup>-5</sup> a 0,5	10 <sup>-5</sup> a 1	10 <sup>-5</sup> a 1		
	Argilitas (Siltstone)	10 <sup>-6</sup> a 0,001				
	Pizarras sedimentarias (Shales) intactas	10 <sup>-8</sup> a 2*10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-8</sup> a 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-8</sup>		10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-8</sup>
	Pizarras sedimentarias (Shales) fracturadas/alteradas.		10 <sup>-4</sup> a 1			
<b>ROCAS CRISTALINAS</b>	Basalto inalterado, sin fracturar		10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>			10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>
	Basalto fracturado / vesicular cuaternario		10 a 1000			0,1 a 10 <sup>-6</sup>
	Escorias basálticas		0,001 a 1000			
	Basalto permeable	0,03 a 2000		0,02 a 1000		
	Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>		10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>
	Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	0,001 a 25	10 <sup>-5</sup> a 1	0,0005 a 20		10 <sup>-5</sup> a 1
	Granito alterado	0,3 a 5				
	Gabro alterado	0,05 a 0,3				

Fuente: (GEOCING, 2014).

### 3.3.5.8.3 Coeficiente de Almacenamiento

Se refiere al volumen que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico. Toma valores diferentes según sea el acuífero libre o cautivo. En un acuífero libre el valor del coeficiente de almacenamiento coincide con el valor de la porosidad eficaz. En un acuífero confinado, sin embargo, este volumen de agua que causa un descenso de una unidad en el nivel piezométrico, coincide con la suma del agua liberada por el acuífero como consecuencia de la dilatación que ésta sufre al descomprimirse y el agua que cede el terreno al compactarse el armazón por tener que soportar en mayor parte

el peso del terreno supra yacente. En un acuífero libre puede variar entre 0.05 – 0.03, y en acuíferos confinados entre 10-3 - 10-5.

Este se determina a partir del análisis de pruebas de bombeo, para el desarrollo de este estudio se presentarán más adelante los resultados de las pruebas de bombeo de un pozo en el Acuífero de Turbaco y un pozo en el Acuífero de Palenque.

#### 3.3.5.8.3.1 Nivel Estático (NE)

El nivel estático se define como la distancia del suelo al nivel de espejo de agua sin que esté funcionando la bomba. De la información analizada se encontró que el nivel estático promedio de los pozos registrados localizados en la Cuenca Canal del Dique es de 20,94m, el más profundo a 55,55 m y el de menos profundidad a 0,37 m, este pozo considerado como pozo saltante.

#### 3.3.5.8.4 Nivel Dinámico (ND)

También llamada nivel de bombeo, porque es producido cuando comienza la descarga del acuífero por el pozo. Este nivel depende del caudal de bombeo, del tiempo de bombeo y de las características hidrogeológicas del acuífero. También se debe tener en cuenta la técnica desarrollada en el diseño de pozo.

##### 3.3.5.8.4.1 Prueba de Bombeo Acuífero de Turbaco

Del documento Estudio del Acuífero de Turbaco 2006, se toma la información correspondiente a las Pruebas de Bombeo para este acuífero en particular.

Un pozo de agua se prueba para lograr cualquiera de dos propósitos principales. El objeto más usual es el de obtener información acerca del pozo mientras este se bombea. En tal caso el resultado se reporta en términos de la descarga, el abatimiento observado y la capacidad específica calculada. La anterior información analizada bajo ciertas condiciones nos dará una medida de la capacidad productora del pozo y nos permitirá tener una base para la selección del equipo de bombeo más adecuado. El otro objetivo de las pruebas es el de suministrar datos de los cuales se obtienen los factores principales para calcular el comportamiento de los acuíferos.

El efecto del conocimiento de las características hidráulicas del Sistema Acuífero-Pozo nos permite conocer sus condiciones actuales en términos de eficiencia y predecir su comportamiento futuro para cualquier escenario deseado. Así se procedió dentro del proyecto “Estudio Hidrogeológico de Acuífero de Turbaco” a la ejecución de una Prueba de Bombeo dirigida también, a determinar Las características hidráulicas del acuífero.

En este numeral se presentan los resultados obtenidos en la prueba de bombeo realizada en el Pozo de la Urbanización Altos de Plan Parejo, entre el 13 y 15 de febrero de 2006.

El método utilizado fue el de caudal constante (2.75 lps, durante 18 horas), donde se determinó la evolución del nivel dinámico del agua con respecto al bombeo.

Con esta prueba de bombeo se obtienen las características hidráulicas del sistema Acuífero – Pozo.

Como objetivos primordiales se pretendieron:

- Determinar la capacidad Específica del Pozo Turbaco.
- Determinar las características hidráulicas del sistema Acuífero-Pozo tales como Transmisividad, Coeficiente de Almacenamiento.

### **Datos Generales**

- Fecha de la prueba: Febrero 13 – 15 de 2006
- Hora de inicio: 3:25 p.m.
- Tipo de prueba: Caudal Constante
- Duración de la prueba: 1440 Minutos respectivamente

### **Datos del Pozo de Bombeo**

- Pozo No: Pozo 2.  
Urbanización Altos de Plan Parejo.  
(Pozo privado perteneciente a la urbanización ya mencionada)
- Coordenadas geográficas: X = 852.362 m. E  
Y = 1'634.550m. N

### **Datos del Pozo de Observación**

- Pozo No: Pozo 1.  
Urbanización Altos de Plan Parejo  
(Pozo privado perteneciente a la urbanización ya mencionada)
- Coordenadas geográficas: X = 852.231 m. E  
Y = 1'634.306 m. N.

### **Resultados Prueba a Caudal Constante**

#### **Etapa de Bombeo**

En la **Fotografía 3.21**, se presentan las pruebas del bombeo Pozo de Turbaco.



**Fotografía 3.21. Prueba de bombeo pozo de Turbaco.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

Los valores de niveles, descensos y caudal durante la etapa de bombeo en el Pozo Turbaco se registran en la **Tabla 3.104** y permitieron determinar las características hidráulicas del sistema Acuífero-Pozo.

**Tabla 3.104. Resultados de los ND durante la etapa de bombeo en el pozo de Turbaco.**

INTERVALO DE TIEMPO (MINUTOS)	TIEMPO HORA: MIN:SEG	NIVEL DINAMICO (METROS)	ABATIMIENTO (METROS)	CAUDAL (LPS)
0	3:25	19.25		
1	3:26	28.77	9.520	2.79
2	3:27	32.10	12.850	2.79
3	3:28	34.70	15.450	2.79
4	3:29	35.05	15.800	
5	3:30	36.95	17.700	
6	3:31	38.04	18.790	
7	3:32	38.83	19.580	
8	3:33	39.63	20.380	
9	3:34	40.15	20.900	
10	3:35	40.52	21.270	
12	3:37	41.32	22.070	
14	3:39	41.61	22.360	
16	3:41	41.98	22.730	
20	3:45	43.61	24.360	
30	3:55	45.88	26.630	
35	4:00	46.70	27.450	
40	4:05	47.24	27.990	
45	4:10	47.58	28.330	

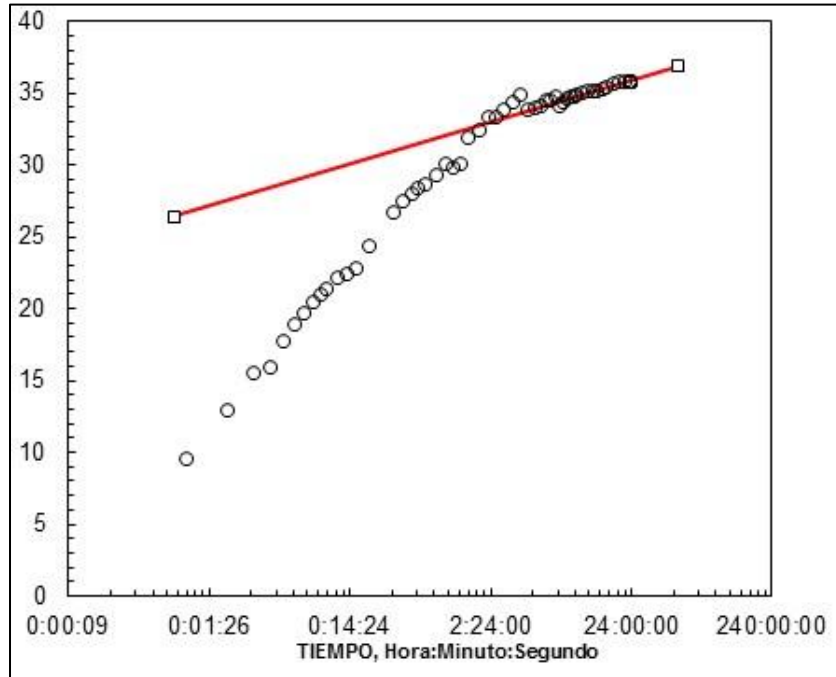
INTERVALO DE TIEMPO (MINUTOS)	TIEMPO HORA: MIN:SEG	NIVEL DINAMICO (METROS)	ABATIMIENTO (METROS)	CAUDAL (LPS)
50	4:15	47.82	28.570	
60	4:25	48.52	29.270	
70	4:35	49.25	30.000	
80	4:45	49.03	29.780	
90	4:55	49.32	30.070	
100	5:05	51.12	31.870	
120	5:25	51.56	32.310	
140	5:45	52.49	33.240	
160	6:05	52.49	33.240	
180	6:25	53.04	33.790	
210	6:55	53.60	34.350	
240	7:25	54.08	34.830	
270	7:55	53.03	33.780	
300	8:25	53.10	33.850	
330	8:55	53.32	34.070	
360	9:25	53.66	34.410	
390	9:55	53.72	34.470	
420	10:25	50.00	34.750	
450	10:55	53.35	34.100	
480	11:25	53.58	34.330	
510	11:55	53.77	34.520	
540	12:25	53.88	34.630	
570	12:55	53.97	34.720	
600	13:25	54.06	34.810	
660	14:25	54.24	34.990	
720	15:25	54.31	35.060	
780	16:25	54.31	35.060	
840	17:25	54.35	35.100	
900	18:25	54.45	35.200	
960	19:25	54.53	35.280	2.79
1080	21:25	54.79	35.540	
1200	23:25	54.97	35.720	
1320	1:25	54.99	35.740	
1440	3:25	54.99	35.740	
				2.79

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### Interpretación de los Datos de la Etapa de Bombeo

El valor de la Transmisividad también se calcula mediante las ecuaciones de Jacob en Bombeo **Figura 3.285**.

**Figura 3.285. Descensos Vs. Tiempo de bombeo – Pozo de Turbaco.**



**Tabla 3.105. Resultados de los NE durante la etapa de recuperación en el pozo de Turbaco.**

INTERVALO DE TIEMPO (MINUTOS)	TIEMPO REAL (H:M)	NIVEL ESTÁTICO (METROS)	% RECUPERACIÓN
0	54.99	31.00	
1	48.00	30.95	17.950
2	43.20	30.35	17.350
3	40.51	29.27	16.270
4	38.49	27.70	14.700
5	37.20	27.14	14.140
6	35.94	26.75	13.750
7	34.88	26.44	13.440
8	34.00	26.07	13.070
9	33.30	25.86	12.860
10	32.50	25.61	12.610
12	31.25	25.44	12.440
14	30.06	25.06	12.060
16	29.18	24.68	11.680
20	28.16	24.31	11.310
30	26.73	22.94	9.940
35	26.30	22.49	9.490
40	25.90	22.04	9.040
45	25.60	21.62	8.620
50	25.30	21.26	8.260
60	24.81	20.40	7.400
70	24.38	20.20	7.200
80	24.02	19.70	6.700
90	23.70	19.33	6.330
100	23.41	18.87	5.870
120	23.00	18.30	5.300
140	22.64	17.74	4.740
160	22.38	17.37	4.370
180	22.10	17.03	4.030
210	21.95	16.55	3.550
240	21.81	16.10	3.100
270	21.65	15.74	2.740
300	21.54	15.37	2.370
360	20.53	15.12	2.120
390	20.32	15.07	2.070
480	20.04	15.04	2.040
600	19.74	14.00	1.000

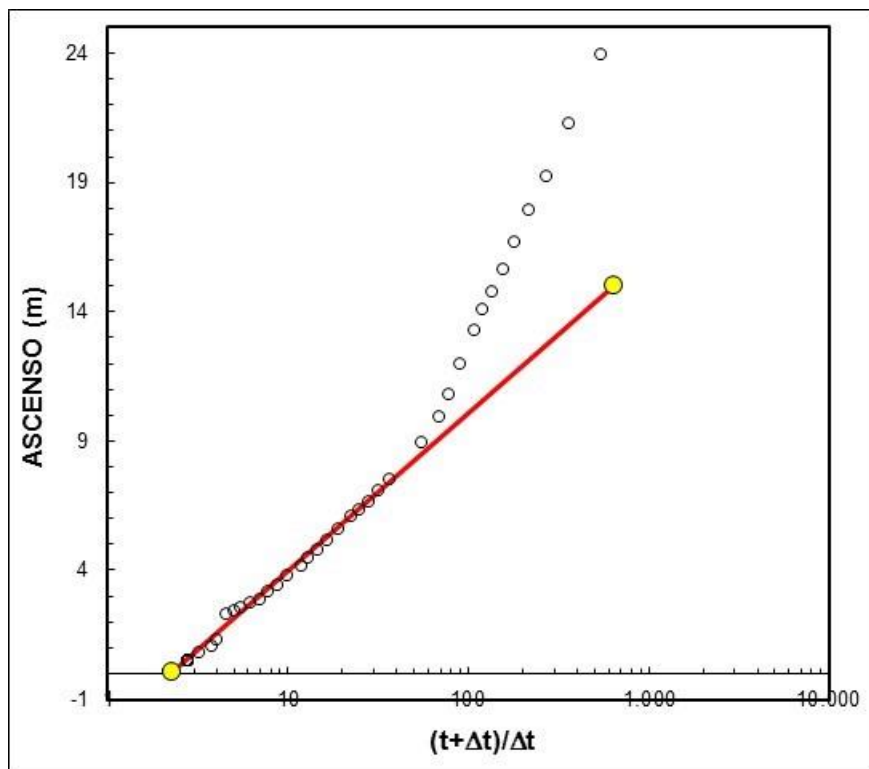
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.



Interpretación de los Datos Durante la Etapa de Recuperación

En la **Figura 3.286** se muestra el método gráfico para el cálculo de la Transmisividad de Jacob en Recuperación.

**Figura 3.286. Ascenso Vs. Tiempo Prueba de Bombeo Pozo de Turbaco.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

De la información anterior se obtienen los resultados de la **Tabla 3.106**.

**Tabla 3.106. Resumen de los datos de la prueba de bombeo Pozo de Turbaco.**

PARÁMETRO	MÉTODO	VALOR
Nivel Estático (m) Pozo Turbaco		19.25
Nivel Dinámico Pozo Turbaco (m)		54.99
Abatimiento – s (m) Pozo Turbaco		35.74
Caudal – Q (lps)		2.79
Capacidad específica (m/lps)		12.81
Coeficiente de Almacenamiento – S	Prueba de Bombeo (Acuífero Libre)	1.0E-03
Transmisividad T (m <sup>2</sup> /día)	Jacob - Bombeo	15
Transmisividad T (m <sup>2</sup> /día)	Jacob - Recuperación	7

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### Discusión de Resultados Pozo Turbaco

Nota: La prueba de bombeo efectuada en este pozo solo tuvo una duración de 18 horas debido a:

- El pozo pertenece a un acueducto privado y la comunidad no autorizó una prueba mayor a 48 horas (bombeo y recuperación).
- Se presentaron dos cortes al fluido eléctrico durante la prueba de bombeo lo que obligó a suspender la prueba, esperar a que el nivel estático se recuperara para volver a dar inicio al bombeo.
- Debido al mal diseño del pozo, este no tenía una tubería de medición de niveles razón por la cual hubo que instalársela ya que al introducir la sonda para medir los niveles esta se atascaba con los cables de la bomba sumergible. (**Fotografía 3.23**).

#### **Fotografía 3.23. Instalación tubería Prueba de Bombeo Pozo de Turbaco.**



Fuente: Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

Los datos obtenidos en la prueba de bombeo muestran que el Acuífero se Caracteriza como un *Acuífero Libre*, (su coeficiente de almacenamiento se encuentra entre 0.5 y  $1 \times 10^{-3}$ ) y su capacidad específica indica que por cada litro que se desee obtener el acuífero se abatirá (o generará un descenso del nivel de agua) 12.81 m. Estos son los parámetros más importantes a la hora de generar predicciones sobre el funcionamiento del pozo en general, además para optimizar el funcionamiento del mismo se necesitan, algunos datos importantes como el diseño del pozo.

Al revisar los datos adquiridos con el pozo de observación se evidencia que el descenso de sus niveles es aceptable, lo cual quiere decir que hay una interconexión hidráulica entre los dos pozos, pero no existe una afectación significativa en un radio de influencia de 300 m. Para nuestro caso particular los niveles altos de descenso observados en la prueba de bombeo de 12.81 m por cada litro extraído, puede obedecer a dos situaciones:

1. Que el pozo se encuentre obstruido debido a su falta de mantenimiento y/o porque tiene algún objeto extraño en su interior.

2. La capacidad del acuífero es mínima, hipótesis esta que por el contexto local y regional de las condiciones hidrogeológicas sea la menos probable.

#### 3.3.5.8.4.2 Prueba de Bombeo Acuífero de Palenque

Del documento Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006, se toma la información correspondiente a las Pruebas de Bombeo para este acuífero en particular.

En este numeral se presentan los resultados obtenidos en la prueba de bombeo realizada en el Pozo del Acueducto de Palenque, entre el 8 y 10 de febrero de 2006.

El método utilizado fue el de caudal constante (5.29 lps, durante 24 horas), donde se determinó la evolución del nivel dinámico del agua con respecto al bombeo. Con esta prueba de bombeo se obtienen las características hidráulicas del sistema Acuífero – Pozo.

#### Datos Generales

- Fecha de la prueba: Febrero 8 – 10 de 2006.
- Hora de inicio: 9:10 a.m.
- Tipo de prueba: Caudal Constante.
- Duración de la prueba: 1440 Minutos respectivamente.

#### Datos del Pozo de Bombeo

- Pozo No: Acueducto de Palenque.
- Coordenadas geográficas: X = 873.720 m. E  
Y = 1.612.745 m. N

#### Resultados Prueba a Caudal Constante

##### Etapas de Bombeo

En la **Fotografía 3.24**, se muestra la prueba de bombeo del Pozo de Palenque.

**Fotografía 3.24. Prueba de Bombeo Pozo de Palenque.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

Los valores de niveles, descensos y caudal durante la etapa de bombeo en el Pozo de Palenque se registran en la **Tabla 3.107** y permitieron determinar las características hidráulicas del sistema Acuífero-Pozo.

**Tabla 3.107. Resultados de los ND durante la Etapa de Bombeo en el Pozo Palenque.**

INTERVALO DE TIEMPO (Minutos)	TIEMPO Hora:min:seg	NIVEL DINÁMICO (Metros)	ABATIMIENTO (Metros)	CAUDAL (Lps)
0	09:10	13.00		
1	09:11	23.95	10.950	5.29
2	09:12	25.10	12.100	5.29
3	09:13	27.32	14.320	5.29
4	09:14	28.70	15.700	
5	09:15	29.80	16.800	
6	09:16	30.57	17.570	
7	09:17	30.90	17.900	
8	09:18	30.90	17.900	
9	09:19	50.90	17.900	
10	09:20	30.90	17.900	
12	09:22	30.95	17.950	
14	09:24	30.98	17.980	
16	09:26	30.98	17.980	
20	09:30	30.98	17.980	
30	09:40	30.90	17.900	
35	09:45	30.90	17.900	
40	09:50	30.85	17.850	
45	09:55	30.82	17.820	
50	10:00	30.42	17.420	
60	10:10	30.86	17.860	



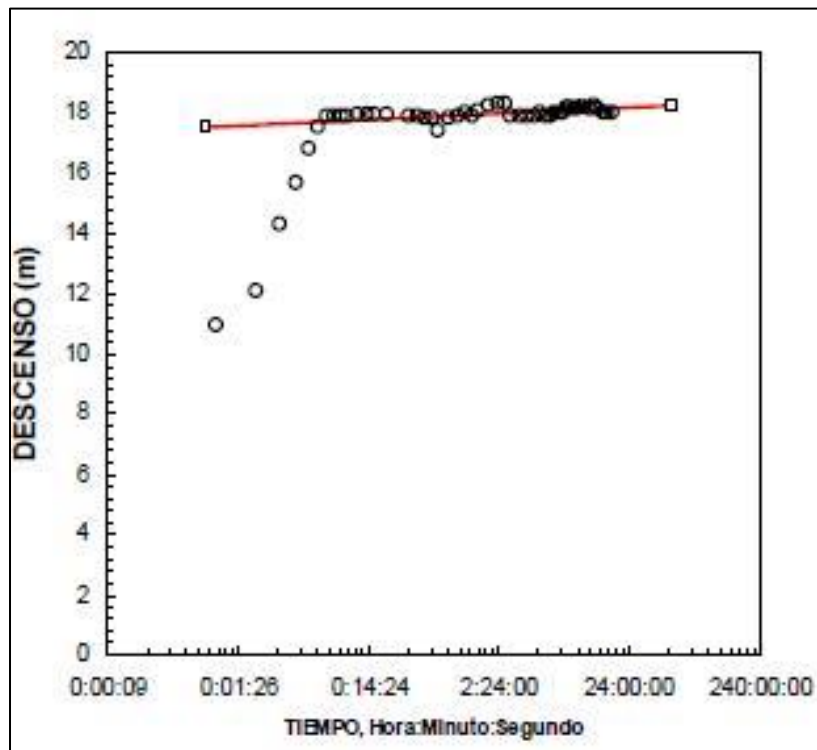
INTERVALO DE TIEMPO (Minutos)	TIEMPO Hora:min:seg	NIVEL DINÁMICO (Metros)	ABATIMIENTO (Metros)	CAUDAL (Lps)
70	10:20	30.90	17.900	
80	10:30	31.01	18.010	
90	10:40	30.90	17.900	
100	10:50	31.08	18.080	
120	11:10	31.28	18.280	
140	11:30	31.30	18.300	
160	11:50	31.30	18.300	
180	12:10	30.90	17.900	
210	12:40	30.89	17.890	
240	13:10	30.89	17.890	
270	13:40	30.89	17.890	
300	14:10	31.00	18.000	
330	14:40	30.91	17.910	
360	15:10	30.91	17.910	
390	15:40	31.01	18.010	
420	16:10	31.01	18.010	
450	16:40	31.01	18.010	
480	17:10	31.18	18.180	
510	17:40	31.18	18.180	
540	18:10	31.15	18.150	
570	18:40	31.12	18.120	
600	19:10	31,18	18.180	
660	20:10	31.18	18.180	
720	21:10	31.15	18.150	
780	22:10	31.26	18.260	
840	23:10	31.14	18.140	
900	00:10	31.00	18.000	
960	01:10	31.00	18.000	5.29
1080	03:10	31.00	18.000	
1440	09:10	31.00	18.000	
				5.29

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

### Interpretación de los Datos de la Etapa de Bombeo

El valor de la Transmisividad también se calcula mediante las ecuaciones de Jacob en Bombeo **Figura 3.287**.

Figura 3.287. Descensos Vs. Tiempo de bombeo Pozo de Palenque.



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

### Etapa de Recuperación

Transcurridas las 18 horas de bombeo se apagó la bomba y se inicia la recuperación de los niveles tendiendo a alcanzar el nivel estático inicial; este ascenso de niveles fue igualmente registrado en los mismos intervalos de tiempo de bombeo (**Tabla 3.108**).

Tabla 3.108. Resultados de los NE durante la Etapa de Recuperación en el Pozo Palenque.

INTERVALO DE TIEMPO (Minutos)	TIEMPO REAL (h:m)	NIVEL ESTÁTICO (Metros)	% RECUPERACION
0	09:10	31.00	
1	09:11	30.95	17.950
2	09:12	30.35	17.350
3	09:13	29.27	16.270
4	09:14	27.70	14.700
5	09:15	27.14	14.140
6	09:16	26.75	13.750
7	09:17	26.44	13.440
8	09:18	26.07	13.070
9	09:19	25.86	12.860
10	09:20	25.61	12.610

INTERVALO DE TIEMPO (Minutos)	TIEMPO REAL (h:m)	NIVEL ESTÁTICO (Metros)	% RECUPERACION
12	09:22	25.44	12.440
14	09:24	25.06	12.060
16	09:26	24.68	11.680
20	09:30	24.31	11.310
30	09:40	22.94	9.940
35	09:45	22.49	9.490
40	09:50	22.04	9.040
45	09:55	21.62	8.620
50	10:00	21.26	8.260
60	10:10	20.40	7.400
70	10:20	20.20	7.200
80	10:30	19.70	6.700
90	10:40	19.33	6.330
100	10:50	18.87	5.870
120	11:10	18.30	5.300
140	11:30	17.74	4.740
160	11:50	17.37	4.370
180	12:10	17.03	4.030
210	12:40	16.55	3.550
240	13:10	16.10	3.100
270	13:40	15.74	2.740
300	14:10	15.37	2.370
330	14:40	15.12	2.120
360	15:10	15.07	2.070
390	15:40	15.04	2.040
420	16:10	14.39	1.390
450	16:40	14.22	1.220
480	17:10	14.00	1.000
510	17:40	13.87	0.870
540	18:10	13.26	0.260

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

En la **Fotografía 3.25**, se presentan la toma de datos de los niveles de la etapa de recuperación del Pozo Palenque.

Fotografía 3.25. Toma de datos de niveles etapa de recuperación Pozo Palenque.

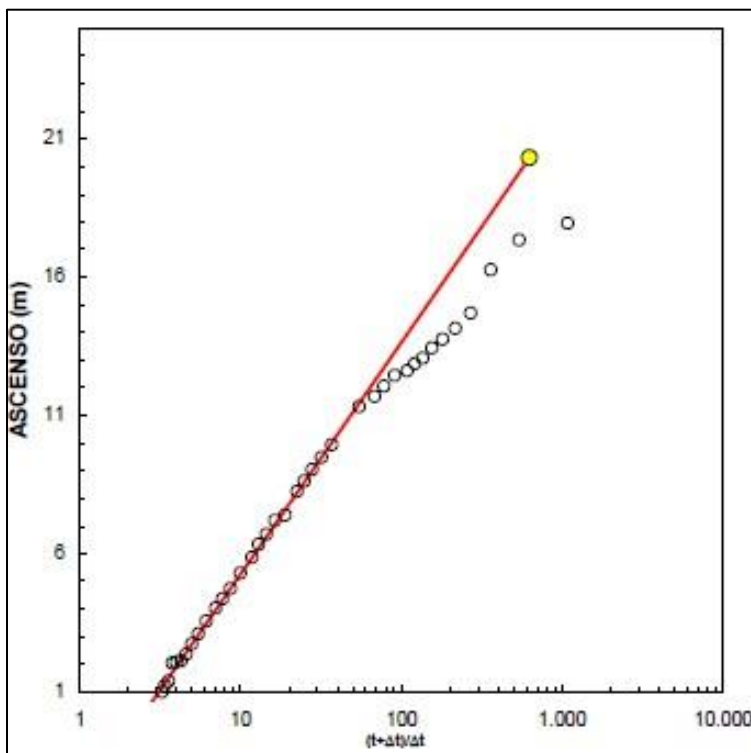


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

Interpretación de los Datos Durante la Etapa de Recuperación

En la **Figura 3.288** se muestra el método gráfico para el cálculo de la Transmisividad de Jacob en Recuperación.

Figura 3.288. Ascenso Vs. Tiempo Pozo Palenque.



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



De la información anterior se obtienen los resultados de la **Tabla 3.109**.

**Tabla 3.109. Resumen de los datos de la prueba de bombeo Pozo Palenque.**

PARÁMETRO	MÉTODO	VALOR
Nivel Estático (m) Pozo Palenque		13.00
Nivel Dinámico Pozo Palenque (m)		31.00
Abatimiento – s (m) Pozo Palenque		18.00
Caudal – Q (lps)		5.29
Capacidad específica (m/lps)		3.4
Coeficiente de Almacenamiento – S	Prueba de Bombeo (Acuífero Libre)	1.07E-03
Transmisividad T (m <sup>2</sup> /día)	Jacob - Bombeo	400
Transmisividad T (m <sup>2</sup> /día)	Jacob - Recuperación	10

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

### Discusión de Resultados Pozo Palenque

Los datos obtenidos en la prueba de bombeo muestran que el Acuífero se Caracteriza como un *Acuífero Libre*, (su coeficiente de almacenamiento se encuentra entre  $0.5$  y  $1 \times 10^{-3}$ ) y su capacidad específica nos indica que por cada litro que se desee obtener el acuífero se abatirá (o generara un descenso del nivel de agua) 3.4 metros. Estos son los parámetros más importantes a la hora de generar predicciones sobre el funcionamiento del pozo en general, además para optimizar el funcionamiento del mismo se necesitan, algunos datos importantes como el diseño del pozo con el fin de determinar la ubicación exacta de los filtros y tubería ciega y de esta manera poder sugerir una reubicación de la bomba para extraer más caudal de una manera más eficiente.

En el caso específico de este pozo los niveles de abatimiento son anómalos, es decir, suben y bajan durante la prueba de bombeo, cuando lo normal es, que los niveles desciendan mientras el pozo se esté bombeando. Si se observa la gráfica semilogaritmica del tiempo de bombeo Vs Abatimiento, veremos que existe un cambio abrupto en la pendiente de la línea, esto indica la presencia de una recarga por infiltración o afluencia de una corriente o caudal extra. El cono de depresión expansión detecto uno o más aportes extras en el tiempo coincidente con el cambio de pendiente. Igualmente sucede en la gráfica de recuperación.

En el área de influencia cercana al pozo objeto de la prueba (a 15 m aproximadamente) existe un pozo que abastece al área de Palenquito y el cual se encontraba en funcionamiento al momento de iniciar la prueba de bombeo para ser apagado horas más tarde, lo cual genero la anomalía dentro de los datos de la prueba realizada. Este pozo se enciende todos los días a las 8 o 9 de la mañana y se apaga unas horas más tarde, por lo tanto los parámetros expuestos en la tabla anterior se obtuvieron con el primer segmento de la recta y no se tuvo en cuenta el segmento que presenta cambio en la pendiente.

#### 3.3.5.8.5 Caudal (Q)

El caudal o gasto de una corriente, es el volumen de agua que pasa por una sección transversal del cauce o canal en un tiempo dado, normalmente en la unidad de tiempo. Las

unidades empleadas para el caudal, son metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), o litros por segundo (l/s).

El caudal depende directamente de la superficie (S), de la sección transversal de la corriente de agua y de la velocidad media del agua (V), obteniéndose el caudal o gasto (Q), por medio de la multiplicación de ambos factores.

La **Tabla 3.104**, presenta los resultados de la prueba de bombeo del pozo en el acuífero de Turbaco, dando como resultado un caudal de 2,79 l/s.

La **Tabla 3.107**, presenta los resultados de la prueba de bombeo del pozo en el acuífero de Palenque, dando como resultado un caudal de 5,29 l/s.

#### 3.3.5.8.6 El Abatimiento (s)

Diferencia entre el Nivel Dinámico y el Nivel Estático. Se refiere a la reducción del nivel del agua en un pozo debido a una extracción sostenida. El abatimiento es una función de las propiedades del acuífero (conductividad hidráulica, K) y las características del pozo incluyendo su construcción. Se utiliza para estimar las propiedades de los acuíferos en ausencia de pruebas sistemáticas.

La **Tabla 3.106**, presenta los resultados de Abatimiento del pozo en el acuífero de Turbaco, dando como resultado un abatimiento de 35,74 m.

La **Tabla 3.109**, presenta los resultados de Abatimiento del pozo en el acuífero de Palenque, dando como resultado un abatimiento de 18,0 m.

#### 3.3.5.8.7 Capacidad Específica (Ce)

Relación entre el Caudal y el Abatimiento. Rendimiento de un pozo (Q) por unidad de abatimiento (s), medido regularmente en galones por minuto/pies de abatimiento, definido por la ecuación  $Ce = Q/s$ .

La **Tabla 3.106**, presenta los resultados de la capacidad específica del pozo en el acuífero de Turbaco, dando como resultado una capacidad específica de 12,81 (m/lps).

La **Tabla 3.109**, presenta los resultados de la capacidad específica del pozo en el acuífero de Turbaco, dando como resultado una capacidad específica de 3,4 (m/lps).

### 3.3.6 Modelo Conceptual

Con base en el siguiente proceso, representado en la imagen, se puede entender con claridad el comportamiento que se presenta dentro del llamado Ciclo Hídrico, donde aparecen las diferentes etapas que hacen parte de él, y especialmente referenciar los lugares en donde se sucede cada uno de los eventos.

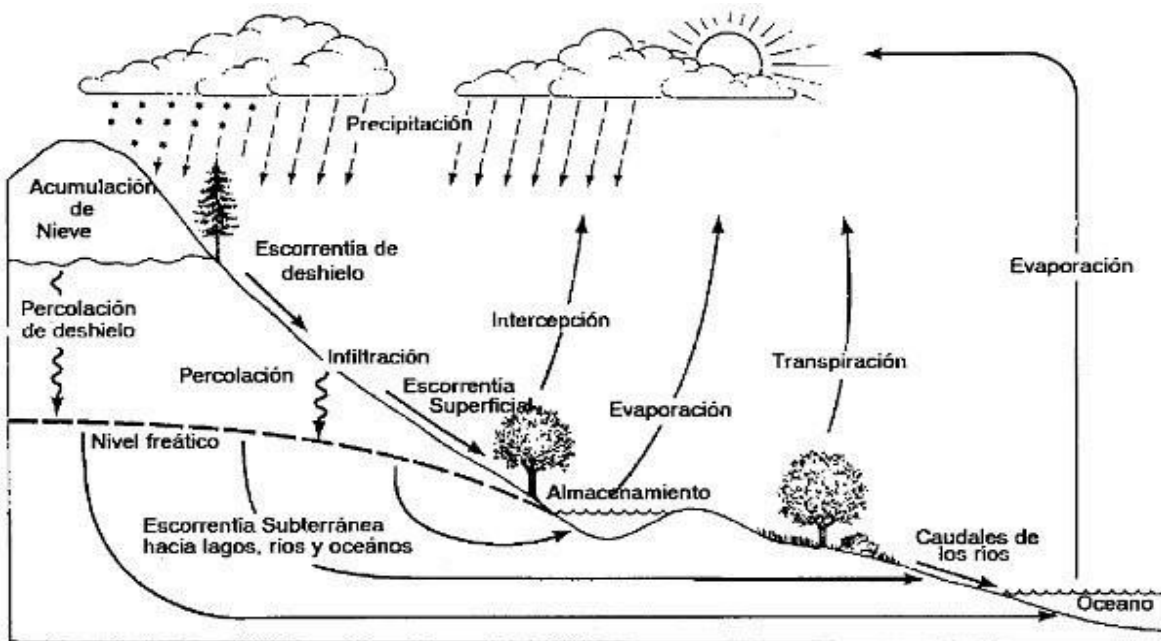
Dentro de los más importantes se tienen la denominada recarga, que es la base de la potencial presencia de agua en una región, la que normalmente se asocia con la

precipitación. A partir de ella se presentan las fases de infiltración, escorrentía superficial (Flujo superficial) y almacenamiento.

Dentro de la fase de escorrentía superficial se da el proceso de formación de las corrientes hídricas como cañadas, quebradas y ríos, que finalmente terminan en los océanos, en la medida que van uniéndose varios drenajes, donde uno de ellos capta todas las aguas para descargarlas allí. Dependiendo del tipo de suelo, acompañado de condiciones topográficas por donde circulan, pueden presentarse los fenómenos de infiltración, resurgencia, manantial, etc. (ver **Figura 3.289**).

La infiltración está controlada principalmente por las características de la roca con determinado perfil del suelo, que se basan en porosidad y permeabilidad, dependiendo de ellas el agua superficial encuentra o no condiciones apropiadas para infiltrar y poder descender dentro de los cuerpos rocosos. En la medida que exista fracturamiento, diaclasamiento o algún tipo de control estructural, las aguas siguen una determinada dirección que pueden llevarlas a volver a superficie o abastecer las aguas subterráneas.

**Figura 3.289. Ciclo hídrico generalizado.**



Fuente: Villodas (Sf). Guía de estudio sobre ciclo hidrológico. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2011/06/02/guia-de-estudio-sobre-ciclo-hidrologico/>.

Con lo anterior también se controla el denominado Nivel Freático, el cual define la posibilidad que el agua de infiltración tome diferentes recorridos y pueda salir de nuevo a superficie de diferentes maneras, tales como manantiales, nacederos, o inclusive entrar a hacer parte de las aguas superficiales.

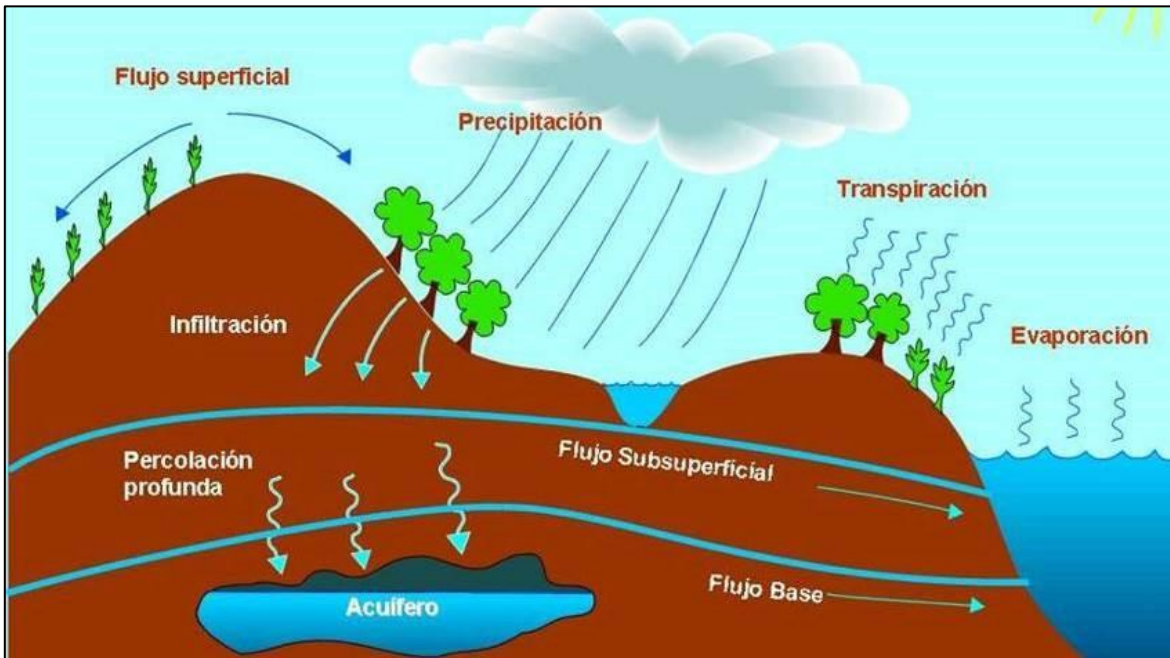
El manantial, nacedero o cualquier otra forma de aparición de aguas en superficie es el producto de la salida por efecto de equilibrio de presiones entre la subterránea y la presión atmosférica, y por encontrar condiciones ideales de porosidad y/o fracturamiento que facilita el recorrido hacia superficie.

Las condiciones intrínsecas de las rocas y por ende del suelo, hacen posible la retención temporal de aguas superficiales en los denominados lagos, aljibes, que dependiendo de la recarga y descarga que exista regional y localmente hagan que se mantengan los niveles de dichos cuerpos.

La capacidad de aforo de los cuerpos de agua (ciénagas) se ha dado principalmente por los efectos de cambios en el nivel de inundación del Canal del Dique y por efecto de aguas lluvias. Estas aguas aportadas, se almacenan y retienen por las condiciones intrínsecas de la zona.

La **Figura 3.290** permite visualizar el comportamiento que tiene las denominadas aguas subsuperficiales en su recorrido, lo cual hace que éste tipo de flujo al encontrar zonas de baja presión pueda aflorar en superficie, permitiendo o el abastecimiento de cuerpos lentos o incrementar el caudal de los cuerpos loticos.

**Figura 3.290. Detalle del comportamiento de flujos.**



Fuente: Morales (2014). Ciclo hidrológico. Recuperado de <http://agricolas2014url.blogspot.com/2014/05/ciclo-hidrologico.html>.

Lo anteriormente descrito explica también el porqué de la presencia de niveles acuíferos a determinadas profundidades puntuales con respecto a cada Sondeo Eléctrico Vertical y a las Tomografías, y posteriormente a la interpretación regional de los mismos, la definición de un nivel acuífero a una profundidad mayor que la manifestada de manera individual.

Adicionalmente, permite considerar que parte de las aguas que corresponden a subterráneas pueden provenir desde el Sureste, especialmente desde la zona correspondiente a la parte alta y estribaciones de las Serranía (Cinturones de San Jacinto y Sinú), que por medio de vasos comunicantes se desplazan desde las áreas topográficamente más altas, descienden y luego se dirigen hacia la zona plana, en donde

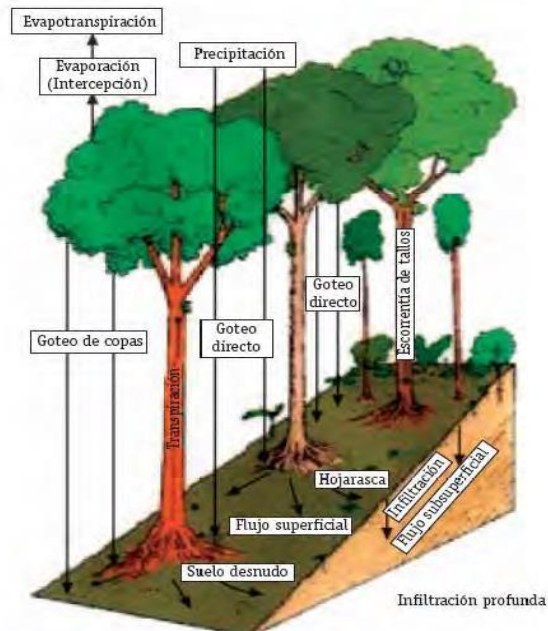


hoy día son aprovechadas o discurren por medio de cauces superficiales, intermitentes o perennes, aunque localmente se puedan presentar procesos o fenómenos de resurgencia.

Observando la **Figura 3.290**, y trasladando el comportamiento en la zona de interés, se puede explicar, que considerando las características locales de tipo topográfico, asociadas con las definidas en los SEV's individuales, la dirección del agua superficial (proveniente principalmente de la precipitación) y el movimiento de las aguas subsuperficiales es, para los cauces mayores, principalmente hacia el oeste, teniendo en cuenta las pendientes que se tienen, tanto la superficie topográfica como induciendo la ligera inclinación de la secuencia estratigráfica, representada por depósitos sedimentarios terciarios y cuaternarios hacia el centro y norte de la cuenca.

La **Figura 3.291** representa el comportamiento que se da en regiones en las cuales existe vegetación arbustiva o arbórea, asociada a las precipitaciones, tipo de suelo, cobertura vegetal, presencia de restos vegetales (Hojarasca), y densidad de la vegetación entre otros, para que se produzca el llamado proceso de infiltración y movimiento del agua subsuperficial. Por lo tanto, en la medida que haya mayor o menor cobertura vegetal, asociada con las características intrínsecas del suelo, la capacidad de infiltración y percolación es variable.

**Figura 3.291. Proceso de infiltración.**



Fuente: Tomado de Imágenes Google.

Los anteriores elementos adicionalmente, facilitan o impiden que la infiltración sea rápida, y se dé una mayor cantidad de agua de escorrentía o el mayor caudal se dirija al subsuelo.

Con base en lo anteriormente comentado, las unidades acuíferas identificadas dentro de la Cuenca Canal del Dique incluyen:

### 3.3.6.1 Acuífero Cuaternario Actual (AqCa)

Es un acuífero continuo de extensión regional, de muy alta productividad, conformado por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial; acuífero libre con agua generalmente de buena calidad química. Puede aportar caudales superiores a 5 l/s dependiendo de los niveles arenosos que se atraviesen, su capacidad específica es muy alta. En el mapa hidrogeológico se representa con el color azul tono oscuro.

### 3.3.6.2 Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQlal, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp), Acuífero Rotinet (AqQpr). Acuífero Arjona (AqPgNga)

Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimento cuaternario y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos semiconfinados con agua de regular calidad química. Son acuíferos con una capacidad baja, pueden aportar caudales entre los 0,05 l/s y 1 l/s. En el mapa hidrogeológico se representa con el color azul tono claro.

### 3.3.6.3 Acuífero San Jacinto (AqPgsj), Acuífero Maco (AqPgma), Acuífero Arroyo Piedra (AqPga), Acuífero Pendales (AqPgp), Acuífero San Onofre (AqNgso), Acuífero Mucacal (AqNgmu), Acuífero Rancho (AqNgr), Acuífero Hibacharo (AqNgh), Acuífero Bayunca (AqNgb) y Acuífero Tubara (AqNgt)

Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas, de ambiente marino. Acuíferos generalmente semiconfinados a confinados con agua de buena calidad química. Las litologías de estos depósitos se relacionan con las Formaciones San Jacinto (Pgsj), Maco (Pgma), Arroyo de Piedra (Pga), Pendales (Pgp), San Onofre (Ngso), Mucacal (Ngmu), Rancho (Ngr), Hibacharo (Ngh), Bayunca (Ngb) y Tubará (Ngt). Son acuíferos con una capacidad muy alta, pueden aportar caudales del orden de 5 l/s. En el mapa hidrogeológico se representa con el color verde tono oscuro.

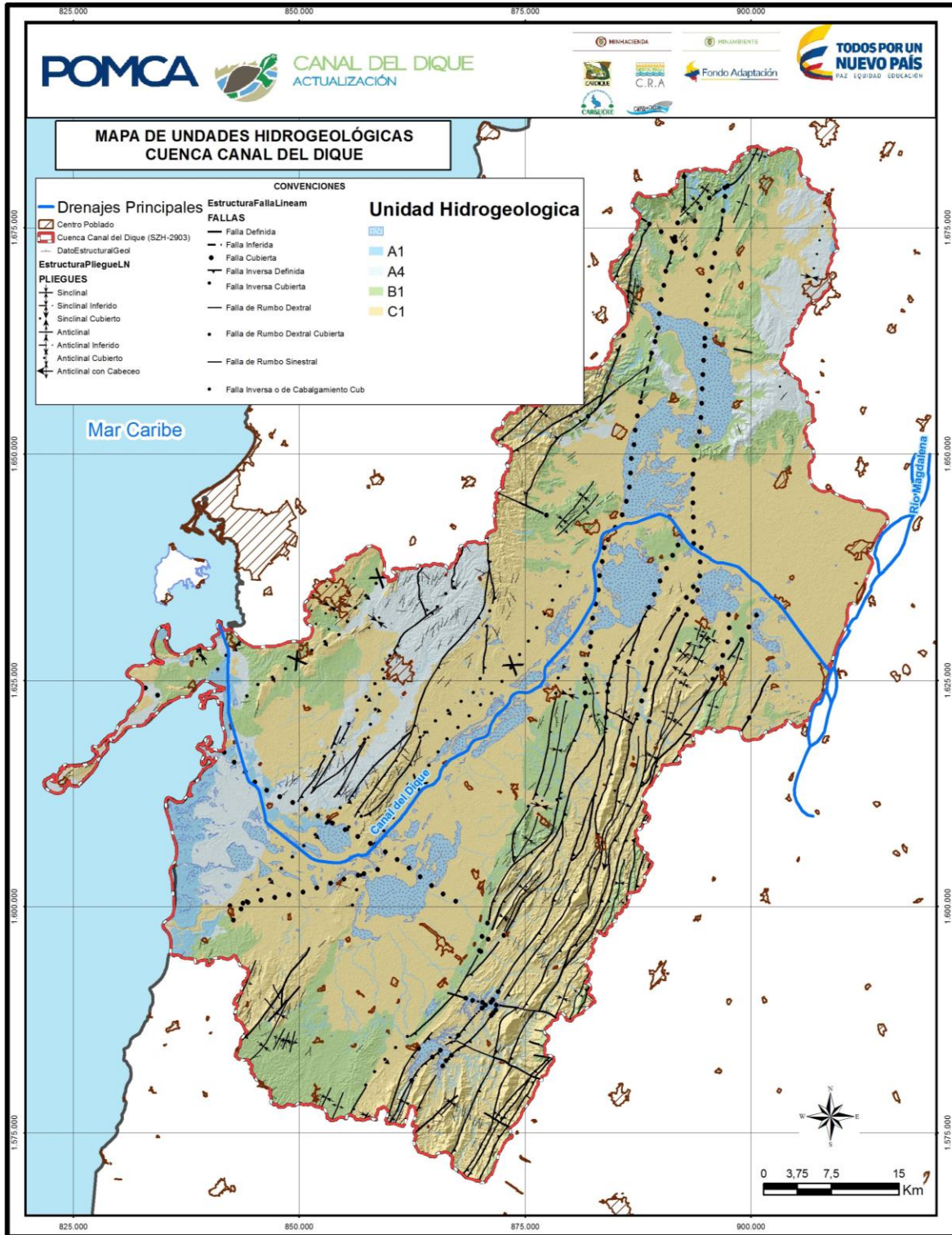
### 3.3.6.4 Acuitardo Fluvio-lacustres (AqFl), Acuitardo La Popa (AqQpp), Acucierre San Cayetano (AqPgsc), Acucierre El Carmen (AqPgNgc), Acucierre Chengue (AqPgch), Acucierre Cansona (AqKsc)

Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltáicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras. En el área de estudio se estima que puede aportar un caudal menor de 0,05 l/s y una capacidad específica muy baja. En el mapa hidrogeológico se representa con el color café de tono oscuro.

Como objetivo de la actualización de este POMCA es generar nueva información cartográfica, para el buen manejo del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca Canal del Dique. Para esto se desarrolla un modelo conceptual basándose en el mapa hidrogeológico desarrollado en el presente proyecto (**Figura 3.292**).

La Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación se calcula con base en el Método de Indexación “GOD”, el cual tiene en cuenta la ocurrencia del agua subterránea de acuerdo al grado de confinamiento de los acuíferos (G), la litología predominante sobre el acuífero o texturas del suelo (O) y la profundidad de la tabla de agua (D). El análisis de la vulnerabilidad de los acuíferos se muestra en el numeral 11.

Figura 3.292. Mapa de Unidades Hidrogeológicas del Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.3.7 Usos Actuales del Recurso Hídrico Subterráneo

La evaluación parte de la revisión de los estudios, procedimientos, infraestructura y bases de datos generadas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CRA, CARDIQUE, CARSUCRE) en los programas institucionales de concesión de aguas subterráneas como lo establece el decreto 1541 de 1978 y de la Tasa Por Utilización del Agua – TUA, conforme lo define el Decreto 155 de 2004.

Es necesario depurar las listas de usuarios consumidores del agua de tal forma que se descarten las concesiones y consumos de aguas superficiales, es decir, que no guardan una relación directa con la escorrentía superficial frente a la disponibilidad directa del recurso hídrico.

Del procedimiento anterior se consigue la estructuración de las listas de usuarios, los caudales, tanto los concesionados como los efectivamente consumidos para un periodo determinado.

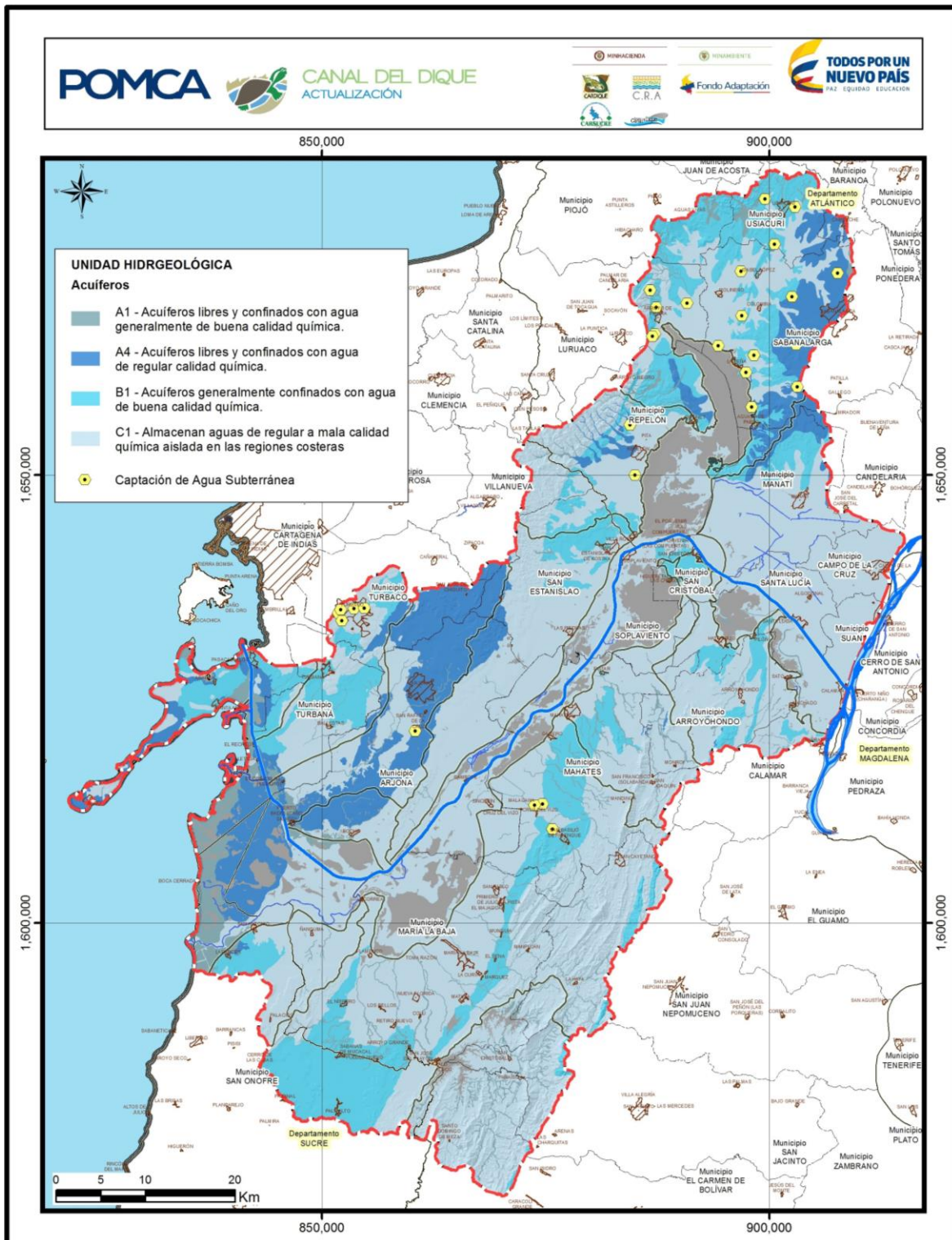
Con las listas de usuarios y caudales concesionados se realiza la segregación de usuarios localizándolos en cada una de los municipios al interior de la Cuenca Canal del Dique y calculando para cada una de ellas el consumo actual de agua para los sectores que define la metodología del IDEAM:

- Uso doméstico e institucional.
- Uso industrial.
- Uso en piscicultura y afines.
- Uso pecuario.
- Uso agrícola.

A partir del inventario de pozos de captación de aguas subterráneas, se determina la cantidad de los pozos, los volúmenes de extracción de aguas, la razón social del propietario, el uso para el cual fue concesionado el agua y otro tipo de información de referencia. Esta información se convierte en una herramienta fundamental para el ejercicio de la autoridad ambiental en la administración real de recurso hídrico subterráneo.

En la **Anexo 3.3.1**, se presenta el listado consolidado de los usuarios actuales de concesiones de aguas subterráneas en la Cuenca Canal del Dique, el listado presenta, la CAR que emitió el permiso de captación, el municipio, la razón social, el uso conferido, caudal captación y las coordenadas de localización de los puntos de captación. En la **Figura 3.293** se presentan la distribución espacial de pozos registrados en las bases de datos de las Corporaciones (CRA, CARDIQUE); se puede observar que la mayor cantidad de pozos se encuentran localizados en el municipio de Sabanalarga (Departamento de Atlántico) y el municipio de Turbaco (Departamento de Bolívar).

**Figura 3.293. Distribución espacial de puntos de captación de aguas subterráneas concesionados en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo con la información presentada en el **Anexo 3.3.1**, en la Cuenca Canal del Dique se establecen tres tipos de uso para el agua: Doméstico, Industrial y Pecuario. En la **Tabla 3.110** se presenta para cada municipio con concesiones de aguas subterráneas vigente la distribución de usuarios de acuerdo al destino del agua captada, identificados desde los inventarios de la CRA, CARDIQUE y CARSUCRE. Los municipios pertenecientes a la Cuenca Canal del Dique que no se listan en dicha tabla, no reportan concesiones de aguas subterráneas en las bases de datos de las respectivas Corporaciones.

**Tabla 3.110. Número de usuarios subterráneos por municipio y por uso al interior de la Cuenca.**

MUNICIPIO	NÚMERO DE USUARIOS			TOTAL
	DOMÉSTICO	INDUSTRIAL	PECUARIO	
Arjona	-	-	1	1
Mahates	3	-	-	3
Turbaco	3	3	3	9
Luruaco	-	5	-	5
Repelón	2	-	-	2
Sabanalarga	7	-	3	10
Usiacurí	1	-	2	3
Total	16	8	9	33

Fuente: Consorcio Canal del Dique

De acuerdo con la **Tabla 3.110**, se identificaron 33 puntos de captación de aguas subterráneas distribuidos en los departamentos de Atlántico y Bolívar en el área de influencia directa de la Cuenca Canal del Dique. El municipio con mayor número de usuarios con concesiones de aguas subterránea es “*Sabanalarga*”, con un total de diez (10), seguido del municipio de “*Turbaco*”, con un total de nueve (9) usuarios. Los principales usos del agua captada son, en su orden: Doméstico (16 usuarios), Pecuario (9 usuarios) e Industrial (8 usuarios).

En la **Tabla 3.111**, se presenta la distribución de tomas de agua de acuerdo al destino del agua captada y las respectivas demandas hídricas para los municipios que tienen concesiones de aguas subterráneas vigentes en cada una de las Corporaciones Autónomas Regionales. El caudal total usado por las concesiones de aguas subterráneas es de 161,8 l/s. De este total, el 41,2% corresponde a uso doméstico, el 30,4% a uso industrial y el 28,4% a uso pecuario.

**Tabla 3.111. Totales de Demanda de aguas subterráneas sectorizados por municipio al interior de la Cuenca.**

MUNICIPIO	DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÁNEA CONCESIONADA (l/s)			DEMANDA TOTAL
	DOMÉSTICO	INDUSTRIAL	PECUARIO	
Arjona	-	-	2,0	2,0
Mahates	10,8	-	-	10,8
Turbaco	5,5	5,2	6,4	17,1
Luruaco	-	44,0	-	44,0
Repelón	18,0	-	-	18,0

MUNICIPIO	DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÁNEA CONCESIONADA (l/s)			DEMANDA TOTAL
	DOMÉSTICO	INDUSTRIAL	PECUARIO	
Sabanalarga	32,3	-	22,2	54,4
Usiacurí	-	-	15,5	15,5
Total	66,6	49,2	46,0	161,8

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo con los datos reportados en la **Tabla 3.111**, se concluye, que el municipio de “*Sabanalarga*”, registra la mayor demanda hídrica subterránea, con un volumen de – 54,4 l/s -, seguido del municipio de “*Luruaco*” con un volumen de - 44,0 l/s – y el municipio de “*Repelón*” con un volumen de - 18.0 l/s -. Con respecto a la demanda hídrica sectorial, se puede apreciar, que el sector con mayor demanda es el Doméstico con un volumen de captación de (66,6 l/s), que representa el 41,2% de la demanda total hídrica subterránea concesionada al interior de la Cuenca.

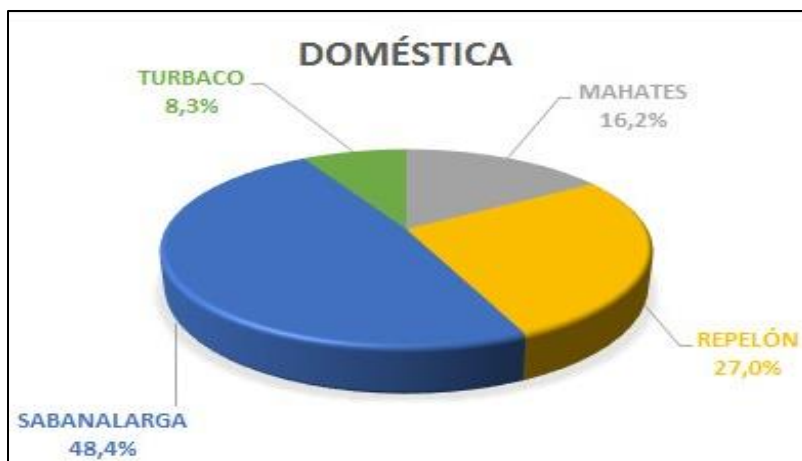
### 3.3.7.1 Demanda Hídrica Concesionada y Discriminada por Sectores

A continuación, se presenta la demanda de agua superficial cuantificada, concesionada y discriminada para los sectores doméstico e institucional, industrial, agrícola, pecuario, piscícola y estético:

#### 3.3.7.1.1 Demanda Doméstica

Al jerarquizar los municipios de acuerdo con la demanda hídrica subterránea concesionada para consumo humano (Sector Doméstico), el municipio de Sabanalarga se mantiene como el de mayor demanda hídrica subterránea. Otros municipios con demandas hídricas subterráneas domésticas importantes son: Repelón, Mahates y Turbaco. En la **Figura 3.294** se discrimina la demanda de agua subterránea concesionada para consumo humano y doméstico, incluyendo el uso institucional.

**Figura 3.294. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector doméstico en la Cuenca Canal del Dique.**



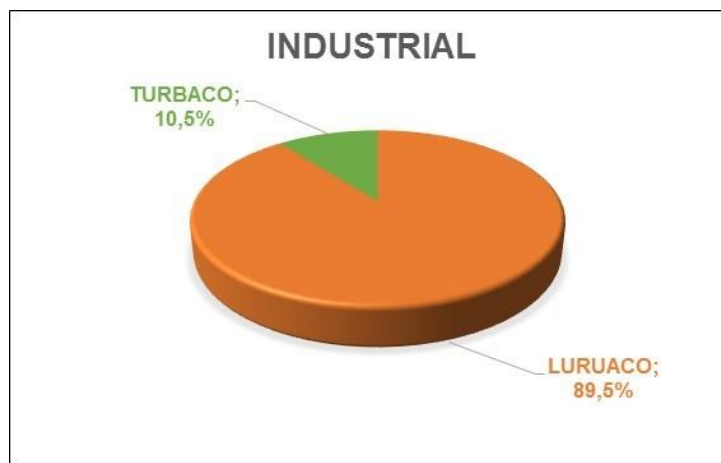
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.3.7.1.2 Demanda Industrial

En el caso de la demanda hídrica subterránea concesionada destinada para uso industrial, el municipio de Luruaco registra el mayor volumen, seguido del municipio de Turbaco; los demás municipios no reportan demanda hídrica subterránea concesionada para uso industrial. En la **Figura 3.295**, se presentan las cuentas del consumo de agua subterránea concesionada para uso industrial.

**Figura 3.295. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector industrial en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.7.1.3 Demanda Pecuaria

El análisis de la demanda hídrica subterránea concesionada para uso Pecuaria, mantiene a al municipio de “Sabanalarga”, con la mayor demanda, con un volumen de 22.2 l/s. Le sigue el municipio de Usiacurí, que reporta 15.5 l/s, Turbaco con 6.4 l/s y Arjona reporta 2.0 l/s. Para los demás municipios no se reportan oficialmente usos de agua subterránea con fin Pecuaria. En la **Figura 3.296**, se discrimina la demanda de agua subterránea concesionada para consumo humano y doméstico, incluyendo el uso institucional.

**Figura 3.296. Distribución porcentual del agua subterránea usada para sector Pecuario en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.8 Calidad de las Aguas Subterráneas

La composición química del agua subterránea es controlada principalmente por la composición mineralógica y el grado de solubilidad de los sedimentos o rocas que conforman el acuífero, de su tiempo de residencia, del área de contacto agua-roca y de la mezcla con agua de otros acuíferos, o de la presencia de cargas de contaminantes que pueden alterar su calidad natural (INGEOMINAS, 2003).

La incorporación de los constituyentes al agua en variedad y concentraciones diferentes es posible debido a su elevado poder disolvente y a sus propiedades de combinación. Esta incorporación de sustancias al agua comienza incluso antes de que se incorpore al sistema de flujo subterráneo propio de cada acuífero. Gases, aerosoles, polvo y sales diversas presentes en la atmósfera, reaccionan con el agua marcando el primer esbozo del quimismo del agua de infiltración (Price, 2003, En Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006).

Una vez infiltrada -con unas características químicas definidas originadas en la atmósfera o en la superficie del terreno por evapotranspiración- el agua puede sufrir modificaciones drásticas en su composición como consecuencia de un conjunto de interacciones físicas químicas y biológicas complejas con el medio (Price, 2003, En Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006).

Los factores que condicionan la composición del agua subterránea natural son múltiples. Entre ellos cabe citar: naturaleza y disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, superficie y duración del contacto, temperatura, presión, existencia de gases, grado de saturación del agua en relación con las distintas sustancias incorporables etc.

Aunque la composición media del agua subterránea suele considerarse invariable en un acuífero o porción del mismo no debe olvidarse que las interacciones agua-medio, que determinan dicha composición son procesos dinámicos que se desarrollan, a ritmo diverso, tanto en el espacio como en el tiempo. En consecuencia, la composición del agua subterránea natural debe contemplarse con la perspectiva de su posible variación espacio-temporal. Una composición química concreta por lo tanto no queda completamente definida si no se refiere a un lugar y momento determinados.

La calidad química del agua almacenada en los diferentes acuíferos de la Cuenca Canal del Dique, permite definirla como recomendable para cualquier uso, incluyendo el consumo humano, sin embargo, esta calidad difiere localmente en algunos acuíferos como resultado de condiciones naturales y actividades antrópicas y por lo tanto puede requerir de algún tratamiento antes de su uso (ver **Tabla 3.112**).

**Tabla 3.112. Calidad del agua subterránea en cada unidad litoestratigráfica de la Cuenca Canal del Dique.**

UNIDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGÍA DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
Acuífero Cuaternario Cauce Actual (AqCa, AqPI)	Depósitos de Cauce Actual	Depósitos de gravas, arenas y arcillas en proporciones variables.	Dos tipos de agua predominan, clorurada sódica y bicarbonatada cálcica, en menor proporción aparecen aguas de tipo clorurada y sulfatada sódica. Aguas con alto grado de mineralización.
Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQlal, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp)	Depósitos de Llanura Aluvial	Depósitos constituidos por arenas, arcillas y, en menor proporción, gravas.	Aguas cloruradas sódicas con un contenido de cloruros entre 450 y 700 mg/l, aumentando la salinidad en la medida que se acerca a la línea de costa.
	Depósitos de Llanura Costera	Como depósitos clásticos se consideran las arenas depositadas y re trabajadas en la zona intermareal.	
	Depósitos Coluvioaluviales	Están constituidos por mezclas de gravas, arenas, limos y arcillas, de color pardo amarillo a gris pardo.	
	Depósitos de Terrazas aluviales	Consta de bloques heterométricos embebidos en una matriz arenosa, con evidencias de transporte.	
	Depósitos de Playa	Conformadas principalmente arenas de grano fino a medio, de color gris claro a gris oscuro, que han sido depositados por la acción mecánica del mar (olas y corriente), en forma de playas y espigas.	
Acuífero Rotinet (AqQpr)	Formación Rotinet	Depósitos de gravas compuestos por cantos de calizas, chert negro y rocas volcánicas.	Aguas de tipo bicarbonatada cálcico-magnésica.
Acuífero Arjona (AqPgNga)	Formación Arjona	Constituida por Lodolitas grises, rojizas y amarillas por alteración, capas delgadas y medias continuas, laminación interna plana paralela y ondulosa. Intercalaciones de arenisca de grano fino y medio cuarzoso, grises y amarillas en capas medias planas y cuneiformes.	

UNIDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGÍA DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
Acuífero San Jacinto (AqPgsj)	Formación San Jacinto	Compuesta por conglomerados y areniscas conglomeráticas que afloran al suroccidente del Carmen de Bolívar.	
Acuífero Maco (AqPgma)	Formación Maco	Secuencia de Areniscas conglomeráticas de grano medio a grueso en capas mediana a muy gruesas, con intercalaciones arcillo limosas. Hacia la parte superior, capas medianas de areniscas líticas a sublíticas	
Acuífero Arroyo Piedra (AqPga)	Formación Arroyo de Piedra	Constituida por lodolitas silíceas y lodolitas calcáreas grises en la parte media, calizas bioesparíticas de algas rojas, color blanco a amarillo claro. Hacia el techo, calizas cristalinas, colores: blanco, amarillo claro y tonalidades rosadas.	
Acuífero Pendales (AqPgp)	Formación Pendales	Está constituida por conglomerados polimícticos, compuestos por fragmentos de rocas volcánicas basálticas, sedimentarias calcáreas, cherts y cuarzo, tamaño guijo, con matriz arenosa intercalados con areniscas conglomeráticas, litoarenitas y cuarzoarenitas de grano grueso a muy grueso.	
Acuífero San Onofre (AqNgso)	Formación San Onofre	Consta principalmente de lodolitas plásticas color pardo amarillento con abundante microfauna (foraminíferos planctónicos) y shales calcáreos color pardo amarillento grisáceo.	
Acuífero Mucacal (AqNgmu)	Formación Mucacal	Serie de areniscas cuarzosas grises intercaladas con algunas lodolitas gris verdosas, que afloran en los alrededores del corregimiento Sabanas de Mucacal.	
Acuífero Rancho (AqNgr)	Grupo Rancho	Esta formación se caracteriza por el predominio de areniscas cuarzo feldespáticas de color verde claro a pardo, de grano fino a medio, moderadamente compactas con intercalaciones de arcillolitas de color gris claro.	
Acuífero Hibacharo (AqNgh)	Formación Hibacharo	La unidad está constituida por arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino a conglomeráticas.	
Acuífero Bayunca (AqNgb)	Formación Bayunca	Constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua.	
Acuífero Tubará (AqNgt)	Formación Tubará	Formación consistente de shales, areniscas arcillosas y areniscas.	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.3.8.1 Estimación de la Calidad de las Aguas Subterráneas a Partir de Información Disponible

De acuerdo con estudios técnicos suministrados por la CRA y CARDIQUE, fue posible desarrollar un análisis de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas provenientes de algunos acuíferos localizados en la Cuenca Canal del Dique:

- Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos. Marzo 2016. SERVICIOS HIDROGEOLOGÍCOS INTEGRALES S.A.S. - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA–.
- Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco. Abril de 2006. LUIS ENRIQUE GÓMEZ BLANCO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE – CARDIQUE–.
- Elaboración del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque. Marzo 2006. ECOINTEGRAL LTDA - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE –CARDIQUE–.

#### 3.3.8.1.1 Sistema Acuífero Sabanalarga

De acuerdo con el estudio del “*Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos*”, de los 56 puntos de agua subterránea del sistema acuífero Sabanalarga, en 37 fue posible medir todos los parámetros fisicoquímicos de campo. Las muestras para el análisis in situ fueron puntuales y extraídas por bombeo en el 53% de los puntos, manual en el 42% y por surgencia natural en el 5% (dos pozos saltantes).

En la **Tabla 3.113** se presenta el resumen de los datos registrados por parámetro fisicoquímico para el sistema acuífero Sabanalarga.

**Tabla 3.113. Resumen del registro de las variables fisicoquímicas in situ del sistema acuífero Sabanalarga.**

PARÁMETRO	Nº DATOS	VALOR MEDIO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
pH	39	7,16	6,49	8,23
Conductividad eléctrica [µS/cm]	39	1715,98	163,4	6790
Temperatura [°C]	38	30,83	27,6	35,4
Solidos Disueltos Totales [mg/l]	38	770,38	68	3110
Redox [mV]	37	60,76	-297,3	329,8
Oxígeno Disuelto [mg/l]	37	4,09	0,24	9,27

Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

De acuerdo con los resultados del Estudio Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico, en los siguientes numerales se presentan los registros de los parámetros temperatura (T), pH, conductividad eléctrica (CE), solidos disueltos totales

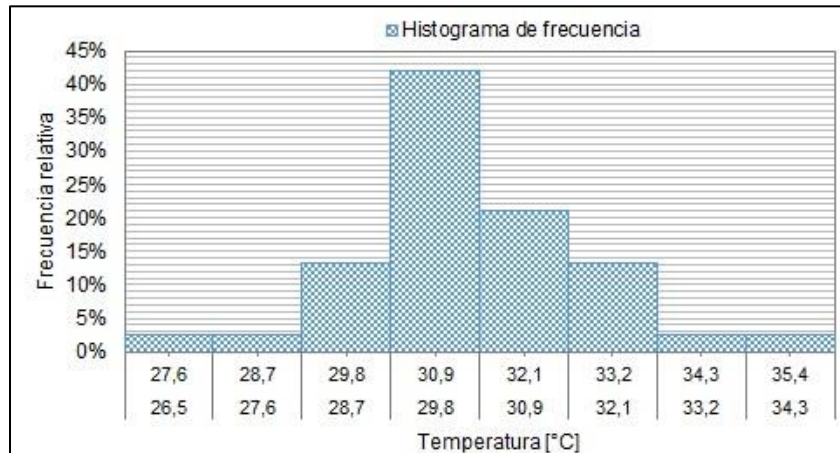
(SDT), oxígeno disuelto (OD) y Potencial Redox del sistema acuífero Sabanalarga, con sus respectivos valores medios.

### 3.3.8.1.1.1 Temperatura

La temperatura registrada en los puntos de agua subterránea del sistema acuífero Sabanalarga, oscila entre 27,6°C y 35,4°C, con un valor promedio de 30,9 °C, presentando un rango de variación más alto que el que se presentó en el sistema río Magdalena.

En la **Figura 3.297**, se presenta el histograma de frecuencia para el registro de temperatura. Se observa que los datos describen un comportamiento aproximadamente normal y simétrico, aunque concentrando levemente mayor frecuencia hacia los valores superiores de la media. Los valores de temperatura predominantes se encuentran entre 29,8 y 30,9 °C.

**Figura 3.297. Histograma de frecuencia de la temperatura registrada en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga.**



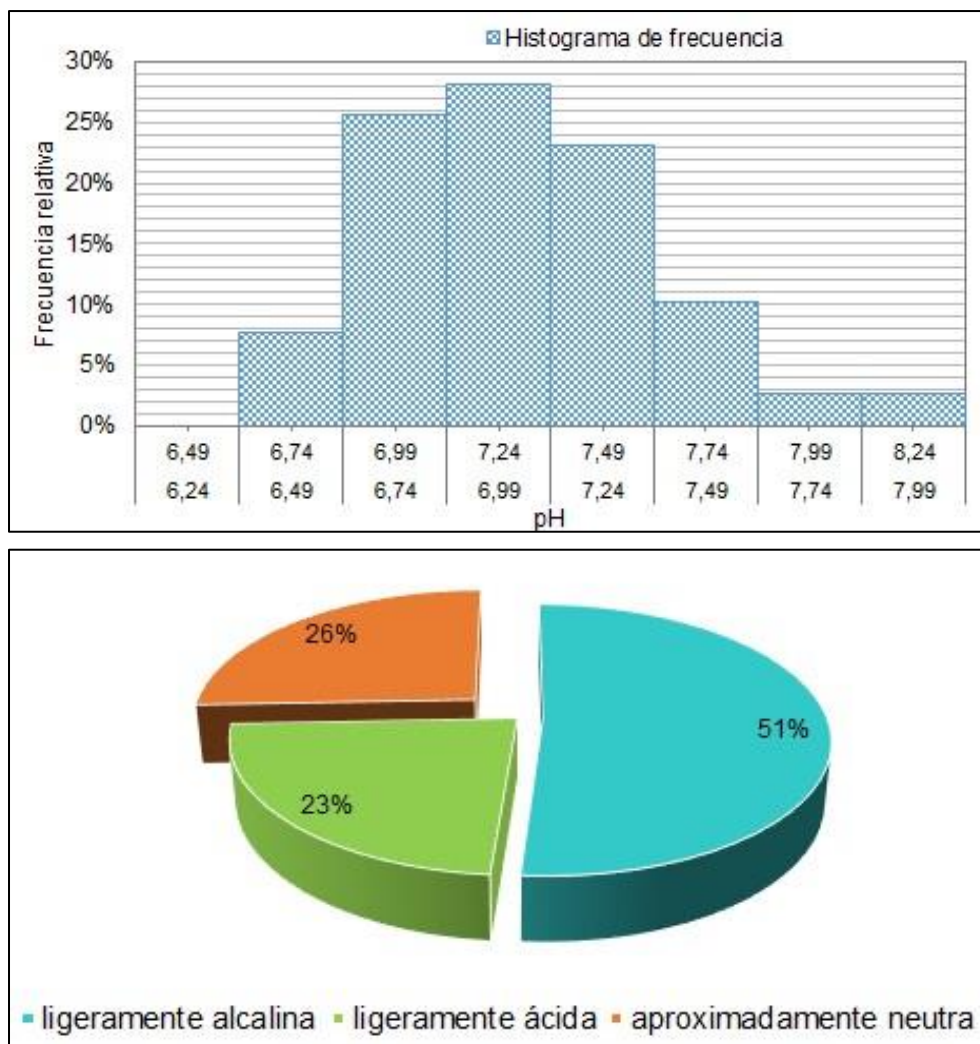
Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.1.2 Potencial de Hidrógeno pH

Los valores de pH registrados para el sistema Sabanalarga oscilan entre 6,39 y 8,23 unidades de PH, con un valor promedio de 7,13 unidades de pH. La condición predominante (51%) corresponde a aguas ligeramente alcalinas ( $7 < \text{pH} < 8,5$ ), mientras que el 23% corresponde a aguas ligeramente ácidas ( $6 < \text{pH} < 7$ ) y el 26% corresponde a aguas aproximadamente neutras ( $\text{pH} = 7 \pm 0,09$ ).

En la **Figura 3.298**, se presenta el histograma de frecuencia para el registro de pH. Se observa que los datos describen un comportamiento aproximadamente normal, concentrando la mayoría de observaciones alrededor de su valor medio entre 6,74 y 7,49 unidades de pH.

**Figura 3.298. Histograma de frecuencia del pH registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga y clasificación de aguas según pH.**



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

En la **Tabla 3.114** se presenta el análisis normativo de los valores registrado de pH en el sistema acuífero de Sabanalarga.

**Tabla 3.114. Análisis de límites permisibles para valores de pH en el sistema acuífero Sabanalarga.**

DECRETO 1076 DE 2015	TRATAMIENTO	LIMITES	Nº DE PUNTOS QUE CUMPLEN	% QUE REPRESENTA
Art. 2.2.3.3.9.3	Convencional	5 a 9	39	100%
Art. 2.2.3.3.9.4	Desinfección	6,5 a 8,5	38	97%

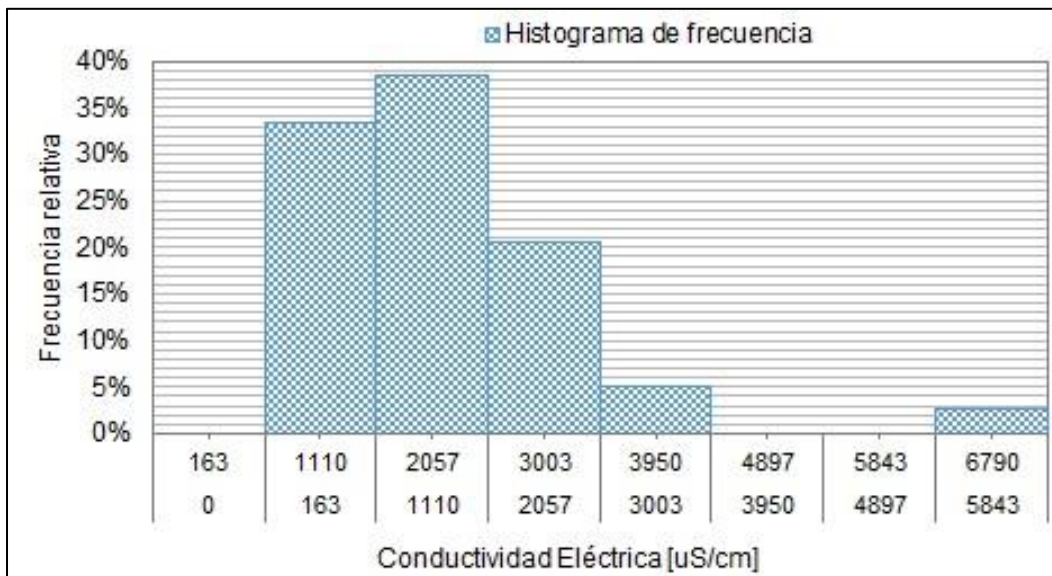
Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.1.3 Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos Totales

La conductividad eléctrica registrada en los puntos de agua subterránea del sistema acuífero Sabanalarga, varía entre 163 a 6790  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un valor promedio de 1645  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que los sólidos disueltos totales varían entre 68 a 3110  $\text{mg}/\text{l}$ , con un valor promedio de 735  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo predominantes los valores cercanos al promedio, principalmente los ubicados por debajo de dichos valores.

En la **Figura 3.299** se presenta el histograma de frecuencia para el registro de conductividad eléctrica. Se puede observar que la mayoría de observaciones se distribuyen en un rango amplio alrededor de la media, entre 163 y 3003  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (con un 95% de probabilidad de ocurrencia), con mayor tendencia hacia los valores menores al promedio, mientras que los rangos elevados de conductividad tienden a una baja probabilidad. Un rango más estrecho y con alta probabilidad de ocurrencia (43%) es el comprendido entre 1110 y 2057  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Figura 3.299. Histograma de frecuencia de la conductividad eléctrica registrada en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga.**



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

El 22% de los puntos inventariados en este sistema acuífero con información de conductividad eléctrica del agua subterránea, cumple con el valor máximo admisible (<1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) establecido en la Resolución 2115 de 2007 del MAVDT de calidad de agua para consumo humano.

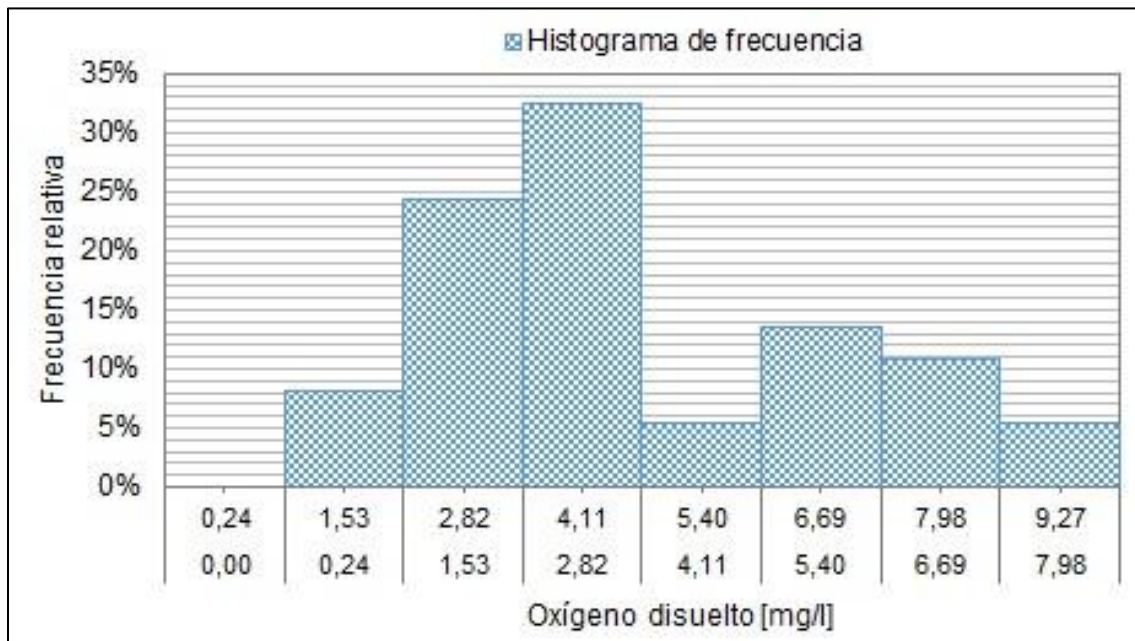
### 3.3.8.1.1.4 Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto registrada en los puntos de agua subterránea del sistema acuífero Sabanalarga varía en un amplio rango, entre 0,24 a 9,27  $\text{mg}/\text{l}$ , con un valor medio de 4,16  $\text{mg}/\text{l}$ , presentándose magnitudes de concentración de oxígeno superiores a las encontradas en las aguas del sistema río Magdalena



En la **Figura 3.300**, se presenta el histograma de frecuencia para el registro de oxígeno disuelto. Se puede observar que los datos se distribuyen de forma tal que, el intervalo superior más cercano al valor medio presenta baja probabilidad de ocurrencia, en comparación con intervalos de valores extremos que presentan probabilidades de ocurrencia apreciables. Así, se puede afirmar que los valores altos de oxígeno disuelto [5,0 9,27] mg/l presentan una frecuencia importante (30%), pese a que la mayoría de los datos se distribuye entre 1,53 a 4,11 mg/l con una probabilidad de ocurrencia del 57%.

**Figura 3.300. Histograma de frecuencia del oxígeno disuelto registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga.**



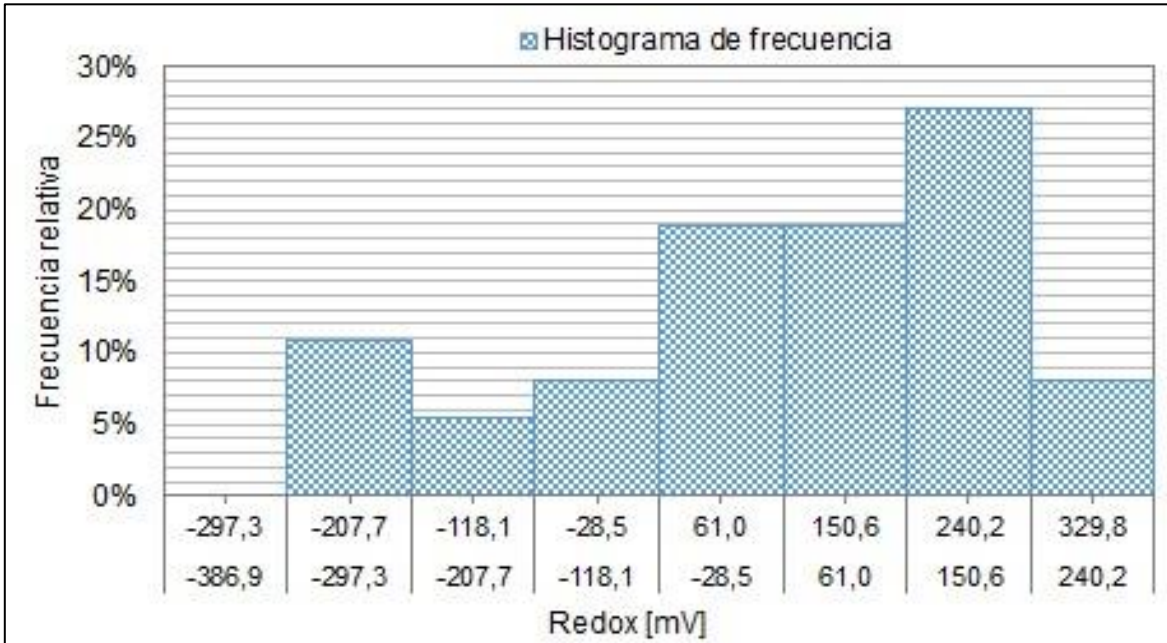
Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.1.5 Potencial de Óxido Reducción (Redox)

Los valores de ORP registrados para el sistema acuífero Sabanalarga varían entre -317 y 329,8 mV, con un valor medio de 50,88 mV.

En la **Figura 3.301** se presenta el histograma de frecuencia para el registro de ORP. Se puede observar que los datos se distribuyen presentando intervalos extremos con una probabilidad de ocurrencia apreciable. La mayoría de observaciones se ubican en los rangos comprendidos entre -28,5 y 240,2 mV, concentrando una probabilidad de ocurrencia del 65%, un rango más estrecho con frecuencia importante (27%) es el definido entre 150,6 y 240,2 mV.

**Figura 3.301. Histograma de frecuencia del Potencial Redox registrado en los puntos de agua subterránea localizados en el sistema acuífero Sabanalarga.**



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.2 Sistema Acuífero Secundarios del Atlántico

En los sistemas acuíferos calificados como secundarios (Luruaco, Juan de Acosta y Piojó), que se localizan en el sector occidente del departamento del Atlántico, el “*Estudio del Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico*”, desarrollo el inventario de 16 pozos y 12 aljibes (28 puntos de agua subterránea), abarcando parte de los municipios de Piojó, Luruaco, Juan de Acosta y Repelón.

De los 28 puntos registrados en los sistemas acuíferos secundarios, en 14 fue posible medir todos los parámetros fisicoquímicos de campo, cuatro (4) en el acuífero de Piojó, cuatro (4) en el de Juan de Acosta y seis (6) en el de Luruaco. Para nuestro análisis se tendrá en cuenta solo los resultados de los sistemas de Acuífero de Luruaco y Piojó. Dada la poca cantidad de datos se omite un análisis estadístico.

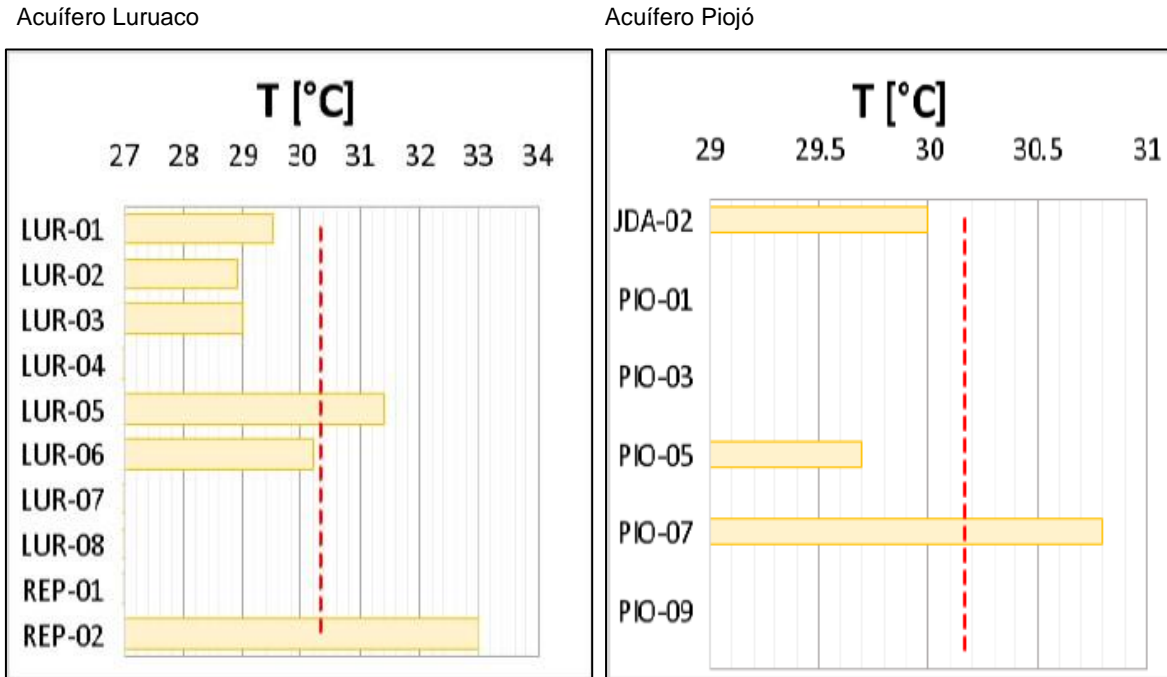
De acuerdo con los resultados del Estudio Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico, en los siguientes numerales se presentan los registros de los parámetros temperatura (T), pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), oxígeno disuelto (OD) y Potencial Redox del sistema acuífero Sabanalarga, con sus respectivos valores medios.

#### 3.3.8.1.2.1 Temperatura

Los valores de temperatura registrados en los puntos del acuífero Luruaco varían entre 28,9 y 33 °C con un valor medio de 30,3 °C y en el acuífero Piojó entre 29,7 y 30,8 °C, con un

valor medio de 30,2 °C. Dichos rangos de variación se pueden considerar normales, como se observa en la **Figura 3.302**.

**Figura 3.302. Registro de temperatura en los puntos localizados en los sistemas acuíferos Luruaco y Piojé.**



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.2.2 Potencial de Hidrógeno pH

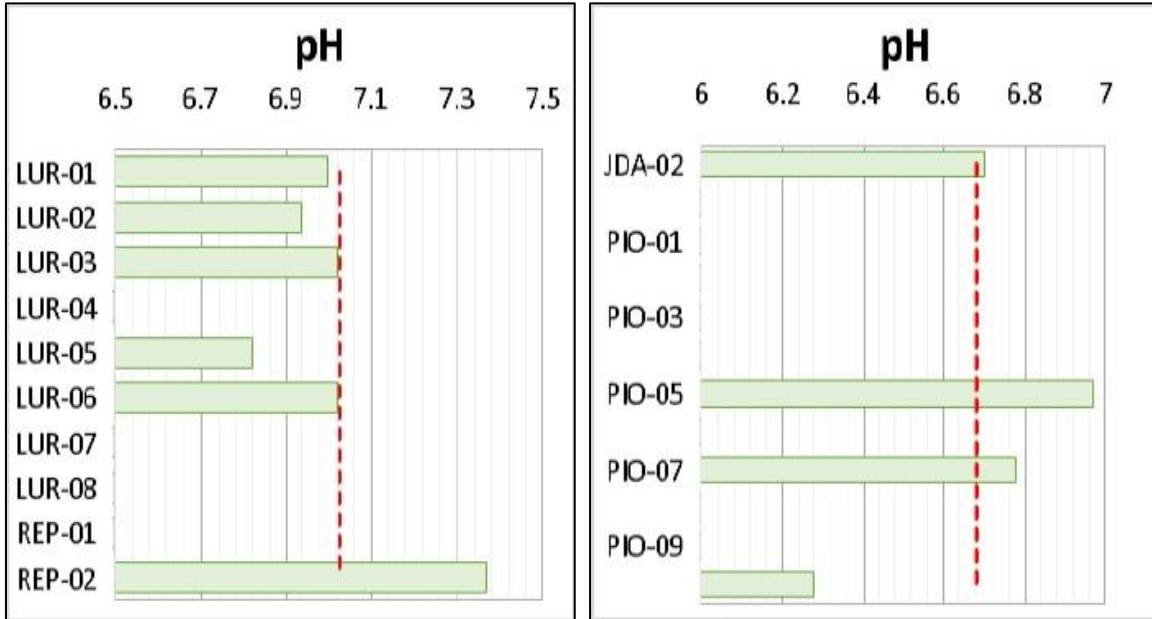
De acuerdo con la **Figura 3.303**, los valores de pH registrados por los sistemas de acuífero secundario (Luruaco y Piojé), se observa que en ninguno de los sistemas el pH supera el valor de 7,6 unidades y no es menor a 6,28 unidades. Así, todos los puntos registrados en los sistemas acuíferos secundarios cumplen los requerimientos de los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 de calidad del agua para uso doméstico y consumo humano, a excepción de un punto en Piojo (Pio-10) que no cumple el artículo 2.2.3.3.9.4.

Los registros de pH en los puntos del sistema acuífero Piojé, muestran una tendencia a aguas ligeramente ácidas, mientras que en el sistema Luruaco, se evidencia una tendencia hacia la neutralidad.

**Figura 3.303. Registro de pH en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios.**

Acuífero Luruaco

Acuífero Piojó



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

### 3.3.8.1.2.3 Conductividad eléctrica

En la **Figura 3.304** se presentan los valores de conductividad eléctrica registrados por cada sistema acuífero secundario, se observa que en los dos sistemas predominan valores elevados de este parámetro (>2.000  $\mu\text{S/cm}$ ).

En el sistema Piojó, la conductividad eléctrica varía entre 1056 y 7920  $\mu\text{S/cm}$ , con un valor medio de 3842  $\mu\text{S/cm}$ , ningún punto cumple el requerimiento de la resolución 2115 de 2007 del MAVDT ( $\text{CE} < 1.000 \mu\text{S/cm}$ ).

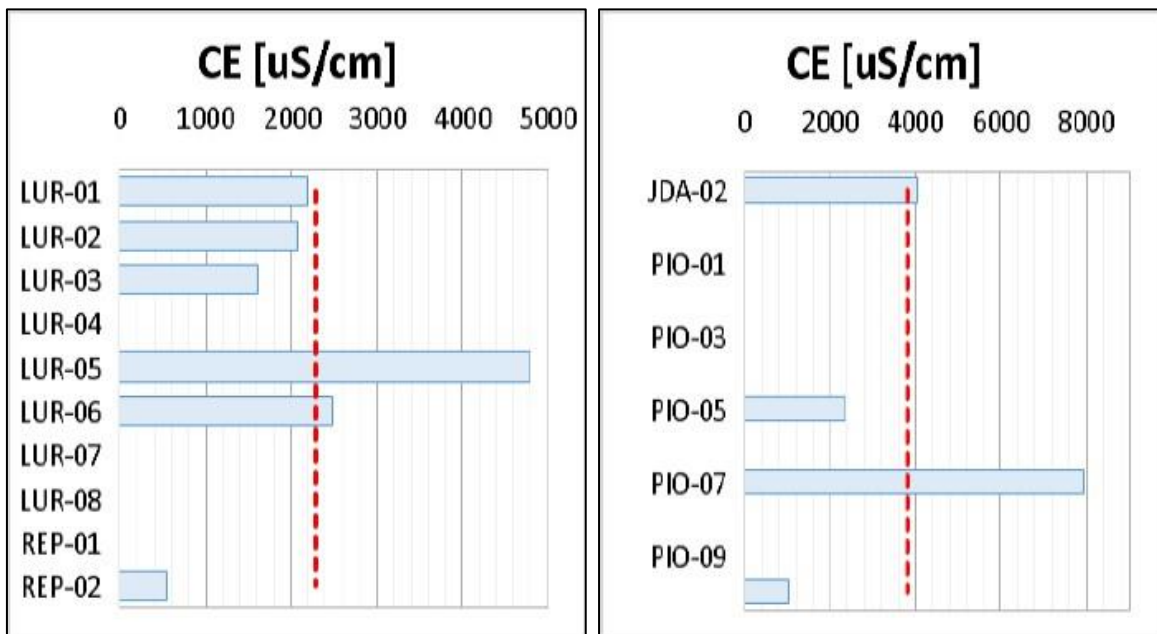
En el sistema Luruaco, la conductividad eléctrica varía entre 536 y 4790  $\mu\text{S/cm}$ , con un valor medio de 2282  $\mu\text{S/cm}$ , el punto REP- 02 es el único que cumple el requerimiento de la resolución 2115 de 2007 del MAVDT ( $\text{CE} < 1.000 \mu\text{S/cm}$ ).



**Figura 3.304. Registro de Conductividad eléctrica en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios.**

Acuífero Luruaco

Acuífero Piojó



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

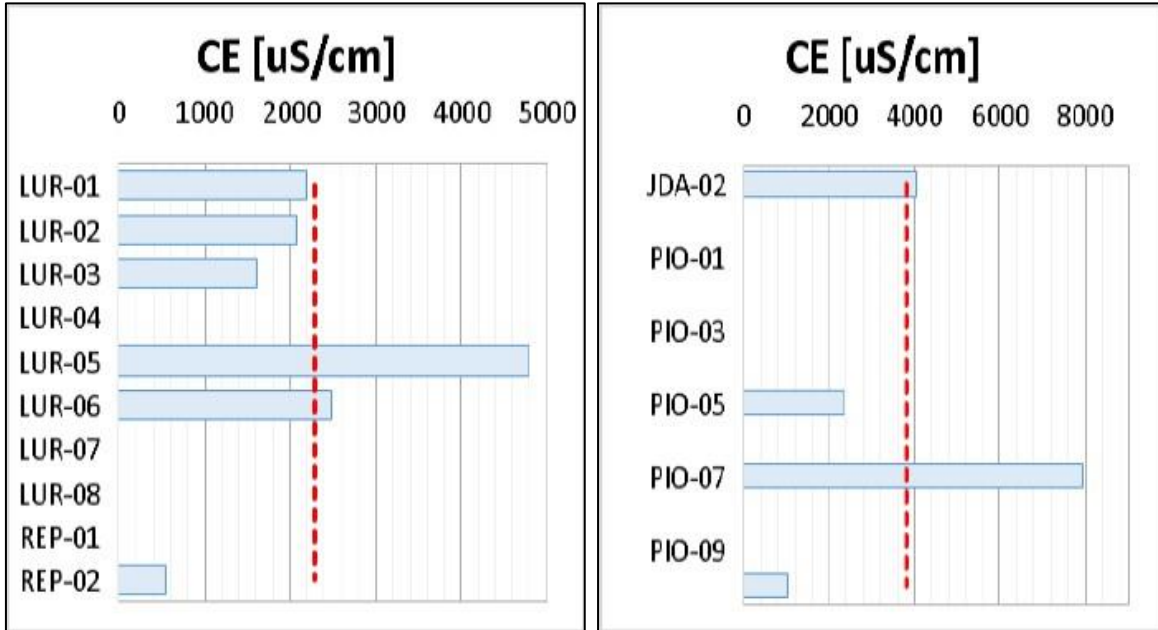
#### 3.3.8.1.2.4 Oxígeno Disuelto (OD)

En la **Figura 3.305** se presentan los valores de oxígeno disuelto registrados por cada sistema acuífero secundario, en general se observa que no presentan similitud en la distribución de sus registros, oscilando en rangos diferentes de concentraciones de oxígeno disuelto.

**Figura 3.305. Registro de Oxígeno disuelto en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios.**

Acuífero Luruaco

Acuífero Piojó



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

En el sistema Piojó, la concentración de oxígeno disuelto varía entre 1,63 a 3,21 mg/l, con un valor medio de 2,55 mg/l el contenido de OD es relativamente bajo.

En el sistema Luruaco, la concentración de oxígeno disuelto varía entre 1,97 a 3,33 mg/l, con un valor medio de 2,79 mg/l. el contenido de OD es relativamente bajo y varia en un rango similar al del sistema Piojó.

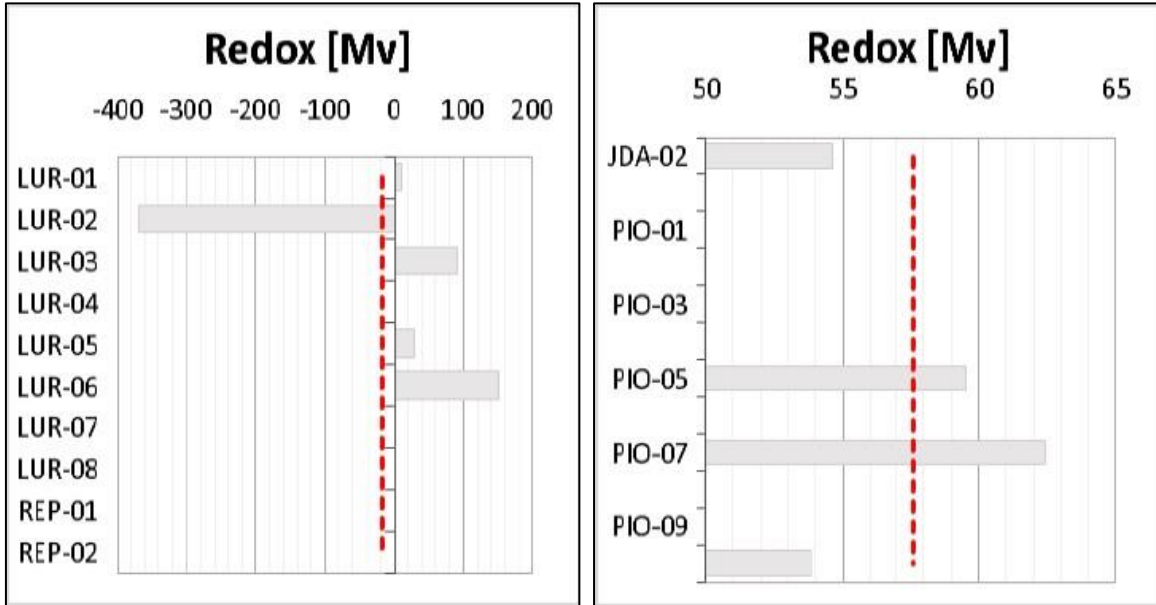
### 3.3.8.1.2.5 Potencial de óxido reducción (Redox)

En la **Figura 3.306** se presentan los valores de potencial Redox (ORP) registrados por los sistemas de acuíferos de Luruaco y Piojó, se observan diferencias importantes en las tendencias de los registros de los tres sistemas.

**Figura 3.306. Registro de ORP en los puntos localizados en los sistemas acuíferos secundarios.**

Acuífero Luruaco

Acuífero Piojó



Fuente: Diagnóstico Preliminar de los Acuíferos del Departamento del Atlántico en el Marco de la Elaboración de los Planes de Manejo de Acuíferos.

En el sistema Luruaco, los valores de Redox varían en un rango amplio, entre -368 y 151 mV, con un valor medio de -17,4 mV, presentando un comportamiento mixto, en algunos puntos ambiente oxidante y en otro ambiente reductor, aunque el predominio es el de valores mayores a cero, por tanto, predomina un ambiente ligeramente oxidante.

En el sistema Piojó, los valores de Redox varían en un rango considerablemente estrecho, presentándose cierta uniformidad en el registro de este parámetro, variando entre 53,8 y 62,4 mV, con un valor medio de 57,6 mV, tratándose de aguas de ambiente ligeramente oxidante y presentando cierta estabilidad química.

### 3.3.8.1.3 Sistema Acuífero de Turbaco

A partir de la información que reposa en el documento “*Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco*”, se obtuvo la información correspondiente a resultados de calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas del Acuífero de Turbaco.

La **Tabla 3.115** presenta las estaciones muestreadas y las coordenadas geográficas de dichas estaciones. Para cada una de las estaciones relacionadas en dicha tabla, se practicaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos correspondientes a los siguientes parámetros: Alcalinidad, pH, Conductividad, Nitrato, Nitrito, SST, Cloruros, Dureza Total, Dureza Cálcica, Dureza Magnésica, Turbidez, Coliformes Totales, y Coliformes Fecales.

**Tabla 3.115. Puntos de muestreos fisicoquímicos en el Acuífero de Turbaco.**

PUNTOS	ESTACIONES MUESTREADAS	ESTE	NORTE
P1	Final de Calle Nueva	853.935	1.633.480
P2	Arrollo Lejos	854.244	1.634.884
P3	Xiomara Tedezco	852.654	1.635.312
P4	Acueducto Altos de Plan Parejo	851.914	1.635.662
P5	Los Lagos	851.635	1.635.650
P6	Matute, Noraima Facciolinse	851.598	1.635.935
P7	Induventas	851.892	1.636.362
P8	Roncador	852.090	1.636.653
P9	Parcela Los Cerritos	852.086	1.636.642
P10	La Rreja de Guadalupe	851.129	1.636.446
P11	Zapote I	852.362	1.634.550
P12	Zapote II	852.231	1.634.306

Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

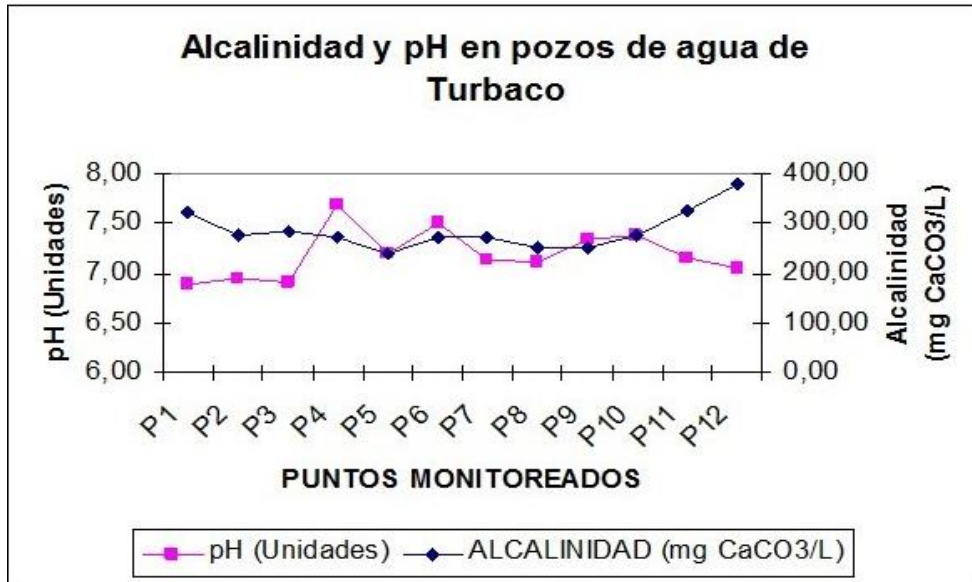
### 3.3.8.1.3.1 Alcalinidad y pH

Según la reglamentación colombiana, la alcalinidad hace parte de los criterios que califican la calidad química del agua potable, un valor admisible debe ser menor o igual 100 mg de CaCO<sub>3</sub>/L (Decreto 475 de 1998). Por otro lado, y para que un agua sea potable los valores de pH deberán estar comprendidos entre 6.5 a 9.0 Unidades y entre 5.0 a 9.0, para poder ser destinados para el consumo humano, respectivamente (Decreto 475 de 1998).

En la medición de las aguas recolectadas se pudo encontrar que todas presentaron valores superiores a lo exigido por la norma, lo cual sugiere que, debido a su alcalinidad elevada, estas aguas deberán ser tratadas antes de su consumo. En la **Figura 3.307** se observa que P12 fue el de mayor concentración de CaCO<sub>3</sub> con un valor de 478 CaCO<sub>3</sub>/L y P5 el de menor con una concentración de 238 CaCO<sub>3</sub>/L. Al observar los valores de pH, se pudo notar que los valores se encuentran dentro de lo admisible por la norma.



**Figura 3.307. Alcalinidad y pH en el Acuífero de Turbaco.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

3.3.8.1.3.2 Conductividad Eléctrica

Según el Decreto 475/98 los criterios de calidad física para un agua potable deben estar entre 50 a 1000  $\mu$ S/cm, con base en lo anterior, se deduce que, de acuerdo con las mediciones de ésta variable fisicoquímica, las aguas del acuífero de Turbaco son aptas para el consumo humano a excepción de los puntos uno y dos que sobrepasaron el valor permisible con valores de 1680 y 1428  $\mu$ S/cm. (Figura 3.308).

**Figura 3.308. Conductividad eléctrica en el Acuífero de Turbaco.**



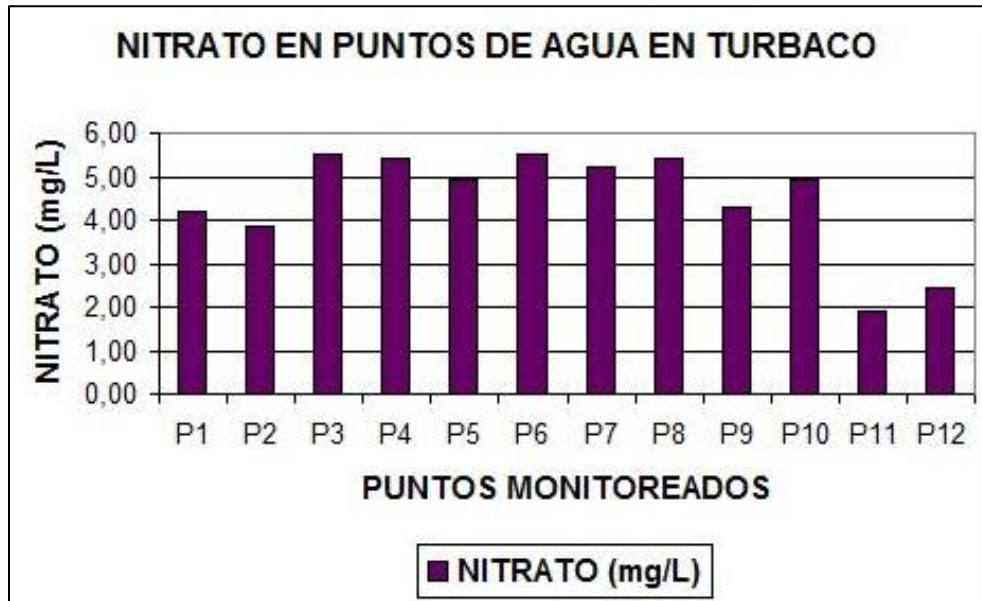
Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.3 Nitratos

El nitrógeno puede aparecer en forma de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$  y por oxidación, estas formas reducidas pueden transformarse en  $\text{N}_2$  (gas) y, finalmente en  $\text{NO}_3^-$ ; que es la forma más usual y estable en que el nitrógeno se presenta en las aguas subterráneas. Los procesos de oxidación-reducción de las especies nitrogenadas en el agua están influenciados por fenómenos biológicos y, en consecuencia, los productos finales dependerán del número y tipo de organismos que intervengan en ellos. Generalmente el  $\text{NH}_4^+$ , o el amoníaco libre,  $\text{NH}_3$  aparecen sólo como trazas en aguas subterráneas naturales, aumentando su concentración cuando el medio es fuertemente reductor. Dado que la presencia de amonio favorece la multiplicación microbiana su detección en cantidad significativa en el agua se considera como indicación de contaminación reciente probable.

Según el decreto 475/98 y el 1594/84 para que las aguas puedan ser usadas para el consumo humano no deberán sobrepasar valores de 10 mg/L. De acuerdo a que las mediciones de nitratos realizadas en el acuífero de Turbaco (**Figura 3.309**), las aguas son totalmente admisibles para el consumo humano y no requieren de ningún tipo de tratamiento previo al consumo, para este parámetro de calidad fisicoquímica del agua.

**Figura 3.309. Nitratos en el Acuífero de Turbaco.**



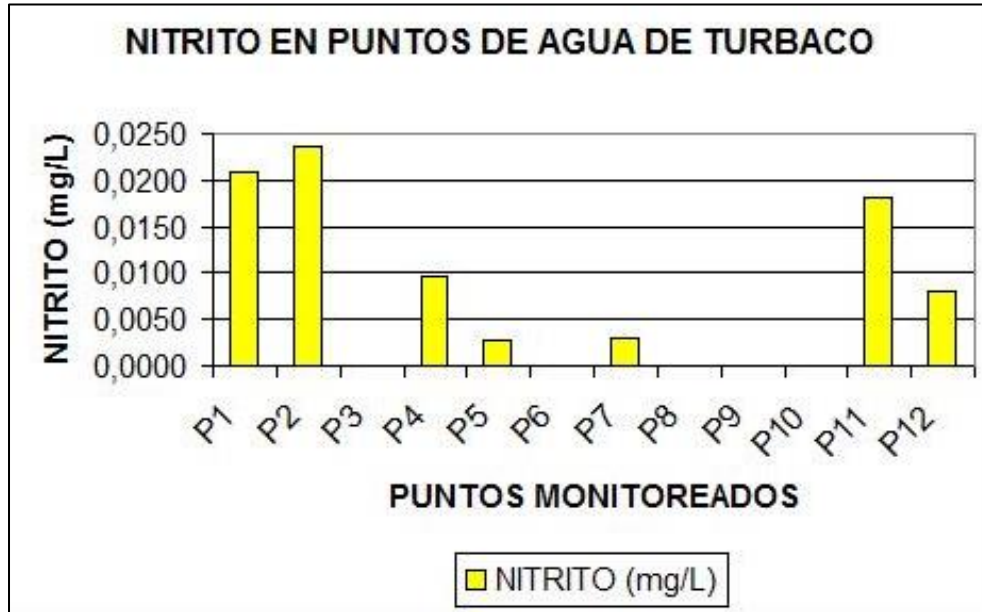
Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.4 Nitritos

El ion nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) puede estar presente en las aguas bien como consecuencia de la oxidación del  $\text{NH}_3$  o como resultado de la reducción. Microbiana o no, de los nitratos. Su presencia en el agua ha de considerarse como un indicio fundado de una posible contaminación reciente (dada su inestabilidad) y, tal vez de la impotabilidad del agua debida a la toxicidad de este ion.

En las mediciones de nitritos realizadas, las concentraciones de nitritos fueron inferiores al valor exigido por la norma colombiana, quien fija a los valores de nitritos menores a 1.0 mg/l (Decretos 1598/84 y 475/98), indicando su capacidad de uso para el consumo humano (ver **Figura 3.310**).

**Figura 3.310. Nitritos en el Acuífero de Turbaco.**



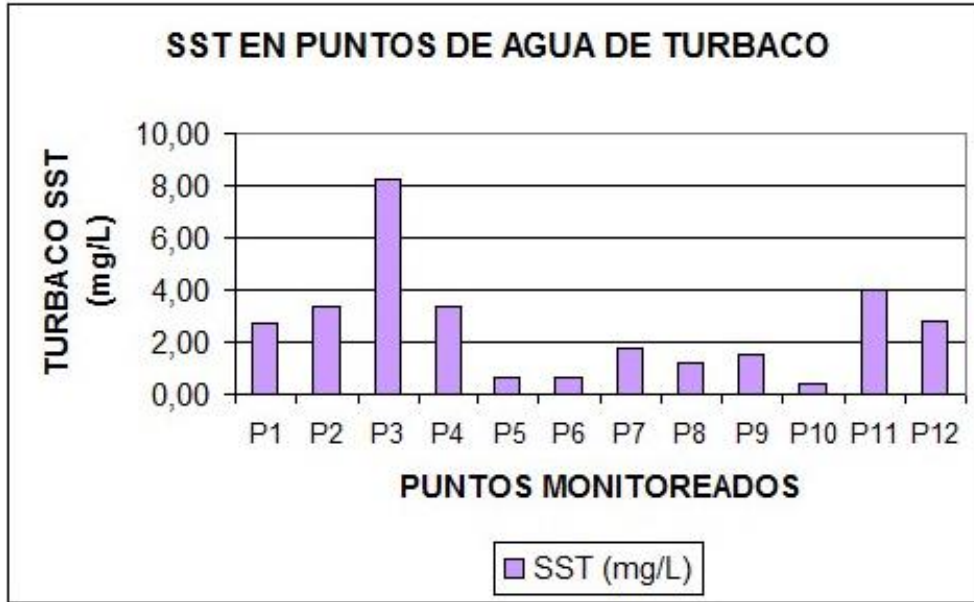
Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.5 Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos son partículas que pueden provocar deposiciones de sólidos o empeorar la transparencia de las aguas receptoras. Según los criterios de la calidad del agua potable los valores permisibles de sólidos totales en aguas deben ser menores a 500 mg/L (Decreto 475/98).

De acuerdo con los valores medidos en los pozos monitoreados del acuífero de Turbaco (**Figura 3.311**), todos los puntos de agua monitoreados en el acuífero cumplen con los criterios establecidos por la norma.

Figura 3.311. Sólidos suspendidos totales en el acuífero de Turbaco



Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

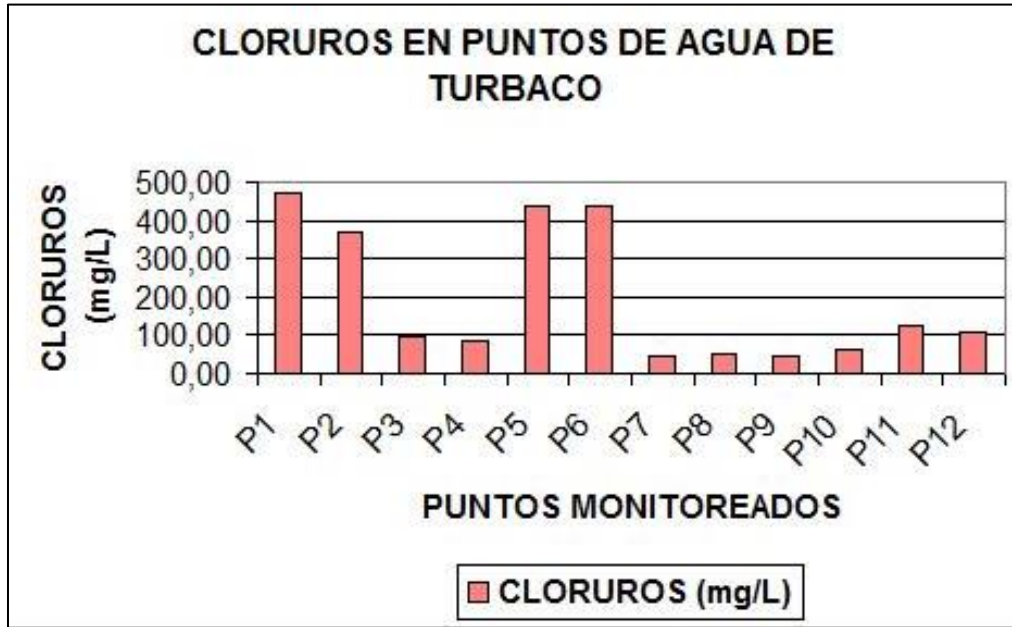
### 3.3.8.1.3.6 Cloruros

La concentración de Cl- en aguas subterráneas es muy variable, desde menos de 10 mg/L a más de 2.000 ó 3.000 mg/L. El rango de concentración usual en las aguas naturales subterráneas se puede mantener por debajo de los 100 mg/l encontrándose los valores más frecuentes entre 20 y 60 mg/l. Concentraciones de cloruros superiores a 100 mg/l en aguas de dureza mediana pueden causar problemas de corrosión, crecientes en forma exponencial, de tal manera que concentraciones de iones cloruro elevadas provocan rápidamente la destrucción por corrosión de metales como el hierro y el acero inoxidable (Marín, 2003).

Contenidos de cloruros superiores a 250 mg/L, indican la presencia de sales en elevadas concentraciones para aguas de consumo humano (Decreto 1594/84). De acuerdo a las mediciones obtenidas, los pozos uno, dos, cinco y seis, presentaron valores superiores a lo exigido por la norma con valores de 472 mg/L, 371 mg/L, y 439 mg/L., indicando su previo tratamiento al consumo humano (**Figura 3.312**).



Figura 3.312. Cloruros en el Acuífero de Turbaco.



Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.7 Dureza Total

La dureza de un agua mide la capacidad de ésta para consumir jabón o producir incrustaciones. Actualmente la dureza se define en términos de contenido en Ca y Mg (dureza total). Menos utilizados son los términos dureza permanente y dureza temporal que representan la parte de la dureza asociada al Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub>,= y la parte asociada a las especies carbónicas, respectivamente.

La dureza de las aguas subterráneas naturales varía generalmente entre 10 y 300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, pudiendo llegar a 2000 o más. Las aguas duras son por lo general, incrustantes en tanto que las blandas suelen ser agresivas.

Las aguas se clasifican de acuerdo a su contenido de CaCO<sub>3</sub> como blandas, moderadamente duras, duras y muy duras (**Tabla 3.116**). Según la norma colombiana, los criterios químicos de la calidad del agua potable no deberán sobrepasar los 160 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Decreto 475/98).

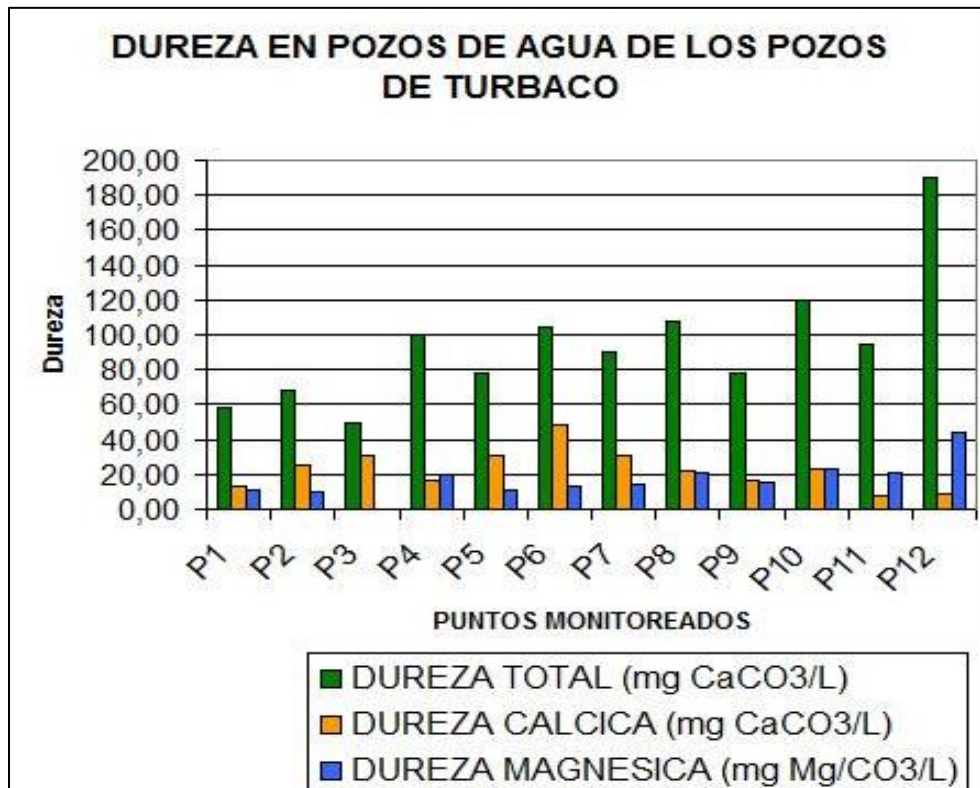
De acuerdo con las mediciones presentadas en la **Figura 3.313** se observa que el único punto que presenta valores superiores a los exigidos por la norma fue el punto 12, con un valor de dureza total de 190 mg CaCO<sub>3</sub>/L. Por lo cual se clasificarían las aguas de este punto como blandas e indicarían una necesidad de tratamiento para su consumo.

**Tabla 3.116. Clasificación de aguas según dureza.**

TIPO DE AGUA	DUREZA (Mg/L CaCO <sub>3</sub> )
Agua blanda	0 – 60
Agua moderadamente dura	61 – 120
Agua dura	121 - 180
Agua muy dura	>180

Fuente: Tomada de Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Figura 3.313. Dureza en el Acuífero de Turbaco.**



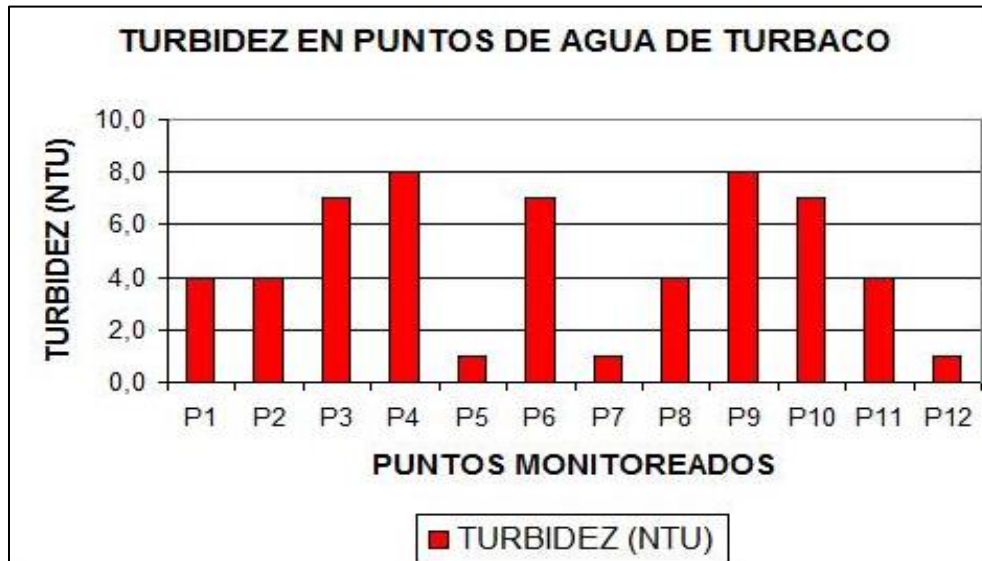
Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.8 Turbidez

La turbidez de un agua está ocasionada por la presencia de partículas sólidas en suspensión o coloides, con un diámetro muy diminuto, que impiden que la luz se transmita tal y como lo haría a través de un agua pura. Diversos factores ocasionan la turbidez del agua, como son arcillas, limos, granos de sílice, materia orgánica, etc.

Según la el Decreto 1594/84, los criterios de calidad admisible para la destinación del recurso para consumo humano deben ser iguales a 10 NTU, por lo cual, en las muestras recolectadas, cumplen a cabalidad con tal exigencia, ya que sus valores fueron inferiores a 8 NTU (ver **Figura 3.314**).

**Figura 3.314. Turbidez en el Acuífero de Turbaco.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.9 Coliformes Totales y Fecales

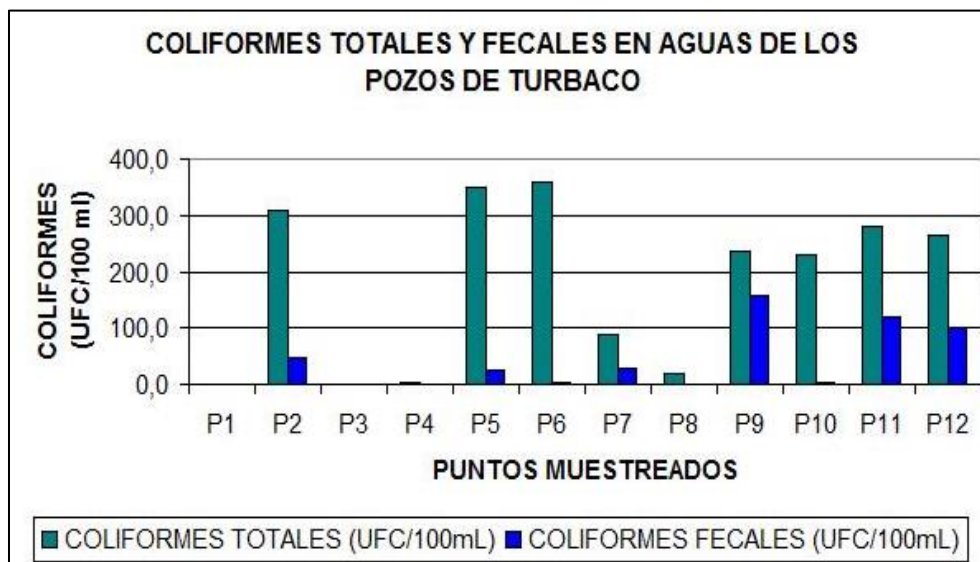
Un parámetro importante de calidad de aguas para el consumo humano es la presencia de bacterias coliformes. Estas si bien no son generalmente patógenas de por sí, son indicadoras de presencia de microbios potencialmente patógenos, y por lo tanto son un índice de deficiencias sanitarias en la fuente de agua (Hunter et al., 200 en Perdomo et al., 2001).

Del total de muestras analizadas bacteriológicamente, en 7 muestras tanto el valor de coliformes totales como de fecales fue superior al límite permitido para consumo humano de 20.000 NMP de coliformes totales, y 2.000 NMP de coliformes fecales por cada 100 mL de agua, establecido por el Decreto 1594/84 y el 1594/84; indicando que no son aptas para la destinación del consumo humano.

Las muestras que presentaron una elevada población de coliformes, sugieren una posible contaminación fecal. Los suelos o aguas que reciben ingresos de efluentes cloacales o material fecal vacuno muestran una relación directa entre coliformes totales y coliformes fecales (Tate & Terry, 1980; Jawson *et al.*, 1982 en Perdomo et al., 2001). Las causas de esta contaminación pueden ser atribuidas a diversos factores. La presencia de pozos ciegos y/o cámaras sépticas en las cercanías de donde se realizó la toma de las muestras creó condiciones para que la población de coliformes fuera superior a 100 NMP por cada 100 mL de agua.

La mayoría de las muestras de agua (60 %) estuvieron contaminadas con bacterias del grupo coliformes, representando un alto riesgo sanitario. Por lo tanto, se recomienda mejorar las perforaciones existentes, limpiar los pozos negros o construir cámaras sépticas y ubicar el lugar de extracción del agua para consumo lejos de posibles fuentes de contaminación (ver **Figura 3.315**).

Figura 3.315. Coliformes Totales y Fecales en el Acuífero de Turbaco.



Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.3.10 Síntesis

De acuerdo con la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las aguas del acuífero de Turbaco, se puede condensar lo manifestado en la **Tabla 3.117**.



**Tabla 3.117. Síntesis de resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, Acuífero de Turbaco.**

POZO	AGUAS APTAS PARA EL CONSUMO HUMANO	PARÁMETROS QUE REQUIEREN TRATAMIENTOS PARA POTABILIZACIÓN DE LAS AGUAS	PARÁMETROS DE EXCELENTE CALIDAD QUE NO REQUIEREN TRATAMIENTOS DE POTABILIZACIÓN	PARÁMETRO INADMISIBLE PARA EL CONSUMO HUMANO
POZO 1	No	Alcalinidad, conductividad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, Dureza, SST, turbidez, Coliformes fecales y totales	Cloruros
POZO 2	No	Alcalinidad, conductividad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, Dureza, SST, turbidez,	Cloruros, Coliformes fecales y totales
POZO 3	Si	Alcalinidad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez, Coliformes fecales y totales	Ninguno
POZO 4	Si	Alcalinidad	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, Dureza, SST, turbidez, Coliformes fecales y totales	Ninguno
POZO 5	No	Alcalinidad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, Dureza, SST, turbidez,	Cloruros, Coliformes totales y fecales
POZO 6	No	Alcalinidad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez, Coliformes fecales	Cloruros, Coliformes Totales y Coliformes Fecales
POZO 7	No	Alcalinidad,	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez,	Coliformes fecales y totales
POZO 8	Si	Alcalinidad	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez, Coliformes fecales y totales	Ninguno
POZO 9	No	Alcalinidad, Coliformes fecales y totales	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST,	Coliformes fecales y totales
POZO 10	No	Alcalinidad, Coliformes fecales y totales	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez,	Coliformes fecales y totales
POZO 11	No	Alcalinidad, Coliformes fecales y totales	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, Dureza, SST, turbidez,	Coliformes fecales y totales
POZO 12	No	Alcalinidad, Dureza, Coliformes fecales y totales	pH, conductividad, nitratos, nitritos, SST, cloruros, SST, turbidez,	Coliformes fecales y totales

Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

### 3.3.8.1.4 Sistema Acuífero de Palenque

A partir de la información que reposa en el documento “*Elaboración del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque*”, se obtuvo la información correspondiente a resultados de calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas del Acuífero de Palenque.

Teniendo en cuenta que las aguas del acuífero de Palenque son usadas para el consumo humano, en el estudio, se realizó un análisis fisicoquímico y bacteriológico del estado actual de las aguas, con el fin de conceptuar sobre su calidad para el consumo humano.

La **Tabla 3.118** presenta las estaciones muestreadas y las coordenadas geográficas de dichas estaciones. Para cada una de las estaciones relacionadas en dicha tabla, se practicaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos correspondientes a los siguientes parámetros: Alcalinidad, pH, Conductividad, Nitrato, Nitrito, SST, Cloruros, Dureza Total, Dureza Cálctica, Dureza Magnésica, Turbidez, Coliformes Totales, y Coliformes Fecales.

**Tabla 3.118. Puntos de muestreos fisicoquímicos en el Acuífero de Palenque**

PUNTOS	ESTACIONES MUESTREADAS
P1	Donisel Cassiani
P2	Sabino Miranda Cassiani
P3	Pozo Acueducto
P4	Ramiro Miranda
P5	Adalberto Agamez
P6	Acueducto El Viso
P7	Induventas
P8	Roncador
P9	Parcela Los Cerritos
P10	La Reja De Guadalupe
P11	Zapote I
P12	Zapote II

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

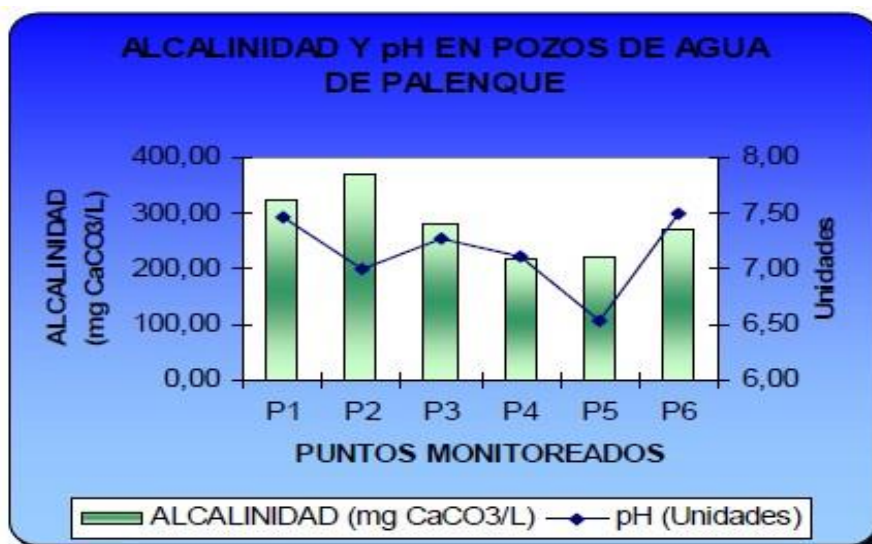
#### 3.3.8.1.4.1 Alcalinidad y pH

En el Decreto 475 de 1998 la alcalinidad hace parte de los criterios que califican la calidad química del agua potable, un valor admisible debe ser menor o igual 100 mg de CaCO<sub>3</sub>/L. Por otro lado, el mismo decreto y el 1594 de 1984, estipula, también que para que un agua sea potable los valores de pH deberán estar comprendidos entre 6.5 a 9.0 Unidades y entre 5.0 a 9.0, para poder ser destinar para el consumo humano, respectivamente.

Con base en los resultados obtenidos, en la **Figura 3.316** se aprecia que la alcalinidad de todos los puntos monitoreados, fue superior a 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L, la mayor concentración se presentó en P2 con un valor de 327.37 mg CaCO<sub>3</sub>/L y la menor en P4 con un valor de 217.81 mg CaCO<sub>3</sub>/L. Por otro lado, se aprecia también que los valores de pH oscilaron entre 7 y 7.5 Unidades, sin presentarse valores extremos.

De acuerdo con lo anterior se puede deducir que las aguas crudas de los pozos muestreados sobrepasan los límites exigidos por el 475/98, siendo éstas muy alcalinas pero con posibilidades de tratamientos previos a su consumo, mediante procesos de potabilización convencionales, para evitar posibles efectos negativos sobre la salud humana.

Figura 3.316. Alcalinidad y pH en el Acuífero de Palenque.

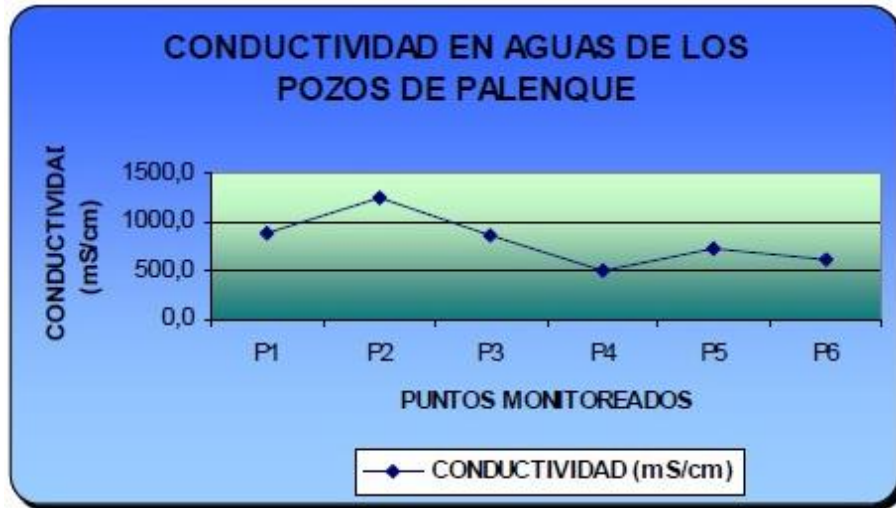


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

#### 3.3.8.1.4.2 Conductividad Eléctrica

Según el Decreto 475/98 los criterios de calidad física para un agua potable deben estar entre 50 a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con base en lo anterior, se deduce que, de acuerdo con las mediciones de ésta variable fisicoquímica, las aguas del acuífero de Palenque son aptas para el consumo humano a excepción del punto 2, el cual sobrepasa el valor permisible con un valor de 1251  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ver **Figura 3.317**).

Figura 3.317. Conductividad eléctrica en el Acuífero de Palenque.

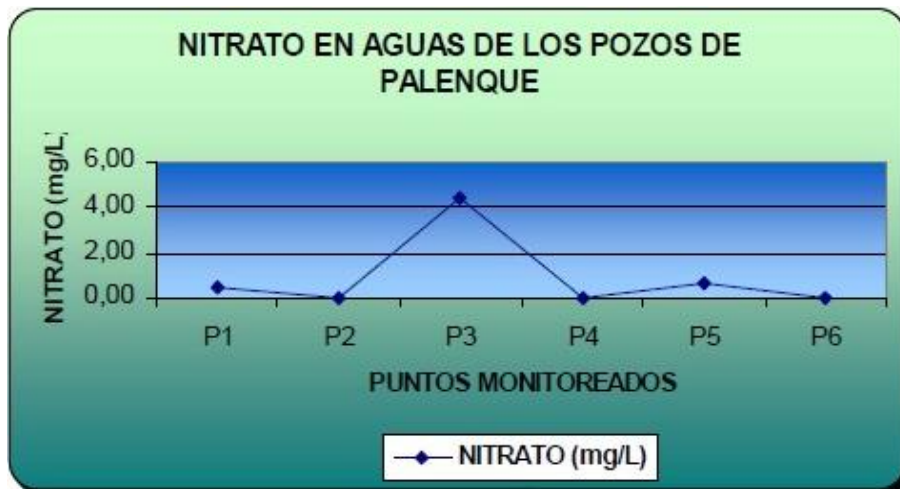


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

### 3.3.8.1.4.3 Nitratos

Según el decreto 475/98 y el 1594/84 para que las aguas puedan ser usadas para el consumo humano no deberán sobrepasar valores de 10 mg/L. Con las mediciones obtenidas se puede observar que la concentración del ión nitrato (ver **Figura 3.318**), presenta valores muy inferiores a los exigidos por la norma, siendo P3 el pozo en el cual se registró la mayor concentración con un valor de 4.38 mg/L, sin llegar a ser ésta, una concentración inadmisible para el consumo humano. La concentración de dicho pozo, puede ser atribuida en parte a zonas de agricultura intensiva, también puede asociarse, en menor medida, a los lixiviados de residuos sólidos y vertidos líquidos de aguas sin depurar en la zona, apareciendo en estos casos amonio y nitritos que evolucionan posteriormente a nitratos.

Figura 3.318. Nitratos en el Acuífero de Palenque.



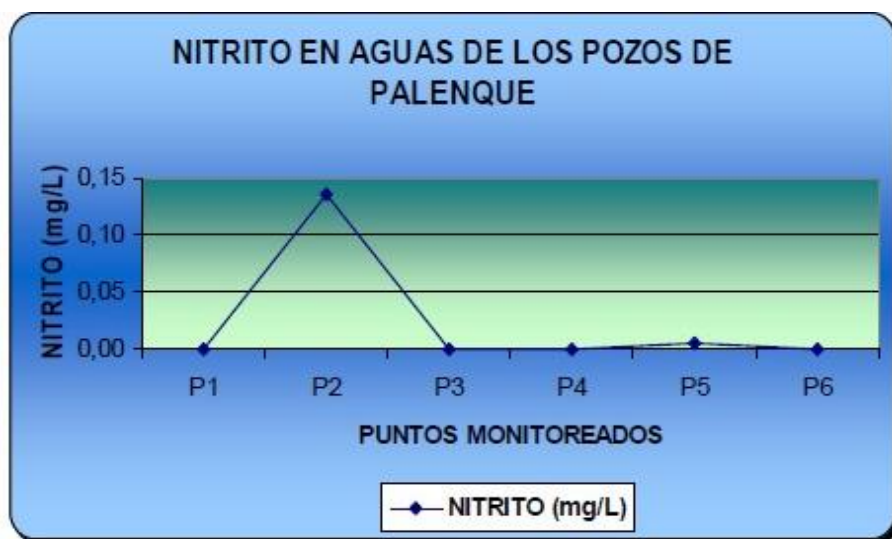
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.



### 3.3.8.1.4.4 Nitritos

En las mediciones de nitritos realizadas, las concentraciones de nitrito fueron en su mayoría menores a los límites de detección (0.0025 mg/L), siendo el punto dos y el punto cinco, los únicos pozos en los cuales se detectaron concentraciones de nitritos, con valores de 0.13 y 0.005 mg/L, respectivamente (ver **Figura 3.319**).

**Figura 3.319. Nitritos en el Acuífero de Palenque.**

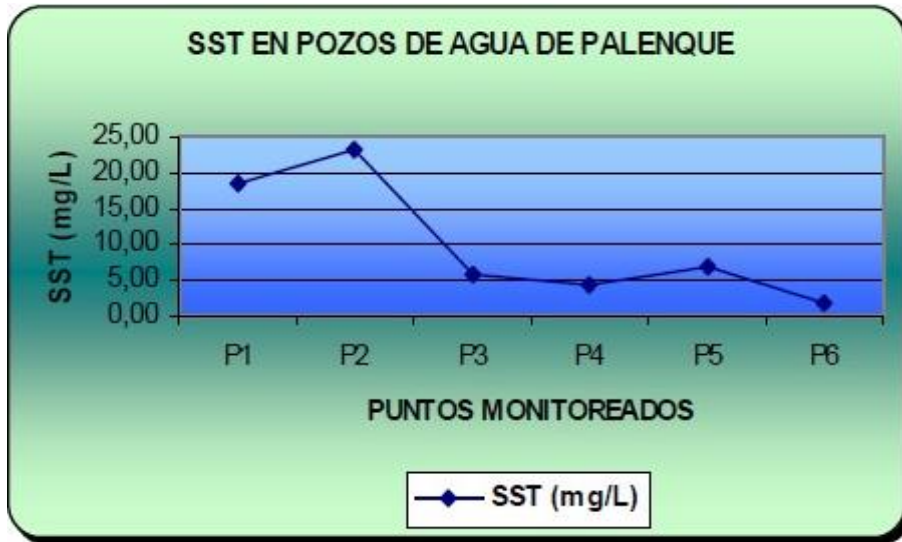


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

### 3.3.8.1.4.5 Sólidos Suspendidos Totales

De acuerdo con los valores medidos en los pozos monitoreados del acuífero de Palenque, todos los puntos de agua monitoreados en el acuífero cumplen con los criterios establecidos por la norma, ya que todas las mediciones tuvieron valores muy inferiores a los exigido por la norma; por lo cual se puede deducir que las aguas del acuífero no requieren de ningún tratamiento para mejorar esta variable y son totalmente aptas para el consumo humano.(ver **Figura 3.320**).

Figura 3.320. Sólidos suspendidos totales en el acuífero de Palenque.

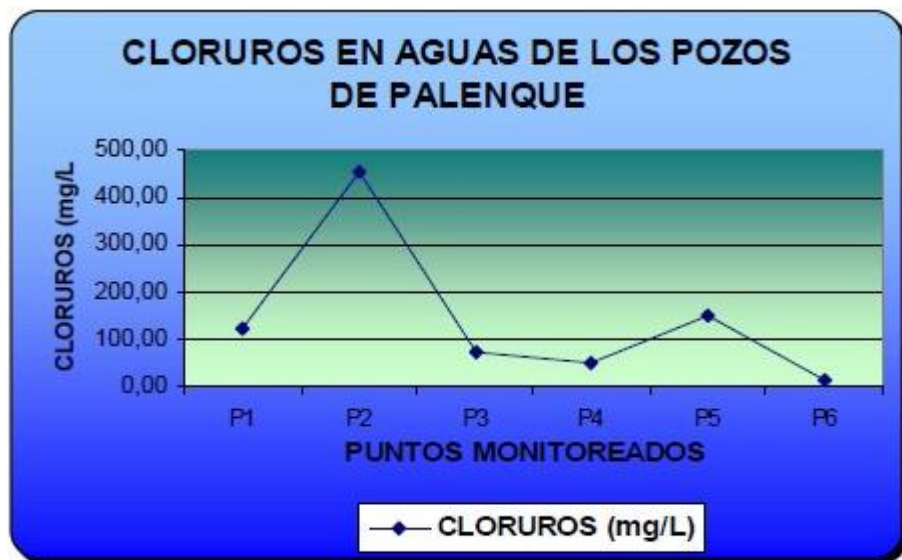


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

### 3.3.8.1.4.6 Cloruros

Contenidos de cloruros superiores a 250 mg/L, indican la presencia de sales en elevadas concentraciones para aguas de consumo humano (Decreto 1594/84). De acuerdo a las mediciones obtenidas, todos los pozos monitoreados obtuvieron valores permisibles de cloruro, para el consumo humano, sin embargo, nuevamente el punto 2 presentó valores superiores a los exigidos por la norma, con un valor de 456 mg/L (ver **Figura 3.321**), indicando una necesidad de tratar las aguas antes de ser consumidas, para disminuir su salinidad o presencia de cloruro, pues probablemente presenten un sabor desagradable.

Figura 3.321. Cloruros en el Acuífero de Palenque.

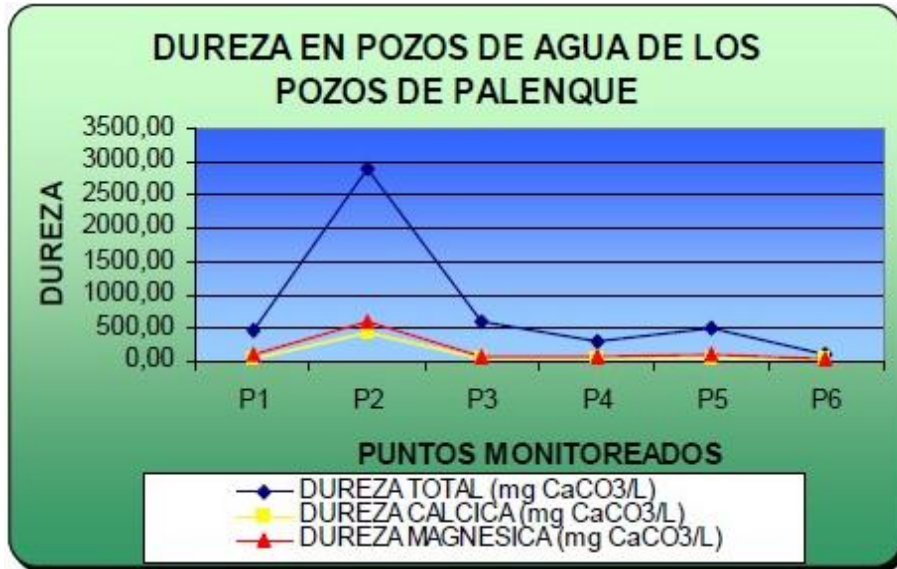


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

### 3.3.8.1.4.7 Dureza Total

Las aguas que tienen entre 15 y 150 mg CaCO<sub>3</sub>/L se consideran generalmente blandas, aquellas que tienen entre 150 mg a 300 CaCO<sub>3</sub>/L son duras y las aguas que contienen más de 300 mg CaCO<sub>3</sub>/L se clasifican como muy duras (Letterman, 2002). Según la norma colombiana, los criterios químicos de la calidad del agua potable no deberán sobrepasar los 160 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Decreto 475/98) (ver **Figura 3.322**)

**Figura 3.322. Dureza en el Acuífero de Palenque.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

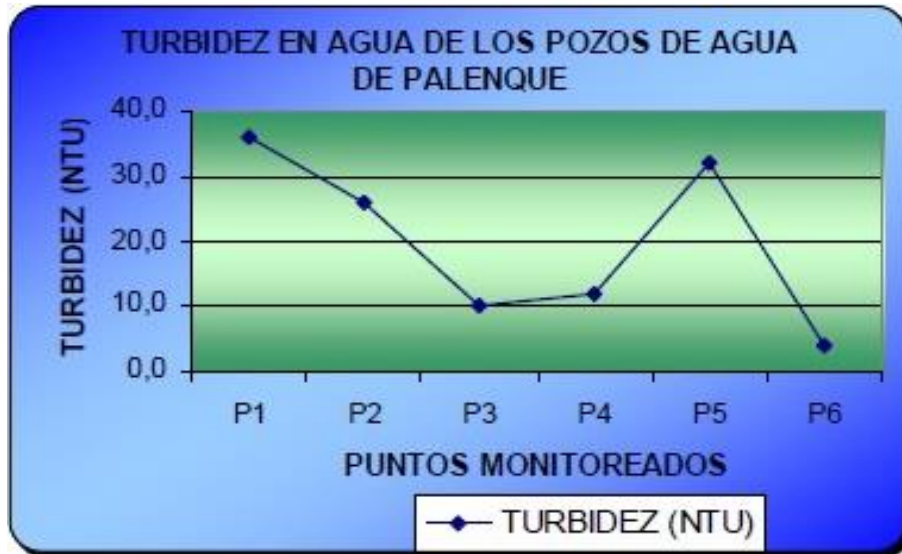
La **Figura 3.322**, presenta las mediciones de dureza total, cálcica y magnésica, siendo 2912 mg CaCO<sub>3</sub>/L, 444 mg CaCO<sub>3</sub>/L y 592 mg CaCO<sub>3</sub>/L, los mayores contenidos de CaCO<sub>3</sub> encontrados en P2, respectivamente.

De acuerdo a la clasificación anteriormente expuesta, las aguas crudas del acuífero de Palenque son muy duras y debido a que todas las concentraciones sobrepasaron el límite admisible, deberán ser tratadas para disminuir su dureza antes de ser usadas para el consumo humano, a excepción de P6, el cual cumple con las características químicas del agua potable en cuanto a dureza se refiere, con un valor inferior al exigido por la norma (112 mg CaCO<sub>3</sub>/L).

### 3.3.8.1.4.8 Turbidez

En las muestras recolectadas, los mayores valores de turbidez fueron obtenidos en los pozos uno, dos y cinco con concentraciones de 36 NTU, 26 NTU y 32 NTU, respectivamente (ver **Figura 3.323**). Según la el Decreto 1594/84, los criterios de calidad admisible para la destinación del recurso para consumo humano deben ser iguales o inferior a 10 NTU, por lo cual, las aguas crudas del acuífero deberán ser tratadas y mejoradas en éste parámetro, ya que solo presentaron valores admisibles para la destinación del recurso para consumo humano, en el punto 3 con un valor de 10 NTU, y en el punto 6, con un valor de 4.0 NTU.

Figura 3.323. Turbidez en el Acuífero de Palenque.



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

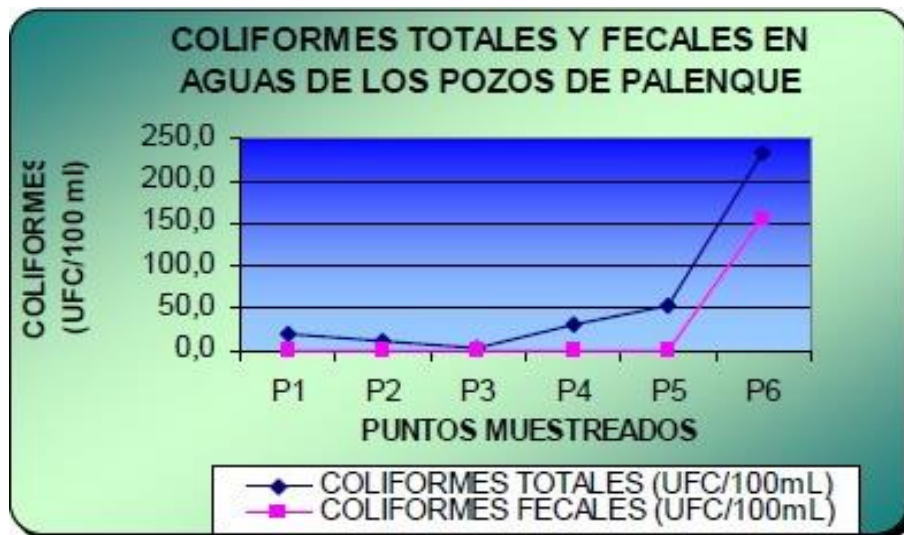
#### 3.3.8.1.4.9 Coliformes Totales y Fecales

Dentro de los coliformes totales (CT), se pueden distinguir dos tipos, por un lado, están los coliformes fecales (CF), que provienen del tracto intestinal de los animales de sangre caliente y que sería los mejores indicadores de riesgo de afecciones humanas, y por otro lado existe otro grupo de coliformes que son residentes naturales en el suelo y agua (Picone 2003).

Al observar los valores obtenidos en las aguas del acuífero (ver **Figura 3.324**), se puede notar que para los pozos uno, dos y tres, los valores de coliformes totales se encuentran por debajo del valor exigido por la norma, siendo los puntos cuatro, cinco y seis los de mayores contenidos de CT, con valores de 30 UFC, 52 UFC y 234 UFC, respectivamente, por lo cual en cuanto a este parámetro, las aguas de P4, P5 y P6, no son aptas para la destinación del recurso humano.



**Figura 3.324. Coliformes Totales y Fecales en el Acuífero de Palenque.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque.

En la misma figura se observa también que en cuanto a coliformes fecales, los valores fueron aptos en todos los puntos, a excepción del punto seis en donde se alcanzó un valor de 156 UFC de coliformes fecales, superior a lo establecido por la norma.

La presencia de coliformes fecales en el agua generalmente indica la contaminación reciente de la misma por efluentes barométricos o estiércol animal (Hunter et al., 2000 en Perdomo et al., 2001).

De esta manera se puede deducir que los puntos uno, dos y tres presentan criterios de calidad admisible, en cuanto a CF Y CT, para la destinación del recurso para el consumo humano, mientras que los demás no lo son. Debido a que no se detectaron CF en las muestras de los pozos cuatro y cinco, se recomienda realizar un nuevo monitoreo, ya que probablemente en tales pozos, la presencia de coliformes totales no sea representativa y las concentraciones encontradas pueden ser inferiores.

Los resultados obtenidos en el punto seis, sugieren una posible contaminación fecal. Los suelos o aguas que reciben ingresos de efluentes cloacales o material fecal vacuno muestran una relación directa entre coliformes totales y coliformes fecales (Tate y Terry, 1980; Jawson et al., 1982 en Perdomo et al., 2001), por lo cual se recomienda otro monitoreo de la presencia de CT Y CF, así como un control de los focos de contaminación cercanos tales como pozos sépticos, presencia de ganado, entre otros factores generadores de la contaminación por coliformes.

### 3.3.9 Geoeléctrica

#### 3.3.9.1 Sondeos Geoeléctricos a Partir de Información Disponible

La prospección geofísica es un método rápido y económico para conocer las condiciones geológicas e hidrogeológicas del subsuelo. El método utilizado para este fin es la

geoeléctrica, el cual se realiza con personal especializado y con equipos de última generación.

El objetivo de los sondeos geoeléctricos es principalmente definir las características geométricas de los acuíferos (geometría, espesor y extensión lateral) y preliminarmente la calidad de las aguas almacenadas, y además, permiten la correlación geológica de las distintas unidades geoeléctricas con base en la información disponible sobre geofísica e hidrogeología en las Corporaciones Autónomas Regionales (CRA, CARDIQUE Y CARSUCRE).

De acuerdo con estudios técnicos suministrados por CARDIQUE, fue posible desarrollar un análisis de los resultados de los Sondeos Geoeléctricos Verticales (SEV's) desarrollados en algunos acuíferos localizados en la Cuenca Canal del Dique:

- Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco. Abril de 2006. LUIS ENRIQUE GÓMEZ BLANCO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE – CARDIQUE–.
- Elaboración del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque. Marzo 2006. ECOINTEGRAL LTDA - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE –CARDIQUE–.

### 3.3.9.1.1 Sistema Acuífero Turbaco

Dentro del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006 se realizaron treinta (30) Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), adicionales a 40 realizados en estudios anteriores, con abertura de electrodos AB/2 de 245 m máximo, utilizando el dispositivo simétrico tipo Schlumberger y localizados de acuerdo con las coordenadas de la **Tabla 3.119**. Con dicha información se pretende averiguar la distribución vertical de resistividades bajo el punto sondeado; con ese resultado se pueden determinar las características geométricas de las “capas geoeléctricas” del subsuelo, la presencia de discontinuidades y los posibles niveles acuíferos. También, de acuerdo con los valores de resistividad, se puede obtener una referencia indirecta sobre la calidad del agua subterránea, debido a los iones disueltos en ella, los cuales afectan su conductividad.

**Tabla 3.119. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales Acuífero de Turbaco.**

SONDEO	X (m)	Y (m)	COTA
Turbaco 1	851635	1636475	131
Turbaco 2	851760	1636732	108
Turbaco 3	852087	1637039	131
Turbaco 4	852355	1637469	137
Turbaco 5	851714	1635298	197
Turbaco 6	851912	1635413	205
Turbaco 7	852400	1635734	191
Turbaco 8	852317	1636902	163

SONDEO	X (m)	Y (m)	COTA
Turbaco 9	852490	1635178	193
Turbaco 10	852886	1635477	191
Turbaco 11	852963	1636068	184
Turbaco 12	853236	1636132	177
Turbaco 13	853408	1635405	187
Turbaco 14	853784	1636598	157
Turbaco 15	853784	1637667	187
Turbaco 16	854462	1635711	184
Turbaco 17	850907	1631802	200
Turbaco 18	851625	1632933	195
Turbaco 19	851940	1633286	210
Turbaco 20	853185	1634030	187
Turbaco 21	850958	1633416	218
Turbaco 22	851306	1633514	213
Turbaco 23	854476	1636061	175
Turbaco 24	854325	1637149	189
Turbaco 25	854892	1637623	188
Turbaco 26	855177	1638078	189
Turbaco 27	850766	1635596	145
Turbaco 28	851072	1635909	145
Turbaco 29	851693	1636107	139
Turbaco 30	850372	1635176	165

Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.

Como complemento a los sondeos realizados en el proyecto Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006 se consideraron 40 Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) efectuados en diversos trabajos anteriores, con el objeto de evaluar el potencial acuífero de los depósitos sedimentarios del área. La localización y referencia de estos sondeos se presentan en el **Tabla 3.120**.

**Tabla 3.120. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales anteriores.**

NOMBRE	X	Y	Z
MO-1	852080.0	1634598.0	194.2
MO-2	852078.0	1634395.0	192.9
MO-3	851915.0	1634318.0	196.3
MO-4	851900.0	1634500.0	198.1
MO-5	851756.0	1634651.0	198.8
MO-6	851757.0	1634488.0	199.8
MO-7	851759.0	1634342.0	199.8
SEV-1	852378.4	1634806.4	191.0
SEV-2	852377.8	1634671.2	190.9
SEV-3	852365.0	1634533.0	189.2
SEV-4	852231.6	1634641.1	192.5
SEV-5	852219.9	1634757.9	193.0
SEV-6	852321.0	1634911.2	192.2
PP II-1	851798.4	1634974.2	198.6
PP II-2	851893.3	1634953.5	197.8
PP II-3	852184.9	1634815.9	193.8
PP II-4	852314.4	1634359.8	189.0
PP II-5	852441.7	1634237.6	186.6
PP II-6	851370.5	1634387.8	203.8
PP II-7	851294.5	1634563.3	203.4
PP II-8	850625.6	1634424.2	210.7
PP II-9	850959.5	1635217.5	189.0
PP II-10	852322.0	1633568.7	191.5
PP II-11	851781.4	1633971.1	198.0
PP II-12	852377.7	1634342.4	188.3
PP II-13	852006.6	1634123.2	197.0
PP II-14	851496.8	1634042.4	199.9
PP II-15	852150.9	1634991.2	194.8
PP II-16	852531.7	1634803.3	188.6
PP II-17	852228.3	1635162.3	191.9
PP II-18	852702.2	1634533.4	184.4
PP II-19	851453.2	1635800.0	158.7
PP II-20	852045.8	1633890.7	197.0
BEN-1	850193.3	1635516.5	104.0
BEN-2	850174.8	1635482.7	105.0
BEN-3	850132.2	1635593.6	92.0
VT-T1	852870.0	1633750.2	179.4
VT-T2	852902.1	1633777.7	179.0
VT-T3	852919.0	1633820.7	177.4
DELIA-1	850221.9	1635817.5	70.0

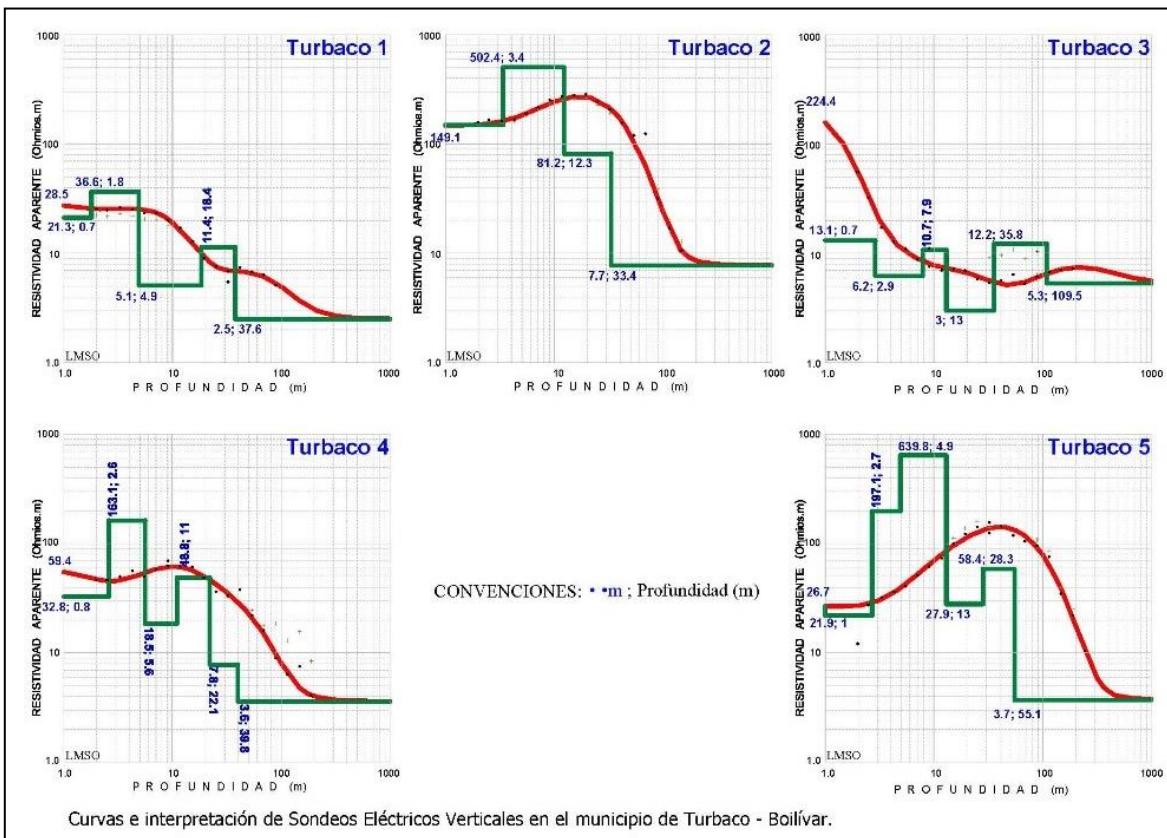
Fuente: Estudio Hidrogeológico y Determinación del Potencial Hídrico del Área Correspondiente al Acuífero de Turbaco.



3.3.9.1.1 Interpretación

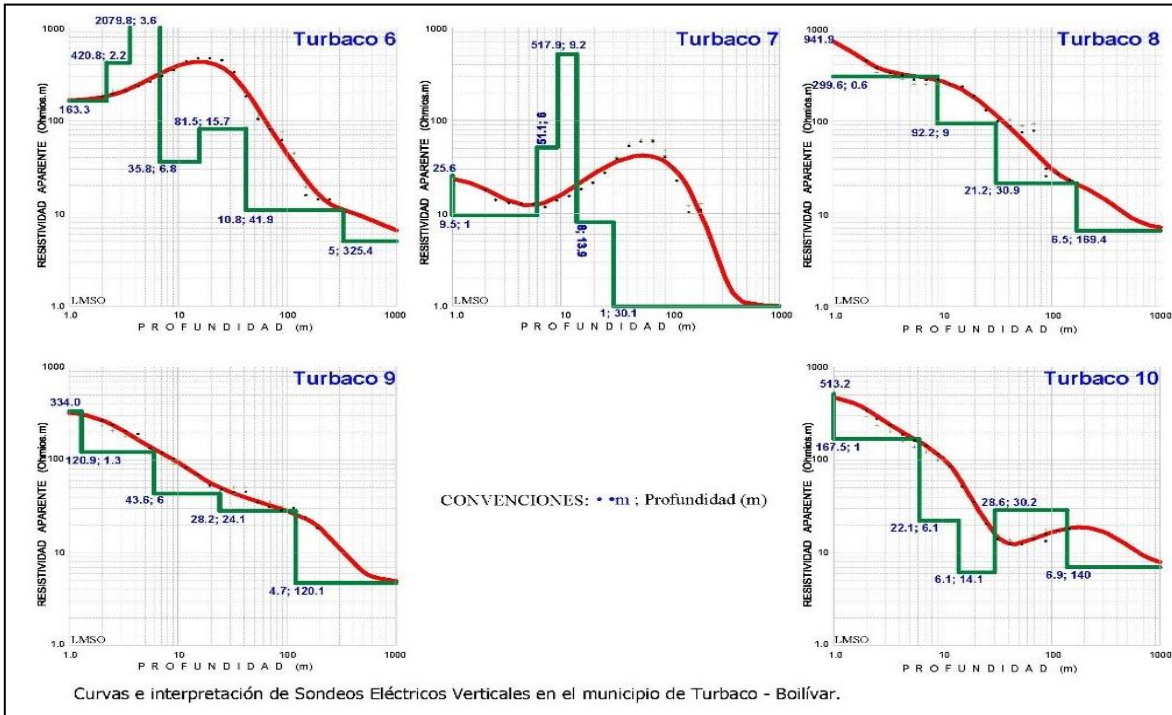
A continuación, se presenta el resumen gráfico de las Curvas elaboradas para los 30 Sondeos directamente efectuados por el Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006. Se puede identificar: A partir de las curvas de campo obtenidas directamente de los sondeos realizados se obtienen dos formas: en las primeras las resistividades obtenidas son muy altas para las capas superiores (entre 57.8 y 941.9 Ohm-m), presentando un descenso a valores entre 30.7 y 15.1 Ohm-m y finalmente van descendiendo para terminar en valores entre 7.7 y 1.7 Ohm-m; entre estas están los sondeos 1, 3, 8, 9, 10, 11, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 28, 29 y 30. El otro conjunto de curvas comienza en valores de resistividad intermedios, presentan luego un ascenso hasta valores que oscilan entre 27.1 y 2079 Ohm-m para terminar en valores bajos hasta 1.0 Ohm-m; a este grupo pertenecen los sondeos 2, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22 y 27. Estas curvas, con su respectiva interpretación mediante el diagrama de barras, representando las diferentes capas, sus valores de resistividad, espesores y profundidades respectivas, se presentan a continuación de la **Figura 3.325** a la **Figura 3.330**.

**Figura 3.325. Curvas e interpretación de SEV (puntos 1 a 5).**



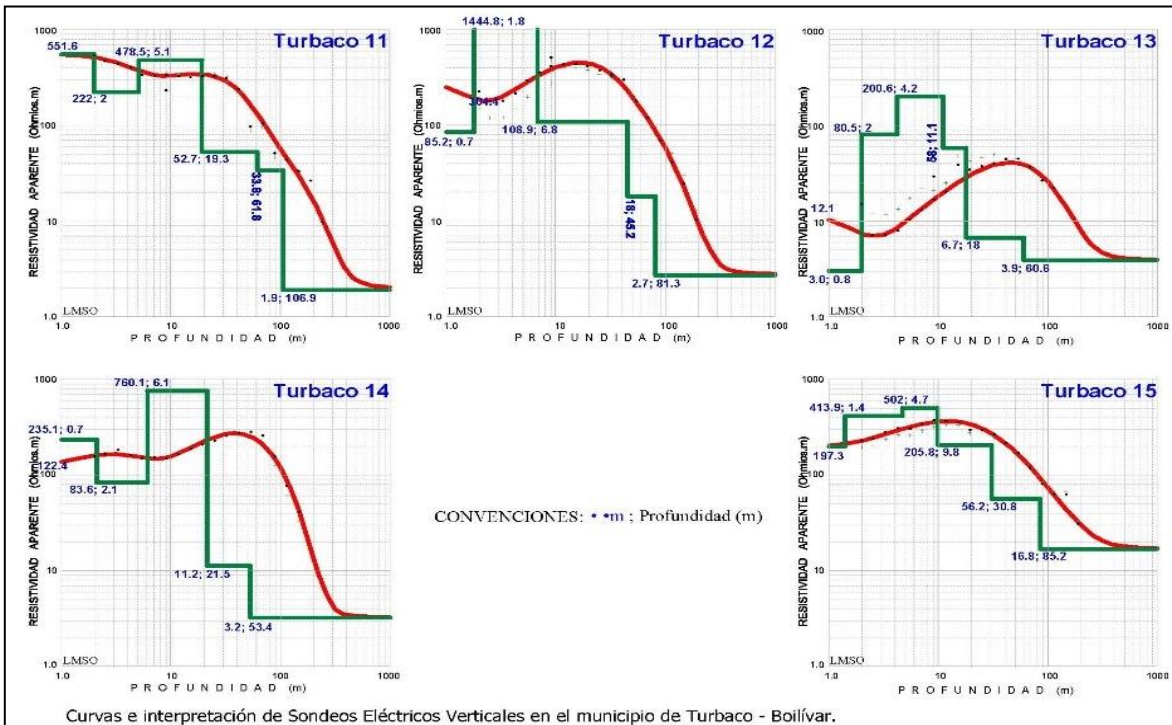
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Figura 3.326. Curvas e interpretación de SEV (puntos 6 a 10).**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

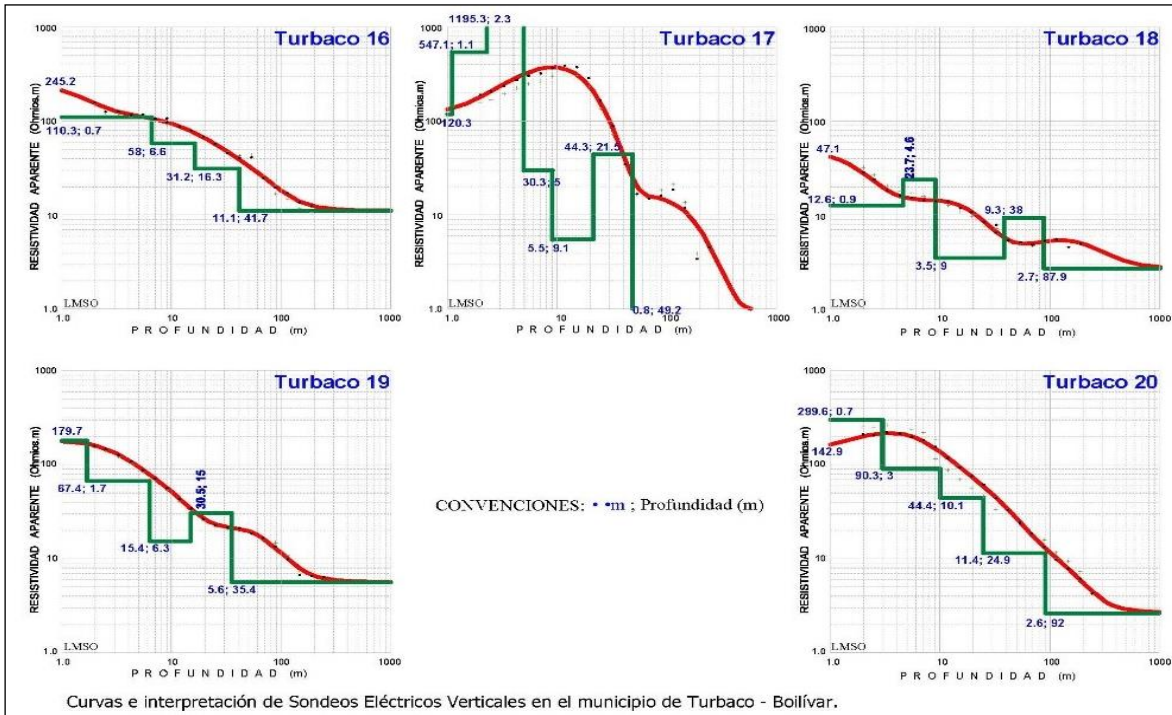
**Figura 3.327. Curvas e interpretación de SEV (puntos 11 a 15).**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

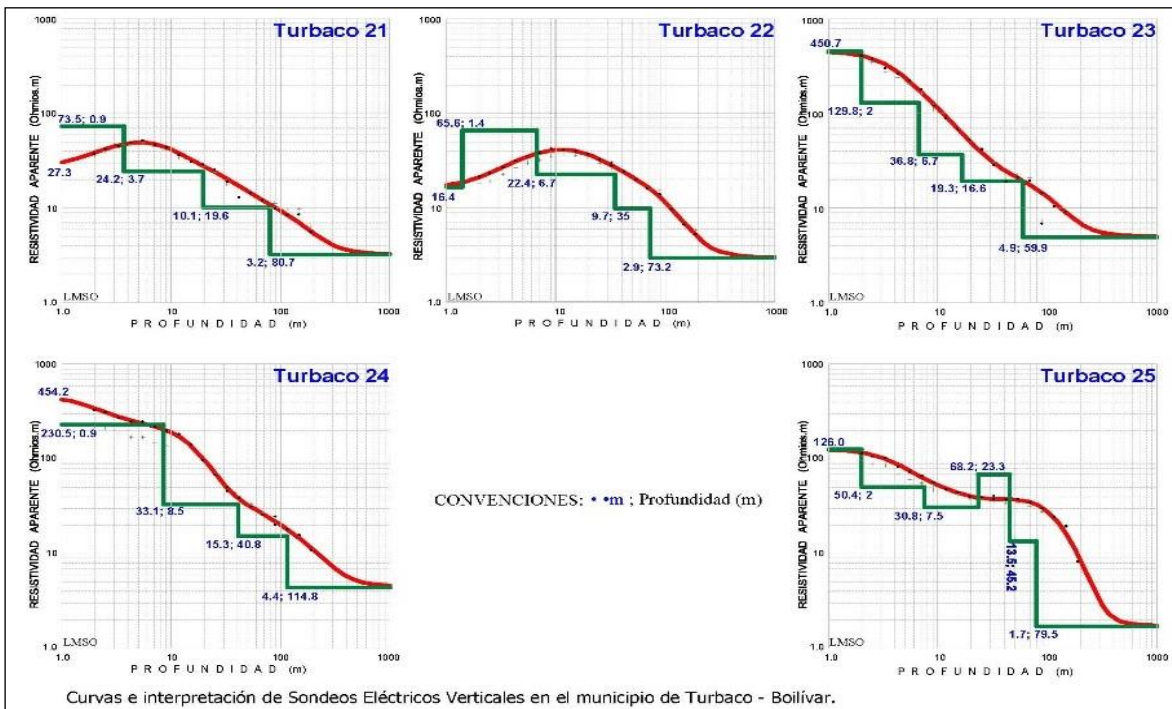


**Figura 3.328. Curvas e interpretación de SEV (puntos 16 a 20).**



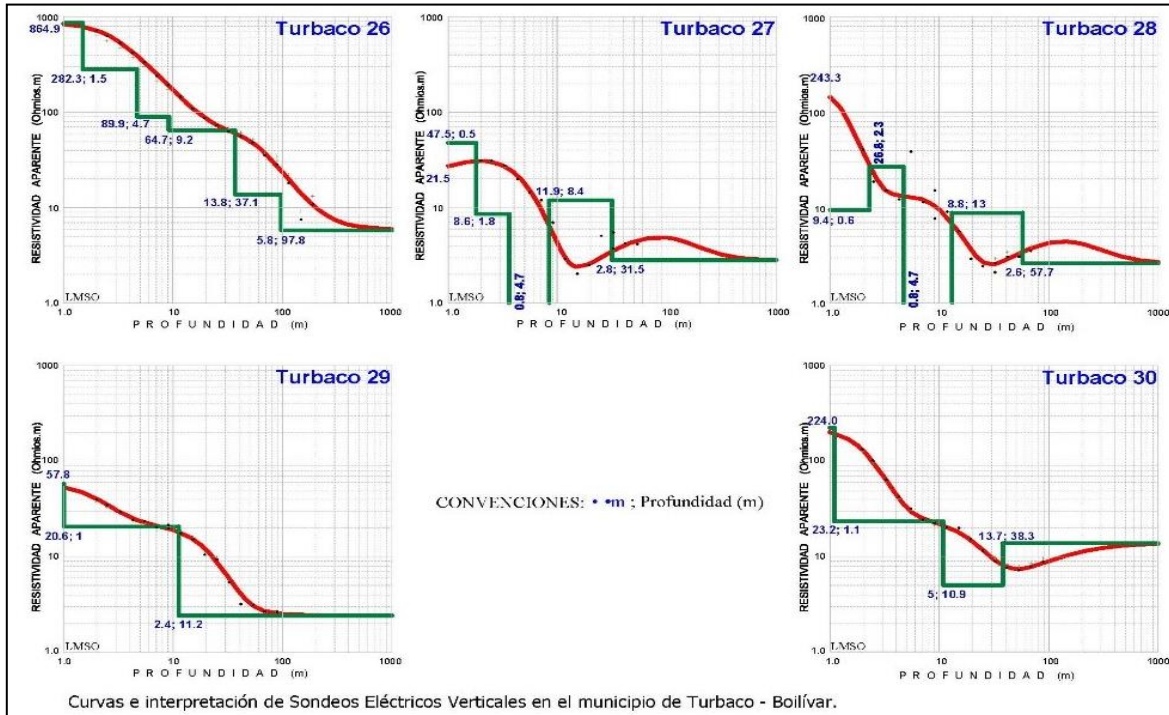
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Figura 3.329. Curvas e interpretación de SEV (puntos 21 a 25).**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Figura 3.330. Curvas e interpretación de SEV (puntos 26 a 30).**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### 3.3.9.1.1.2 Escala de Resistividades

De la observación de las resistividades en la región del Acuífero de Turbaco, se estableció una distribución logarítmica de los valores de resistividad, con una razón geométrica de 1.66, iniciando la serie en 1.66 Ohm-m, lo cual permite una correlación con la litología como lo muestra la **Figura 3.331**.












Se ha estimado que para el propósito del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco y apoyados en los valores de resistividad encontrados en zonas de explotación de pozos, los valores de resistividad aparente que presentan interés hidrogeológico están comprendidos alrededor de los 7.6 y 57.7 Ohm-m, aunque excepcionalmente podrían alcanzar valores en el rango de 57.7 a 95.7 Ohm-m, según se resalta en la tabla; esto no descarta la presencia de agua de peor o mejor calidad por debajo o por encima de éstos rangos, respectivamente.

Con base en la interpretación dada en el Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006, valen la pena resaltar los siguientes resultados:

Los denominados Cortes Geoeléctricos representan claramente los datos de las interpretaciones individuales, por lo cual dada la importancia de ese análisis se toman de manera textual.



**Figura 3.331. Correlación de los valores de resistividad con la litología.**

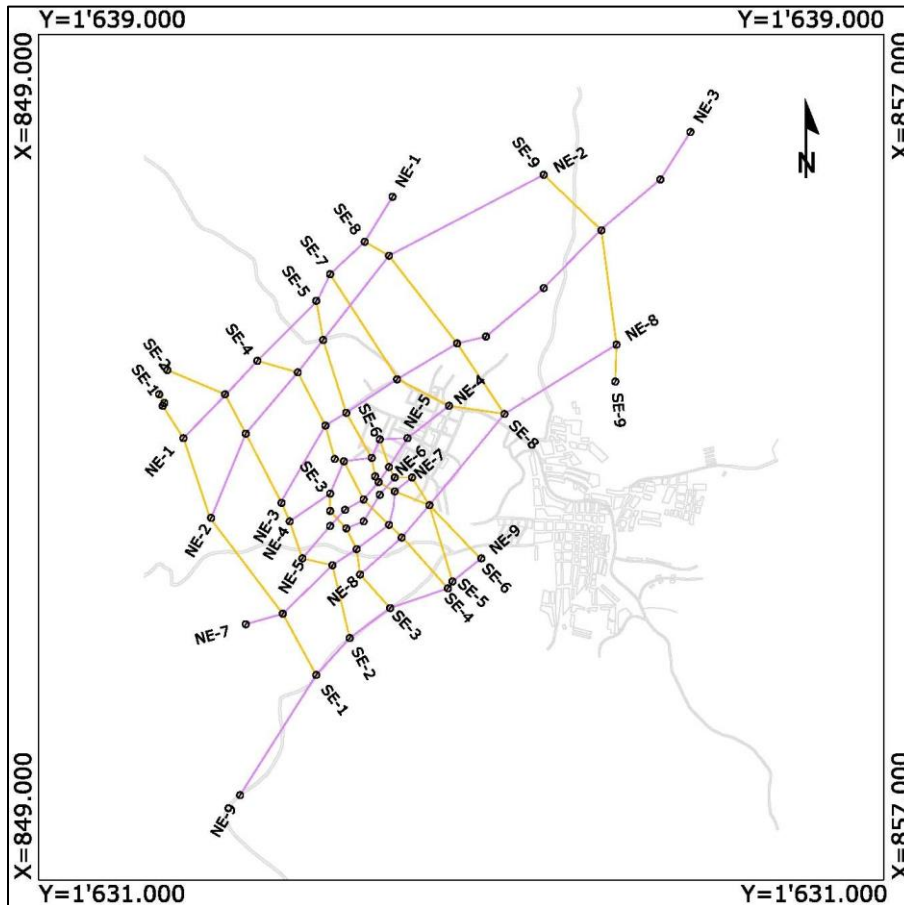
CONVENCIÓN	RESISTIVIDAD APARENTE ( $\rho_m$ )	CORRELACIÓN LITOLÓGICA
	158.9 <	Sedimentos indiferenciados secos
	95.7-158.9	Gravas y Arenas secas / Calizas secas
	57.7-95.7	Gravas saturadas / Arenas de grano medio, secas / Areniscas secas
	34.7-57.7	Arenas gruesas y gravas, saturadas / Areniscas / Calizas saturadas
	20.9-34.7	Arenas medias a gruesas, saturadas / Calizas saturadas
	12.6-20.9	Arenas medias saturadas / Areniscas (Formación Arjona)
	7.6-12.6	Limos arenosos saturados / Limolitas arcillosas transicionales
	4.6-7.6	Limolitas arcillosas saturadas - agua salobre? (Formaciones Bayunca y Arjona)
	2.8-4.6	Arcillolitas - Formación Bayunca
	1.7-2.8	Arcillolitas de origen marino (Formación Arjona) / Sedimentos con agua salobre
	< 1.7	Lodos Diapíricos / Arcillolitas de origen marino / Sedimentos con agua salada a salobre

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### 3.3.9.1.1.3 Cortes Geoeléctricos Noreste (NE)

Con los datos obtenidos a partir de la correlación litológica se presenta esta interpretación del subsuelo, ensamblada a partir de la distribución litológica, la morfología del terreno y la información de los niveles freáticos en algunos puntos del área. En la **Figura 3.332**, se representan los 18 cortes geoeléctricos conformados a partir de los 70 Sondeos eléctricos verticales recopilados: nueve cortes en dirección noreste y nueve en dirección sureste.

Figura 3.332. Localización de los perfiles geoelectricos.

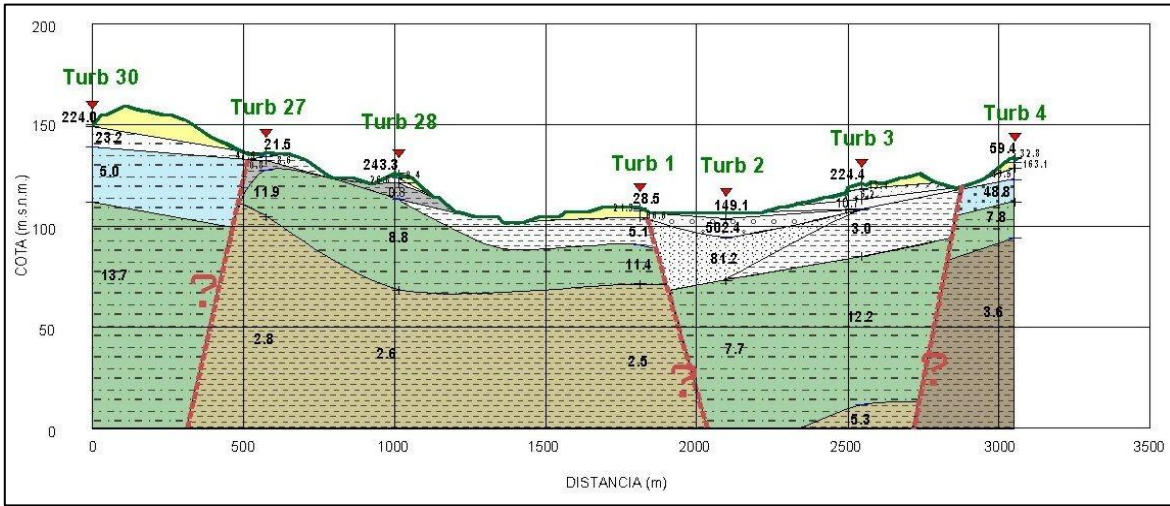


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 1**

Este corte representa los resultados obtenidos entre los sondeos Turbaco 30, Turbaco 27, Turbaco 28, Turbaco 1, Turbaco 2, Turbaco 3 y Turbaco 4, con una longitud de 3053 m (Figura 3.333). Se ilustra la presencia de calizas arrecifales y fragmentos calcáreos en la capa superior, mezclados con los delgados depósitos aluviales de variada granulometría. A continuación se interpreta una zona compuesta por arenas secas que se muestra con un mayor espesor en el sitio del Sondeo Turbaco 2 y Turbaco 3, donde las arenas pasan a arcillas. Abajo de esta secuencia se presenta la zona saturada, en los sitios de los sondeos Turbaco 30 y Turbaco 4 compuesta por arenas en el sondeo 4, las cuales pasarían gradualmente a intercalaciones de arenas y limos en el sondeo Turbaco 30. A continuación una capa compuesta por arcillolitas limosas saturadas posiblemente pertenecientes a la Formación Bayunca y finalmente se encuentra una capa de arcillolitas posiblemente de la Formación Bayunca en los sondeos localizados al centro y Sureste del corte y a la Formación Arjona al Noreste bajo el sondeo Turbaco 4. Se observan en este corte tres discontinuidades geoelectricas, presentando un bloque central levantado con los sondeos Turbaco 27, Turbaco 28 y Turbaco 1 y un contacto discordante entre las Formaciones Bayunca y Arjona entre los sondeos Turbaco 3 y Turbaco 4.

**Figura 3.333. Corte NE 1.**

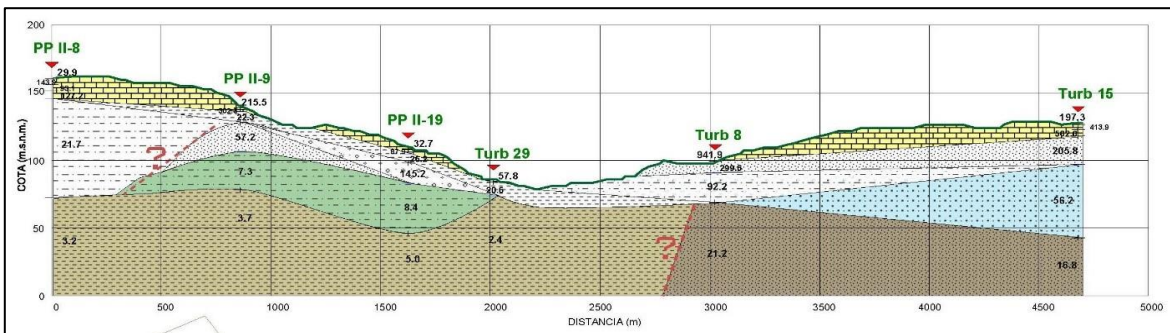


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 2**

Con una longitud de 4679 m entre los sondeos PP II-8, PP II-9, PP II-19, Turbaco 29, Turbaco 8 y Turbaco 15 (**Figura 3.334**). En la parte superior se interpreta una zona compuesta por calizas con valores de resistividad entre 941.9 y 57.8 Ohm-m, ausente en la parte central del corte bajo los sondeos Turbaco 29 y Turbaco 8, a continuación, una zona compuesta por sedimentos cuaternarios secos, limos, arenas y gravas que presentan cambios laterales de granulometría. Debajo y solo bajo el sondeo Turbaco 15, se interpreta una capa compuesta por arenas saturadas, con una resistividad de 56.2 Ohm-m. En los sitios de los sondeos PP II-9 y PP II-19, debajo de los sedimentos secos, existe una capa compuesta por intercalaciones de limolitas y arcillolitas posiblemente de la Formación Bayunca. La última capa hacia la base, está compuesta por arcillolitas de la Formación Bayunca bajo los sitios de los sondeos PP II-8, PP II-9, PP II-19 y Turbaco 29 y por areniscas, posiblemente de la Formación Arjona, bajo los sondeos Turbaco 8 y Turbaco 15. Se observa una discontinuidad geoelectrónica entre los sondeos Turbaco 29 y Turbaco 8 que divide el corte en dos bloques y que pone en contacto discordante las Formaciones Bayunca y Arjona.

**Figura 3.334. Corte NE 2.**

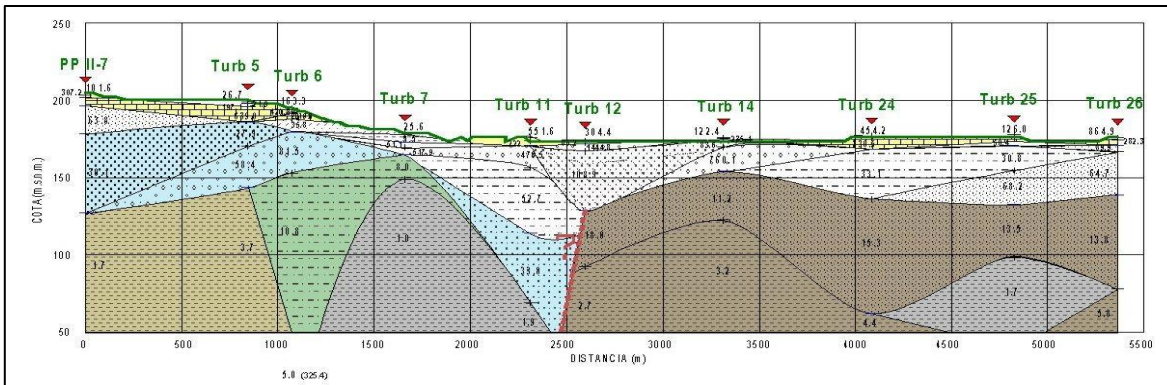


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 3**

Conformado por los sondeos PP II-7, Turbaco 5, Turbaco 6, Turbaco 7, Turbaco 11, Turbaco 12, Turbaco 14, Turbaco 24, Turbaco 25 y Turbaco 26, tiene 5263 m de longitud (**Figura 3.335**). En la parte superior y hacia los bordes noreste y suroeste del corte se interpretan calizas secas, seguidas por sedimentos Cuaternarios saturados al Suroeste, compuestos principalmente por arenas y gravas que se profundizan en el sitio del sondeo Turbaco 11 y secos en los sondeos localizados al Noreste. Los sedimentos secos están constituidos por gravas, arenas y limos, con resistividades en un rango de 1444.8 a 30.8 Ohm-m. Debajo de los sedimentos se manifiesta una discontinuidad geoelectrica entre los sondeos Turbaco 11 y Turbaco 12, que divide el corte en dos bloques. En el bloque Noreste, siguiendo con el orden de las capas, debajo se interpretan areniscas pertenecientes a la Formación Arjona, seguidas por arcillolitas de la misma formación. En el sitio del sondeo Turbaco 25, debajo de las areniscas, se tiene una inyección de lodos diapíricos. Para el bloque Suroeste se presenta una capa de limolitas saturadas de la Formación Bayunca en el sitio de los sondeos Turbaco 6 y Turbaco 7 y arcillolitas en los sondeos PP II-7 y Turbaco 5. En el sitio del sondeo Turbaco 7 se presentaría una inyección de lodos diapíricos, asociados a la discontinuidad.

**Figura 3.335. Corte NE 3.**



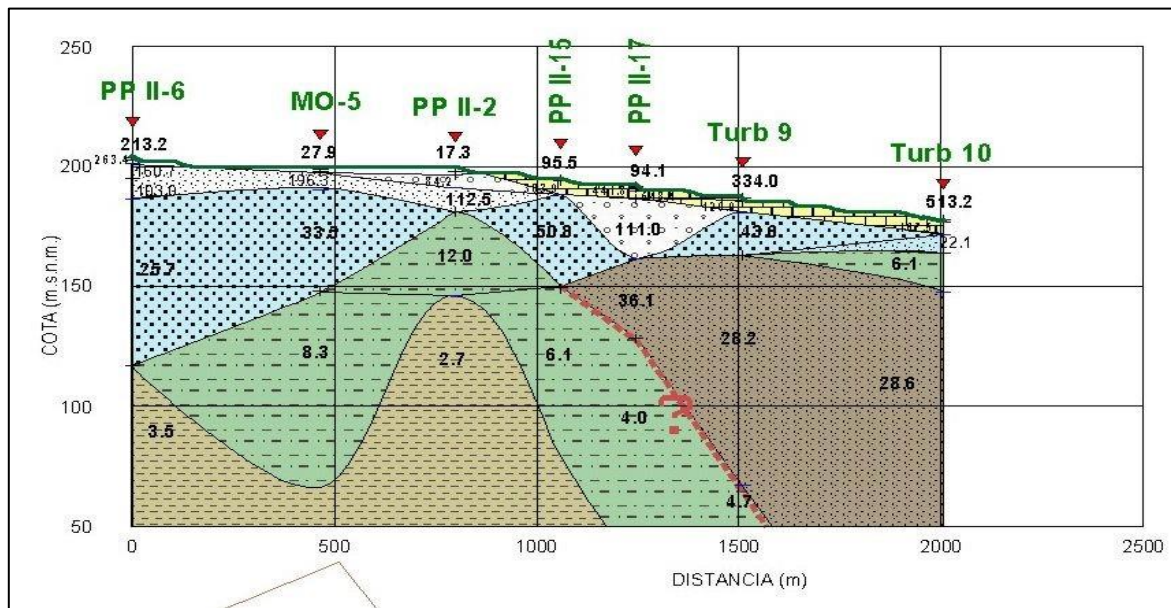
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 4**

Compuesto por los sondeos PP II-6, MO-5, PP II-2, PP II-15, PP II-17, Turbaco 9 y Turbaco 10, cubre una longitud de 2006 m (**Figura 3.336**). En la parte superior y hacia el Noreste del corte se presentan resistividades correlacionadas calizas, seguidas por sedimentos secos. Hacia el lado Sureste, están ausentes las calizas y existe una cobertura delgada de sedimentos secos conformados por arenas, seguidas por arenas y limos saturados con amplio espesor bajo el sondeo PP II-6. A continuación una capa de limolitas saturadas posiblemente de la Formación Bayunca que se profundiza bajo los sondeos PP II-15 y PP II-17 y se pincha en el sitio del sondeo Turbaco 9, en donde se interpreta una discontinuidad geoelectrica, quedando en contacto discordante con una capa de areniscas pertenecientes a la Formación Arjona. Al Suroeste del corte, debajo de las limolitas, se interpreta una capa de arcillolitas posiblemente de la Formación Bayunca.



Figura 3.336. Corte NE 4

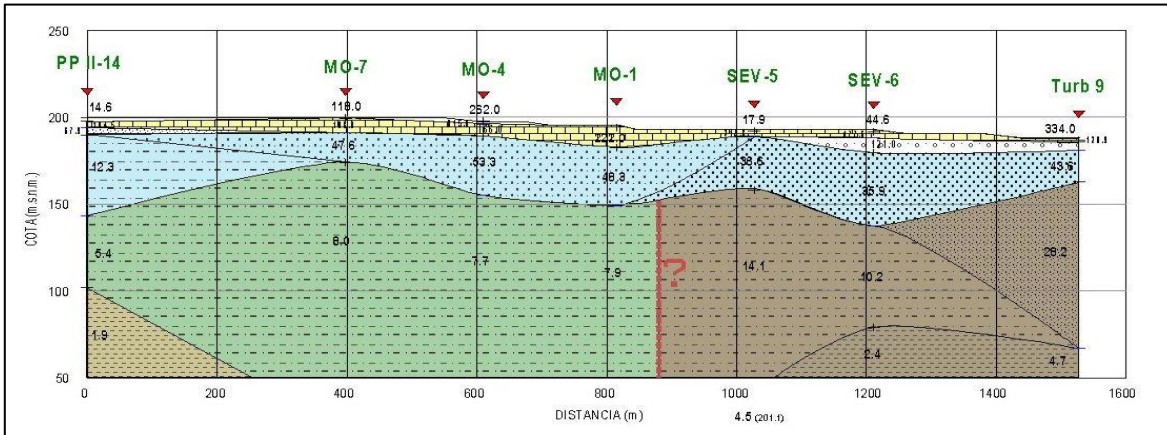


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### Corte NE 5

Entre los sondeos PP II-14, MO-7, MO-4, MO-1, SEV-5, SEV-6 y Turbaco 9, con una longitud de 1527 m (**Figura 3.337**). La primera capa corresponde con calizas, seguida por una delgada capa de sedimentos aluviales secos. La siguiente capa está conformada por sedimentos saturados, limos, arenas y gravas con valores de resistividad entre 12.3 y 85.9 Ohm-m. Debajo de los sedimentos y entre los sondeos MO-1 y SEV-5, se manifiesta una discontinuidad que coloca en contacto limolitas saturadas del lado Suroeste pertenecientes a la Formación Bayunca, con limolitas posiblemente de la Formación Arjona que pasan lateralmente a areniscas, mientras que a profundidad, pasan a arcillolitas al lado Noroeste. En el bloque Suroeste debajo de las limolitas saturadas y bajo el sitio del sondeo PP II-14, se detecta una capa de arcillolitas de la Formación Bayunca con un valor de resistividad de 1.9 Ohm-m.

**Figura 3.337. Corte NE 5.**

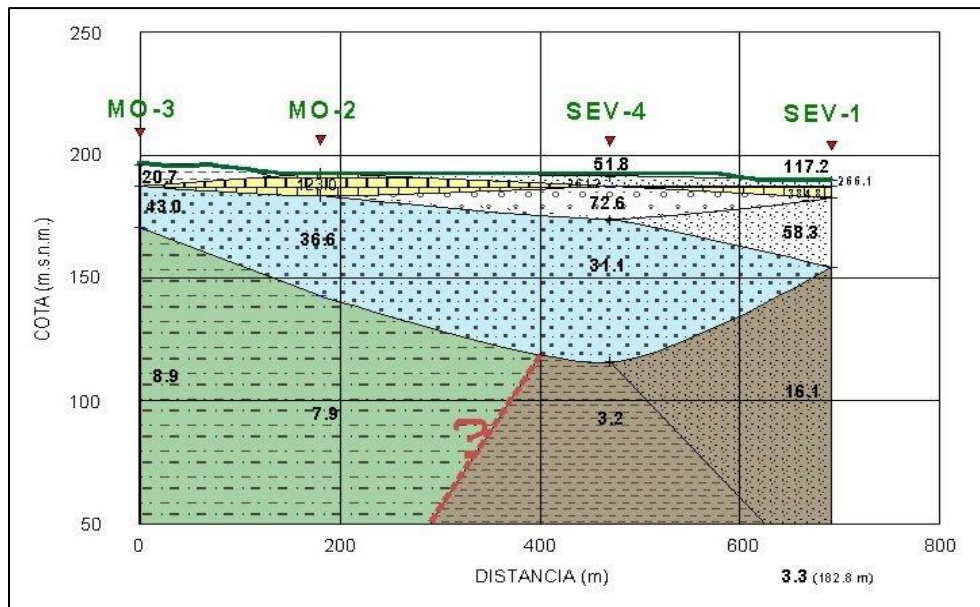


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 6**

Agrupar los sondeos MO-3, MO 2, SEV-4 y SEV-1 y abarca una longitud de 691 m (Figura 3.338). En la parte superior se presenta una capa compuesta por calizas, seguidas por una zona compuesta por sedimentos secos, arenas y gravas con resistividades de 51.8 Ohm-m, para las arenas y 72.8 Ohm-m para las gravas. Luego se representa una capa compuesta por arenas saturadas que alcanza su máximo espesor bajo el sondeo SEV-4. Debajo entre los sondeos MO-2 y SEV-4, se presenta una discontinuidad geológica que pone en contacto discordante limolitas posiblemente de la Formación Bayunca, con arcillolitas de la Formación Arjona que pasan a areniscas en el SEV-1.

**Figura 3.338. Corte NE 6.**

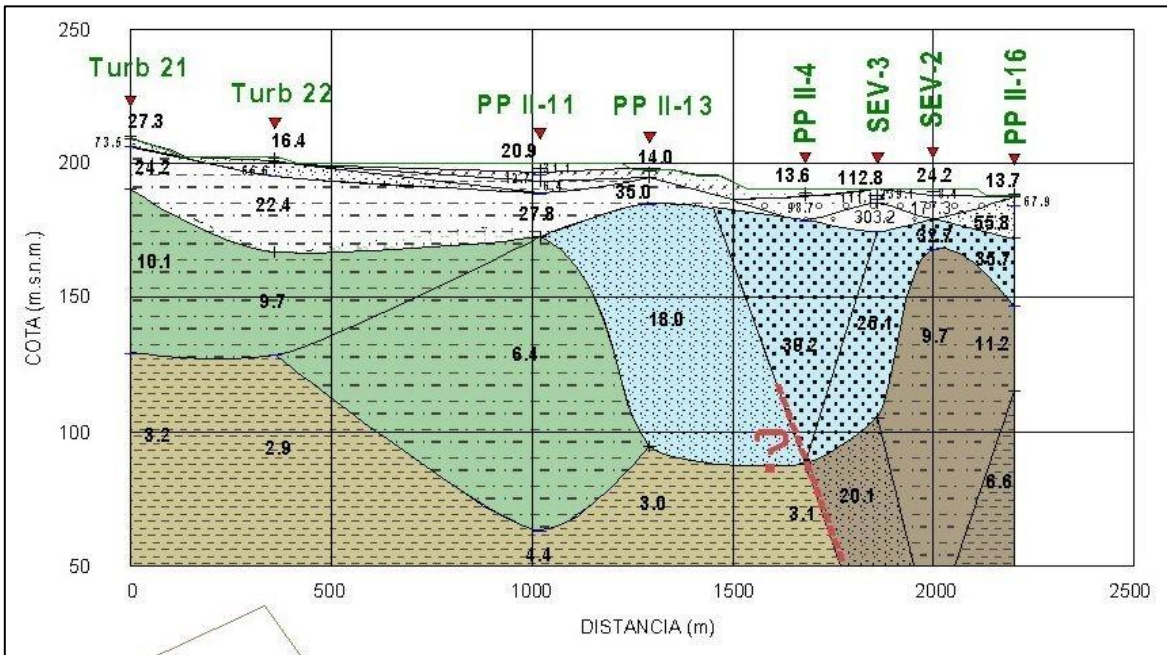


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 7**

Con una longitud de 2203 m, conformada por los sondeos Turbaco 21, Turbaco 22, PP II-11, PP II-13, PP II-4, PP II-3, SEV-3, SEV-2 y PP II-16 (**Figura 3.339**). En este corte se aprecian dos bloques debajo de los depósitos Cuaternarios: el primero al Suroeste, compuesto por rocas de la Formación Bayunca y el Noreste, compuesto por rocas de la Formación Arjona, separados por una discontinuidad geológica. Se ilustra en la parte superior, la presencia de calizas arrecifales y fragmentos calcáreos, mezclados con depósitos aluviales secos, arenas limos y gravas. A continuación, se presentan limolitas saturadas de la Formación Bayunca bajo los sondeos Turbaco 21, Turbaco 22 y PP II-11 y arenas y gravas saturadas bajo los sondeos PP II-4, SEV-3, SEV-2. Por último, aparecen en contacto discordante, arcillolitas de la Formación Bayunca y areniscas de la Formación Arjona.

**Figura 3.339. Corte NE 7.**



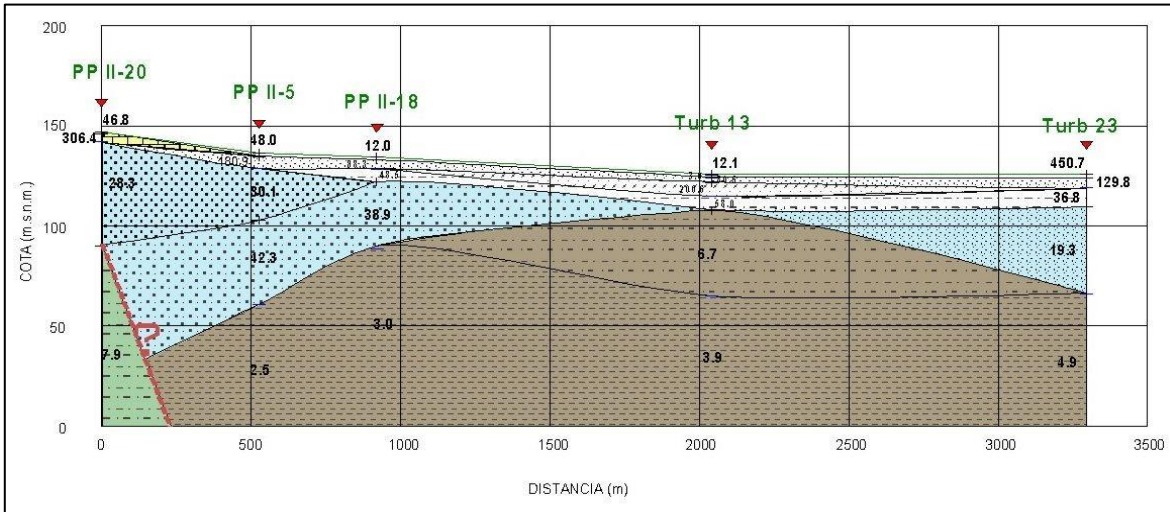
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 8**

Con una longitud de 3295 m involucra los sondeos PP II-20, PP II-5, PP II-8, Turbaco 13 y Turbaco 23 (**Figura 3.340**). Las primeras capas están conformadas por arenas y limos secos y en el sitio del sondeo PP II-20 por una capa de poco espesor compuesta por calizas con 306.4 Ohm-m de resistividad. A continuación, una zona compuesta por arenas gruesas y finas saturadas, con valores de resistividad entre 19.3 y 42.3 Ohm-m, que alcanza su máximo espesor en el sitio del sondeo PP II-20. Siguiendo a profundidad y entre los sondeos PP II-20 y PP II-5, se interpreta una discontinuidad que coloca en contacto discordante limolitas saturadas de la Formación Bayunca con arcillolitas, posiblemente pertenecientes a la Formación Arjona.



**Figura 3.340. Corte NE 8.**

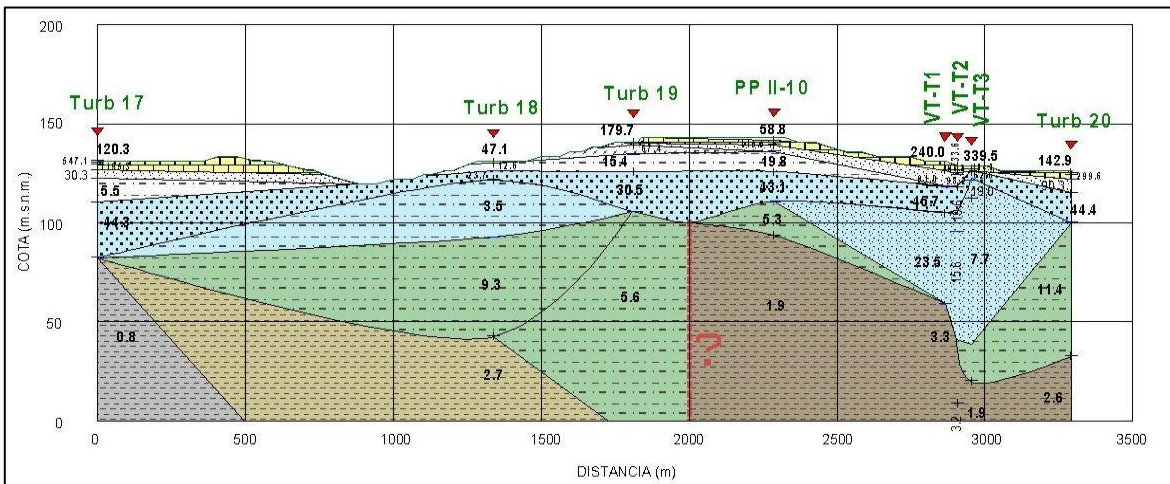


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte NE 9**

Conformado por los sondeos Turbaco 17, Turbaco 18, Turbaco 19, PP II-10, VT-T1, VT-T2, VT-T3 y Turbaco 20 (**Figura 3.341**). Las primeras capas están compuestas por calizas y sedimentos aluviales, arenas y limos secos. A continuación una zona de sedimentos saturados conformada por gravas, arenas y limos que alcanzan su máximo espesor en el sitio del sondeo VT-T3. Debajo se aprecian dos bloques separados por una discontinuidad geoelectrónica, entre los sondeos Turbaco 19 y PP II-10 así: el bloque Suroeste, constituido por limolitas arcillosas, seguidas por arcillolitas pertenecientes a la Formación Bayunca y el Noreste, compuesto por arcillolitas de la Formación Arjona. Debajo y en el sitio del sondeo Turbaco 17, se presenta una capa compuesta por lodos diapíricos con un valor de resistividad de 0.8 Ohm-m.

**Figura 3.341. Corte NE 9.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

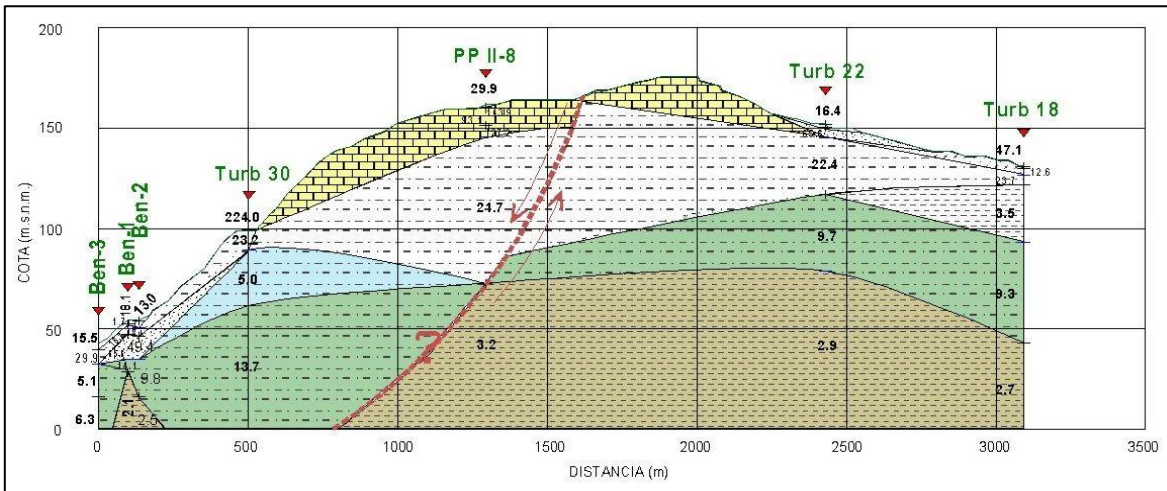


### 3.3.9.1.1.4 Cortes Geoeléctricos Sureste (SE)

#### Corte SE 1

Compuesto por los sondeos Ben 3, Ben 1, Ben 2, Turbaco 30, PP II-8, Turbaco 22 y Turbaco 18, cubre una longitud de 3094 m (ver **Figura 3.342**). En este corte se encuentran valores de resistividad asociados con sedimentos de granulometría fina, mostrando hacia la base valores entre 2.7 y 3.2 Ohm-m. Sobre esta unidad descansan materiales limo arenosos, posiblemente de la Formación Bayunca, con resistividades entre 5.1 y 13.7 Ohm-m en su parte inferior, lo cual hace pensar en un estado saturado de estas capas, puesto que litológicamente se intercalan hacia el techo de esta Formación, zonas delgadas de areniscas (deleznales) y arcillolitas. Así mismo, sobre esta franja saturada se han interpretado capas secas del mismo material, con resistividades alrededor de los 20 Ohm-m. Esas resistividades pueden eventualmente corresponder a materiales más recientes (Cuaternarios), ubicados entre la las arcillolitas y las calizas arrecifales, las cuales conforman la cúspide del corte. Se nota en éste, una discontinuidad geoeléctrica entre los sondeos Turbaco 30, PP II-8 y Turbaco 22 asociada morfológicamente con los movimientos en masa que se presentan en las laderas Noroeste de la meseta de Turbaco.

**Figura 3.342. Corte SE 1.**



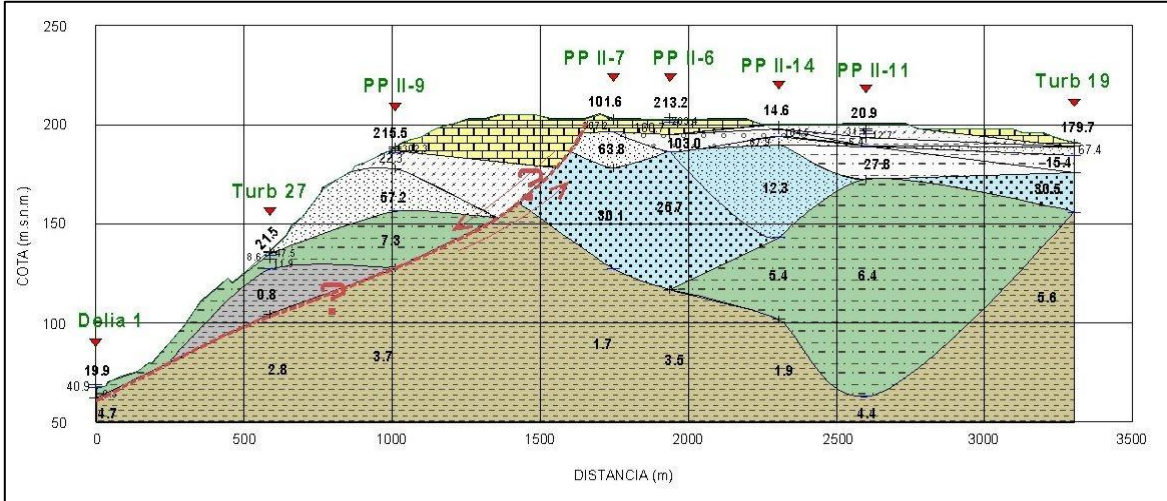
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

#### Corte SE 2

Conformado por los sondeos Delia 1, Turbaco 27, PP II-9, PP II-7, PP II-6, PP II-14, PP II-11 y Turbaco 19, cubre una longitud de 3303 m (ver **Figura 3.343**). Como en el caso anterior, las resistividades bajas de la base corresponden con arcillolitas de la Formación Arjona, de valores entre 1.7 y 5.6 Ohm-m. Sobre esta capa se intercalan algunas zonas que varían sus resistividades desde valores correlacionados con limolitas de la Formación Arjona (5.4 a 11.9 Ohm-m), sedimentos arenosos saturados (12.3 a 30.5 Ohm-m), sedimentos limo arenosos secos (15.4 a 104.5 Ohm-m) y particularmente bajo el sondeo Turbaco 27 se presenta una resistividad de 0.8 Ohm-m, correlacionada con lodos diapíricos, fenómeno asociado a zonas de fractura por donde se inyectan estos lodos. Las capas ubicadas más superficialmente se asocian con las unidades calcáreas que afloran en el

sector. Estructuralmente en el corte se interpreta la discontinuidad geoelectrica entre los sondeos Turbaco 27, PP II-9, PP II-7 como una superficie de deslizamiento que afecta el talud Noroeste de la meseta de Turbaco.

**Figura 3.343. Corte SE 2.**

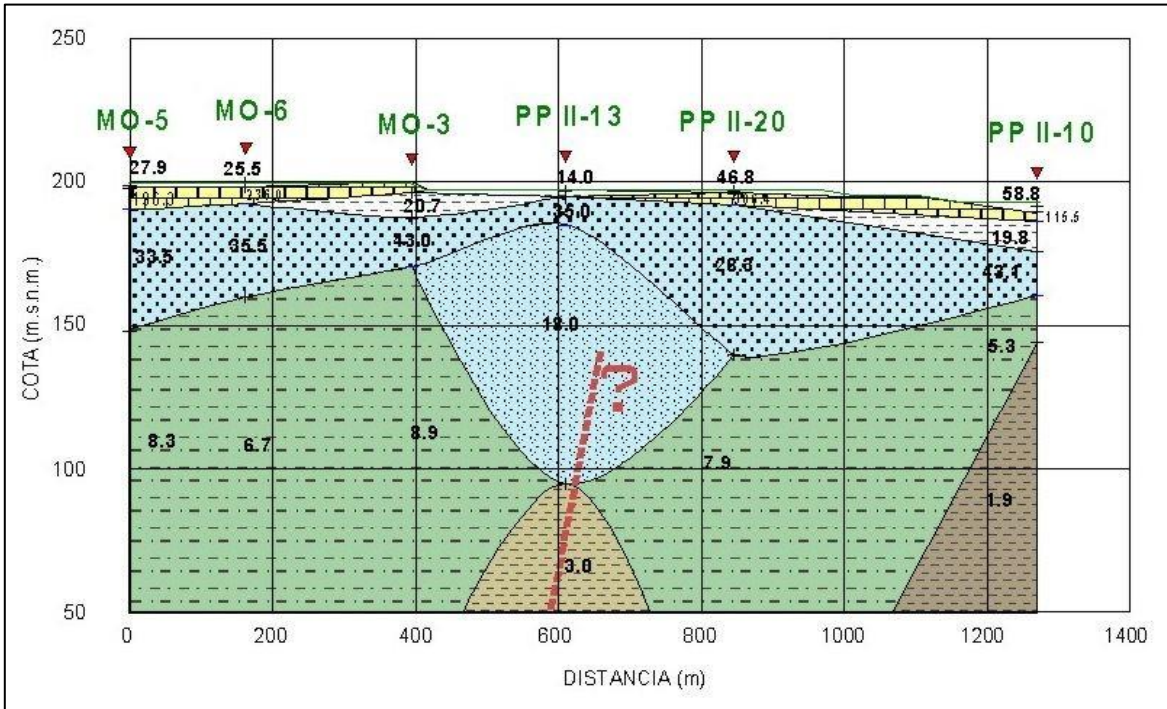


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte SE 3**

Elaborado con los datos de los sondeos MO-5, MO-6, MO-3, PP II-13, PP II-20 y PP II-10, alcanza los 1270 m de longitud (ver **Figura 3.344**). Predomina en el corte la franja de resistividades 5.3 a 8.9 Ohm-m, correlacionada con limos saturados de la Formación Bayunca con 3.0 Ohm-m en cuyo centro inferior (bajo el sondeo PP II-13) se identifica una zona de 3.0 Ohm-m asociada con arcillolitas de la misma Formación. Particularmente el sondeo PP II-13 muestra diferencias con respecto a los demás desde las capas cercanas a la superficie, siendo menor en la base (arcilloso) y arenoso hacia la superficie, donde la capa de 35.0 Ohm-m se correlaciona muy bien con las adyacentes, interpretándose como una zona saturada; estas diferencias inducen a pensar en una discontinuidad geoelectrica en este sector. Por último, se correlaciona la resistividad de 1.9 Ohm-m del extremo SE, con arcillolitas de la Formación Arjona y las altas resistividades cercanas a la superficie con arcillas, limos y calizas.

**Figura 3.344. Corte SE 3.**



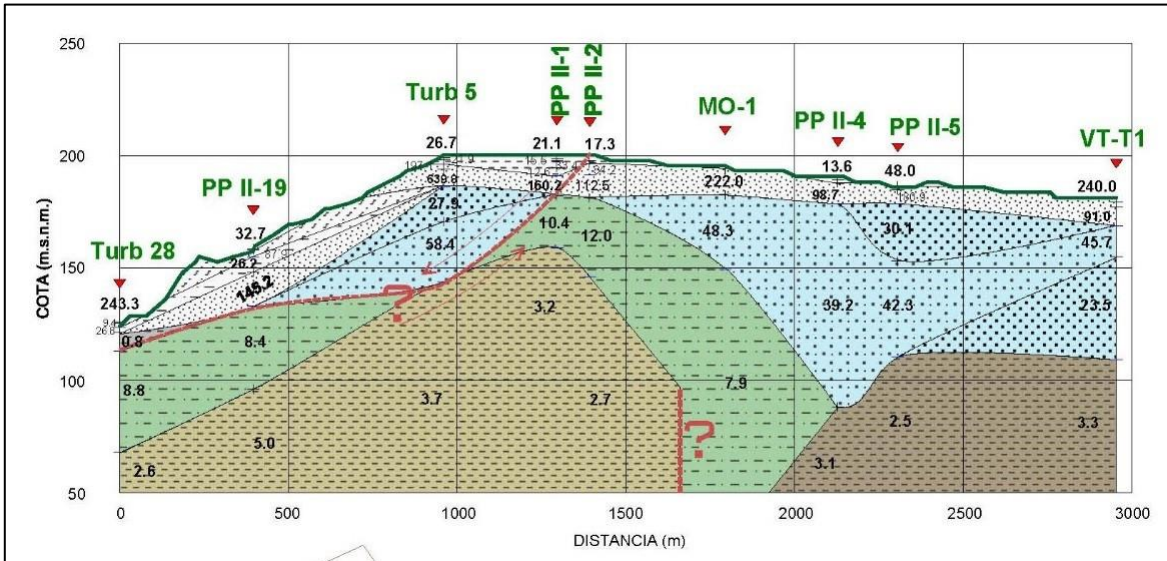
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### Corte SE 4

Conformado por los sondeos Delia 1, Turbaco 28, PP II-19, Turbaco 5, PP II-1, PP II-2, MO-1, PP II-4, PP II-5 y Villas de Turbaco 1 (VT-T1), cubre una longitud de 2955 m (ver **Figura 3.345**). En este corte se observan hacia la base, resistividades entre 2.5 y 3.3 Ohm-m en el extremo Sureste, asociadas con arcillolitas de la Formación Arjona, mientras que resistividades semejantes, entre 2.6 y 5.0 Ohm-m se han correlacionado con arcillolitas de la Formación Bayunca; esto debido a que bajo el sondeo MO-1, se ha inferido una discontinuidad geoelectrica que separa estas dos zonas arcillosas. Sobre el cuerpo arcilloso asociado con la Formación Bayunca reposan las intercalaciones arcillo arenosas de la misma Formación, posiblemente saturadas y con resistividades entre 6.8 y 12 Ohm-m. Para estas zonas y bajo los sondeos PP II-1 y PP II-2 se forma un cuerpo dómico, el cual podría corresponder a una estructura anticlinal. Sucesivamente hacia arriba, se presentan resistividades que se asocian con sedimentos Cuaternarios posiblemente saturados entre los 23.5 y los 58.4 Ohm-m y sedimentos secos, arriba de los 80.9 Ohm-m, incluyendo cuerpos de calizas arrecifales. Las formas lobuladas del sector Noroeste junto al talud, se asocian con los movimientos de masa del sector ya que resultan en una discontinuidad geoelectrica que involucra las arcillolitas y limolitas de la Formación Bayunca con cuerpos arenosos.



**Figura 3.345. Corte SE 4.**



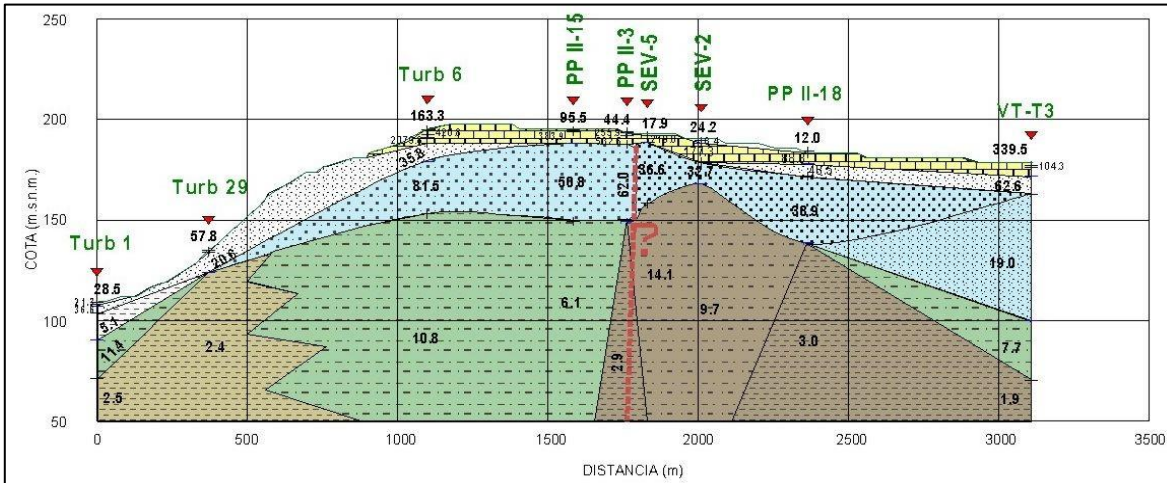
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### **Corte SE 5**

Elaborado con los datos de los sondeos Turbaco 1, Turbaco 29, Turbaco 6, PP II-15, PP II-3, SEV-5, SEV-2, PP II-18 y Villas de Turbaco 3 (VT-T3), alcanza los 3109 m de longitud (ver **Figura 3.346**). Resistividades bajas correlacionadas con la Formación Bayunca de 2.4 a 2.5 Ohm-m se presentan hacia el Noroeste bajo los sondeos Turbaco 1 y Turbaco 29, mientras que las asociadas con la Formación Arjona oscilan entre 1.9 y 3.0 Ohm-m bajo los sondeos PP II-18 y VT-T3. Limolitas y areniscas de las Formaciones antes mencionadas se ubican bajo los sondeos Turbaco 6 y SEV-2 respectivamente, donde se infiere una discontinuidad geoelectrica (contacto fallado) entre las dos unidades litológicas. Sobre estas capas descritas se tiene una zona posiblemente saturada con resistividades entre 19.0 y 36.6 Ohm-m hacia el Sureste del sondeo PP II-5, mientras que hacia el Noroeste de este punto, las resistividades están entre 62.0 y 81.5 Ohm-m y aunque se muestran como saturadas, podrían corresponder a limos y arenas secas ubicadas hacia el Noroeste de la discontinuidad geoelectrica. Por último, las altas resistividades superficiales se asocian con las calizas arrecifales de la Formación Popa



**Figura 3.346. Corte SE 5.**

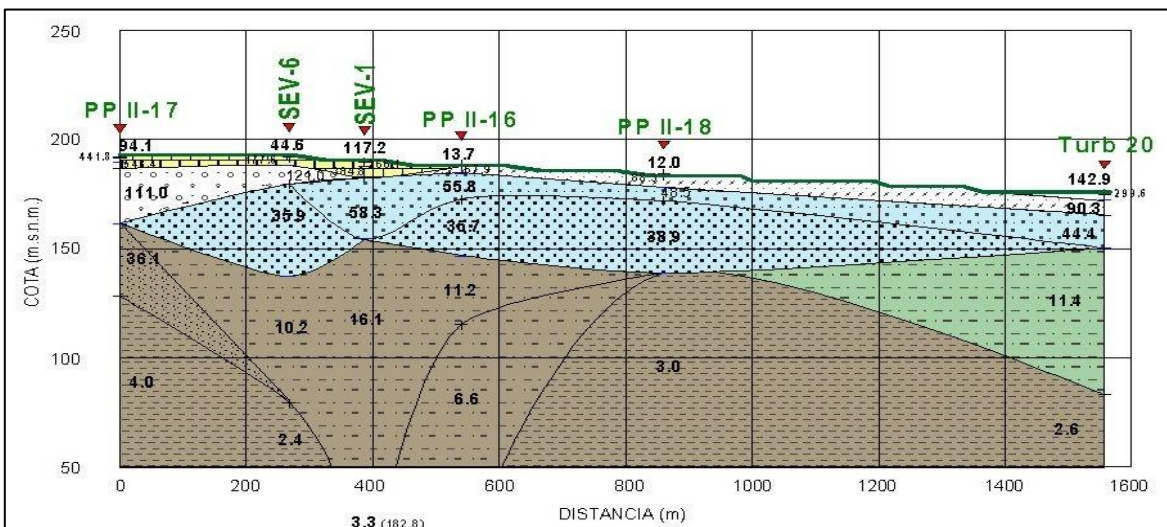


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte SE 6**

Conformado por los sondeos PP II-17, SEV-6, SEV-1, PP II-16, PP II-18 y Turbaco 20, alcanza una longitud de 1557 m (ver **Figura 3.347**). En este corte se correlacionan las resistividades de la parte inferior del corte como pertenecientes a la Formación Arjona, variando entre arcillolitas (3.0 y 4.0 Ohm-m), limolitas (6.6 a 16.1 Ohm-m) y areniscas (36.1 Ohm-m). Sobre esta Formación reposan capas posiblemente saturadas, con valores de resistividad de 11.4 Ohm-m (limolitas de la Formación Bayunca, bajo el sondeo Turbaco 20), y sedimentos arenosos entre 35.9 y 58.3 Ohm-m para el resto del corte. En el extremo Noroeste, bajo los sondeos PP II-17 y SEV-6, las resistividades de 111 y 121 Ohm-m, corresponden a sedimentos arenosos secos; sobre estos se ubica una franja de calizas arrecifales de la Formación La Popa.

**Figura 3.347. Corte SE 6.**

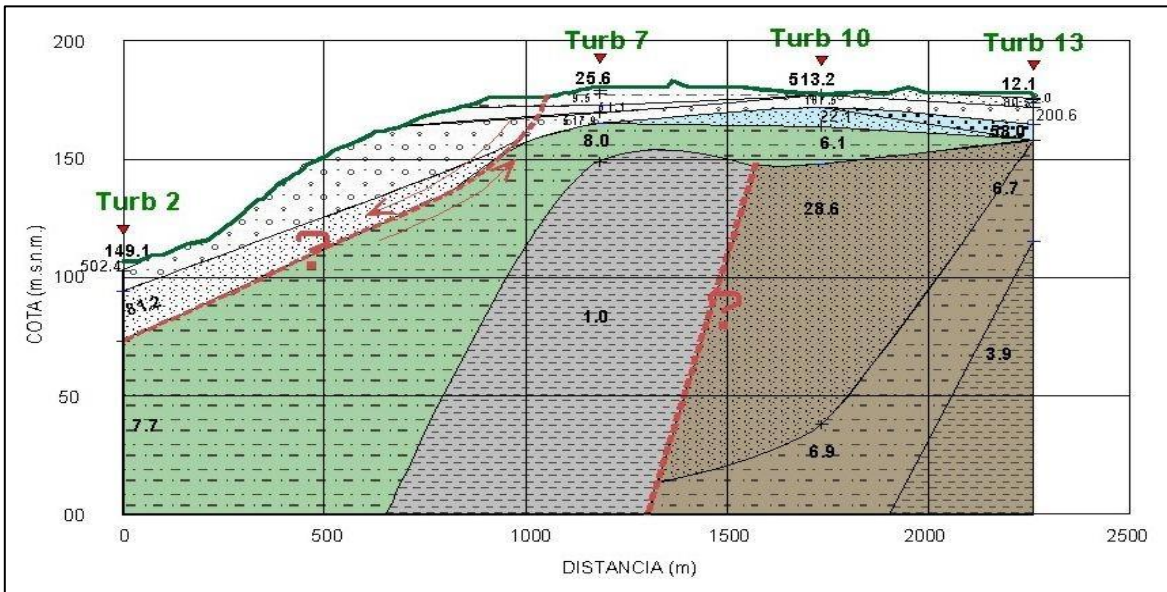


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte SE 7**

Conformado por los sondeos Turbaco 2, Turbaco 7, Turbaco 10 y Turbaco 13, cubre una longitud de 2262 m (ver **Figura 3.348**). Se tiene una zona central con una muy baja resistividad (1.0 Ohm-m), asociada con una discontinuidad geoelectrica entre los sondeos Turbaco 7 y Turbaco 10; hacia el Noroeste y en su parte superior se interpreta una zona con alguna posible saturación en las limolitas de la Formación Bayunca, con resistividades entre 6.1 y 7.1 Ohm-m, mientras que hacia el Sureste, adyacente a la zona de lodos se asocian a la Formación Arjona las resistividades de 28.6 Ohm-m (areniscas), 6.7 Ohm-m (limolitas) y 3.9 Ohm-m (arcillolitas). Bajo los sondeos Turbaco 10 y Turbaco 13 se tienen sedimentos Cuaternarios saturados con resistividades de 22.1 y 58.0 Ohm-m respectivamente. Como en otros cortes, la discontinuidad inferida entre los sondeos Turbaco 2 y Turbaco 7 correspondería con los movimientos en masa en el talud.

**Figura 3.348. Corte SE 7.**



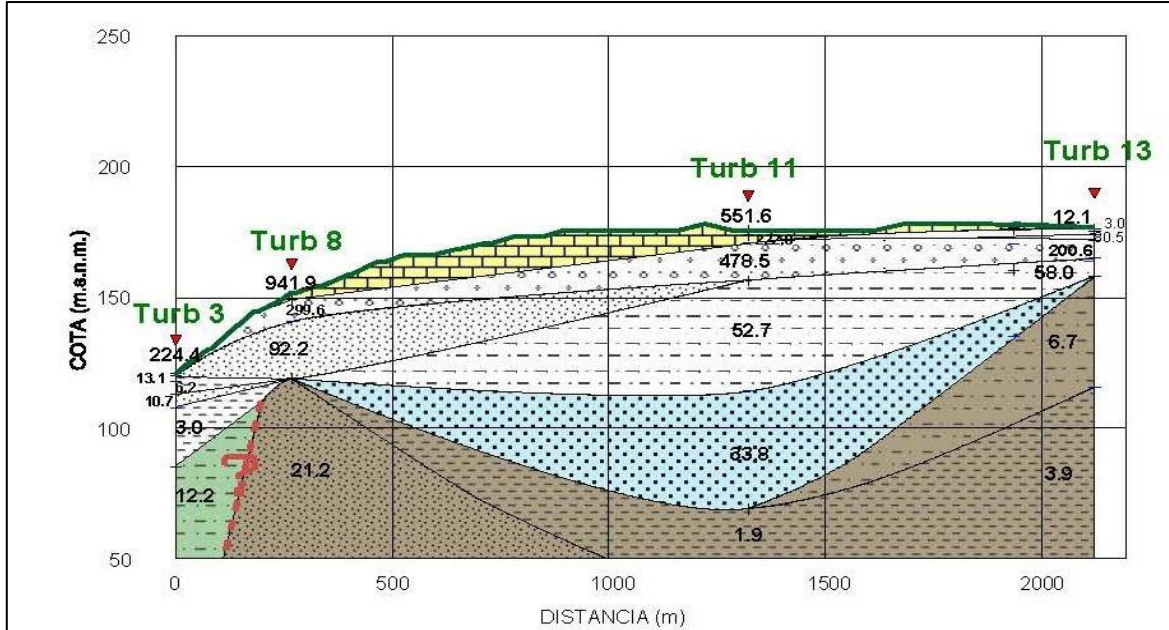
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

**Corte SE 8**

Elaborado con los datos de los sondeos Turbaco 3, Turbaco 8, Turbaco 11 y Turbaco 13, tiene 2121 m de longitud (ver **Figura 3.349**). Hacia la base del corte, resistividades de 1.9 a 3.9 Ohm-m corresponden con arcillolitas de la Formación Arjona, mientras que a arcillolitas y areniscas de esta misma Unidad litológica, corresponden resistividades de 6.7 y 21.2 Ohm-m respectivamente. En este sitio se presenta una cuenca bajo el sondeo Turbaco 11 y una capa posiblemente saturada con 33.8 Ohm-m, sobre la cual descansan sedimentos secos con resistividades que varían entre 8.0 y 478.5 Ohm-m y sobre ellos, por encima de los 551.6 Ohm-m, las cuales se asocian a las calizas arrecifales de la Formación La Popa. Estructuralmente, entre los sondeos Turbaco 3 y Turbaco 8 se insinúa una discontinuidad geoelectrica, la cual pone en contacto las arcillolitas de la Formación Bayunca con areniscas de la Formación Arjona y a su vez, se infieren incipientemente, dos

pliegues sobre la Formación Arjona, un anticlinal y un sinclinal bajo los sondeos Turbaco 8 y Turbaco 11 respectivamente.

**Figura 3.349. Corte SE 8.**



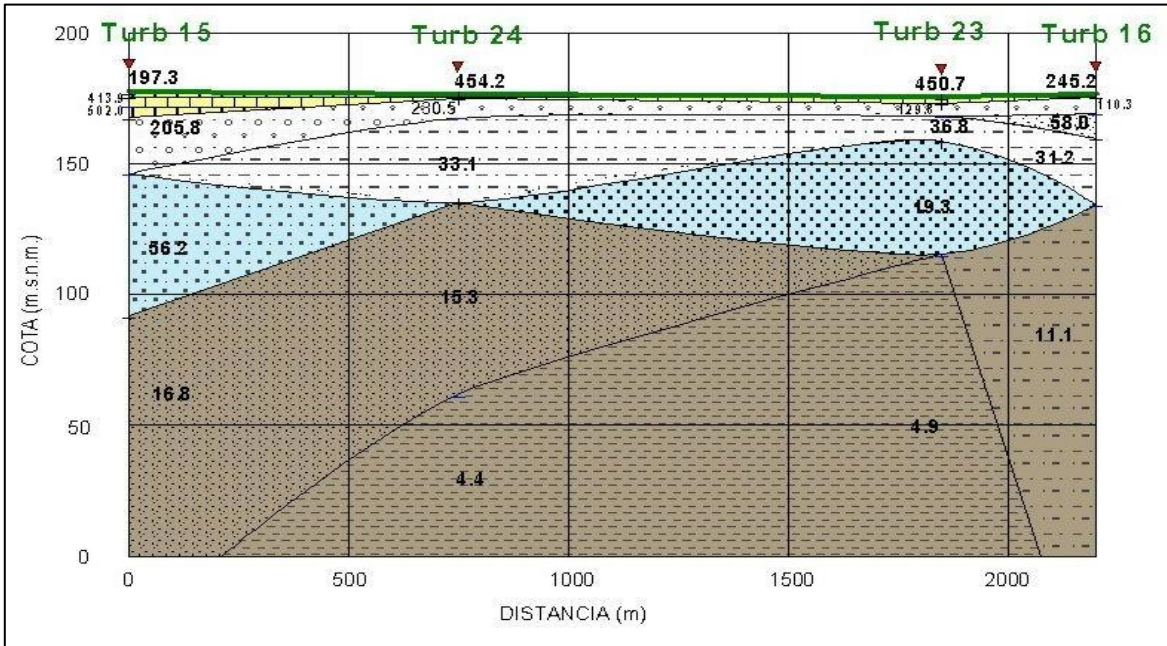
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### **Corte SE 9**

Elaborado con los datos de los sondeos Turbaco 15, Turbaco 24, Turbaco 23 y Turbaco 16, alcanza los 2198 m de longitud (**Figura 3.350**). En este corte se detectan arcillolitas, limolitas y areniscas de la Formación Arjona, con resistividades de 4.4 - 4.9 Ohm-m, 11.1 Ohm-m y 15.3 - 16.8 Ohm-m respectivamente. Sobre esta Unidad reposan zonas con resistividad de 19.3 y 56.2 Ohm-m consideradas como arenas saturadas y sobre esta, capas de limos y arenas secas, con resistividades entre 31.2 y 280.5 Ohm-m, sobre las que reposan las calizas arrecifales de la Formación La Popa.



Figura 3.350. Corte SE 9.



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### 3.3.9.1.1.5 Mapa de Isopacas

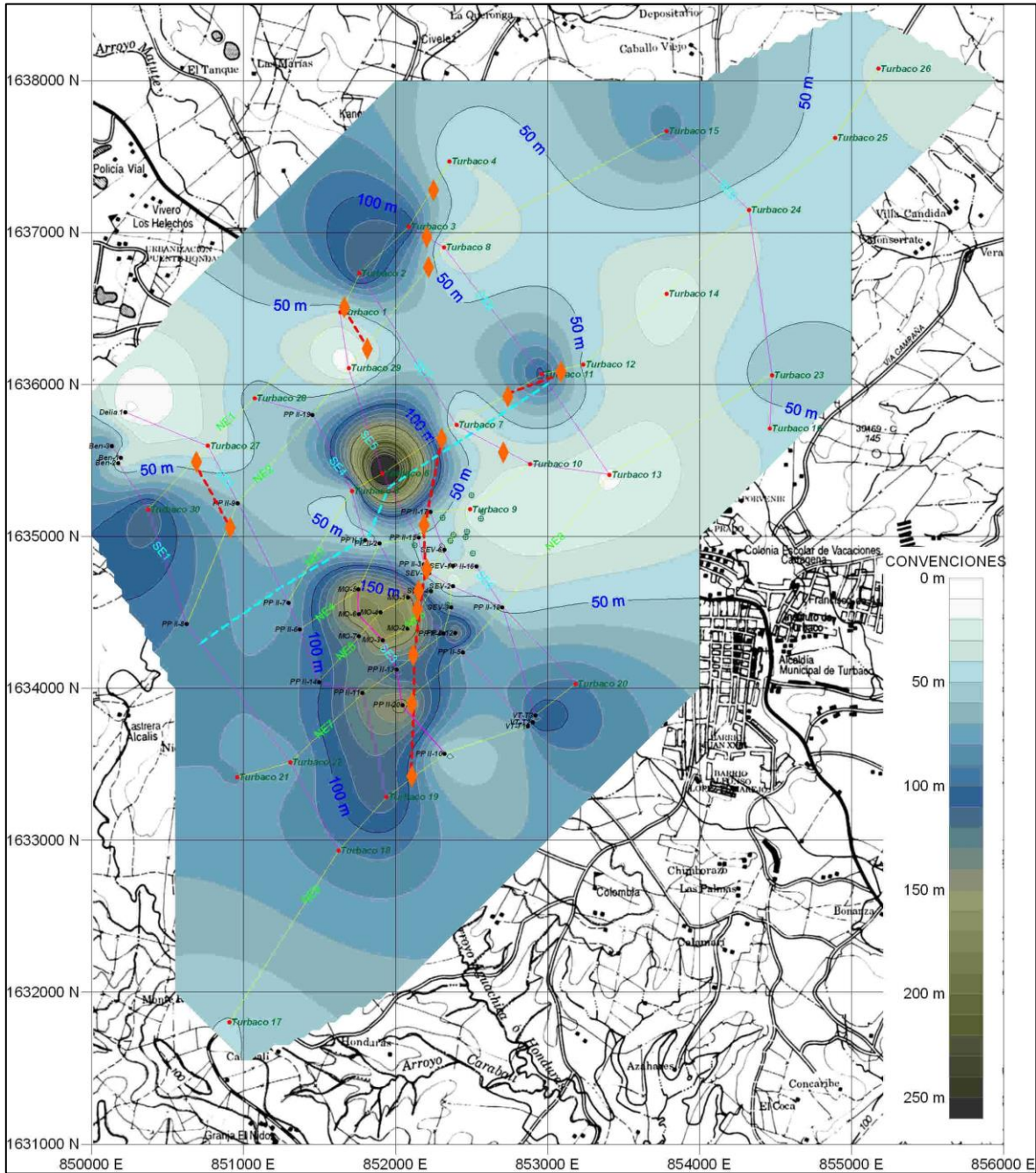
Dada la orientación hidrogeológica y litológica que se ha dado en este enfoque geoelectrico realizado en el área del municipio de Turbaco, se quiere presentar el compendio de las capas permeables, representadas como una unidad, agrupando tanto las limolitas saturadas de la Formación Bayunca, los depósitos Cuaternarios limo arenosos, arenas, gravas y calizas fracturadas.

Aquí no se han diferenciado las capas saturadas de las secas, ni tampoco las posibles diferentes calidades de agua que saturan estos sedimentos. Con estos criterios, se han tomado los espesores de los sedimentos desde la superficie topográfica hasta los techos de las capas de arcillolitas tanto de la Formación Arjona como de Bayunca, lo mismo que de las areniscas calcáreas de la Formación Arjona; paralelo a ello, en algunos sitios se determinó el techo de la unidad de lodos diapíricos que asociados a las discontinuidades geoelectricas, aparecen eventualmente. Se incluyen también algunas pequeñas zonas de arcillas superficiales que son despreciables en la columna de sedimentos de algunos de estos sondeos ya que generalmente se ubican superficialmente, mezcladas con los sedimentos secos.

La **Figura 3.351** nos presenta un mapa con el espesor de dicho paquete permeable, donde el espesor alcanzado superó los 250 m, con un promedio de 78.54 m. Se aprecia que al Norte de la población de Turbaco y concretamente bajo la zona de Plan Parejo, los espesores son menores de 50 m, lo que también ocurre en algunos puntos del talud Noroccidental de la meseta, al igual que al Este de la granja El Recreo, en la zona de Timboro, en la Avícola La Delfín y Torcoroma y más hacia el Noreste, en la finca El Refugio.



**Figura 3.351. Mapa de Isópacas acuífero de Turbaco.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Turbaco, 2006.

### 3.3.9.1.1.6 Interpretación Integral de Resultados

Con base en el enrejado de cortes geoelectrónicos realizado se plantea un modelo geológico del subsuelo en la meseta de Turbaco. La interpretación realizada a las Unidades litológicas con base en las resistividades asociadas ha permitido esbozar el principal sistema estructural de la meseta, el cual marca la diferencia entre dos ambientes sedimentarios,

uno marino de plataforma (Formación Arjona) y el transicional, entre marino y continental como el de la Formación Bayunca. Como ya se mencionó, se logró a través del seguimiento de las discontinuidades geoelectricas, esbozar el trazo de una posible falla geológica que cruza la meseta de Turbaco de Sur a Norte, consiguiendo una expresión morfológica en los extremos de dicha meseta.

En el modelo volumétrico del relieve se muestra cómo el trazo marcado por la línea de rombos queda alineado con la cuenca localizada al Sur de la meseta, por el arroyo Aguachica u Honduras, mientras que hacia el Norte el trazo pasa por la parte Oriental del jardín Botánico y posiblemente continúe tangencialmente al talud que limita la meseta al lado Norte del municipio.

Las implicaciones hidrogeológicas que se desprenden de este posible trazo de falla se reflejan en el mapa de isópacas de la **Figura 3.351**, donde el alineamiento de las mayores depresiones se ubica inmediatamente al Oeste de dicho trazo; allí se ubican entonces los sedimentos menos consolidados y por ende, los más permeables, desde que su granulometría lo permita. Además al considerar las resistividades favorables encontradas al Este del trazo mencionado, estas corresponden a las areniscas calcáreas y cementadas de la Formación Arjona y no a sedimentos permeables.

Otro aspecto que se reflejó en los corte geoelectricos fue un primer esbozo de las posibles superficies de falla, producto de los grandes movimientos en masa que se están produciendo en los taludes Noroeste de la meseta, los cuales tienen también su expresión morfológica en los perfiles topográficos de cada uno de los cortes geoelectricos, coincidiendo con las correlaciones geoelectricas realizadas.

En general, la profundidad media de los sedimentos potencialmente explorables mecánicamente es de cerca de los 78 m, ubicándose las mejores opciones respecto al espesor de la columna litológica, al Oeste del trazo de falla postulado, donde se superan los 150 m en algunos sitios, sin embargo, dados los valores medios a bajos de resistividad, la permeabilidad o la calidad de estas aguas no es la mejor. Al este de dicho trazo, las resistividades son mejores pero los espesores máximos son cercanos a 50 m.

En algunos sitios adyacentes a las discontinuidades geoelectricas aparecen valores de resistividad muy bajos (1.0 Ohm-m), los cuales se han asociado a inyecciones de lodos diapíricos pues su contenido en aguas saladas es el fenómeno que le imprime una baja resistividad; esto se observa bajo los sondeos Turbaco 27, al Este de la cantera CIMACO; Turbaco 7, sobre la vía principal, al Este del Colegio León XIII y Turbaco 17, sobre la vía a Turbaná, al Norte de la finca Carabalí. Estos lodos se inyectan por zonas de debilidad de la corteza, fluyendo a veces a entre el límite de las capas.

### 3.3.9.1.2 Sistema Acuífero de Palenque

Dentro del Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006 se realizaron treinta y dos (32) Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), cubriendo el área de interés en su totalidad, identificando las localizaciones con características geológicas más representativas y las de aparentemente mayor prospectividad de aguas subterráneas, enfocando en ellas el presente estudio. En la **Tabla 3.121** se presenta la relación de los Sondeos con las coordenadas de ubicación.

**Tabla 3.121. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales Acuífero de Palenque.**

SONDEO	UBICACIÓN	COORDENADAS		
		ESTE	NORTE	ALTURA
SEV-PAL-1	PALENQUITO	873894	1612364	26
SEV-PAL-2	CARLOS BOSA	874391	1611685	38
SEV-PAL-3	LAS TABILLAS - PEDRO JIMENEZ	874770	1611169	36
SEV-PAL-4	VILLA COLOMBIA	875179	1610573	33
SEV-PAL-5	TANQUES	876154	1610358	34
SEV-PAL-6	BERENJENA	876629	1609987	34
SEV-PAL-7	PUEBLO - W	876691	1609296	31
SEV-PAL-8	LA BONGUITA - COLEGIO	877321	1609095	48
SEV-PAL-9	ARROYO RICO - DEEP	875343	1611869	29
SEV-PAL-10	ARROYO RICO	875832	1611312	32
SEV-PAL-11	CAYETANO - SABINO	876454	1610857	35
SEV-PAL-12	GUAYABITA PIRUBA	877499	1609462	37
SEV-PAL-13	CHAMBACU	878046	1609121	53
SEV-PAL-14	EL SAPOTE	874619	1612295	26
SEV-PAL-15	LA CALI	873334	1611412	29
SEV-PAL-16	LA CALI- 2	873797	1610623	22
SEV-PAL-17	ANTENAS - SOCORRO	874596	1610005	21
SEV-PAL-18	MOLOBO	875844	1609398	35
SEV-PAL-19	JUNCHE - LA PEPA	876298	1608790	37
SEV-PAL-20	CIENEGUITA	876989	1608771	44
SEV-PAL-21	VEREA	877452	1608675	62
SEV-PAL-22	LAS SOCORRO	873895	1609726	29
SEV-PAL-23	CASA BOMBA	873586	1609077	25
SEV-PAL-24	EL VIZO - CALI	873033	1612304	23
SEV-PAL-25	MALAGANA - AJI MOLIDO	874265	1613009	38
SEV-PAL-26	SONRISA	876086	1612577	34
SEV-PAL-27	TORO HERMOSO	878333	1612069	37
SEV-PAL-28	LOS PAULINOS	877099	1611457	33
SEV-PAL-29	EL BAJO GRANDE	877221	1610849	43
SEV-PAL-30	KASINGUISITO	877044	1610062	30
SEV-PAL-31	LAS PARCELAS	874651	1610736	32
SEV-PAL-32	ALONSITO	877004	1609437	81

Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

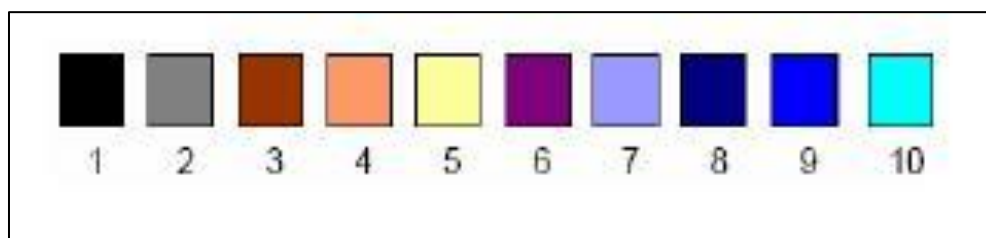
Una vez hecho un análisis geológico de la zona de estudio, se proceden a generar modelos estructurales y cartográficos de cada una de las unidades sedimentarias halladas en la región con el fin de disminuir el riesgo de imprecisiones en el momento de asignar una litología dentro de la correlación de la información arrojada por la campaña Geoelectrica.

Las interpretaciones hechas de cada SEV intentan estar ligadas a algún rasgo característico observado en campo o reportado en la literatura geológica del área, ya que es demasiado aventurado formularlas si un fundamento geológico que las sustente.

Es importante anotar, que debido a que la profundidad máxima alcanzada por los Sondeos Eléctricos Verticales es de 200 metros, en su totalidad, los cuerpos rocosos que han sido interpretados en la parte inferior de cada uno de las curvas de campo tienen un espesor mucho mayor que el muestreado, por lo que debe asumirse que continúan en profundidad por varias decenas de metros más, ya que no existen evidencias tanto geológicas como geofísicas que demuestren lo contrario.

Se han creado una serie de convenciones con el fin de representar de una manera más clara y concisa las interpretaciones litológicas encontradas en cada uno de los Sondeos Eléctricos Verticales, así:

**Figura 3.352. Serie de convenciones para las interpretaciones litológicas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Donde:

- Para Rocas Inconsolidadas
  - Suelos arenosos: cobertera superficial, con poca o nula cohesión, utilizados generalmente para labores agrícolas. Muestran resistividades altas, ya que generalmente se encuentran sobre el nivel freático, por lo que no están saturados de agua, disminuyendo así su conductividad eléctrica.
  - Suelos arcillosos: cobertura superficial, con poca cohesión, utilizada generalmente para labores pecuarias. Aunque comparativamente muestran una menor resistividad que para los suelos arenosos por tener un contenido de agua mayor entre sus partículas conservan el carácter resistivo por no estar completamente saturados de agua.
  - Depósitos arenosos: se evidencian por sus valores altos de resistividad, ya que los espacios entre partículas son mayores, dejando más área disponible para fluidos. Compuestos principalmente por sedimentos tamaño arena y grava, con buena selección de granos, generados por la dinámica fluvial de los cauces que recorren el área de estudio, generalmente con alta saturación de agua. Se consideran como acuíferos en potencia.
  - Depósitos arenosos - arcillosos: presentan resistividades comparativamente menores que los depósitos anteriores, compuestos principalmente por sedimentos tamaño arena pero con alto contenido intergranular de materiales arcillosos, generados en ambientes sedimentarios caóticos debido a la dinámica fluvial de los cauces que recorren la zona, aunque, para la zona de estudio se deben principalmente a retrabajamiento erosivo de antiguos depósitos preexistentes, generalmente con alta saturación de agua, pero debido a su



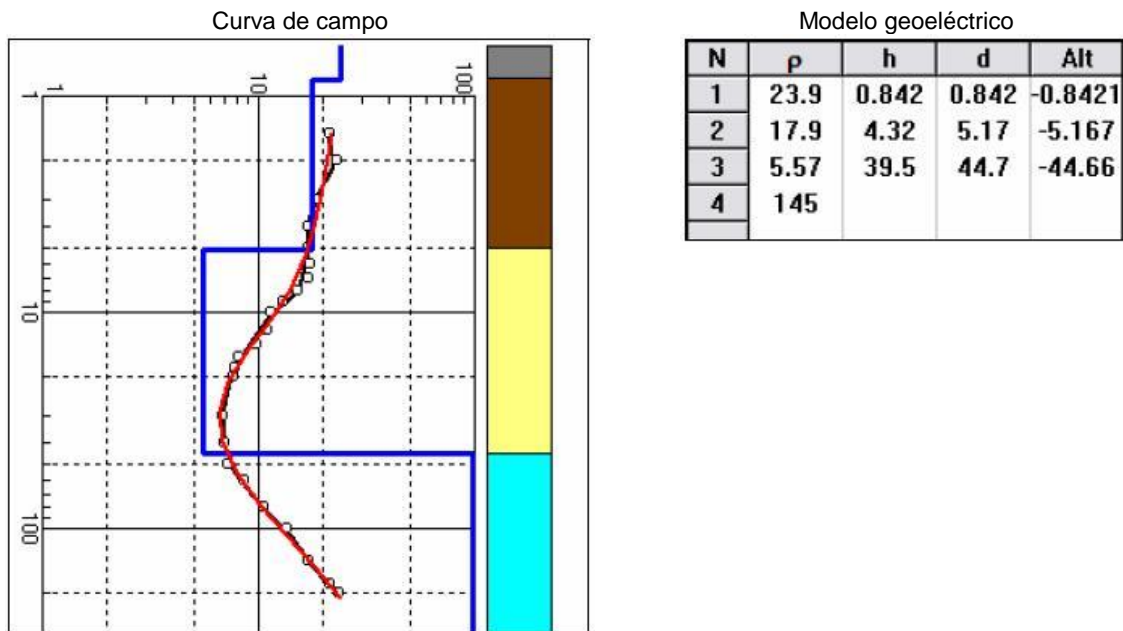
moderada conductividad hidráulica se consideran como acuífero moderados o incluso acuitardos.

- Depósitos arcillosos: debido al alto contenido de agua dentro de su estructura, presentan resistividades muy bajas. Estos depósitos son característicos de llanuras de inundación distales, por ser sedimentos de ambientes muy tranquilos se consideran masivos y con muy buena selección de granos y sin litificación aparente.
- Aunque es posible hallar lentes de materiales más gruesos embebidos en ellos, aunque no son objetivo exploratorio ya que su mínima porosidad efectiva las hace prácticamente impermeables con muy baja conductibilidad hidráulica.
- **Para Rocas Consolidadas**
  - Limolitas o lodolitas: poseen resistividades bajas en comparación con materiales de mayor granulometría, debido a la alta cantidad de agua que se aloja en sus intersticios, pero que por su baja conductibilidad hidráulica no puede ser extraída con facilidad. Constituidas por capas de sedimentos de tamaño lodo, litificados, correspondientes a rocas de las unidades geológicas consolidadas de la región, comportándose como acuicierres.
  - Arcillolitas: paquetes de sedimento de tamaño muy fino consolidado y litificado, que por poseer alta porosidad contiene grandes cantidades de agua en su estructura, reflejándose en muy bajas resistividades, pero por su mínima su conductibilidad hidráulica se considera impermeable, comportándose como un acuicierre, se diferencian de las anteriores porque su resistividad es mucho la más baja en comparación con las demás rocas.
  - Arenitas conglomeráticas: correspondiendo a picos de alta resistividad en la curva de campo de los SEV's, muestran capas de arena gruesa a muy gruesa o guijos desde finos hasta muy gruesos, consolidadas y litificadas, generan las mayores resistividades que se encuentran en la zona, esta litología se encuentra saturada en agua ya que su resistividad no es alta en exceso por lo que se consideran los mejores acuíferos de la zona.
  - Arenitas: en general tienen resistividades mayores a los depósitos arenosos no consolidados pero comparativamente menores que las areniscas conglomeráticas, en particular las arenitas tienen resistividades altas dependiendo del grado de saturación de agua dentro de su estructura, indica capas de grano más fino que la anterior capas de sedimento tamaño arena, litificadas que pueden o no estar saturadas dentro de la zona de estudio.
  - Arenitas arcillosas: tienen resistividades altas, aunque comparativamente más bajas que las arenitas limpias, dependiendo del grado de saturación y fracción arcillosa presente dentro de su estructura, generalmente corresponden a sedimentos depositados en ambientes caóticos.
  - Cabe resaltar que dentro de cada una de las curvas de campo de los SEV's se hará énfasis solo en las capas más promisorias en cuanto a contenido de agua subterránea o a su comportamiento como posible acuífero, si ese fuera el caso.

3.3.9.1.2.1 Sev-Pal-1

De acuerdo con la **Figura 3.353**, el acuífero potencial en este punto lo conforma una capa de material arenoso a una profundidad de 45 m aproximadamente en adelante.

**Figura 3.353. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-1.**

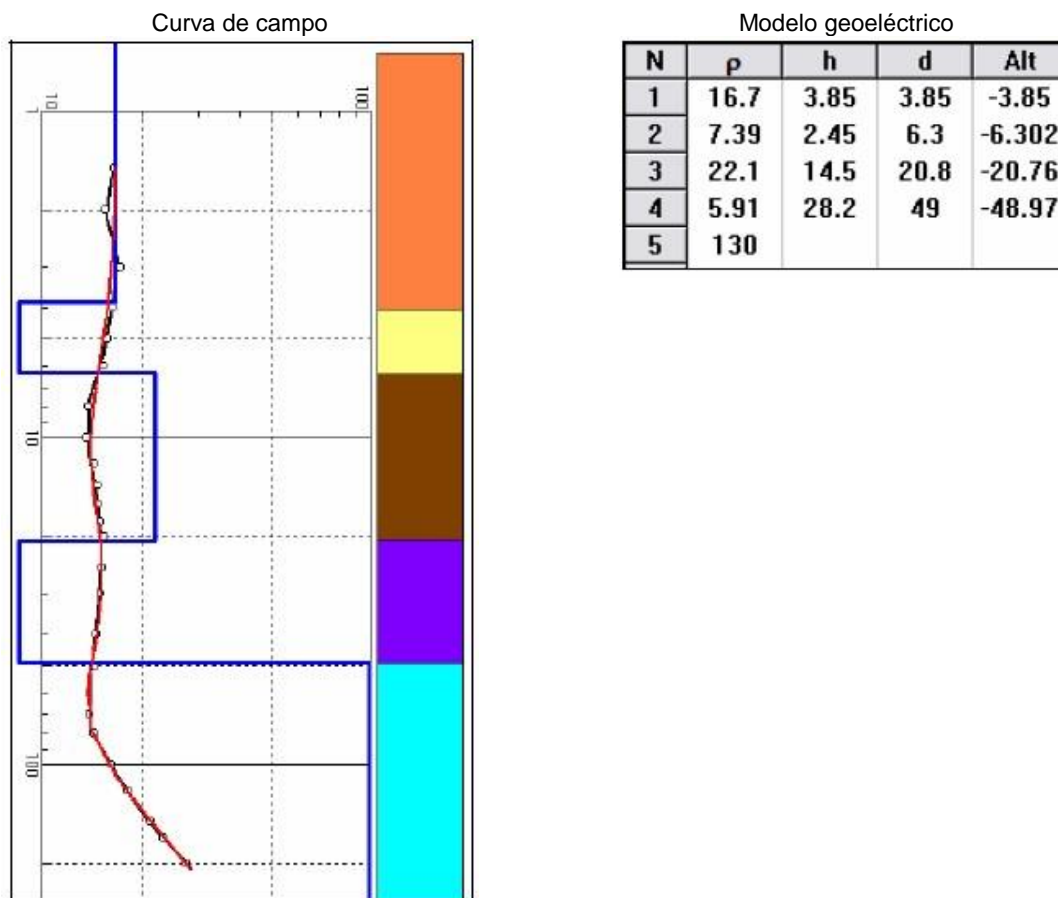


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.2 Sev-Pal-2

De acuerdo con la **Figura 3.354**, se tiene un acuífero potencial desde aproximadamente 50 m de profundidad en adelante, aunque a 6 m se encuentra una pequeña capa con valores de resistividad que podrían indicar algún contenido hídrico menor.

**Figura 3.354. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-2.**

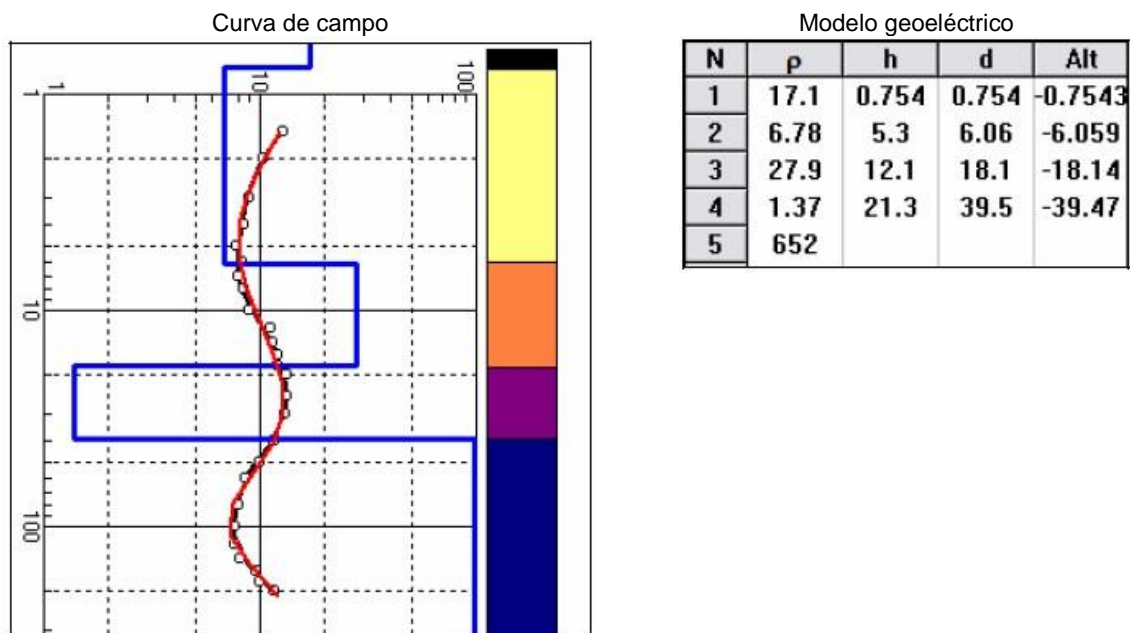


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.3 Sev-Pal-3

De acuerdo con la **Figura 3.355**, un potente acuífero se encuentra a 40 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.355. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-3.**



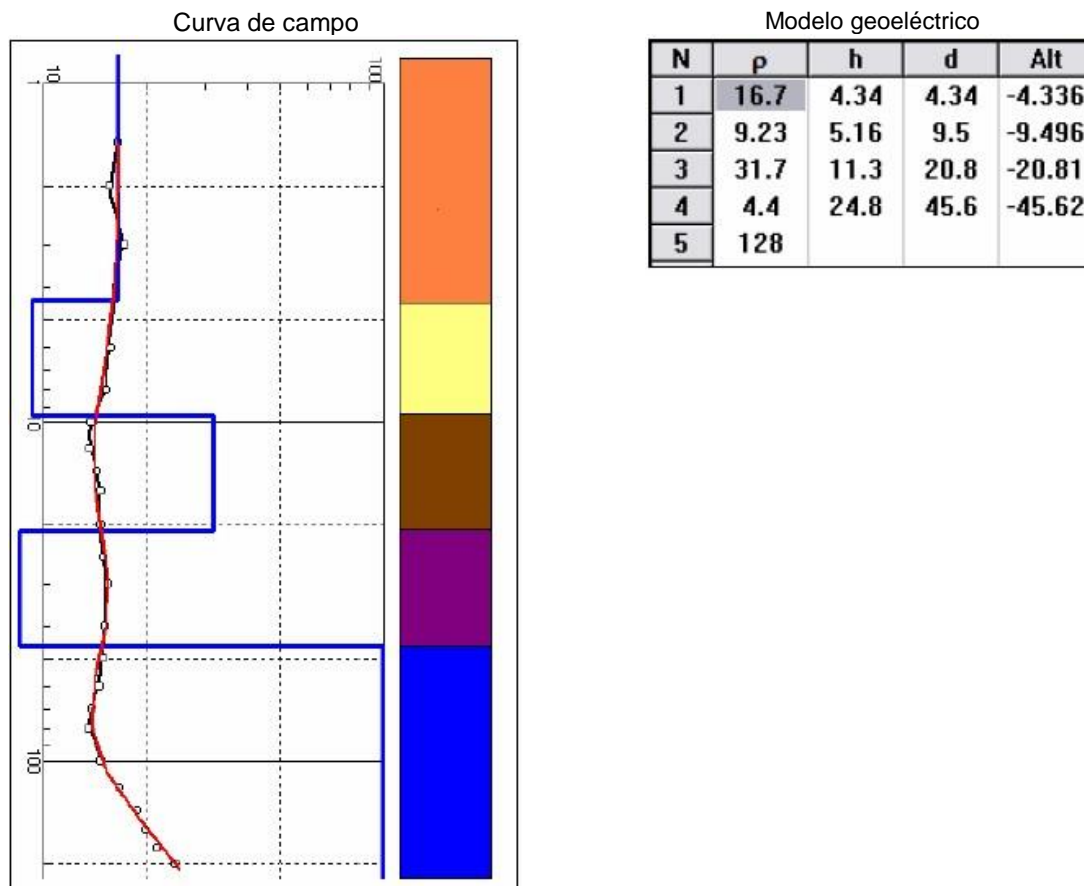
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.4 Sev-Pal-4

De acuerdo con la **Figura 3.356**, se observan dos capas con aparente contenido hídrico, una a 10 m y otra de mayor potencial a 50 m de profundidad aproximadamente en adelante.

**Figura 3.356. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-4.**

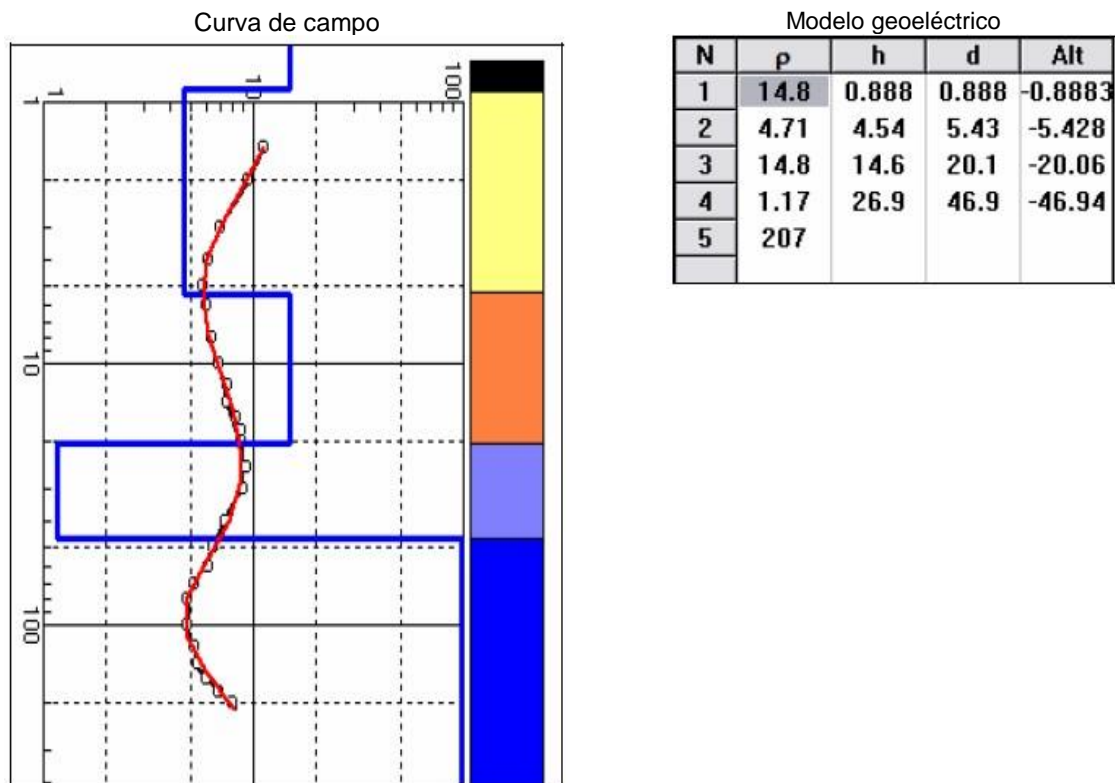


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.5 Sev-Pal-5

De acuerdo con la **Figura 3.357**, se observan una capa acuífera con alto potencial a 50 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.357. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-5.**

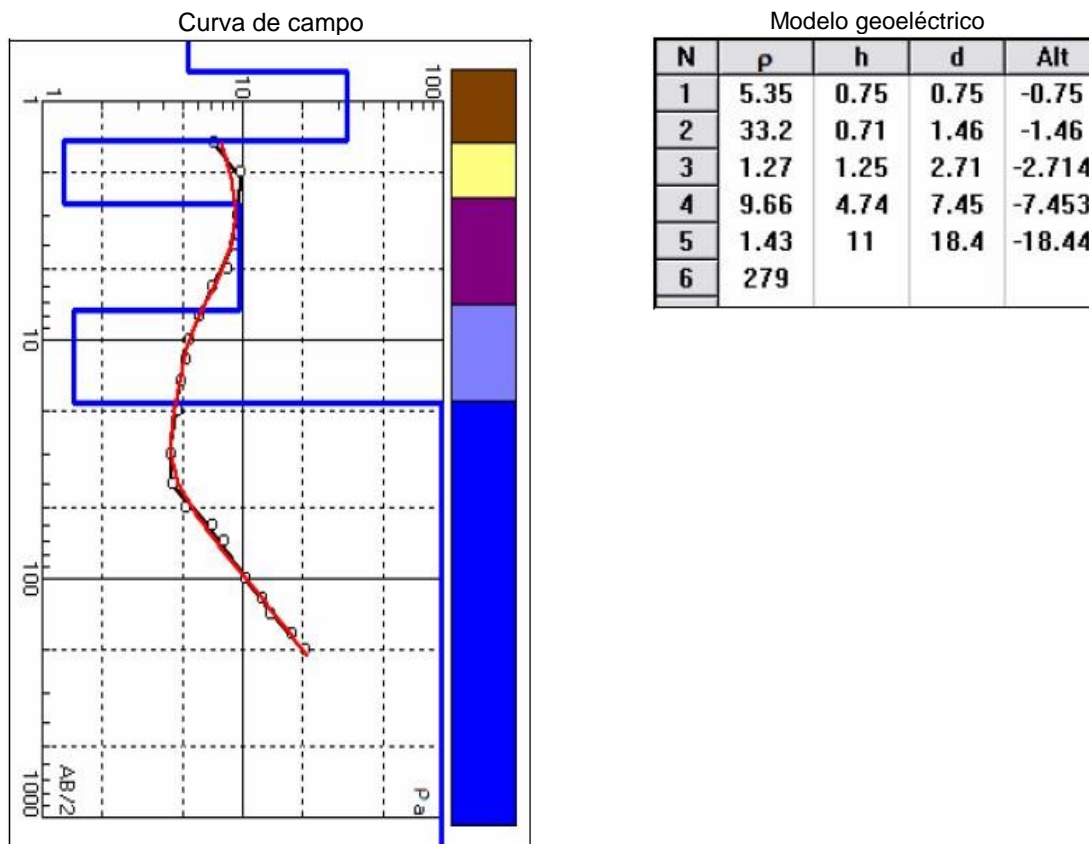


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.6 Sev-Pal-6

De acuerdo con la **Figura 3.358**, se encuentra una capa de alta resistividad indicando la presencia de un posible acuífero aproximadamente a 18 m de profundidad.

**Figura 3.358. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-6.**

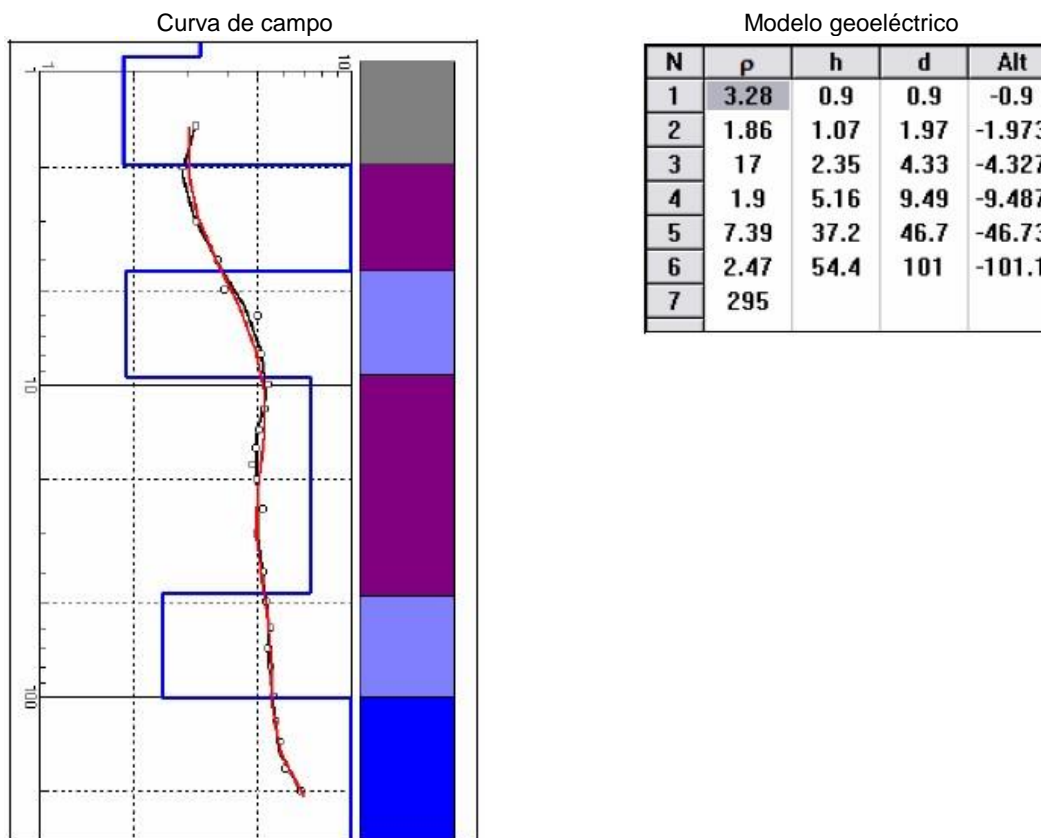


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.7 Sev-Pal-7

De acuerdo con la **Figura 3.359**, se encuentra un acuífero potencial a 100 m de profundidad aproximadamente sin observarse fin.

**Figura 3.359. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-7.**



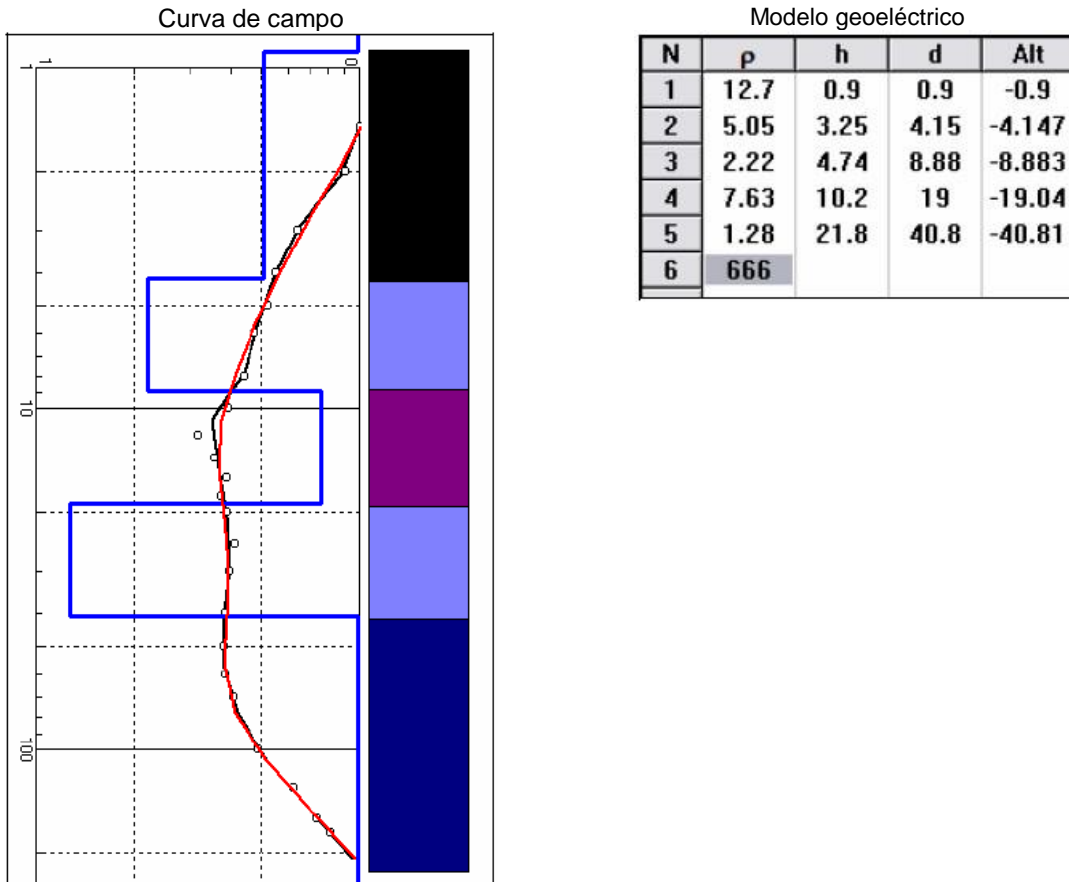
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.8 Sev-Pal-8

De acuerdo con la **Figura 3.360**, el acuífero de mayor potencial se encuentra a 40 m de profundidad, aunque hay uno de menores proporciones a los 10 m.

**Figura 3.360. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-8.**

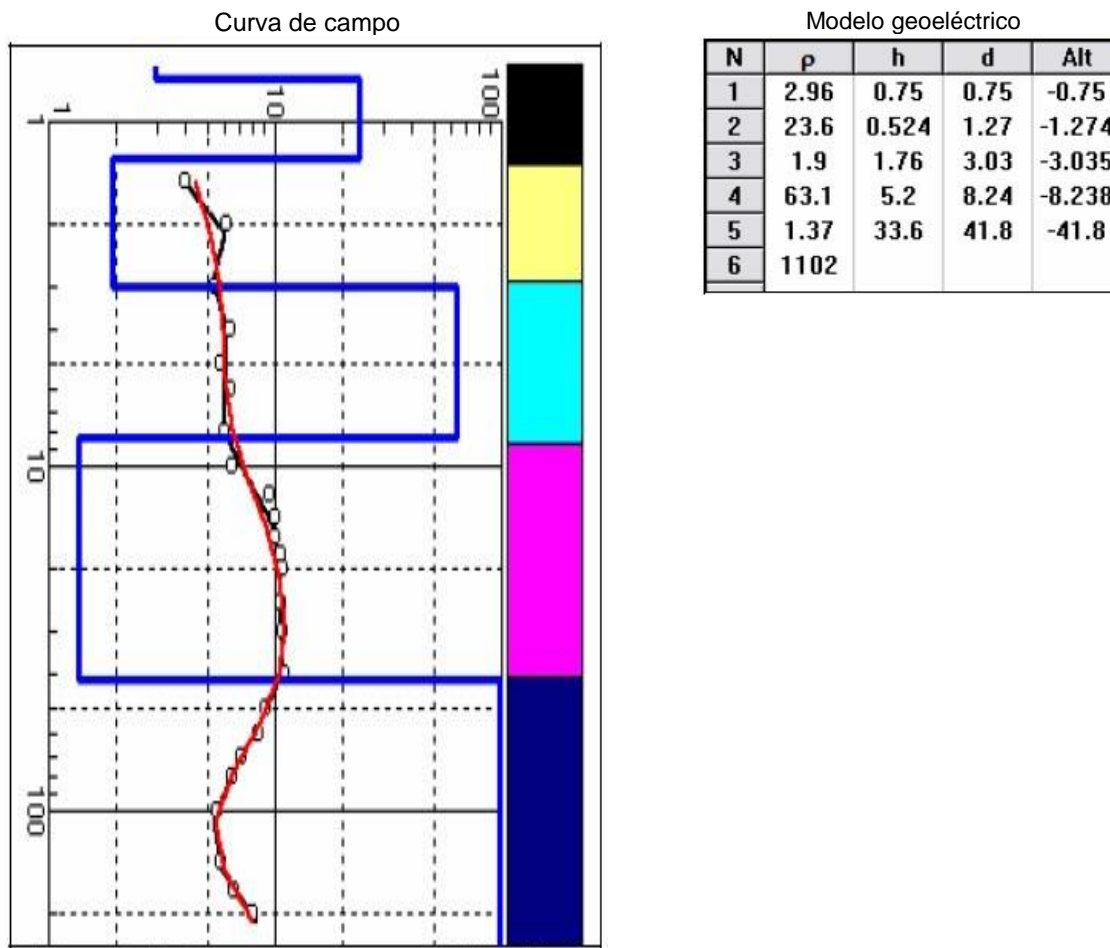


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.9 Sev-Pal-9

De acuerdo con la **Figura 3.361**, se observa una capa de potencial acuífero moderado a los 8 m, luego a 41 m se encuentra una gruesa capa de mayor potencial.

**Figura 3.361. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-9.**

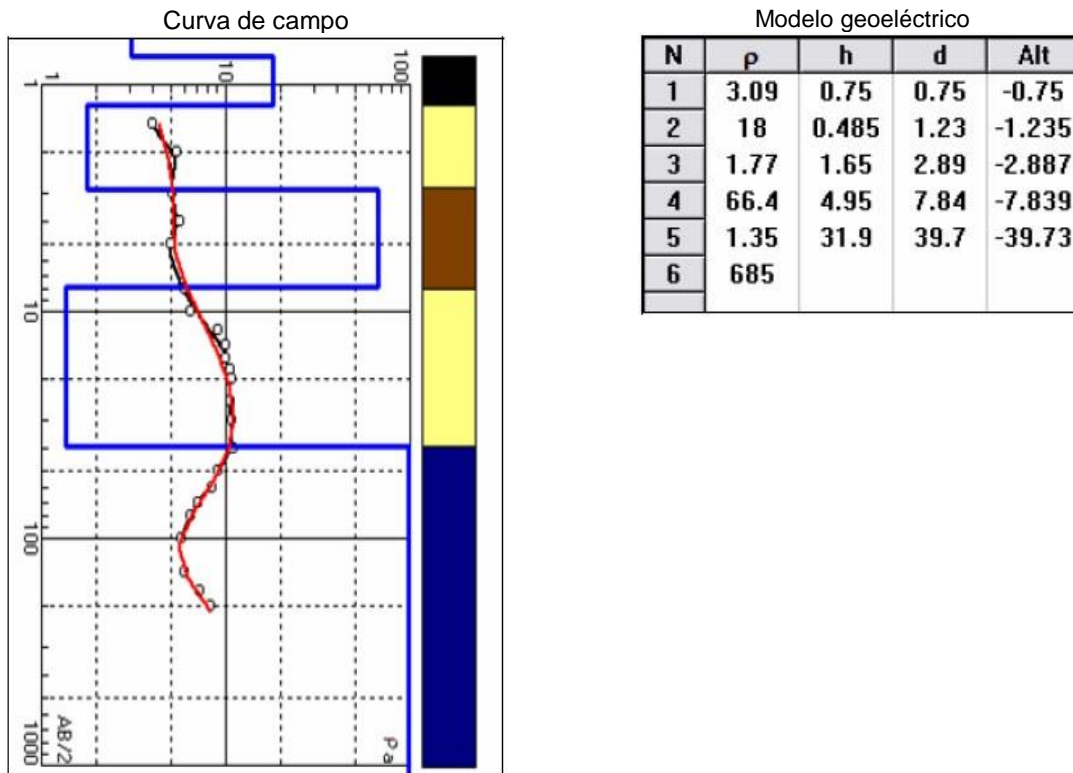


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.10 Sev-Pal-10

De acuerdo con la **Figura 3.362**, el mayor acuífero del sondeo se identifica a 40 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.362. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-10.**

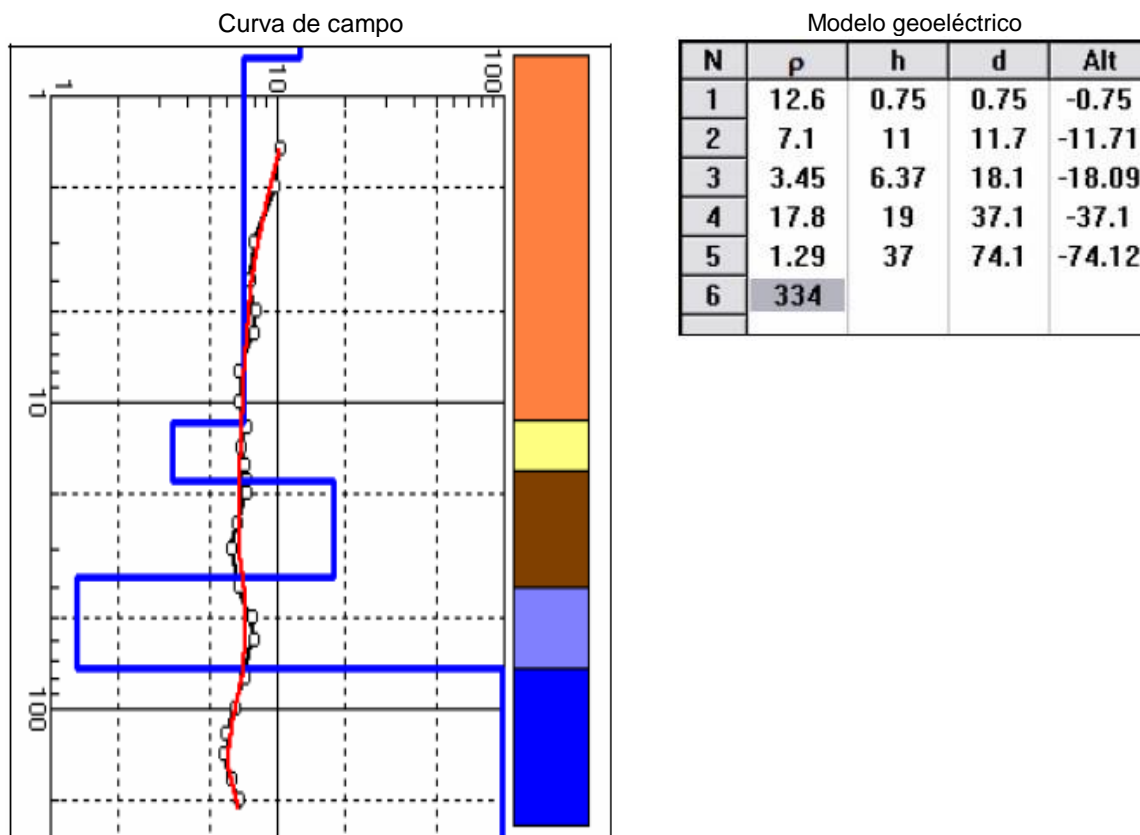


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.11 Sev-Pal-11

De acuerdo con la **Figura 3.363**, se observa que a 18 m se encuentra una capa con características acuíferas de potencial moderado, luego a 74 m se halla una con mejores indicios de contenido de agua subterránea.

**Figura 3.363. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-11.**



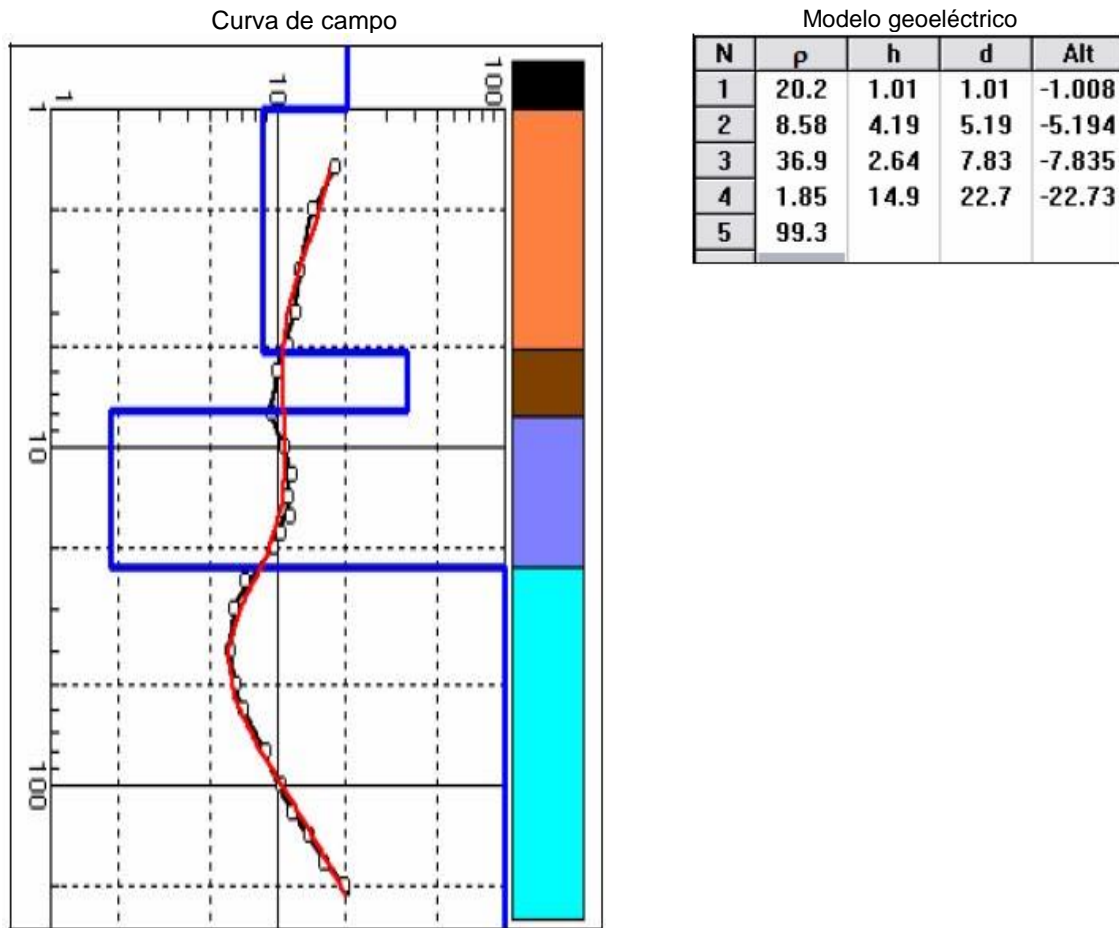
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.12 Sev-Pal-12

De acuerdo con la **Figura 3.364**, se observa que a los 22 m encontramos una capa que se considera como acuífero moderado.

**Figura 3.364. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-12.**

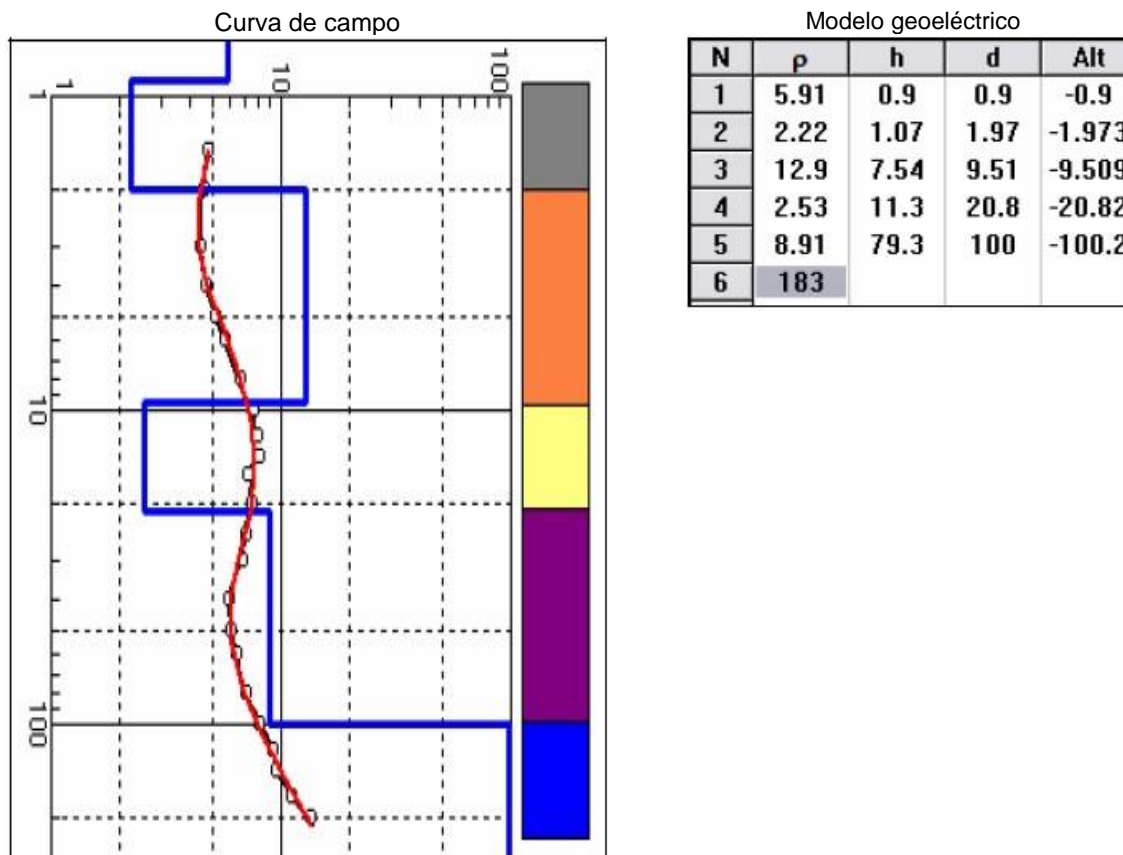


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.13 Sev-Pal-13

De acuerdo con la **Figura 3.365**, solo se identifica una capa potencialmente acuífera a los 100 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.365. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-13.**

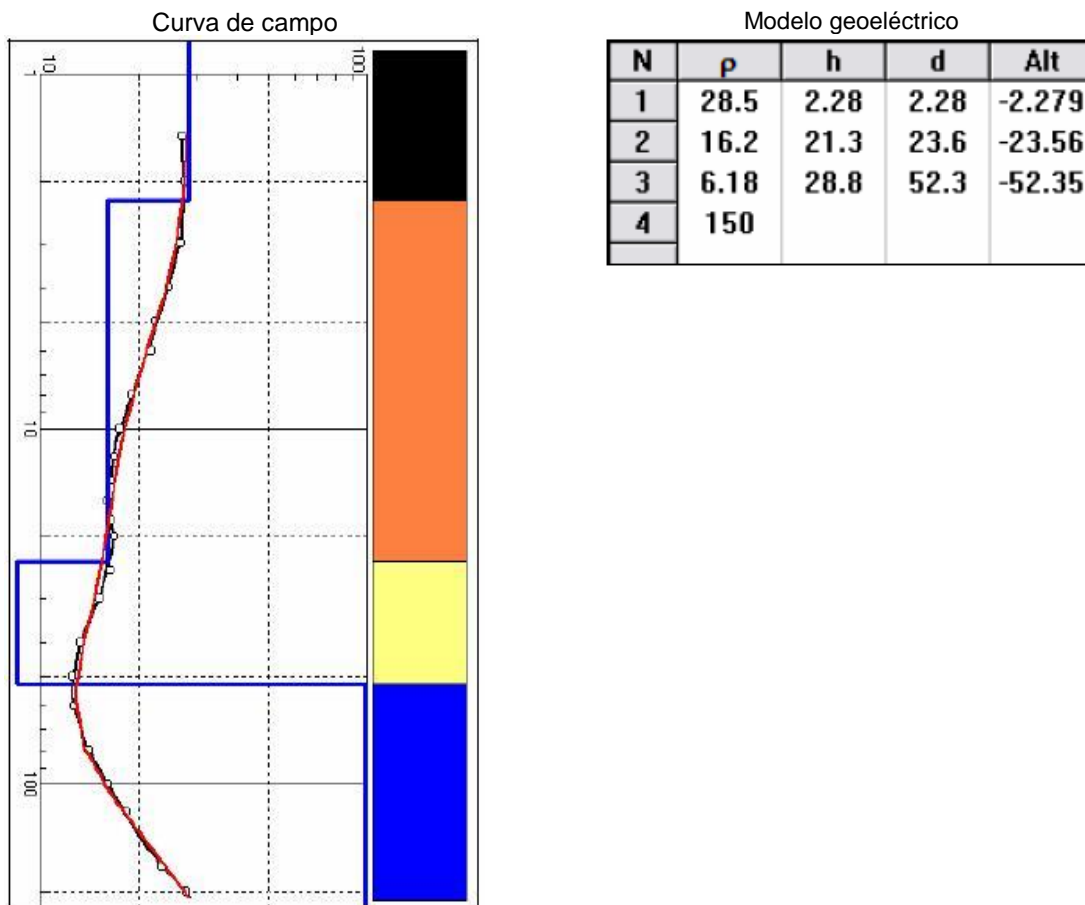


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.14 Sev-Pal-14

De acuerdo con la **Figura 3.366**, se identifica una capa como acuífero potencial a los 52 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.366. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-14.**

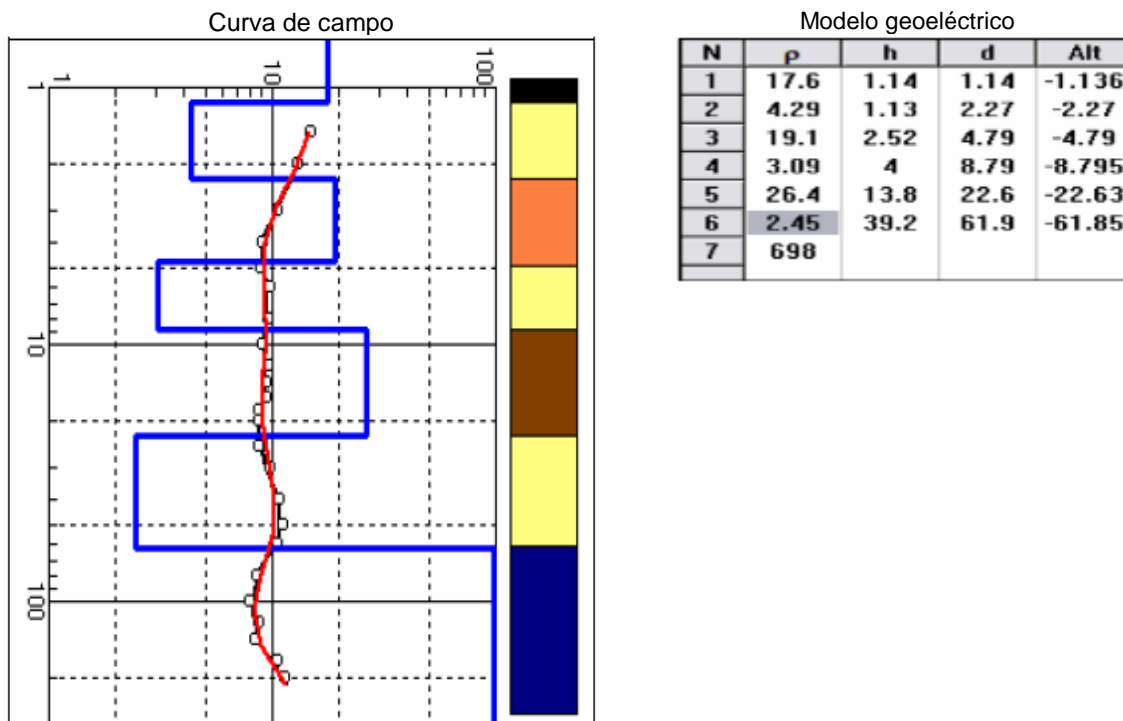


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.15 Sev-Pal-15

De acuerdo con la **Figura 3.367**, se identifican dos interfaces como acuíferos, una a 5 m, con moderado potencial y otra a 61 m de profundidad con alto potencial.

**Figura 3.367. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-15.**



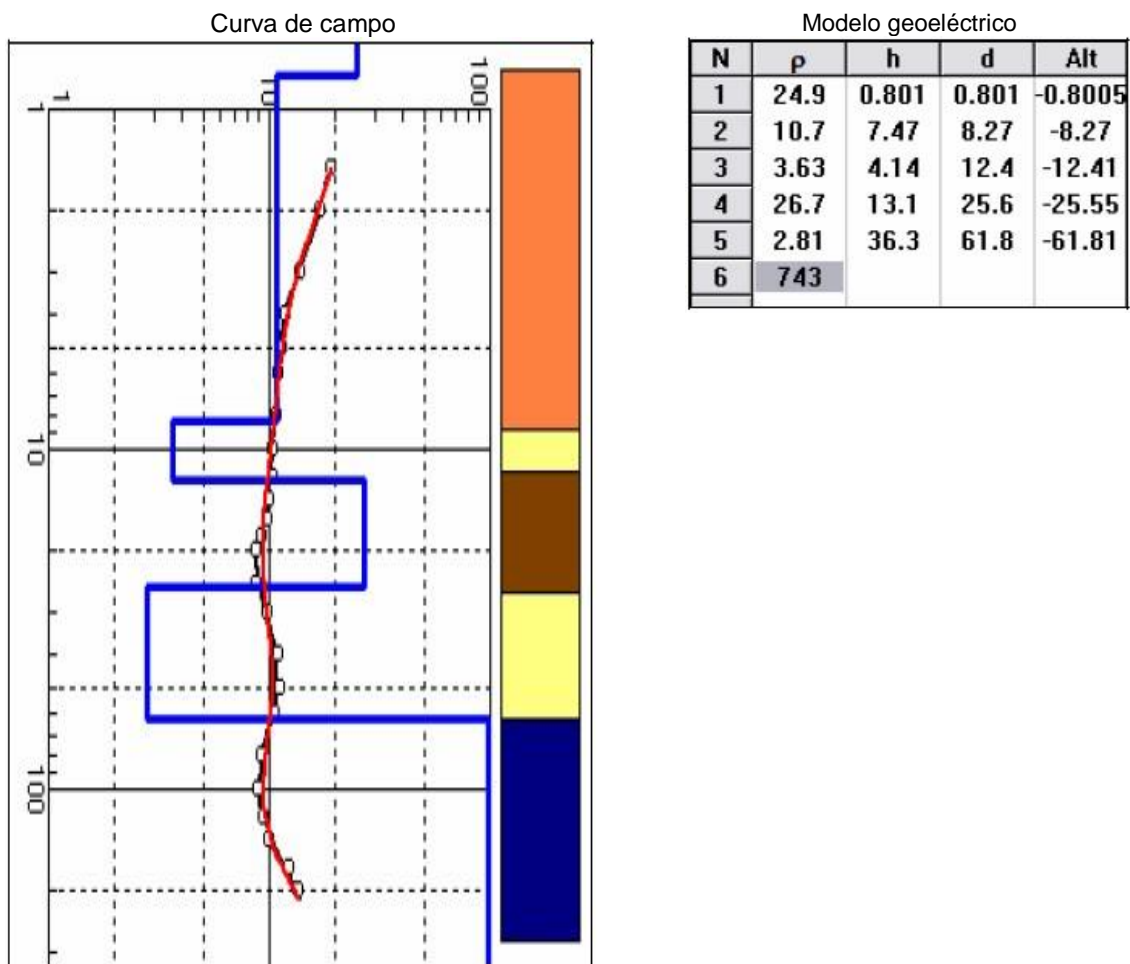
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.16 Sev-Pal-16

De acuerdo con la **Figura 3.368**, se identifican dos capas con resistividades que indican posiblemente la existencia de acuíferos, la primera a 12 m y la segunda a 60 m aproximadamente con mayor potencial.

**Figura 3.368. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-16.**

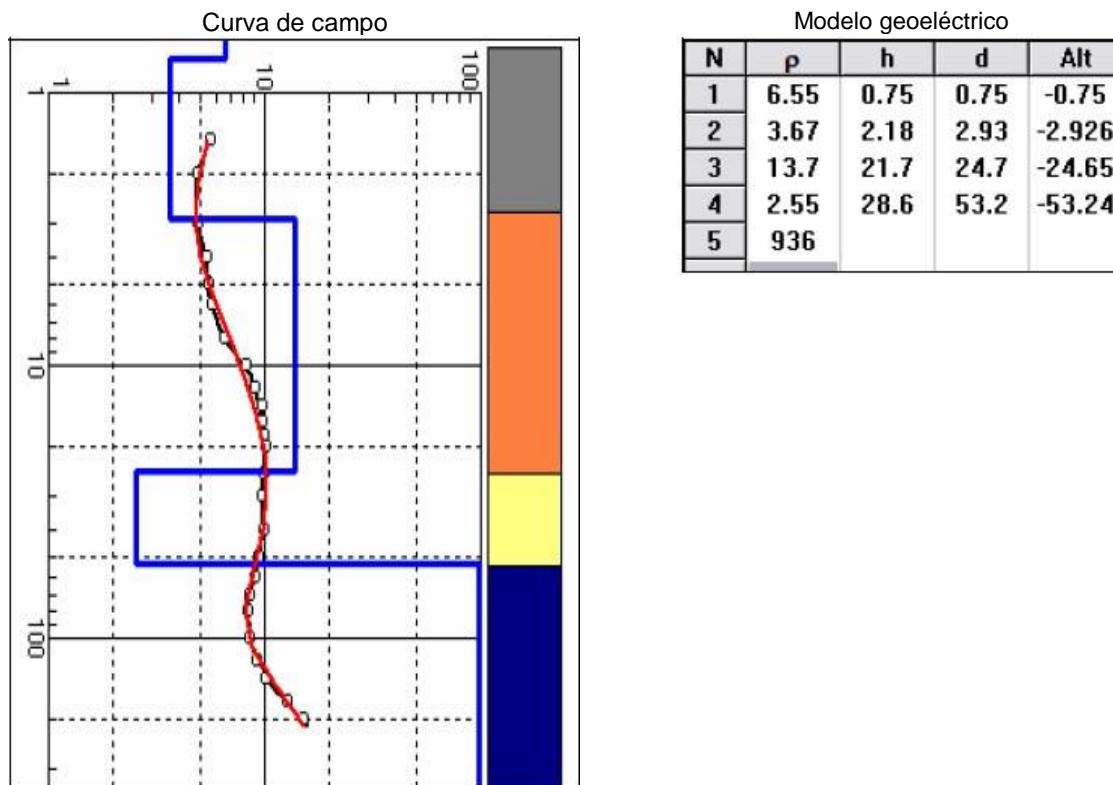


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.17 Sev-Pal-17

De acuerdo con la **Figura 3.369**, se observa que para este sondeo se identificó una capa con posibilidades de almacenamiento de agua subterránea a 53 m de profundidad.

**Figura 3.369. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-17.**

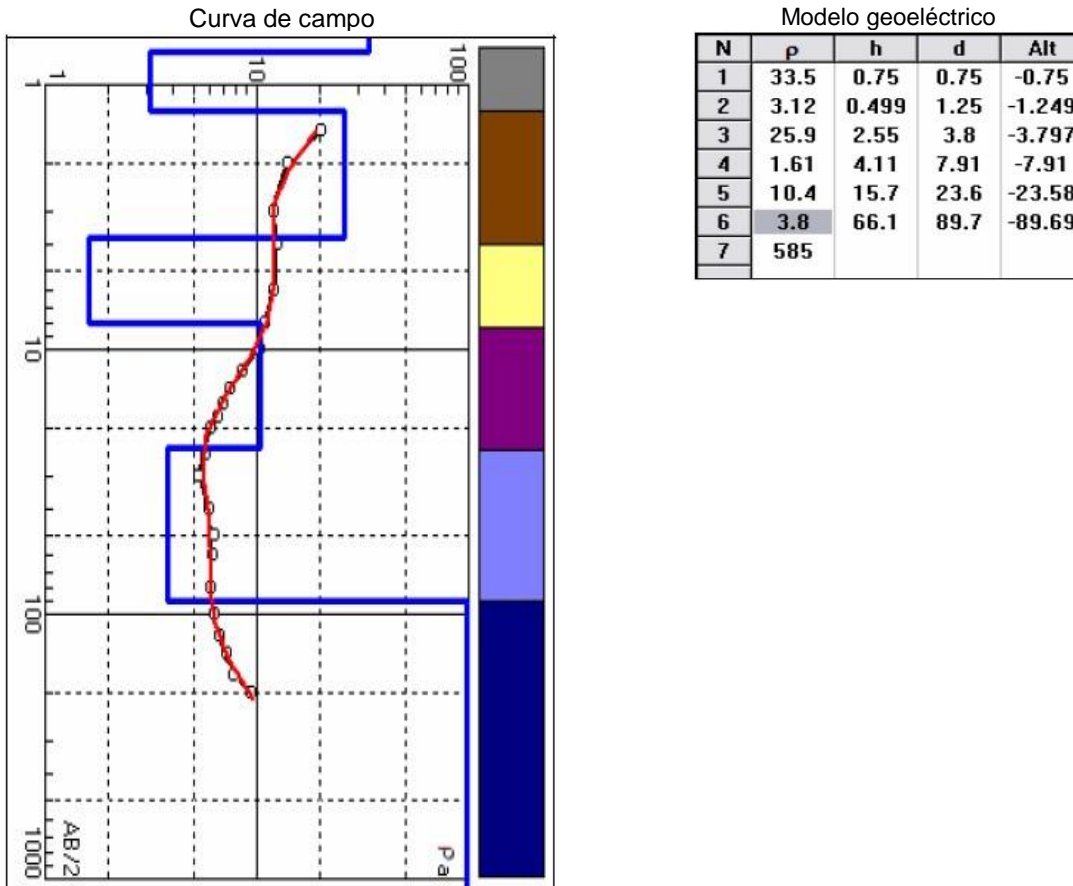


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.18 Sev-Pal-18

De acuerdo con la **Figura 3.370**, solo se identifica una capa con alto potencial acuífero a 90 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.370. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-18.**

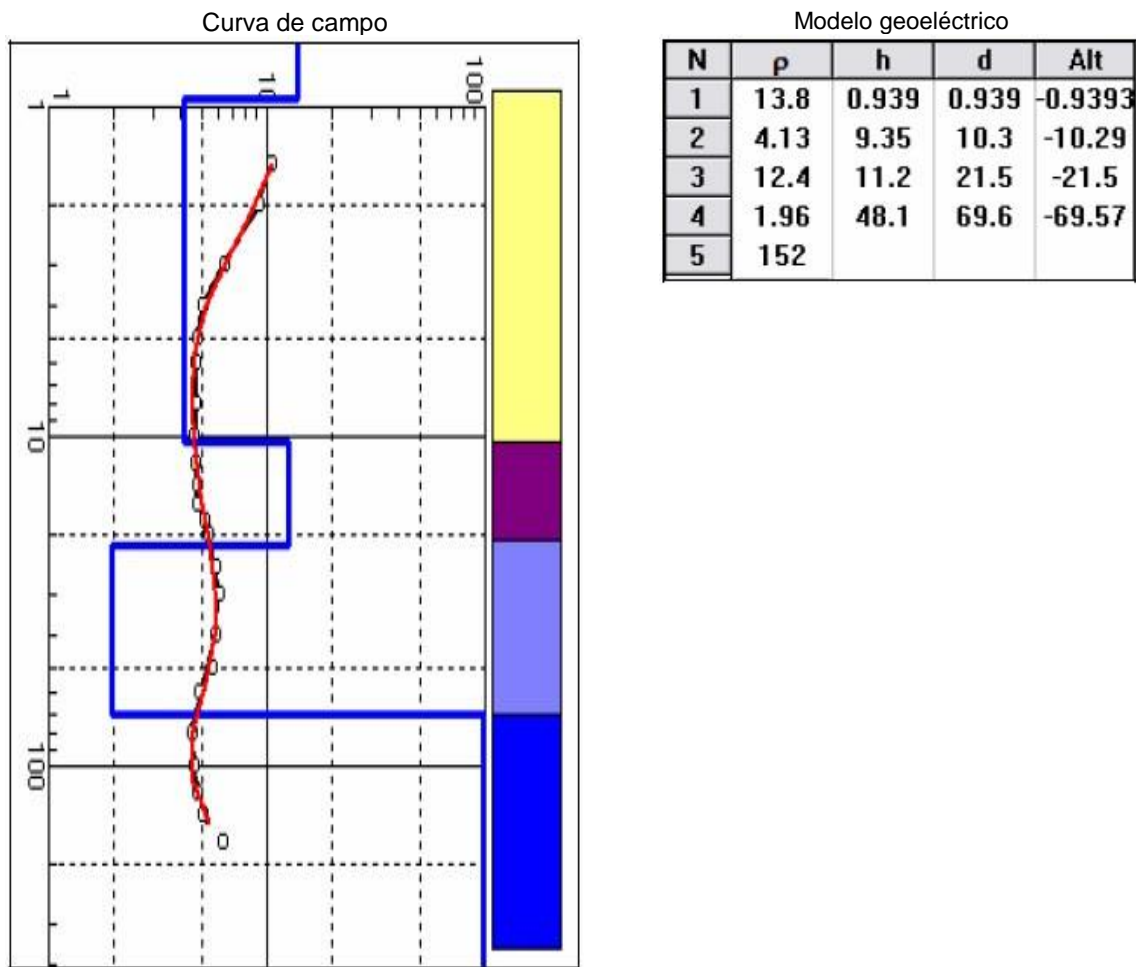


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.19 Sev-Pal-19

De acuerdo con la **Figura 3.371**, se identifica un nivel con resistividades altas, indicando un potencial acuífero a 70 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.371. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-19.**



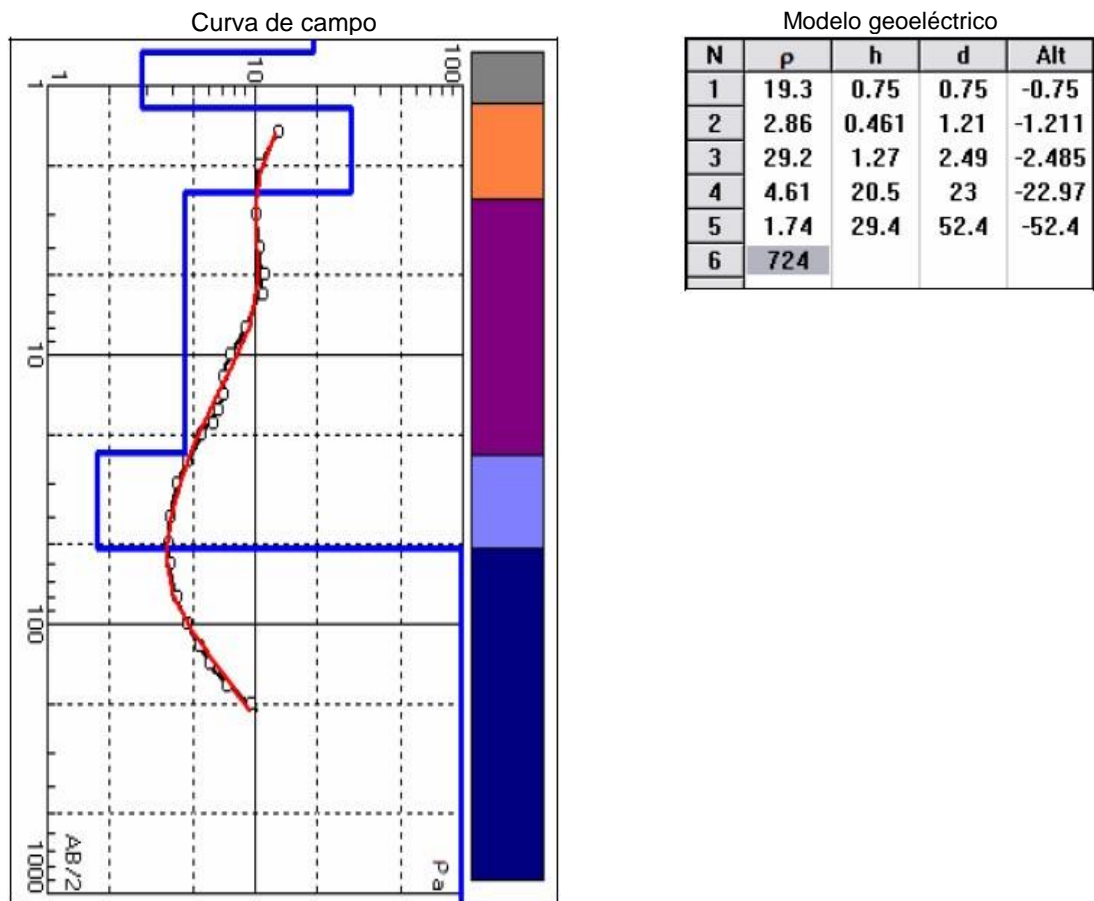
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.20 Sev-Pal-20

De acuerdo con la **Figura 3.372**, solo se reconoce un nivel de alto potencial a 52 m de profundidad.

**Figura 3.372. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-20.**

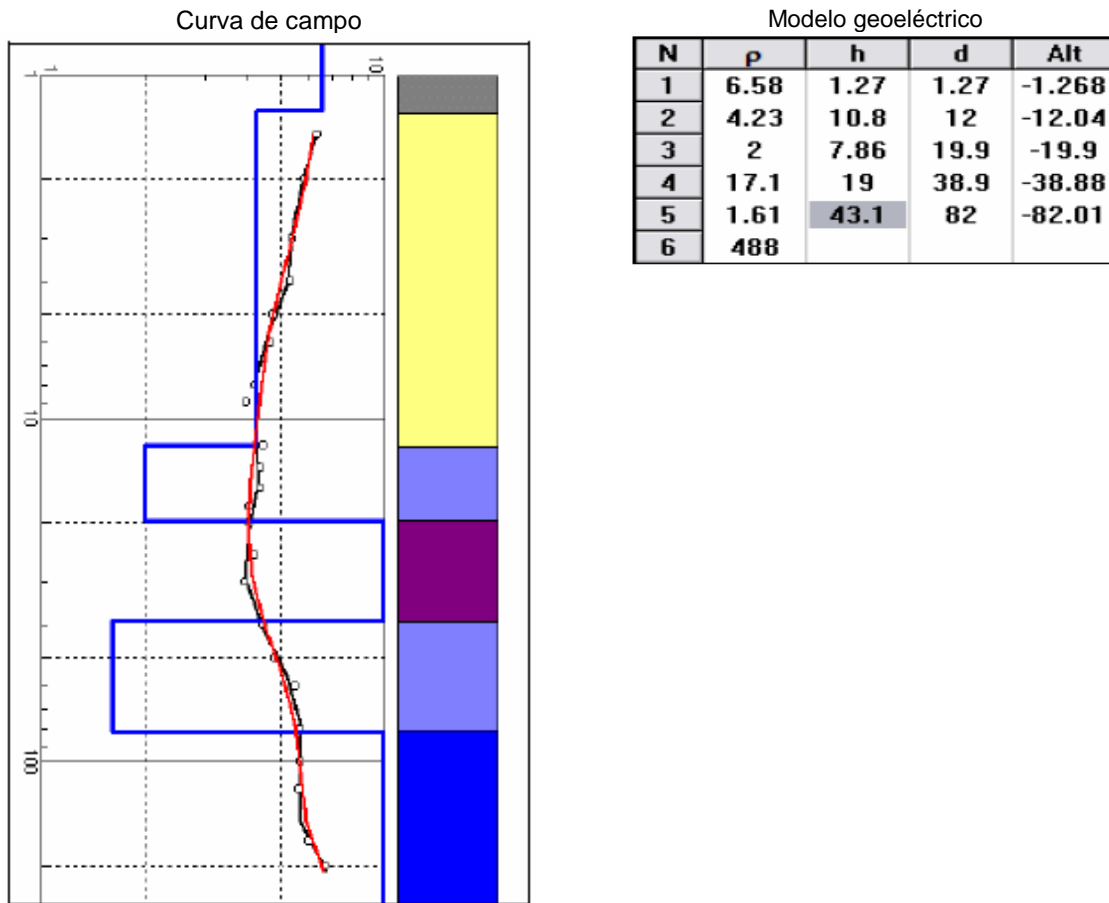


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.21 Sev-Pal-21

De acuerdo con la **Figura 3.373**, se identifican dos niveles acuíferos, uno de menor potencial a 20 m y otro de mejor proyección a 82 m de profundidad.

**Figura 3.373. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-21.**

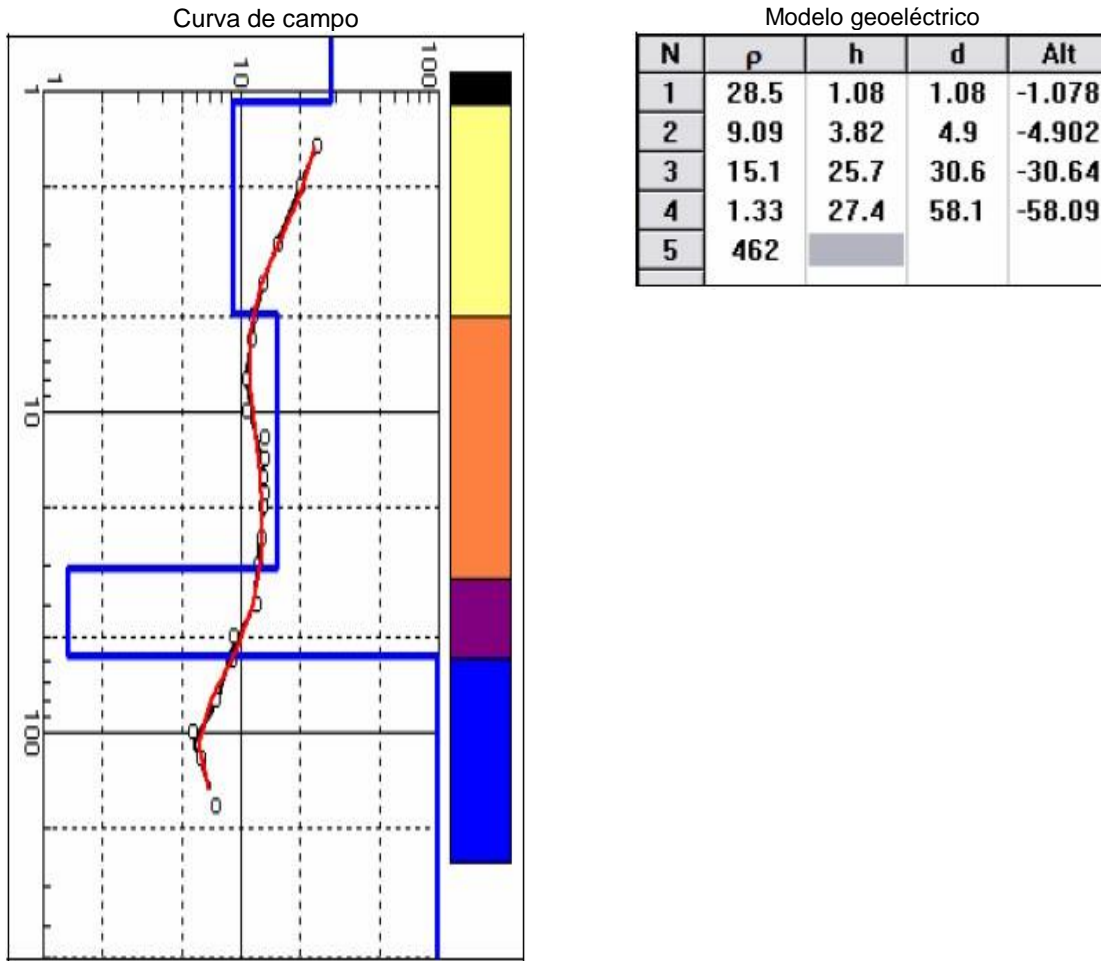


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.22 Sev-Pal-22

De acuerdo con la **Figura 3.374**, se encuentra un nivel promisorio en cuanto a contenido de agua subterránea, aproximadamente a 60 m de profundidad.

**Figura 3.374. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-22.**

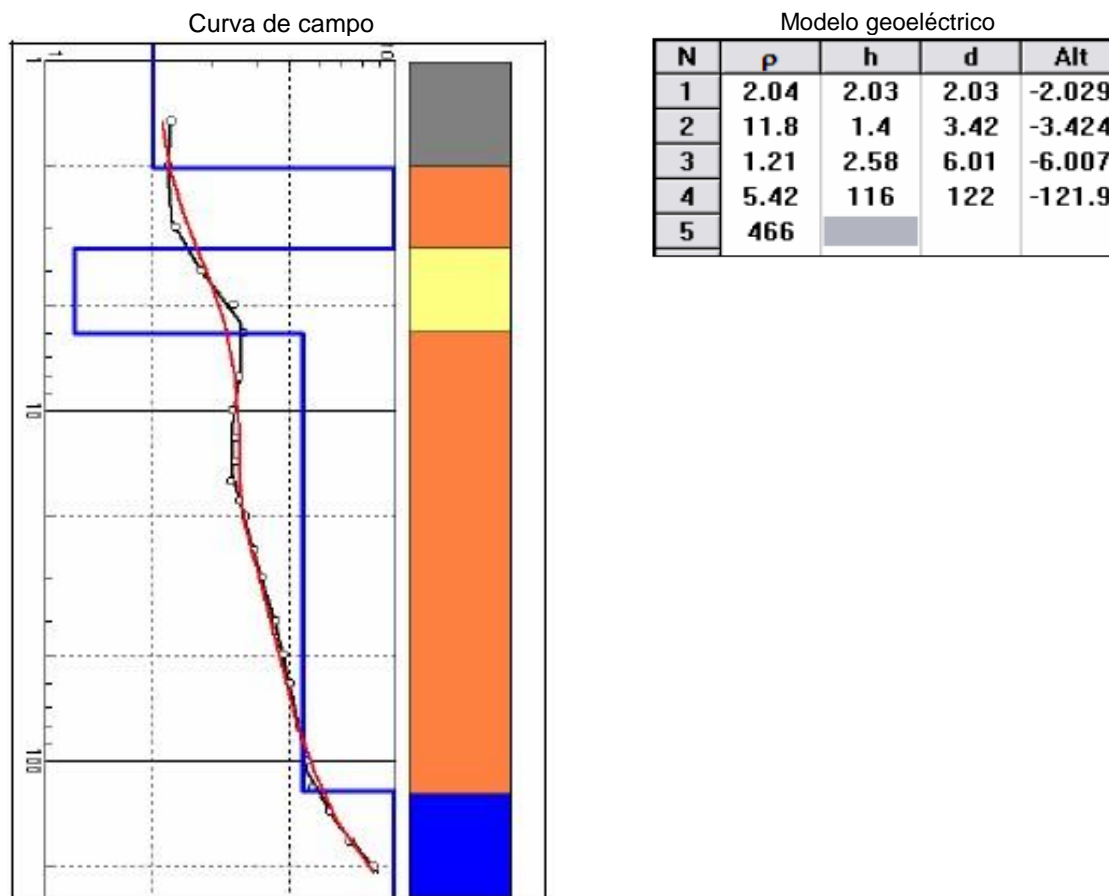


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.23 Sev-Pal-23

De acuerdo con la **Figura 3.375**, se interpreta solo una capa con potencial acuífero a 122 m de profundidad.

**Figura 3.375. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-23.**



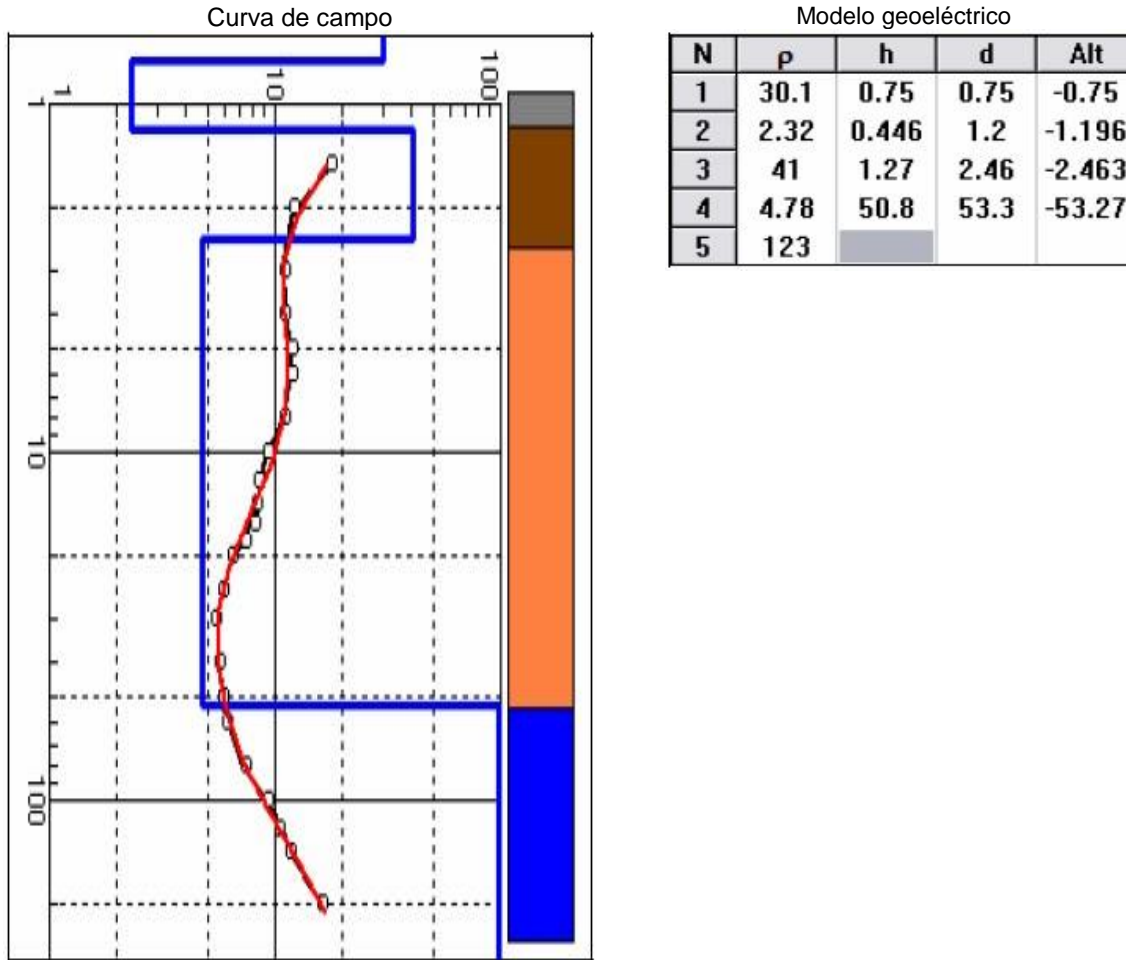
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.24 Sev-Pal-24

De acuerdo con la **Figura 3.376**, se detecta una capa potencialmente acuífera aproximadamente a los 53 m de profundidad.

**Figura 3.376. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-24.**

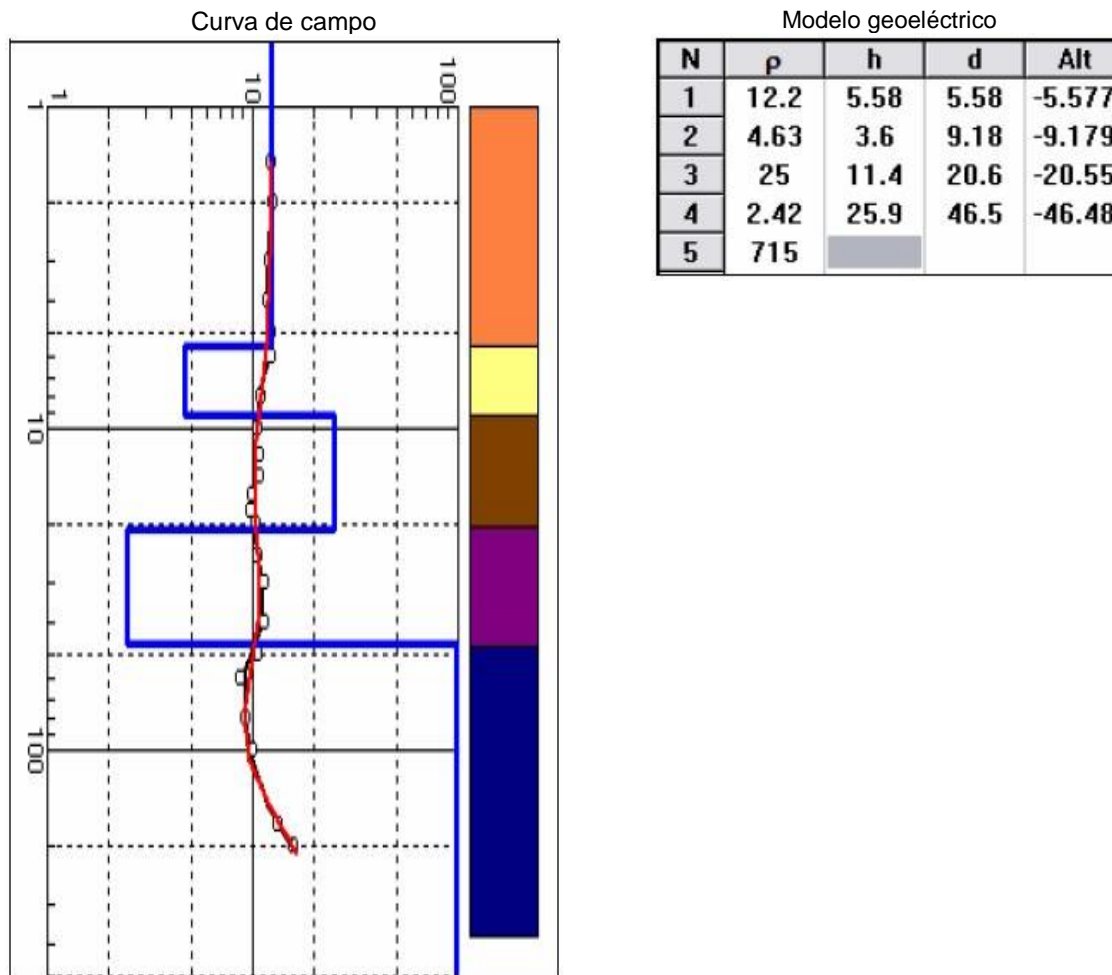


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.25 Sev-Pal-25

De acuerdo con la **Figura 3.377**, se detecta la presencia de un acuífero en potencia a los 50 m de profundidad.

**Figura 3.377. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-25.**

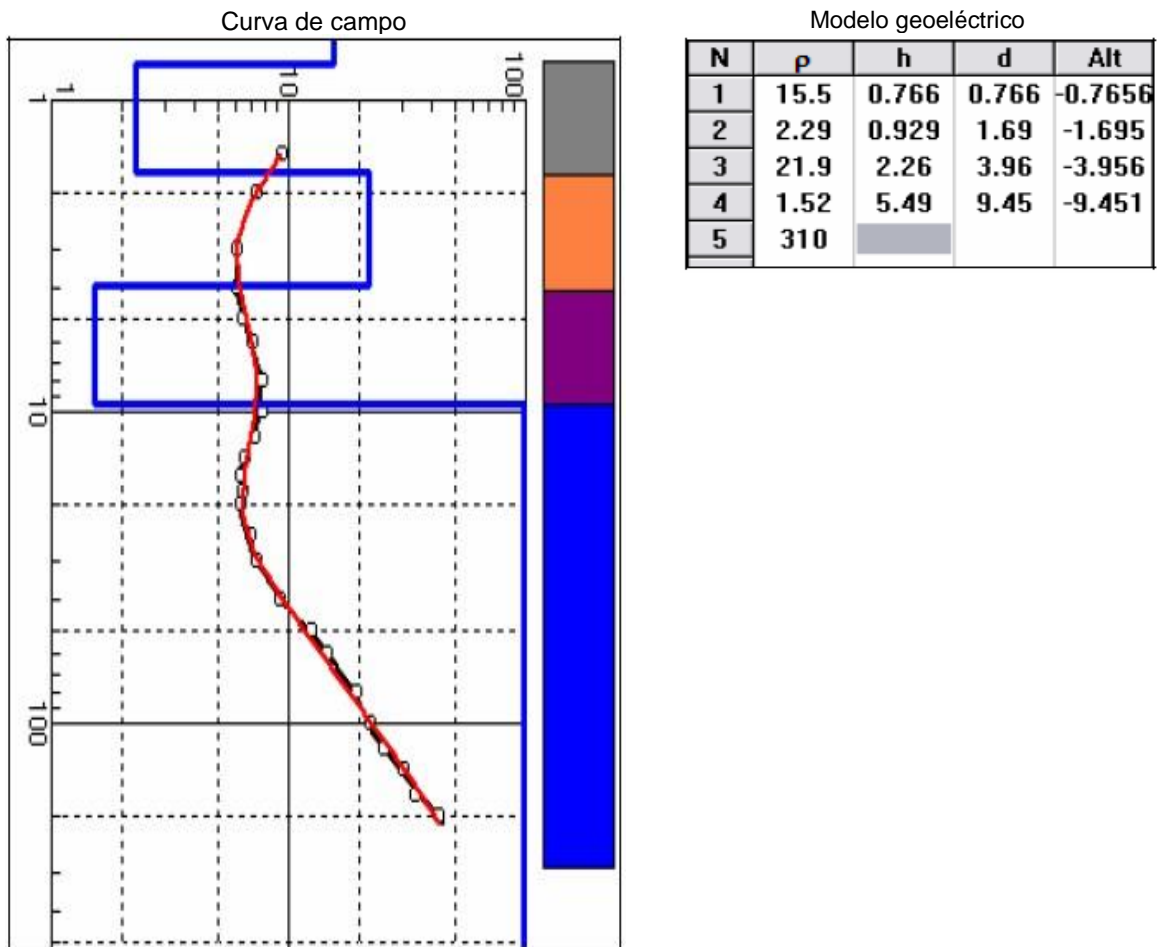


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.26 Sev-Pal-26

De acuerdo con la **Figura 3.378**, se encuentra un espeso acuífero potencial aproximadamente a partir de los 10 m de profundidad.

**Figura 3.378. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-26.**

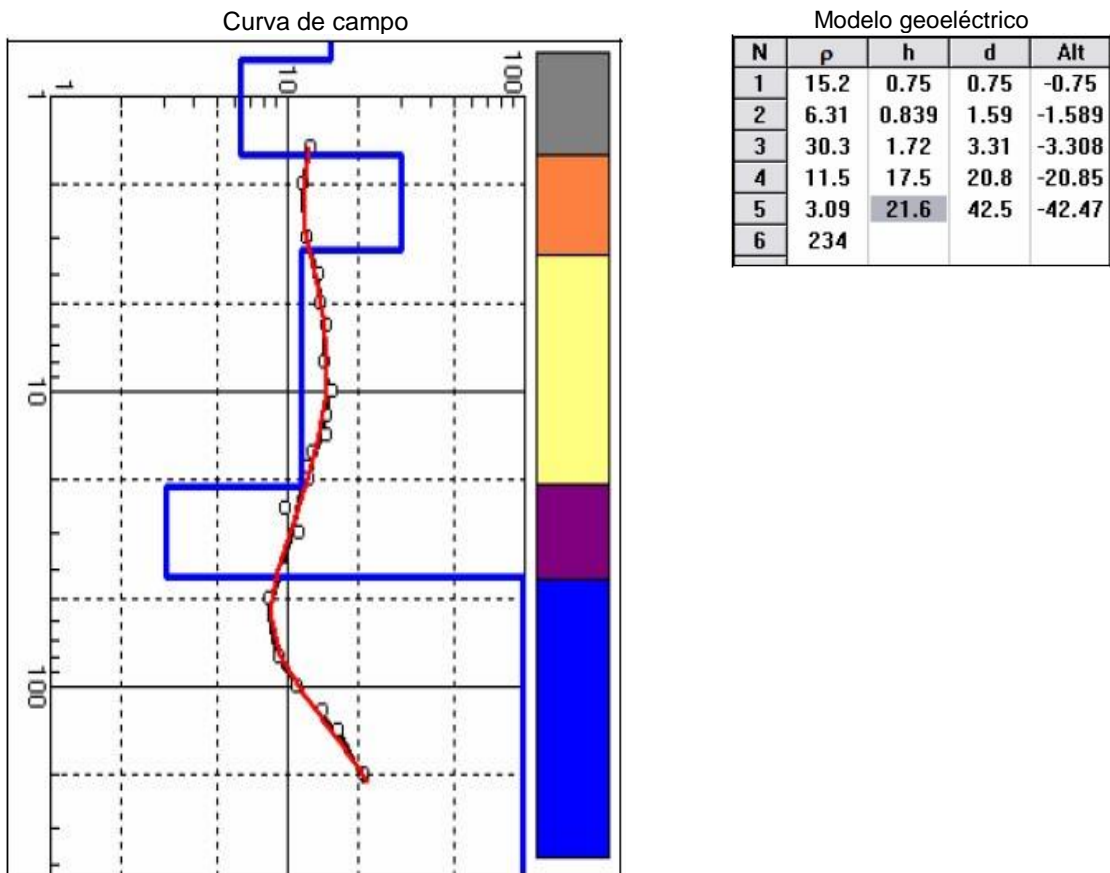


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.27 Sev-Pal-27

De acuerdo con la **Figura 3.379**, se encuentra un espeso acuífero potencial aproximadamente a partir de los 10 m de profundidad.

**Figura 3.379. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-27.**



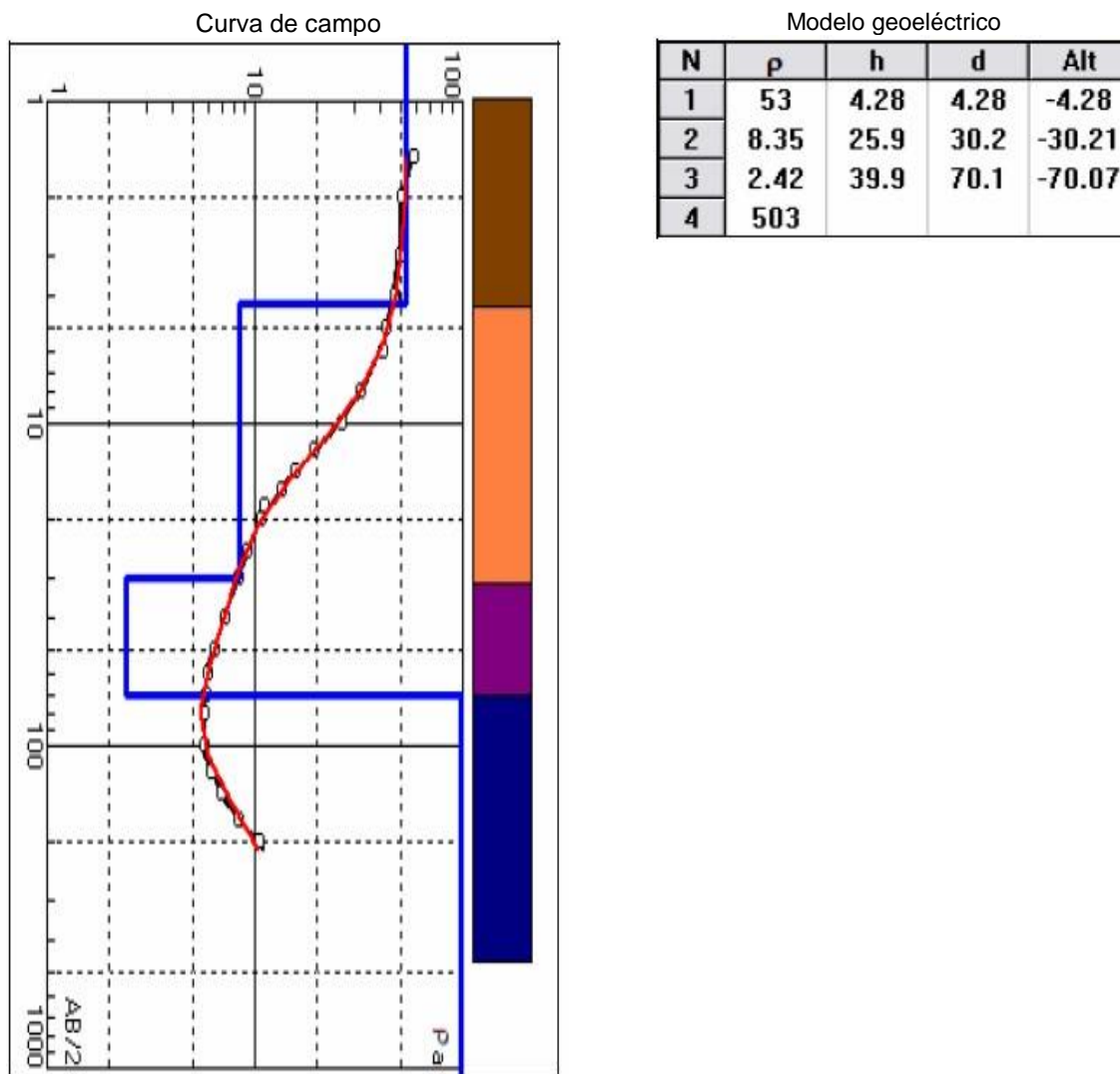
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.28 Sev-Pal-28

De acuerdo con la **Figura 3.380**, el principal acuífero detectado en este sondeo se encuentra a 70 m de profundidad.

**Figura 3.380. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-28.**

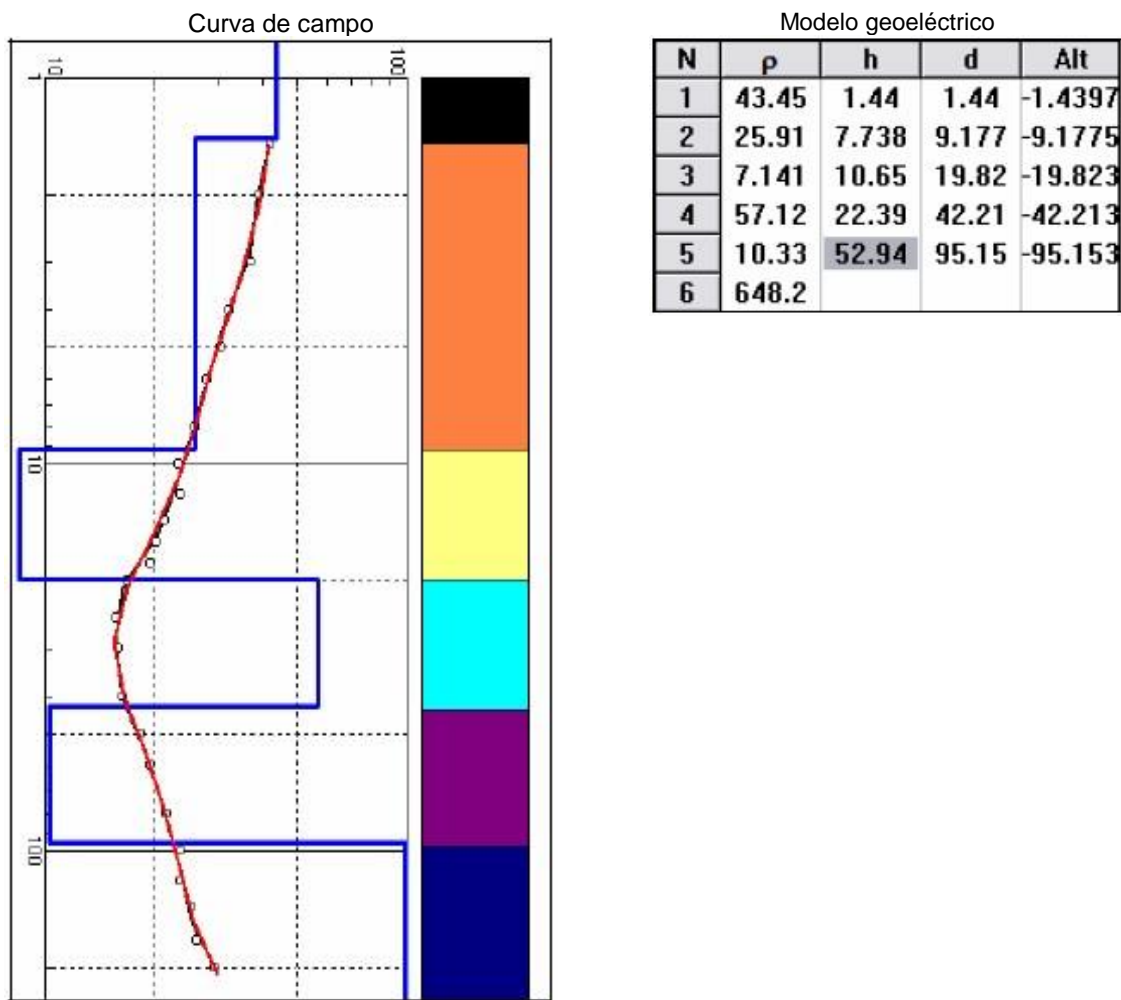


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.29 Sev-Pal-29

De acuerdo con la **Figura 3.381**, en este sondeo se evidencian dos capas potencialmente acuíferas, una a 20 m y la otra aproximadamente a 95 m de profundidad.

**Figura 3.381. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-29.**

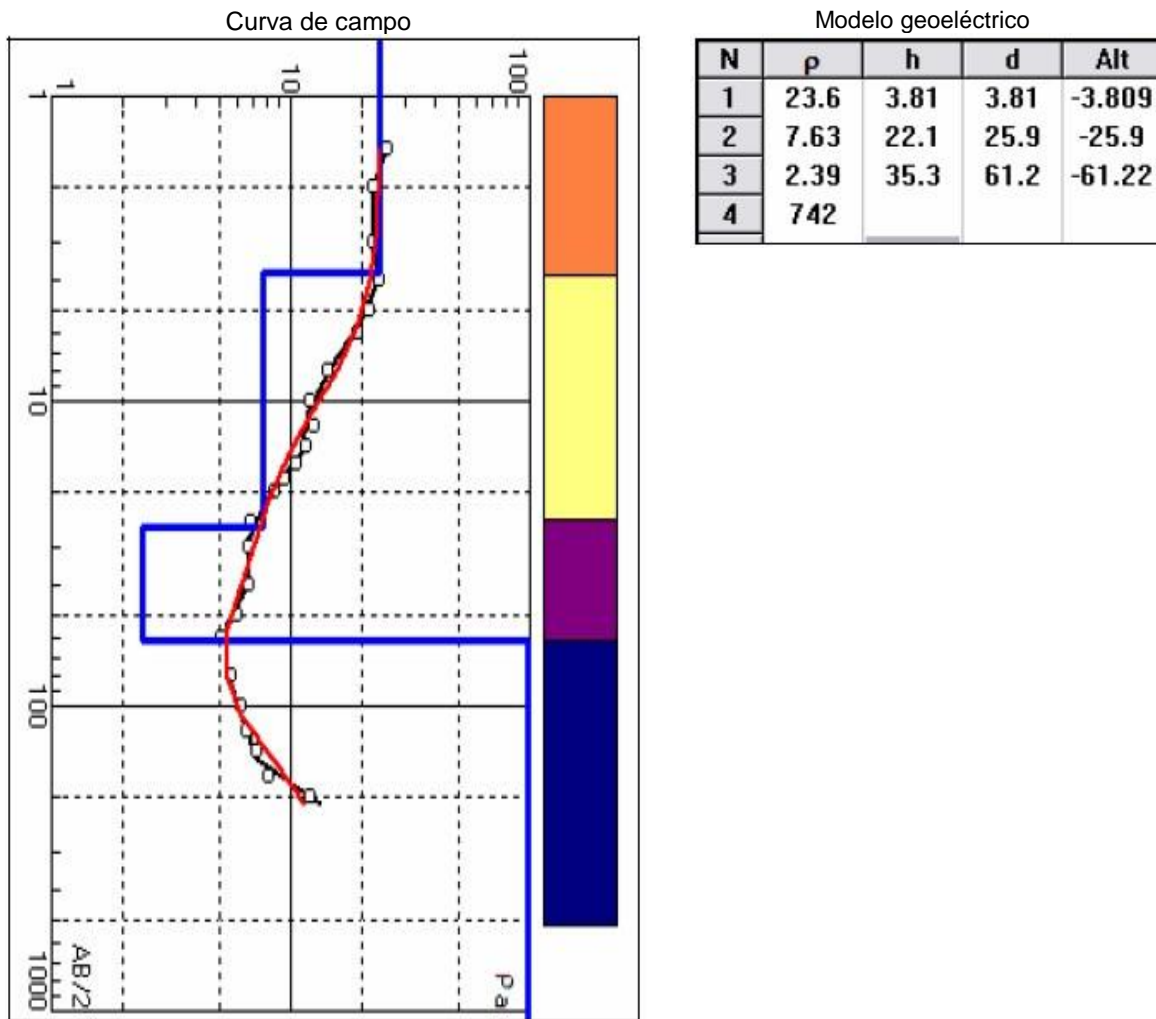


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.30 Sev-Pal-30

De acuerdo con la **Figura 3.382**, se observa un acuífero potencial a 60 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.382. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-30.**

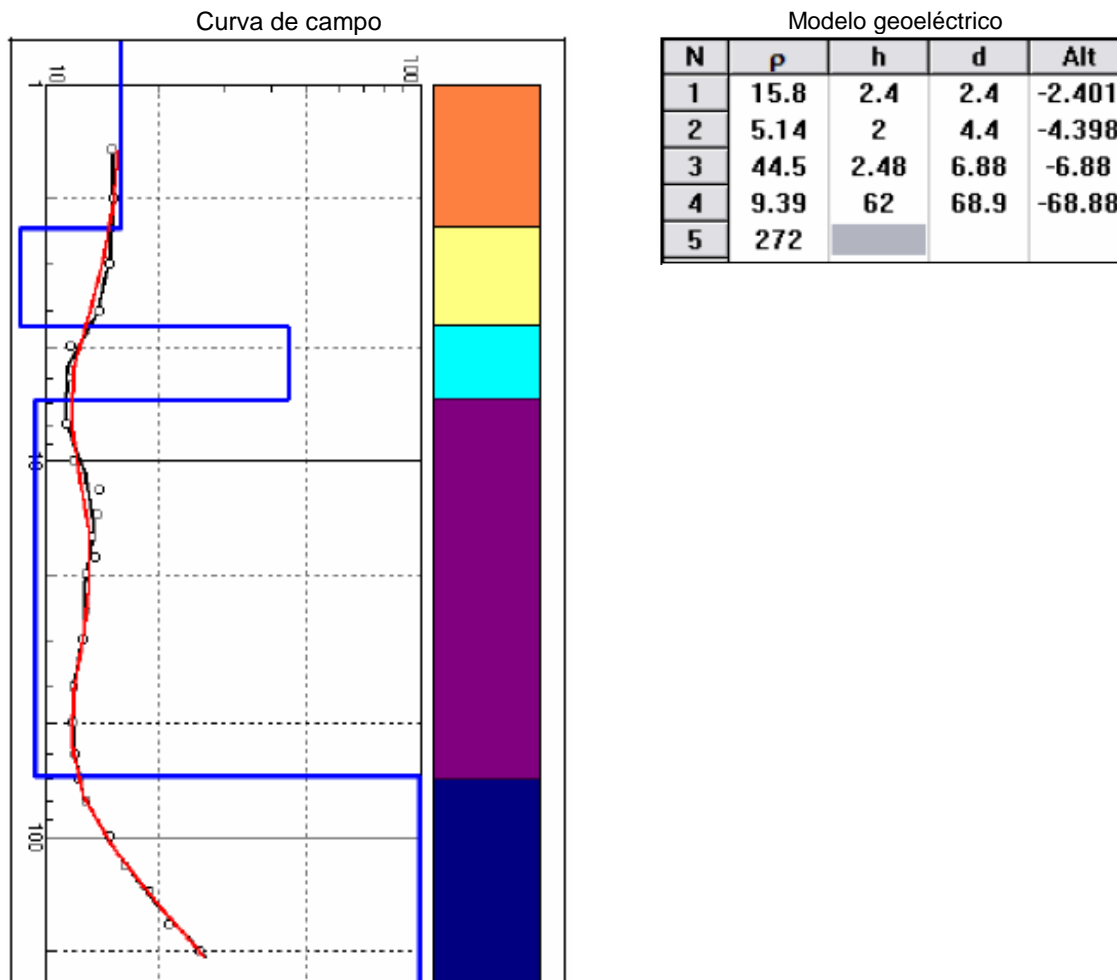


Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

3.3.9.1.2.31 Sev-Pal-31

De acuerdo con la **Figura 3.383**, se encuentra una pequeña capa productora de agua subterránea a 7 m de profundidad, luego a 70 m aproximadamente se encuentra lo que parece ser un potente acuífero.

**Figura 3.383. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-31.**



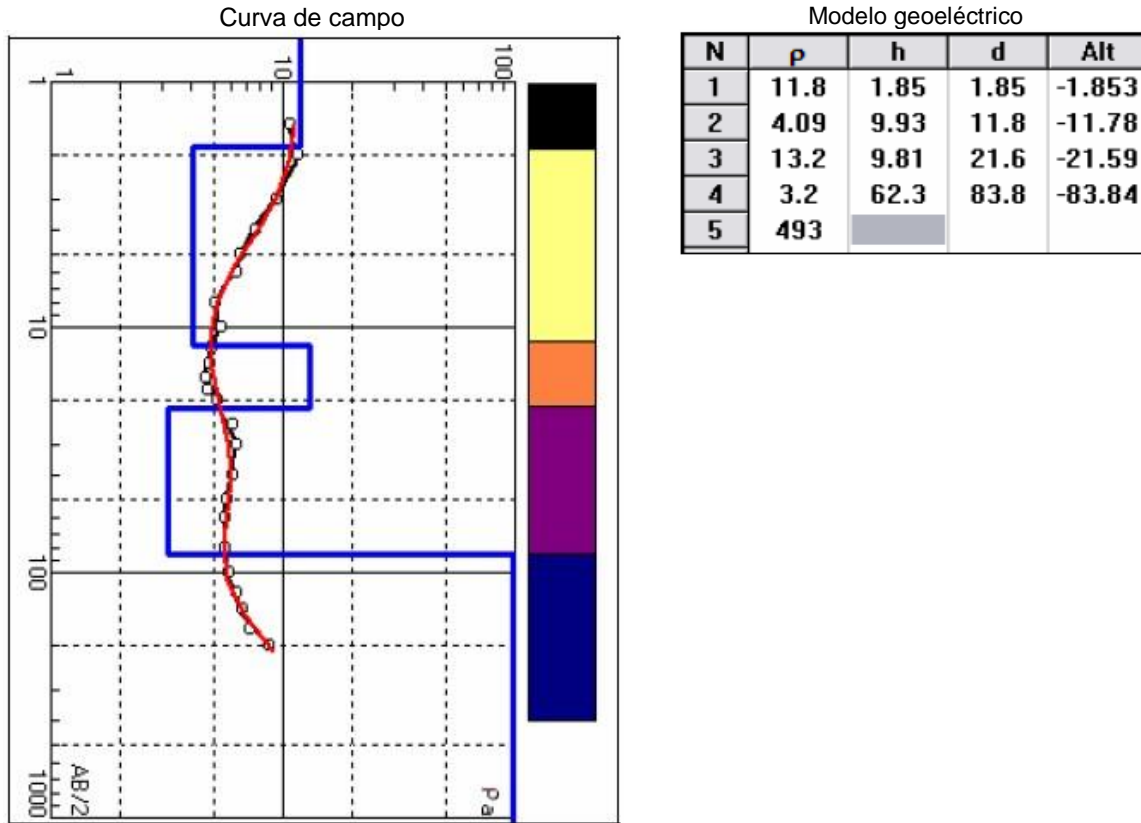
Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.



3.3.9.1.2.32 Sev-Pal-32

De acuerdo con la **Figura 3.384**, el potencial acuífero de esta sección se encuentra a 80 m de profundidad aproximadamente.

**Figura 3.384. Curva de campo y modelo geoelectrico SEV-PAL-32.**



Fuente: Estudio Hidrogeológico del Acuífero de Palenque, 2006.

**3.3.10 Vulnerabilidad de Acuíferos**

3.3.10.1 Generalidades

El termino vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas fue introducido a fines de los años 60 por Margat (1968) refiriéndose al hecho que la zona no saturada del acuífero, el suelo edáfico e incluso las unidades de baja permeabilidad que pueden separar al acuífero, proporcionan normalmente un cierto grado de protección a las aguas subterráneas frente a contaminantes. Cuando esas unidades “protectoras” son poco potentes, entonces el acuífero será más sensible o susceptible a ver su agua degradada químicamente.

Actualmente existen dos corrientes principales este sentido, la primera liderada por aquellos que consideran a la vulnerabilidad como una propiedad referida exclusivamente al medio (tipo de acuífero y cobertura, permeabilidad, profundidad, recarga, etc.), sin tener en cuenta la incidencia de las sustancias contaminantes (vulnerabilidad intrínseca) y otra

representada por los que si le otorgan, además del comportamiento del medio, trascendencia al tipo y carga del contaminante (vulnerabilidad específica) Adicionalmente a esto, existe discrepancia acerca de si a la vulnerabilidad debe mantenerse en un marco cualitativo o pasar a un escenario de tipo cuantitativo.

### 3.3.10.2 Método GOD

El método GOD fue desarrollado en 1987 por Foster, éste método trata de ser simple y sistemático. Este se considera el primer paso para la determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas con el fin de establecer prioridades.

El método determina la vulnerabilidad intrínseca por lo que no toma en cuenta el tipo de contaminante.

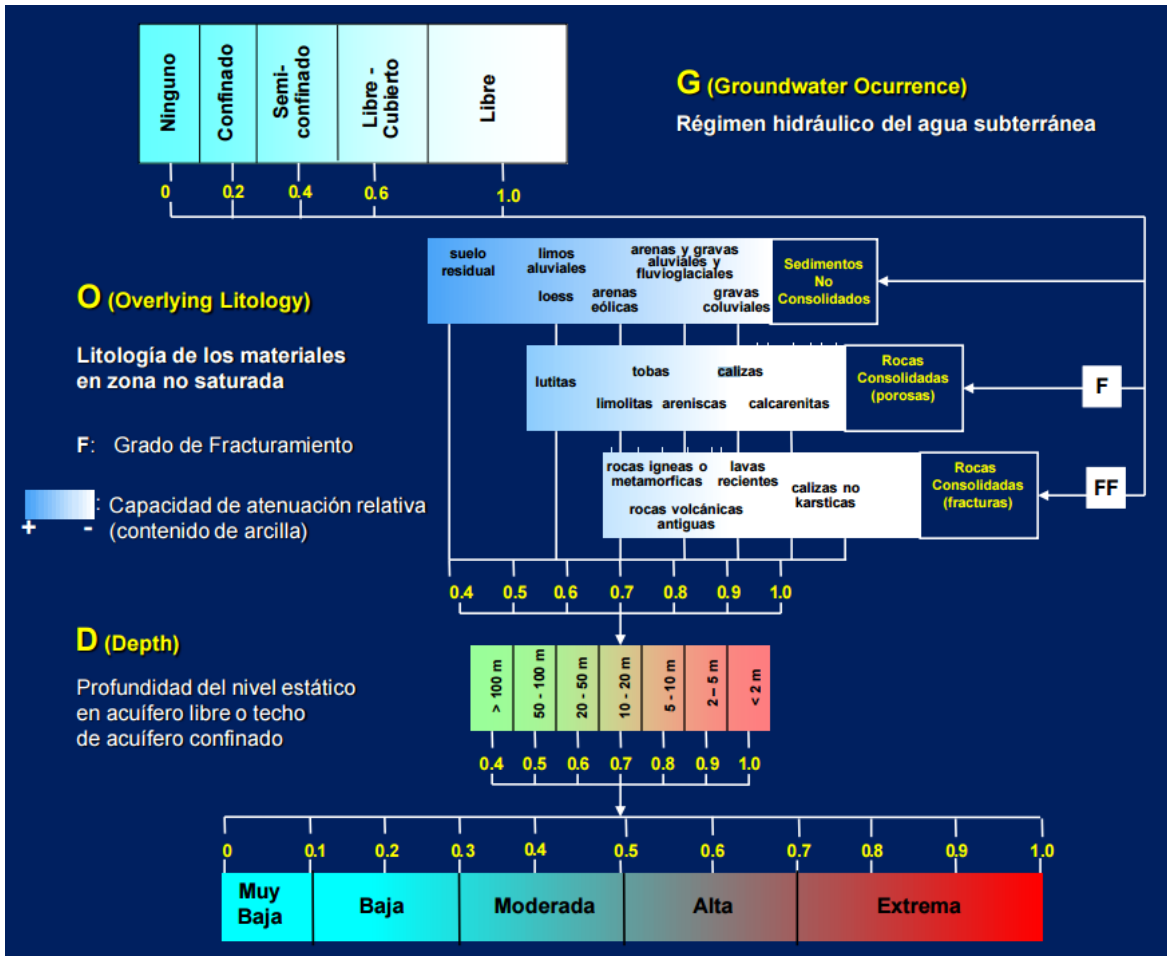
Este método establece la vulnerabilidad del acuífero, como una función de la accesibilidad de la zona saturada, desde el punto de vista hidráulico a la penetración de contaminantes y la capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada como resultado de su retención física y la reacción química con los contaminantes (Foster e Hirata, 1991).

Se trata de un método empírico que establece la vulnerabilidad relativa como la interacción entre la inaccesibilidad hidráulica y la capacidad de atenuación, factores que poseen relaciones complejas que dependen de gran cantidad de variables difíciles sino imposibles de cuantificar.

Para solventar este inconveniente la metodología utiliza la clasificación de tres fases discretas que son (ver **Figura 3.385**).

- Ocurrencia del agua subterránea “G” (Ground Water Occurrence).
- Sustrato litológico “O” (Overall Aquifer Class).
- Distancia del agua “D” (Depth to Groundwater).

Figura 3.385. Componentes de la Vulnerabilidad del Acuífero.



Fuente: Foster et al. 1987.

### 3.3.10.2.1 Ponderación del Método

Este método se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a 3 variables que son las que nominan el acrónimo:

**(G), (OCURRENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA)** corresponde a la identificación del tipo de acuífero, cuyo índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la inexistencia de acuíferos (evaluado con índice 0), en un extremo, y presencia de un acuífero libre o freático (evaluado con índice 1), en el otro extremo, pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados.

**(O), (SUSTRATO LITOLÓGICO)** corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero. Este se evalúa considerando dos características: el grado de fracturamiento y las características litológicas y como consecuencia, en forma indirecta y relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada (Foster e Hirata, 1991) Esta información se usa para obtener un índice que puede variar en un rango entre 0,4 y 1.

**(D) (DISTANCIA AL AGUA)** consiste en determinar la profundidad del nivel freático en caso de acuíferos freáticos, o la profundidad al techo del acuífero en casos de acuíferos confinados. De acuerdo a la profundidad observada, este tercer componente puede tomar un valor entre 0,4 y 1.

El producto de estos tres componentes arroja un índice de vulnerabilidad que puede variar entre 0 y 1, indicando vulnerabilidades desde despreciables a extremas (ver **Tabla 3.122**), entre mayor es el valor más desfavorable es la condición. Se puede corregir el hecho de no considerar directamente el suelo, que en general es un parámetro esencial, añadiendo sufijos al índice de vulnerabilidad, que consideran la capacidad de atenuación y el grado de fisuración del suelo (Custodio, 1995).

Este método solo asigna un peso indirecto a las variables a través de sus valores. La clasificación para determinar el grado de vulnerabilidad del acuífero se presenta en la **Tabla 3.122**.

**Tabla 3.122. Rangos de vulnerabilidad.**

VULNERABILIDAD	RANGO
Menor	<0,1
Baja	0,1 - 0,3
Moderada	0,3 - 0,5
Alta	0,5 – 0,7
Extrema	>0,7

Fuente: Foster e Hirata, 1991.

### 3.3.10.3 Cálculo de La Vulnerabilidad

Para determinar el grado de vulnerabilidad de los acuíferos presentes en la Cuenca Canal del Dique fue necesario revisar y analizar la información existente sobre las características geológicas e hidrogeológicas de la cuenca y así poder efectuar la evaluación de las condiciones del acuífero con el fin de conocer las características litológicas del acuífero.

#### 3.3.10.3.1 Condición del Acuífero – Parámetro “G”

En el área se presentan dos sistemas de acuíferos y un acuitardo, a los cuales se asignó un valor de parámetro dependiendo de su condición de confinamiento, tal como se muestra en la **Tabla 3.123**.



**Tabla 3.123. Asignación de índices, Parámetros “G”.**

SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		ÍNDICE PARÁMETRO G
Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.	AqCa	Acuífero Cuaternario Cauce Actual (AqCa, AqPI)	1
Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.	Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.	AqQlal,	Acuífero Cuaternario Aluvial (AqQlal, AqC, AqCol, AqQt, AqQmp)	1,0
		AqC,		-
		AqCol,		0,4
		AqQt,		-
		AqQmp		0,2
		AqQpr	Acuífero Rotinet (AqQpr)	-
		AqPgNga	Acuífero Arjona (AqPgNga)	-
Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	AqPgsj	Acuífero San Jacinto (AqPgsj)	-
		AqPgma	Acuífero Maco (AqPgma)	-
		AqPga	Acuífero Arroyo Piedra (AqPga)	-
		AqPgp	Acuífero Pendales (AqPgp)	-
		AqNgso	Acuífero San Onofre (AqNgso)	-
		AqNgmu	Acuífero Mucacal (AqNgmu)	-
		AqNgr	Acuífero Rancho (AqNgr)	-
		AqNgh	Acuífero Hibacharo (AqNgh)	-
		AqNgb	Acuífero Bayunca (AqNgb)	-
AqNgt	Acuífero Tubará (AqNgt)	-		

SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		ÍNDICE PARÁMETRO G
Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltáicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltaicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.	AqQfl	Acuitardo Fluviolacustres (AqQfl)	-
		AqQpp	Acuitardo La Popa (AqQpp)	-
		AqPgsc	Acuicierre San Cayetano (AqPgsc)	-
		AqPgNgc	Acuicierre El Carmen (AqPgNgc)	-
		AqPgch	Acuicierre Chengue (AqPgch)	-
		AqKsc	Acuicierre Cansona (AqKsc)	-

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.125. Asignación de índices, Parámetros “D”.**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	NIVEL ESTÁTICO (m)	ÍNDICE PARÁMETRO D
AqCa	<1,0	1,0
AqQlal,	10	0,7
AqC,	5-10	0,8
AqCol,	1,0	1,0
AqQt,	2-5	0,9
AqQmp	2-5	0,8
AqQpr	1,0	1,0
AqPgNga	>2-5	0,7
AqPgsj	5-10	0,8
AqPgma	2-5	0,9
AqPga	2-5	0,9
AqPgp	1,0	1,0
AqNgso	5-10	0,8
AqNgmu	5-10	0,8
AqNgr	5-10	0,9
AqNgh	SI	0,7
AqNgb	SI	0,7
AqNgt	SI	0,7
AqQfl	SI	0,7
AqQpp	SI	0,7
AqPgsc	SI	0,7
AqPgNgc	SI	0,7
AqPgch	SI	0,7
AqKsc	SI	0,7

Fuente: Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.126** se presenta el cálculo de la vulnerabilidad compilado para las unidades hidrogeológicas presentes en la Cuenca Canal del Dique.



**Tabla 3.126. Rangos de vulnerabilidad.**

CONVENCIÓN HIDROGEOLOGICA	VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO					Vulnerabilidad	DESCRIPCIÓN VULNERABILIDAD
	G	O	D	GOD			
AqCa	1	0,7	1	0,7	ALTA	Este acuífero presenta una vulnerabilidad moderada debido a que su carácter libre permite la intrusión de materiales contaminantes dentro de la estructura del sistema, ya que no posee una cobertura de suelo lo suficientemente grande que lo proteja.	
AqQlal,	1	0,9	0,7	0,63			
AqC,	0,4	0,9	0,8	0,29	BAJA	Este acuífero presenta una baja vulnerabilidad a la contaminación debido a que tiene un carácter semiconfinado y se encuentra infrayacido por capas de material fino, las cuales evitan el contacto entre el flujo de las aguas subterráneas y elementos extraños dentro del sistema.	
AqCol,	0,4	0,6	1	0,24			
AqQt,	0,2	0,7	0,9	0,13			
AqQmp	0,2	0,7	0,8	0,11			
AqQpr	0	0,5	1	0	DESPRECIABLE	La vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero se considera despreciable pues no es un acuífero.	
AqPgNga	0	0,5	0,7	0			
AqPgsj	0	0,5	0,8	0			
AqPgma	0	0,5	0,9	0			
AqPga	0	0,5	0,9	0			
AqPgp	0	0,5	0,8	0			
AqNgso	0	0,5	0,8	0			
AqNgmu	0	0,5	0,8	0			
AqNgr	0	0,4	0,9	0			
AqNgh	0	0,5	0,7	0			
AqNgb	0	0,6	0,7	0			
AqNgt	0	0,4	0,7	0			
AqQfl	0	0,7	0,7	0			
AqQpp	0	0,4	0,7	0			
AqPgsc	0	0,5	0,7	0			
AqPgNgc	0	0,4	0,7	0			
AqPgch	0	0,4	0,7	0			
AqKsc	0	0,5	0,7	0			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.3.11 Identificación y Espacialización de Zonas Objeto de Protección

De acuerdo con las características y condiciones descrita en anteriores numerales es primordial considerar que las zonas que se deben tener como prioritarias para la conservación y protección están totalmente relacionadas con las áreas de recarga los cauces de las escorrentías, cuando estas atraviesan las llanuras y las terrazas aluviales y en especial las zonas aledañas al Río Magdalena en donde se localizan las diferentes ciénagas que son un equilibrio en el ciclo hídrico e hidrogeológico de la zona.

Sin embargo, la explotación no totalmente controlada de las aguas subterráneas hace que en algunas zonas se pueda presentar “escasez” ya sea por falta de estudios, por sobreexplotación o impedimentos de alguna razón por parte de los mismos residentes.

Lo anterior, conjugado de manera integral, hace que el aprovechamiento no esté directamente relacionado con las áreas de protección puesto que las mismas condiciones implementadas e implantadas por los habitantes hacen que entre ellos mismos se genere una guerra por la protección y aprovechamiento.

Adicionalmente, se puede mencionar el componente de las características físico químico bacteriológico, que hacen que en algunas regiones no sean totalmente aptas para el consumo humano. Sin embargo, tratamientos sencillos pueden permitir un mejor aprovechamiento.

Se debe seguir en el proceso de protección de las riveras y demás áreas delimitadas por las comunidades establecidas a lo largo de los cauces y con ello permitir el desarrollo armónico de sus residentes para un manejo integral de los recursos hídricos y en general de los recursos naturales.

En resumen, todos los cuerpos de agua se deben proteger, como la mayoría son ciénagas se debe tomar como influencia la cota máxima de inundación en los periodos húmedos como zona a proteger. Las zonas de recarga también incluyen los sinclinales mayores que se han cartografiado; así como, los sinclinales que se logran definir en la actual campaña de campo.

En la parte central se definen tres “sinclinales mayores” denominados: Sinclinal de Mampuján, Sinclinal de palenque y el Sinclinal de Carretal. El más interesante es el Sinclinal de Palenque por incluir la formulación la Formación Maco como la principal unidad litoestratigráfica dentro de la estructura sinclinal que puede producir buena cantidad de agua subterránea.

El sinclinal de Palenque está limitado por fallas inversas denominadas: Falla Juan de Acosta – María la Baja y la Falla El Limón (que se asume continua por debajo de los depósitos cuaternarios) el sinclinal de Mampuján, está limitado por las fallas de Majagual (al oeste) y la Falla de Arroyo Tigre (al este). El sinclinal de carretal está limitado por dos anticlinales: el anticlinal de Buenavista (al este) y el anticlinal de Hato Viejo (al oeste).

Otros sinclinales menores se localizan en la parte sur (Sinclinal de Huamanga, Sinclinal de Cocalito y Sinclinal de las Tinas) en la parte noroccidental se localiza en Sinclinal de Repelón donde aflora la formación Péndales y está limitado por las fallas de Henequén al oriente y de caballito al occidente.

Como producto final se entregará al mapa hidrogeológico para el ordenamiento de las subcuencas que aún está pendiente de culminar la etapa de campo. Un producto preliminar, es la cartografía de las anteriores zonas de recarga, los cuerpos de agua y la zona de protección de los pozos de agua subterránea cuyo uso es principalmente el uso doméstico donde se establece un área de protección de 200 metros alrededor del pozo.

### 3.3.12 Análisis de Criterios de Priorización de Acuíferos Objeto de PMAA

Los diferentes tipos de acuíferos identificados a lo largo y ancho de la Cuenca Canal del Dique tienen cada uno de ellos características que los hacen lo suficientemente diferentes para su aprovechamiento, conservación y protección encaminados a un uso racional.

Por lo tanto, de acuerdo con los siguientes tipos de acuíferos identificados, es posible manifestar el orden prioritario para su aprovechamiento, conservación y protección.

En la **Tabla 3.127** se presentan en orden secuencial ascendente los acuíferos priorizados por sus condiciones y características productivas.

**Tabla 3.127. Priorización Acuíferos.**

LEYENDA GEOLÓGICA 100K	LEYENDA HIDROGEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	PRIORIZACION	SÍMBOLO
NA	AqCa	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.	1	Azul Oscuro
Qlal	AqQlal,	Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.	2	Azul Claro
QC	AqC,			
QCol	AqCol,			
Qt	AqQt,			
Qmp	AqQmp			
Qpr	AqQpr			
PgNga	AqPgNga			
Pgsj	AqPgsj	Acuíferos discontinuos de extensión regional de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	3	Verde Oscuro
Pgma	AqPgma			
Pga	AqPga			
Pgp	AqPgp			
Ngso	AqNgso			
Ngmu	AqNgmu			
Ngr	AqNgr			
Ngh	AqNgh			
Ngb	AqNgb			
Ngt	AqNgt			

LEYENDA GEOLÓGICA 100K	LEYENDA HIDROGEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	PRIORIZACION	SÍMBOLO
Qfl	AqQfl	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltáicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.	4	Café Oscuro
Qpp	AqQpp			
Pgsc	AqPgsc			
PgNgc	AqPgNgc			
Pgch	AqPgch			
Ksc	AqKsc			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.4 HIDROGRAFÍA

Dentro de la caracterización biofísica de la cuenca se consideran los factores que por su importancia determinan las características y la dinámica del medio físico – biótico en la Cuenca Canal del Dique, uno de estos factores es la hidrografía.

El presente documento muestra la caracterización hidrográfica a nivel de la cuenca, subcuenca y microcuencas abastecedoras. Como parte del documento se describirá el estado del arte de la información cartográfica con respecto al territorio actual, en este apartado se elaborará una descripción de las bondades y deficiencia de la cartografía base, haciendo énfasis al componente hidrográfico, es decir, drenajes dobles, drenajes sencillos, cuerpos de agua, entre otras denominaciones encontradas en esta llanura aluvial.

Seguido, se presenta la revisión y delimitación de los límites geográficos de la cuenca, se presenta las variables tenidas en cuenta a la hora de definir el límite de cuenca, subcuenca y microcuencas abastecedoras.

En el siguiente apartado, está la caracterización de la red de drenaje a nivel de la cuenca, subcuenca y microcuencas abastecedoras, este capítulo incluye la caracterización de los sistemas de drenaje a través de la jerarquización, patrón de alineamiento y densidad de drenaje.

#### 3.4.1 Alcance

La metodología planteada para la caracterización de la red de drenaje de la cuenca, (incluyendo subcuencas) se realiza en concordancia con lo establecido en el Alcance Técnico de la Cuenca Canal del Dique y la Guía Técnica para la Formulación de POMCAS -Anexo A-, en donde se definen los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta para definir los diferentes parámetros de las temáticas de interés.

#### 3.4.2 Herramientas o Insumos

- Cartografía base completa y avalada por el IGAC a escala 1:25.000.
- DEM 8 metros.
- Modelo de sombras.
- Cuenca oficial
- Subcuencas oficiales.
- Drenajes principales, secundarios y cuerpos de agua.
- Límites político administrativos
- Imágenes de satélite: ASTER, Landsat, Pleiades, Rapideye, SPOT, entre otras.

### 3.4.3 Metodología

La hidrografía es definida como la descripción de las aguas contenidas en un territorio específico, en este caso para la Cuenca Canal del Dique. Por lo tanto, se debe realizar una revisión temática a la información entregada por el consorcio en cuanto a su consistencia temática, sentido de la corriente, su conexión entre drenajes y cuerpos de agua tales como; lagunas, embalses, ciénagas, entre otros.

La delimitación de la cuenca, sus debidas subcuencas y las microcuencas abastecedoras serán insumo inicial para el óptimo desarrollo del diagnóstico físico biótico de la Cuenca Canal del Dique

#### 3.4.3.1 Límite de la Cuenca Canal del Dique

La delimitación de la cuenca corresponde al territorio en donde confluye uno o mas cauces naturales a un cuerpo de agua o drenaje principal, es decir es un área física conformada por la unión de varios cursos de agua establecidos por el relieve.

Por lo tanto, para la definición del área total de la cuenca se tendrán en cuenta las siguientes variables: Cartografía base completa y avalada por el IGAC a escala 1:25.000, DEM 12.5 metros, modelo de sombras, cuenca oficial, subcuencas oficiales, drenajes principales, secundarios y cuerpos de agua, límites político administrativos e imágenes de satélite: ASTER, Landsat, Pleiades, Rapideye, SPOT, entre otras.

Se realizará la superposición espacial de cada una de las variables antes mencionadas y se verificará con el criterio del grupo de experto en hidrología la dirección de los flujos de agua, estableciendo si los cauces drenan o desembocan sus aguas hacia el canal, el cual representa el principal afluente en la cuenca y verificando que la delimitación de la cuenca este en la línea divisoria, es decir los puntos más altos de los drenajes sin que estos se corten.

#### 3.4.3.2 Límite de las Subcuencas Canal del Dique

Luego de la delimitación de la Cuenca Canal del Dique y previa aprobación por parte de las autoridades competentes tales como la Corporación Autónoma Regional del Canal de Dique -CARDIQUE-, Corporación Autónoma del Atlántico –CRA- y Corporación Autónoma Regional del Sucre–CARSUCRE-, se procede a realizar la delimitación de las subcuencas, las cuales corresponden a la delimitación con mayor detalle de los drenajes que confluyen al principal afluente de la cuenca.

#### 3.4.3.3 Límite de las Microcuencas de Abastecimiento Canal del Dique

Para la delimitación de las microcuencas de abastecimiento se tendrá en cuenta las concesiones de aguas superficiales entregados por el consorcio para el Canal del Dique. Es importante aclarar que para la definición de las microcuencas las concesiones a utilizar serán los puntos de captación públicos, y la delimitación de la microcuenca estará definida hasta el drenaje del siguiente nivel de donde se localice el punto de captación.

#### 3.4.3.4 Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal de un río es la línea obtenida al representar las diferentes alturas desde su nacimiento a su desembocadura. Generalmente los ríos tienen un perfil longitudinal cóncavo, aunque en ocasiones aparecen partes aplanadas y abruptas a causa de afloramientos de rocas duras, actividad tectónica reciente o cambios súbitos en el canal.

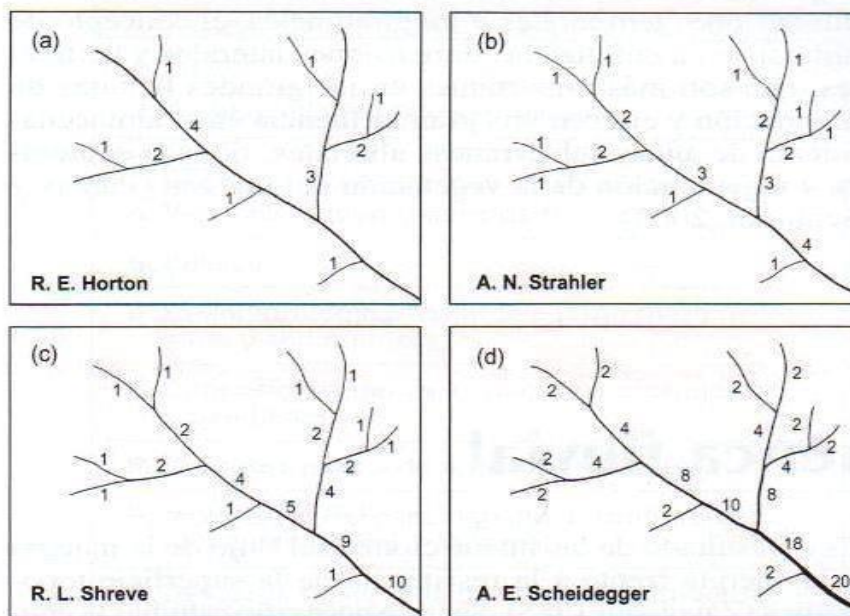
El nivel de base general está constituido por la altura mínima y corresponde, generalmente, al nivel del mar. El perfil de equilibrio en un sistema fluvial se refiere a un estado en el que las variaciones que actúan y el nivel de base son constantes. Cuanto más importantes sean las modificaciones del perfil, mayor es el tiempo requerido para ajustarse al perfil de equilibrio.

#### 3.4.3.5 Jerarquización de la Red Fluvial (Gutiérrez, 2008)

La jerarquización permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. El orden se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal, hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton (1945) y el de Strahler (1952). Por el método de Horton los canales van numerados en función del número de afluentes que tengan, de forma que aquel que fluye desde el origen y no tiene ningún afluente es de orden 1, mientras que uno de orden 2 recibe dos afluentes. Si un canal recibe un afluente de orden 1 y otro de orden 2, su orden será 3. El orden de los canales va aumentando de uno en uno, de forma que, aunque un canal recibiera uno de orden 2 y otro de orden 3, su orden sería 4. Cada canal tiene un único orden, que se corresponderá con el mayor que puede tener al final de su recorrido.

El método de Strahler es muy parecido a Horton, con la diferencia de que un mismo canal puede tener segmentos de distinto orden a lo largo de su curso, en función de los afluentes que le llegan en cada tramo. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un determinado orden. **Figura 3.386.**

**Figura 3.386. Métodos de patrón de alineamiento.**



**FIGURA 8.4** Métodos de ordenación de los segmentos y cursos Fluviales (Gregory y Walling, 1973).

Fuente: Gregory y Walling 1973.

### 3.4.3.6 Densidad de Drenaje

Se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca por el área total que las contiene:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

L: Longitud de la red hídrica (km)

A: Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

**Tabla 3.128. Categorías densidad de drenaje.**

RANGOS DE DD	DENSIDAD
< 1,20	Baja
1,21 – 1,80	Moderada
1,81 – 2,00	Moderada Alta
2,01 – 2,50	Alta
> 2,50	Muy Alta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.4.4 Caracterización Hidrográfica

La región del Canal del Dique es un territorio localizado en la Costa Caribe colombiana, por su localización geográfica presenta una riqueza hídrica de gran importancia para el país, pues desde su construcción en el siglo XVI, se iniciaron actividades de navegación para facilitar en tránsito desde el Río Magdalena hasta Cartagena. Debido a su magnitud y con ayuda de cambios geológicos en la zona, se generó lo que hoy se conoce como el triángulo: Calamar – Sierra Nevada de Santa Marta – Barranquilla. Todos estos aspectos hacen del Canal del Dique, un territorio con abundancia de drenajes, ciénagas, lagunas, entre otros cuerpos de agua y allí la importancia de su análisis de la información existente.

Para el desarrollo de los análisis de las diferentes temáticas que componen este POMCA, es necesario tratar y depurar la información existente de la Cuenca Canal del Dique. De igual manera es necesario tener en cuenta la cartografía base, con la delimitación final y oficial de la cuenca con el procesamiento realizado en la temática de Hidrografía donde se identifican y codifican las subcuencas pertenecientes a la cuenca y sobre las cuales se llevará a cabo un análisis posterior.

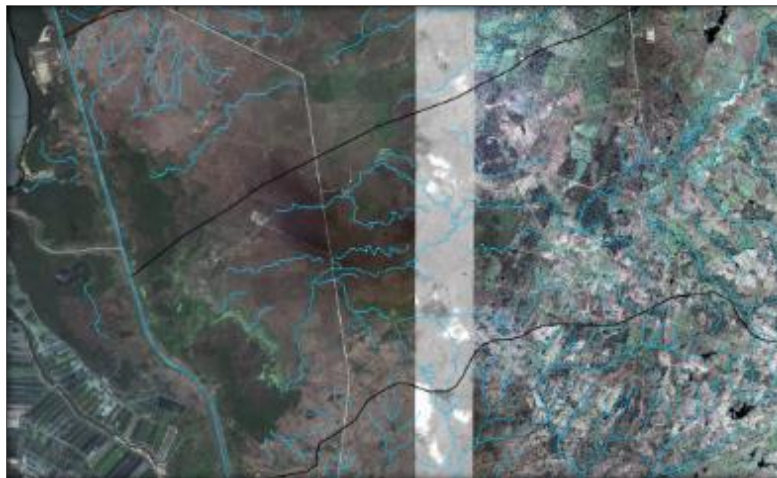
#### 3.4.4.1 Análisis de la Información Cartográfica

El **sistema de drenaje** de las subcuencas establecidas para el POMCA del Canal del Dique es el que constituye el cauce principal y sus tributarios o afluentes, por lo que **la forma en que estén conectados estos cauces en cada subcuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación**. Dicho lo anterior, de la revisión de los cauces se encontraron las siguientes inconsistencias:

##### 3.4.4.1.1 Revisión de la Continuidad

A continuación, evidenciamos esta inconsistencia en los drenajes encontrados a partir de imágenes satelitales y Modelo digital de Elevación –DEM. **Figura 3.387 y Figura 3.388.**

**Figura 3.387. Discontinuidad en drenajes.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.388. Discontinuidad de drenajes.**



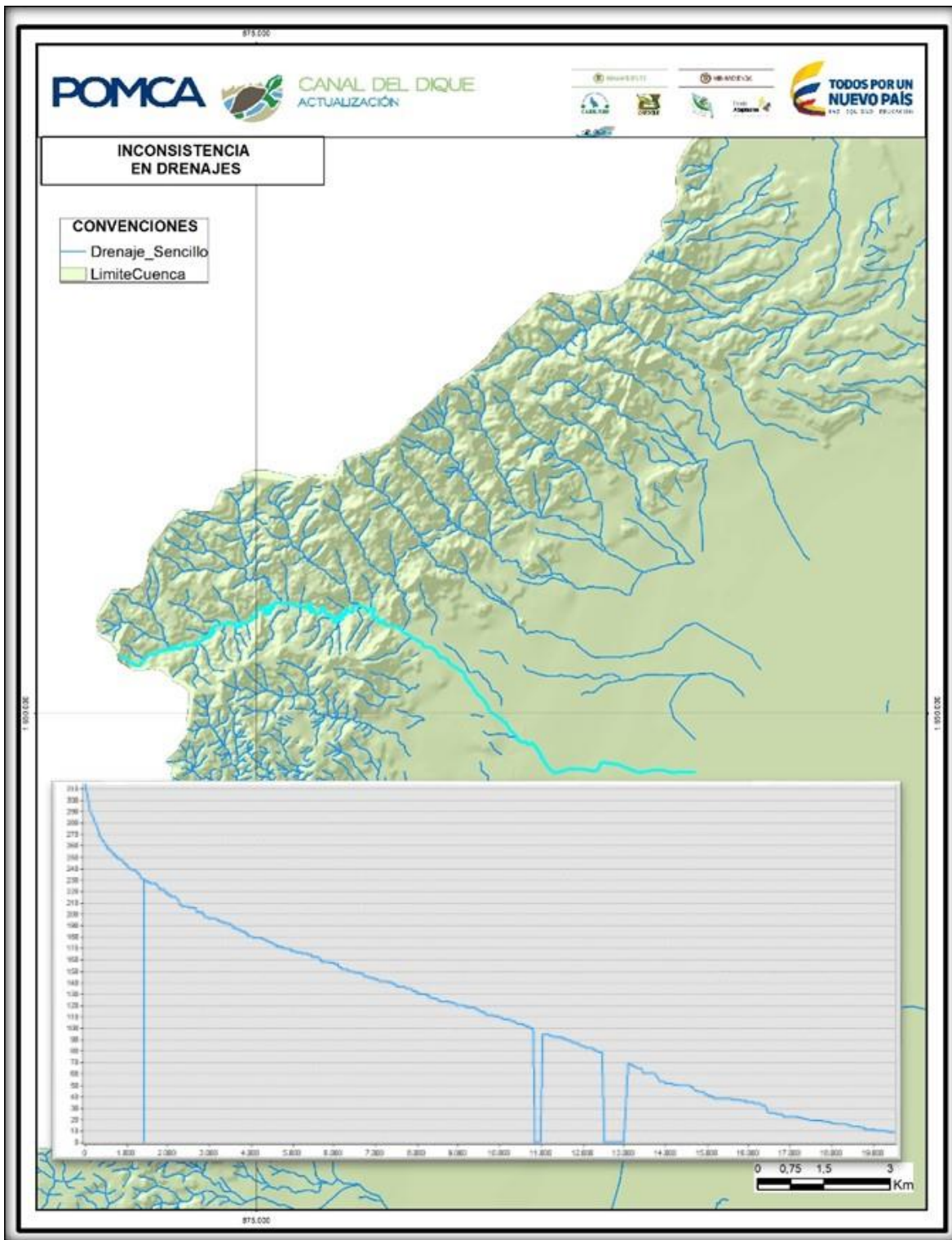
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Como se evidencia en la **Figura 3.388**, el cauce se divide en segmentos interrumpidos, es decir, que, en dichas secciones, los drenajes no presentan continuidad respecto al recorrido del flujo, por lo cual se está realizando la respectiva corrección, a fin de unir y los drenajes presentes en las subcuencas, de tal modo que se pueda proceder de manera acertada en el cálculo la morfometría de la cuenca.

#### 3.4.4.1.2 Revisión de los Perfiles de los Cauces

Parte del análisis de los drenajes, es la verificación del perfil longitudinal, el cual indica el descenso del agua desde su nacimiento hasta su desembocadura, Se revisó la información suministrada y se encontraron errores como el mostrado en la **Figura 3.389**, el cual muestra niveles del Drenaje inconsistentes.

Figura 3.389. Perfil longitudinal de un cauce sin corregir.



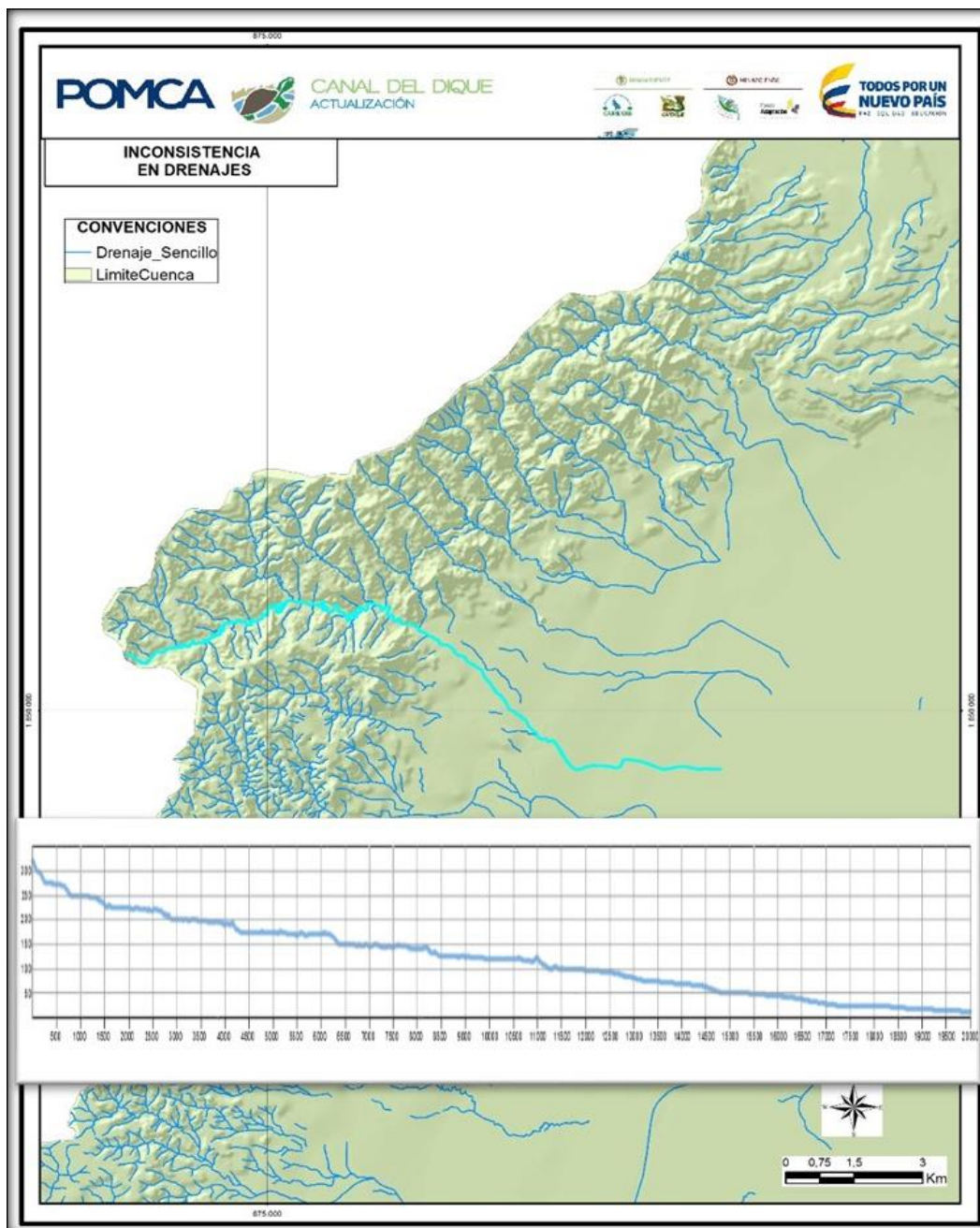
Fuente: Consorcio Canal del Dique



### 3.4.4.2 Información Hidrográfica Ajustada.

Realizando el análisis anterior se procedió a realizar el respectivo ajuste de la red de drenajes presente en la Cuenca Canal del Dique. Para ello se emplearon herramientas como imágenes satelitales, modelo de Elevación Digital de terreno (DEM) e imágenes sombreadas. Se realizó la digitalización manual de los cauces a fin de completar la red hídrica del área de estudio.

**Figura 3.390. Perfil longitudinal.**



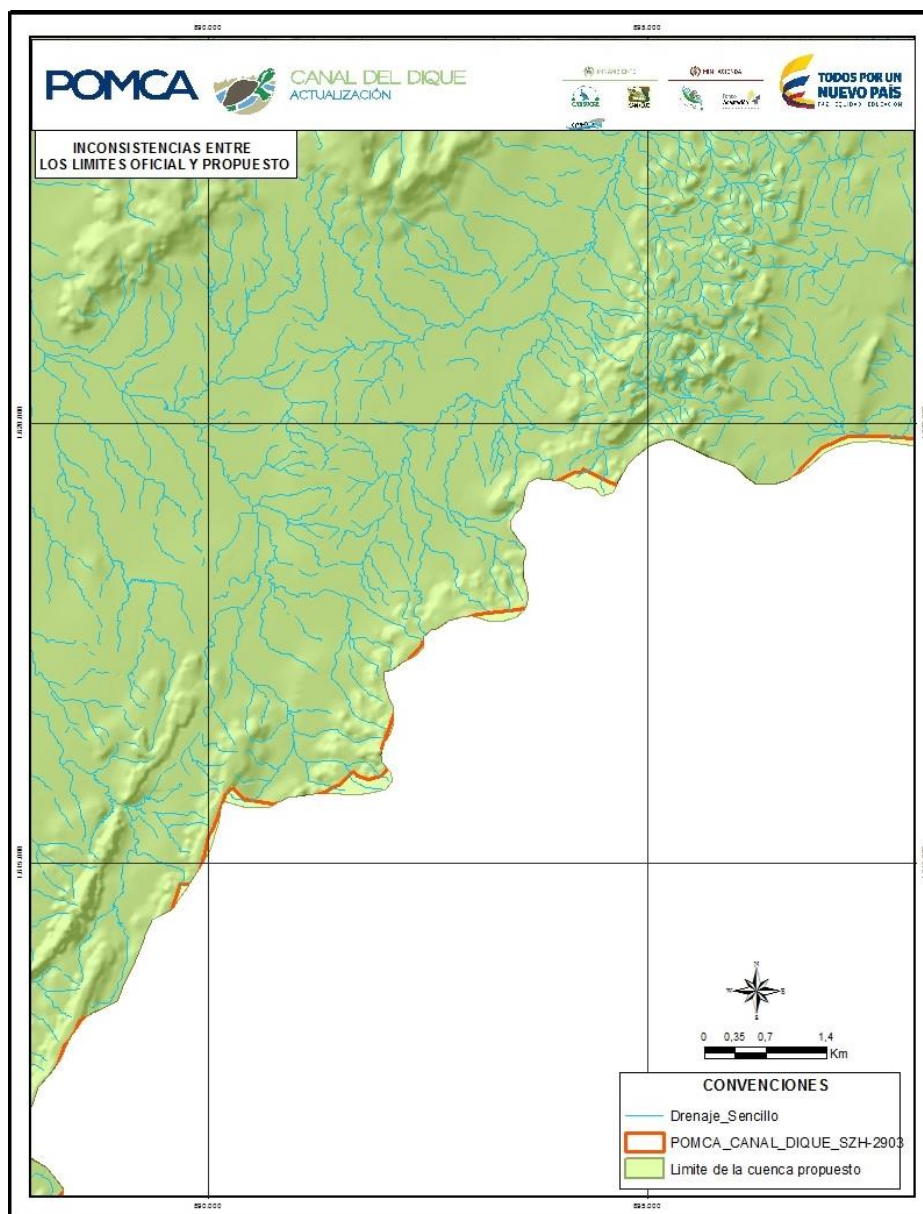
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.4.4.3 Delimitación de la Cuenca de Canal del Dique

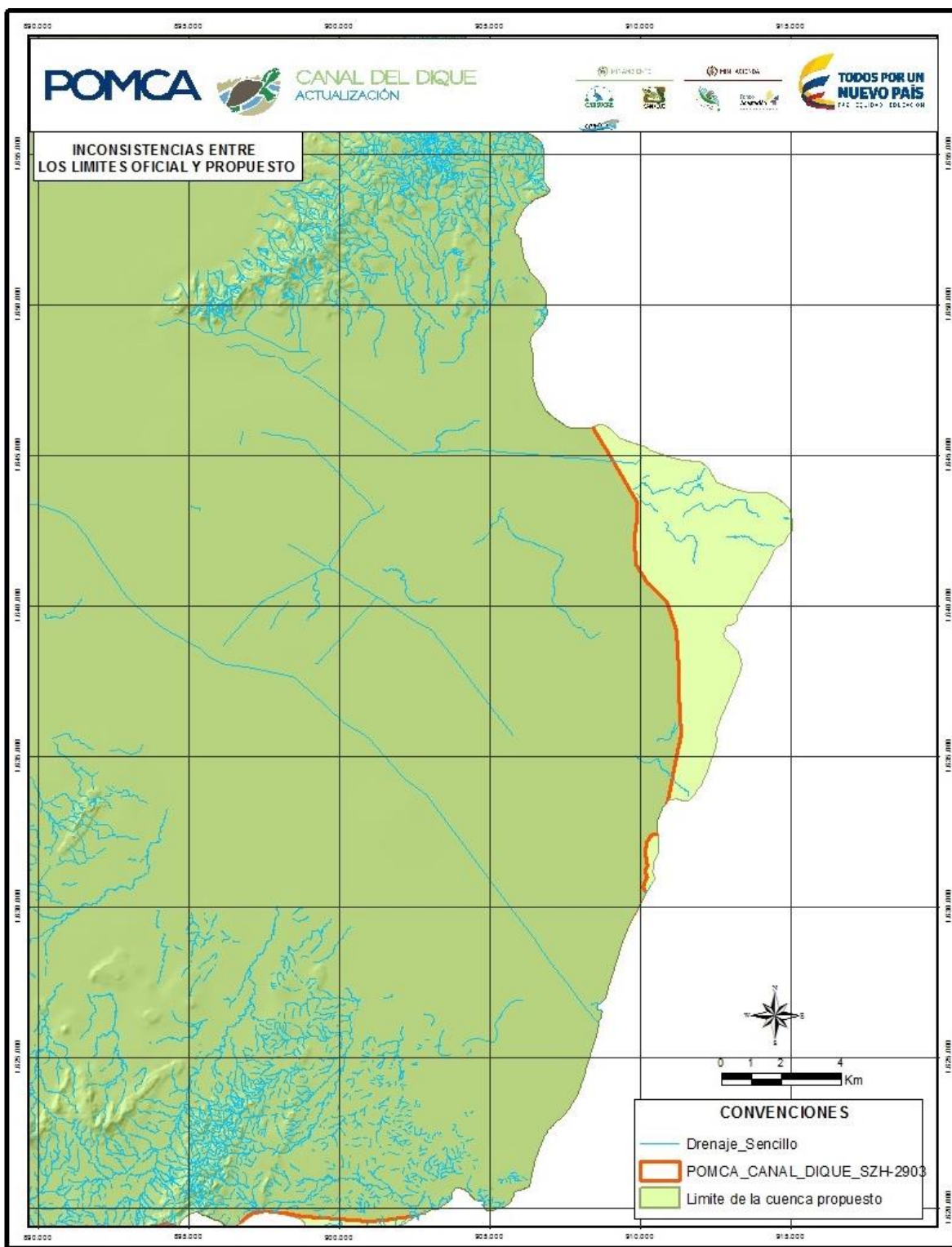
Teniendo en cuenta las variables: Cartografía base completa y avalada por el IGAC a escala 1:25.000, DEM 12.5 metros, modelo de sombras, cuenca oficial, subcuencas oficiales, drenajes principales, secundarios y cuerpos de agua, límites político administrativos e imágenes de satélite: ASTER, Landsat, Pleiades, Rapideye, SPOT, entre otras; se procedió a la delimitación del contorno de la Cuenca. Parte del análisis en la delimitación de la cuenca era la comparación del límite oficial con el nuevo límite propuesto. El límite oficial presenta superposición con los drenajes como se puede identificar en las **Figura 3.391** y **Figura 3.392**.

**Figura 3.391. Corte del límite oficial del Canal del Dique con los drenajes.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.392. Corte del límite oficial del Canal del Dique con los drenajes Vs. límite propuesto.**

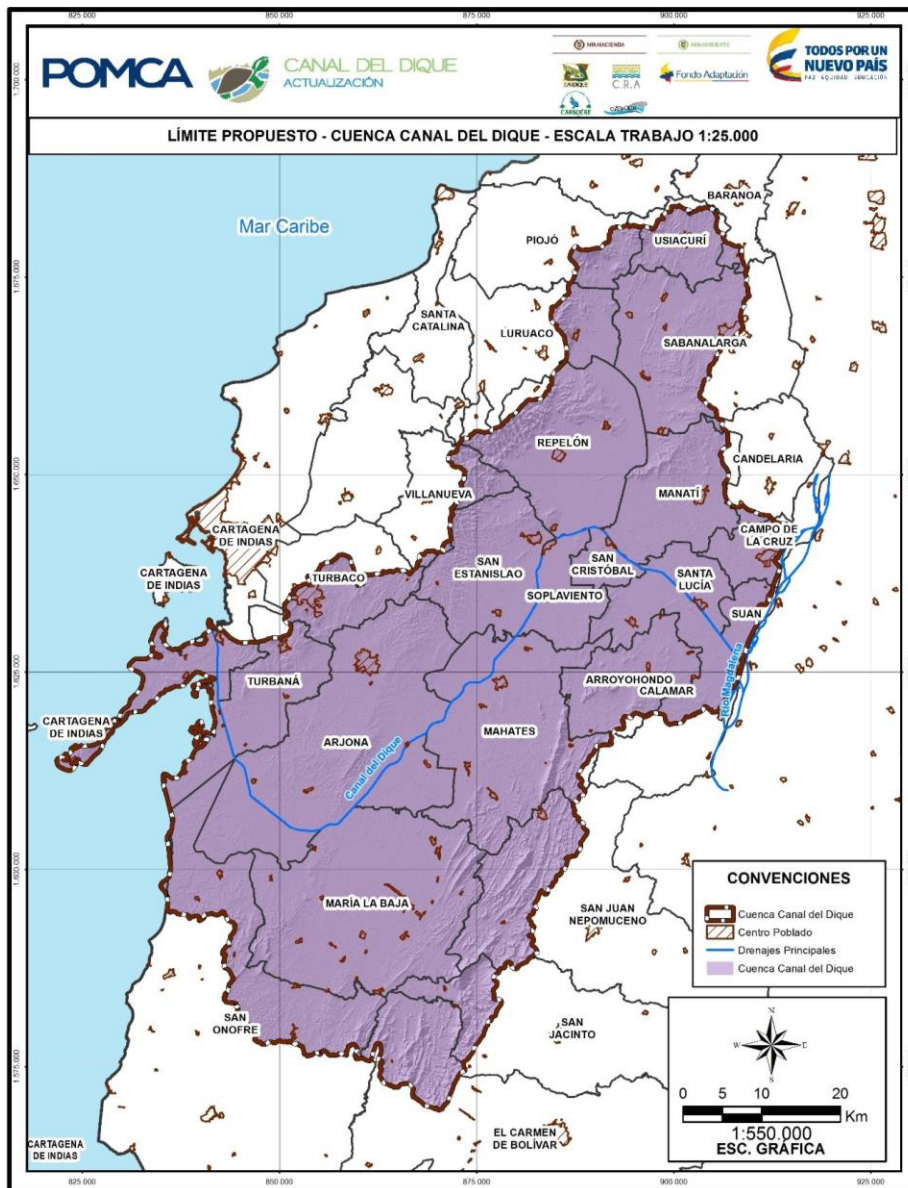


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Luego del análisis de todo el límite donde se tuvieron en cuenta todas las variables mencionadas se llegó a la delimitación final del límite propuesto - **Figura 3.393**, ahora bien este límite es el resultado de la concertación de las variables mencionadas, en donde se respetaron no solo los drenajes sencillos, si no los cuerpos de agua encontrados en la zona, por otro lado se tuvieron en cuenta los límites municipales tratando de conservar la integridad de los estos, el uso de imágenes y el Modelo Digital de Elevación fue esencial para determinación de la divisoria de aguas, logrando establecer los puntos más altos en los cuales los drenajes iniciaban.

Este límite propuesto **Figura 3.393** quedó a disposición del consorcio para su revisión-ajuste y fue aprobado por parte de las corporaciones inmersas en este territorio.

**Figura 3.393. Límite Canal del Dique.**



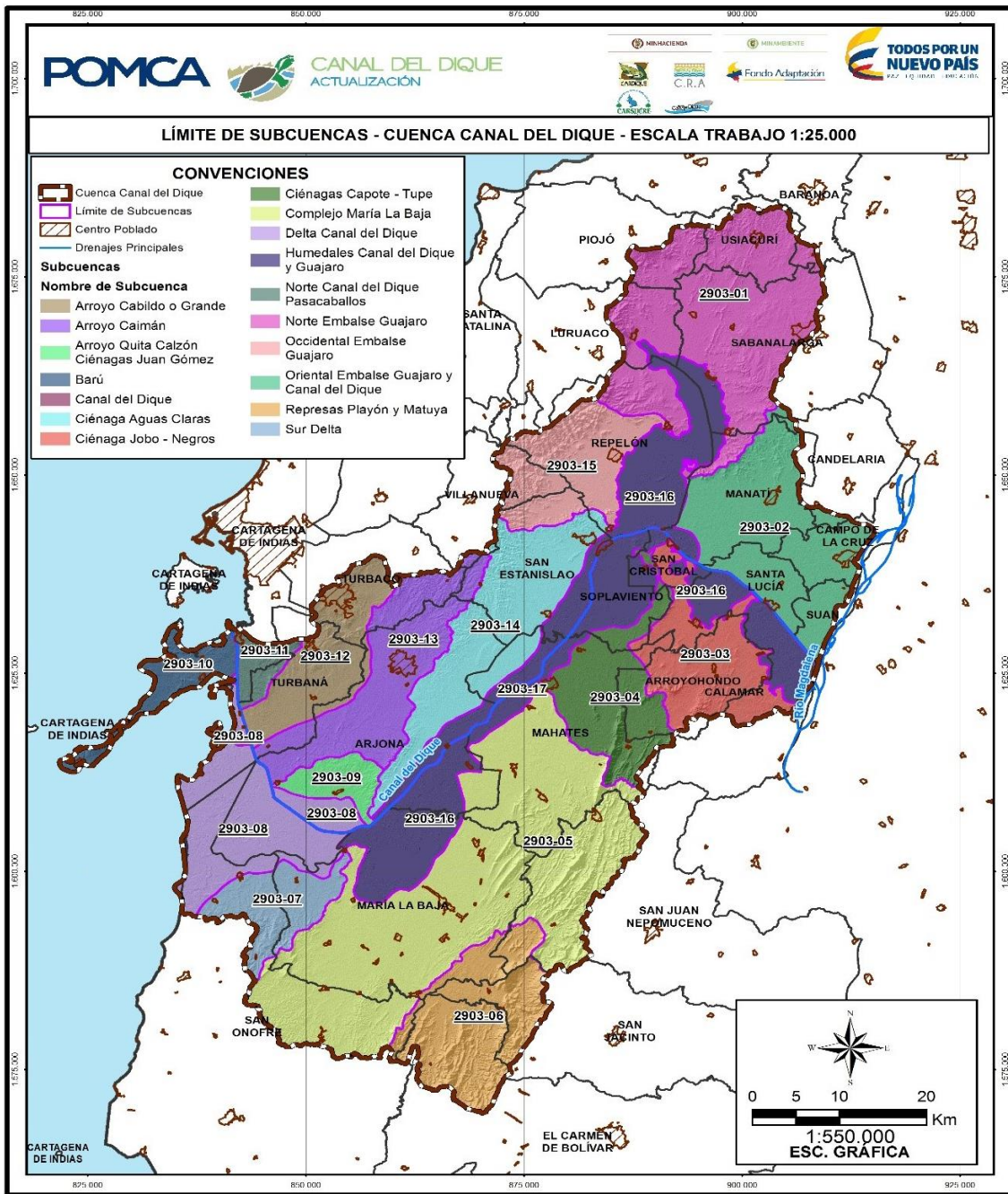
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.4 Delimitación de las Subcuencas de Canal del Dique

Luego de establecer el límite de la cuenca, se procedió a delimitar las subcuencas, teniendo en cuenta adicionalmente a lo mencionado en la metodología, las recomendaciones emitidas por el Consorcio. Como resultado se tiene la **Figura 3.394**, la cual muestra los límites de cada una de las subcuencas y respectiva codificación.

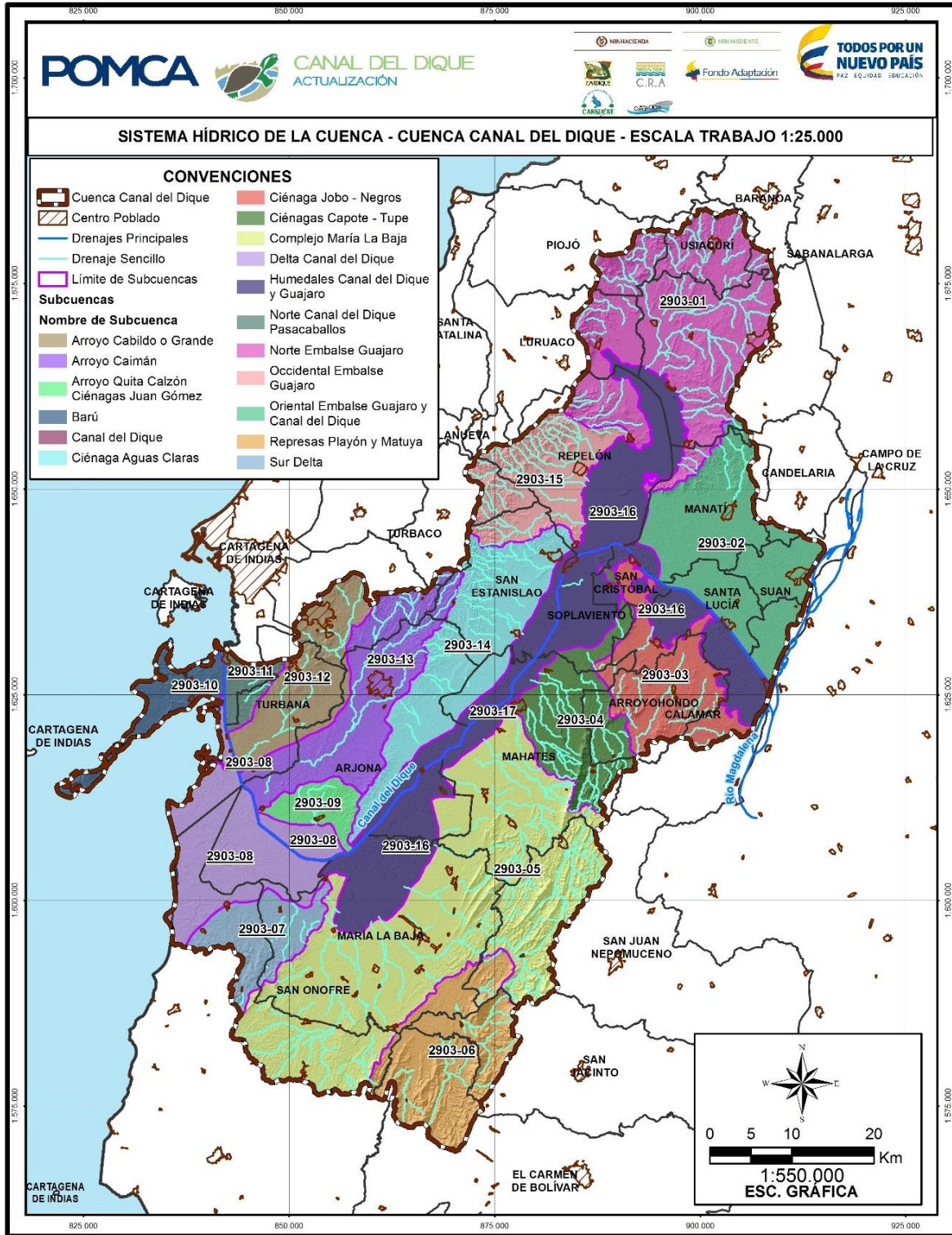
**Figura 3.394. Límite de subcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.395. Sistema hídrico de la cuenca.



Fuente: consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.394** se presenta espacialmente el límite de las subcuencas dentro de la Cuenca Canal del Dique, en la **Tabla 3.129** se presenta la respectiva codificación y nombre de estas subcuencas.

**Tabla 3.129. Codificación subcuencas.**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE
1	2903-01	Norte Embalse Guájaro
2	2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique
3	2903-03	Ciénaga Jobo - Negros
4	2903-04	Ciénagas Capote - Tupe
5	2903-05	Complejo María La Baja
6	2903-06	Represas Playón y Matuya
7	2903-07	Sur Delta
8	2903-08	Delta Canal del Dique
9	2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez
10	2903-10	Barú
11	2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos
12	2903-12	Arroyo Cabildo o Grande
13	2903-13	Arroyo Caimán
14	2903-14	Ciénaga Aguas Claras
15	2903-15	Occidental Embalse Guájaro
16	2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro
17	2903-17	Canal del Dique

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.4.4.5 Delimitación de las Microcuencas Abastecedoras de Canal del Dique

La delimitación de las microcuencas abastecedoras, se realizó a partir de la delimitación de las subcuencas y teniendo en cuenta la información de los puntos de abastecimiento de la cuenca referentes a el abastecimiento de uso público. Los puntos de abastecimiento utilizados para la generación de las microcuencas son los referenciados en **Tabla 3.130**.

**Tabla 3.130. Listado de puntos de abastecimiento.**

CAR	MUNICIPIO	EMPRESA	CONCESIÓN	USO	FUENTE	CAUDAL LPS	RESOLUCIÓN	LAT	LONG	POINT_X	POINT_Y
CARDIQUE	Arjona	Acueductos y Alcantarillados de Colombia S.A. E.S.P. (Arjona Y Turbaco).	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	259,0	Resolución No. 0287 del 20 de marzo de 2012.	10°9'40,58"	75°17'59,59"	866.039	1.615.710
CARDIQUE	Arroyohondo	Acueducto de Arroyohondo.	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	50,0		10° 20' 98,5	74° 58' 36,74"	901.501	1.637.657
CARDIQUE	Calamar	Giscol Dique Sas ESP.	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	60,0		10°34'58.88"	75°20'40.70"	861.317	1.662.392
CARDIQUE	Cartagena	Acuacar S.A E.S.P. Aguas de Cartagena (ACUACAR).	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	257,0	1426	10°9'40,19"	75°17'59,23"	866.048	1.615.698
CARDIQUE	Cartagena	Acuacar S.A Esp Aguas De Cartagena (ACUACAR).	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	2716,0	1426	10° 6' 40.4"	75° 27' 55.04"	847.883	1.610.248
CARDIQUE	Mahates	Giscol Dique Sas Esp.	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	8,0		10. 14 72	75, 11 53	877.233	1.625.857
CARDIQUE	María La Baja	Sociedad de Acueducto Alcantarillado y Aseo María la Baja S.A E.S.P.	Superficial	Consumo humano	Pondaje El Viento	46,0	Resolución 0952 del 22 de julio de 2010.	9° 55' 41,57"	75° 16' 48,02"	868.121	1.589.921
CARDIQUE	San Cristóbal	Asoaguas ESP.	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	30,0	Res 1121 12-10-11.	10° 23' 31,6"	75° 03' 40,00"	892.285	1.641.160
CARDIQUE	San Estanislao	Acueducto de la Línea (Villanueva, San Estanislao y Soplaviento).	Superficial	Consumo humano	Canal del Dique	100		10° 23' 27"	75° 8' 29"	883.493	1.641.047
CARDIQUE	San Juan Nepomuceno	Municipio Prestador Directo.	Superficial	Consumo humano	Río Magdalena (Correg. San Agustín)	35,0				879.319	1.602.262
CRA	Manatí	Alcaldía de Manatí - Acueducto de Manatí.	Superficial	Consumo humano	Río Magdalena	0				895.319	1.651.906
CRA	Repelón	Transportes, Agregados y	Superficial	Lavado de material	Embalse el Guájaro	0,3876	Resolución No. 01222 del 15 de diciembre de 2011 -			884.435	1.655.640

CAR	MUNICIPIO	EMPRESA	CONCESIÓN	USO	FUENTE	CAUDAL LPS	RESOLUCIÓN	LAT	LONG	POINT_X	POINT_Y
		Maquinaria Ltda., Cantera Mana.					Por medio de la cual la CRA admite la solicitud e inicia el trámite de modificación de la concesión de aguas, otorgada mediante la Resolución No. 00912 del 22 de octubre de 2010 a la sociedad Transporte.				
CRA	Repelón	Acueducto Comunitario Rotinet.	de Superficial	Consumo humano	Embalse del Guájaro	12,2				886.153	1.650.877
CRA	Sabanalarga	Acuacultivos Guájaro S.A.	El Superficial	Policultivo de tilapia plateada y camarón	Embalse del Guájaro	0	Resolución No. 000661 del 10 de agosto de 2010 - Por medio de la cual se otorga una concesión de aguas y se imponen unas obligaciones a la empresa Acuicultivos El Guájaro S.A.			898.026	1.657.605

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Parte del análisis para la delimitación de las microcuencas, está definida por el siguiente nivel de drenaje, según el nivel de drenaje donde estén localizados los puntos de abastecimiento.

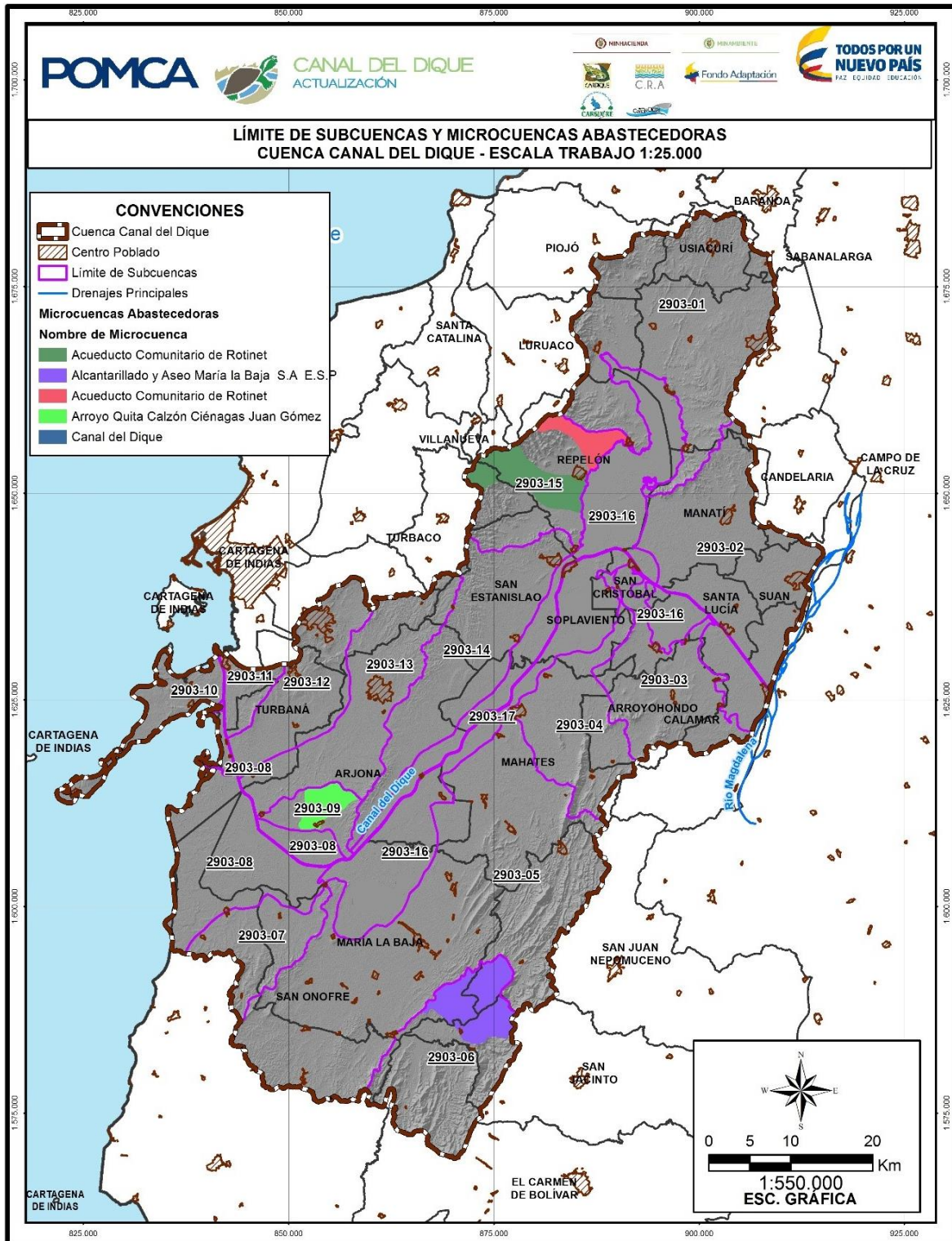
Como resultado del análisis anterior se obtuvieron cinco (5) microcuencas distribuidas en toda la cuenca como se observa en **Figura 3.396** y se referencian en la **Tabla 3.131**.

**Tabla 3.131. Codificación de las microcuencas abastecedoras.**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA EMPRESA ABASTECEDORA
2903-11-01	Alcantarillado y Aseo María la Baja S.A E.S.P.
2903-02-03	Empresa Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Repelón
2903-15-01	Empresa de Acueducto de Cartagena
	Acueductos & Alcantarillados de Colombia
	Acueducto Arroyohondo
	Acueducto de Mahates
	Acueducto de San Cristóbal
	Acueducto de La Línea (Villanueva, San Estanislao, Soplaviento)
	Acueducto de Manatí
2903-02-01	Acueducto & Alcantarillado de Santa Lucía
2903-02-01	Acueducto Comunitario de Rotinet
2903-17-02	Empresa de Acueducto de Cartagena

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

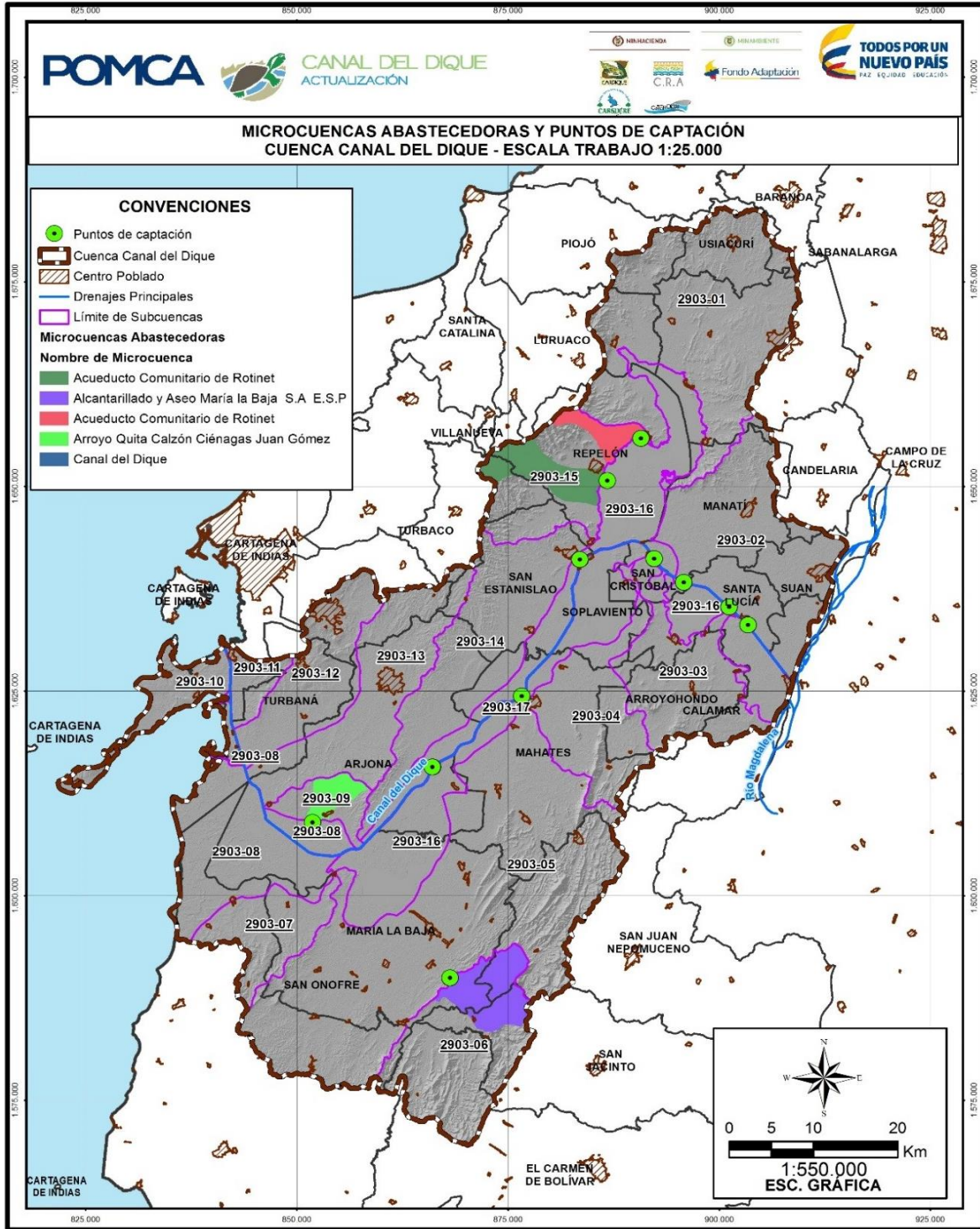
Figura 3.396. Límite de las subcuencas y microcuencas abastecedoras.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Por otro lado, la georreferenciación de los puntos de abastecimiento, podrán ser observados en la **Figura 3.397**.

**Figura 3.397. Microcuencas abastecedoras y puntos de abastecimiento.**



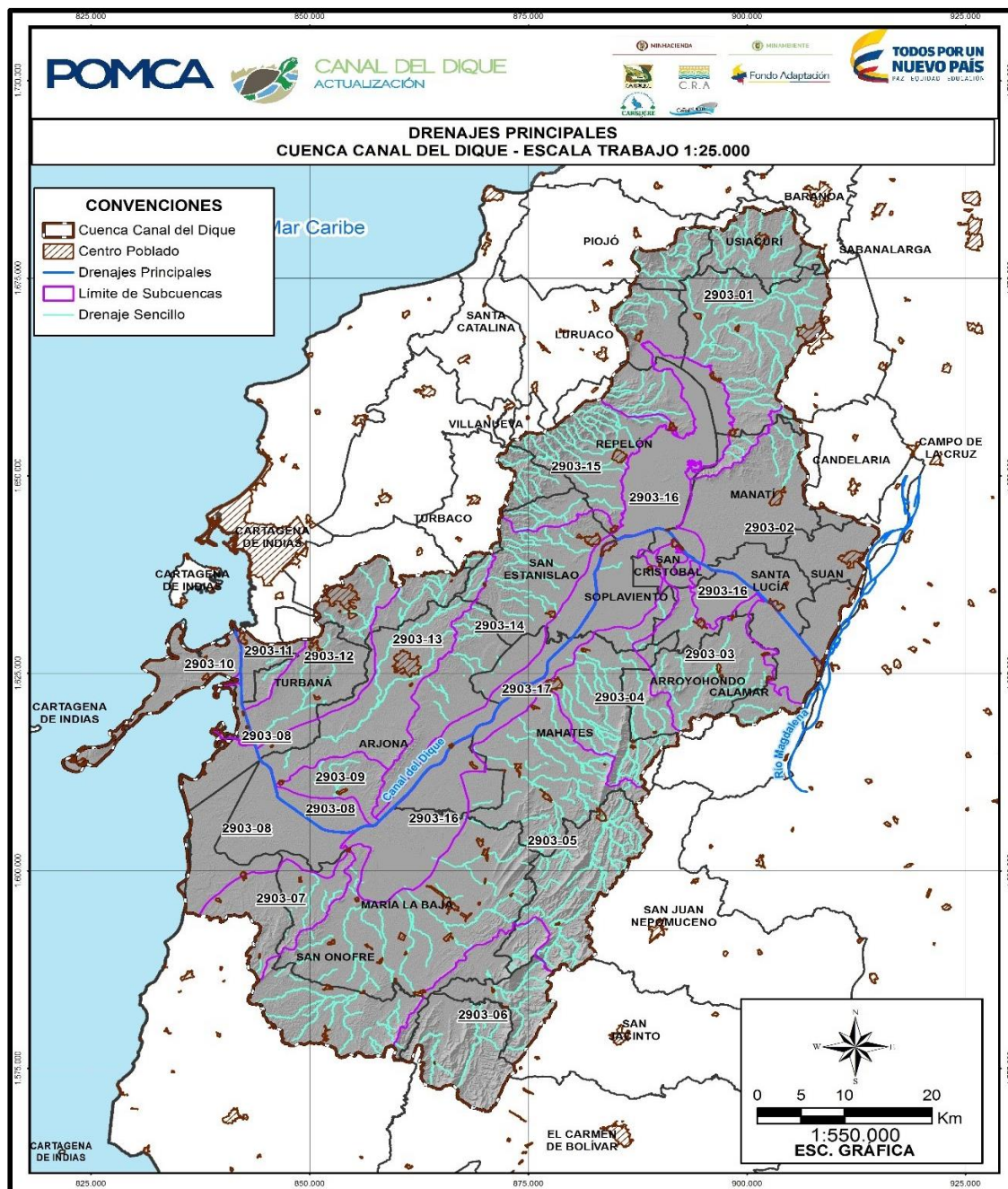
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.4.4.6 Perfil Longitudinal

A continuación, se presenta los drenajes principales en cada subcuenca **Figura 3.398** y posterior a la selección de los drenajes se procede a realizar el perfil de cada uno de los cauces principales y se muestra a continuación:

**Figura 3.398. Drenajes principales.**

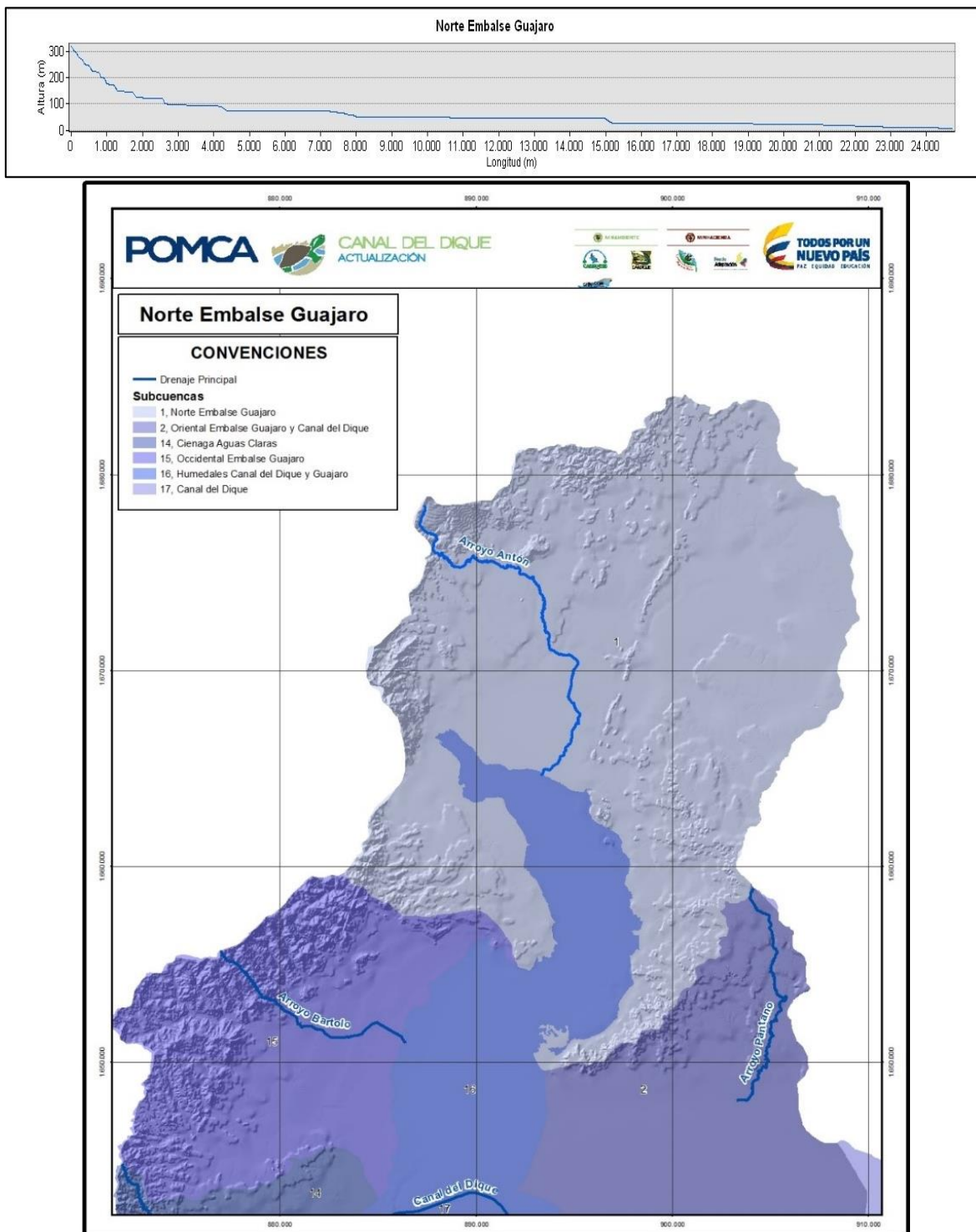


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.1 Perfil Norte Embalse Guájaro

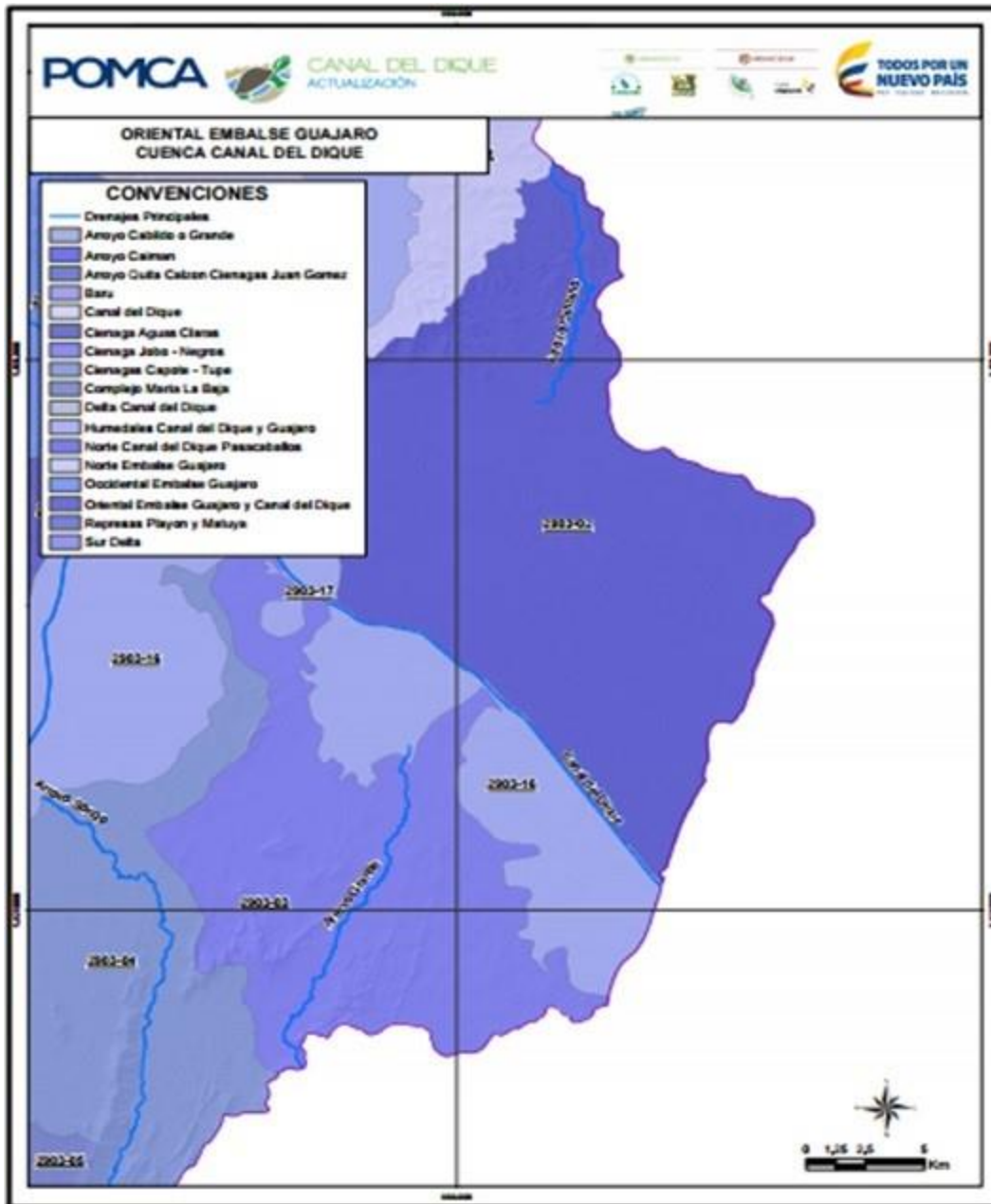
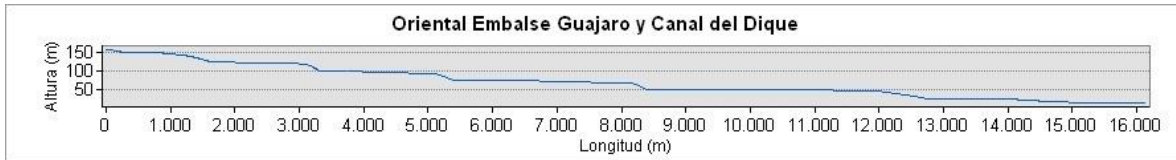
Figura 3.399. Perfil del Arroyo Antón y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.2 Perfil Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique

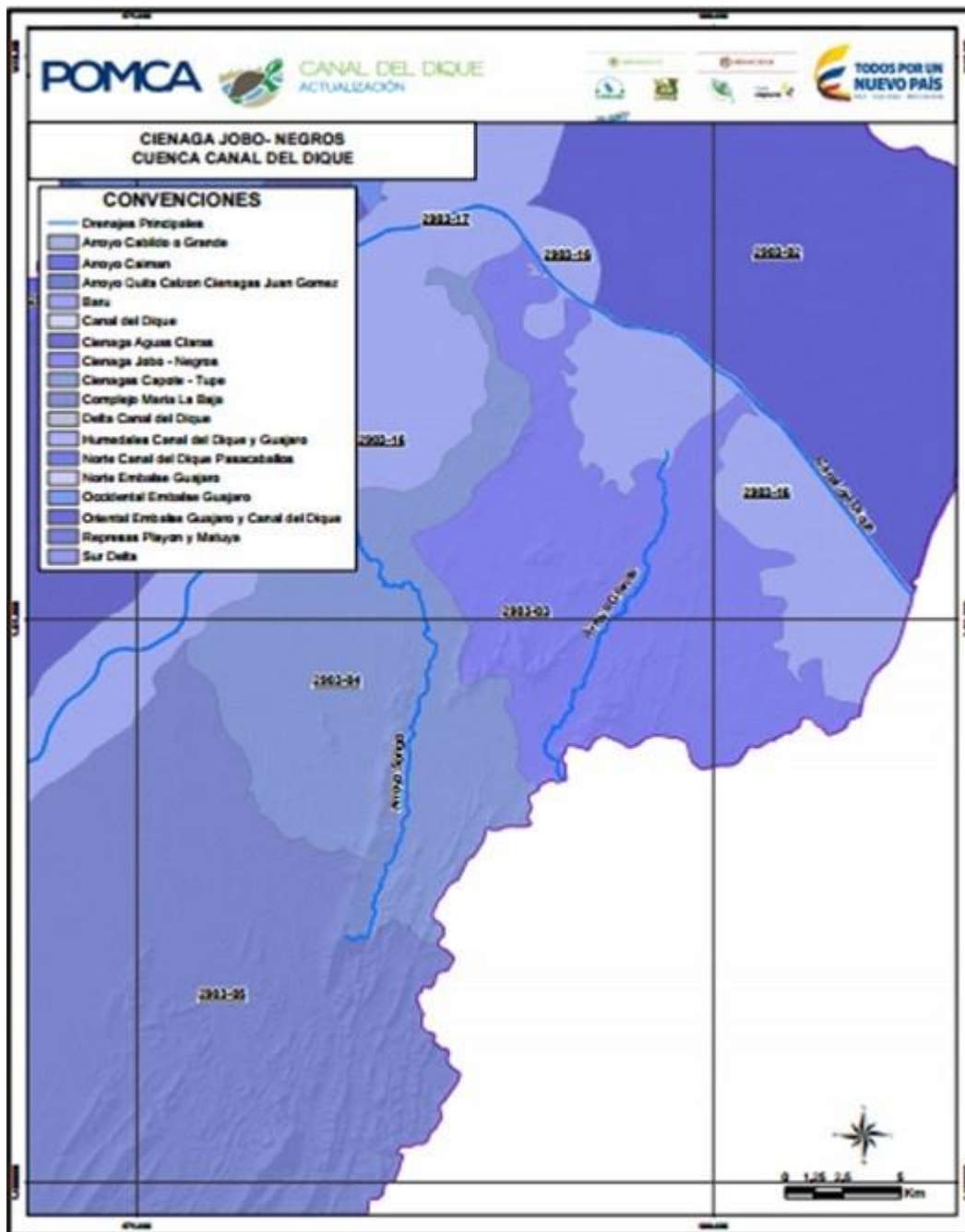
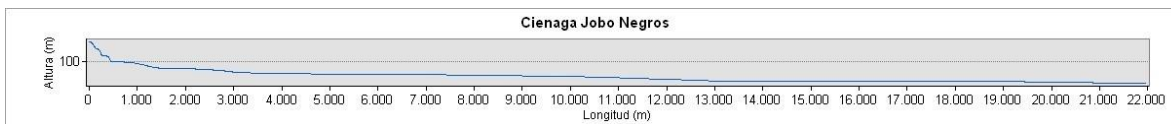
**Figura 3.400. Perfil del Arroyo Pantano y localización.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique

3.4.4.6.3 Perfil Ciénaga Jobo – Negros

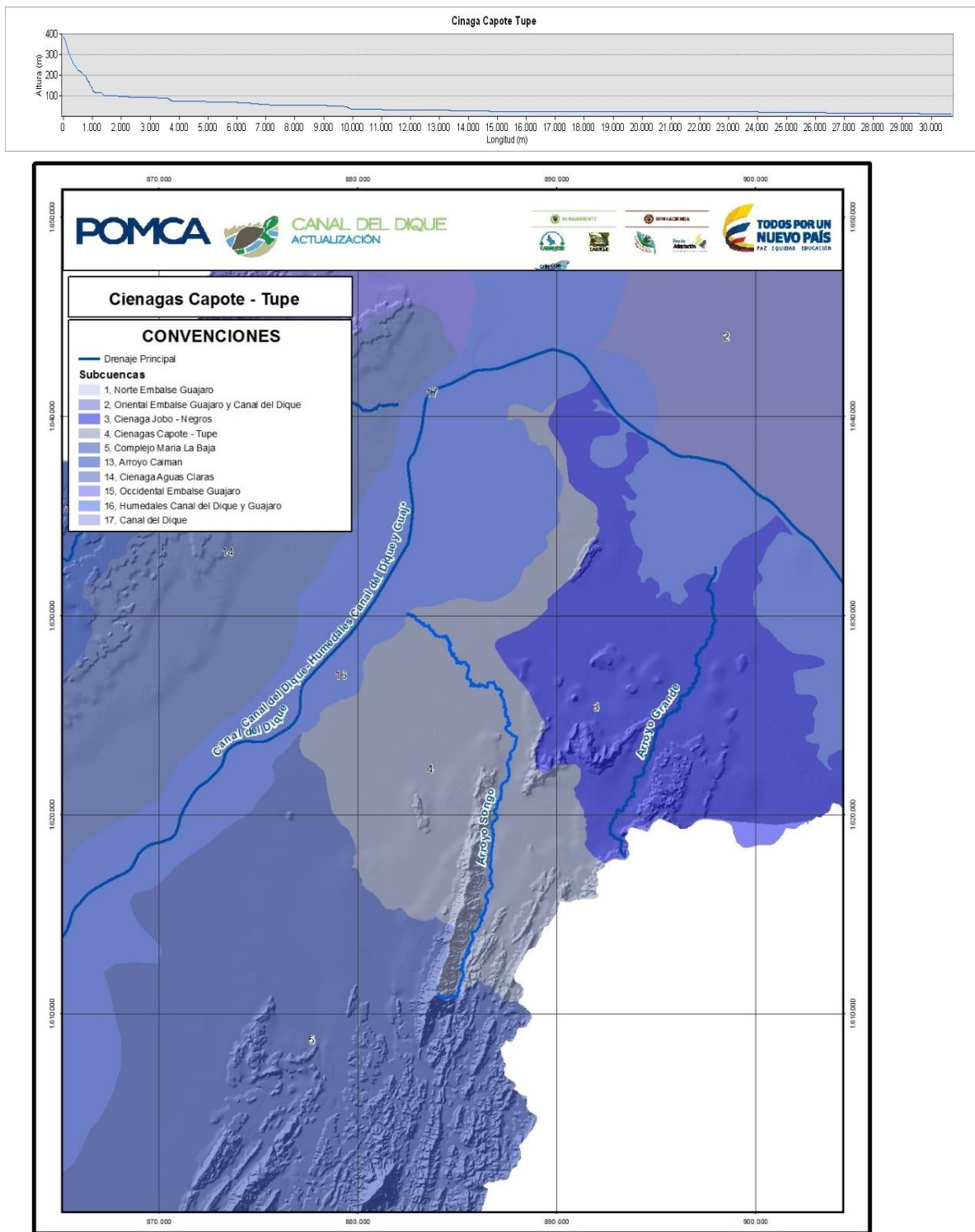
Figura 3.401. Perfil del Arroyo Grande y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.4 Perfil Ciénagas Capote – Tupe

**Figura 3.402. Perfil del Arroyo Songo y localización.**

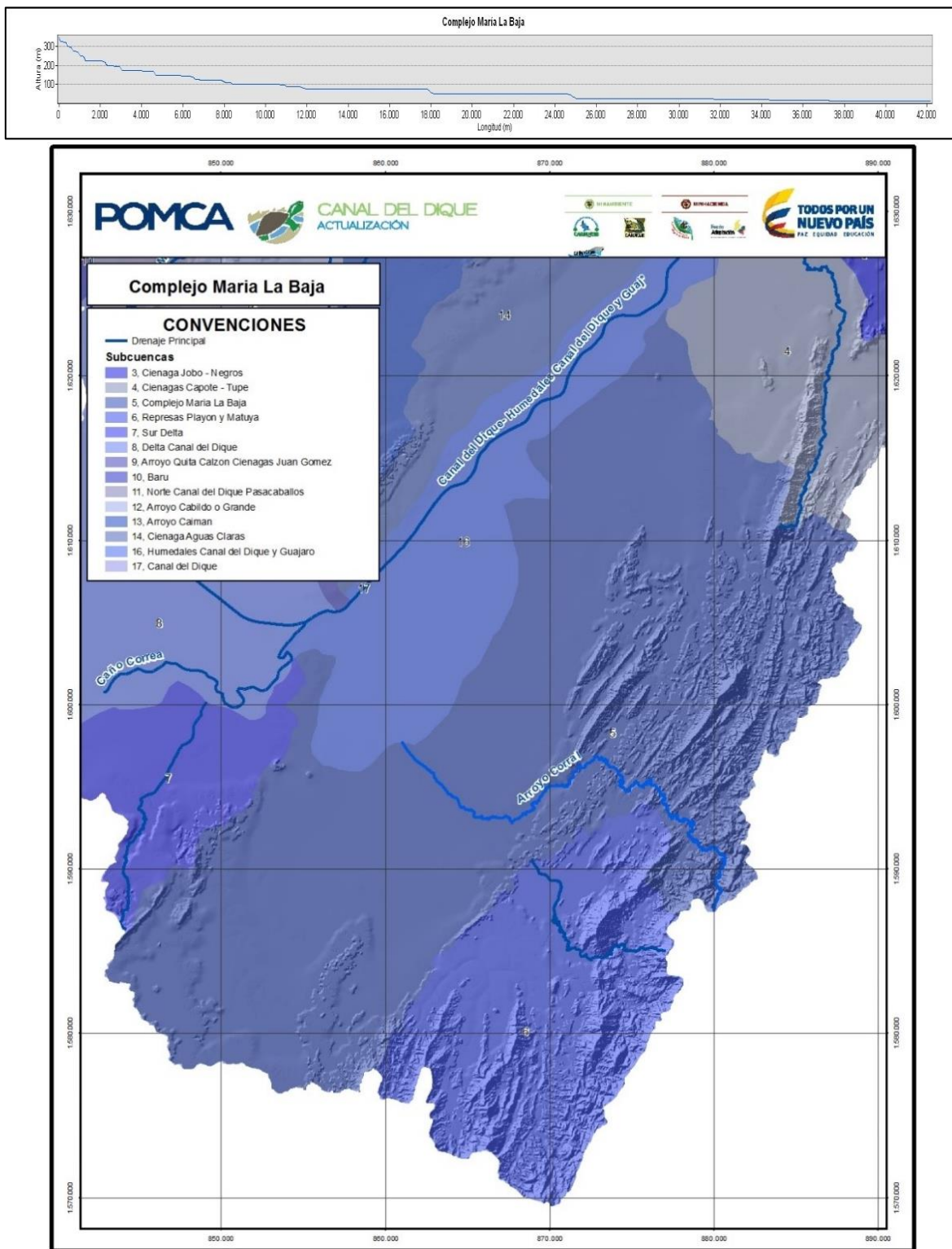


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.5 Perfil Complejo María la Baja

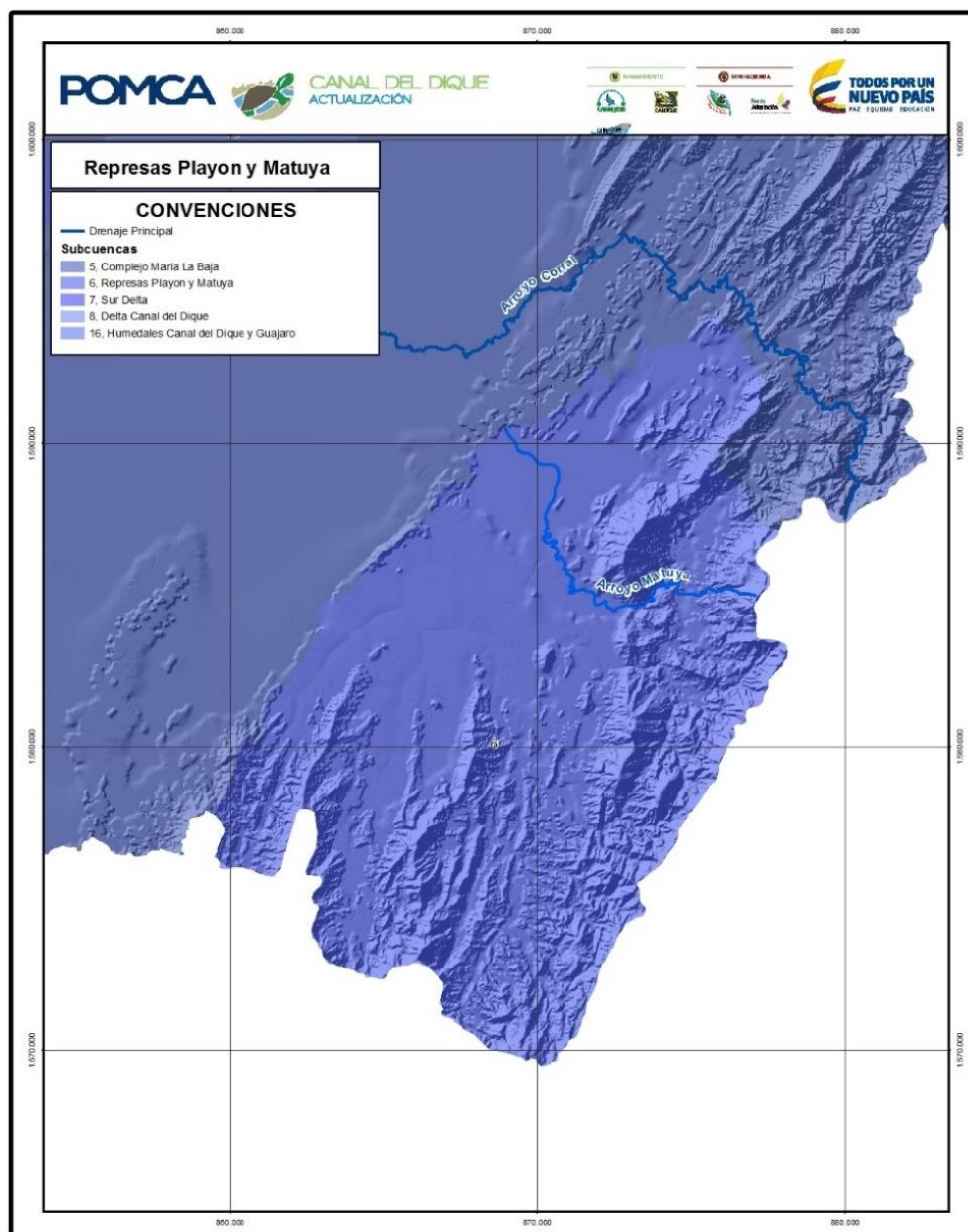
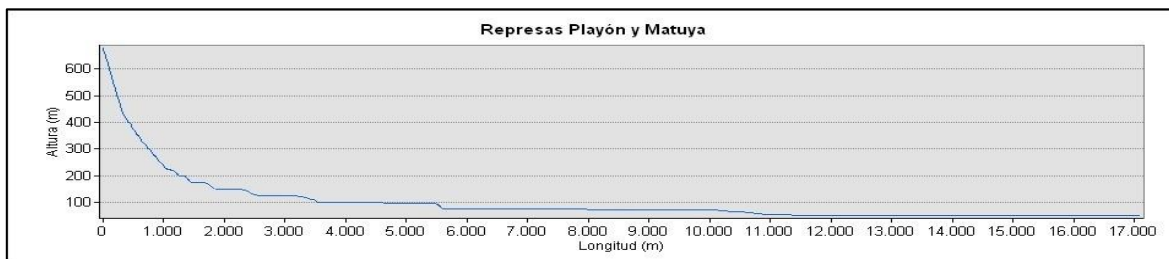
Figura 3.403. Perfil del Arroyo Corral y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.6 Perfil Represas Playón y Matuya

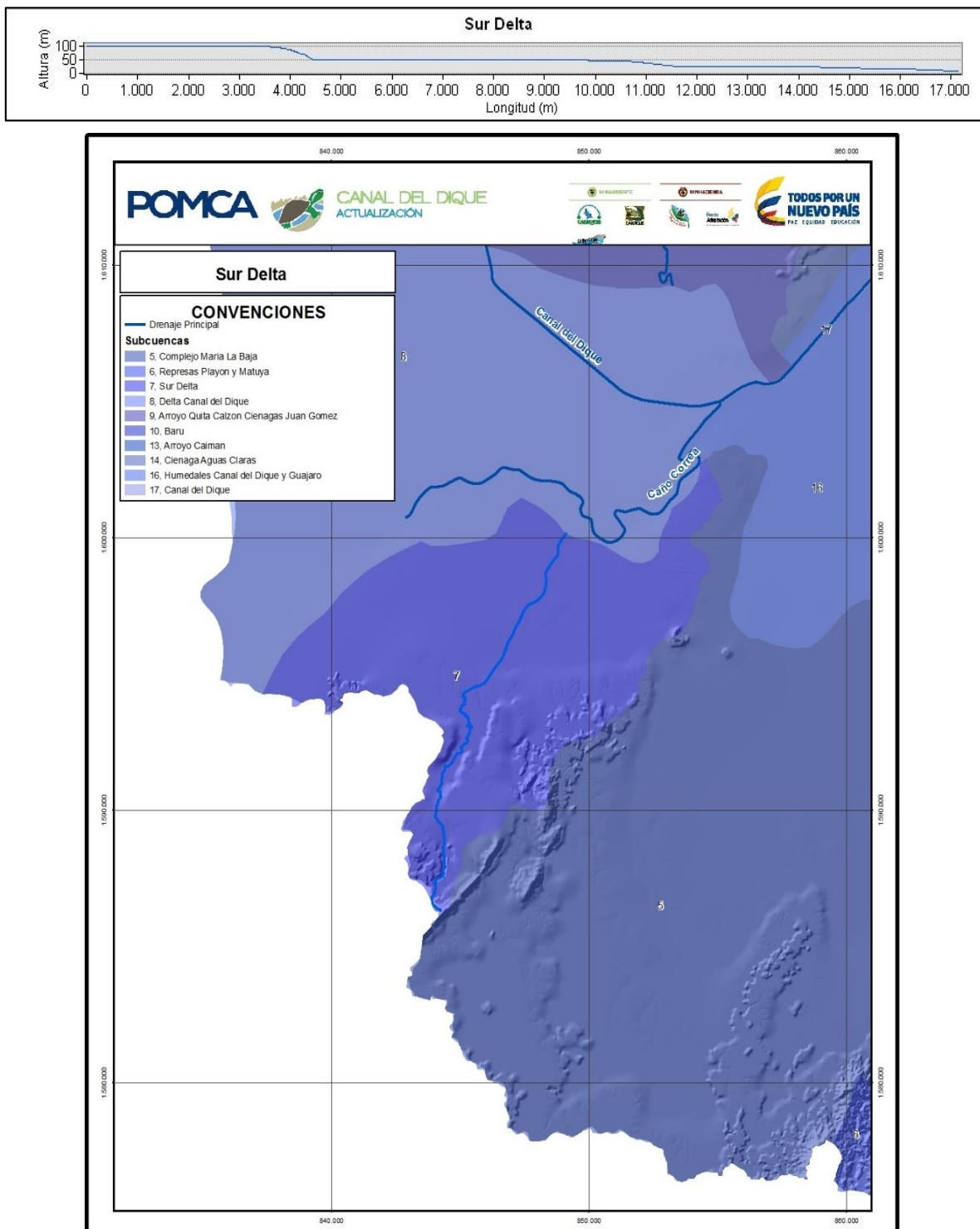
Figura 3.404. Perfil del Arroyo Matuya y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.7 Perfil Sur Delta

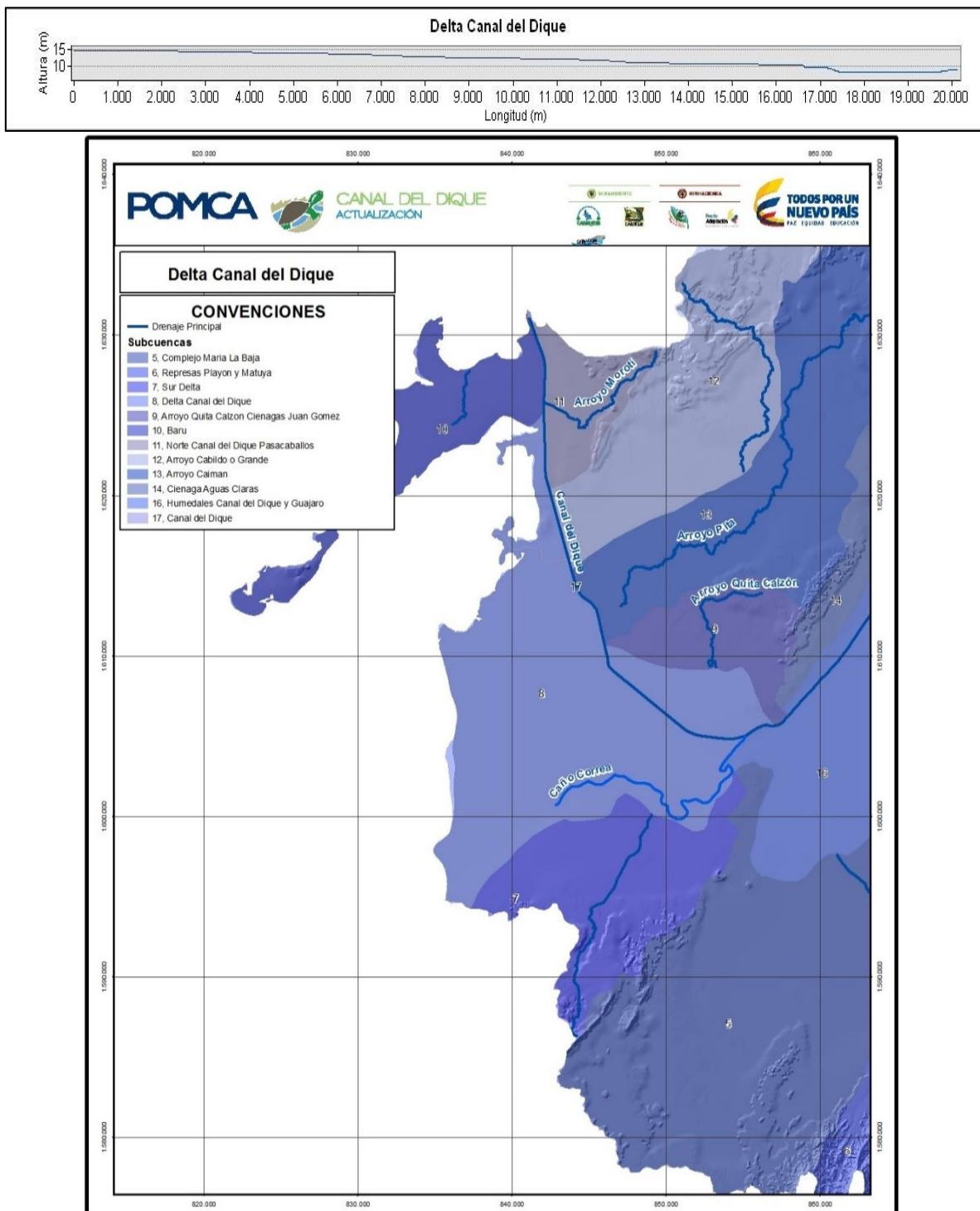
**Figura 3.405. Perfil del Cauce Subcuenca Sur Delta y localización.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.8 Perfil Delta Canal del Dique

**Figura 3.406. Perfil Caño Correa y localización.**

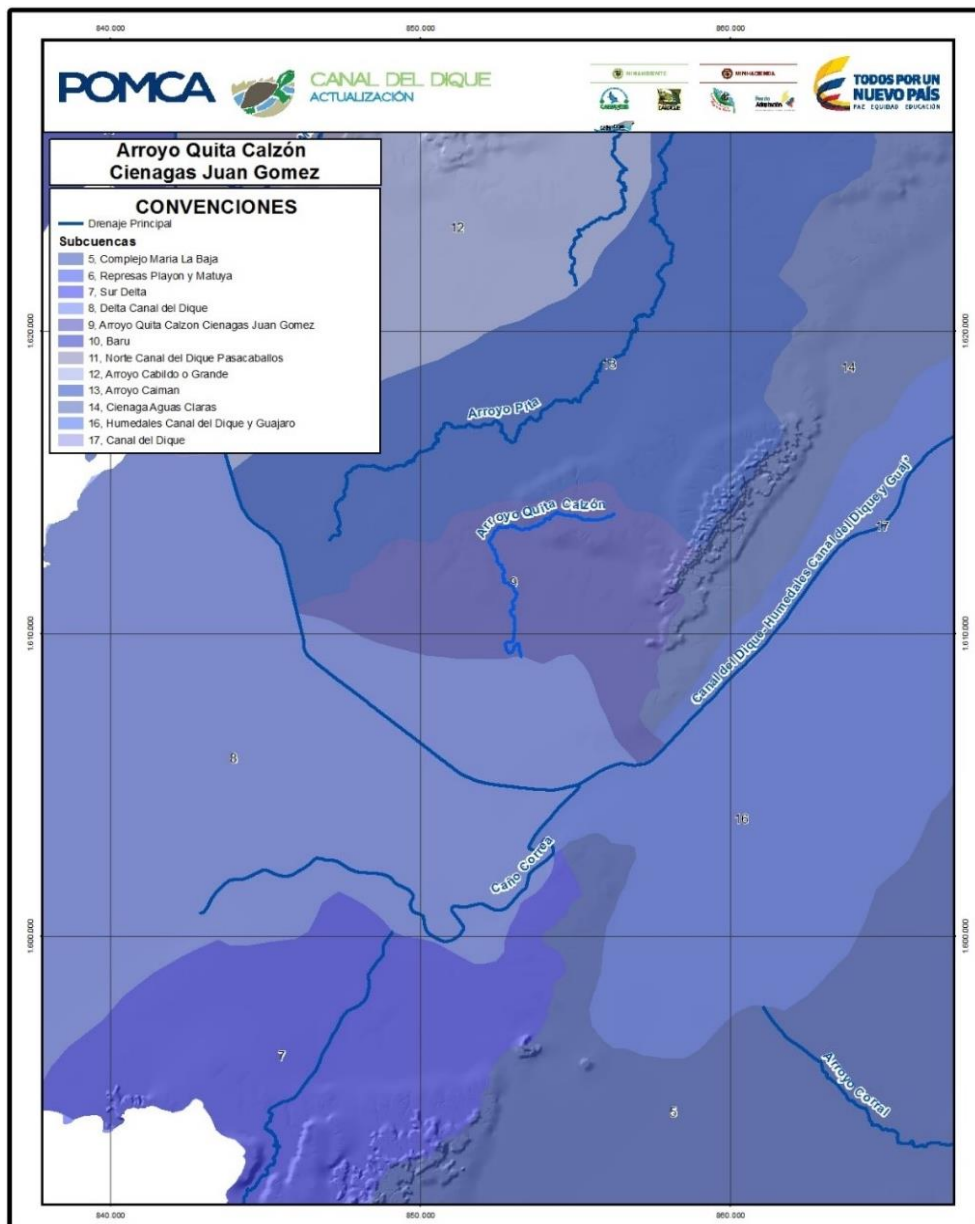
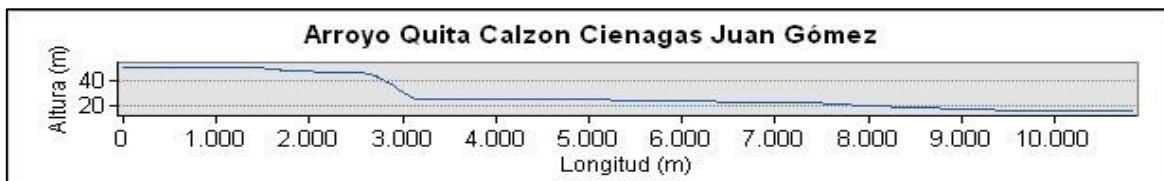


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.9 Perfil Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez

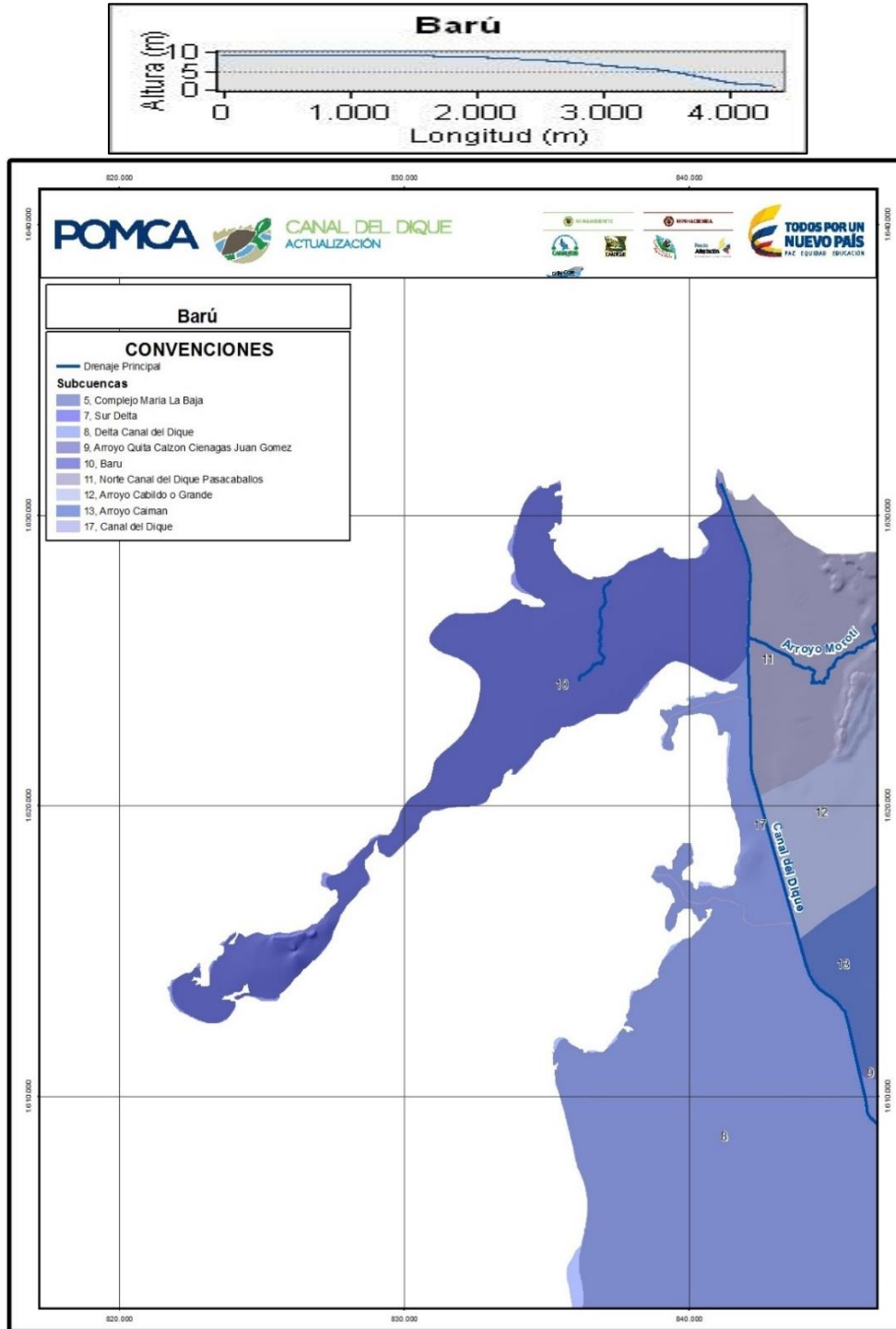
**Figura 3.407. Perfil Arroyo Quita Calzón y localización.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.10 Perfil Barú

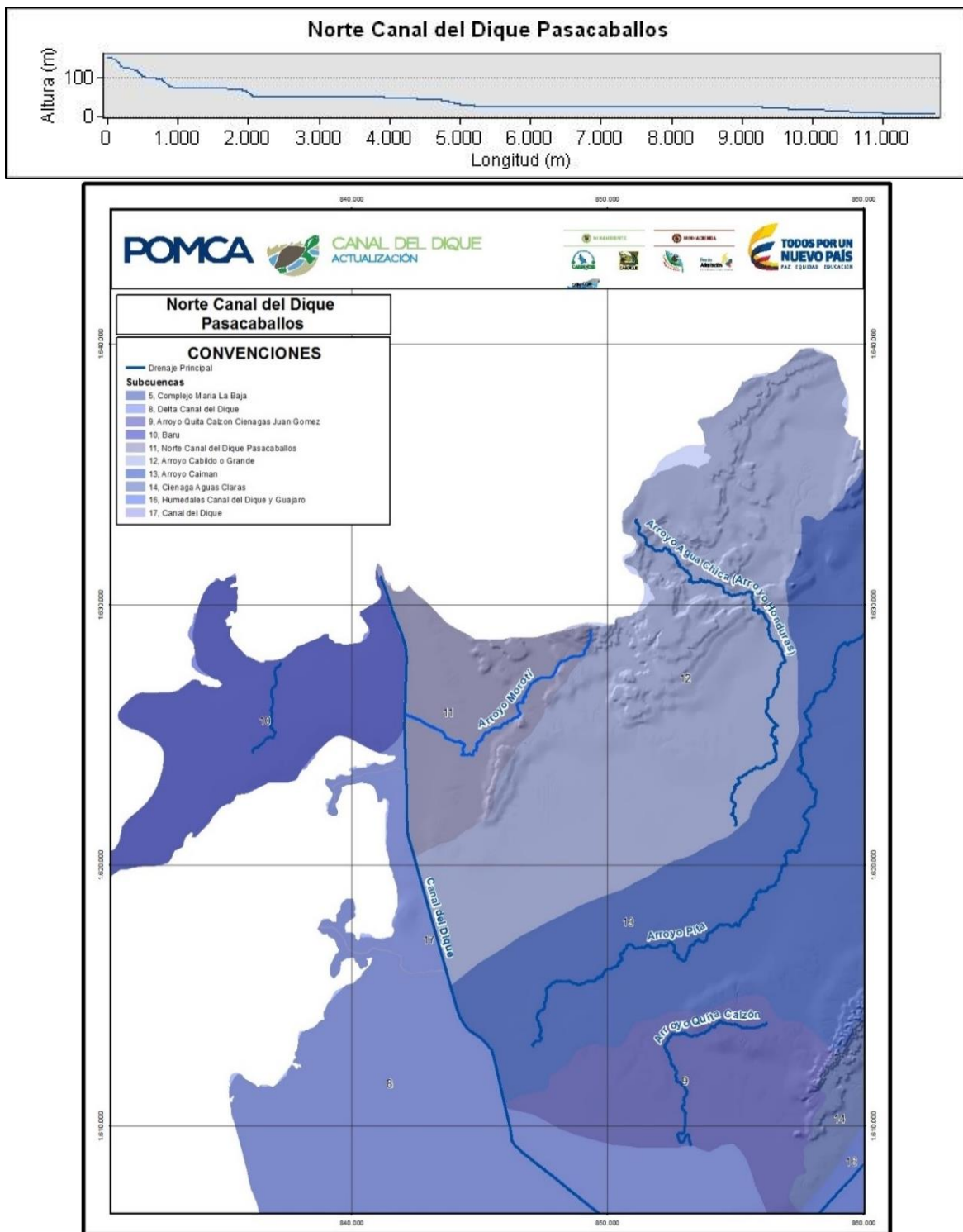
Figura 3.408. Perfil del Cauce Subcuenca Barú y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique

3.4.4.6.11 Perfil Norte Canal del Dique Pasacaballos

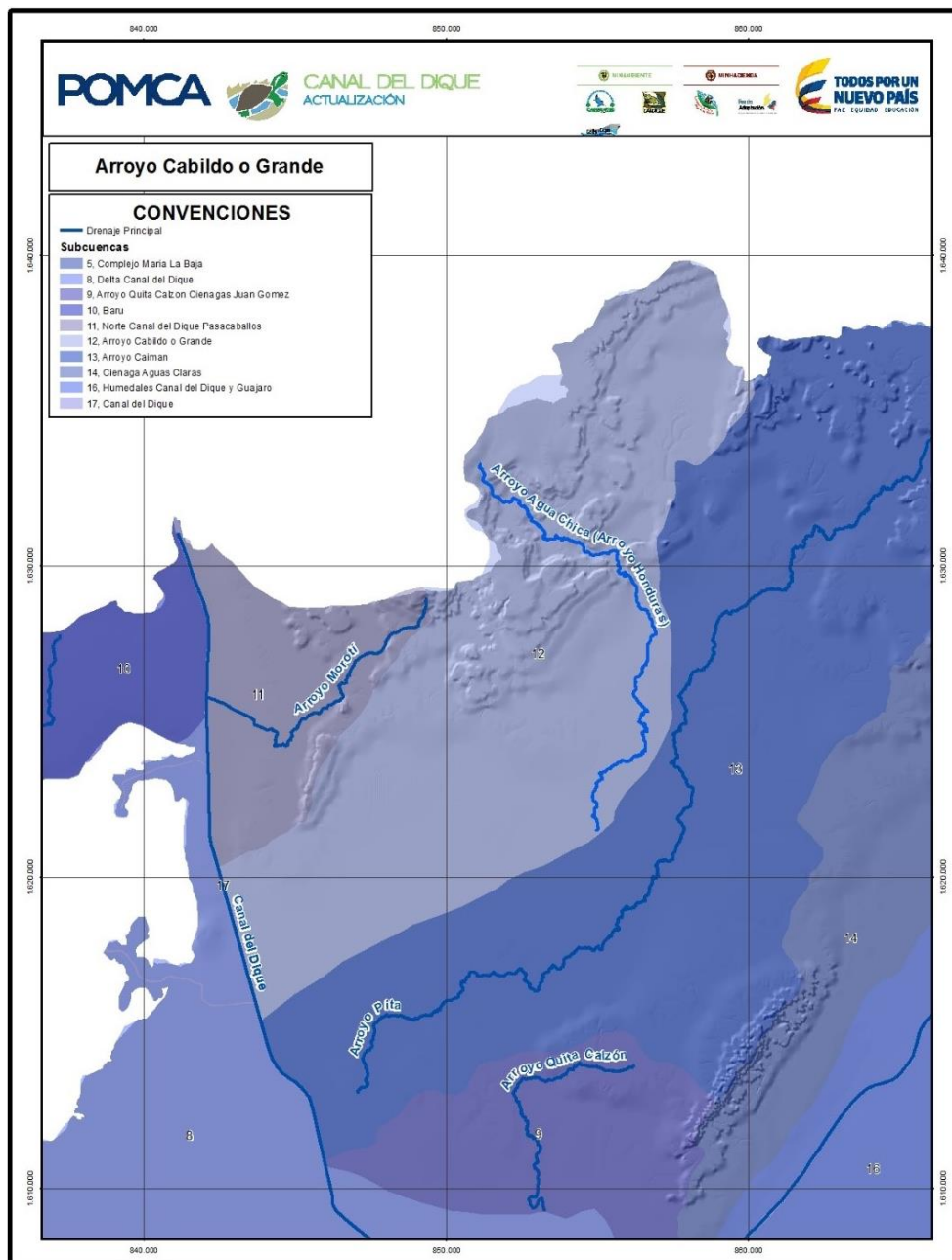
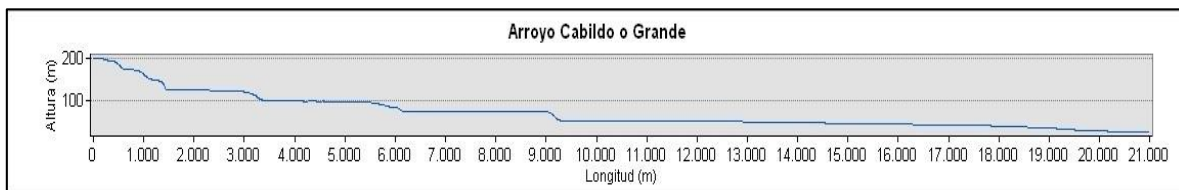
**Figura 3.409. Perfil Arroyo Morotí y localización.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.12 Perfil Arroyo Cabildo o Grande

**Figura 3.410. Perfil del Arroyo Agua Chica (Arroyo Honduras) y localización.**

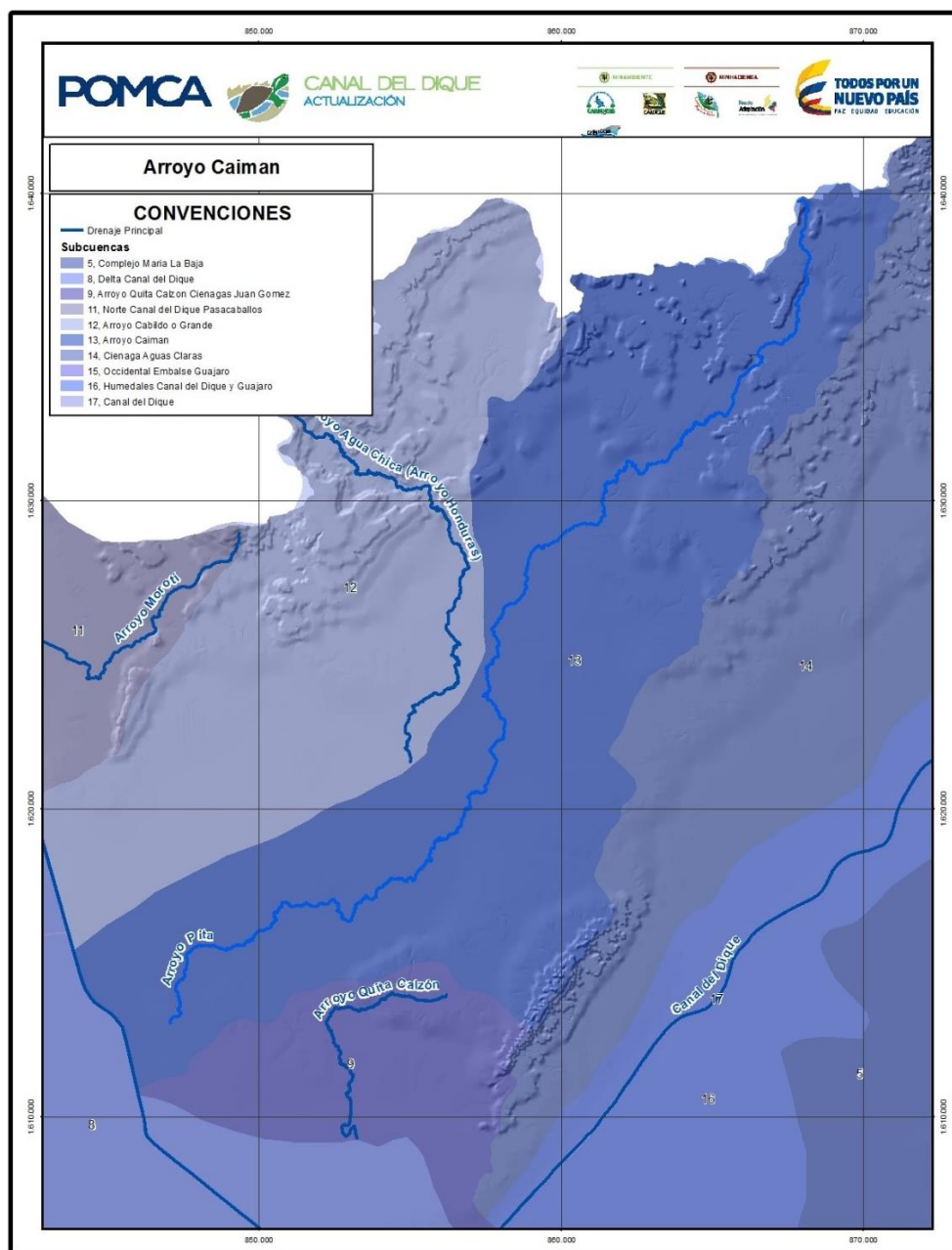
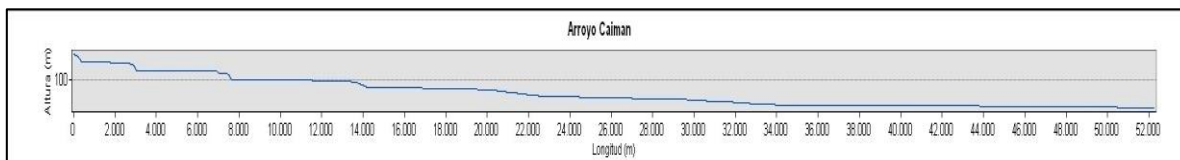


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.13 Perfil Arroyo Caimán

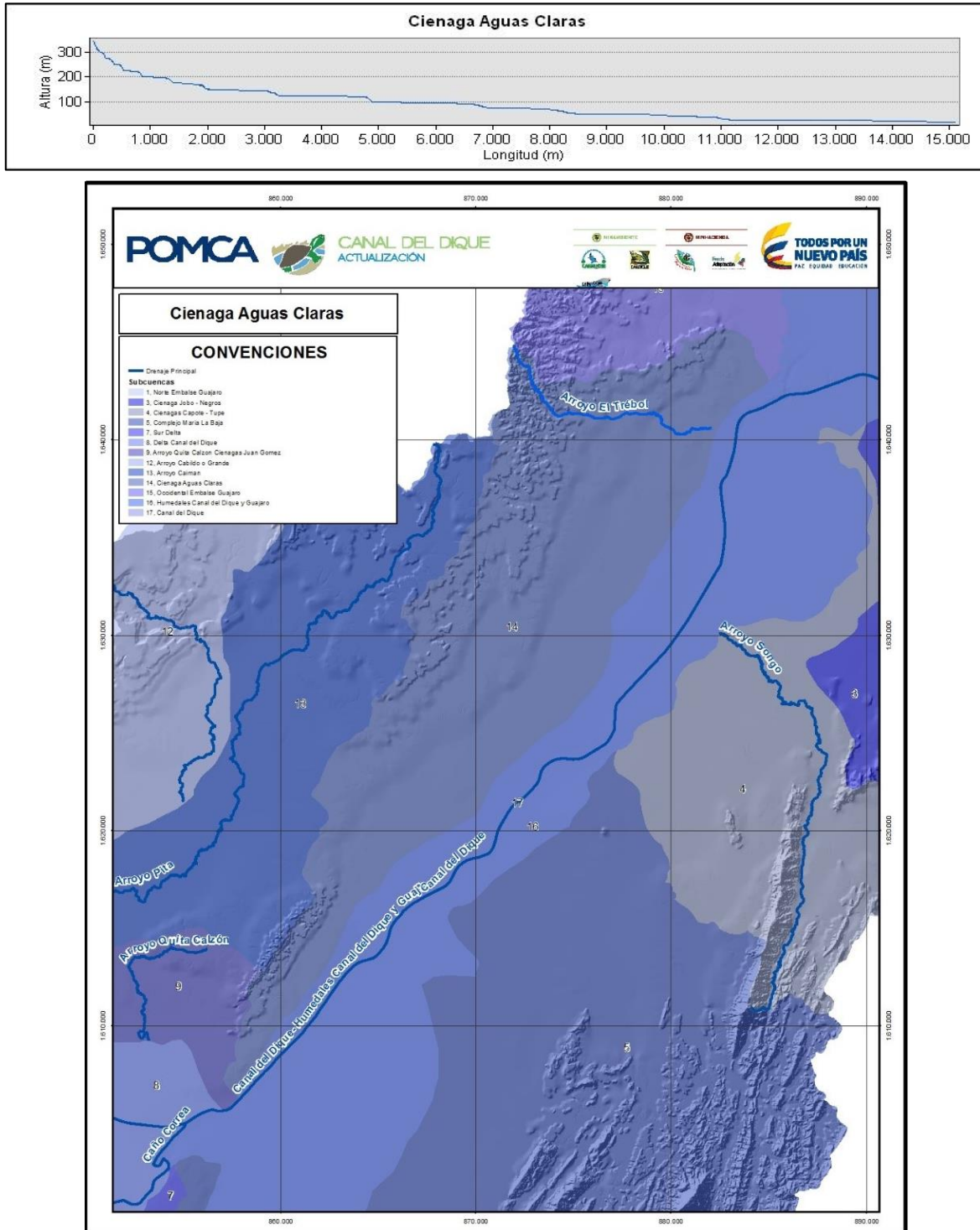
Figura 3.411. Perfil del Arroyo Pita y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.14 Perfil Ciénaga Aguas Claras

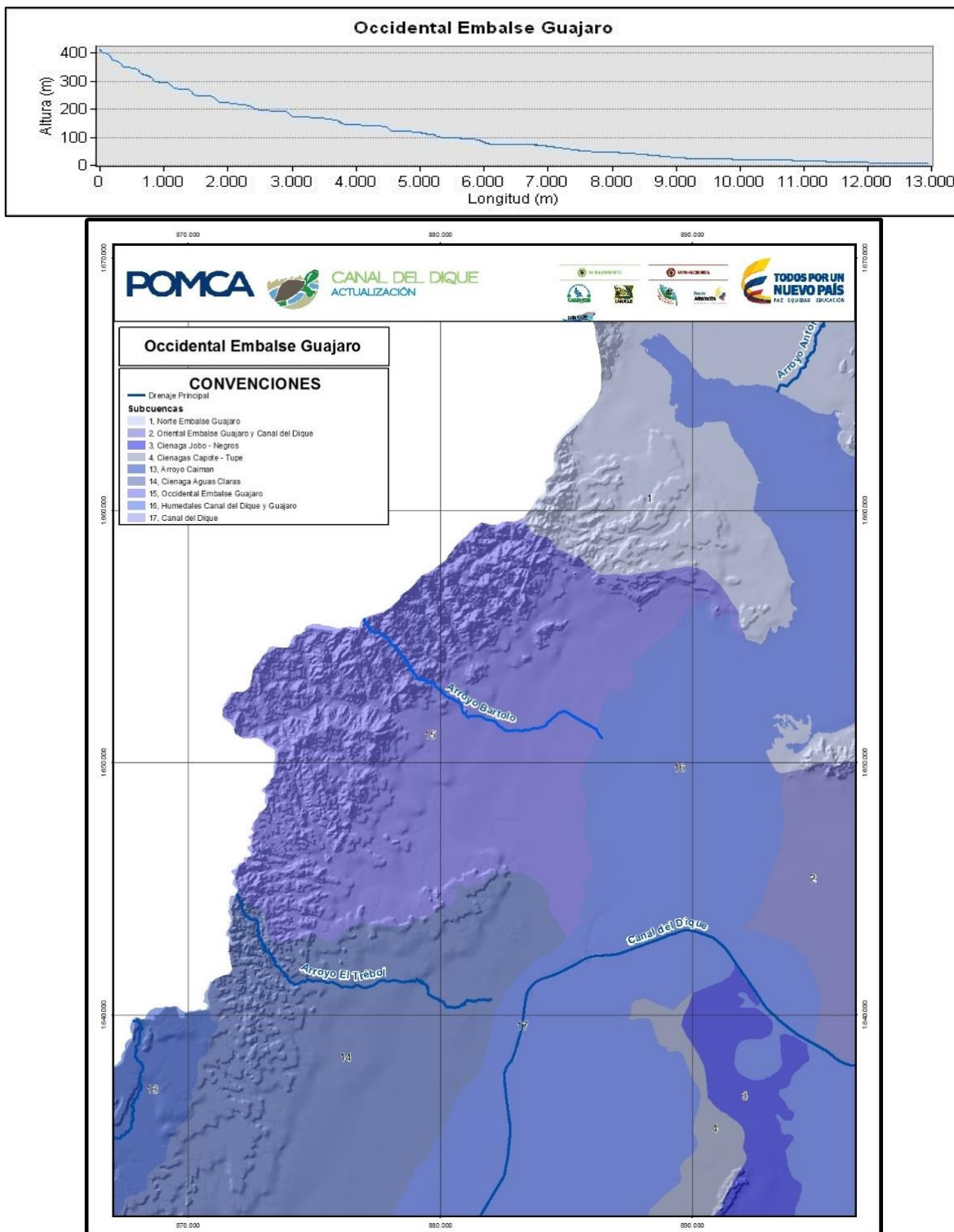
**Figura 3.412. Perfil del Arroyo El Trébol y localización.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.6.15 Perfil Occidental Embalse Guájaro

**Figura 3.413. Perfil del Arroyo Bartolo y localización.**

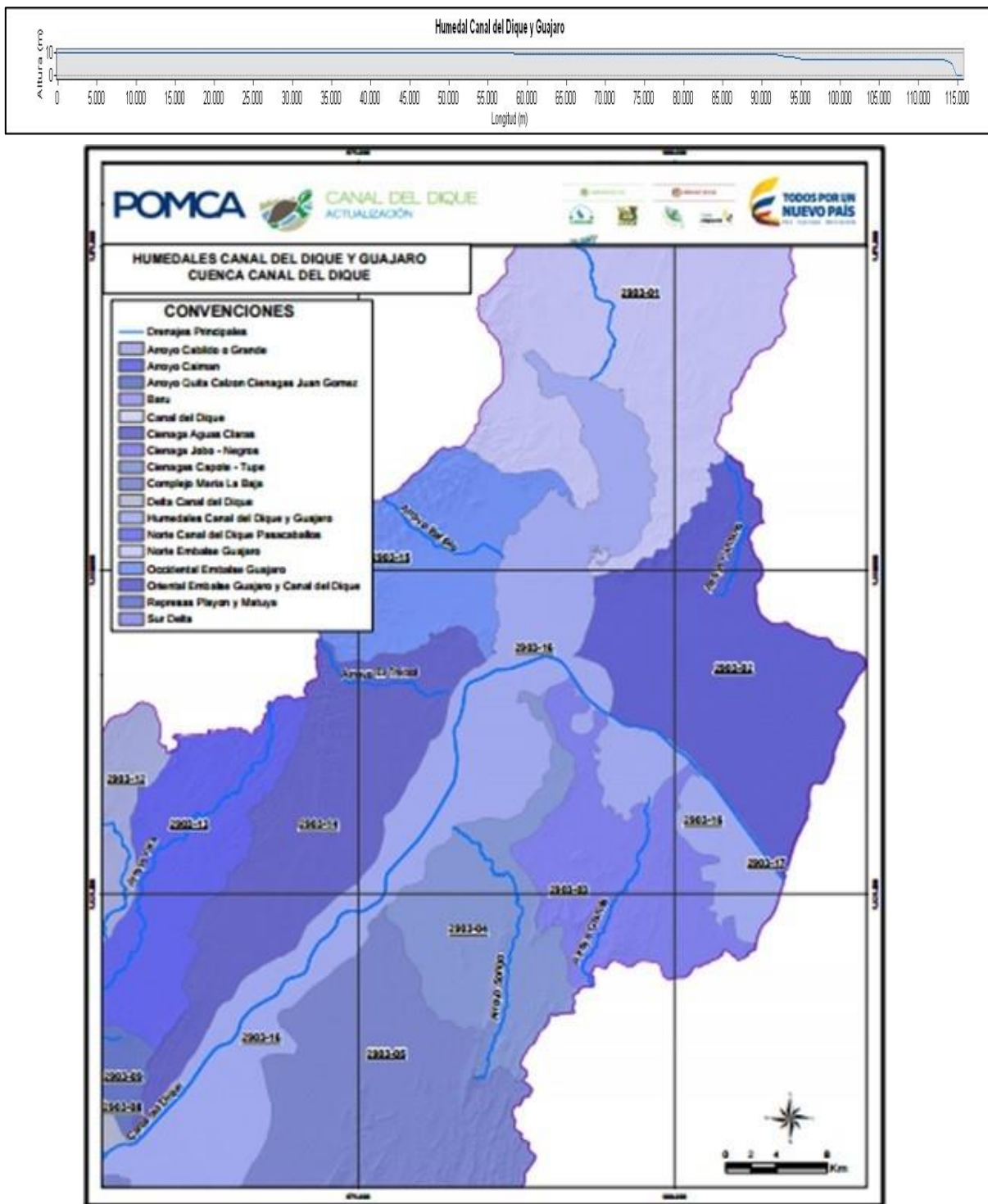


Fuente: consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.16 Perfil Humedales Canal del Dique y Guájaro

Figura 3.414. Perfil Humedales Canal del Dique y localización.

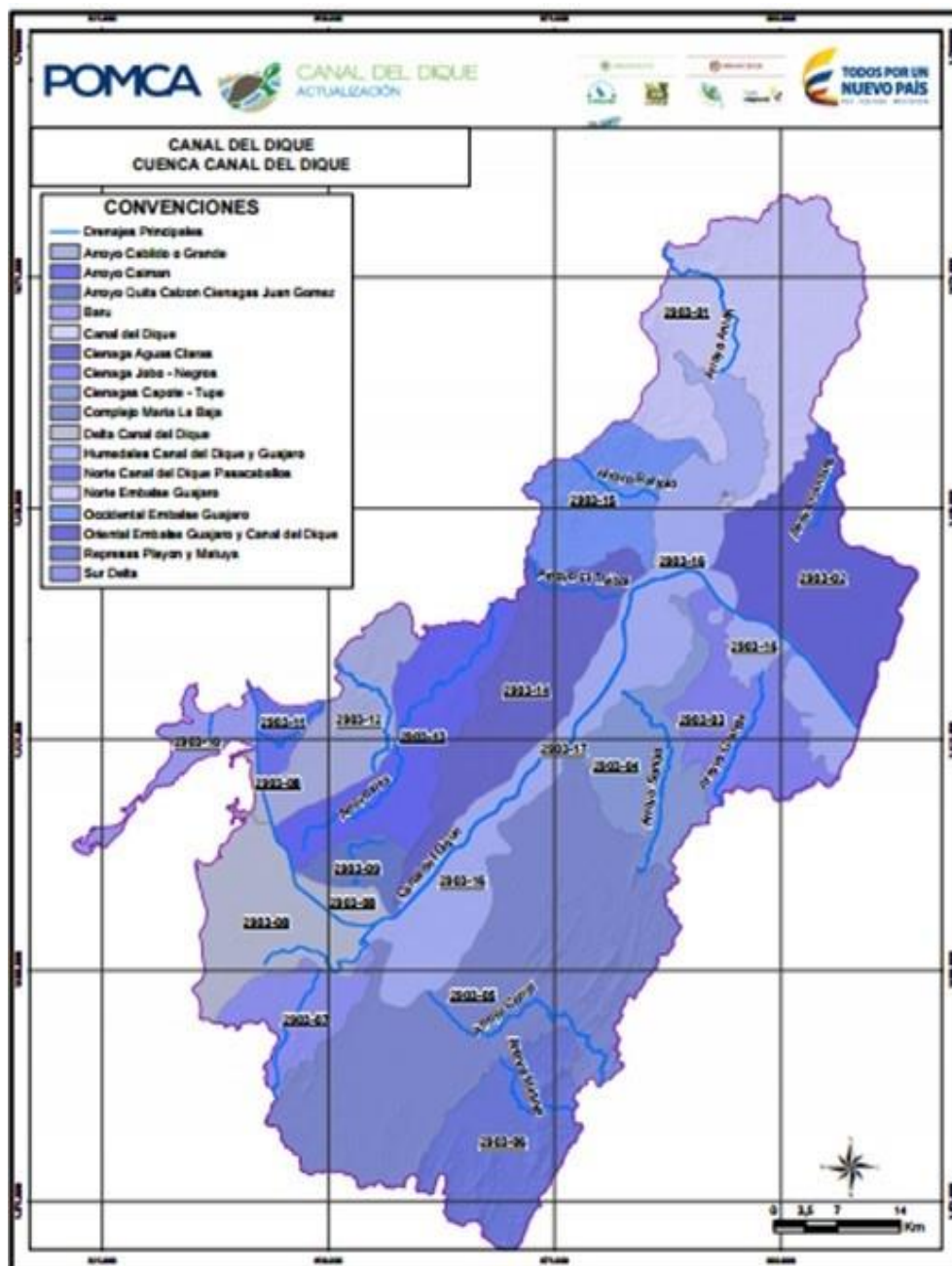
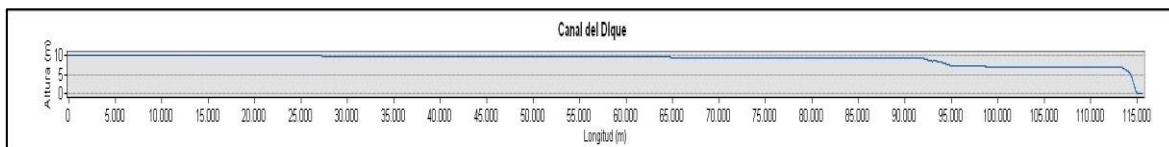


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.4.4.6.17 Perfil Canal del Dique

Figura 3.415. Perfil del Canal del Dique y localización.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.4.4.7 Jerarquización de La Red De Drenajes

La jerarquización de drenajes de la cuenca de Canal del Dique, se realizó a partir de la información de drenajes de la cuenca y el DEM, esto con la intención de establecer el orden de drenaje, como se puede evidenciar en la **Tabla 3.132**. Ver **Figura 3.416**.

**Tabla 3.132. Listado de orden de drenaje.**

NOMBRE DE LA CORRIENTE	ORDEN	SUBCUENCA	COD SUB
Arroyo Agua Chica (Arroyo Honduras)	2	Arroyo Cabildo o Grande	2903-12
Arroyo Agua Fría	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Aguas Vivas (Arroyo Grande)	2	Arroyo Cabildo o Grande	2903-12
Arroyo Aji Molido	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Algodón	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Angola	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-04
Arroyo Antón	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Bajo del Loco	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Banco	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Bartolo	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Bijagual	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Boyo de Yuca	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Bran	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Buenavista	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Cabeza de León	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Caimán	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Caimital	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Cajón	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Caño de Agua	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Caño Las Negras	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Cascabel	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Cascajal (Ana Morena)	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo Cayeco	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo Cherere	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Chiquito	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Chorro	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Coagual	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Coló	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Corral	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Criollo	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Cucalito	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Cueto	2	Ciénaga Jobo - Negros	2903-03
Arroyo de Lata	2	Arroyo Caimán	2903-13

NOMBRE DE LA CORRIENTE	ORDEN	SUBCUENCA	COD SUB
Arroyo de Machado	2	Ciénaga Jobo - Negros	2903-03
Arroyo de Pescado (Arroyo Pescado)	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo de Piedra	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo de Pita	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo del Medio	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Diego	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo El Chorro	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo El Chorro (Arroyo San Juan)	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo El Plátano	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo El Polvar	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo El Salado	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo El Totumo	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo El Trébol	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo El Viento	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Flamenco	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Flecha	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Flechas	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Flechas (Arroyo Las Palmas)	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Gramalote	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Grande	2	Arroyo Cabildo o Grande	2903-03
Arroyo Guacararucu	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Guayepo	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Henequén	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Hondo	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Huamanga	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo Juana	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo La Boca	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo La Burra	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo La Cruz	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo La Haya	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo La Lata	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo La Peña	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-01
Arroyo La Yoya	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Lamba	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Lamedero	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Las Palmas	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Las Tinas (Arroyo Preñado)	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Lata	2	Ciénaga Jobo - Negros	2903-03
Arroyo León	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01

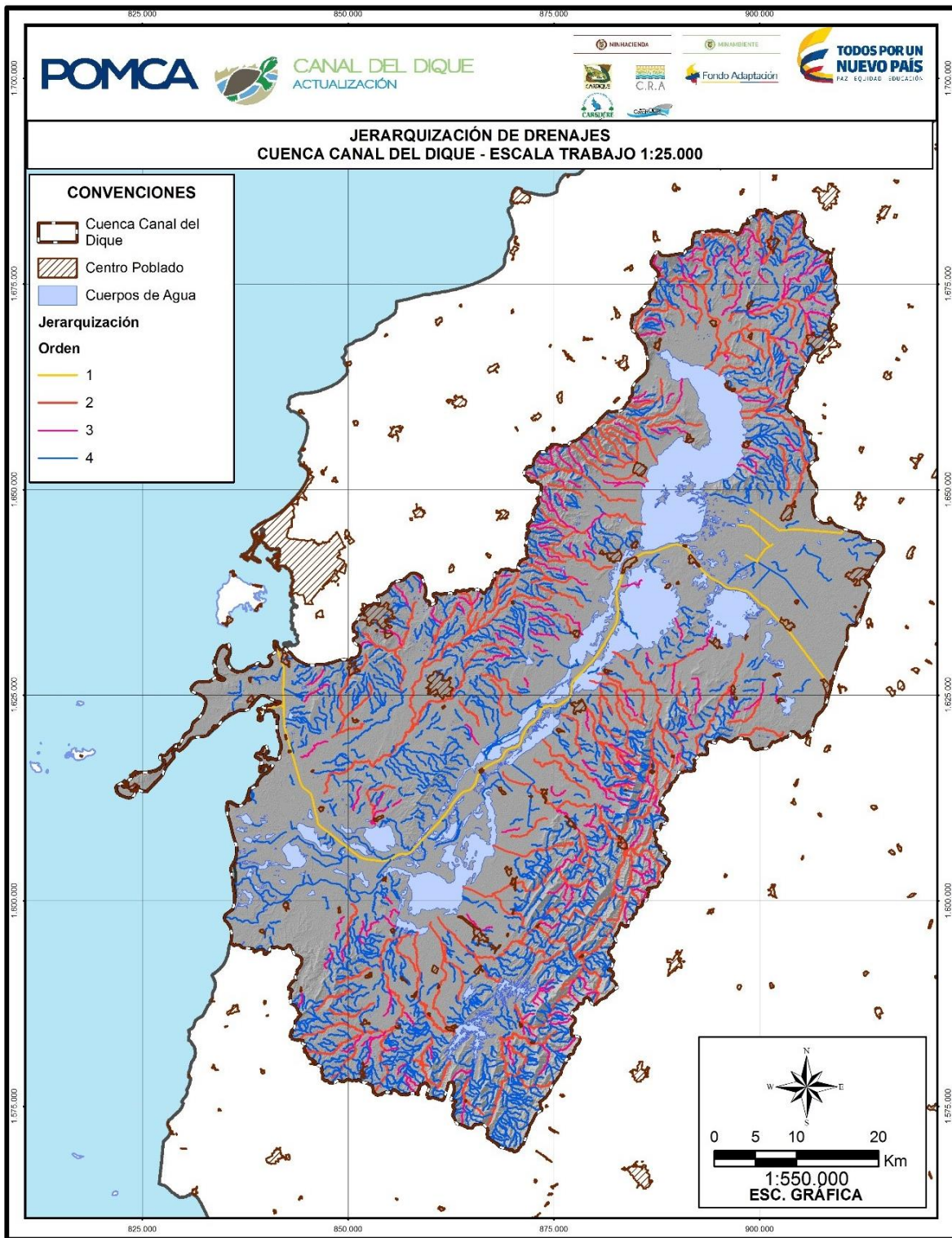
NOMBRE DE LA CORRIENTE	ORDEN	SUBCUENCA	COD SUB
Arroyo Lorenzo	2	Arroyo Cabildo o Grande	2903-12
Arroyo Lugo	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Lungo	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo Luriza	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Machuca	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Madrid	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo Malavet	2	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Arroyo Mampuján	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Maná	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Mandinga	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Mará	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo Matuya	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Membrillal	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Mendoza	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Mesa	2	Represas Playón y Matuya	2903-06
Arroyo Mesura	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Molinero	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Monguá	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Monroy	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Mucacal	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Naranjal	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Negro	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Palmito	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Palo Alto o Chiquito	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Pantano	2	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Arroyo Patín	2	Occidental Embalse Guájaro	2903-15
Arroyo Pava	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Payiso	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo Pita	2	Arroyo Caimán	2903-13
Arroyo Platanal	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Polón	2	Arroyo Cabildo o Grande	2903-12
Arroyo Porvenir	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Prusia	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Quebrada Anzuelo	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Quita Calzón	2	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	2903-09
Arroyo Saino	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01
Arroyo Salado	2	Norte Embalse Guájaro	2903-01



NOMBRE DE LA CORRIENTE	ORDEN	SUBCUENCA	COD SUB
Arroyo San Antonio	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo San Juan	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo San Luis	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo San Sebastián	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo Songo	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Tío Mato	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Arroyo Toló	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Toro	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Toro (Arroyo de Lata) (Arroyo Malogo)	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Totumo	2	Complejo María La Baja	2903-05
Arroyo Urbia	2	Ciénaga Jobo - Negros	2903-03
Arroyo Vallejo	2	Sur Delta	2903-07
Arroyo Vendabal	2	Ciénagas Capote - Tupe	2903-04
Arroyo Vericuetto	2	Ciénaga Aguas Claras	2903-14
Canal Ciénaga	1	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Canal de Carmín	1	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Canal del Dique	1	Canal del Dique	2903-17
Canal El Gato	1	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Canal Lequerica	1	Canal del Dique	2903-08
Canal Loro	1	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02
Canal Sabanagrande	1	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	2903-02

Fuente: Consorcio Canal del Dique

**Figura 3.416. Jerarquización de la red de drenaje.**

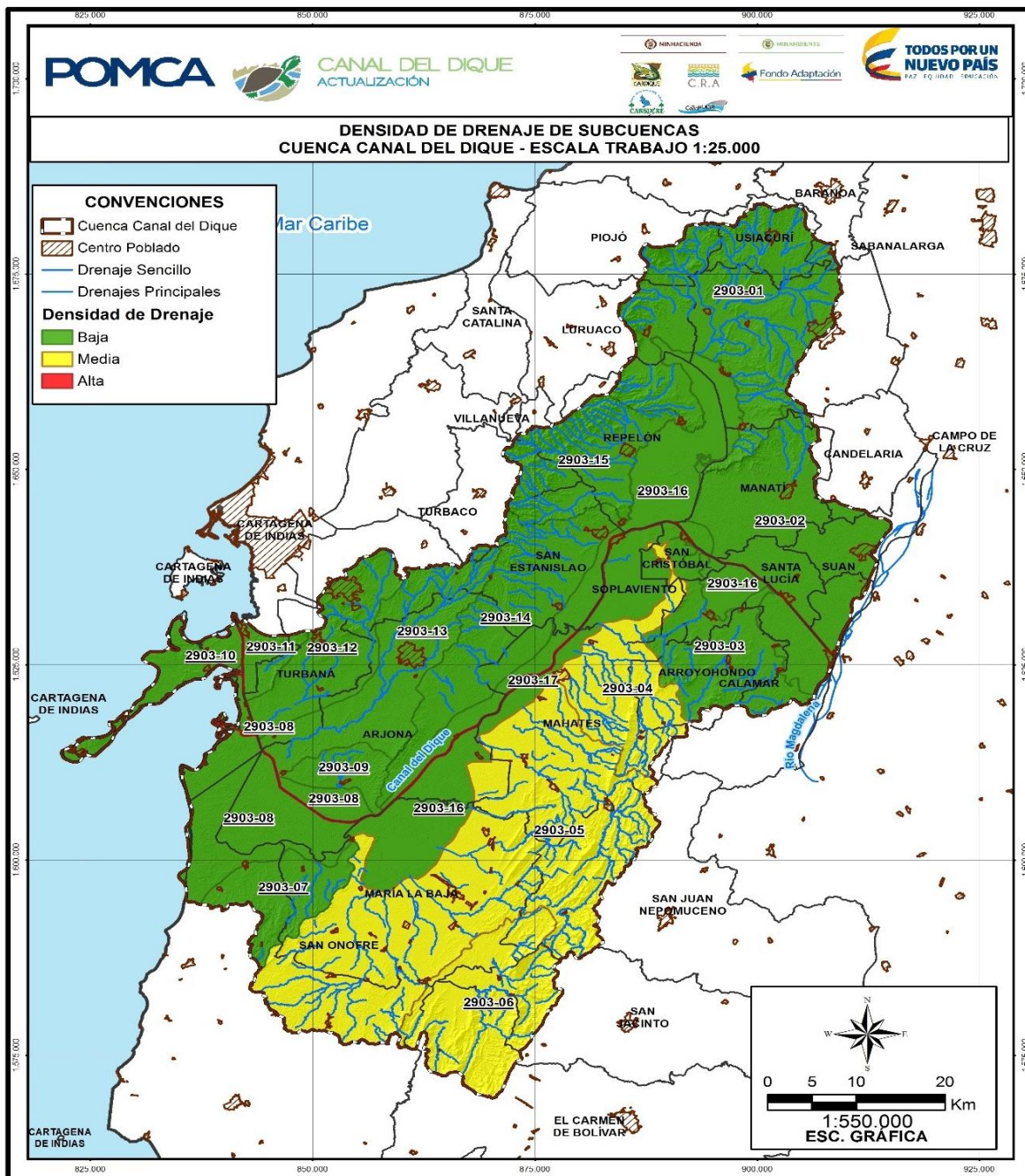


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.4.4.8 Densidad de Drenaje

La densidad de drenaje calculada para las subcuencas se encuentra evidenciado en la siguiente **Figura 3.417**.

**Figura 3.417. Densidad de drenaje en las Subcuencas de Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La densidad de drenaje a nivel de microcuencas se presenta a continuación, ver **Figura 3.418**.







### 3.4.5 Conclusiones

- El presente documento presenta una recopilación del procesamiento, actualización y análisis que se le ha realizado a la información cartográfica, con un mayor énfasis los cauces y cuerpos de agua.
- Se presentan resultados de la delimitación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras presentando los diferentes parámetros hidrográficos aquí estudiados, tales como perfiles longitudinales de los cauces principales de cada una de las subcuencas, la jerarquización de drenaje a nivel de cuenca y subcuenca, y por último la densidad de drenaje de la cuenca.
- Con la información del límite de la cuenca y la cartografía base, se pudo definir con claridad los vacíos de información para la generación del Modelo Digital del Terreno (MDT) de manera que la información anterior pudo ser complementada con imágenes para la generación de los productos de interés.
- Una vez definido el límite de cuenca final, con base en los drenajes de la cuenca se identificaron y codificaron 17 subcuencas y 5 microcuencas.

### 3.5 MORFOMETRÍA

#### 3.5.1 Resumen

Con el objetivo de generar la información Básica cartográfica requerida para la implementación de la Gestión del Riesgo en el POMCA de la Cuenca Canal del Dique, elaborada siguiendo los parámetros definidos en el protocolo del Minambiente (2014) y cumpliendo con las especificaciones técnicas del Fondo Adaptación-FA (2014) y la metodología utilizada por el IGAC; se presenta esta memoria explicativa que acompaña los resultados definidos en los mapas de pendientes a escala 1:25.000, existentes en la cuenca.

El Mapa de morfometría se evidencia la forma de la cuenca, donde se definen los parámetros para establecer las relaciones hidrológicas de generalización territorial teniendo en cuenta el área, perímetro, longitud y ancho de la cuenca, factor de forma, coeficiente de compacidad, índice de alargamiento, índice de asimetría, longitud y perfil del cauce principal, curva hipsométrica, elevación media, pendiente del cauce y de la cuenca y tiempo de concentración

#### 3.5.2 Introducción

Los componentes de hidrografía, morfometría y pendientes de la Cuenca Canal del Dique proporcionan información concisa y sistemática a escala 1:25.000, determinante para el proceso de evaluación de cada una de las amenazas que se pueden presentar dentro de la cuenca y que son de especial interés para el POMCA. Para el logro de los objetivos se ha seguido la metodología del Alcance Técnico de la Cuenca Canal del Dique y la Guía Técnica de POMCAS, con sus respectivos anexos (Anexo A y B), así como del Protocolo para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas, para el desarrollo de la propuesta metodológica presentada con base en el análisis de información con la que se cuenta.

En ese sentido, se tiene dentro de la temática de morfometría, los parámetros para establecer las relaciones hidrológicas de generalización territorial teniendo en cuenta el área, perímetro, longitud y ancho de la cuenca, factor de forma, coeficiente de compacidad, índice de alargamiento, índice de asimetría, longitud y perfil del cauce principal, curva hipsométrica, elevación media, pendiente del cauce y de la cuenca y tiempo de concentración. Finalmente, en la temática de Pendientes, se relaciona la morfología y dinámica de todas las formas del relieve teniendo en cuenta una jerarquización específica de acuerdo a su geometría; este insumo favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran dentro del terreno.

#### 3.5.3 Generalidades del Área

La Cuenca Canal del Dique de 441.010,774 hectáreas, es considerada por su producción agrícola, ganadera y pesquera de gran importancia regional que sustenta buena parte del consumo requerido por la demanda agroindustrial de Cartagena y Barranquilla.

### 3.5.3.1 Infraestructura

El Canal del Dique presenta una buena infraestructura vial, fluvial, marítima y aeroportuaria. La infraestructura terrestre es de vías de primero, segundo y tercer orden, y se está iniciando la construcción de vías de tercera generación (doble calzada) en las inmediaciones del Distrito de Cartagena (Mamonal con Gambote). La comunicación fluvial se efectúa a través del río Magdalena, el Canal del Dique y en pequeña escala a través de los embalses y ciénagas ubicadas dentro del perímetro de la cuenca. La Navegación Marítima comercial y turística se efectúa a través del Puerto de Cartagena con embarcaciones de importante calado. Además, se resalta la importancia del aeropuerto internacional de Cartagena como gran polo de desarrollo turístico nacional, ubicado en la parte media Occidental de la cuenca.

### 3.5.3.2 Población

En la Cuenca Canal del Dique se localiza Cartagena, capital del Departamento de Bolívar principal polo de desarrollo comercial Nacional e Internacional y se constituye en el principal centro poblacional de la cuenca con 971.700 habitantes. Además, existen municipios como Sabanalarga, Usiacurí, Repelón, Manatí, Suan, Calamar, Campo de la Cruz, Arroyohondo, María la Baja y Mahates entre otros, cuya población por municipio no es superior a los 100.000 habitantes.

### 3.5.3.3 Clima y Productividad

Las condiciones climáticas oscilan entre tropical húmedo, seco y semiárido en las épocas donde son deficientes las precipitaciones. Es sobresaliente el clima templado en la serranía de San Jacinto dadas las condiciones topográficas que inciden en las corrientes de aire de los vientos alisios del Noreste y las precipitaciones en la cuenca de marcada incidencia en la productividad de la región. La temperatura media anual es del orden de los 27°C; con medias máximas registradas de 29,9°C, y mínimas de 25°C, entre octubre y noviembre.

En la cuenca se presentan cultivos de yuca, plátano, maíz, el arroz, algodón, el ñame, tabaco y frijol en la parte alta de la serranía de San Jacinto, y son sobresalientes las actividades pecuarias y la pesca.

## 3.5.4 Morfometría de la Cuenca

Para realizar el análisis de la morfometría de la cuenca se debe entender cómo se define la Cuenca Hidrográfica. Según el Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales), se entiende por cuenca *“el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, las cuales confluyen en un curso mayor, que, a su vez, puede desembocar a un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente al mar”*.

De acuerdo con la altura, la cuenca se divide en alta, media y baja. La parte alta, denominada páramo o jalca, es el lugar donde se genera y concentra la mayor parte del agua. Es escasamente poblada y en la mayoría de las regiones la habitan

predominantemente pequeños productores, comunidades campesinas y pueblos indígenas.

Ahora bien, de acuerdo con el tamaño, se clasifica en cuenca, subcuenca y microcuenca, de manera que, para el caso de la Cuenca Canal del Dique, se maneja la información hasta la división de subcuencas de manera que se analiza hasta el nivel en el cual, escorrentía superficial de la unidad de área fluye hacia un punto particular de un curso de agua, que para el caso es una confluencia de ríos.

Como se mencionó anteriormente, las características morfológicas más importantes a tener en cuenta en el estudio de una cuenca son: Área, longitud de la cuenca y su perímetro, pendiente promedio de la cuenca, curva hipsométrica, perfil y pendiente promedio del cauce principal. En este sentido, se tiene que la delimitación de la cuenca es definido y aprobado por la Corporación Autónoma Regional pertinente a la zona, y es sobre este que se trabajan todos los productos a desarrollar dentro de las temáticas que aborda el POMCA.

Ahora bien, con la intención de tener claridad sobre las variables morfométrica de interés, a continuación, se presenta la definición de las mismas.

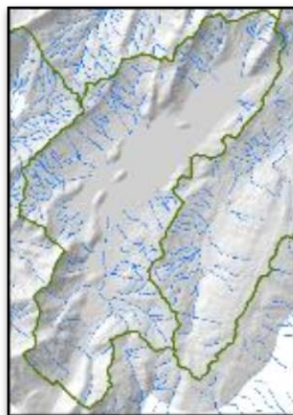
#### 3.5.4.1 Definiciones de las Variables Morfométricas

##### Área de la Cuenca (A)

El área de la cuenca está definida por el espacio delimitado por la curva del perímetro (P). Esta línea se traza normalmente mediante fotointerpretación de fotografía aéreas en las que se aprecia el relieve (y por lo tanto las divisorias de aguas) o sobre un mapa topográfico en función las curvas de nivel representadas. Probablemente sea el factor más importante en la relación a la escorrentía con las características morfológicas.

Adicionalmente a lo comentado con respecto a la delimitación de la cuenca, se ha procedido a realizar la delimitación de las subcuencas, teniendo en cuenta los cauces generados a partir de DTM (generación de cauces y subcuencas), como se verá más adelante (ver **Figura 3.419**).

**Figura 3.419. Delimitación de una sub cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



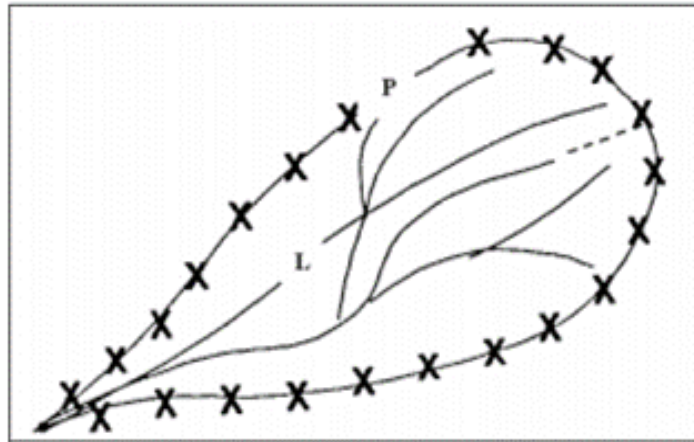
### Longitud del Cauce Principal, Perímetro y Ancho

La longitud (**L**) de la cuenca viene definida por la longitud de su cauce principal, siendo la distancia equivalente que recorre el río entre el punto de desagüe aguas abajo y el punto situado a mayor distancia topográfica aguas arriba.

Al igual que la superficie, este parámetro influye enormemente en la generación de escorrentía y por ello es determinante para el cálculo de la mayoría de los índices morfométricos.

En cuanto al perímetro de la cuenca, este informa sobre la forma de la cuenca; para una misma superficie, los perímetros de mayor valor se corresponden con cuencas alargadas mientras que los de menor lo hacen con cuencas redondeadas (ver **Figura 3.420**).

**Figura 3.420. Perímetro y Longitud de la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

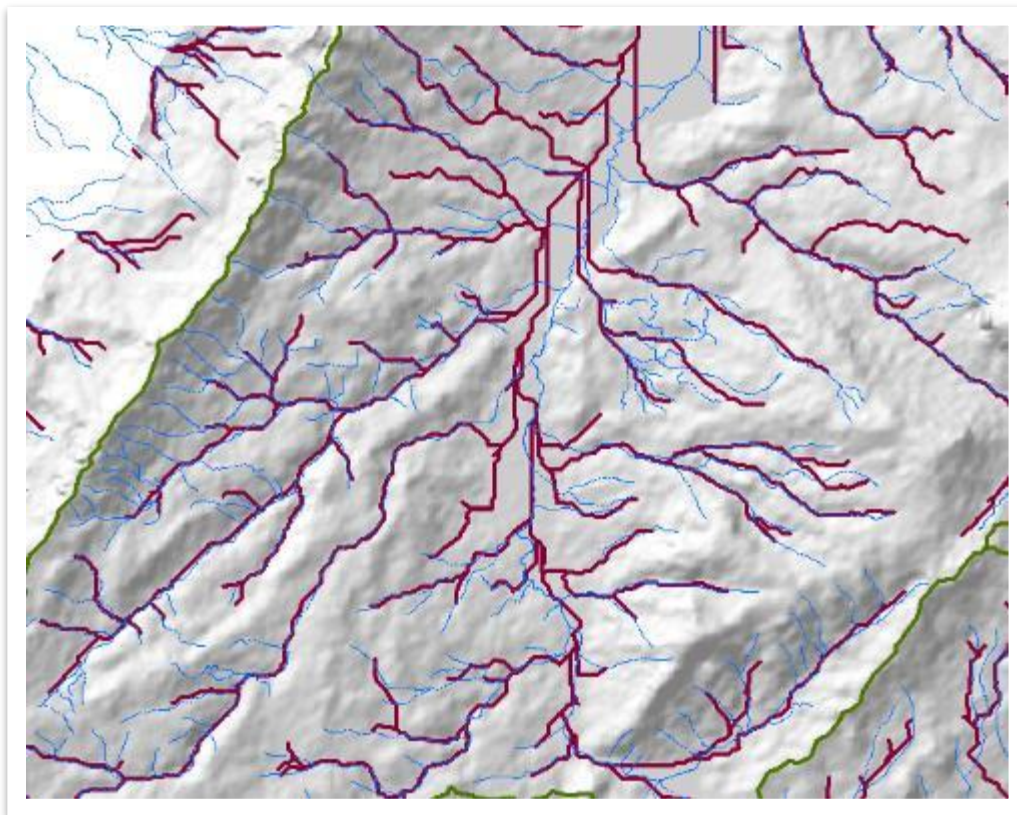
Finalmente, el ancho se define como la relación entre el área (**A**) y la longitud de la cuenca (**L**) y se designa por la letra (**W**) de forma que:

$$W = \frac{A}{L}$$

A: superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>. L: longitud de la cuenca en km.

Ahora bien, para la determinación de las subcuencas, se tuvo que generar los cauces y con estos redelimitar cada área, pues con la información entregada por el consorcio se generaban muchas inconsistencias como se muestra en la **Figura 3.421**. Allí, los drenajes de color azul son los entregados por el Consorcio Canal del Dique y los fucsias son los generados a partir del DTM, como se podrá observar no se encuentran alineados y algunos cauces inclusive se interceptan en zonas donde no deberían encontrarse.

**Figura 3.421. Diferencia entre drenajes**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Esta información se ha validado con los perfiles topográficos de los cauces que se mostrarán posteriormente.

### **Pendiente de la Cuenca**

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja ( $DA=HM-Hm$ ).

A partir de la definición de la pendiente media, vemos como se debe utilizar la información generada a partir de DTM obtenido.

#### **3.5.4.2 Parámetros de Forma**

La forma de una cuenca es determinante de su comportamiento hidrológico (cuencas con la misma área, pero de diferentes formas presentan diferentes respuestas hidrológicas hidrogramas, ante una lámina precipitada de igual magnitud y desarrollo), de ahí que algunos parámetros traten de cuantificar las características morfológicas por medio de índices o coeficientes.

En ese sentido, para el análisis de la Cuenca Canal del Dique se utilizarán los siguientes Coeficientes:

### Coeficiente de Gravelius o de Compacidad

También conocido por el nombre de Coeficiente de Compacidad, este coeficiente relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de una cuenca teórica circular de igual área; estima por tanto la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca (longitud que abarca desde la salida hasta el punto topográficamente más alejado de ésta) (ver **Tabla 3.133**).

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P: Perímetro de la cuenca (Km)

A: Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

**Tabla 3.133. Categorías Índice Morfométrico.**

RANGOS DE Kc	CLASES DE COMPACIDAD	CATEGORÍA IND. MORFOMÉTRICO
1 – 1,125	Casi redonda a oval-redonda	1
1,126 – 1,250	De oval redonda a oval oblonga	2
1,251 – 1,375		3
1,376 – 1,500	De oval oblonga a rectangular oblonga	4
> 1,500		5

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.5.4.3 Parámetros de Relieve

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores.

Los parámetros de relieve principales son: pendiente media del cauce (**J**), pendiente media de la cuenca (**j**), curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas y altura media (**H**). Para el caso de las siguientes variables, estamos a la espera de la aprobación para utilizar la información generada a partir del DTM.

#### Pendiente Media del Cauce

Es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce y su longitud.

#### Pendiente Media o Promedio de la Cuenca

Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca en las que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; es un índice de la velocidad media de la escorrentía y, por lo tanto, de su poder de arrastre o poder erosivo.

#### 3.5.4.4 Tiempo de Concentración

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea a un punto de salida. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se encuentra la ecuación de Kirpich:

$$Tc = 0.6628 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).

#### 3.5.4.5 Curva Hipsométrica

La mayor parte de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos (precipitaciones, temperatura, caudales específicos, etc.) se presentan en función de la altitud, por lo tanto, es muy importante calcular la distribución de la cuenca vertiente, en km<sup>2</sup>. La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. Se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en km<sup>2</sup> o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel o cota, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros.

#### 3.5.4.6 Altura media (H)

La altura media, H, es la elevación promedia referida al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca.

La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales reinantes.

Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región, el cual, da una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella.

$$H = \frac{V}{A}$$



Donde:

**V:** Volumen Comprendido entre la curva.

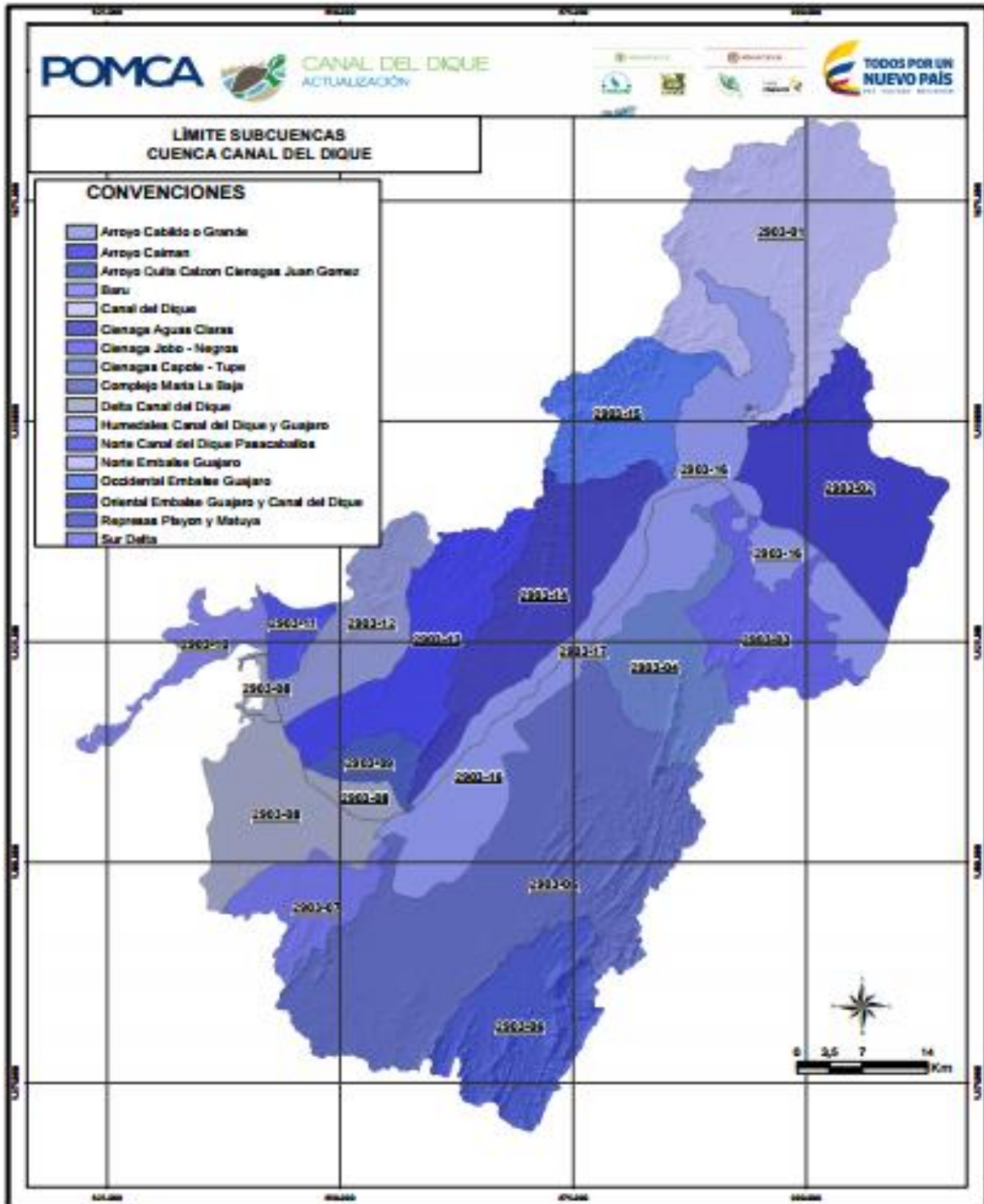
Este valor puede ser calculado usando la curva hipsométrica o el histograma de frecuencias altimétricas. La estimación por una media aritmética ponderada en el caso del histograma, o de la curva hipsométrica calculando el área bajo la curva y dividiéndola por el área total.

### 3.5.5 Resultados Obtenidos

#### 3.5.5.1 Parámetros Morfométricos a Nivel de Subcuenca

Para la temática de morfometría en la Cuenca Canal del Dique se muestran a continuación (ver **Figura 3.422**).

Figura 3.422. Subcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.134**, se listan las subcuencas generadas.

**Tabla 3.134. Listado de las subcuencas.**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE
1	2903-01	Norte Embalse Guájaro
2	2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique
3	2903-03	Ciénaga Jobo - Negros
4	2903-04	Ciénagas Capote - Tupe
5	2903-05	Complejo María La Baja
6	2903-06	Represas Playón y Matuya
7	2903-07	Sur Delta
8	2903-08	Delta Canal del Dique
9	2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez
10	2903-10	Barú
11	2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos
12	2903-12	Arroyo Cabildo o Grande
13	2903-13	Arroyo Caimán
14	2903-14	Ciénaga Aguas Claras
15	2903-15	Occidental Embalse Guájaro
16	2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro
17	2903-17	Canal del Dique

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la temática de Morfometría, los parámetros principales para conocer la magnitud de cada subcuenca, se refieren al perímetro y al área de cada una, los cuales se evidencian en la para la Cuenca Canal del Dique en la **Tabla 3.135**, y a partir de dichos valores se presenta el restante de los parámetros morfométricos obtenidos para el área de estudio.

Tabla 3.135. Parámetros Morfométricos de las subcuencas del Canal del Dique.

#	ÁREA	PERÍMETRO	NOMBRE	CAUCETOTAL	CAUCEPPAL	LONG_CCA	ANCHO_CCA	FACT_FORMA	COEF_COMPA	DENS_DREN	PEND_CPAL	PEND_CCA	IND_MORFOM	IND_ALARGA	IND_ASIMET	ELEV_MEDIA	TIEMP_CON	MAX	MIN
1	498,007316	171,465809	Norte Embalse Guájaro	1473,28236	24744,20	14,952	33,307	2,228	2,151	2,958	1,988%	5,688658	Alta	0,449	2,43316019	73,402	218,314	494,5	2,5
2	335,576153	95,733524	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	362,653959	16140,88	10,883	30,835	2,833	1,463	1,081	1,042%	1,144903	Muy Baja	0,353	1,51444052	28,997	201,457	174,9	6,7
3	198,744725	112,31123	Ciénaga Jobo - Negros	447,855666	21400,97	14,759	13,466	0,912	2,231	2,253	0,902%	2,739924	Baja	1,096	1,18167906	37,254	264,628	202,9	9,8
4	194,03148	94,694124	Ciénagas Capote - Tupe	659,699272	30699,50	19,142	10,136	0,530	1,903	3,400	1,355%	5,232863	Alta	1,888	1,31092468	50,128	298,791	426,7	10,8
5	864,359294	202,818579	Complejo María La Baja	2969,08459	42286,29	21,513	40,178	1,868	1,932	3,435	1,346%	7,959696	Alta	0,535	1,24961465	68,236	383,304	579,9	10,8
6	255,378866	82,31853	Represas Playón y Matuya	904,749403	17091,04	9,785	26,099	2,667	1,442	3,543	4,577%	22,409478	Alta	0,375	3,94776117	168,996	119,103	828,1	45,8
7	115,624013	65,834469	Sur Delta	145,407808	17802,62	14,795	7,815	0,528	1,714	1,258	1,190%	2,441337	Muy Baja	1,893	1,10561964	41,552	206,459	220,1	8,3
8	264,434795	159,721123	Delta Canal del Dique	120,408705	20031,65	12,898	20,502	1,590	2,750	0,455	0,136%	0,227127	Muy Baja	0,629	7,93890243	6,331	520,529	26,1	-1,2
9	55,532193	38,308093	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	98,20623	10835,94	5,558	9,991	1,798	1,439	1,768	1,119%	1,061058	Baja	0,556	1,25066985	27,023	144,237	128,5	7,2
10	73,117899	89,684718	Barú	69,564166	4357,87	3,596	20,334	5,655	2,937	0,951	1,276%	0,688745	Muy Baja	0,177	1,83931052	4,624	68,001	54,7	-0,9
11	40,940758	31,475241	Norte Canal del Dique Pasacaballos	117,93762	11749,02	7,927	5,165	0,652	1,377	2,881	1,509%	2,374942	Alta	1,535	1,29223559	31,363	136,823	177,1	-0,1
12	174,560268	70,714516	Arroyo Cabildo o Grande	375,463817	20994,94	12,373	14,108	1,140	1,499	2,151	1,069%	2,832844	Moderado	0,877	1,93782758	74,497	244,268	225,4	0,9
13	250,851168	101,799886	Arroyo Caimán	642,733336	52361,17	34,426	7,287	0,212	1,800	2,562	0,328%	1,597954	Alta	4,725	1,33026206	66,685	777,929	178,6	6,7
14	291,226238	113,75034	Ciénaga Aguas Claras	833,672406	15124,58	10,915	26,681	2,444	1,866	2,863	2,236%	2,96805	Alta	0,409	7,65393043	52,064	142,829	348,4	10,2
15	192,612761	80,310877	Occidental Embalse Guájaro	455,110196	12949,56	10,512	18,323	1,743	1,620	2,363	3,965%	12,927781	Moderado	0,574	1,86430989	126,823	101,659	514,9	1,5
16	591,994666	444,975237	Humedales Canal del Dique y Guájaro	98,035688	54337,28	49,477	11,965	0,242	5,121	0,166	0,048%	0,236257	Muy Baja	4,135	1,4855212	11,352	1672,168	26,6	0,3
17	13,125199	255,106818	Canal del Dique	119,842207	115607,91	67,694	0,194	0,003	19,716	9,131	0,009%	0,173452	Alta	349,136	1,30239424	8,390	5744,141	10,3	0,0

Fuente: Consorcio Canal del Dique

Donde tenemos que:

Código: Código

Área: Área (Km<sup>2</sup>)

Perímetro: Perímetro (Km)

Nombre: Nombre de la Subcuenca

CauceTotal: Longitud del total de cauces (Km)

CaucePpal: Longitud del cauce principal (m)

Long\_Cca: Longitud de la cuenca (Km)

Ancho\_Cca: Ancho de la cuenca (Km)

Fact\_forma: Factor de forma

Coef\_Comp: Coeficiente de Compacidad

Dens\_Dren: Densidad de drenaje (Km/Km<sup>2</sup>)

Pend\_Cpal: Pendiente del cauce principal (%)

Pend\_Cca: Pendiente media de la cuenca (%)

Ind\_Morfom: Índice morfométrico

Ind\_Alarga: Índice de alargamiento

Ind\_Asimet: Índice de asimetría

Elev\_Media: Elevación media (m)

Tiemp\_Con: Tiempo de concentración (min)

Max: Elevación máxima (m)

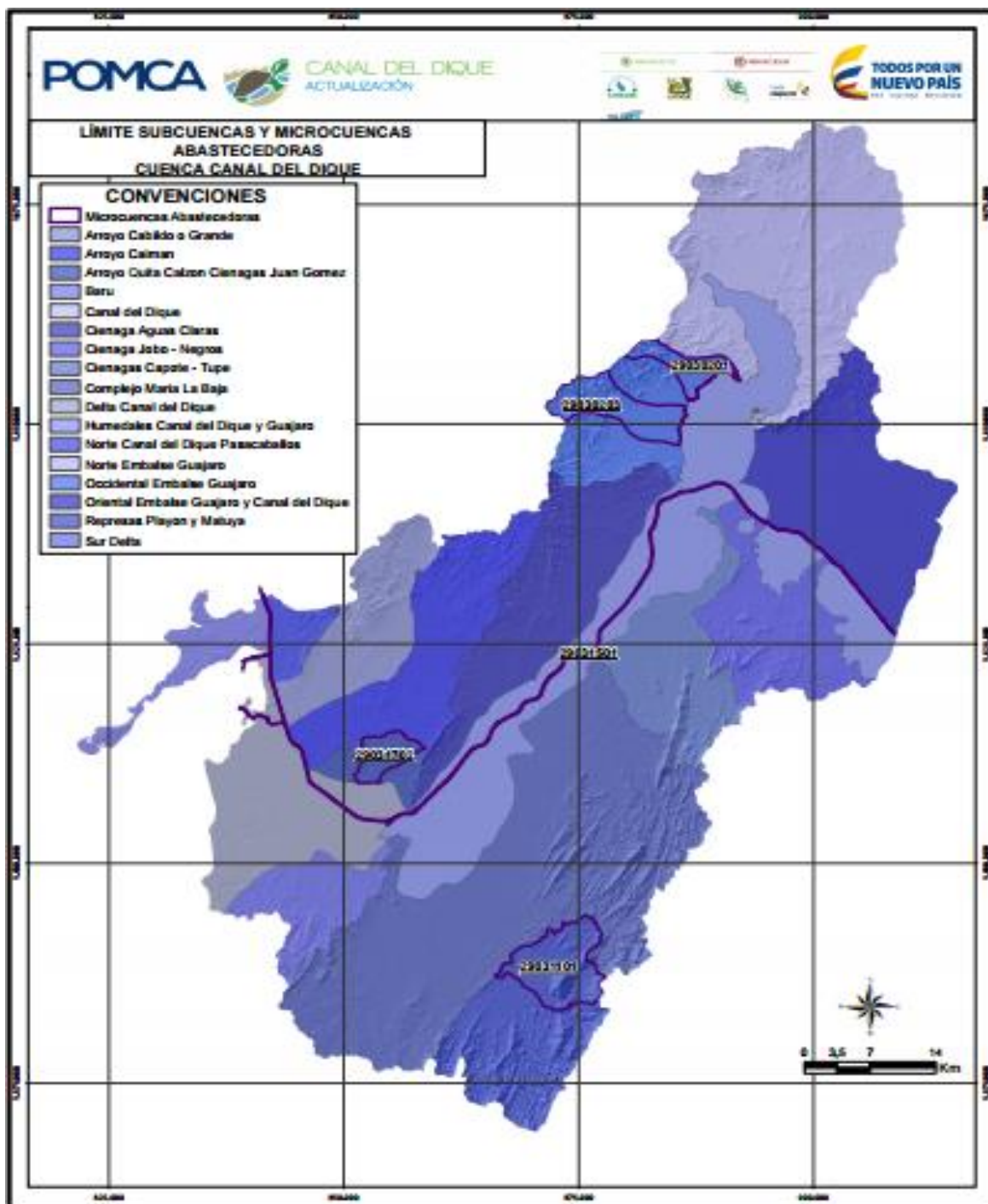
Min: Elevación mínima (m)



### 3.5.5.2 Parámetros Morfométricos a Nivel de Microcuenca Abastecedora

Las microcuencas abastecedoras resultantes de la aplicación de la metodología presentada en el capítulo de hidrografía se evidencian a continuación en la **Figura 3.423** y **Tabla 3.136**.

**Figura 3.423. Límite de las subcuencas y microcuencas abastecedoras.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.136. Codificación de las microcuencas abastecedoras.**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA MICROCUENCA
2903-11-01	Alcantarillado y aseo María La Baja s.a E.S.P
2903-02-03	Acueducto comunitario de Rotinet
2903-15-01	Canal del Dique
2903-02-01	Acueducto Comunitario de Rotinet
2903-17-02	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez

De la anterior delimitación y teniendo en cuenta los parámetros de los puntos de abastecimiento, se generaron los siguientes parámetros morfométricos para las microcuencas abastecedoras (ver **Tabla 3.137**).

**Tabla 3.137. Parámetros morfométricos de las microcuencas abastecedoras.**

CÓDIGO	ÁREA	PERÍMETRO	NOMBRE	CauceTotal	CaucePpal	Long_Cca	Ancho_Cca	Fact_forma	Coef_Compa	Dens_Dren	Pend_Cpal	Pend_Cca	Ind_Morfom	Ind_Alarga	Ind_Asimet	Elev_Media	Tiemp_Con	Max	Min
29031101	70.9479	42.06210	ALCANTARILLADO Y ASEO MARÍA LA BAJA S.A E.S.P	202.83420	17091.04	9.756	7.272239	0.745412	1.398232	2.858915	0.045774	17.151671	Alta	1.34154	2.670539	132.569285	119.102878	828.1419	45.811
29030203	57.5340	41.78612	ACUEDUCTO COMUNITARIO DE ROTINET	118.43591	19500.13	14.151	4.065725	0.28731	1.542508	2.058535	0.025366	13.721083	Moderada	3.48056	8.047917	149.672953	165.470326	502.6981	8.0527
29031501	13.1251	255.1068	Canal del Dique	115.30790	115607.90	67.694	0.194	0.003	19.717	8.808	0.009	0.173342	Alta	349.141	1.193186	8.392	5747.631	10.26	0
29030201	27.0974	36.7560	Acueducto Comunitario de Rotinet	39.827796	13787.19	8.938	3.032	0.339	1.977	1.47	3.079	12.4842	Baja	2.948	2.072	106.949	117.591	426.1	1.5
29031702	24.2968	22.1978	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	49.895856	10122.9	5.139	4.728	0.92	1.261	2.054	0.643	0.884919	Moderada	1.087	1.772	31.124	169.392	80.1	15

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Donde tenemos que:

Código: Código

Área: Área (Km²)

Perímetro: Perímetro (Km)

Nombre: Nombre de la Subcuenca

CauceTotal: Longitud del total de cauces (Km)

CaucePpal: Longitud del cauce principal (m)

Long\_Cca: Longitud de la cuenca (Km)

Ancho\_Cca: Ancho de la cuenca (Km)

Fact\_forma: Factor de forma

Coef\_Compa: Coeficiente de Compacidad

Dens\_Dren: Densidad de drenaje (Km/Km²)

Pend\_Cpal: Pendiente del cauce principal (%)

Pend\_Cca: Pendiente media de la cuenca (%)

Ind\_Morfom: Índice morfométrico

Ind\_Alarga: Índice de alargamiento

Ind\_Asimet: Índice de asimetría

Elev\_Media: Elevación media (m)

Tiemp\_Con: Tiempo de concentración (min)

Max: Elevación máxima (m)

Min: Elevación mínima (m)

### 3.5.5.3 Curvas Hipsométricas

El índice hipsométrico para la Cuenca Canal del Dique y sus subcuencas se muestra en la **Tabla 3.138**, la curva hipsométrica en la **Figura 3.424** y su grafico de distribución en la **Figura 3.425**.

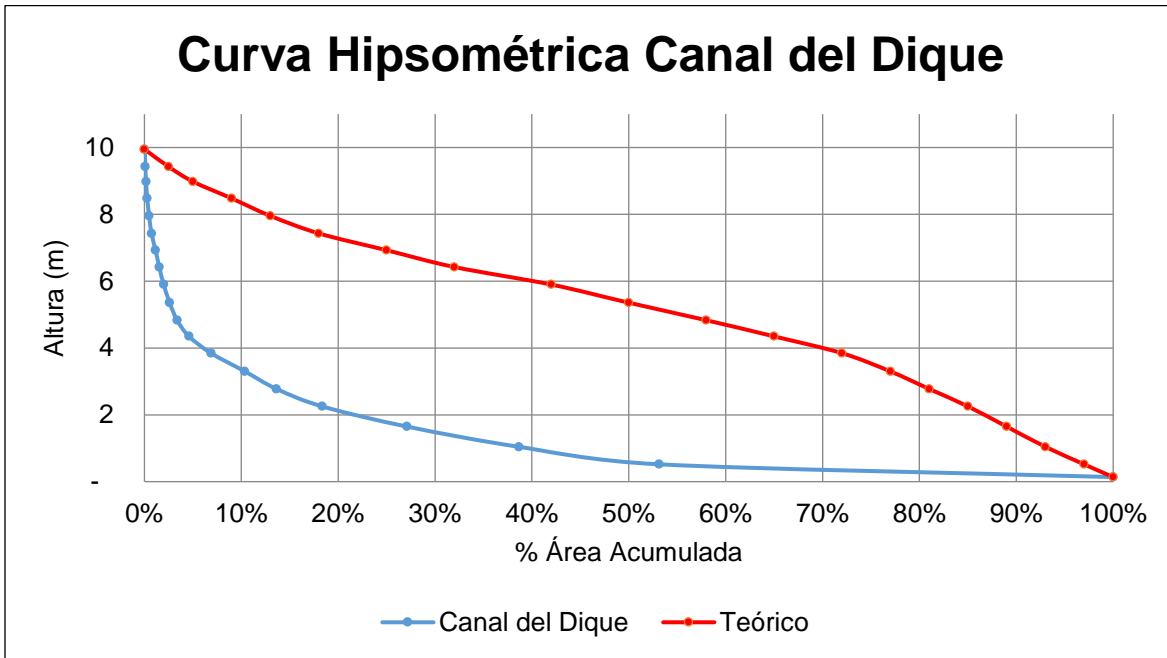
**Tabla 3.138. Índice Hipsométrico.**

SUBCUENCA	ÍNDICE HIPSONÉTRICO (IH)
Ciénega Jobo-Negro	0,4999595
Barú	0,4820546
Canal del Dique	0,4944227
Norte Embalse Guájaro	0,5009577
Occidente Embalse Guájaro	0,5000488
Oriente Embalse Guájaro	0,4998862
Ciénagas Capote-Tupa	0,5005233
Complejo María La Baja	0,5000427
Sur Delta	0,5001168
Represas Payon y Matuya	0,5000000
Delta Canal del Dique	0,4991786
Arroyo Quita Calzón	0,5008000
Arroyo Caimán	0,5000000
Arroyo Cabildo o Grande	0,5000000
Norte Canal del Dique	0,5006720
Ciénaga Aguas Claras	0,5008902
Humedales Canal del Dique	0,4985124
DIQUE	0,5001121

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

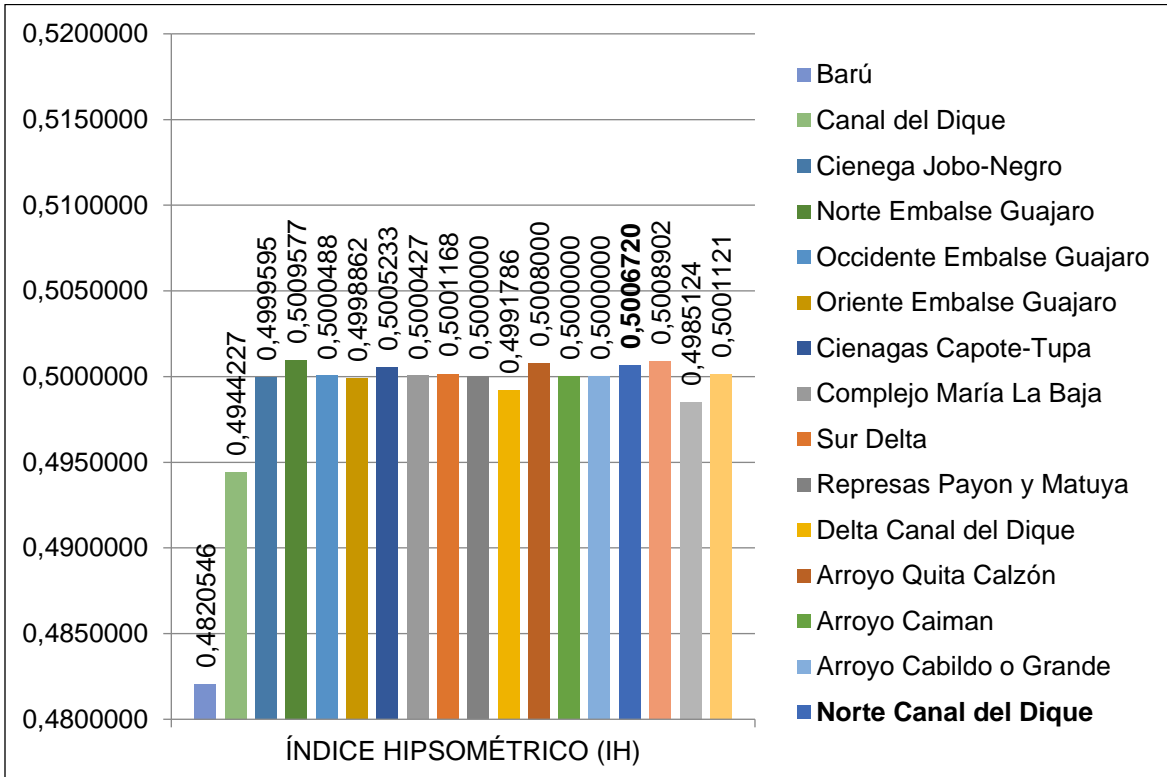


Figura 3.424. Curva Hipsométrica Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.425. Distribución del Índice Hipsométrico.

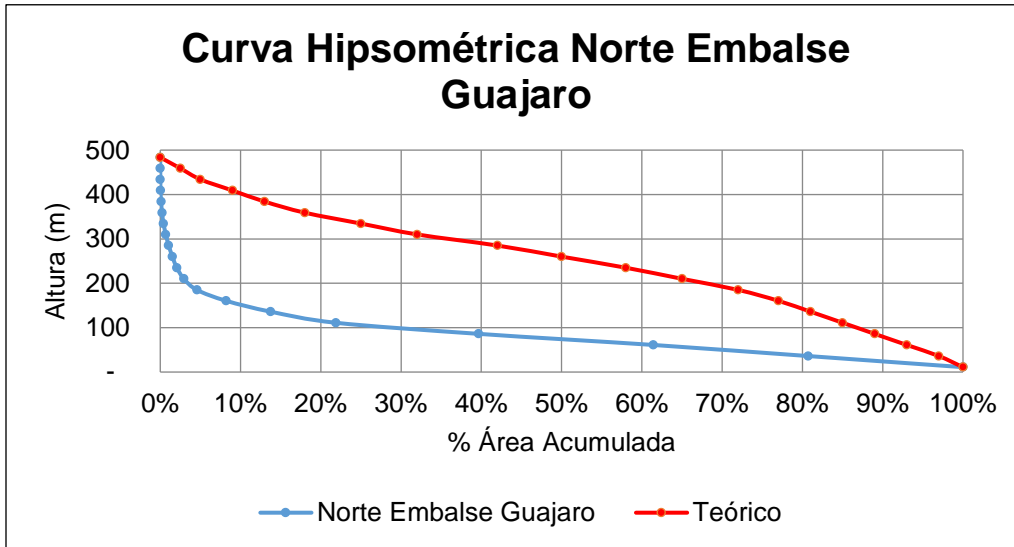


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las curvas hipsométricas resultantes para cada subcuenca se presentan de la **Figura 3.426** a la **Figura 3.442**.

3.5.5.3.1 Curva Hipsométrica Norte Embalse Guájaro

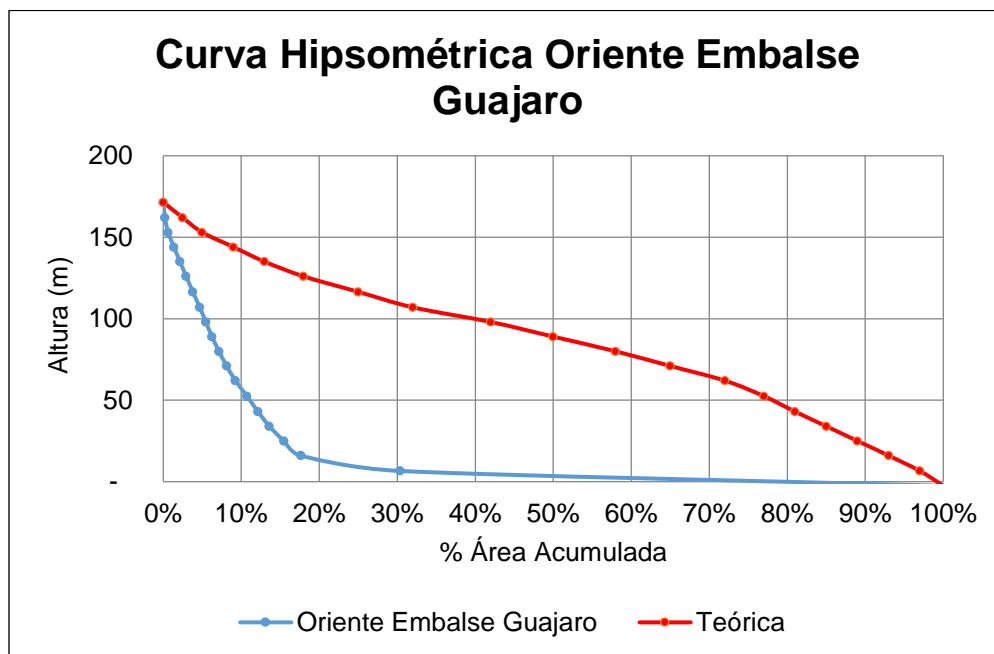
**Figura 3.426. Curva Hipsométrica Norte Embalse Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.2 Curva Hipsométrica Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique

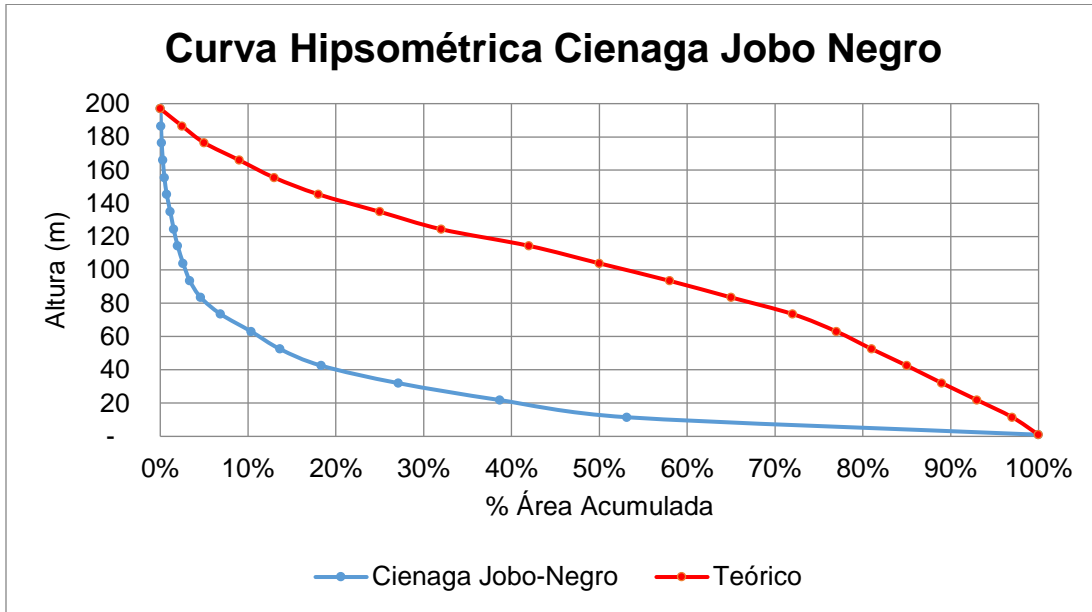
**Figura 3.427. Curva Hipsométrica Oriente Embalse Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.3 Curva Hipsométrica Ciénaga Jobo – Negros

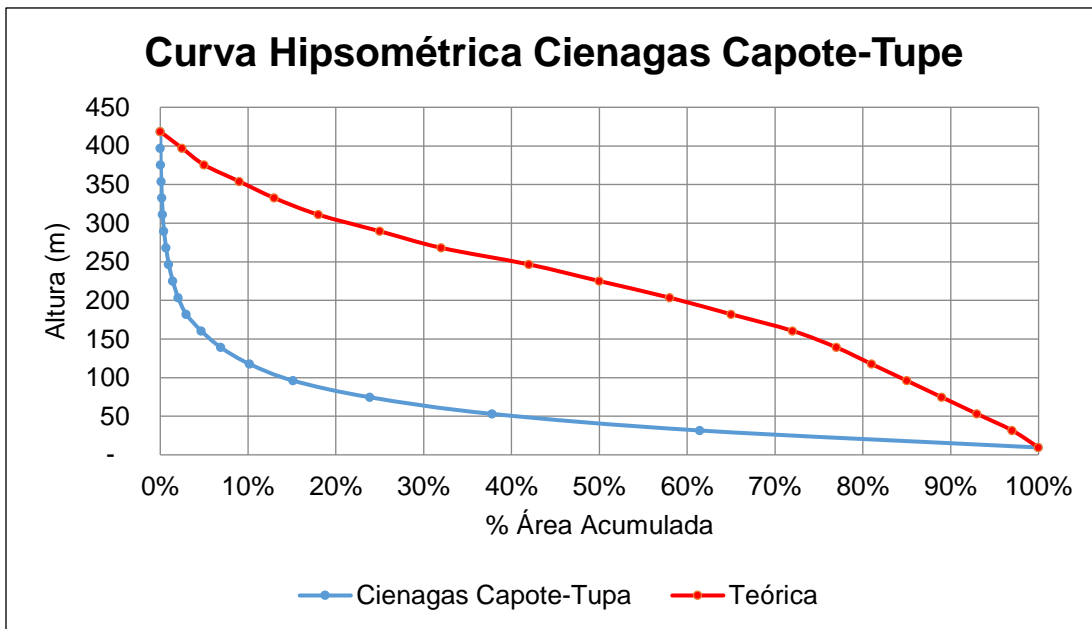
Figura 3.428. Curva Hipsométrica Ciénaga Jobo Negro.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.4 Curva Hipsométrica Ciénagas Capote – Tupe

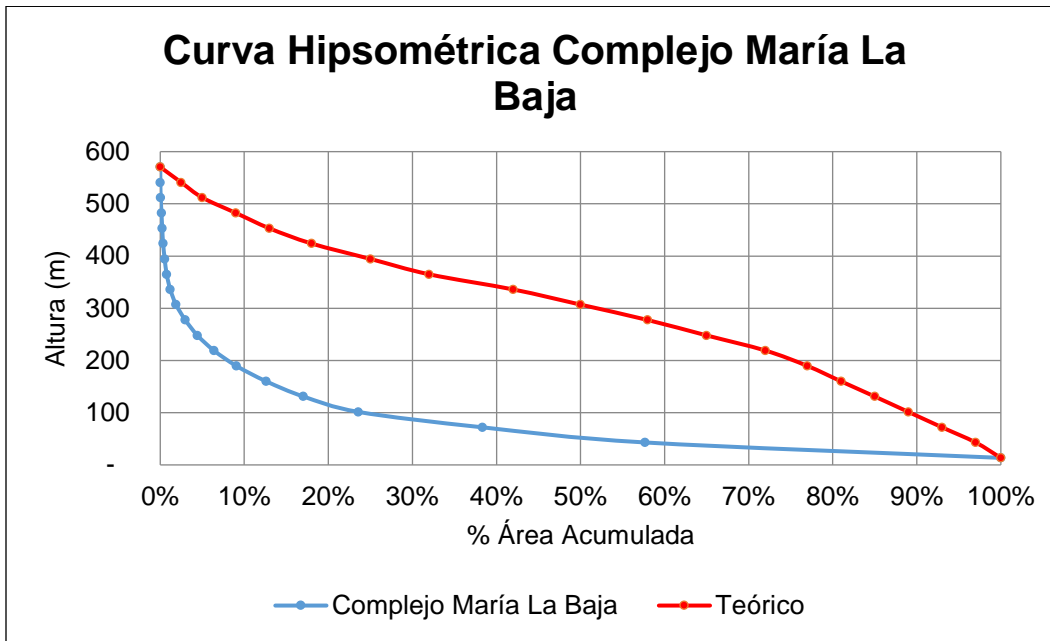
Figura 3.429. Curva Hipsométrica Ciénagas Capote-Tupe.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.5 Curva Hipsométrica Complejo María La Baja

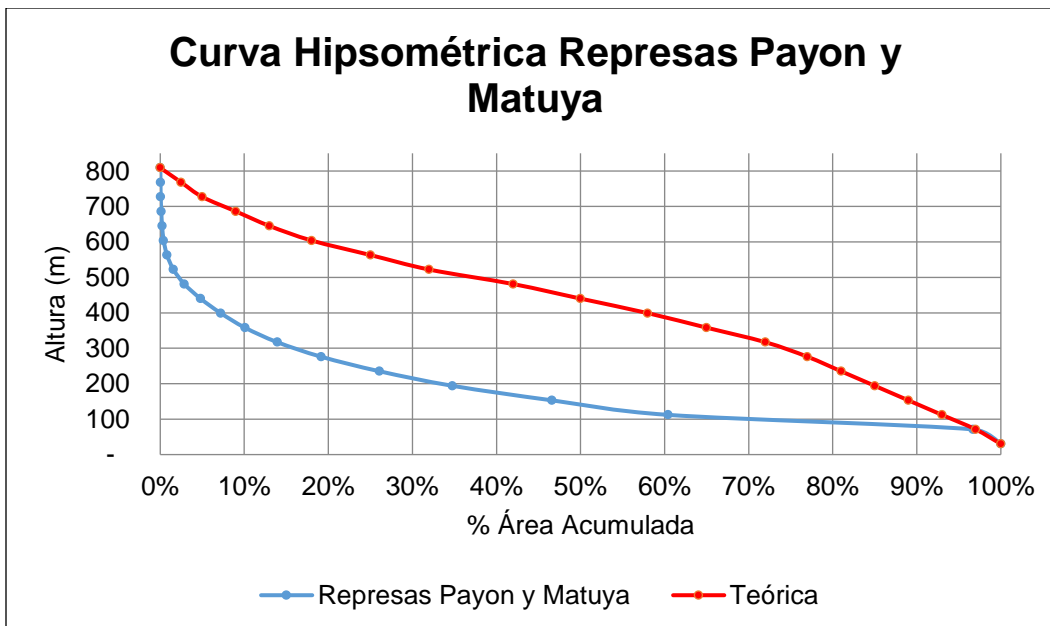
Figura 3.430. Curva Hipsométrica Complejo María La Baja.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.6 Curva Hipsométrica Represas Payon y Matuya

Figura 3.431. Curva Hipsométrica Represas Payon y Matuya.

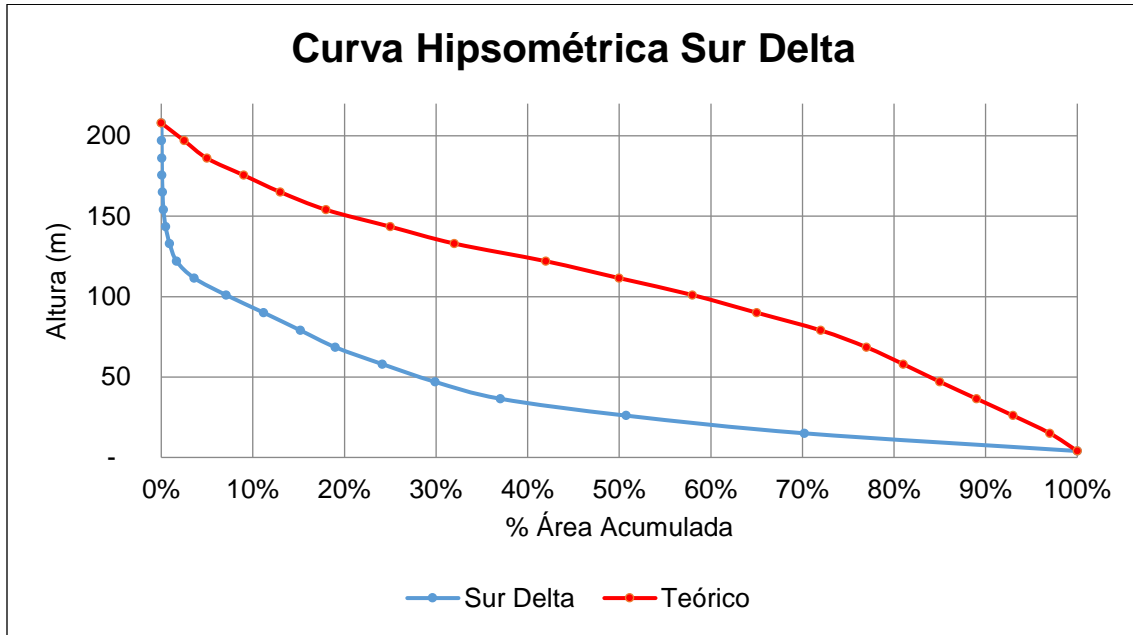


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.5.5.3.7 Curva Hipsométrica Sur Delta

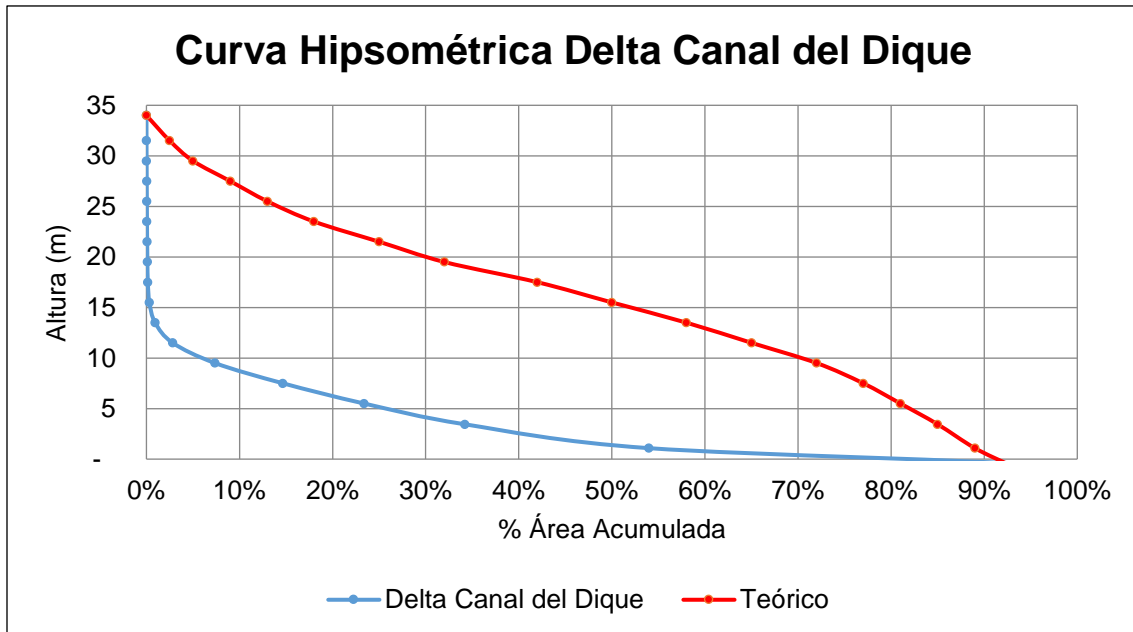
**Figura 3.432. Curva Hipsométrica Sur Delta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.8 Curva Hipsométrica Delta Canal del Dique

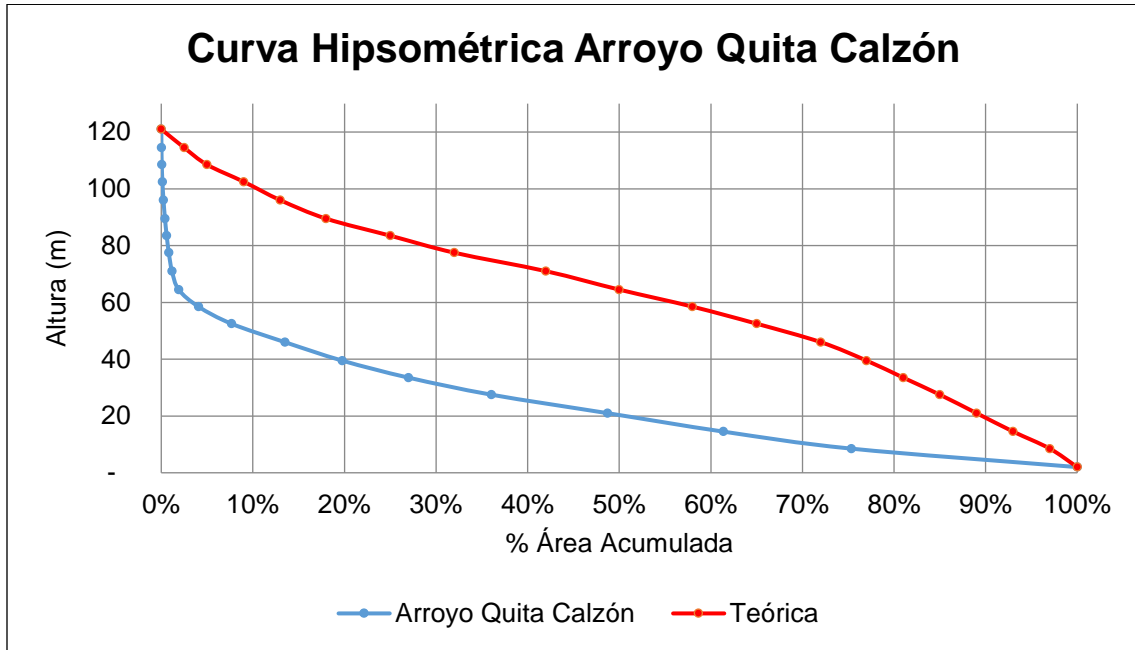
**Figura 3.433. Curva Hipsométrica Delta Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.9 Curva Hipsométrica Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez

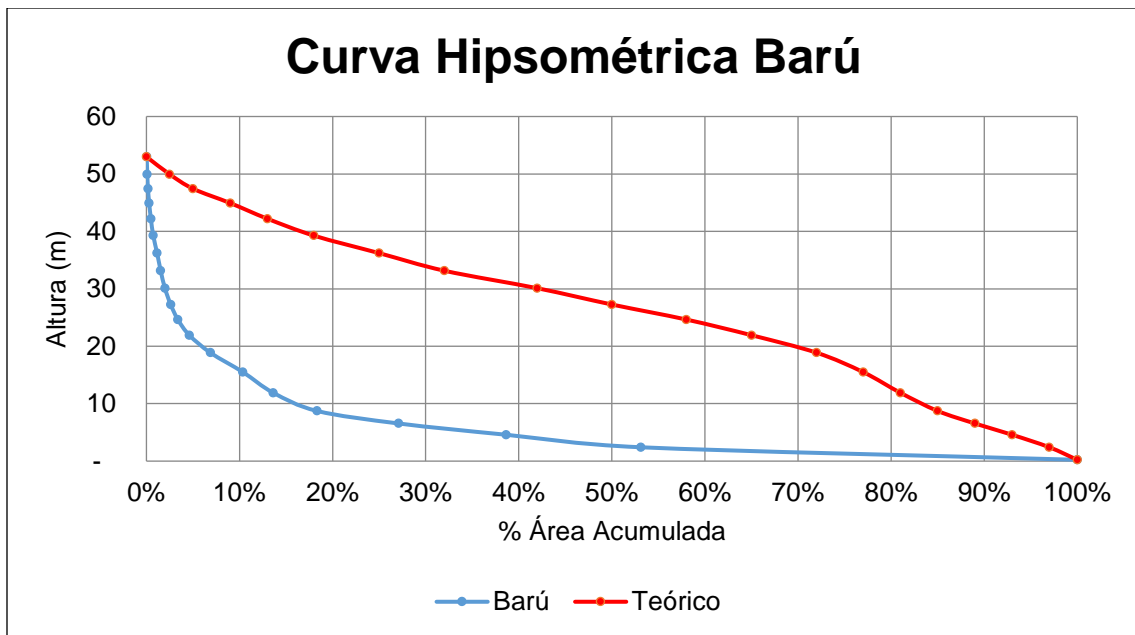
Figura 3.434. Curva Hipsométrica Arroyo Quita Calzón.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.10 Curva Hipsométrica Barú

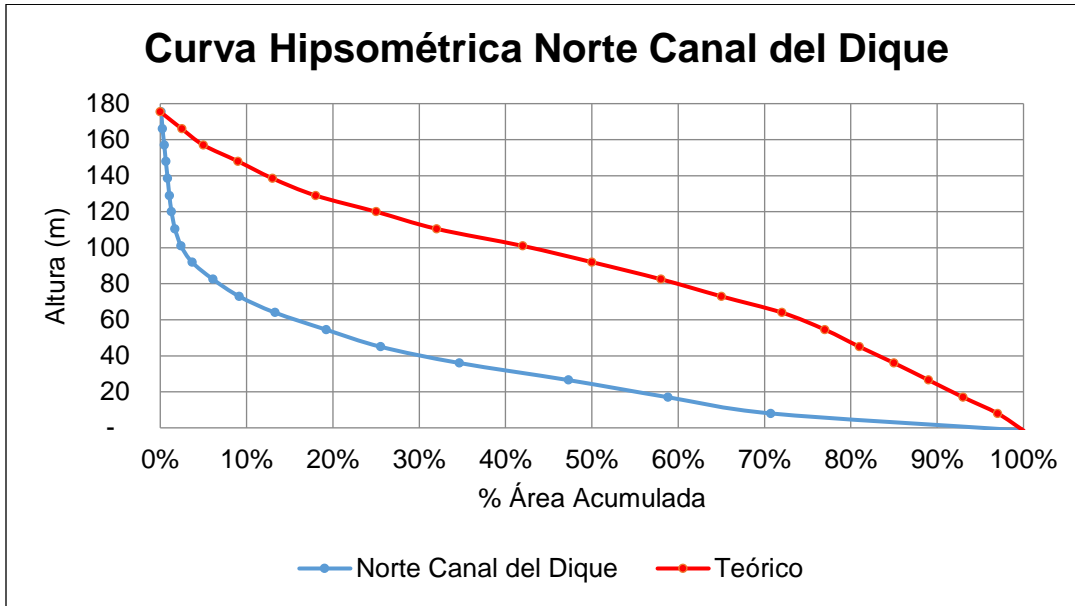
Figura 3.435. Curva Hipsométrica Barú.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.11 Curva Hipsométrica Norte Canal del Dique Pasacaballos

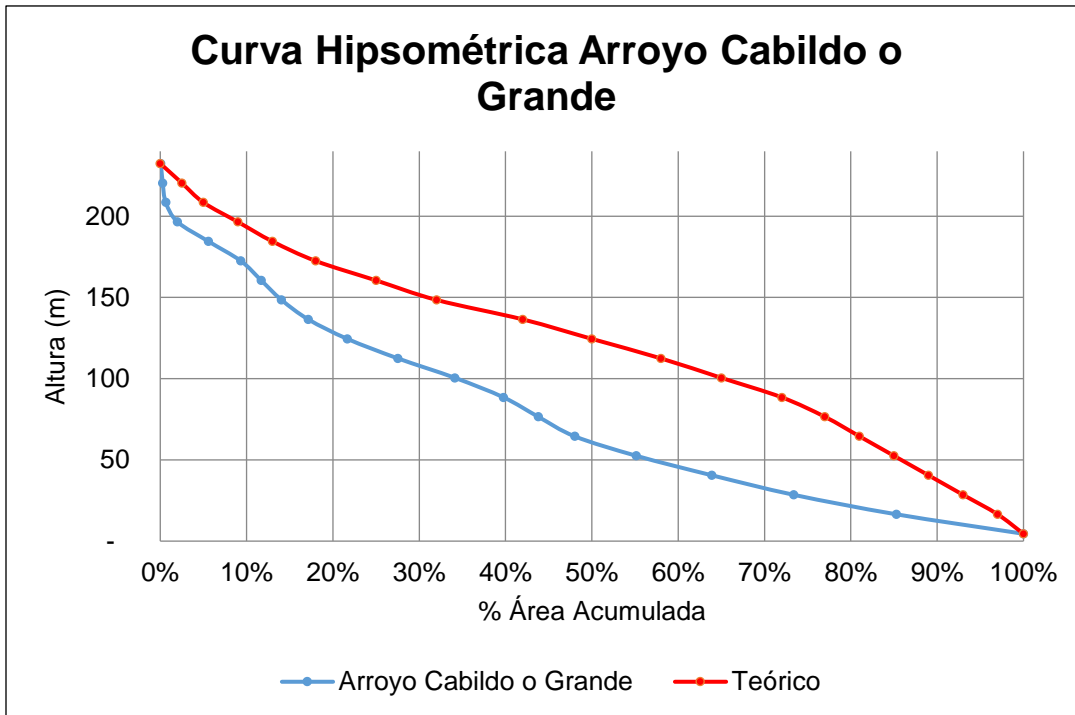
Figura 3.436. Curva Hipsométrica Norte Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.12 Curva Hipsométrica Arroyo Cabildo o Grande

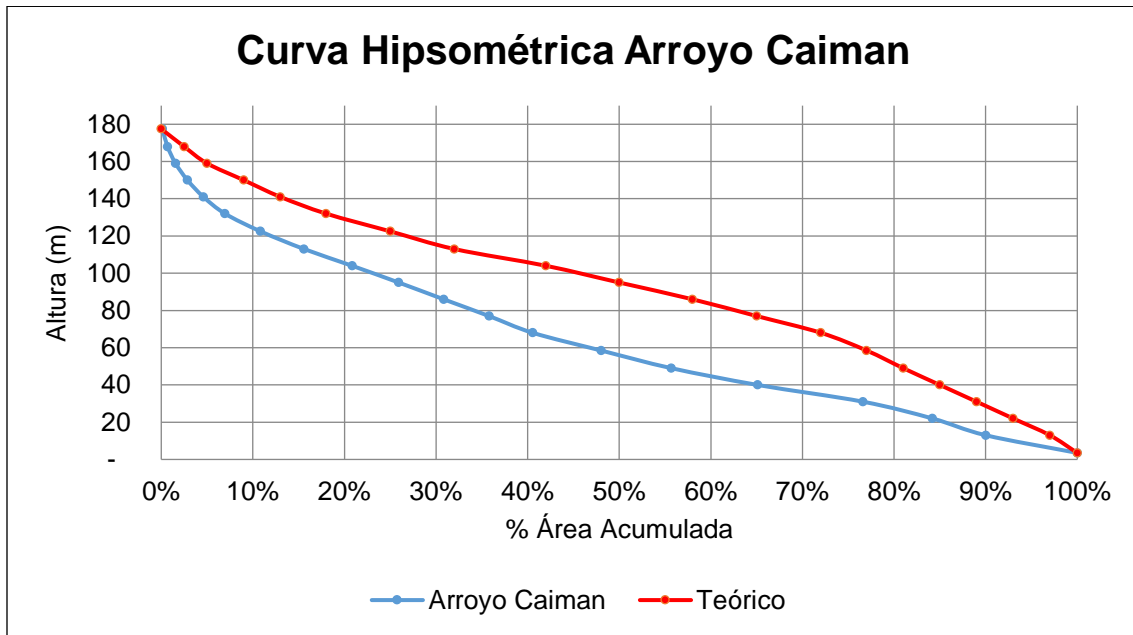
Figura 3.437. Curva Hipsométrica Arroyo Cabildo o Grande.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.13 Curva Hipsométrica Arroyo Caimán

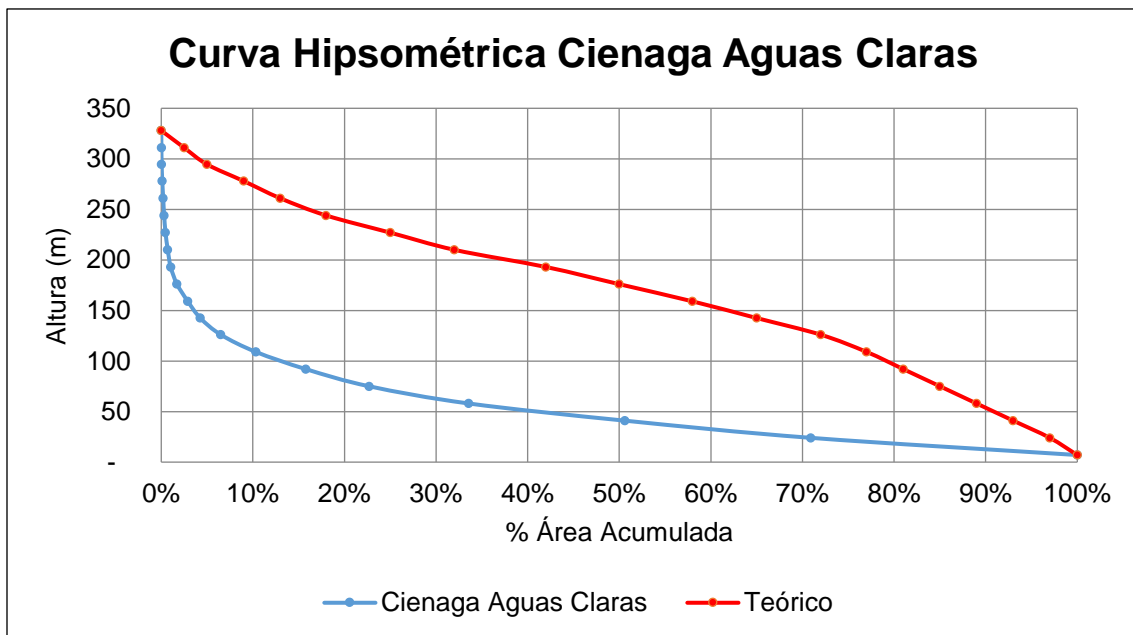
**Figura 3.438. Curva Hipsométrica Arroyo Caimán.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.14 Curva Hipsométrica Ciénaga Aguas Claras

**Figura 3.439. Curva Hipsométrica Ciénaga Aguas Claras.**

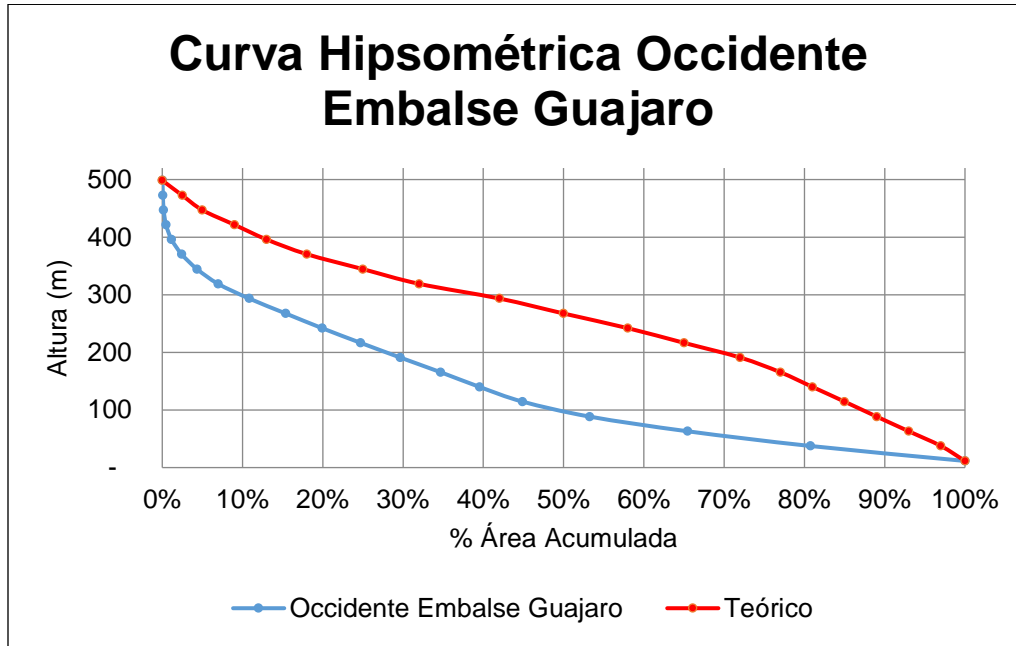


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.5.5.3.15 Curva Hipsométrica Occidental Embalse Guájaro

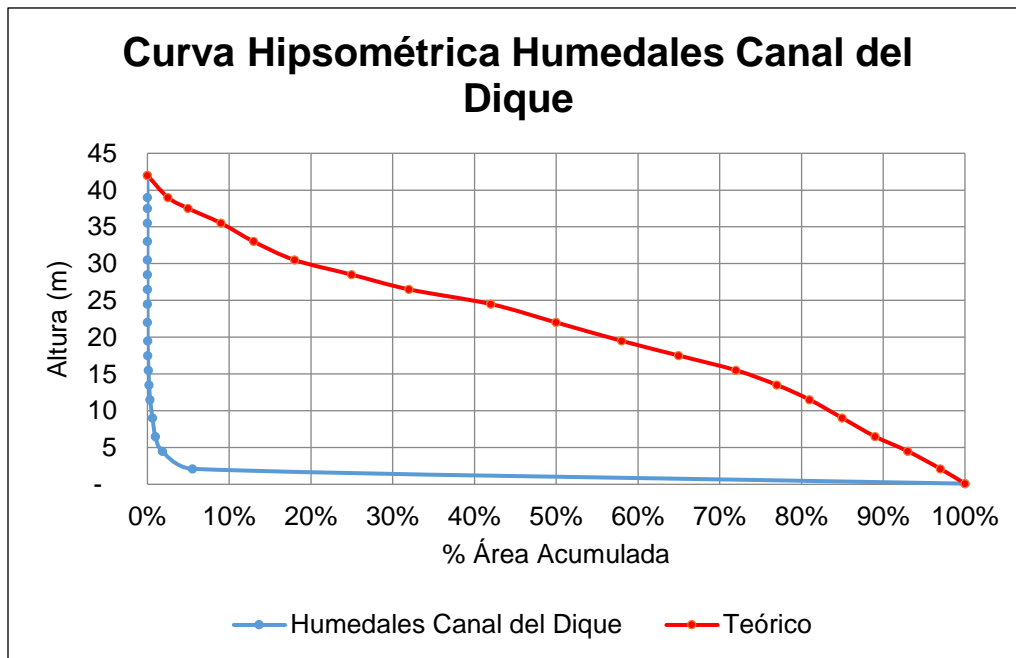
Figura 3.440. Curva Hipsométrica Occidente Embalse Guájaro.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.5.5.3.16 Curva Hipsométrica Humedales Canal del Dique y Guájaro

Figura 3.441. Curva Hipsométrica Humedales Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



## 3.6 PENDIENTES

### 3.6.1 Resumen

Con el objetivo de generar la información Básica cartográfica requerida para la implementación de la Gestión del Riesgo en el POMCA de la Cuenca Canal del Dique, elaborada siguiendo los parámetros definidos en el protocolo del Minambiente (2014) y cumpliendo con las especificaciones técnicas del Fondo Adaptación-FA (2014) y la metodología utilizada por el IGAC; se presenta esta memoria explicativa que acompaña los resultados definidos en los mapas de pendientes a escala 1:25.000, existentes en la cuenca.

El Mapa de pendientes se evidencia el cambio relativo en el relieve, combinado con otros factores, lo que define si se hace estable o inestable un área a diferentes fenómenos naturales

Se hizo el análisis de pendientes en grados y porcentaje, de acuerdo con los criterios y categorías establecidas por el IGAC, a partir del modelo digital de terreno (MDT) elaborado para el POMCA y en base a los requerimientos técnicos de las diferentes temáticas de riesgo del POMCA.

### 3.6.2 Introducción

El mapa de pendientes de la Cuenca **Canal del Dique SZH (2903)** proporciona, información concisa y sistemática para la realización de mapas escala 1:25.000, la cual es determinante para el proceso de evaluación de cada una de las amenazas que se pueden presentar dentro del área de estudio y que son de especial interés para el análisis del POMCA. Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos se ha tomado como documento base la metodología del Alcance Técnico de la Cuenca Canal del Dique y la Guía Técnica de POMCAS, con sus respectivos anexos, así como del Protocolo para a Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas.

El análisis de las pendientes constituye un factor fundamental a la hora de evaluar la amenaza latente en una determinada zona, debido a que el cambio relativo en el relieve, combinado con otros factores, hace estable o inestable un área a diferentes fenómenos naturales. Para la elaboración de este mapa se tomó como base el modelo digital de elevación del terreno DEM, así mismo, se relaciona la morfología y dinámica de todas las formas del relieve teniendo en cuenta una jerarquización específica de acuerdo a su geometría; este insumo favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran dentro del terreno.

### 3.6.3 Generalidades del Área

La Cuenca Canal del Dique de 441.010,774 hectáreas, es considerada por su producción agrícola, ganadera y pesquera de gran importancia regional que sustenta buena parte del consumo requerido por la demanda agroindustrial de Cartagena y Barranquilla.

### 3.6.3.1 Infraestructura

El Canal del Dique presenta una buena infraestructura vial, fluvial, marítima y aeroportuaria. La infraestructura terrestre es de vías de primero, segundo y tercer orden, y se está iniciando la construcción de vías de tercera generación (doble calzada) en las inmediaciones del Distrito de Cartagena (Mamonal con Gambote). La comunicación fluvial se efectúa a través del río Magdalena, el Canal del Dique y en pequeña escala a través de los embalses y ciénagas ubicadas dentro del perímetro de la cuenca. La Navegación Marítima comercial y turística se efectúa a través del Puerto de Cartagena con embarcaciones de importante calado. Además, se resalta la importancia del aeropuerto internacional de Cartagena como gran polo de desarrollo turístico nacional, ubicado en la parte media Occidental de la cuenca.

### 3.6.3.2 Población

En la Cuenca Canal del Dique se localiza Cartagena, capital del Departamento de Bolívar principal polo de desarrollo comercial Nacional e Internacional y se constituye en el principal centro poblacional de la cuenca con 971.700 habitantes. Además, existen municipios como Sabanalarga, Usiacurí, Repelón, Manatí, Suan, Calamar, Campo de la Cruz, Arroyohondo, María la Baja y Mahates entre otros, cuya población por municipio no es superior a los 100.000 habitantes.

### 3.6.3.3 Clima y productividad

Las condiciones climáticas oscilan entre tropical húmedo, seco y semiárido en las épocas donde son deficientes las precipitaciones. Es sobresaliente el clima templado en la serranía de San Jacinto dadas las condiciones topográficas que inciden en las corrientes de aire de los vientos alisios del Noreste y las precipitaciones en la cuenca de marcada incidencia en la productividad de la región. La temperatura media anual es del orden de los 27°C; con medias máximas registradas de 29,9°C, y mínimas de 25°C, entre octubre y noviembre.

En la cuenca se presentan cultivos de yuca, plátano, maíz, el arroz, algodón, el ñame, tabaco y frijol en la parte alta de la serranía de San Jacinto, y son sobresalientes las actividades pecuarias y la pesca.

## 3.6.4 Metodología

### 3.6.4.1 Aspectos a Resaltar de la Cartografía Entregada

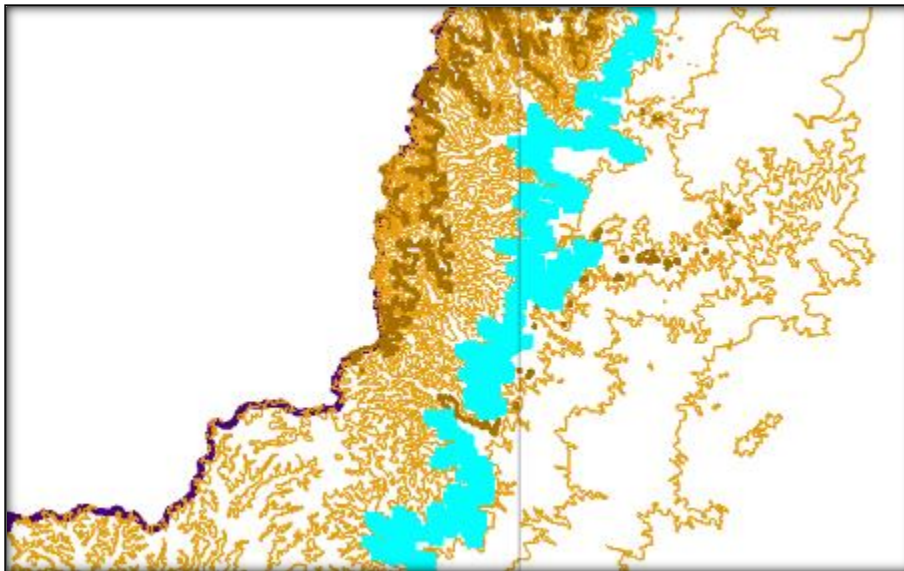
Las curvas entregadas por el Consorcio Canal del Dique, y que es información de la base de datos IGAC, presenta vacíos hacia la parte Oeste y Este del área de Estudio, en donde se localiza Geográficamente Barú y el municipio de Arroyohondo respectivamente. Estas áreas se referencian en las planchas 17, 30 ID, 30 IIIIB, 30 IIID, 24 IIIC, 24IID, 31 IA, 31 IB a escala 1:25000 del IGAC. La **Figura 3.443** muestra las curvas de nivel suministradas.





Así mismo se observan lugares donde las curvas presentan discontinuidad, lo que genera un error al crear el modelo de elevación digital (ver **Figura 3.444**).

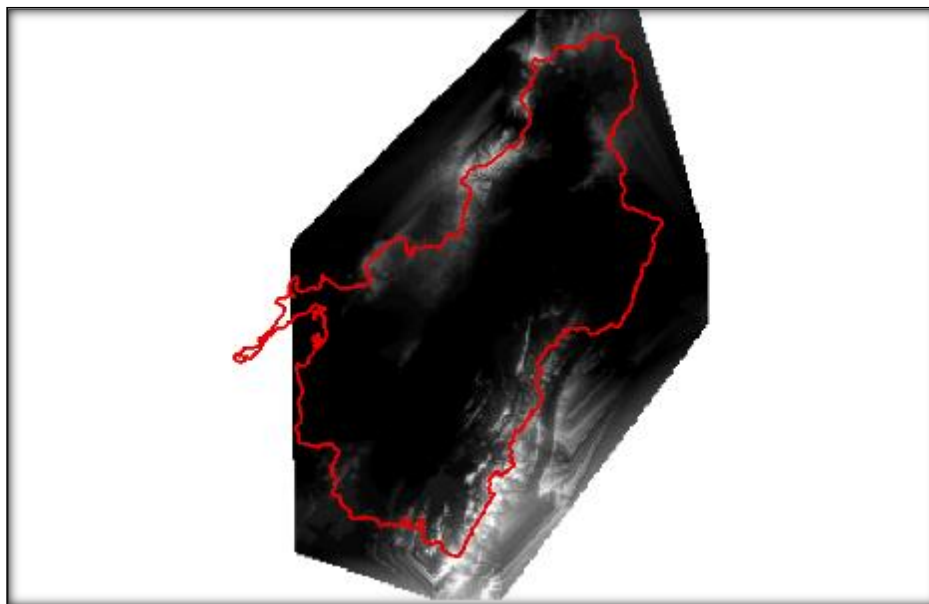
**Figura 3.444. Error de información primaria en curvas de nivel.**



Fuente: IGAC, Consorcio Canal del Dique.

Siguiendo la guía para protocolo de POMCA y los alcances técnicos estipulados se obtuvo el modelo Digital del Terreno (DEM) a partir de la cartografía base, representado en la **Figura 3.445**. Se muestra que hacia la parte Oeste en Barú no se generó información debido a la carencia de curvas de nivel en el sector. También el DEM generó poca información en las áreas en donde las curvas eran escasas o nulas.

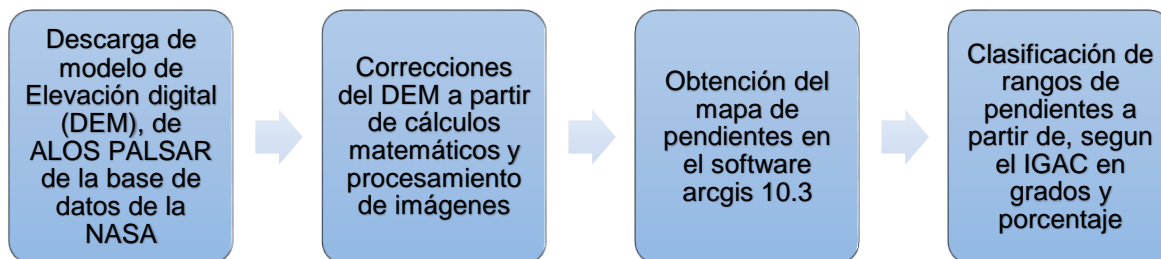
**Figura 3.445. DEM generado a partir de curvas de Nivel.**



Fuente: IGAC, Consorcio Canal del Dique.

Debido a los errores generados partir de la información existente, se realizó el procesamiento de obtención de las pendientes a partir del modelo de Elevación digital (DEM) del satélite ALOST PALSAR 1. Dicho modelo posee una resolución de 12.5 m, el cual es aceptable para la escala de trabajo, sumado a que presenta una cobertura del área. La **Figura 3.446** muestra el procedimiento para la generación de los mapas de pendientes.

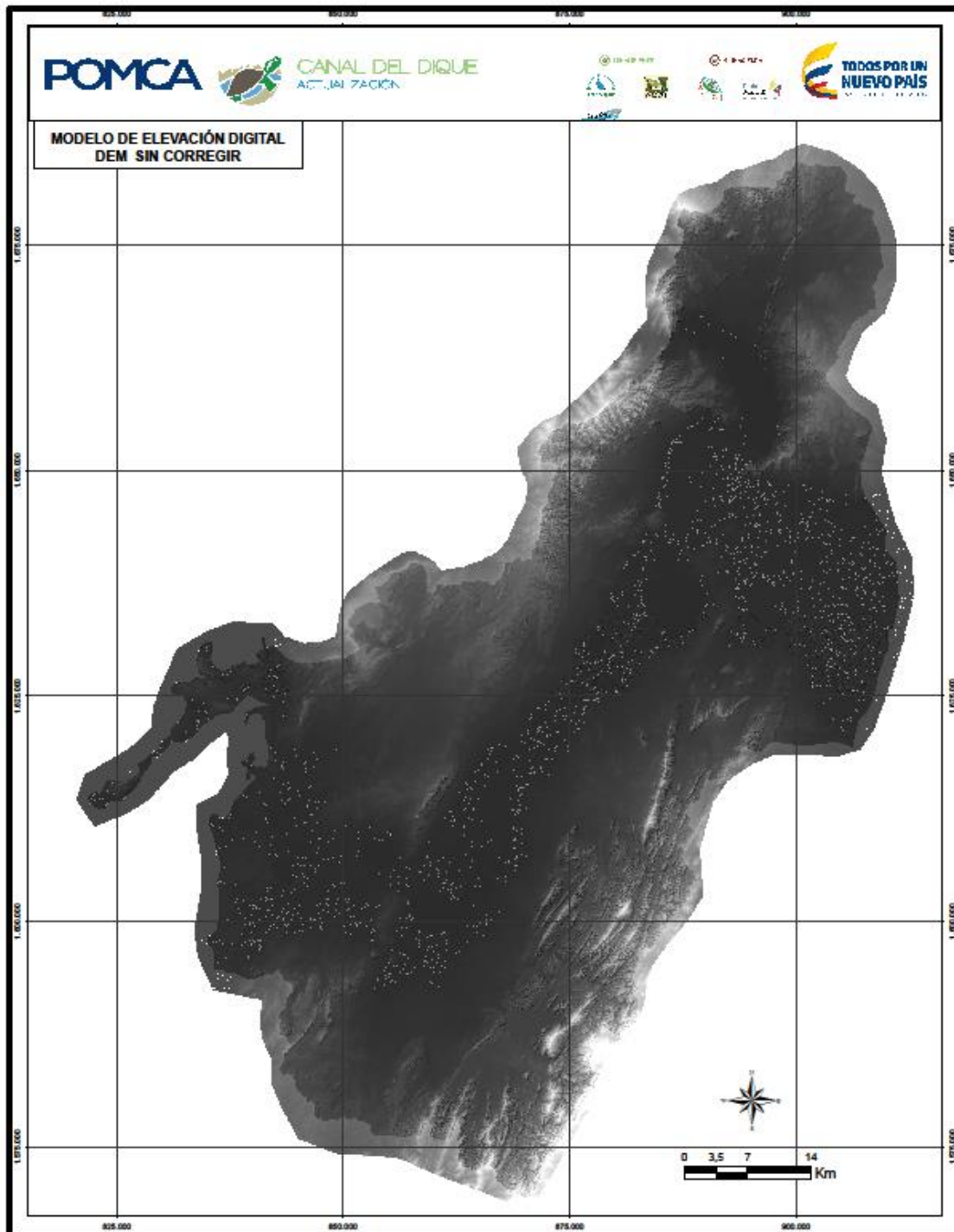
**Figura 3.446. Procedimiento para la generación de los respectivos mapas de pendientes.**



Fuente: Propuesta TECHNOINGENIERIA.

El modelo de elevación digital descargado presentaba errores, debido a que en el aparecían espacios vacíos (ver **Figura 3.447**); por lo cual se realizaron procedimientos matemáticos y procesamiento de la imagen a fin de corregir los ruidos y picos que distorsionan la imagen. El procesamiento se realizó con diferentes herramientas del software Arcgis 10.3. Con el Modelo de Elevación digital corregido (ver **Figura 3.448**), se procedió a la generación de la imagen sombreada (ver **Figura 3.449**) y los respectivos mapas de pendientes.

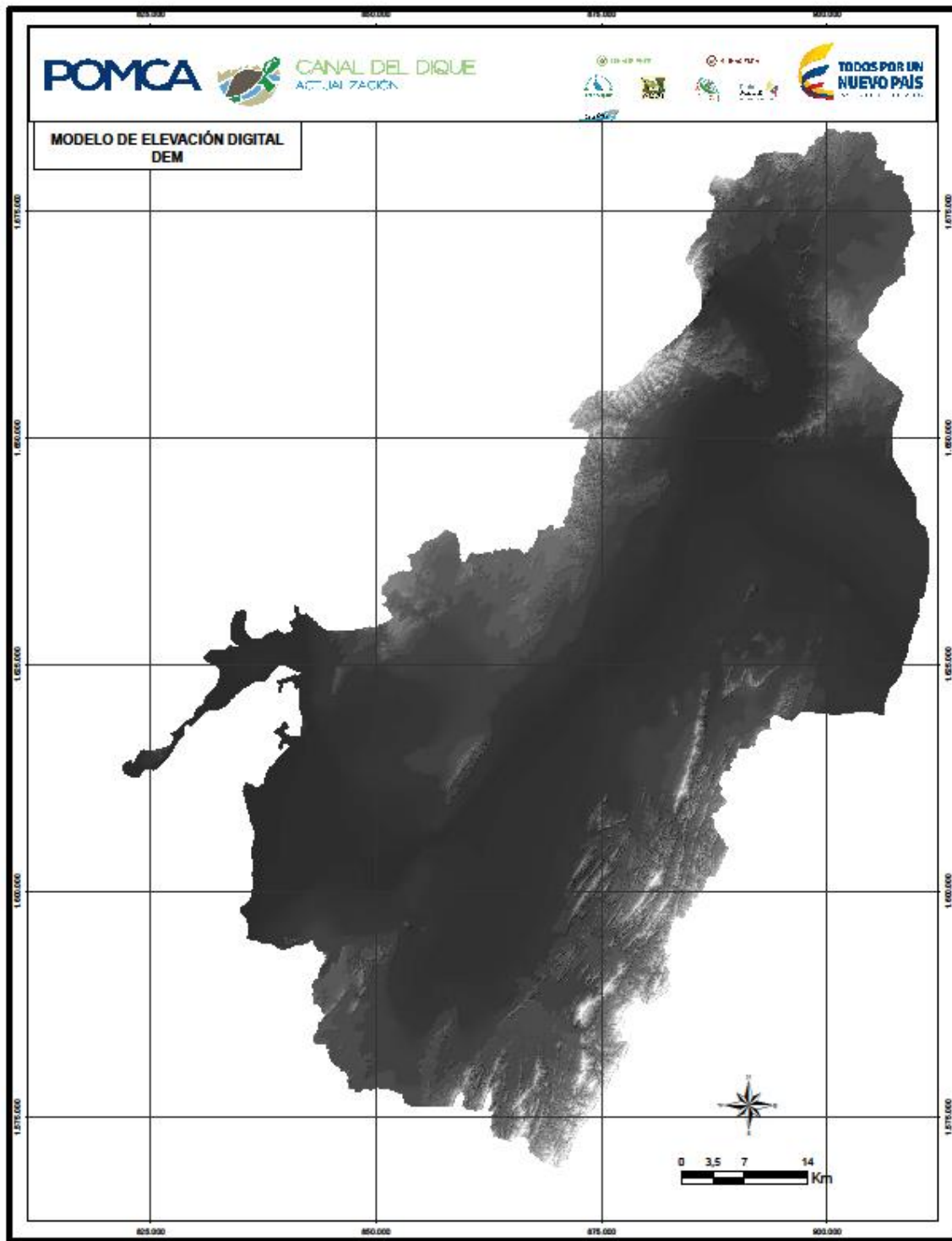
Figura 3.447. DEM descargado del mosaico de imágenes de ALOS PALSAR 1.



Fuente. ALOST PALSAR.

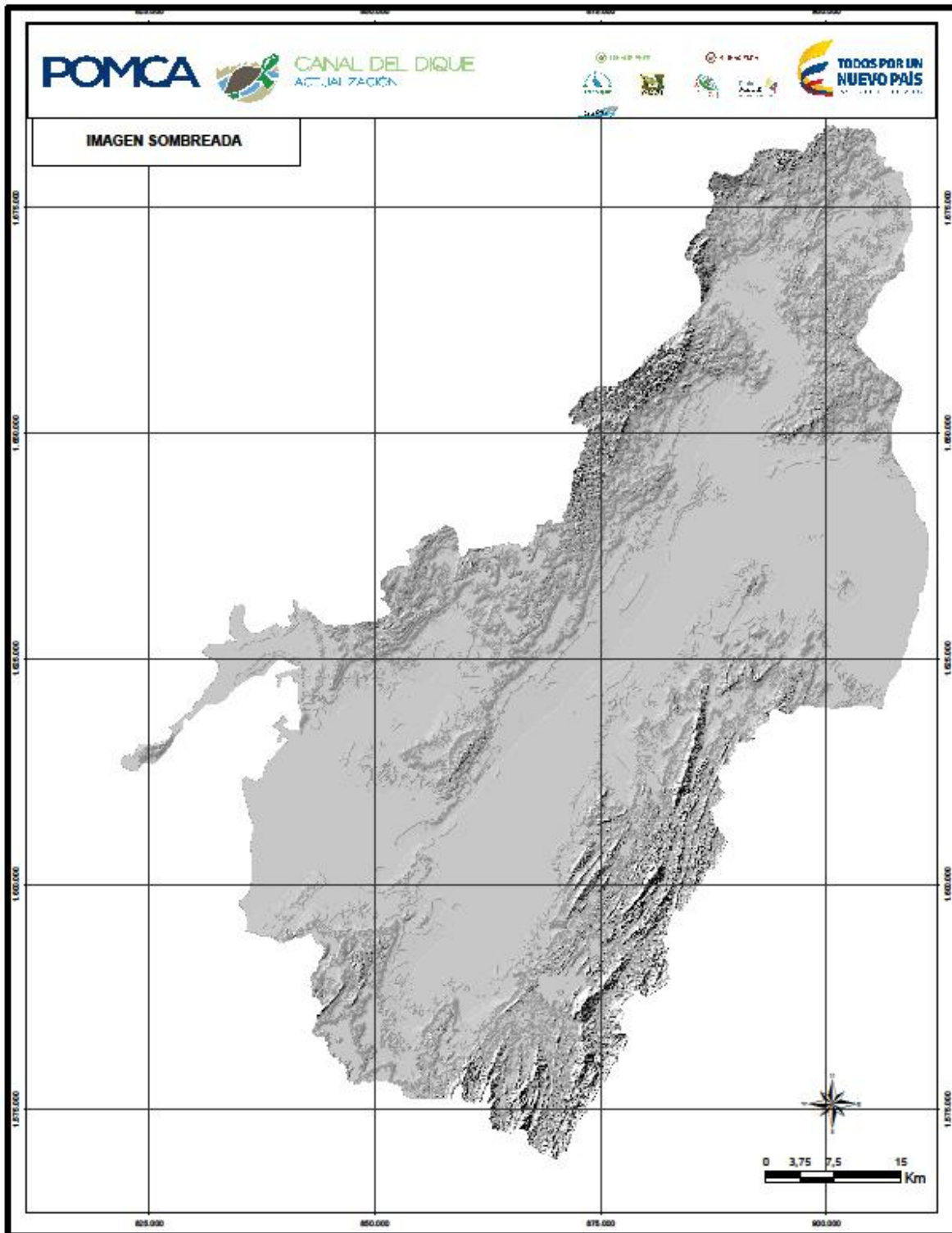


**Figura 3.448. Corregido y orto rectificado de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente. ALOST PALSAR.

**Figura 3.449. Imagen sombreada Cuenca Canal del Dique.**










Fuente. ALOST PALSAR, Consorcio Canal del Dique.

### 3.6.4.2 Obtención del Mapa de Pendientes es Porcentaje

Para la generación del mapa de pendiente en porcentaje se utilizó la herramienta Sople de Arcgis 10.3, posteriormente se realizó una reclasificación de acuerdo a la metodología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC; Finalmente la capa raster se convirtió a polígonos para las posteriores calificaciones en de amenaza, riesgo y vulnerabilidad.

La **Tabla 3.139** muestra la clasificación de las pendientes del IGAC en rango de porcentaje.

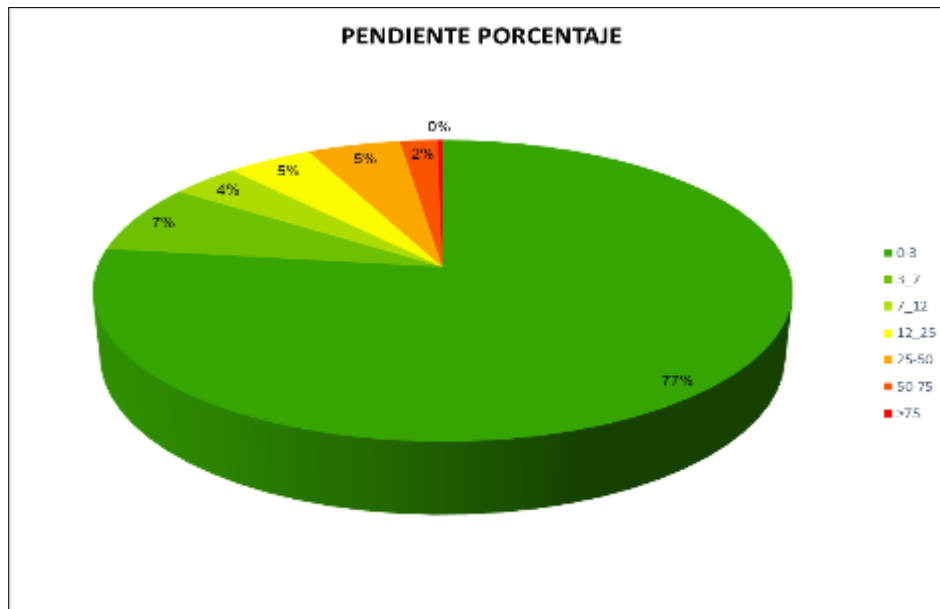
**Tabla 3.139. Rango de pendiente en porcentaje.**

PENDIENTE	RANGO %	COLOR
Ligeramente plana	0-3	
Ligeramente Inclinada	3-7	
Moderadamente Inclinada	7-12	
Fuertemente Inclinada	12-25	
Ligeramente Escarpada o empinada	25-50	
Moderadamente Escarpada o empinada	50-75	
Fuertemente Escarpada o empinada	>75	

Fuente: IGAC.

La **Figura 3.450** muestra la distribución de las pendientes en porcentaje, Alrededor del 81% de la zona de estudio corresponde a áreas planas presentes a lo largo de la cuenca, seguida de un 8% que se encuentra en áreas ligeramente inclinadas. La pendiente máxima se encuentra entre los 50 y 75%, presente principalmente en la parte sur de la cuenca.

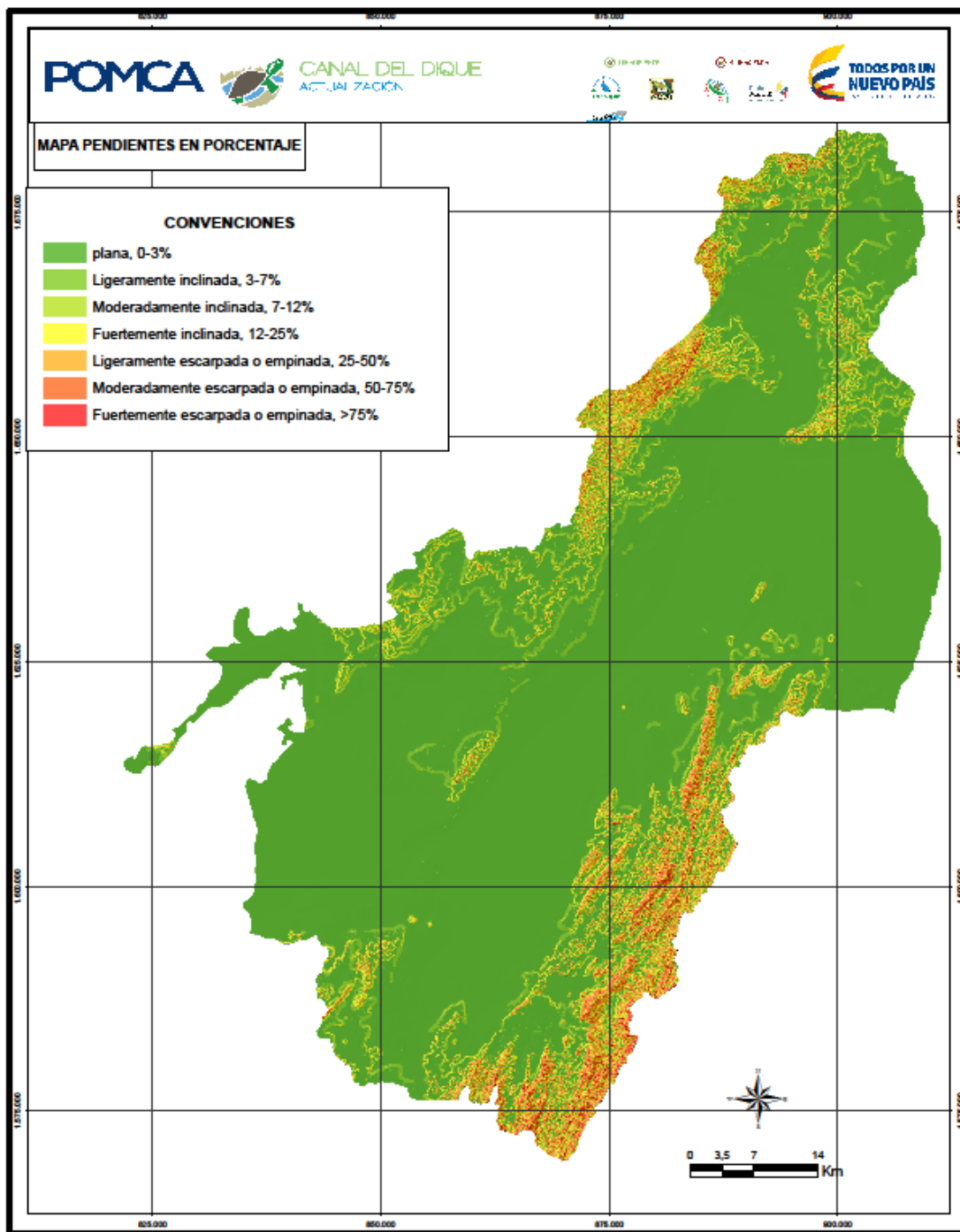
**Figura 3.450. Distribución de las pendientes.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.451** representa el mapa de pendiente calculado en porcentaje, a partir de la metodología del IGAC.

**Figura 3.451. Mapa de pendientes Calculado en porcentajes, según Metodología del IGAC.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.6.4.3 Obtención del Mapa de Pendientes en Grados

Teniendo en cuenta que la guía metodológica para la generación de POMCAS exige el cálculo de pendientes en grados, se hace necesario hallar la equivalencia de las pendientes en porcentaje (%) a grados, para recategorizar los rangos. Dichos cálculos se realizaron mediante la fórmula,

$$Pendiente\ Grados = \tan^{-1}(pendiente\ en\ porcentaje \div 100)$$

Los resultados calculados de la pendiente en porcentaje se muestran en la **Tabla 3.140**.

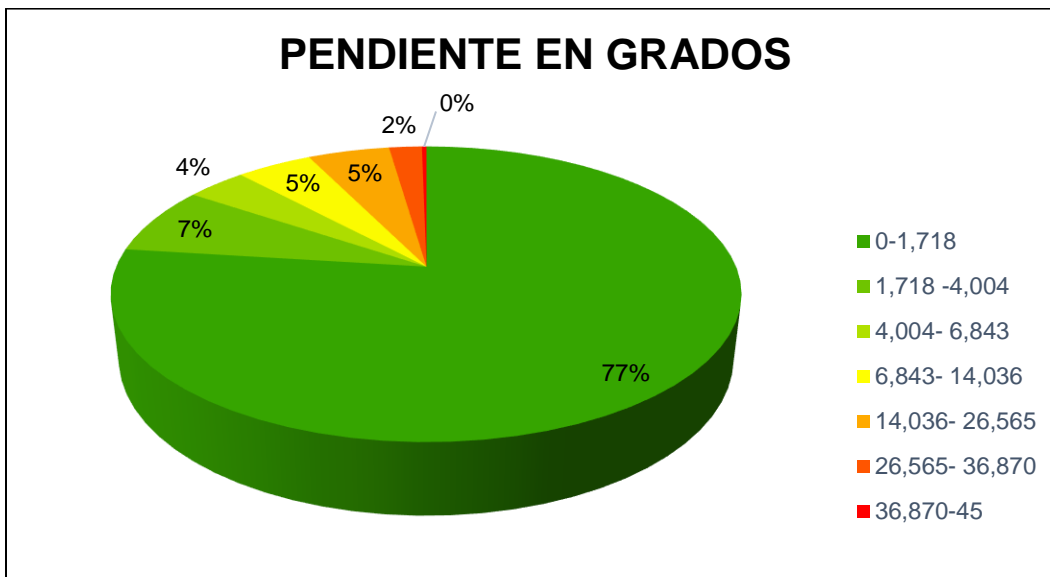
**Tabla 3.140. Rango de pendientes en Grados.**

PENDIENTE	RANGO %	COLOR
Ligeramente plana	0-1,718	Verde oscuro
Ligeramente Inclinada	1,718 -4,004	Verde claro
Moderadamente Inclinada	4,004- 6,843	Verde muy claro
Fuertemente Inclinada	6,843- 14,036	Amarillo
Ligeramente Escarpada o empinada	14,036- 26,565	Naranja
Moderadamente Escarpada o empinada	26,565- 35	Rojo oscuro
Fuertemente Escarpada o empinada	36,870	Rojo

Fuente: IGAC.

La **Figura 3.452** muestra la distribución del rango de las pendientes en grados presente en el área de estudio, se observa que la equivalencia los porcentajes son similares al rango de pendiente presentada en grados.

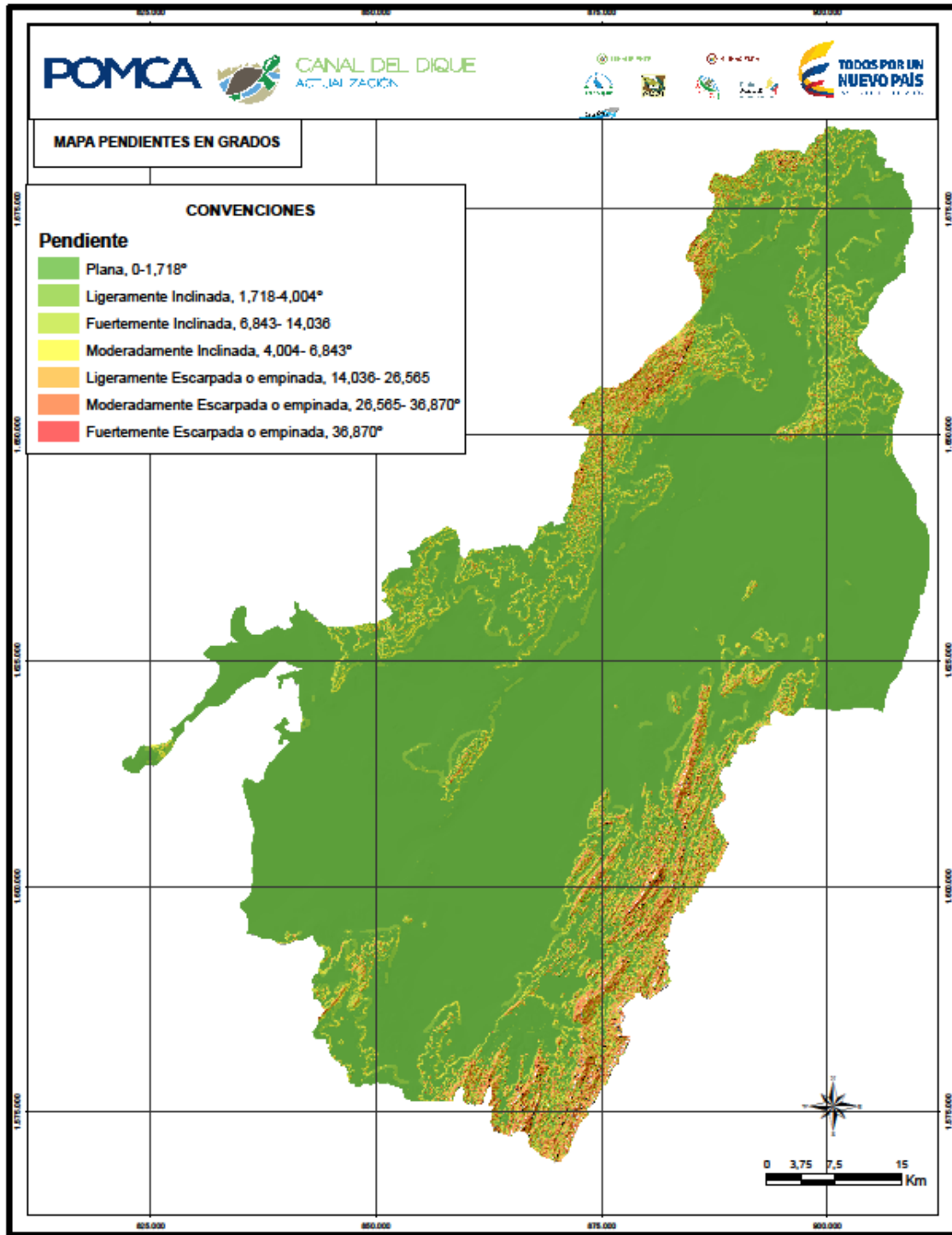
**Figura 3.452. Distribución de las pendientes en grados.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El mapa de pendientes en grados de la Cuenca Canal del Dique se muestra en la **Figura 3.453**.

**Figura 3.453. Mapa de pendientes en grados.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.6.5 Conclusiones y Recomendaciones

- Se realizó análisis de la información primaria obtenida por el consorcio Canal del Dique y de la base de datos del IGAC. Se concluyó que las curvas de nivel no son adecuadas debido a que presentan poca información en sectores como Barú, en donde no se pudo generar modelo con este insumo.
- Se descargó y proceso el modelo de elevación digital del Terreno (DEM) de ALOST PALSAR 1, El cual cubre el área total la cuenca, incluyendo Barú.
- La obtención de las pendientes en porcentaje y grados de la cuenca se generó a partir del DEM obtenido. Para este fin se consideró la clasificación del IGAC para determinar los rangos de pendiente según el porcentaje del gradiente, de manera que con base en este se pudieran de igual manera establecer los rangos de pendientes en grados.
- No existen recomendaciones, debido a que se contó con toda la información necesaria para el desarrollo de esta temática.

### 3.7 HIDROLOGÍA

Dentro de este componente se considera la temática de Hidrología, la cual caracteriza hidrológicamente la subzona hidrográfica y subcuencas donde se realice un diagnóstico de la red hidrológica en la cuenca donde se incluya el análisis de la información generada en cada una de las estaciones considerando parámetros de persistencia, homogeneidad, consistencia, aleatoriedad y llenado de datos faltantes. Esta caracterización hidrológica debe considerar las variaciones temporales y espaciales para generar la estimación de caudales característicos y el análisis de valores medios y extremos a partir de registros históricos de caudales mediante la utilización de modelos debidamente calibrados y validados. El análisis de dicha información deber permitir la estimación de la oferta hídrica superficial total y disponible mensual y anual, a nivel de cuenca y subcuenca teniendo en cuenta aspectos hidráulicos, hidrológicos y ecológicos; la estimación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno (2.33, 5, 25, 50 y 100 años) con el fin de establecer el comportamiento de los eventos extremos; la estimación de la demanda hídrica potencial y real teniendo en cuenta los diferentes sectores productivos y de consumo en la zona dando pie a la elaboración de balances hidrológicos a nivel de cuenca. De igual manera dentro de la temática de Hidrología se definen índices a calcular que miden la capacidad de retención de humedad de las cuenca con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios (IRH), la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios en un periodo determinado en relación con la oferta hídrica regional disponible neta (IUA) y el grado de fragilidad del sistema hídrica para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como el Fenómeno Cálido del Pacífico podría generar desabastecimiento.

El presente documento contiene el avance para el componente hidroclimático para la fase de diagnóstico de la *“Consultoría para el Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Canal del Dique - SZH (2903) Localizada en los Departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre en Jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales del Atlántico (CRA), del Sucre (CARSUCRE) y del Canal del Dique (CARDIQUE)”*.

#### 3.7.1 Alcance

El alcance del presente informe se enmarca en el inventario y depuración de la información hidroclimática, en donde se encuentran los datos asociados a estaciones del IDEAM y CAR, de influencia para la Cuenca Canal del Dique, a las cuales se les realizó el proceso de depuración de los datos que estas presentan, además de realizar una verificación detallada de la cartográfica recibida, donde se pueda identificar inconsistencias que afecten los resultados.

Es con base a dicho análisis que se determinan las limitantes dentro del desarrollo de las temáticas, tomando como base los Alcances Técnicos del proyecto, además de los lineamientos establecidos dentro de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas; en ese sentido se presentan los avances generados en cada una de las temáticas en la generación de los productos solicitados a partir de una análisis detallado e integral, en el que además, se tienen en cuenta la relación que tienen los productos desarrollados en la temática de Hidrología.



### 3.7.2 Herramientas o Insumos

- Cartografía base completa y avalada por el IGAC a escala 1:25.000.
- DEM 12.5 metros.
- Registros hidroclimatológicos.
- Modelo de sombras.
- Cuenca oficial.
- Subcuencas oficiales.
- Drenajes principales y secundarios.
- Microcuencas abastecedoras.
- Secciones (batimetrías) de las microcuencas abastecedoras.
- Inventario de concesiones de agua.
- Datos estadísticos de población.
- Cobertura y uso de suelo por subcuenca.

### 3.7.3 Descripción y Evaluación de la Red de Estaciones Hidrológicas

En la Cuenca Canal del Dique se cuenta con una amplia red de monitoreo de niveles en diferentes puntos estratégicos de cuerpos de aguas, específicamente en el Canal del Dique se cuenta con las estaciones de: PTE CALAMAR, INKORA K-7, COMPUERTAS CANAL DIQUE, GAMBOTE CANAL DEL DIQUE, STA HELENA 1, STA HELENA 2, KILOMETRO 107, las cuales tienen disponible información histórica relevante que se tendrá en cuenta en esta caracterización.

Las estaciones hidrológicas que se identificaron para la caracterización de la zona de estudio se obtuvieron a partir de la red hidrológica operada por IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y la delimitación de la Cuenca Canal del Dique. En la **Tabla 3.141**, se puede apreciar las a estaciones de la red hidrológica del IDEAM en la Cuenca Canal del Dique.

**Tabla 3.141. Canal del Dique.**

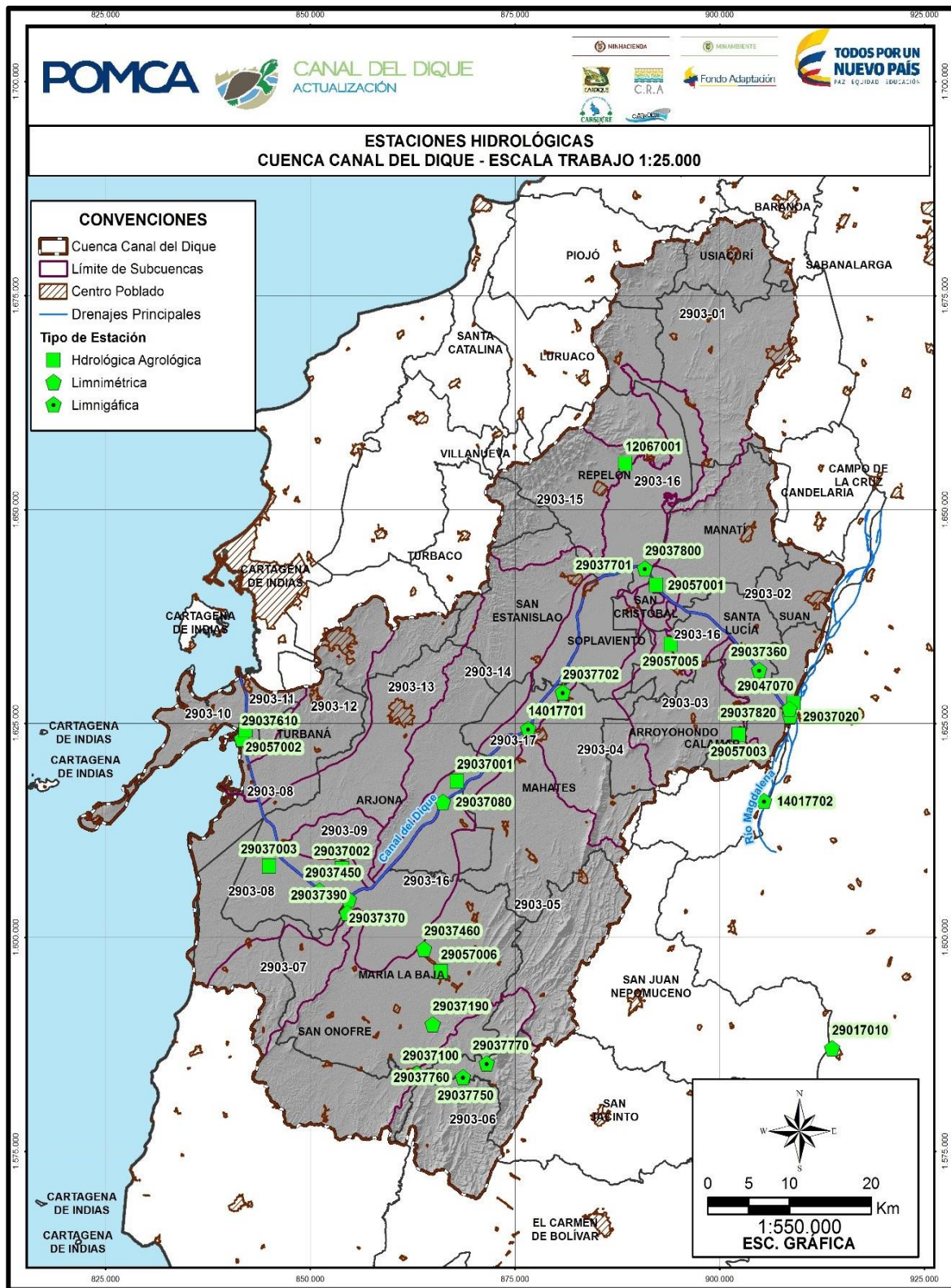
CÓDIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	TIPO	FECHA INSTALACIÓN	DISPONIBLE	NORTE	ESTE
29037100	Presa Ay Grande	María La Baja	LM	10/15/1963	SI	1584074,032	862999,092
29037750	Mesita	El Carmen de Bolívar	LM	6/15/1983	SI	1578539,044	864737,090
29037760	Esperanza La	El Carmen de Bolívar	LM	6/15/1983	SI	1581201,388	868708,777
29037610	Kilómetro 107	Cartagena	LM	4/15/1981	SI	1625055,461	841606,151
29037450	Sta Helena 2	Arjona	LM	6/15/1978	SI	1606741,984	850628,278
29037370	Sta Helena 1	María La Baja	LM	6/15/1978	SI	1604980,810	855171,351
29037400	Correa 1	María La Baja	LM	6/15/1978	SI	1604218,495	854437,248
29037080	Gambote Canal Del Dique	Mahates	LM	1/15/1959	SI	1615817,098	866176,411
29037360	Inkora K-7	Santa Lucia	LM	8/15/1972	SI	1631244,720	904804,003
29037020	Calamar	Calamar	LM	7/15/1940	SI	1625820,016	908609,208
29037390	Correa 2	María La Baja	LM	5/15/1978	SI	1602224,735	854234,217
29037770	San Cristóbal	San Jacinto	LM	6/15/1983	SI	1585251,177	869722,765
29037190	Presa Ay Matuya	María La Baja	LM	1/15/1965	SI	1589853,653	864922,004
29037460	Pto. Santander N2	María La Baja	LM	12/15/1979	SI	1598634,893	863757,605
29037800	Compuertas Canal Dique	Manatí	LM	8/15/1983	SI	1643100,562	890876,605
29047070	San Pedrito	Suan	LM	5/15/1978	SI	1627407,547	909033,269
29037820	Pte. Calamar	Calamar	LM	10/25/2011	SI	1626697,165	908084,926

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De las diecisiete (17) estaciones listadas en la **Tabla 3.141**, todas tienen mediciones de niveles, y ocho (8) estaciones tienen medición adicional de caudal: ESPERANZA LA, KILOMETRO 107, STA HELENA 2, GAMBOTE CANAL DEL DIQUE, INKORA K-7, CALAMAR, CORREA 2, SAN CRISTOBAL.

En el **Anexo 3.7.1**, se presenta los datos de las estaciones hidroclimatológicas originales no procesados, y en el **Anexo 3.7.2** se presenta la hoja de cálculo con los datos hidroclimáticos procesados. En la **Figura 3.454**, se presentan las estaciones seleccionadas sobre la Cuenca Canal del Dique para realizar los análisis de datos hidrológicos.

**Figura 3.454. Localización estaciones hidrológicas para análisis – IDEAM.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.3.1 Análisis de Frecuencia Datos Hidrológicos – Caudales

#### 3.7.3.1.1 Métodos Descriptivos - San Juan

**Datos/Variable:** San Juan.

**Número de observaciones** = 457.

10 valores faltantes fueron reemplazados con estimados.

**Índices de tiempo:** Fecha.

**Longitud de la estacionalidad** = 12.

**Ajustes:** Ajuste estacional: Aditivo.

**Software:** El StatAdvisor.

Este procedimiento construye varios estadísticos y gráficas para ajustado SAN JUAN. Los datos cubren 457 periodos de tiempo. Hay 10 valor(es) faltante(s) en SAN JUAN, los cuales han sido reemplazados con valores de los datos vecinos. Cada valor de SAN JUAN se ha ajustado de la siguiente forma:

(1) Se aplicó un ajuste estacional aditivo.

En la **Tabla 3.142** se muestran las correlaciones estimadas para la Estación San Juan.

**Tabla 3.142. Autocorrelaciones Estimadas para ajuste de San Juan.**

RETRASO	AUTOCORRELACIÓN	ERROR ESTD.	LÍMITE EN 95.0%	
			INFERIOR	SUPERIOR
1	0.558009	0.046778	-0.0916834	0.0916834
2	0.440178	0.0595892	-0.116793	0.116793
3	0.374768	0.0663236	-0.129992	0.129992
4	0.382511	0.070806	-0.138777	0.138777
5	0.376486	0.0751918	-0.147374	0.147374
6	0.365344	0.0792094	-0.155248	0.155248
7	0.37673	0.0828147	-0.162314	0.162314
8	0.333041	0.0864834	-0.169505	0.169505
9	0.360585	0.0892457	-0.174919	0.174919
10	0.343579	0.0923787	-0.181059	0.181059
11	0.284472	0.0951338	-0.186459	0.186459
12	0.257464	0.0969773	-0.190072	0.190072
13	0.241365	0.0984616	-0.192982	0.192982
14	0.206424	0.0997479	-0.195503	0.195503
15	0.240607	0.100678	-0.197326	0.197326

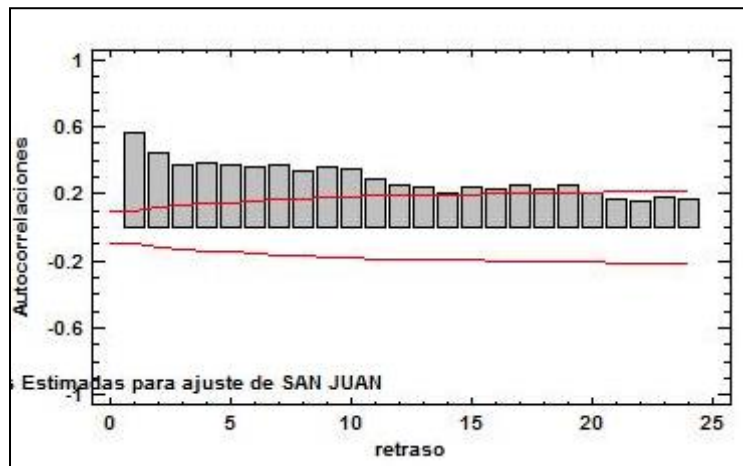


RETRASO	AUTOCORRELACIÓN	ERROR ESTD.	LÍMITE EN 95.0%	LÍMITE EN 95.0%
			INFERIOR	SUPERIOR
16	0.223423	0.101929	-0.199777	0.199777
17	0.250642	0.102995	-0.201867	0.201867
18	0.231874	0.104321	-0.204466	0.204466
19	0.257951	0.105443	-0.206664	0.206664
20	0.209948	0.106815	-0.209353	0.209353
21	0.170854	0.107714	-0.211116	0.211116
22	0.157845	0.108305	-0.212275	0.212275
23	0.179697	0.108807	-0.213259	0.213259
24	0.162644	0.109455	-0.214528	0.214528

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.142** muestra las autocorrelaciones estimadas entre los valores de ajustado SAN JUAN a diferentes retrasos. El coeficiente de auto correlación con retraso k mide la correlación entre los valores de ajustado SAN JUAN al tiempo t y al tiempo t-k. También se muestran límites de probabilidad del 95.0% alrededor de 0. Si los límites de probabilidad a un retraso particular no contienen el coeficiente estimado, hay una correlación estadísticamente significativa a ese retraso al nivel de confianza del 95.0%. En este caso, 20 de los 24 coeficientes de autocorrelación son estadísticamente significativos al nivel de confianza del 95.0%, implicando que la serie de tiempo puede no ser completamente aleatoria (ruido blanco). Puede graficar los coeficientes de autocorrelación seleccionando Función de Autocorrelación de la lista de Opciones Gráficas (ver **Figura 3.355**).

**Figura 3.455. Correlaciones estimadas para ajuste de la estación San Juan.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.143. Autocorrelaciones Parciales Estimadas para ajuste de San Juan.**

RETRASO	PARCIAL	ERROR ESTD.	LÍMITE EN 95.0%	LÍMITE EN 95.0%
	AUTOCORRELACIÓN		INFERIOR	SUPERIOR
1	0.558009	0.046778	-0.0916834	0.0916834
2	0.187045	0.046778	-0.0916834	0.0916834
3	0.106413	0.046778	-0.0916834	0.0916834
4	0.151442	0.046778	-0.0916834	0.0916834
5	0.109322	0.046778	-0.0916834	0.0916834
6	0.0835662	0.046778	-0.0916834	0.0916834
7	0.108524	0.046778	-0.0916834	0.0916834
8	0.0151175	0.046778	-0.0916834	0.0916834
9	0.103975	0.046778	-0.0916834	0.0916834
10	0.0426548	0.046778	-0.0916834	0.0916834
11	-0.0461473	0.046778	-0.0916834	0.0916834
12	-0.0101134	0.046778	-0.0916834	0.0916834
13	-0.0100922	0.046778	-0.0916834	0.0916834
14	-0.054851	0.046778	-0.0916834	0.0916834
15	0.0617997	0.046778	-0.0916834	0.0916834
16	-0.0115076	0.046778	-0.0916834	0.0916834
17	0.0639539	0.046778	-0.0916834	0.0916834
18	0.0186954	0.046778	-0.0916834	0.0916834
19	0.0663632	0.046778	-0.0916834	0.0916834
20	-0.0273461	0.046778	-0.0916834	0.0916834
21	-0.0325847	0.046778	-0.0916834	0.0916834
22	-0.0221888	0.046778	-0.0916834	0.0916834
23	0.0420793	0.046778	-0.0916834	0.0916834
24	-0.0314437	0.046778	-0.0916834	0.0916834

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.143** muestra las autocorrelaciones parciales estimadas entre valores de ajustado SAN JUAN a diferentes retrasos. El coeficiente de autocorrelación parcial del retraso  $k$  mide la correlación entre valores de ajustado SAN JUAN al tiempo  $t$  y al tiempo  $t+k$ , habiendo descontado para las correlaciones a todos los retrasos menores. Se puede utilizar para juzgar el orden del modelo autoregresivo necesario para ajustar los datos. También se muestran los límites de probabilidad del 95.0% alrededor de 0. Si el límite de probabilidad a un retraso particular no contiene el coeficiente estimado, existe una correlación estadísticamente significativa a ese retraso con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, 7 de los 24 coeficientes de autocorrelación parcial son estadísticamente significativa con un 95.0% de nivel de confianza. Pueden trazarse los coeficientes de autocorrelación parcial seleccionando Función de Autocorrelación Parcial de la lista de Opciones Gráficas.

### 3.7.3.1.2 Descomposición Estacional - SAN JUAN

**Datos/Variable:** San Juan.

**Número de observaciones** = 457.

10 valores faltantes fueron reemplazados con estimados.

**Índices de tiempo:** Fecha.

**Longitud de la estacionalidad** = 12.

**Descomposición Estacional:** Método: Aditivo.

**Software:** El StatAdvisor.

Este procedimiento aplica una descomposición estacional aditiva a SAN JUAN. El propósito de la descomposición es separar SAN JUAN en componentes Ciclo-Tendencia, estacional y aleatorio. Los datos cubren 492 periodos de tiempo. Hay 10 valor(es) faltante(s) en SAN JUAN, los cuales han sido reemplazados con valores de los datos vecinos.

Cada una de las tablas y gráficas muestra diferentes aspectos de la descomposición.

**Índices de Estacionalidad para San Juan:** Método de descomposición estacional: Aditivo (ver **Tabla 3.144**).

**Tabla 3.144. Índices de estacionalidad estación San Juan.**

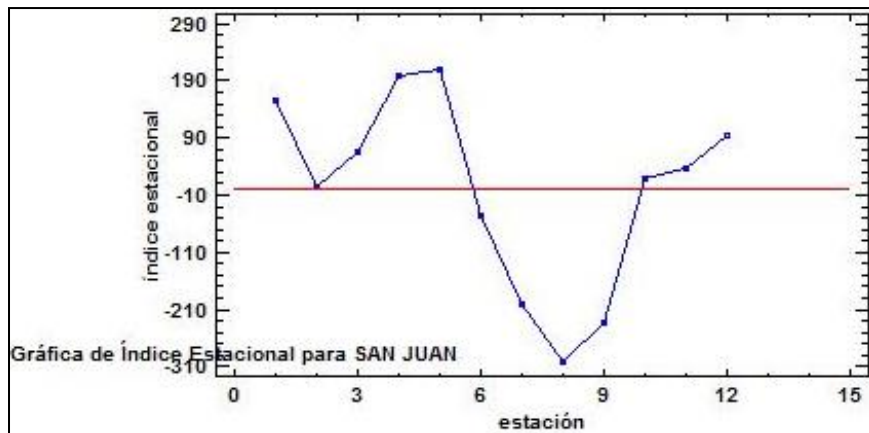
ESTACIÓN	ÍNDICE
1	157.241
2	3.75866
3	66.5503
4	198.795
5	209.561
6	-47.7966
7	-199.196
8	-303.341
9	-234.533
10	17.839
11	36.8082
12	94.3139

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.456** muestra los índices estacionales para cada estación, escalados de modo que una estación sea igual a 0. Los índices van desde un mínimo de -303.341 en estación 8 hasta un máximo de 209.561 en estación 5. Esto indica que hay un balanceo estacional

desde -303.341 por abajo del promedio hasta 209.561 arriba del promedio a lo largo del curso de un ciclo completo.

**Figura 3.456. Índice de estacionalidad estación San Juan.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.4 Inventario de Concesiones de Agua para Centros Poblados

Para poder obtener las microcuencas que abastecen a los centros poblados (cabeceras municipales) del área de estudio, se procedió en el SIG cada una de las concesiones identificadas como de uso doméstico y que por su caudal son atribuibles a centros poblados, una vez localizadas se procedió a construir la microcuenca por las divisorias de las áreas aferentes al punto concesionado sobre la corriente de agua.

La **Tabla 3.145** muestra el resultado geoespacial de la obtención de las microcuencas, la cual contiene el área de la microcuenca y las subcuenca principal a la cual pertenece (ver **Figura 3.457** y **Figura 3.458**).

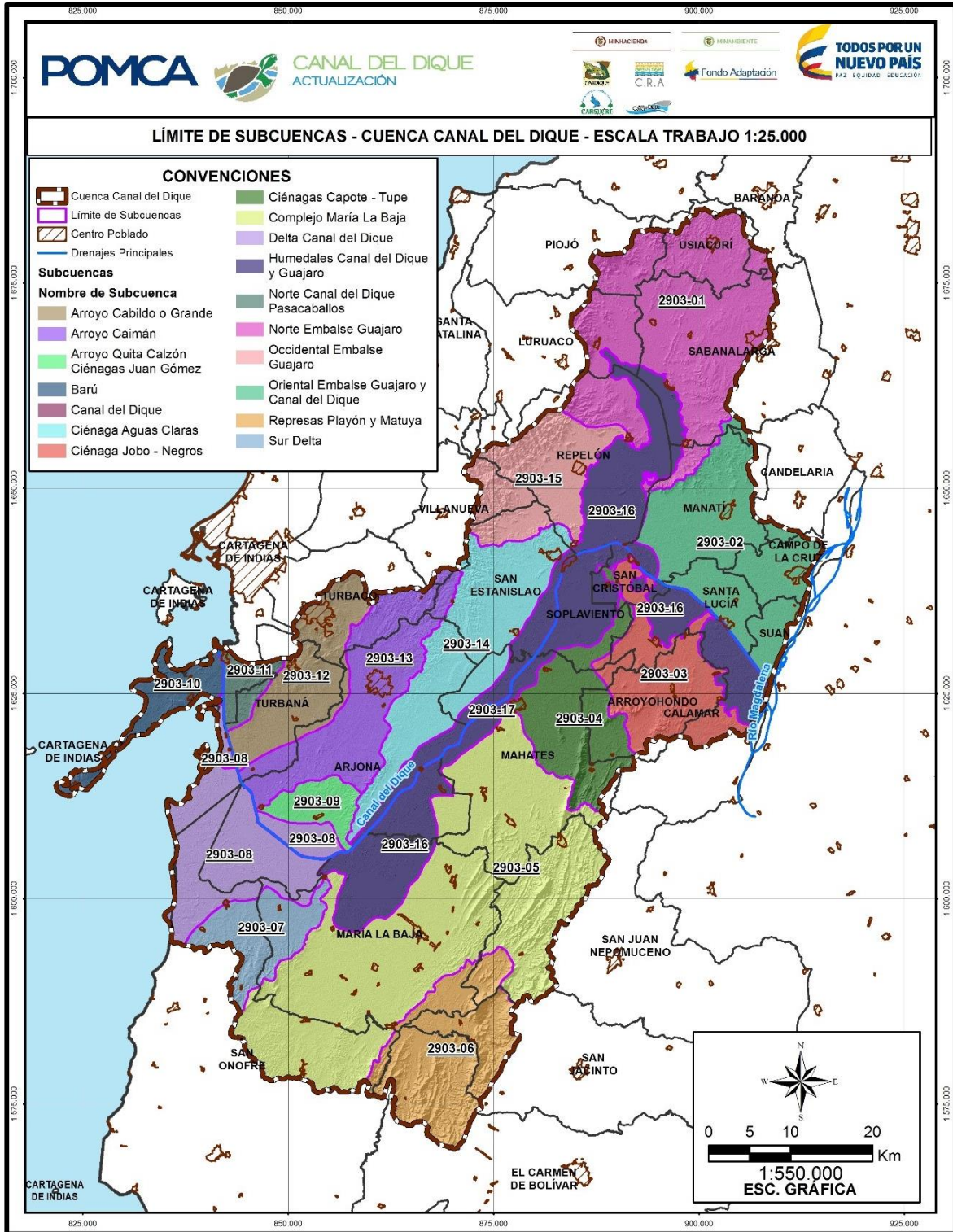


**Tabla 3.145. Microcuencas abastecedoras Cabeceras municipales.**

MICROCUENCA	COD	AREA	MUNICIPIO	DPTO
Acueducto Comunitario de Rotinet	29030201	2709.74496	Repelón	Atlántico
Acueducto Comunitario de Rotinet	29030203	5753.40755	Luruaco	Atlántico
Acueducto Comunitario de Rotinet	29030203	5753.40755	Repelón	Atlántico
Acueducto Comunitario de Rotinet	29030203	5753.40755	Santa Catalina	Bolívar
Acueducto Comunitario de Rotinet	29030203	5753.40755	Villanueva	Bolívar
Alcantarillado y Aseo María La Baja S.A. E.S.P	29031101	7094.7961	María La Baja	Bolívar
Alcantarillado Y Aseo María La Baja S.A E.S.P	29031101	7094.7961	San Jacinto	Bolívar
Alcantarillado Y Aseo María La Baja S.A E.S.P	29031101	7094.7961	San Juan Nepomuceno	Bolívar
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	29031702	2429.68943	Arjona	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Manatí	Atlántico
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Repelón	Atlántico
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Santa Lucía	Atlántico
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Suan	Atlántico
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Cartagena de Indias	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Arjona	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Calamar	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Mahates	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	María La Baja	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	San Cristóbal	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	San Estanislao	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Soplaviento	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	Turbaná	Bolívar
Canal del Dique	29031501	1312.5199	San Onofre	Sucre

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

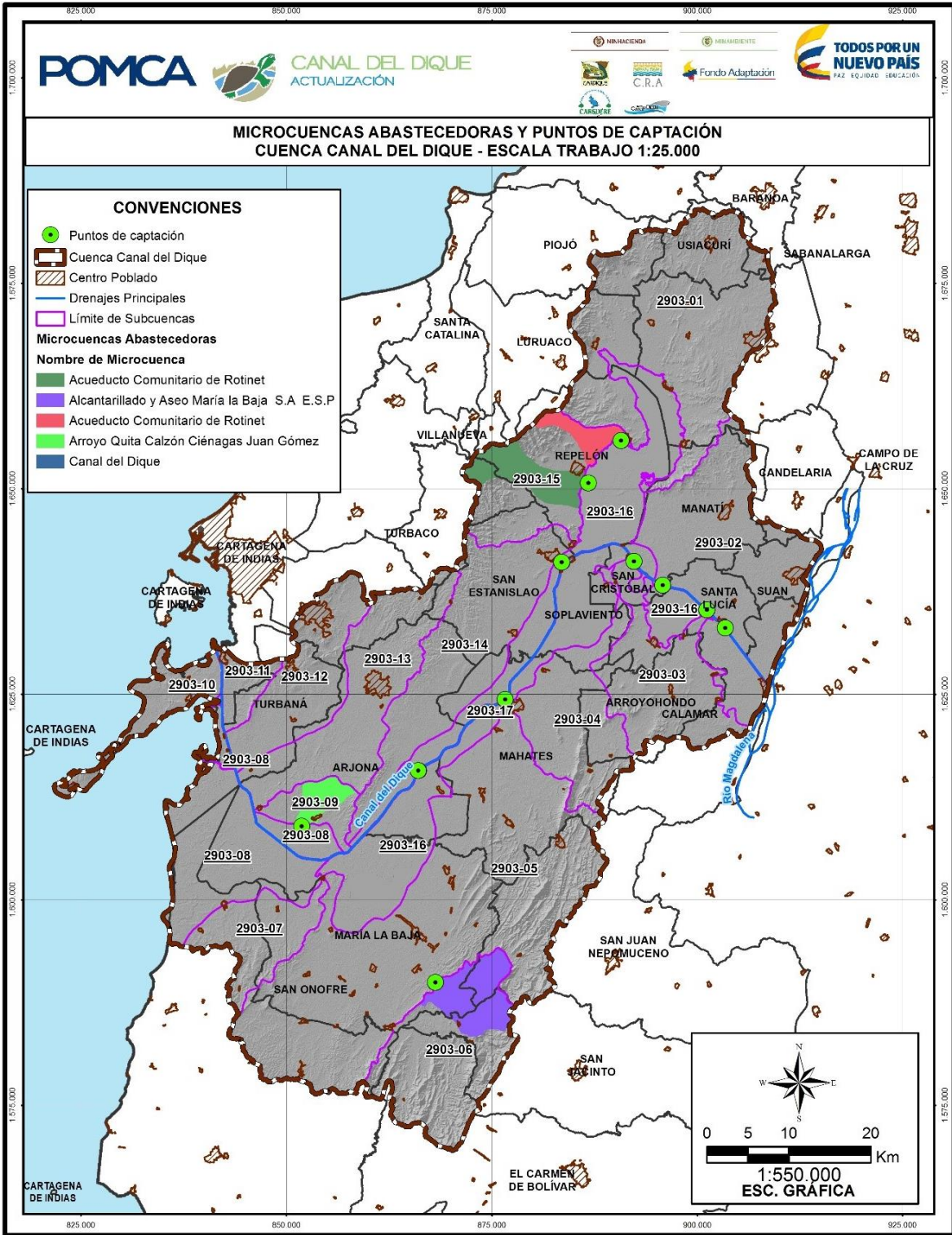
**Figura 3.457. Subcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.458. Microcuencas abastecedoras.**

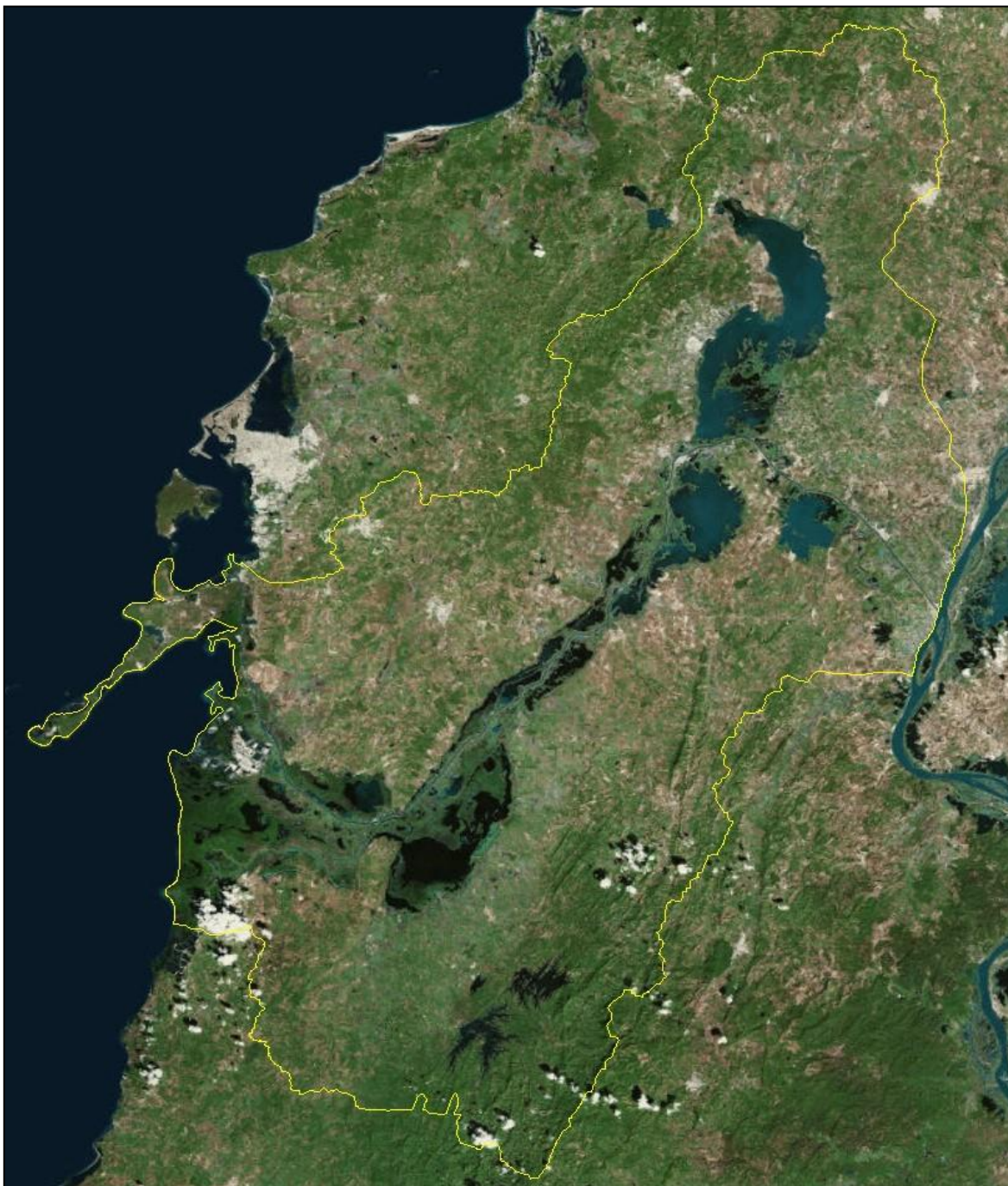


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.5 Análisis Multitemporal de la Dinámica de los Ambientes Lagunares

El análisis multitemporal se realizó para los cuerpos de aguas lénticos (ambientes lagunares) para los cuales se presentaba buena calidad y disposición de imágenes para realizar el análisis (ver **Figura 3.459**).

**Figura 3.459.** Imagen satelital del área de estudio.

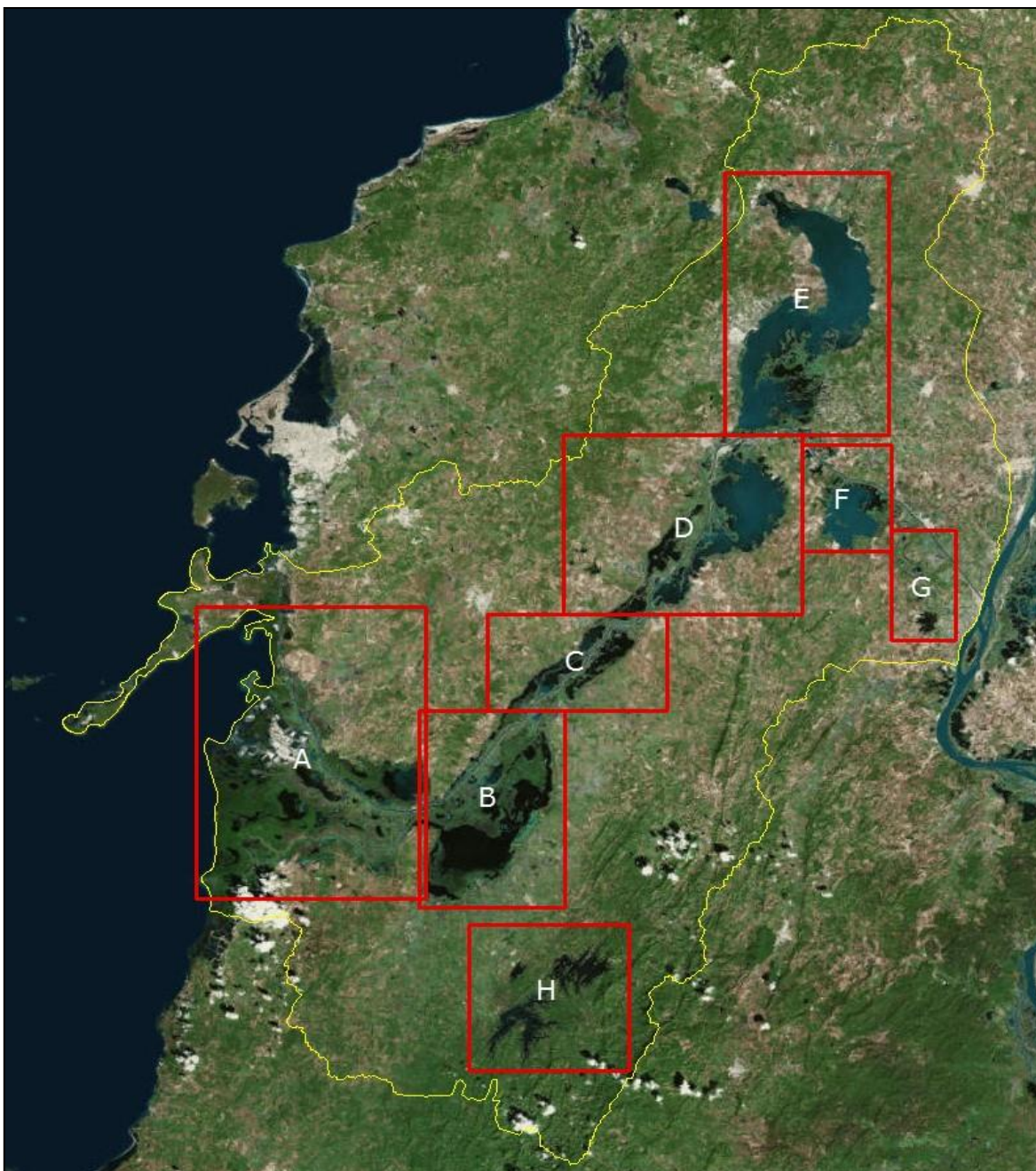


Fuente. ArcGis OnLine.



La zona de estudio se dividió en 8 subzonas que cubren los cuerpos de agua de la zona de estudio, esta subdivisión se realizó debido a la disponibilidad de las imágenes satelitales, Dado que, el cubrimiento de las imágenes satelitales disponibles, no cubren la totalidad de la zona de estudio. Se divide el análisis por zonas específicas, con el fin tomar el mayor número de imágenes posible, adicionalmente el análisis puede ser más detallado y los cambios son más notorios al realizarlo de esta manera (ver **Figura 3.460** y **Tabla 3.146**).

**Figura 3.460. Área de estudio y subzonas de análisis.**



Fuente. ArcGis OnLine.

**Tabla 3.146. Subzonas de análisis y cuerpos de aguas presentes.**

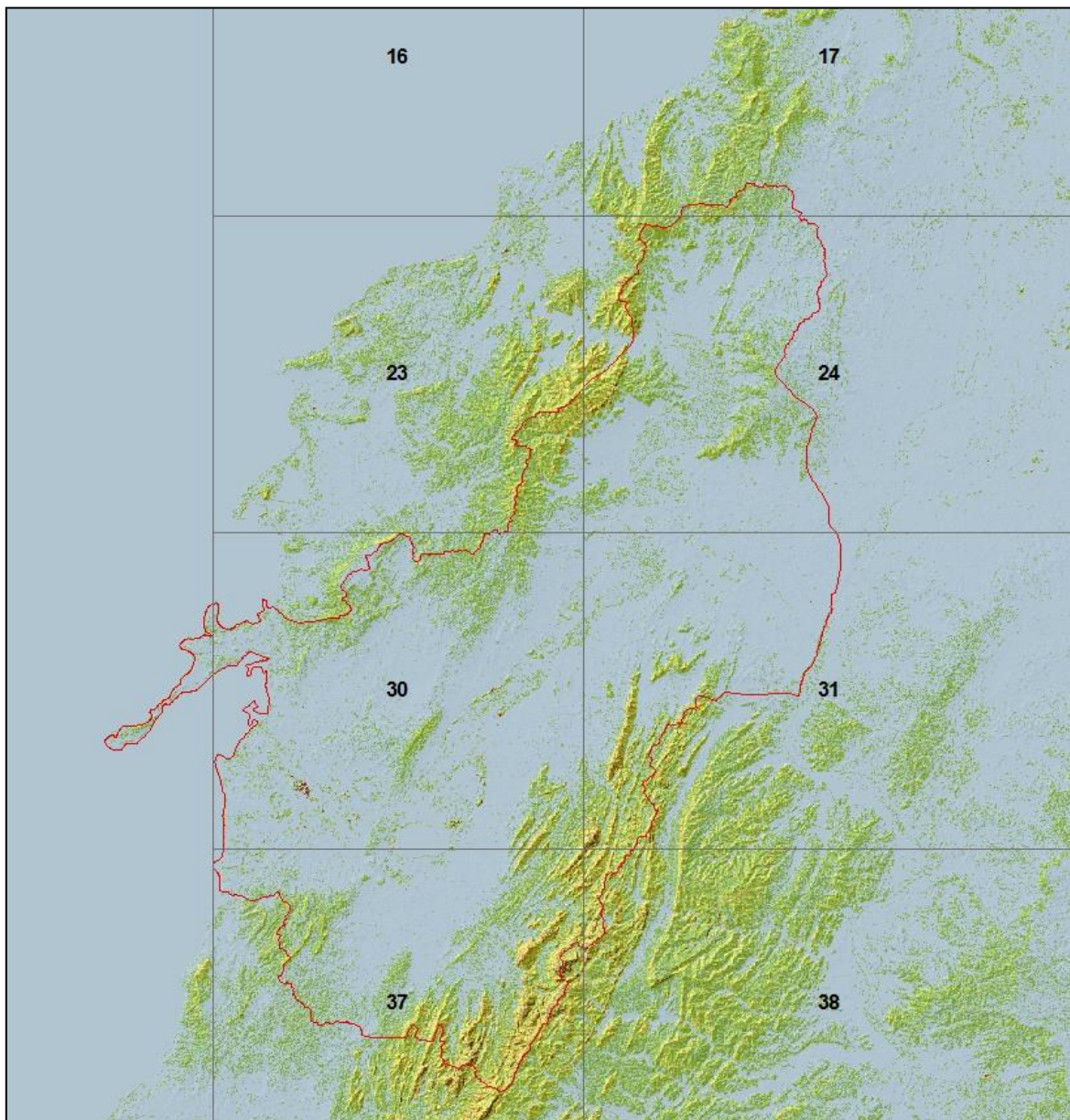
ZONA	CIÉNAGAS	ÁREA HA
A	Ciénagas Juan Gómez, Bohórquez, Palotal Calerra	63.373,8
B	Ciénagas María la Baja, Carabalí, Jinate, La Cruz	27.165,3
C	Ciénaga Matuya	16.286,6
D	Ciénagas Capote, Tupe, Zarzal, La Ceiba	40.536,7
E	Embalse Guájaro	40.623,0
F	Ciénaga De Jobo	8.839,4
G	Ciénagas Piajay, Palotal, Ventunilla, La placita, Los Negros, Machado	6.700,4
H	Embalse Matuya, El playón	22.040,1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.461** se aprecia que la zona de estudio es cubierta por ocho planchas escala 1:100.000, las planchas son la 17, 23, 24, 29, 30, 21, 37 y 38. A nivel de pendientes son predominantes las pendientes entre los 0 y 5 grados.



**Figura 3.461. Planchas 1:100.000 y pendientes en la zona de estudio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.5.1 Imágenes Satelitales Disponibles

Se tienen disponibles 13 imágenes satelitales disponibles para realizar los análisis, estas imágenes se evidencian en la **Tabla 3.147**.

En la **Tabla 3.148**, se evidencian los cubrimientos de las imágenes satelitales sobre la Cuenca Canal del Dique.

**Tabla 3.147. Imágenes satelitales disponibles.**

SENSOR	NOMBRE DE IMAGEN	FECHA DE TOMA	CUBRIMIENTO	RESOLUCIÓN (M)	BANDAS
Aster	ast_l1a_00310032004153358_10152004135650_123n.img	15/10/2004	poco	15	3
	ast_l1b_003_02042001155256_11122001171705.img	12/11/2001	parcialmente	15	3
	AST_L1B_00301292007153504_20070829144827_16082.img	29/8/2007	parcialmente	17	3
Landsat	Landsat_05032010.img	5/3/2010	100%	30	7
	landsat_9-53_080616_5tm_b.img	16/6/2008	100%	30	7
	landsat_9-53_20030102_ref_b.img	2/1/2003	100%	30	7
PLEIADES_2014	mosaico_02.img	2014	parcialmente	0.5	4
	mosaico_1.img	2014		0.5	4
	mosaico_spot.img	2014		1.5	4
RAPIEYE_2013	2013-12-27t162734_re3_1b-nac_15318457_176566_orto.img	27/12/2013	Parcialmente	6	5
RAPIEYE_2015	mosaico_magna_central.img	2015		5	5
SPOT_2015	121899HARRIS-MAP_163588_C_SO15016439-3-01_56413280503231548332J9-SCENE01	23/03/2005	Casi la mitad	10	4
	121899HARRIS-MAP_163588_C_SO15016439-4-01_56423290502151541262J0-SCENE01	2015	Muy poco, no utilizada	10	4
Google		18/3/2016	Jobo		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.148. Cubrimiento de las imágenes satelitales disponibles.**

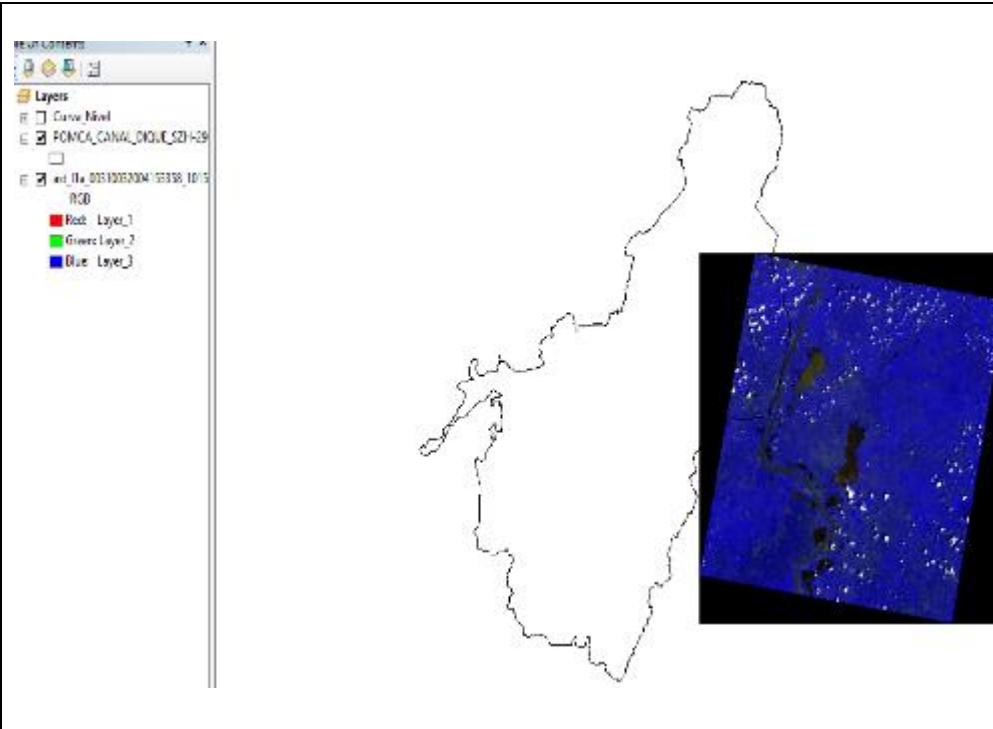
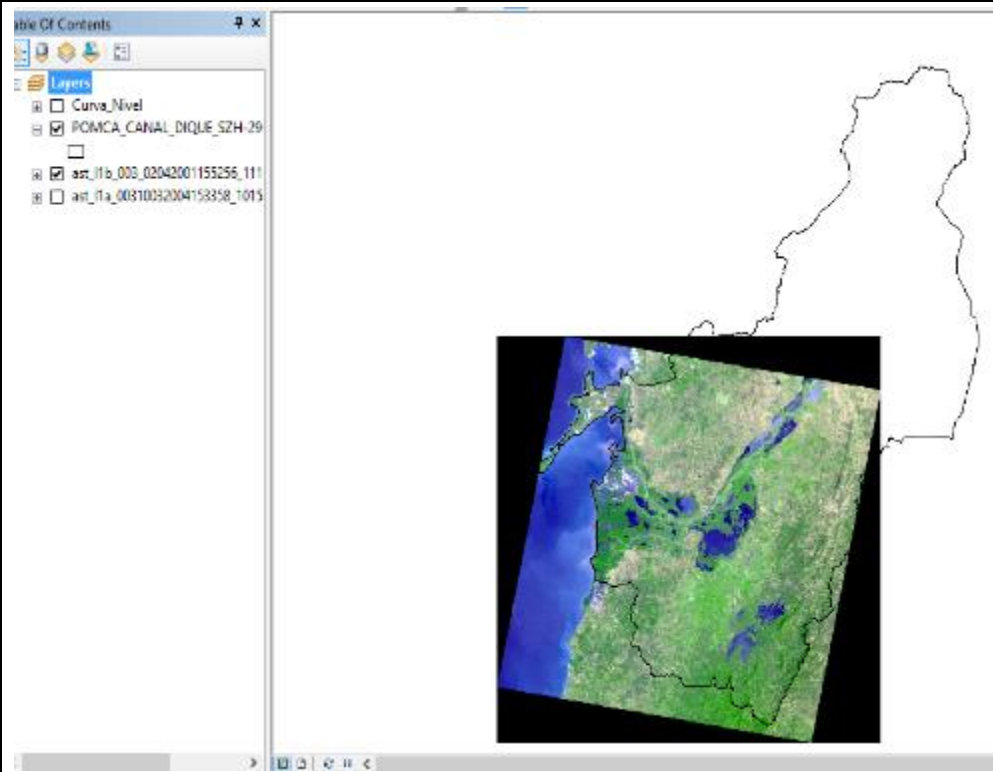
Imagen: ast_l1a_00310032004153358_10152004135650_123n.img	
1 Aster	
Imagen: ast_l1b_003_02042001155256_11122001171705.img	
2 Aster	

Imagen: AST\_L1B\_00301292007153504\_20070829144827\_16082.img, 2007

3 Aster

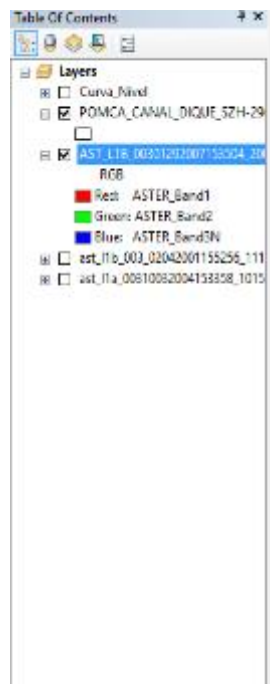


Imagen: landsat\_9-53\_080616\_5tm\_b.img

4 Landsat



<p>5 Landsat</p>	<p style="text-align: center;">Imagen: Landsat_05032010.img</p>
<p>6 Landsat</p>	<p style="text-align: center;">Imagen: landsat_9-53_20030102_ref_b.img</p>

Imagen: 2013, 2013-12-27t162734\_re3\_1b-nac\_15318457\_176566\_orto.img

7 Rapideye

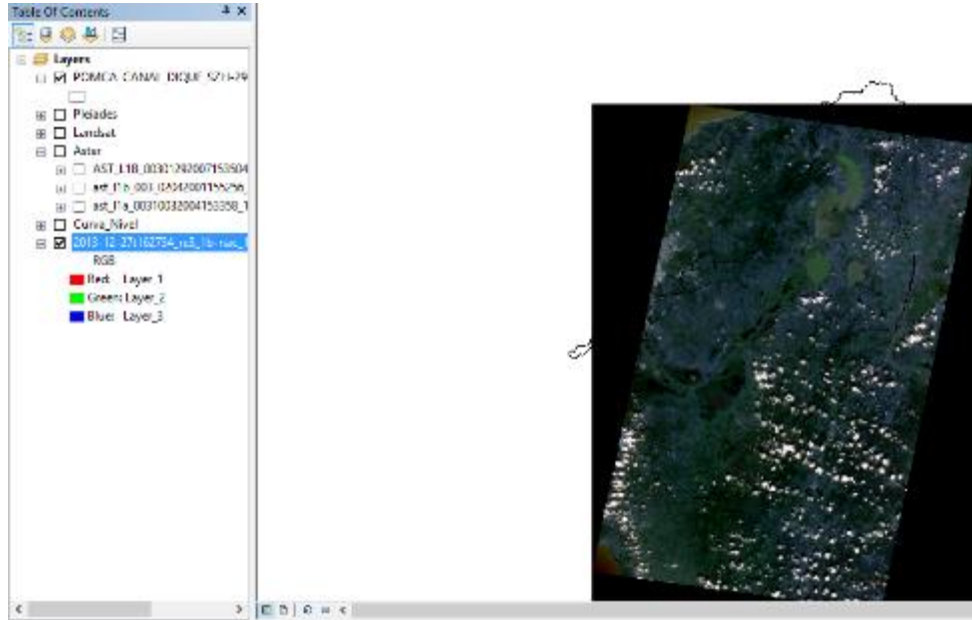


Imagen: mosaico\_magna\_central.img

8 Rapideye

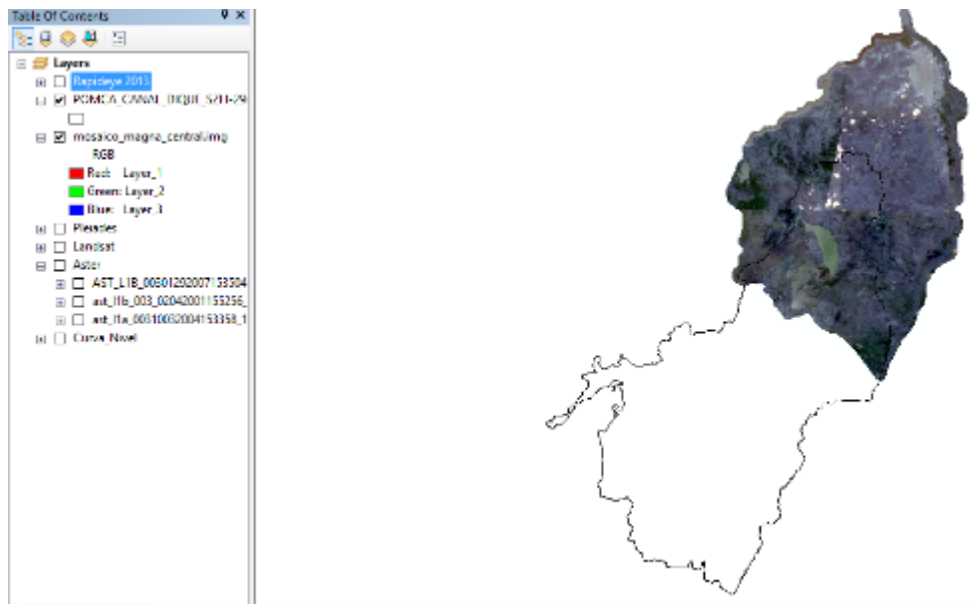




Imagen: 121899HARRIS-MAP\_163588\_C\_SO15016439-3-01\_56413280503231548332J9-SCENE01

9 Spot

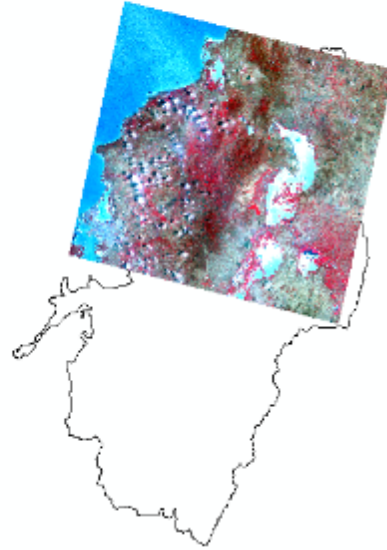
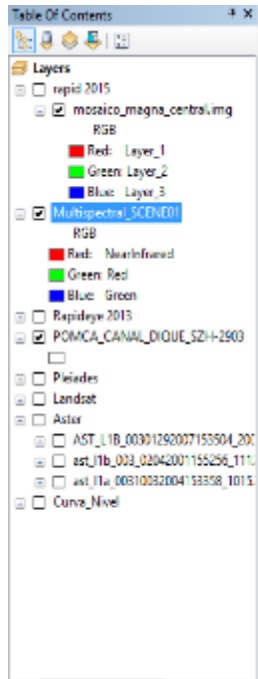
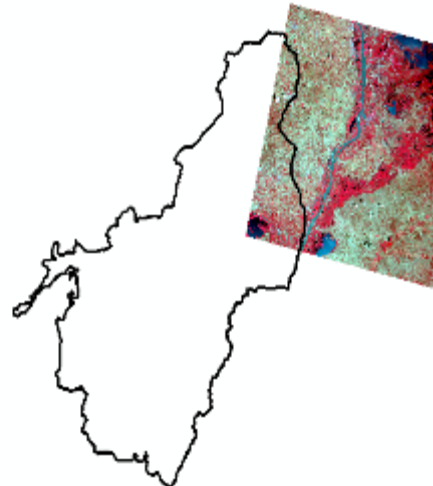
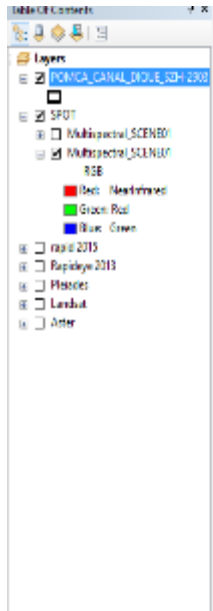
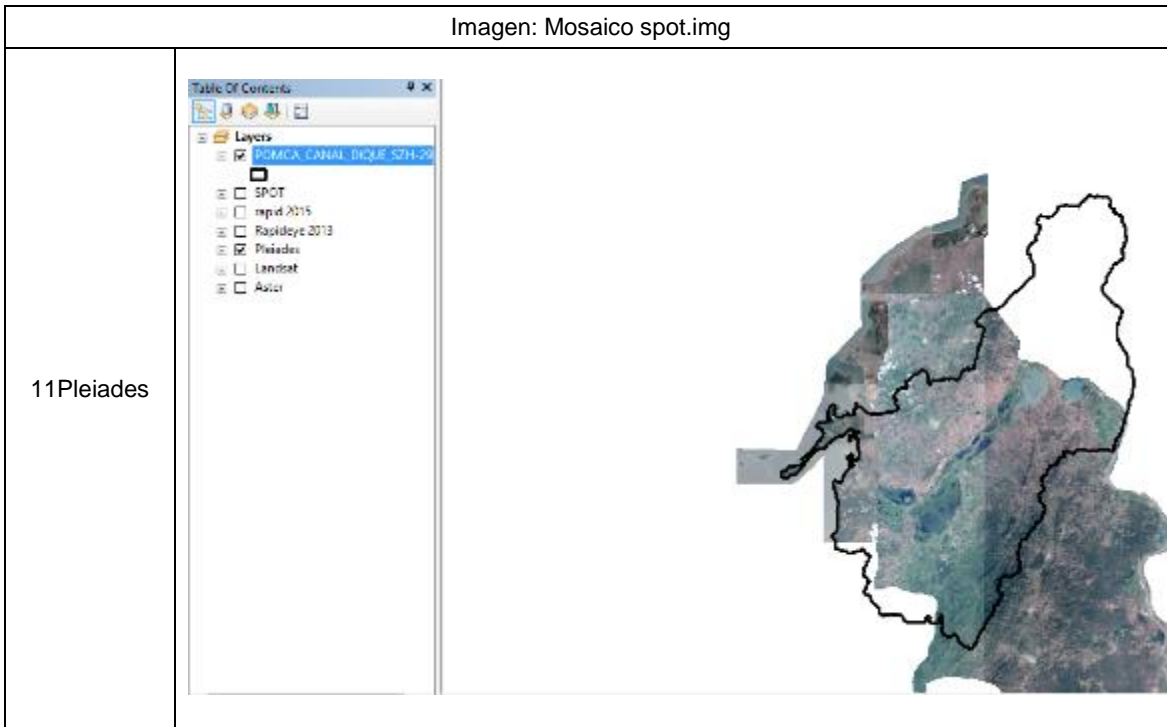


Imagen: 121899HARRIS-MAP\_163588\_C\_SO15016439-4-01\_56423290502151541262J0-SCENE01

10 Spot





Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.149** se muestra el cubrimiento de las zonas a partir de cada una de las imágenes usadas.

**Tabla 3.149. Cubrimiento de las sub escenas de las imágenes disponibles.**

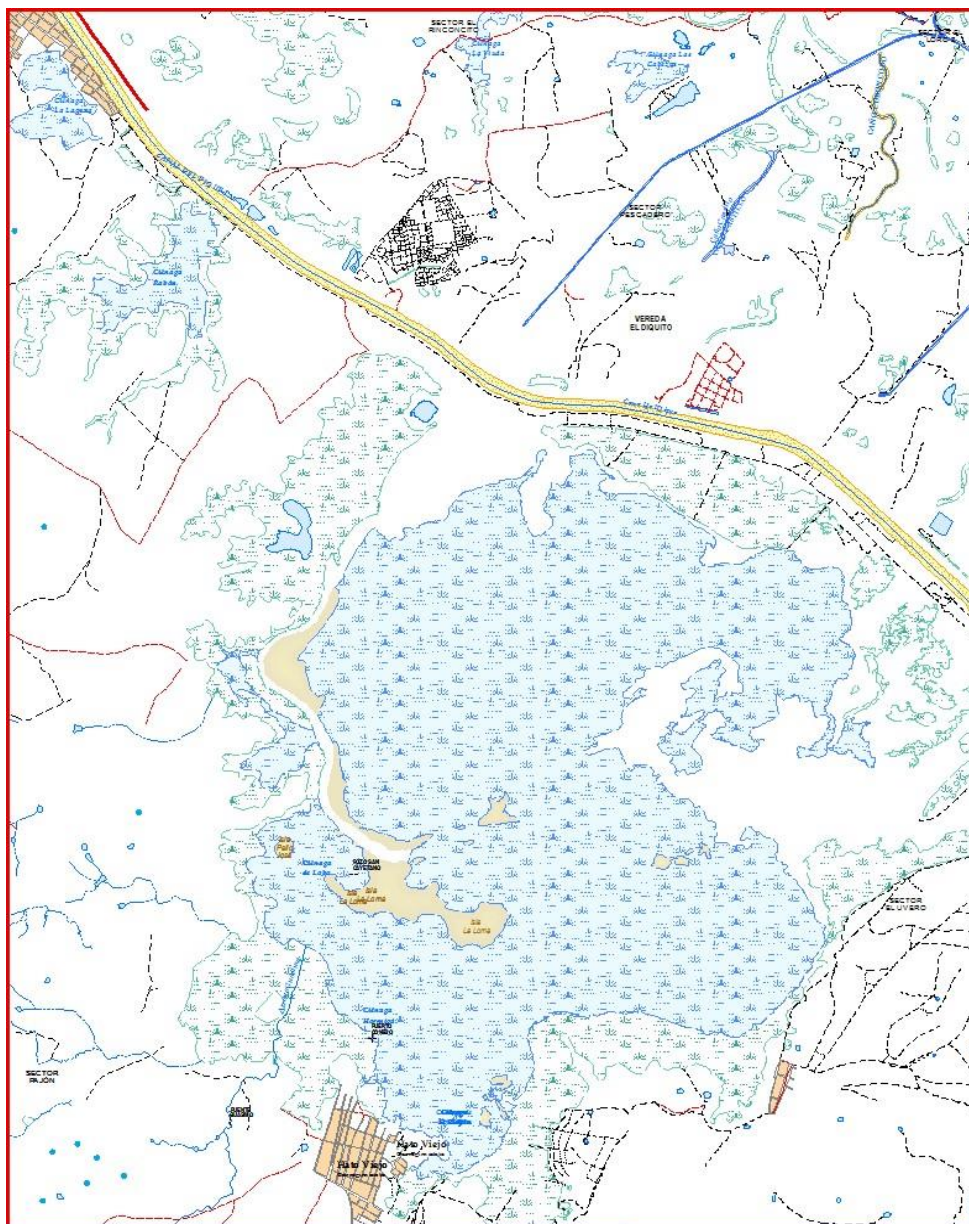
SENSOR	IMAGEN	FECHA	A	B	C	D	E	F	G	H
ASTER	ast_l1b_003_02042001155256_11122001171705.img	12/11/2001	100%	100%	100%	25%				100%
LANDSAT	landsat_9-53_20030102_ref_b.img	02/01/2003	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ASTER	ast_l1a_00310032004153358_10152004135650_123n.img	15/10/2004						15%	100%	
SPOT	121899HARRIS-MAP_163588_C_SO15016439-3-01_56413280503231548332J9-SCENE01	23/03/2005				80%	100%	100%	75%	
ASTER	AST_L1B_00301292007153504_20070829144827_16082.img	29/08/2007	5%	5%						100%
LANDSAT	landsat_9-53_080616_5tm_b.img	16/06/2008	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
LANDSAT	Landsat_05032010.img	05/03/2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RAPIEYE	2013-12-27t162734_re3_1b-nac_15318457_176566_orto.img	27/12/2013	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
PLEIADES	mosaico_1.img	2014								
PLEIADES	mosaico_02.img	2014	60%							
PLEIADES	mosaico_spot.img	2014	40%	100%	100%	90%		60%	100%	90%
RAPIEYE	mosaico_magna_central.img	2015					100%	30%	20%	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.5.2 Clasificación Zona F Ciénaga de Jobo

La zona F tiene un área de 8.839 hectáreas. Se encuentra dentro de la jurisdicción de los municipios de Manatí y Santa Lucía del departamento del Atlántico, y de los municipios de San Cristóbal, Calamar y Arroyo hondo del departamento de Bolívar (ver **Figura 3.462** y **Tabla 3.150**). Dentro de esta zona se encuentra el corregimiento de Hato Viejo y corregimiento Pilón al sur de la zona y en el sector noroccidental de la zona se localiza parte de la cabecera municipal del municipio de San Cristóbal.

**Figura 3.462. Cartografía básica de la Zona F.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.150. Imágenes y fecha de toma para el análisis de la dinámica fluvial de la zona F.**

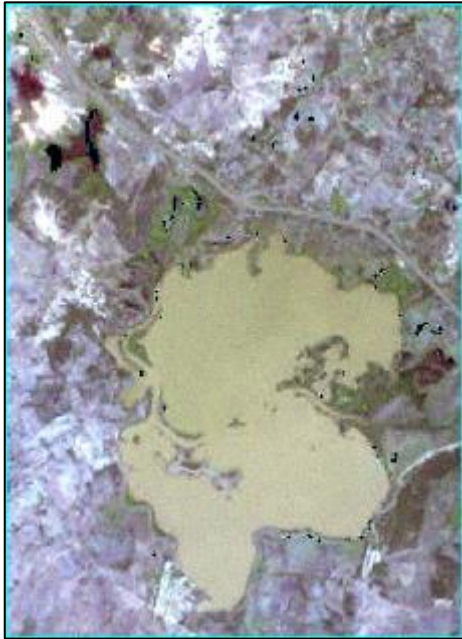
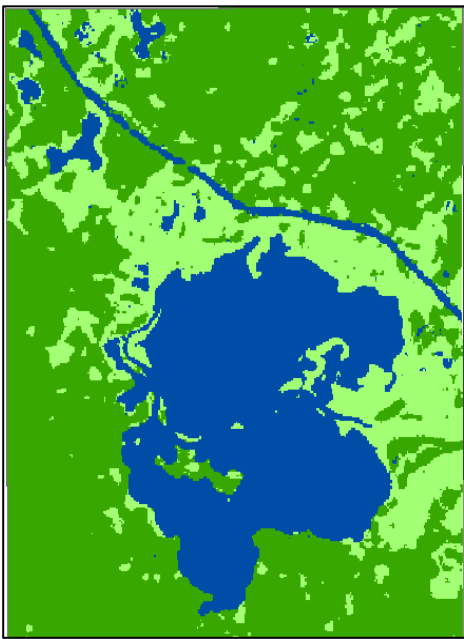
SENSOR	FECHA	ZONA F
LANDSAT	02/01/2003	x
SPOT	23/03/2005	x
LANDSAT	16/06/2008	x
LANDSAT	05/03/2010	x
GOOGLE	18/03/2016	x

Fuente: Consorcio Canal del Dique.


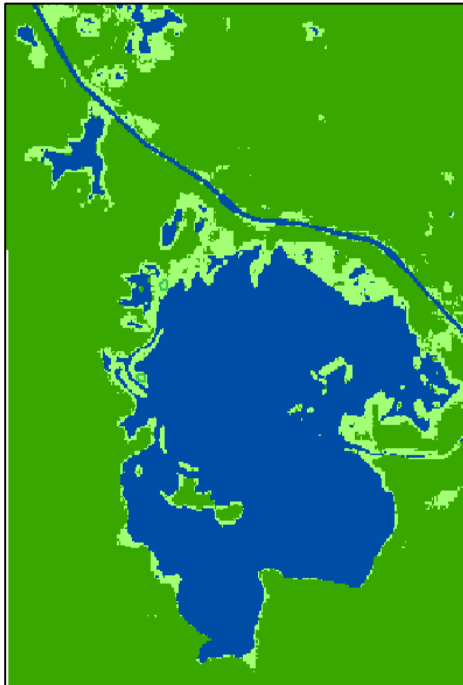


A nivel de cuerpos de agua se destaca la ciénaga De Jobo, siendo el cuerpo de agua de mayor extensión, localizado en la parte central de la zona, en el noroeste se encuentra la Ciénaga La Laguna y Rabón, en cercanías de la cabecera del municipio de San Cristóbal. En el sector norte se encuentran las ciénagas de La Viuda y Las Cabezas. El Canal del Dique atraviesa la zona en dirección noroeste.

En la **Tabla 3.151** se muestra la clasificación de las imágenes para la zona F.

**Tabla 3.151. Imágenes utilizadas para cada fecha de toma y su clasificación.**

SENSOR	IMAGEN	CLASIFICACIÓN
LANDSAT 02/01/2003		

SENSOR	IMAGEN	CLASIFICACIÓN
<p>SPOT 23/03/2005</p>		
<p>LANDSAT 16/06/2008</p>		

SENSOR	IMAGEN	CLASIFICACIÓN
<p>LANDSAT 05/03/2010</p>		
<p>Google, Astrium 18/03/2016</p>		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con los cinco periodos de tiempo en donde se clasifico la zona, se obtienen las cifras de ocupación de cada clase (Lámina de agua, Zona inundable y Zona no inundable). De tal manera que se obtiene la cifra en hectáreas y la variación en la ocupación a través del tiempo entre el periodo de enero de 2003 a marzo de 2016, es decir una ventana temporal de trece años aproximadamente.

La lámina de agua ocupó un máximo de 2679 hectáreas en el 2008 y un mínimo de 1176 hectáreas para el 2016, por lo que la reducción en el espejo de agua entre los dos periodos extremos corresponde a 1503 hectáreas, equivalentes a una reducción en el espejo de agua a más de la mitad, esto corresponde con un periodo muy seco para la fecha de toma del 2016. La lámina de agua en el periodo del 2003 a 2010 tiene unas variaciones del orden de 417 hectáreas ya sea por inundación o por sequía de la lámina de agua, pero con respecto al año 2016 la tasa de cambio de sequía es superior tres veces más que la tasa con que venía cambiando entre el 2003 y el 2010.

La clase no inundable dentro de la sub escena F, es siempre la clase predominante ocupando un mínimo de 4573 hectáreas para el 2003 y un máximo de 6461 hectáreas para el 2016 (ver **Tabla 3.152**), es decir que existe una variabilidad de 1888 hectáreas para este periodo de tiempo.

**Tabla 3.152. Área de ocupación en hectáreas en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo.**

	02/01/2003	23/03/2005	16/06/2008	05/03/2010	18/03/2016
Lámina de Agua	2262,7	2256,3	2679,3	2426,6	1176,5
Zona no inundable	4573,7	5181,6	5249,2	5640,2	6461,9
Zona Inundable	1947,0	1345,4	854,9	716,6	1145,0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.153** y **Figura 3.463** se evidencian los porcentajes de ocupación en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo.

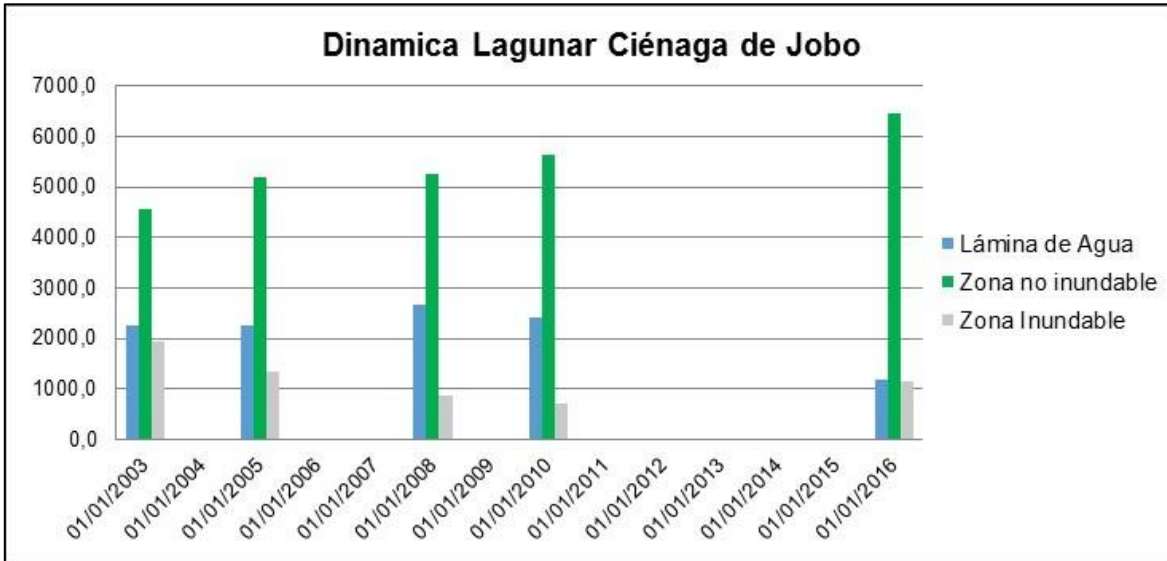
**Tabla 3.153. Porcentajes de ocupación en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo.**

	02/01/2003	23/03/2005	16/06/2008	05/03/2010	18/03/2016
Lámina de Agua	25,8%	25,7%	30,5%	27,6%	13,4%
Zona no inundable	52,1%	59,0%	59,8%	64,2%	73,6%
Zona Inundable	22,2%	15,3%	9,7%	8,2%	13,0%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.463. Porcentajes de ocupación en la clasificación de las escenas en diferentes periodos de tiempo.**

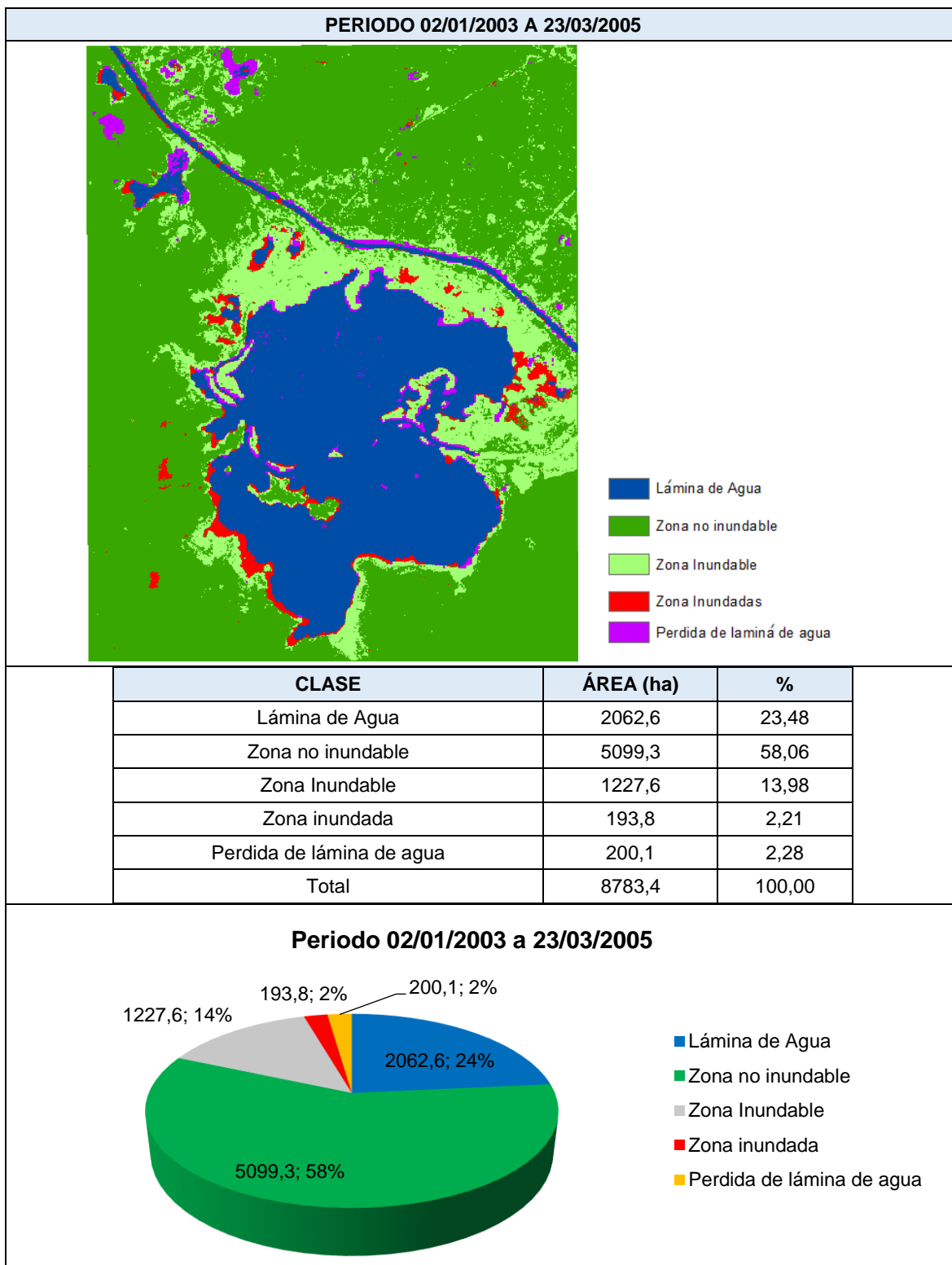


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.5.3 Cambios Espaciales en la Cobertura en Diferentes Fechas de Toma de las Imágenes

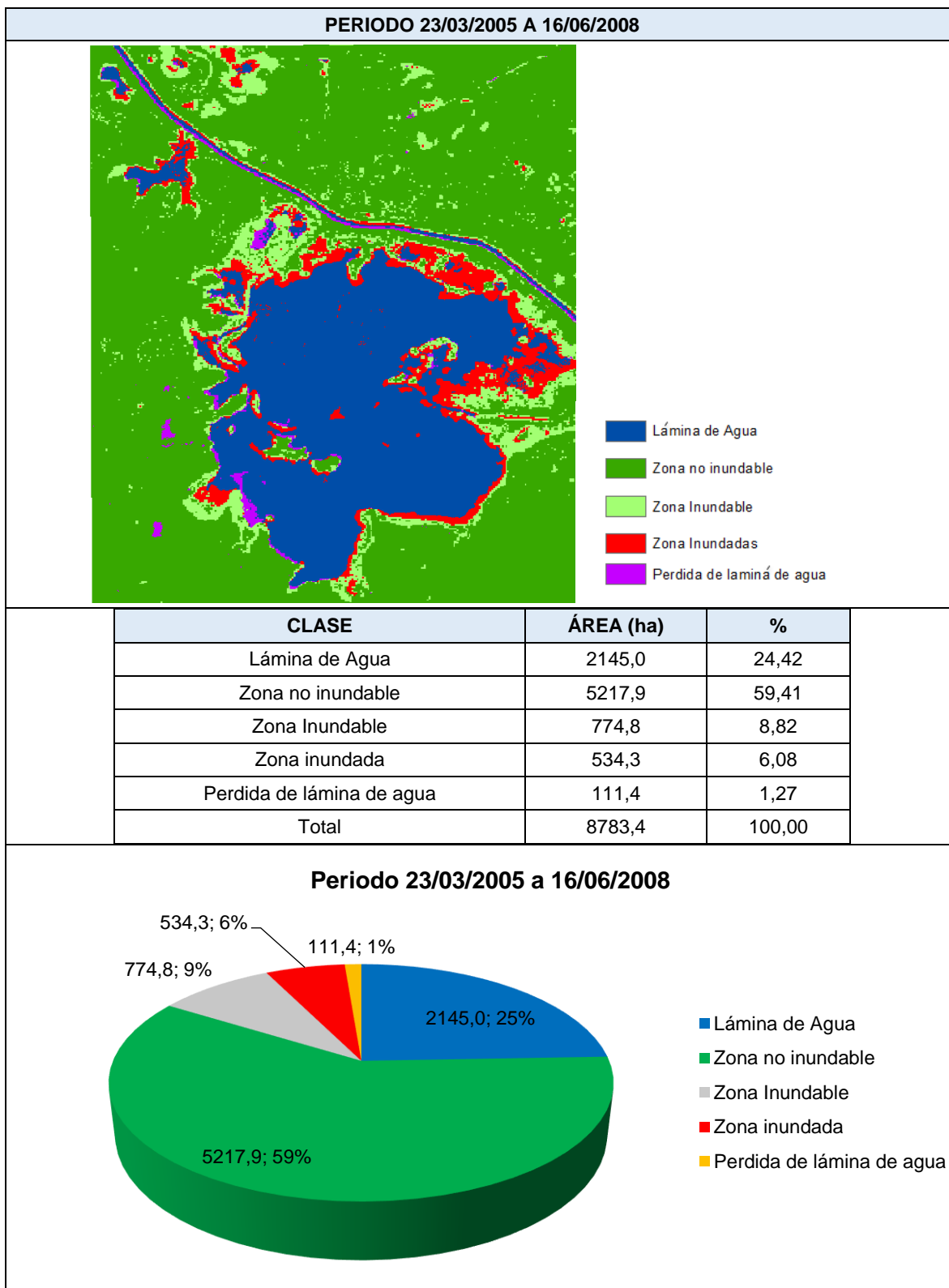
Los cambios espaciales que tuvo la cobertura a lo largo de los periodos analizados se reflejan en la **Tabla 3.154** a la **Tabla 3.158**, mostrando a su vez el área y porcentaje de cobertura.

**Tabla 3.154. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 02/01/2003 a 23/03/2005.**



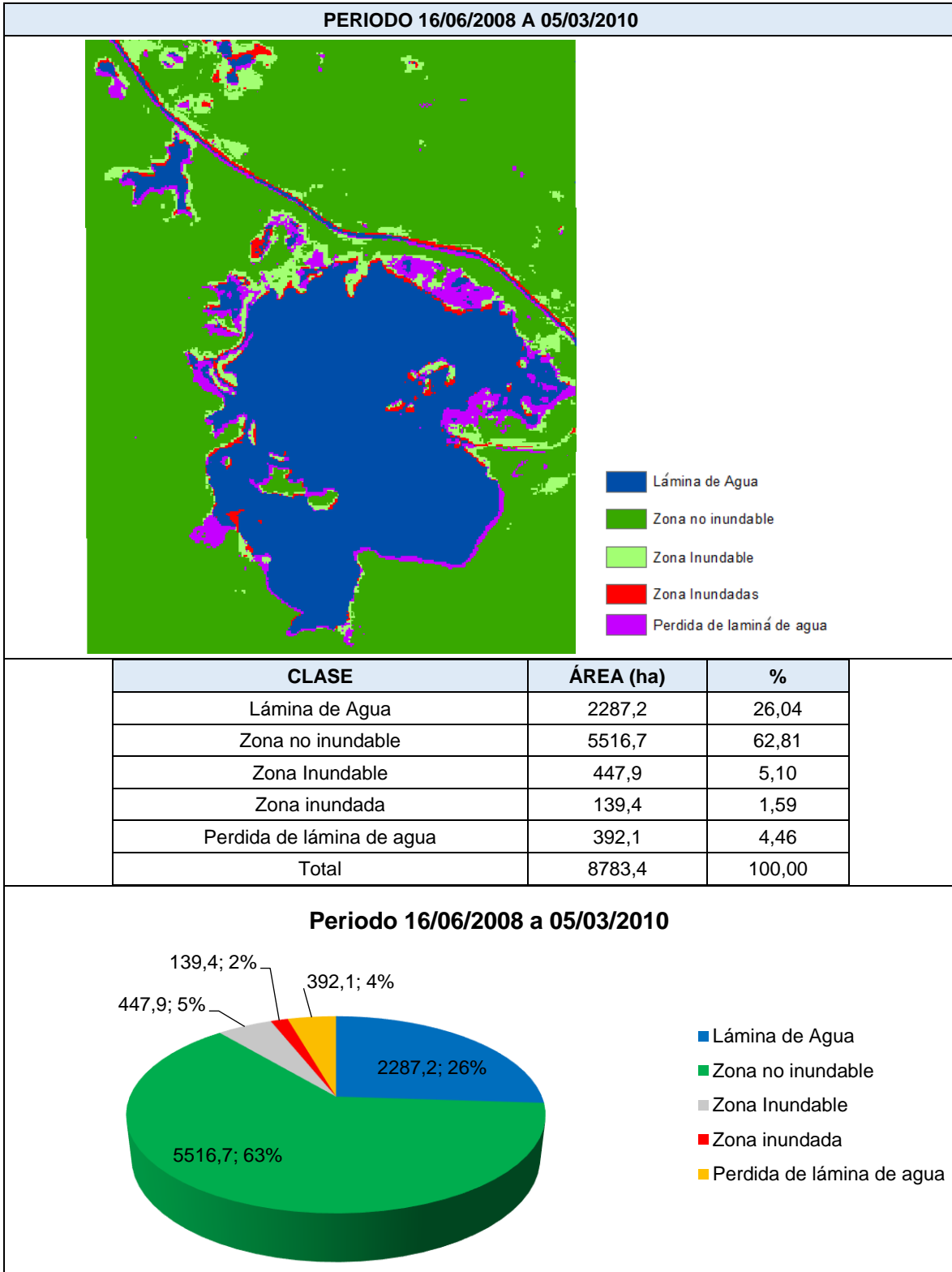
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.155. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 23/03/2005 a 16/06/2008.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

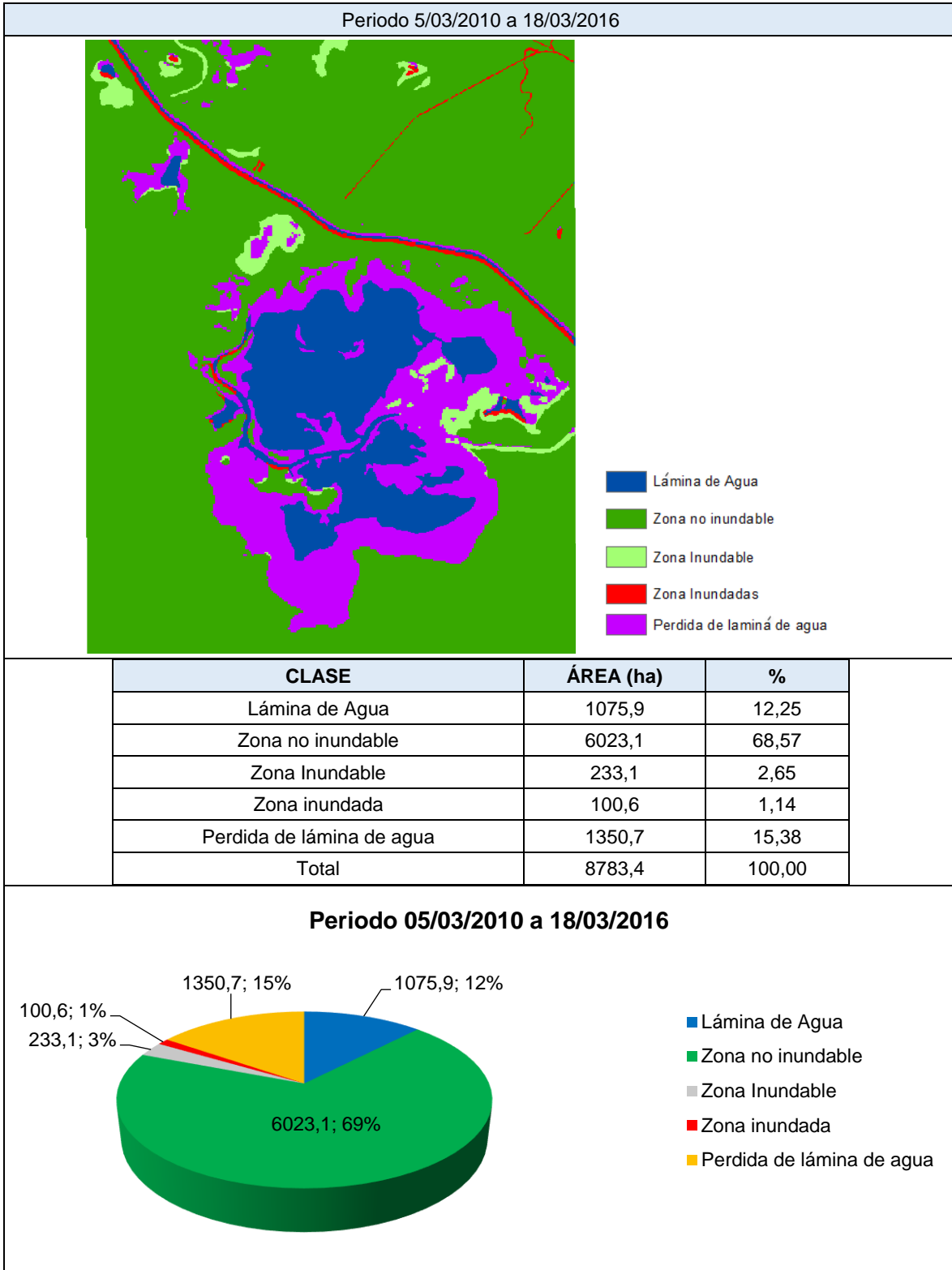
Tabla 3.156. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 16/06/2008 a 05/03/2010.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

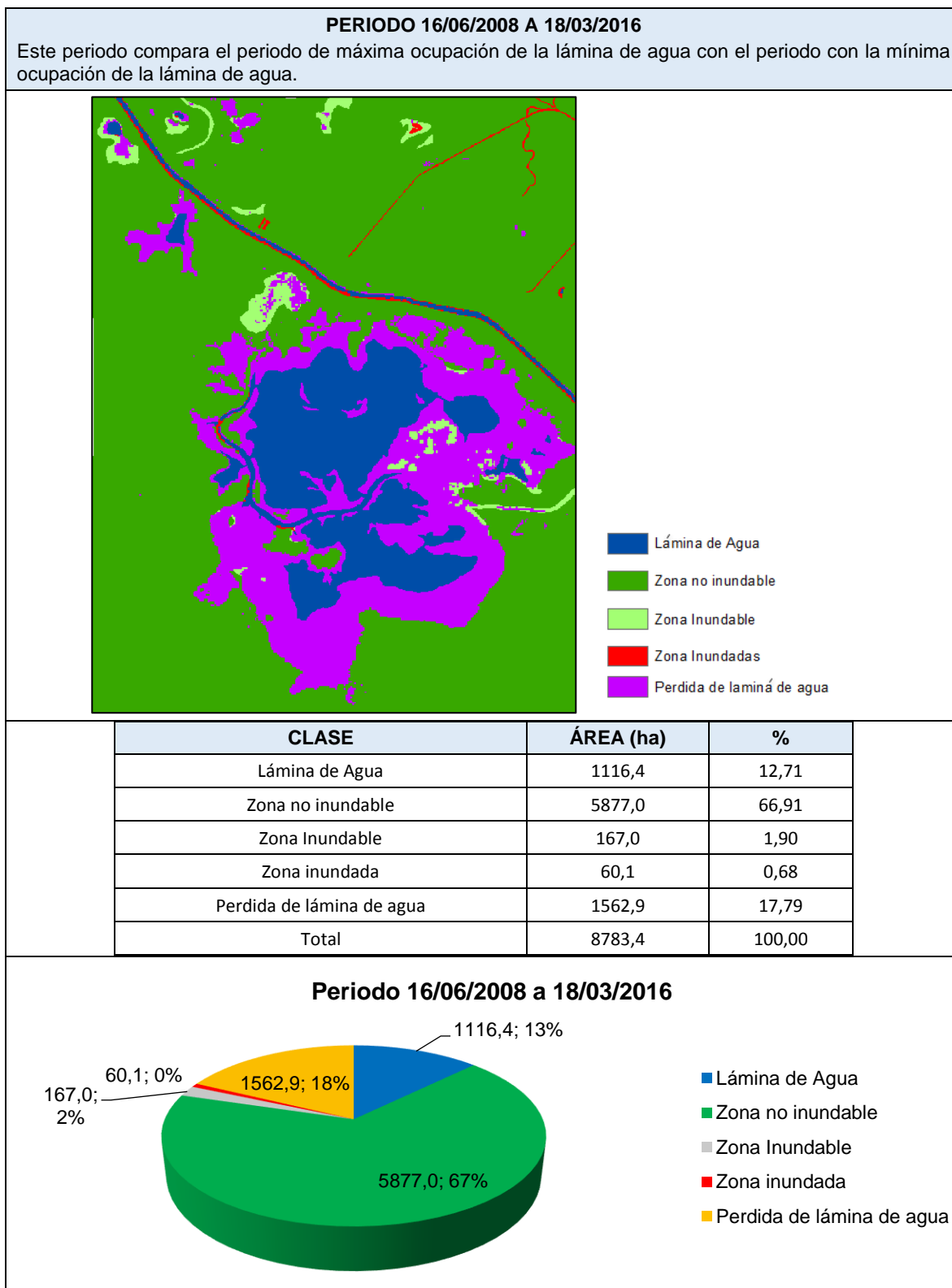


Tabla 3.157. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 5/03/2010 a 18/03/2016.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

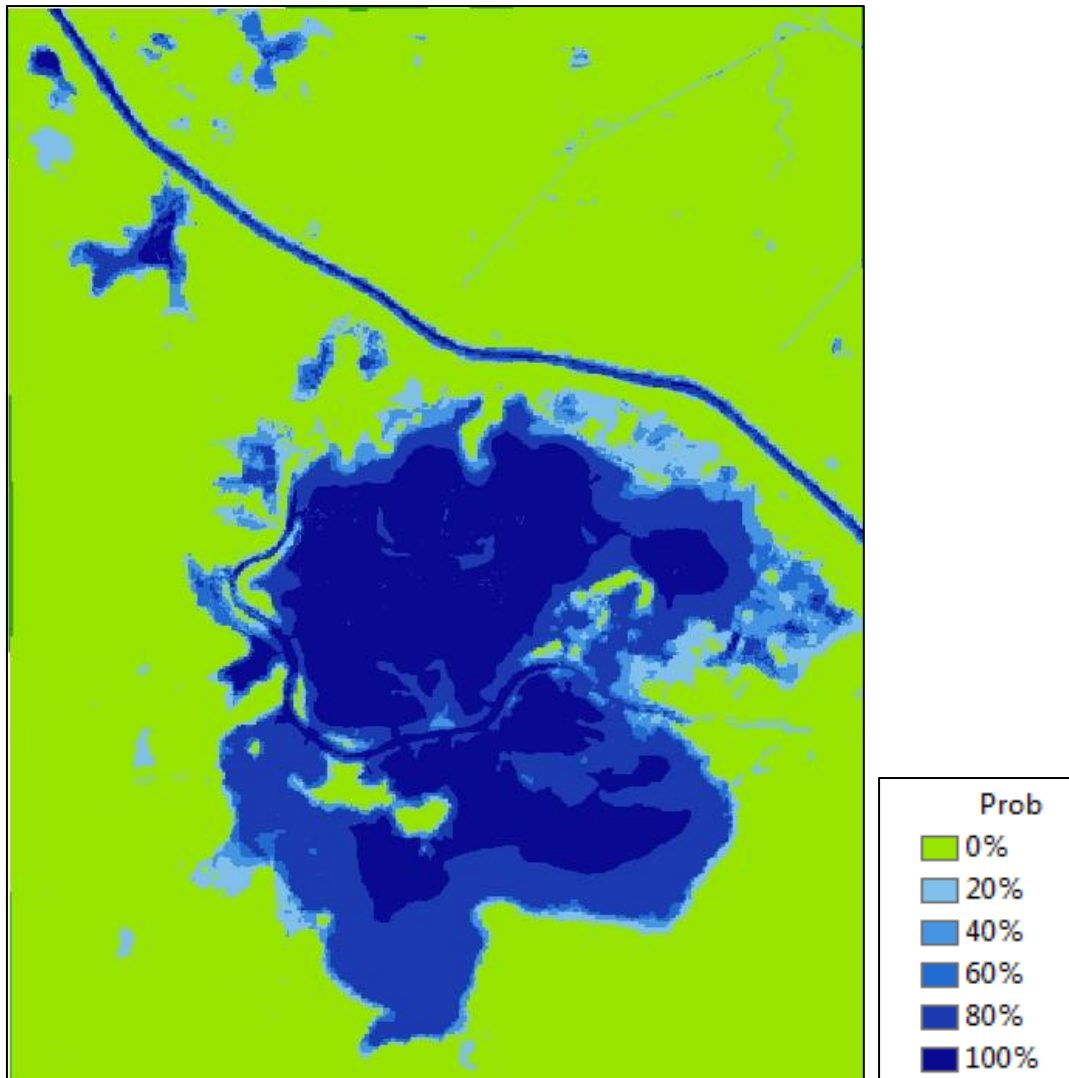
**Tabla 3.158. Cambios espaciales en la cobertura Periodo 16/06/2008 a 18/03/2016.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.464** se muestra la probabilidad de un pixel a ser clasificado como cuerpo de agua Zona F.

**Figura 3.464. Probabilidad de un pixel a ser clasificado como cuerpo de agua.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.6 Caracterización de la Infraestructura Hidráulica que Afecta la Oferta Hídrica en las Subcuencas del Canal del Dique

Para el inventario de infraestructuras hidráulicas que afectan la oferta hídrica, se realizará un análisis para los principales cuerpos de aguas de la cuenca.

#### 3.7.6.1 Inventario Obras Hidráulicas en el Embalse el Guájaro

De acuerdo con estudios técnicos suministrados por CRA, fue posible desarrollar un análisis del inventario de obras hidráulicas que afectan la oferta hídrica del Embalse del Guájaro:

Diagnóstico Inicial para el Ordenamiento del Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco. Octubre de 2014. DEL INGENIERÍA DE DESARROLLO LIMPIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA–.

Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para el Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco. Enero de 2015. DEL INGENIERÍA DE DESARROLLO LIMPIO - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA–.

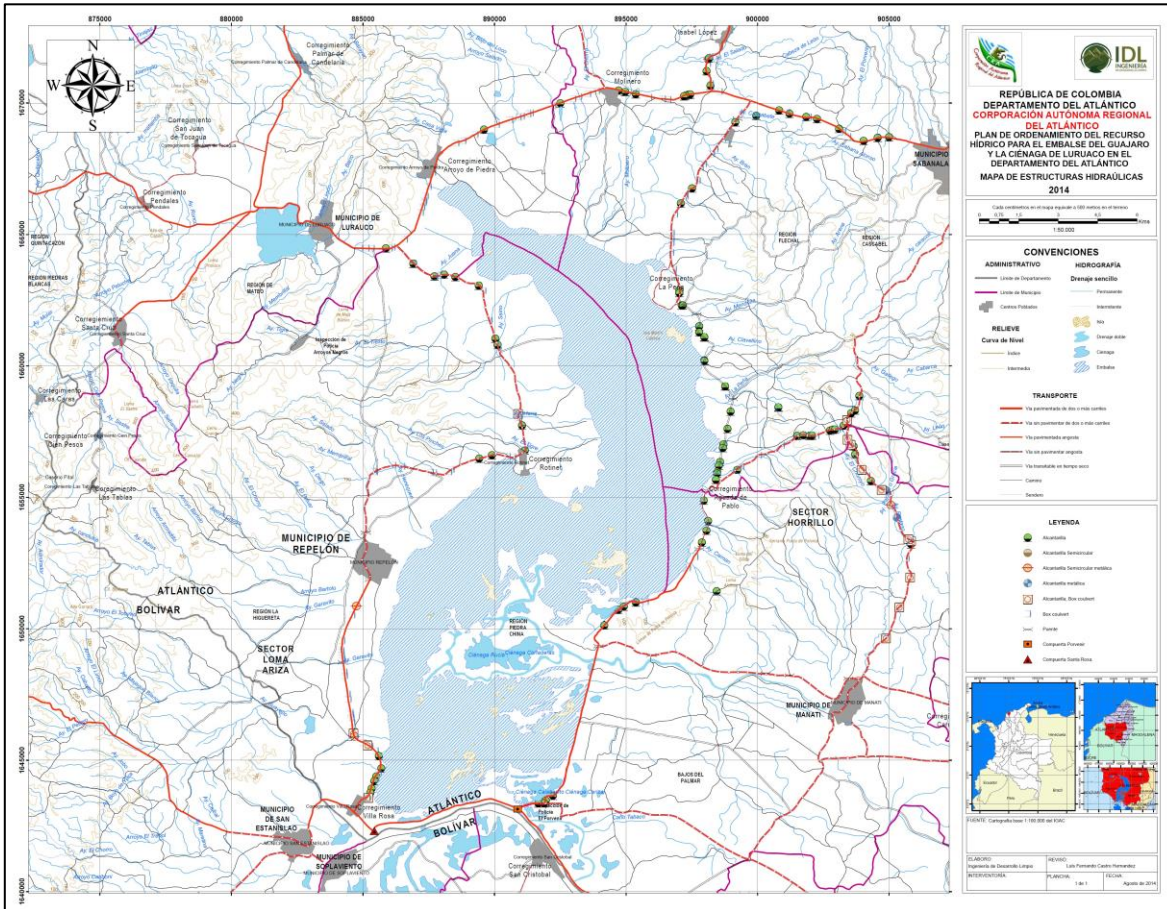
En la red hídrica de la Cuenca del Embalse del Guájaro, se encuentran alrededor de 280 estructuras hidráulicas distribuidas en alcantarillas, boxcoulverts y puentes (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 24). El inventario de estas y su descripción se encuentran en los anexos del documento “Actualización del manual de operaciones del hidrosistema al cual pertenece el Embalse del Guájaro y diseño de las estructuras y sistemas para disminuir la vulnerabilidad de la zona ante eventos climatológicos extremos (2012)”.

En este documento, realizan una discriminación del estado de las estructuras hidráulicas de la cuenca. Las estructuras en buen estado son aquellas que no presentan sedimentación alguna, no muestran características de deterioro en su estructura, y se encuentran en funcionamiento con capacidad de diseño del 90% - 100% en la red hídrica de la cuenca. Las de regular estado, son aquellas que presentan sedimentación del 30% al 60% de su capacidad, no muestran características de deterioro en su estructura de conformación y requieren de mantenimiento para su debida operación. Mientras que las estructuras en mal estado presentan sedimentación del 60% y el 100% de su capacidad, muestran características de deterioro en su estructura y presentan un riesgo potencial para el debido funcionamiento de la red hídrica de la cuenca requiriendo urgentemente de mantenimiento para su operación (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 26).

Basados en la información, se tiene que el 81% de las estructuras hidráulicas en la Cuenca del Embalse del Guájaro se encuentran en buen estado, el 16% en regular estado y el 3% en mal estado (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 26). En la **Figura 3.465** se presenta el mapa de ubicación de dichas estructuras.



Figura 3.465. Mapa de ubicación de las estructuras hidráulicas en el Embalse del Guájaro.



Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para El Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco, 2015.

### 3.7.6.1.1 Estructuras de Captación

En cuanto a estructuras de captación, en el documento anteriormente citado se presenta un inventario llevado a cabo a partir de un censo donde se discrimina a los usuarios que captan agua del Embalse del Guájaro.

En la **Tabla 3.159**, se presentan los sistemas de captación empleados por dichos usuarios. Con base en ella se tiene que el municipio de Sabanalarga cuenta con un 41% del total de los usuarios inventariados que tienen estructuras de captación, Repelón el 35% y Luruaco el 24%.

Estos altos porcentajes de usuarios se deben a la falta de cobertura de acueducto en dichos municipios y a la necesidad por parte de los usuarios, poseedores de fincas, al riego de sus tierras para el desarrollo de actividades pecuarias y agrícolas (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 28).

**Tabla 3.159. Inventario de sistemas de captación en el Embalse el Guájaro.**

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO	OBSERVACIÓN
1	Acueducto de Repelón	Repelón	Agua potable	41	Turbina eléctrica de 60 HP y 1775 rpm, un sistema de bombeo conformado por dos bombas, de las cuales solo se tiene en funcionamiento una, la otra se encuentra dañada.	La turbina tiene entrada de 12" x 6" y una salida de 4" x 10"
2	Acueducto de Rotinet	Rotinet (Repelón)	Agua potable	30	Bomba sumergible de 6" de entrada y 4" de salida, con 1750 rpm.	
3	Acuacultivo el Silencio	Molinero (Sabanalarga)	Piscicultura	500	Equipo de bombeo con un motor Diesel de 160 hp y 1750 rpm con una entrada de 16" y una salida de 16".	Bombean 6 horas diarias en la noche, el sistema consta de dos bombas de las cuales una no está en funcionamiento.
4	Acuacultivo el Guájaro	La Peña (Sabanalarga)	Piscicultura	1000	Bomba de 24" con motor Caterpillar de 180 HP.	Bombean 6 horas en las noches.
5	Finca Caimán	Aguada de Pablo (Sabanalarga)	Riego de pastizales y consumo de animales	6	Equipo de bombeo de 2" de entrada y 2" de salida, con motor de 12 HP.	Lo emplean en verano para el riego de 2 hectáreas de pasto.
6	Juan Cuenta	Aguada de Pablo (Sabanalarga)	Riego de pastizales y consumo de animales	110	Equipo de bombeo conformado por 2 bombas Diesel de 12" de entrada y 10" de salida.	Se emplea para el riego en verano de pasto, según los encargados no se usa desde hace 2 años.
7	Iván Reatiga	Aguada de Pablo (Sabanalarga)	piscicultura	110	Equipo de bombeo con motor Diesel de 140HP, 1800rpm, tubería de 6" de entrada y 6" de salida.	Captan cuatro horas diarias para recuperar los niveles de las piscinas por evaporación.
8	Inversiones Zuluaga Botero	Molinero (Sabanalarga)	Riego de pastizales y consumo de animales	80	Sistema de bombeo con un motor Diesel de 8" de entrada y 8" de salida.	Equipo desmontado, no permitieron tomar fotografías y llegar al sitio de captación.
9	Alfredo Mercado	Colombia (Sabanalarga)	consumo de animales	13	Bomba con motor diesel de 7 hp, entrada de 3" y salida de 2".	
10	Finca Rancho Grande	Arroyo de Piedra (Luruaco)	consumo de animales	NA	No proporcionaron información.	Realizan el llenado de un tanque de 5x5x3

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO	OBSERVACIÓN
						metros cada dos días.
11	Gerardo Lara	Arroyo de Piedra (Luruaco)	piscicultura	8,3 - 16,6	Cuenta con dos equipos de bombeo, uno eléctrico de 20" de entrada que capta 0.5 m3/min; el otro equipo consta de un motor Diesel con tubería de 2" que capta 1m3/min.	El 80% del agua utilizada es recirculada por medio de un canal de 8 km de largo. El otro 20% es captado del Guájaro.
12	Carlos Rodríguez	Arroyo de Piedra (Luruaco)	riego de pastizales	80	Equipo de bombeo con motor eléctrico, entrada de 10" y salida de 8", de 60 hp y 1775 rpm.	
13	Roberto Noguera	Arroyo de Piedra (Luruaco)	Riego de pastizales y consumo de animales	80	Equipo de bombeo con motor eléctrico de 60 HP y 1775 rpm, entrada de 10"X6" y salida de 10"X6".	
14	Gabriel Acosta Bendeck	Rotinet (Repelón)	Riego de pastizales	20	Sistema de riego por aspersión.	
15	Finca las palmas	Rotinet (Repelón)	Riego de pastizales y consumo de animales	80	Cuenta con dos sistemas de captación, uno con motor de 8 hp con entrada de 4" y salida de 4" que se emplea para alimentar los bebederos de los animales, el otro cuenta con una entrada de 10" y salida de 8", carece de equipo de bombeo por mantenimiento.	Desde el año 2010 no cuenta con el equipo de riego (equipo en mantenimiento).
16	Hacienda el Guájaro	Rotinet (Repelón)	Riego de pastizales y consumo de animales	83	Cuenta con tres sistemas de bombeo: una bomba eléctrica con entrada de 12" y salida de 10", de 1850 rpm; el otro consta de una bomba de motor Diesel Caterpillar con entrada de 12" y salida de 10", y tiene otro sistema de captación que no cuenta con equipo de bombeo con tubería de 12" de entrada y 10" de salida.	
17	INCODER	Rotinet (Repelón)	Riego de cultivo	4973	Equipo de bombeo conformado por 7 bombas verticales marca KSB y motor AEG, tres de ellas con una capacidad de 695 L/s, dos de 944 L/s y dos de 500 L/s.	

Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para El Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco, 2015.



### 3.7.6.1.2 Sistema de Compuertas en el Embalse el Guájaro

El Embalse del Guájaro cuenta con dos sistemas de compuertas que interconectan el hidrosistema con el Canal del Dique: El sistema de Compuertas el Porvenir y el sistema de Villa Rosa. El primero se encuentra ubicado en el corregimiento vereda de las Compuertas, y el sistema de compuertas de Villa Rosa, se encuentra ubicado en el corregimiento del mismo nombre (**Figura 3.466**). Dicho sistema le permite al Embalse del Guájaro regularse hidráulicamente almacenando un volumen de agua que hace parte de su oferta hídrica (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 29).

**Figura 3.466. Localización del Sistema de Compuertas de El Porvenir y Villa Rosa.**



Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para El Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco, 2015.

Según el mencionado documento, durante la visita de inspección realizada a dichas estructuras, se evidenció que éstas se encontraban en buen estado. En una de las visitas de inspección realizada por la Universidad del Magdalena a las compuertas de Villa Rosa, hallaron una antigua estructura de bombeo del INCODER que se encontraba abandonada y en mal estado. En dicha estructura había un flujo de agua proveniente del Canal del Dique hacia el embalse a través de los tubos de interconexión de la estructura. Debido a esto, se consideró la importancia de llevar a cabo acciones pertinentes para sellar dicha estructura de bombeo, ya que debido al estado en que se encontraba, podría poner en riesgo de inundación a las comunidades localizadas en la zona de influencia del Hidrosistema El Guájaro, ante un evento de aumento de niveles en el Canal del Dique durante el primer y segundo periodo de lluvias del año. El sellamiento de ésta estructura de bombeo fue realizada por la Gobernación del Atlántico (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 31).

En visitas realizadas por UNIMAGDALENA a las compuertas del Porvenir, se observaron problemáticas relacionadas con habitantes de la zona:



En primera instancia, se encontró que, en una noche, la compuerta número cuatro, fue abierta sin autorización, ocasionándole daños al motor de dicha compuerta, por lo que la universidad instó a la corporación a realizar una revisión técnica mecánica al motor número cuatro con el fin de establecer su estado (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 32).

En segundo lugar, en otra ocasión, se encontró que la puerta de la caseta del sistema de Compuertas fue violentada, hurtándose la batería y el combustible de la planta eléctrica, ocasionando daños en la infraestructura del sistema.

Debido a estas situaciones la Universidad del Magdalena manifestó a la Corporación la importancia de la seguridad y vigilancia del sistema de compuertas el Porvenir, debido a que este tipo de acciones no permitirían la operación del sistema de compuertas y pondrían en riesgo de inundación y disponibilidad del recurso, a las comunidades localizadas en la zona de influencia del Hidrosistema El Guájaro.

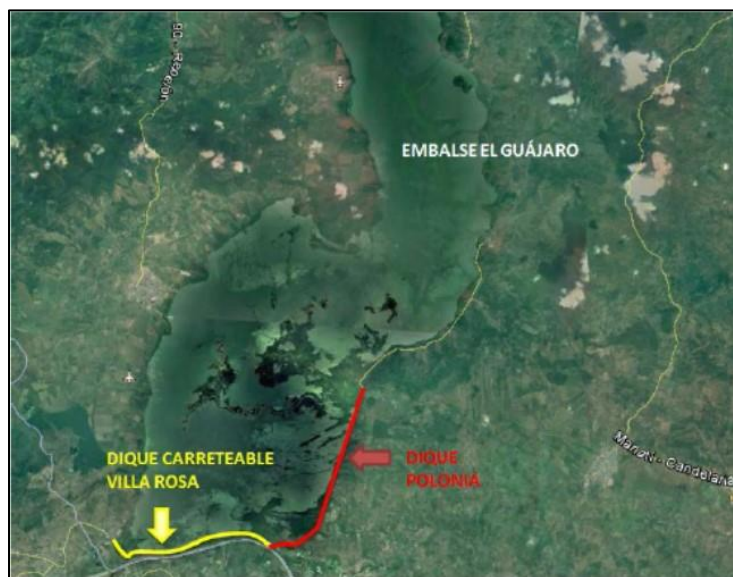
Después de estas visitas, contratistas de la Corporación se dieron a la tarea de reparar la puerta de la caseta de la planta eléctrica de las compuertas que fue violentada y colocar una nueva batería con combustible para el adecuado funcionamiento del sistema de Compuertas El Porvenir.

Sin embargo, la universidad del Magdalena reporta que para la fecha de elaboración del documento (año 2012), las Compuertas de Villa Rosa y El Porvenir se encontraban en buen estado y operacionales.

### 3.7.6.1.3 Diques Perimetrales

En el Embalse del Guájaro, se encuentran dos sistemas de diques que confinan y protegen el ecosistema, el Dique Carreteable de Villa Rosa y Dique Polonia (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 34) (**Figura 3.467**).

**Figura 3.467. Localización de Diques Perimetrales en el Embalse del Guájaro.**



Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para El Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco, 2015.

Durante un reconocimiento realizado a los diques perimetrales del embalse, realizado por la Universidad del Magdalena, se evidenció que el Dique Carreteable de Villa Rosa y el Dique Polonia, se encuentran en un buen estado.

La universidad del Magdalena, desarrolló una exploración geotécnica del 26 al 29 de Julio de 2012, con el fin de precisar las condiciones de ambos diques y realizar un análisis de la estabilidad actual de las estructuras perimetrales al Embalse del Guájaro (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 35).

Esta exploración reportó que el subsuelo en el sector en estudio, correspondía a una Arcilla de baja Plasticidad y en algunos casos Arcilla limosa de baja Plasticidad, de baja compresibilidad, con colores que varían entre habano oscuro y gris oscuro (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 39). Este material exhibe consistencias firmes y en términos generales constituyen buenos estratos para el apoyo de estructuras de contención como lo son los diques (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 40). Según el análisis de estabilidad del dique realizado por la Universidad del Magdalena, se tiene que el talud es estable y se encuentran en buenas condiciones.

#### 3.7.6.1.4 Alternativas de Intervención en el Embalse el Guájaro

De acuerdo con el análisis realizado por el equipo técnico de la CRA, las alternativas de intervención priorizadas para la protección el ecosistema estratégico de la cuenca hidrográfica del Embalse del Guájaro frente a impactos que puedan ser generados por actividades antrópicas y/o las derivadas del cambio climático son las siguientes (CRA, 2014, p 5):

- Dragado canal interconector del Embalse del Guájaro con las compuertas de Villa Rosa.
- Dragado zona 1 del Embalse del Guájaro en influencia de las compuertas de Villa Rosa.
- Dragado zona 2 del Embalse del Guájaro en la influencia de las compuertas del Porvenir.
- Construcción muro de contención en el corregimiento de la Aguada de Pablo, municipio de Sabanalarga.
- Construcción muro de contención en el corregimiento de la Peña, municipio de Sabanalalarga.
- **Dragado de mantenimiento canal interconector del Embalse del Guájaro con las compuertas de Villa Rosa:** El canal que interconecta el Embalse del Guájaro con las compuertas de Villa Rosa, se encuentra colmatado de macrófitas y sedimentado, razón por la cual es necesaria la recuperación de la sección hidráulica del mismo (CRA, 2014, p 6). Para tal fin, la entidad propone el retiro de las macrófitas, de las arenas y limos sedimentados en el fondo de este canal. En la **Figura 3.468** se presenta la localización del tramo del canal.

Debido a la inundación que sufrió el Sur del Departamento del Atlántico en el año 2010, los canales que comunican al Embalse del Guájaro con sus compuertas de

regulación, sufrieron un agresivo proceso de sedimentación lo que generó que estos canales perdieran capacidad hidráulica, situación que podría dificultar la descarga o el ingreso expedito del agua en el embalse (CRA, 2014, p 6).

**Figura 3.468. Localización del tramo a ser intervenido en las compuertas de Villa Rosa.**



Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para El Embalse del Guájaro y la Ciénaga de Luruaco, 2015.

- Dragado de mantenimiento zonas 1 y 2 sedimentadas del Embalse del Guájaro:** Debido al deterioro del ecosistema del Embalse del Guájaro y la cuenca aferente a este cuerpo de agua, la tala indiscriminada y la explotación minera de agregados sin la implementación adecuada de Planes de Manejo Ambiental, éste hidrosistema ha sufrido la sedimentación de diferentes zonas en las que se han depositado sólidos arrastrados por escorrentía en la cuenca por causa de la erosión en eventos de precipitación (CRA, 2014, p 15).

En los estudios desarrollados por la Universidad del Magdalena Convenio 003 de 2012, se determinó como prioritario el dragado de seis (6) zonas del embalse que a una cota de operación de 3.5 m.s.n.m permitirían el adecuado flujo del agua en todo el hidrosistema evitando el aislamiento y fragmentación del mismo (CRA y Universidad del Magdalena, 2012, p 258). En documento elaborado por la CRA en el 2014, hacen referencia a las zonas 1 y 2, las cuales corresponden a las desembocaduras internas de los canales de interconexión de las compuertas de Villa Rosa y El Porvenir con el embalse y que son objeto de ejecución de las presentes alternativas de intervención.

Construcción de muro de protección corregimiento de la Peña: En el año 1997 fue construida una obra de protección de carácter transitorio, en el corregimiento de la Peña, con el fin de aliviar los problemas de inundación de la comunidad mencionada a través de la figura de urgencia manifiesta, utilizando un sistema de muro de contención en bolsacreto (CRA, 2014, p 32).

Durante la ola invernal del 2010, la comunidad de este corregimiento se vio afectada por la inundación a causa de la ruptura del Canal del Dique, en jurisdicción del Municipio de Santa Lucía, por lo que la estructura temporal en bolsacretos se vio seriamente alterada en su parte funcional, lo que conllevó a que actualmente, ésta no esté cumpliendo su función de protección de la población frente a dichos eventos (CRA, 2014, p 32).

Debido a esto, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) señala la importancia de la construcción de una estructura de contención y protección que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios para responder a las solicitudes del sistema (CRA, 2014, p 32).

Construcción de muro de protección corregimiento de Aguada de Pablo: En el año 2011, el municipio de Sabanalarga realizó las gestiones para la construcción de una estructura temporal de protección en el Corregimiento de Aguada de Pablo, ante los altos niveles presentados en el Embalse del Guájaro. Dicha obra fue de carácter transitorio y se ejecutó con el fin de aliviar los problemas de inundación del corregimiento a través de la figura de Colombia Humanitaria, utilizando un sistema de muro de contención en piedra ciclópea (CRA, 2014, p 48).

Durante la ola invernal de diciembre de 2012, la comunidad de este corregimiento se vio afectada por los altos niveles del embalse, por lo que la estructura temporal en piedra ciclópea se vio alterada en su parte funcional, por lo que en la actualidad, ésta no cumple su función de protección de la población frente a dichos eventos (CRA, 2014, p 48).

Debido a esto, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) señala la importancia de la construcción de una estructura de contención y protección que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios para responder a las solicitudes del sistema (CRA, 2014, p 48).

### 3.7.6.2 Obras Hidráulicas en el Canal del Dique

De acuerdo con información suministrada por las CAR's con respecto a concesiones de aguas superficiales y los informes de Evaluación Integral de Prestadores realizados por la Dirección Técnica de Gestión de Acueducto y Alcantarillado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, fue posible desarrollar un análisis del inventario de obras hidráulicas que afectan la oferta hídrica en el Canal del Dique.

#### 3.7.6.2.1 Estructuras de Captación

En la **Tabla 3.160**, se presenta el inventario de sistemas de captación en el Canal del Dique. Con base en ella se tiene que el municipio de Arjona cuenta con un 25% del total de los usuarios inventariados que tienen estructuras de captación, San Estanislao el 19% y Distrito Cartagena y Santa Lucía con el 13%, cada uno.



**Tabla 3.160. Inventario de sistemas de captación en el Canal del Dique.**

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO	OBSERVACIONES
1	Acueductos y Alcantarillados de Colombia S.A. E.S.P. (Arjona Y Turbaco)	Arjona	Agua potable	259,0	Cuenta con una estación de bombeo de agua cruda (EBAC) que consta de dos electro-bombas verticales que operan de manera alternada, una de marca BBC de 400 HP para una capacidad de 175 lps. y otra American Marsh Pumps Collierville, con capacidad para un caudal de 240 lps.	La aducción se conforma de la siguiente manera: Dos (2) tuberías de Ø14" HF de 20 m de longitud aproximadamente, que se conectan a una tubería de Ø30" Tipo Lock Joint (Acero), con una longitud de 3 km.
2	Hacienda La Concordia	Arjona	Pecuario	1,0		
3	Finca La Inspiración	Arjona	Agrícola	1,0		
4	Hacienda Las Canarias	Arjona	Pecuario	1,0		
5	Acueducto de Arroyohondo	Arroyohondo	Agua potable	50,0	Equipo de bombeo de 2" de entrada y 2" de salida, con motor de 12 hp.	Lo emplean en verano para el riego de 2 hectáreas de pasto.
6	Aguas de Cartagena ESP (Acuacar)	Cartagena	Agua potable	257,0	La captación se realiza por medio de dos bocatomas laterales superficiales en Gambote de allí el agua es conducida a la planta de tratamiento el Bosque.	La estación de bombeo Gambote se conecta a la estación Albornoz mediante una conducción de agua cruda de 36.9 kilómetros.
7	Pacific Infraestructura Inc	Cartagena	Industrial	1,4		
8	Aguas del Canal Del Dique S.A ESP	Mahates	Agua potable	78,0	Sistema de bombeo del Canal del Dique, barcaza flotante con dos bombas, una de 50 l/s y otra de 60 l/s.	Impulsión en tubería de acero de 18" 150 m.
9	Alcaldía de Manatí - Acueducto de Manatí	Manatí	Agua potable	120	Bocatoma instalada en el Canal del Dique con un sistema de bombeo de 120 l/seg.	Bombean 24 horas
10	Asoaguas ESP	San Cristóbal	Agua potable	30,0	Sistema de barcaza flotante con un	La tubería de aducción llega a un desarenador

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO	OBSERVACIONES
	(Acueducto de San Cristóbal)				sistema de bombeo eléctrico.	de dimensiones 1,20 m x 7,21 m x 3,5 m, elevado 3 metros del suelo.
11	Hacienda La Candelaria	San Estanislao	Agrícola	3,1		
12	Los Campanos	San Estanislao	Piscícola	2,2		
13	Acueducto De La Línea (VILLANUEVA, SAN ESTANISLAO Y SOPLAVIENTO)	San Estanislao	Agua potable	100	La captación se realiza en barcaza flotante mediante una bomba espiral de 110 l/s y un motor de 125 hp.	Se bombea agua cruda desde la captación hasta la PTAP mediante una línea de aducción de 10" de PVC de 1.1 km.
14	Granja Lismar	Santa Lucía	Piscícola	0,26		
15	Acueducto y Alcantarillado De Santa Lucía	Santa Lucía	Agua potable	50	Bocatoma instalada en el Canal del Dique con un sistema de bombeo de 50 l/seg.	
16	Zoocriadero Reptiles Ltda.	Suan	Pecuario	0,55		

Fuente: Concesiones de Aguas Superficiales CRA, CARDIQUE, 2015 - Informes de Evaluación Integral de Prestadores de Servicios de Acueducto y Alcantarillado, Superservicios.

### 3.7.6.3 Inventario Obras Hidráulicas en las Represas Matuya y San José del Playón

Las represas de Matuya y San José de Playón, están localizadas en el municipio de María La Baja, son obras construidas para embalsar las aguas de escorrentía provenientes de la cuenca hidrográfica de los arroyos Matuya, Arroyo Grande, Arroyo María y las escorrentías que vienen de las serranías de los Montes de María, para luego ser trasladado con alta ingeniería a las parcelas de los campesinos para el suministro del preciado líquido a los cultivos.

De acuerdo con información suministrada por CARDIQUE con respecto a concesiones de aguas superficiales y los informes de Evaluación Integral de Prestadores realizados por la Dirección Técnica de Gestión de Acueducto y Alcantarillado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, fue posible desarrollar un análisis del inventario de obras hidráulicas que afectan la oferta hídrica en las represas de Matuya y San José de Playón.

En la **Tabla 3.161**, se presenta el inventario de sistemas de captación en las represas de represas de Matuya y San José de Playón.

**Tabla 3.161. Inventario de sistemas de captación en las represas Matuya y Playón.**

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/S)	CUERPO DE AGUA	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO
1	Embalse de Playón	María La Baja	Piscícola	7,6	Represa de Playón.	
2	Usomaría	María La Baja	Agrícola	700,0	Represas de Playón Y Matuya.	
3	Sociedad de Acueducto Alcantarillado y Aseo María La Baja S.A E.S.P.	María La Baja	Agua Potable	46,0	Presa reguladora Pondaje El Viento De las Represas Playón y Matuya.	La captación es del tipo lateral en concreto a través de 2 tuberías de succión en hierro fundido de 10" de diámetro ubicadas sobre el límite de la presa. El sistema de bombeo está conformado por 2 bombas de 24 HP cada una en paralelo con funcionamiento alternado de 68 l/s.
4	Oleoflores	María La Baja	Industrial	700,0	Represa de Playón - Matuya - Pondaje Del Viento.	
5	Embalse de Playón	María La Baja	Piscícola	7,6	Represa de Playón.	

Fuente: Concesiones de Aguas Superficiales CARDIQUE, 2015 - Informe de Evaluación Integral de Prestador de Servicios de Acueducto y Alcantarillado de María La Baja, Superservicios.

### 3.7.6.3.1 Sistema de Compuertas, Canal Principal, Canales Auxiliares y Carreteables

De acuerdo con la información reportada en el blog spot “Distrito de Riego de María la baja Agua y Tierra: Un problema de todos”, Las represas de Matuya y Playón cuentan con un sistema de compuertas que permiten el paso del agua del hidrosistema al Distrito de Riego de María La Baja, que abarca los municipios de Arjona, Mahates y María La Baja.

El agua es canalizada a través de un canal principal del distrito. Este canal, nace y se maneja desde una pequeña construcción, ubicada en la entrada del corregimiento de Playón. Este canal surte los canales secundarios y terciarios. Este canal principal, tiene una bifurcación, a pocos metros del lugar de origen, logrando llevar agua hacia la parte norte del municipio de María la baja, Mahates y Arjona, y, por otro lado, hacia el corregimiento del Nispero. Paralelo al canal principal, se encuentra un canal de drenaje, al cual llegan las aguas lluvias y sedimentos provenientes de las zonas altas, en temporada de lluvia.

El distrito de riego de María La Baja, no sólo se compone de los embalses, un canal principal, y los canales auxiliares. Cuenta también, con vías de tráfico, mejor conocidas como “carreteables”; ubicadas a los costados del canal principal y junto a algunos canales auxiliares.

### 3.7.6.4 Inventario Obras Hidráulicas en Otros Cuerpos de Aguas

De acuerdo con información suministrada por las CAR's con respecto a concesiones de aguas superficiales y los informes de Evaluación Integral de Prestadores realizados por la Dirección Técnica de Gestión de Acueducto y Alcantarillado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, fue posible desarrollar un análisis del inventario de obras hidráulicas que afectan la oferta hídrica en otros cuerpos de aguas de gran importancia ambiental en la Cuenca Canal del Dique.

#### 3.7.6.4.1 Estructuras de Captación

En la **Tabla 3.162**, se presenta el inventario de sistemas de captación en otros cuerpos de aguas de gran importancia ambiental en la Cuenca Canal del Dique. Con base en ella se tiene que Arroyo Grande o Cabildo con un 33%, el complejo cenagoso Aguas Claras, La Ceiba, La Luisa con un 33%, son los que presentan la gran parte de usuarios inventariados que tienen estructuras de captación.

**Tabla 3.162. Inventario de sistemas de captación en otros cuerpos de aguas.**

No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	CUERPO DE AGUA	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO
1	Campollo S.A.	Arjona	Pecuario	12,0	Ciénaga Aguas Claras, La Ceiba, Luisa.	
2	El Reposo Y Manantiales	Arjona	Industrial	12,0	Ciénaga Aguas Claras, La Ceiba, Luisa.	
3	Finca Colacua	Arjona	Piscícola	140,0	Canal Matunilla/Bahía de Barbacoas	
4	Bajo El Cabildo	Arjona	Agua Potable	0,1	Arroyo El Cabildo o Arroyo Grande.	
5	Aguas De Cartagena (Acuacar ESP)	Cartagena	Agua Potable	2716,0	Ciénaga Juan Gómez – Dolores.	El sistema de captación incorpora en su estructura el paso del agua del Canal del Dique a través de un complejo cenagoso, conocido con el nombre de Juan Gómez – Dolores.
6	Hacienda El Guanábano	Mahates	Pecuario	40,0	Ciénaga de La Luisa.	
7	Hacienda El Pechiche	Mahates	Pecuario	31,5	Ciénaga de La Luisa.	
8	Repisnobol	María La Baja	Piscícola	6,6	Complejo Cenagoso De María La Baja.	
9	Finca Palotal	San Estanislao	Pecuario	18,2	Ciénaga Aguas Claras, La Ceiba, Luisa.	



No.	USUARIO	CORREGIMIENTO-MUNICIPIO	USO DEL RECURSO	AGUA CAPTADA (L/s)	CUERPO DE AGUA	SISTEMA DE CAPTACIÓN ADOPTADO
10	Hacienda Villa Martha	Turbaco	Agrícola	1,0	Arroyo Grande O Cabildo/Mameyal.	
11	AGM Desarrollos Ltda.	Turbaco	Agua Potable	1,0	Arroyo Grande.	
12	Zoocriadero Bucaintu	Turbaco	Pecuario	5,0	Arroyo Mameyal.	
13	P.D. S.A. Desarrollo De Proyectos	Turbaco	Estético	0,3	Arroyo Grande.	
14	Palos De Moguer	Turbaco	Pecuario	5,0	Arroyo Mameyal.	
15	Finca El Bajo	Turbaná	Agrícola	2	Arroyo Cabildo - Canal del Dique.	

Fuente: Concesiones de Aguas Superficiales CRA, CARDIQUE, 2015 - Informes de Evaluación Integral de Prestadores de Servicios de Acueducto y Alcantarillado, Superservicios.

### 3.7.7 Caracterización de los Sistemas Lénticos y Loticos Naturales en la Cuenca Canal del Dique

De acuerdo con estudios técnicos suministrados por CORMAGDALENA, FONDO ADAPTACIÓN, CRA y CARDIQUE, fue posible desarrollar un análisis de la caracterización de los sistemas lenticos en la Cuenca Canal del Dique:

- Estudios e Investigaciones de las Obras de Restauración Ambiental y de Navegación del Canal Del Dique: “La Importancia Ecológica de las Ciénagas del Canal del Dique y la determinación de su Estado Limnológico”. Septiembre de 2006. CORMAGDALENA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Plan De Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Complejo De Humedales del Canal Del Dique. Junio de 2007. CARDIQUE.
- Proyecto Restauración del Sistema del Canal del Dique: “Informe Estudio Hidrológico”. Abril de 2015. FONDO ADAPTACIÓN – CONSORCIO DIQUE.
- Ecosistemas Acuáticos del Departamento del Atlántico. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA–.
- Documentación del Estado de las Cuencas Hidrográficas en el Departamento Del Atlántico. Enero de 2007. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA–.
- Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna El Corchal “El Mono Hernández”. Julio de 2006. PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA.

### 3.7.8 Sistemas Lénticos

Las ciénagas son sistemas acuáticos de aguas lentas (ecosistemas lenticos) asociados a ríos o planicies de inundación, tanto al interior de los continentes como en las zonas costeras. Por lo general son ambientes poco profundos (no superan los 10 metros y comúnmente tienen menos de 4 metros en promedio). Como su nombre lo indica, la ciénaga es un sistema pantanoso o lleno de cieno que, a diferencia de los lagos profundos, sufre cambios importantes durante los ciclos de inundación y estiaje, lo cual hace que su morfología (área, forma, profundidad) varíe a lo largo del año (Welcomme 1979).

Existen cuatro tipos principales de ciénagas asociadas a los ríos: las primarias conectadas directamente con el río a través de un canal, las que conforman un racimo o rosario de ciénagas conectadas a la ciénaga primaria, las primarias conectadas indirectamente al río a través de canales secundarios y las aisladas o sin conexión con el río (Arias 1985). Todos estos tipos de ciénagas se presentan en la Cuenca Canal del Dique.

Las ciénagas se encuentran influenciadas por el ciclo hidrológico anual que determina sus formas, tamaños y condiciones tróficas. El ciclo hidrológico anual de las ciénagas asociadas al río Magdalena se divide en tres épocas: de sequía, transicional y de lluvias. La primera ocurre en los meses de marzo y julio- agosto, en donde se presentan niveles bajos de agua que causan el estancamiento de los caños de conexión, presentándose leves flujos en dirección al río. La segunda época se divide en transición a lluvias (mayo y junio – julio) y transición a sequía (diciembre – enero). La tercera época o periodo lluvioso se presenta entre los meses de septiembre y octubre con flujo en dirección a las ciénagas (Consortio Hidroestudios S.A. - Geoingeniería Ltda 2002).

#### 3.7.8.1.1 Condición Actual de los Principales Sistemas Lénticos Naturales en la Cuenca Canal del Dique

Con base en los diferentes informes que se han publicado del sistema Canal del Dique y en especial del informe de la Universidad Nacional de Colombia (2006), se preparó el siguiente resumen sobre las condiciones de funcionamiento actual de las principales ciénagas y sus implicaciones de carácter ambiental.

A ambos lados del Canal del Dique se presenta un sistema de ciénagas que se interconectan, tanto con el canal como con ellas mismas, dependiendo de los niveles que alcance el agua en las épocas de precipitaciones. Este sistema cenagoso cubre en aguas altas cerca de 60 mil Has (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004).

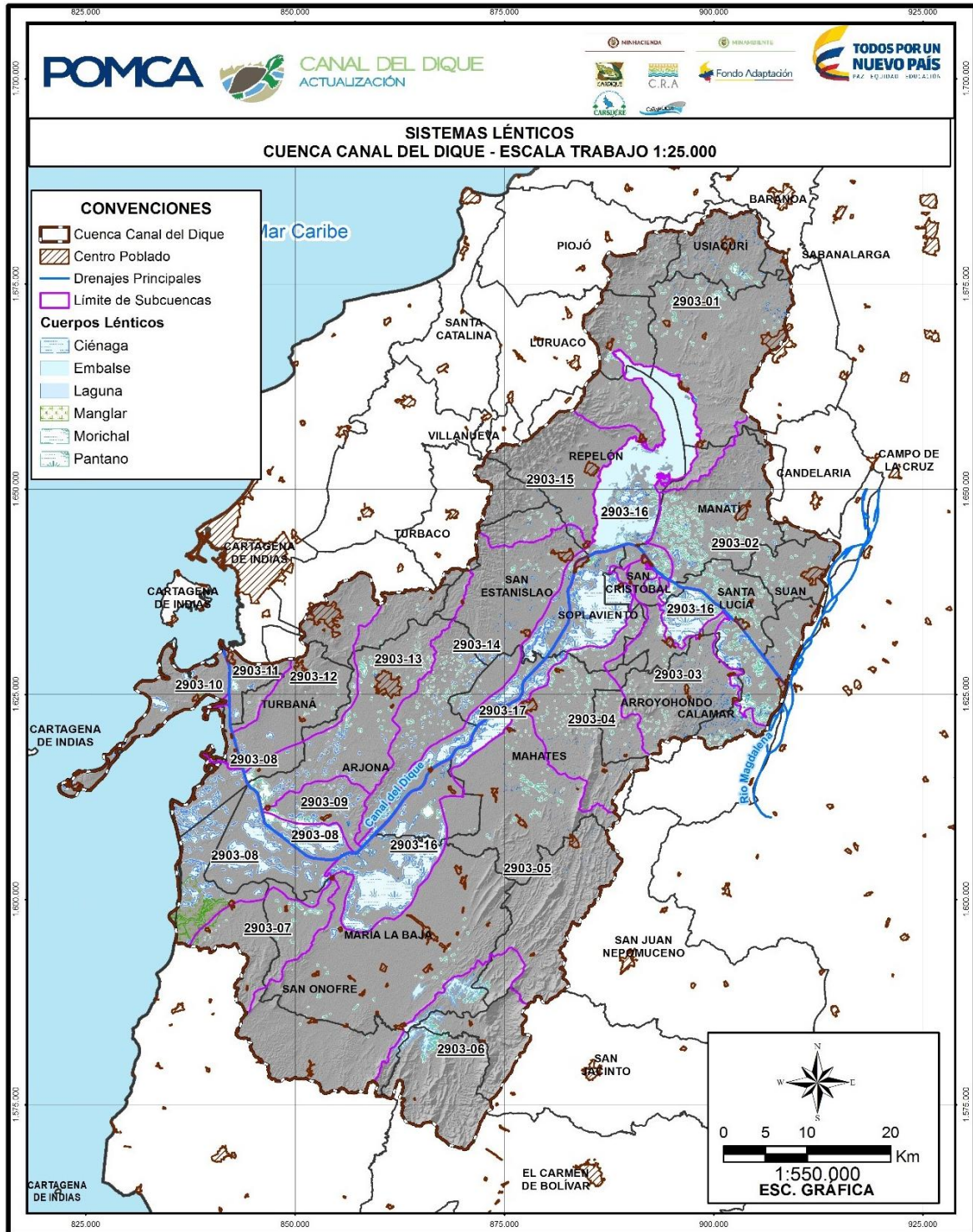
En la **Tabla 3.163**, se presenta los principales cuerpos lenticos al interior de la Cuenca Canal del Dique, cuyo esquema de localización se puede evidenciar en la **Figura 3.469**.

**Tabla 3.163. Principales sistemas lénticos localizados en la Cuenca Canal del Dique.**

SISTEMAS LÉNTICOS	MUNICIPIO	SUBCUENCAS	ÁREA (Ha)	COORDENADAS	
				LATITUD	LONGITUD
Ciénaga de Machado	Calamar	Ciénaga Jobo - Negros	188,499817	1623753,887	903335,4486
	Arroyohondo	Humedales Canal del Dique y Guájaro			
Ciénaga del Jobo	Arroyohondo	Ciénaga Jobo - Negros Humedales Canal del Dique y Guájaro	2140,059527	1634497,627	896243,8733
	Calamar				
	San Cristóbal				
Complejo cenagoso Capote – Tupe - Zarzal	Mahates	Humedales Canal del Dique y Guájaro	4072,770054	1634717,555	886061,9399
	San Cristóbal				
	Soplaviento				
Ciénaga de Matuya	Mahates	Complejo María La Baja	1103,197872	1619939,967	872677,0819
		Humedales Canal del Dique y Guájaro			
Ciénaga el Junco	San Cristóbal	Humedales Canal del Dique y Guájaro	40,444674	1637927,25	894984,0093
Ciénaga Honda	Arjona	Delta Canal del Dique	664,779733	1605409,873	843259,8584
Ciénaga Juan Gómez	Arjona	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1465,700743	1607622,161	850375,9646
Ciénaga María la Baja	Arjona	Humedales Canal del Dique y Guájaro	4444,621853	1603467,543	862395,1016
	María la Baja				
Complejo cenagoso de la Luisa	Mahates	Humedales Canal del Dique y Guájaro	655,94659	1631189,709	878769,2355
	San Estanislao				
Ciénaga Arroyo Hondo	Cartagena de Indias	Delta Canal del Dique	118,332055	1609920,128	837636,3946
Ciénaga Cotorra	San Onofre	Delta Canal del Dique	213,715144	1607617,785	839176,1209
Ciénaga de Benítez	San Onofre	Delta Canal del Dique	108,898451	1603377,403	838028,278
Ciénaga Descocotado	Cartagena de Indias	Delta Canal del Dique	112,660211	1608689,425	837558,5295
Ciénaga Descocotado	San Onofre	Delta Canal del Dique	112,660211	1608689,425	837558,5295
Ciénaga Pablo	San Onofre	Delta Canal del Dique	189,757821	1600234,109	837665,5506

Fuente: Consorcio Canal del Dique estimado a partir de la cartografía base del IGAC (2016).

**Figura 3.469. Sistemas Lénticos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



El Canal del Dique se ha dividido en tres zonas o sectores:

- **Alto Canal del Dique:** Comprende la población de Calamar (K0) hasta la población de Soplaviento (K33). Los cuerpos de agua cenagosos de este tramo son: ciénaga de Machado, ciénaga Los Negros, ciénaga de Jobo y embalse del Guájaro
- **Medio Canal de Dique:** Se localiza entre la población de Soplaviento (K33) y la bifurcación del caño Correa (K82) y está conformado por el complejo cenagoso Capote, Tupe y Zarzal, y las ciénagas: La Luisa, Matuya, María La Baja y Aguas Claras.
- **Bajo Canal del Dique:** Corresponde a la zona entre la bifurcación del caño Correa (K82) y la desembocadura del canal en la bahía de Cartagena (K115), en la población de Pasacaballos. Está conformado, entre otras, por las ciénagas Juan Gómez y La Honda.

#### 3.7.8.1.1.1 La Ciénaga de Machado

Está es alimentada por el caño del Dique viejo, ubicado sobre la orilla izquierda a la altura del Km 9 del Canal. Al parecer, el deterioro ambiental es intenso, tanto a nivel acuático como terrestre.

#### 3.7.8.1.1.2 La Ciénaga de Jobo

La ciénaga de Jobo se alimenta del canal a través del Chorro de Jobo a la altura del Km 20. Por causa del estrechamiento del flujo hídrico, el espejo de agua ha ido desapareciendo y la tierra emergida ha sido utilizada para actividades como el pastoreo y la agricultura. Una parte de la zona circundante se mantiene como humedal, en el que aún existen algunos parches de bosques naturales secundarios intervenidos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004).

#### 3.7.8.1.1.3 Complejo Cenagoso Capote, Tupe y Zarzal

##### **Ciénaga de Capote:**

Se alimenta a través del caño de Mahates, pero se conecta también con el sistema principal del Canal del Dique por medio de dos canales artificiales: Los Chivos y Los Salas. Esta ciénaga sufre procesos de colmatación, lo cual facilita la acumulación de sedimentos, la reducción de la profundidad y el aumento de la temperatura del agua.

##### **La Ciénaga de Zarzal**

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004), la ciénaga de Zarzal se encuentra en un elevado nivel de degradación debido a la reducción del cauce del caño Mahates que la comunica con el Canal del Dique y el caño Evitar que la interconecta con la ciénaga de Tupe. En consecuencia, hay una baja hidrodinámica en esta ciénaga, lo cual facilita la somerización del fondo y la reducción del espejo puesto que los tiempos de residencia de los materiales bióticos y abióticos se han incrementado (Universidad del Norte 2003).

### **La Ciénaga de Tupe**

Se encuentra aislada de la influencia del sistema magdalénico y del Canal del Dique, razón por la cual presenta un fuerte estado de sedimentación, lo cual es aprovechado para actividades de pastoreo y agricultura estacional. Esto ha modificado la capacidad sucesional de la nueva área, afectando la emergencia de la flora y la fauna acuáticas y disminuyendo la elasticidad del ecosistema (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004). En resumen, la ciénaga de Tupe presenta reducción de profundidad y aumento de temperatura.

#### **3.7.8.1.1.4 Complejo Cenagoso de la Luisa (Remedia Pobre)**

La ciénaga hace parte de un sistema cenagoso mayor, largo, de unos 20 km, y dispuesto paralelamente al cauce del Canal del Dique, que llega hasta las ciénagas de Aguas Claras, Paraco, Pescadero, Ciénaga Grande y El Pozo del Tronco, entre otras. Actualmente, la entrada a este sistema cenagoso se hace a través del caño Gambote, por el sitio más bajo de su frente con el canal, el cual resulta insuficiente para recambiar las aguas en las ciénagas más alejadas.

La Luisa se alimenta de los arroyos Vericueto, Caribani, Piedra Candela, Carreto y Pachita, entre otros. Se le indujo la pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua al reducirle la profundidad y el área de espejo libre (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004).

Este complejo cenagoso es fuentes de agua permanente con que cuenta el municipio de San Estanislao de Kostka.

#### **3.7.8.1.1.5 La Ciénaga de Matuya**

Se encuentra aislada del sistema magdalénico y del Canal del Dique y por tanto de la influencia del ciclo hidrológico, pues los caños de comunicación con las demás ciénagas están ubicados en una zona donde el conjunto cenagoso se ha reducido en un alto porcentaje. Esto ha causado que el sistema haya pasado de un humedal con plantas helófitas (plantas anfibias con raíces sumergidas y tallos y hojas que se desarrollan en el medio aéreo) a uno de pastos manejados con cultivos transitorios. Esta ciénaga presentaba en el pasado una marcada variación en el área del espejo del agua entre las fases de sequía (2,8 Km<sup>2</sup>) y de inundación (7,0 Km<sup>2</sup>). Los terrenos emergidos por la regresión del nivel del agua se utilizan actualmente para el pastoreo intensivo, semi-intensivo y extensivo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004).

#### **3.7.8.1.1.6 Ciénaga María La Baja**

Una de las más grandes de Colombia que se encuentra al norte de la cabecera municipal de María La Baja y es rica en recursos piscícolas. Se alimentaba del caño Correa pero esta comunicación fue interrumpida por obras de rectificación. De igual forma se perdió la conexión con los Montes de María al cegar el arroyo Raicero y los caños la Pochochera, Flamenco, Jardío, La Vaca y Francisco, entre otros. Aún se mantiene el gradiente de salida permanente de aguas de la ciénaga al Canal del Dique. La consecuencia de estas acciones

ha sido la disminución del cuerpo del agua y la somerización (pérdida de profundidad) del fondo en los lugares ciegos donde se cortó la conexión con el Canal del Dique. En consecuencia, se han formado extensas áreas pantanosas que con el tiempo se han convertido en islas.

#### 3.7.8.1.1.7 Ciénaga Aguas Claras

La ciénaga de Aguas Claras perdió la conexión hídrica natural con el Canal del Dique por causa de la antropización de la zona. Las obras más impactantes han sido la construcción de la carretera Cartagena de Indias – Gambote y la ampliación y rectificación del Canal del Dique. La rápida tasa de variación del espejo de agua y las características fisicoquímicas han conllevado a la disminución de la riqueza y la densidad de las especies acuáticas, anfibias y terrestres (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004).

#### 3.7.8.1.1.8 Ciénaga Juan Gómez

Este cuerpo de agua, del cual se toma la mayor parte del agua para el acueducto de Cartagena, se encuentra en un buen estado ambiental, pues a pesar de su aislamiento del ciclo hidrológico regional está en la zona la cual se benefició con la rectificación y la ampliación del canal (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2004). El sistema lagunar de Juan Gómez se localiza al noroeste del departamento de Bolívar, dentro de lo que se denomina la zona fluvio - marina del Canal. Con una extensión de 3.345 ha (33,45 km<sup>2</sup>) aproximadamente, se extiende entre los kilómetros 82 y 92 sobre la margen derecha de dicha arteria fluvial. Administrativamente, se localiza en la jurisdicción del municipio de Arjona al suroeste de la cabecera municipal, donde se encuentran asentamientos humanos de los corregimientos de Rocha y Puerto Badel (Aguas de Cartagena S.A.E.S.P 2005). El complejo lagunar de Juan Gómez está compuesto por un sistema de ciénagas fluviales que se comunican entre sí a través de caños y canales, entre las que se destacan las ciénagas de Juan Gómez, Bohórquez, Dolores y Palotalito. Además de los espejos de agua, comprende una planicie inundable que rodea las ciénagas principales durante el invierno, lo cual aumenta el área cubierta de agua. Esto convierte este sistema en un gran vaso de amortiguamiento de crecientes del Canal del Dique en este sector.

#### 3.7.8.1.1.9 Ciénaga Palotal

Se alimenta a través del caño de Mahates, pero se conecta también con el sistema principal del Canal del Dique por medio de dos canales artificiales: Los Chivos y Los Salas. Esta ciénaga sufre procesos de colmatación, lo cual facilita la acumulación de sedimentos, la reducción de la profundidad y el aumento de la temperatura del agua.

#### 3.7.8.1.1.10 Ciénaga Pablo

Cuerpo o espejo de aguas salobre ubicado en el Santuario de Flora y Fauna “El Corchal Mono Hernández” cerca de la costa litoral y comunicado directamente con el mar por medio de caños manglárnicos o a través de la llanura fluviomarina en periodos de mareas altas, presenta una gran diversidad de organismos en ambientes estuarinos.

### 3.7.8.1.1.11 Ciénaga Honda

Este cuerpo de agua con características manglárnicas, se encuentra localizado al noroeste del departamento de Bolívar en límites con el departamento de Sucre, dentro de lo que se denomina la zona fluvio - marina del Canal del Dique. En esta zona el mangle se compone de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. En la ciénaga La Honda se encuentra una gran área del ecosistema de mangle, la cuál es la base fundamental en el sustento de las comunidades circundantes, ya que aporta especies como jaibas, caracoles, chipichipi, mojarra, sábalo y pargos, entre otros.

## 3.7.9 Sistemas Lóticos

El principal cuerpo lotico en la zona es el Canal del Dique el cual se clasifica como un canal excavado, está localizado en el departamento de Bolívar entre los municipios de Calamar, y Pasacaballos (en la bahía de Cartagena) con un recorrido de 115 Km aproximadamente, este canal utiliza las aguas del río Magdalena y su propósito principal es la comunicación fluvial entre el interior y las costas del país.

Como se mencionó el Canal del Dique se ramifica del río Magdalena en la población de Calamar, la desembocadura principal es por la Bahía de Cartagena y tiene tres desembocaduras adicionales, una por el caño Correa, mar afuera, y las otras dos por los caños Matunilla y Lequerica, hacia la bahía de Barbacoas. De acuerdo a sus características el Canal del Dique está subdividida de la siguiente manera.

**Alto Canal del Dique:** Localizado en los municipios de Manatí, Repelón, Santa Lucía, Sabanalarga, Luruaco, Suan, Campo de la Cruz, Calamar, Arroyo Hondo, Soplaviento, y San Cristóbal.

Corresponde a los primeros 30 km del Canal.

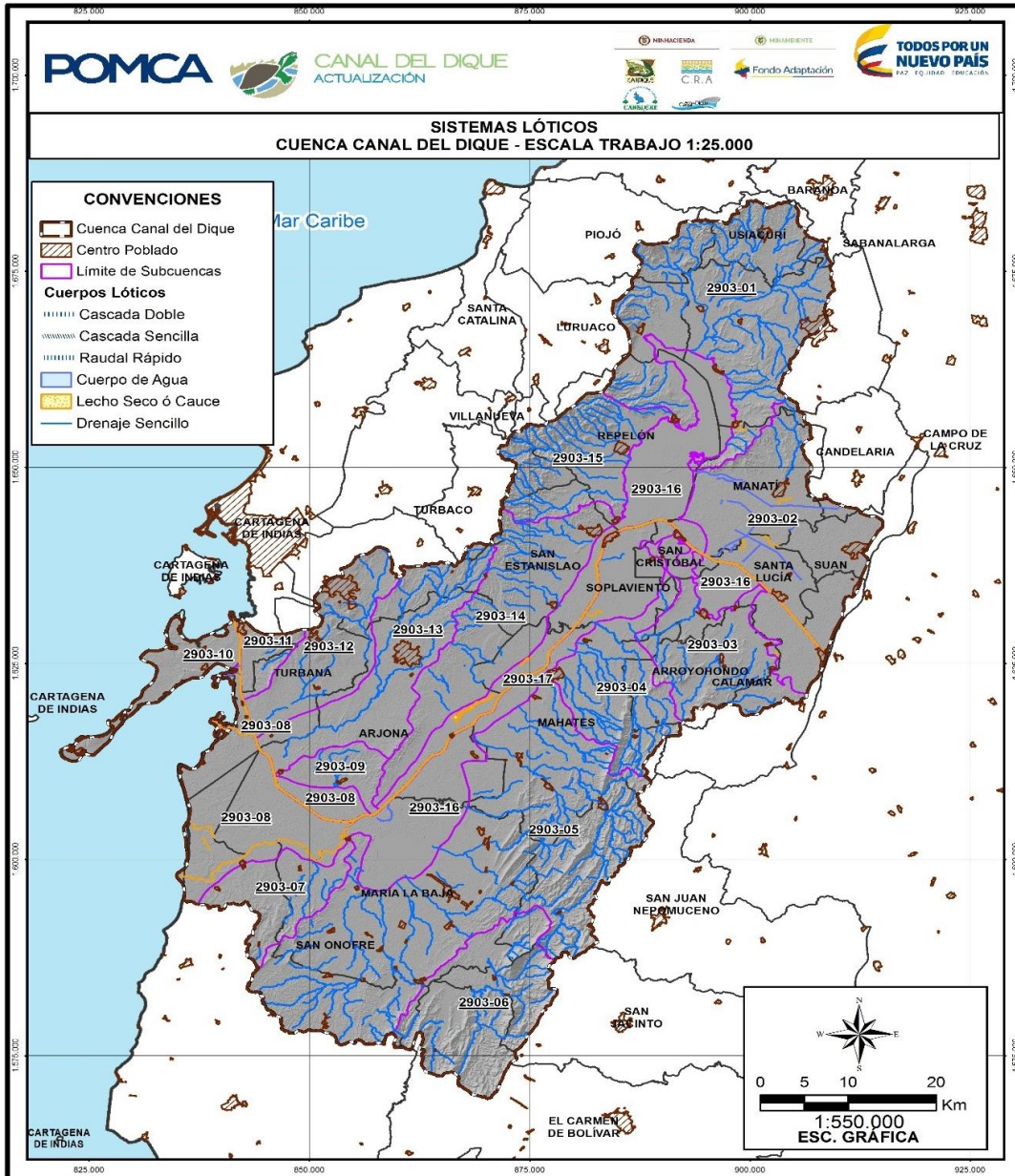
**Medio Canal del Dique:** Localizado en los municipios de Mahates, Arjona, María la Baja, y San Estanislao. Dentro de esta zona se hallan el complejo cenagoso Capote, Tupe y Zarzal, las ciénagas de Matuya, María la baja, Aguas Claras.

**Bajo Canal del Dique:** Localizador en parte de los municipios de María la baja, Arjona, Turbaná, Cartagena y San Onofre. Se encuentra la ciénaga de Juan Gómez.

En la **Figura 3.470** se presenta de manera espacializada los sistemas loticos de la cuenca.



Figura 3.470. Sistemas lóticos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.10 Determinación de la Escorrentía

La determinación de la precipitación efectiva o escorrentía superficial se realiza por medio del método denominado Numero de Curva del S.C.S. (Servicio de Conservación de Suelos Estadunidense, actualmente servicio de conservación de los recursos naturales, NRCS), el cual permite estimar la precipitación que produce escorrentía a partir de la precipitación total y las características de la cuenca, estableciendo un hidrograma unitario sintético del cual se infiere el caudal máximo producido por una cuenca.

Número de curva: este método concibe como umbral la escurrentía ( $P_o$ ) derivada de un número hidrológico o número de curva (CN) cuyo valor es adimensional y depende de la condición hidrológica del suelo, el uso del suelo y las condiciones de humedad. Este número de curva toma valores de 1 a 100 según sea su capacidad de generar escurrimiento directo. Valores próximos a 1 representan condiciones de permeabilidad extrema, mientras que los valores próximos a 100 representan condiciones de impermeabilidad máxima.

Clasificación hidrológica del suelo: El Servicio de Conservación de Suelos Estadunidense, clasifico a los suelos en cuatro grupos A, B, C y D y considerando tres propiedades fundamentales que son:

- Profundidad de nivel freático en época de invierno.
- Infiltración y permeabilidad del suelo luego de un humedecimiento prolongado.
- La profundidad hasta el estrato de permeabilidad muy lenta.

Dicha clasificación se realiza de acuerdo con el potencial de escurrimiento.

**Suelo tipo A:** (Bajo potencial de escurrentía). Suelos que tiene alta tasa de infiltración aun cuando estén muy húmedos, consisten de arenas o gravas profundas bien a excesivamente drenados. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.

**Suelo tipo B:** (Modernamente bajo potencial de escurrentía). Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos modernamente profundos a profundos, modernamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y permeabilidad moderadamente lenta a modernamente rápida, son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.

**Suelo tipo C:** (Moderadamente alto potencial de escurrentía) Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de textura moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido sales o alkali, o suelos con niveles freáticos moderados. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien a moderadamente bien drenados, con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad (50 – 100) cm.

**Suelo tipo D:** (Alto potencial de escurrentía). Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten de suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcillosos superficial; suelo con infiltración muy lenta debido a sales o alkali, y suelos poco profundos sobre material casi impermeable. Este suelo tiene tasas de transmisión de agua muy lenta.

La clasificación hidrológica de los suelos correspondientes a la zona en estudio, se realizó a partir de la información suministrada como información base. A continuación, se presenta el procedimiento realizado para las subcuencas, encontrando la siguiente distribución espacial de unidades geológicas.

Para la determinación del número de curva se realizó una Sobreposición de la información encontrada creando así un nuevo raster con el número de curva para cada cuenca, una vez

obtenido dicho raster se procede a realizar la corrección por pendientes para ello se cuenta con el modelo digital de elevación.

Se presenta el procedimiento realizado para la Cuenca Canal del Dique, encontrando la siguiente distribución espacial de unidades geológicas (ver **Tabla 3.164**).

**Tabla 3.164. Geología presente.**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOLÓGICA
Arenisca y conglomerado	Formación Maco
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua
Intercalaciones de arenisca y lodolita	Formación San Cayetano
Suelo transportado fluvio deltaico	Depósitos de Playa
Suelo transportado de llanura aluvial	Depósitos de Llanura Aluvial
Suelo transportado de sustrato de manglar	Depósitos de Manglar
Arcillolita	Formación Arjona
Arcillolita	Formación Bayunca
Arcillolita	Formación La Popa
Formación Perdices	Formación Perdices
Gravas, calizas, chert y rocas volcánicas	Formación Rotinet
Formación Pendales	Formación Pendales
Suelo transportado aluvial	Depósito Aluvial
Suelo transportado fluvio lacustre	Depósitos Fluviolacustres
Arcillolita	Formación Hibícharo

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Teniendo en cuenta la descripción geológica de los suelos, así como las generalidades establecidas por el método de curva, se realiza la clasificación hidrológica de los suelos. **Tabla 3.165.**

**Tabla 3.165. Clasificación hidrológica de los suelos.**

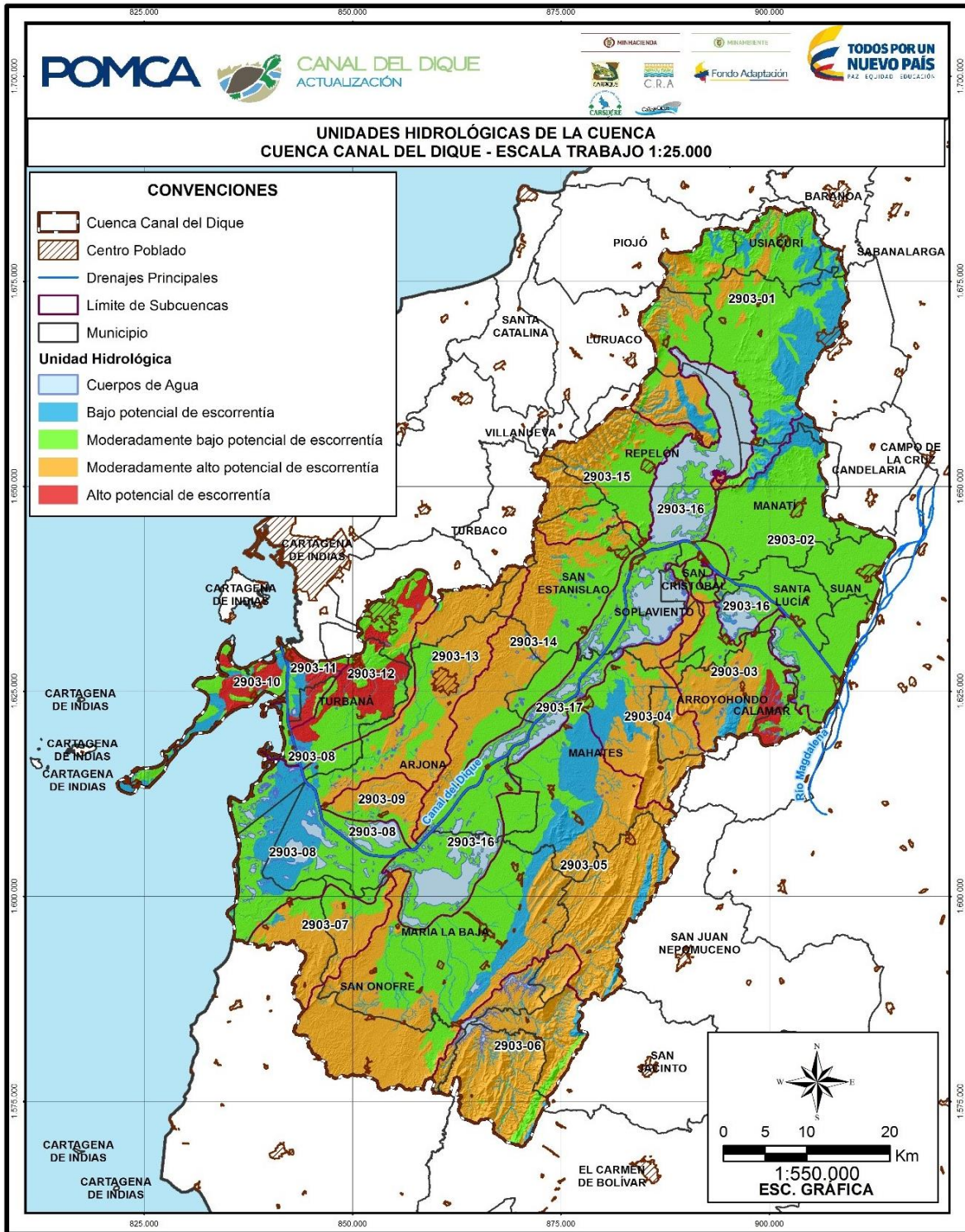
DESCRIPCIÓN	COD	UNIDAD GEOLÓGICA	GRUPO
Arenisca y conglomerado	Pgm	Formación Maco	A
Conglomerado	Pgsc	Formación San Cayetano	C
Arenisca, lodolita, caliza y chert	Ksc	Formación Cansona	B
Cuerpos de Agua	CA	Cuerpos de Agua	-
Arenisca	PgNga	Formación Arjona	C
Arenisca	Ngr	Formación Rancho	B
Arenisca	Pgsj	Formación San Jacinto	B
Arenisca	Ngt	Formación Tubarí	B
Caliza	Qpp	Formación La Popa	B
Lodolita	Ngb	Formación Bayunca	D
Lodolita	PgNgc	Formación El Carmen	D
Lodolita y marga	Pgch	Formación Chengue	C
Lodolita	Ngmu	Formación Mucacal	C
Suelo transportado de flujo diapírico	Qvl	Depósitos de lodo diapírico	C
Suelo transportado fluvio deltaico	Qmp	Depósitos de Playa	A
Suelo transportado de llanura aluvial	Qlal	Depósitos de Llanura Aluvial	B
Suelo transportado de pantano	Qfl	Depósitos Fluviolacustres	B
Suelo transportado de sustrato de manglar	Qmm	Depósitos de Manglar	B
Suelo transportado de talus	Qco	Depósitos Coluvial	A
Depósitos eólicos	Qe	Depósitos eólicos	A
Formación Pendales	Pgp	Formación Pendales	B
Formación Hibícharo	Ngh	Formación Hibícharo	C
Depósitos de Llanura de inundación	Qli	Depósitos de Llanura de inundación	B
Formación Arroyo de piedra	Pga	Formación Arroyo de piedra	C
Formación Perdices	PgNgp	Formación Perdices	C
Gravas, calizas, chert y rocas volcánicas	Qpr	Formación Rotinet	A
Suelo transportado aluvial	Qal	Depósito Aluvial	A

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.471** presenta la distribución espacial de las formaciones geológicas en el área de estudio.



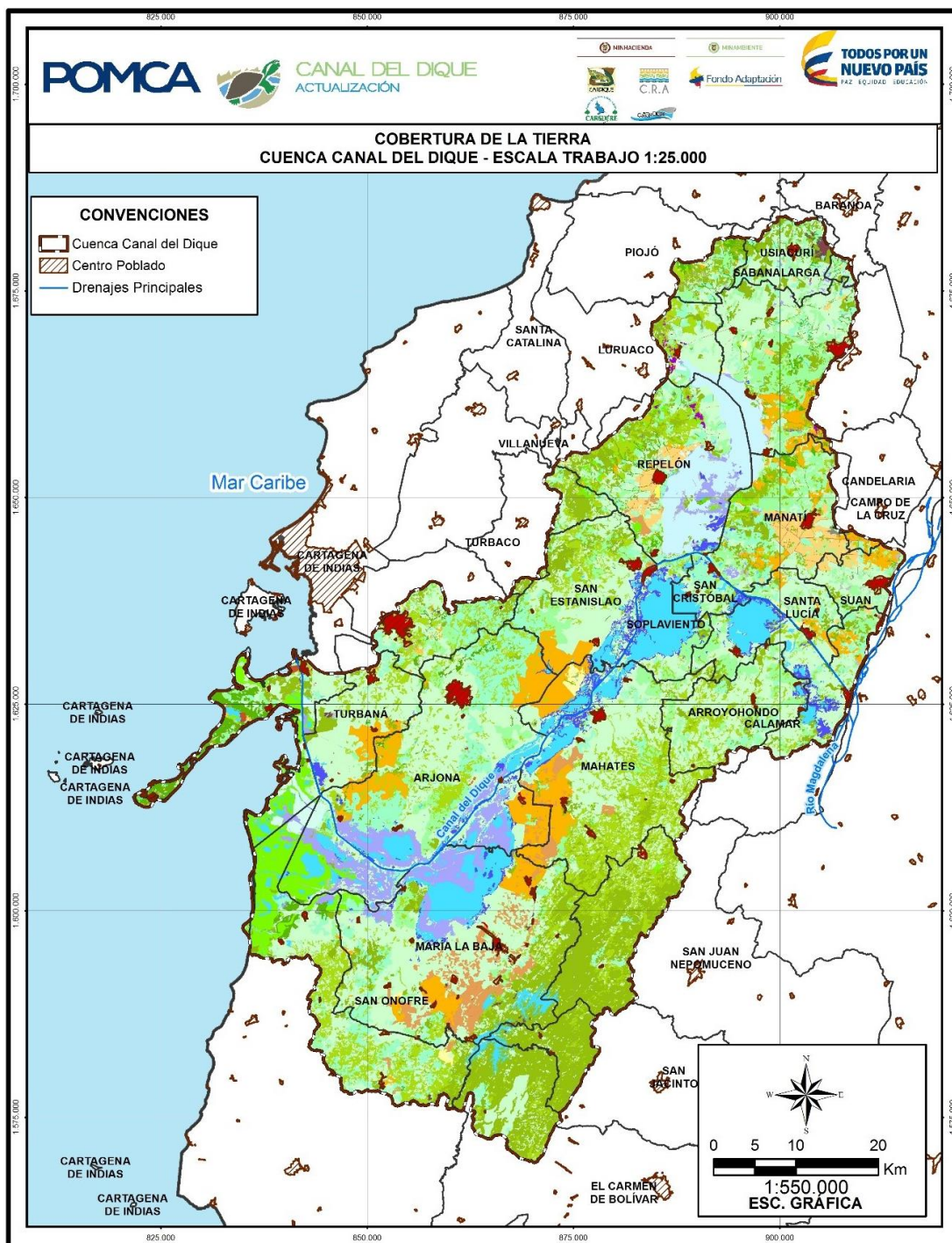
**Figura 3.471. Clasificación unidades hidrológicas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Uso y recubrimiento de la tierra: teniendo en cuenta el plano que relaciones la Cobertura y uso de suelo (ver **Figura 3.472**) correspondiente a la información que se pueden observar en la **Figura 3.473**.

**Figura 3.472. Clasificación Cobertura del suelo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.473. Leyenda Cobertura del Suelo.

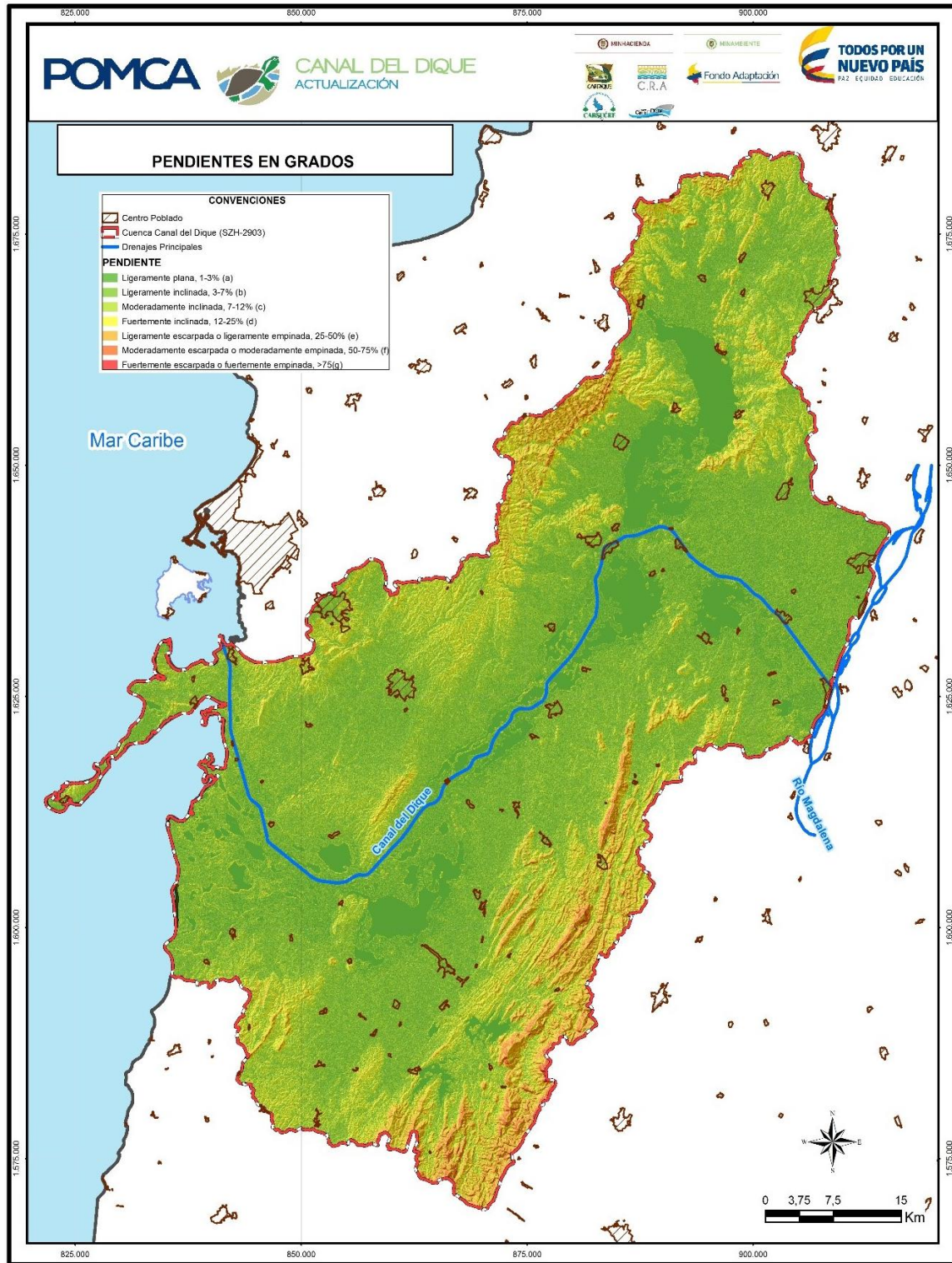


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para la determinación del número de curva se realizó una sobreposición de la información encontrada creando así un nuevo raster con el número de curva (NC) para cada cuenca, una vez obtenido dicho raster se procede a realizar la corrección por pendientes para ello se cuenta con el modelo digital de elevación.

Una vez obtenido el mapa de pendientes (ver **Figura 3.474**) se procede a realizar la corrección por pendientes cuyo resultado se muestra en la **Figura 3.475**.

Figura 3.474. Mapa de pendientes.

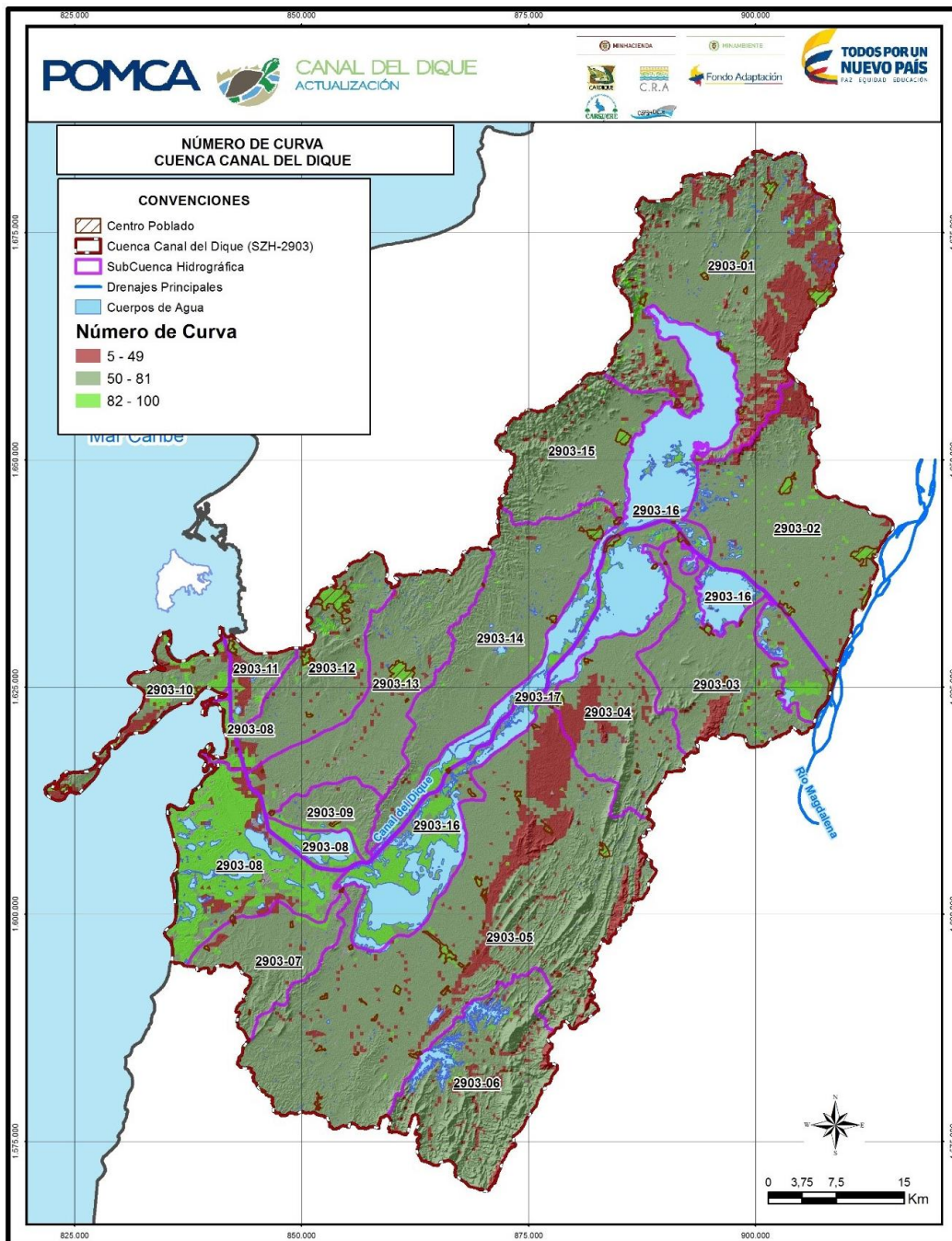


Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Una vez obtenido el mapa de pendientes se procede a realizar la corrección por pendientes cuyo resultado se muestra en la **Figura 3.475**.

**Figura 3.475. NC con correcciones por pendientes.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.10.1 Escorrentía Subcuencas

Finalmente, se realiza el promedio de los números de curva obtenidos para cada subcuenca: la tabla presentada anteriormente corresponde a una condición de humedad antecedente media, sin embargo, teniendo en cuenta las condiciones de las cuencas, se determinó un número de curva para una condición de humedad antecedente húmeda, Se toma debido a que en esta se presentan las correcciones por humedad antecedente y las correcciones por pendiente por medio de la siguiente expresión:

$$CNIII = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0,13 * CN(II)}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 3.166**.

**Tabla 3.166. Promedio CN – NCIII.**

SUBCUENCA	NC PROMEDIO	CNIII
Ciénaga Aguas Claras	67.27	64.18
Norte Embalse Guájaro	57.89	54.80
Humedales Canal del Dique y Guájaro	79.49	76.40
Ciénaga Jobo - Negros	67.18	64.09
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	75.52	72.43
Arroyo Caimán	67.97	64.88
Represas Playón y Matuya	66.81	63.72
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	59.95	56.86
Norte Canal del Dique Pasacaballos	65.71	62.62
Arroyo Cabildo o Grande	67.55	64.46
Complejo María La Baja	62.92	59.83
Delta Canal del Dique	87.20	84.11
Sur Delta	69.23	66.14
Occidental Embalse Guájaro	65.31	62.22
Ciénagas Capote - Tupe	64.98	61.89
Barú	67.85	64.76
Canal del Dique	91.44	88.35

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Determinación caudal:** Teniendo en cuenta que no se encuentra disponible información histórica de caudales a la salida de cada una de las cuencas, para la determinación del caudal medio generado en cada una de ellas se emplearon los hietogramas de precipitación correspondientes a un periodo de retorno de 2.33 años, el cual corresponde a la respuesta media de una hoya hidrográfica. Estos hietogramas se emplearon como información base para el software HEC-HMS, el cual fue desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del U.S. Corps of Engineers, para simular procesos de transformación lluvia – escorrentía en sistemas de cuencas, a partir del empleo de una serie de modelos hidrológicos encargados de generar hidrogramas de respuesta a lluvias reales o sintéticas. Para el caso de series menores de 15 años, se trabajó el modelo hidrológico para el cual se tenía

información disponible, la cual fue suministrada por los distintos entes asociados a la cuenca.

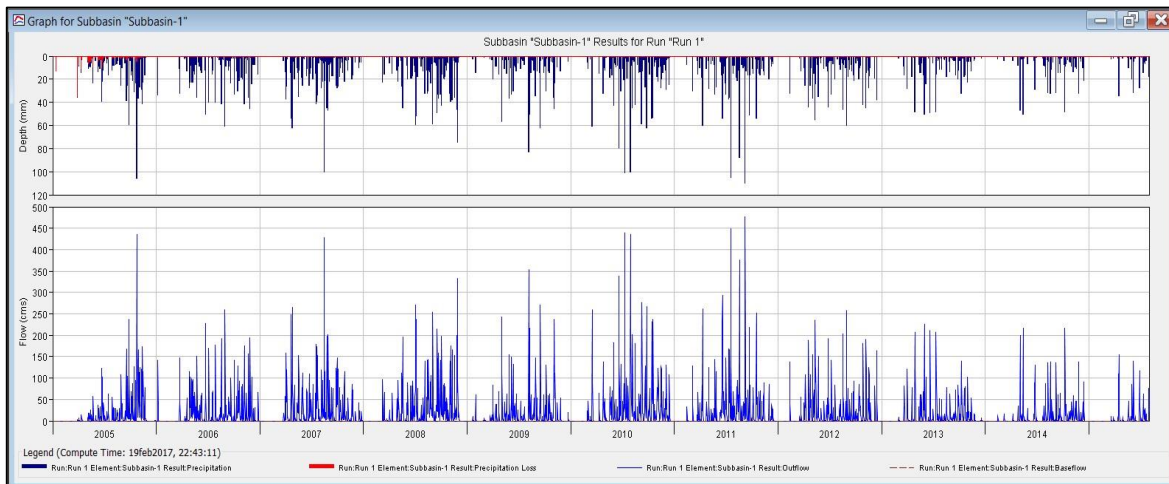
Así mismo, para la modelación realizada fue necesario establecer el tiempo de concentración, tiempo de retardo, longitud y pendiente del cauce principal y de la cuenca, el tiempo de concentración se determinó por medio de la metodología de Kirpich mientras que el  $t$  lag se desarrolló empleando el método establecido por el SCS, el cual corresponde al 60% del tiempo de concentración.

Hidrograma de Respuesta: Como se mencionó anteriormente, la determinación del hidrograma de respuesta de la cuenca se realizó por medio del software HEC-HMS, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Método de Perdidas: Número de curva (definido para cada subcuenca).
- Método de transformación: Hidrograma unitario del SCS.
- Hietograma generado: Método del bloque alterno.
- Tiempo de concentración: Kirpich.

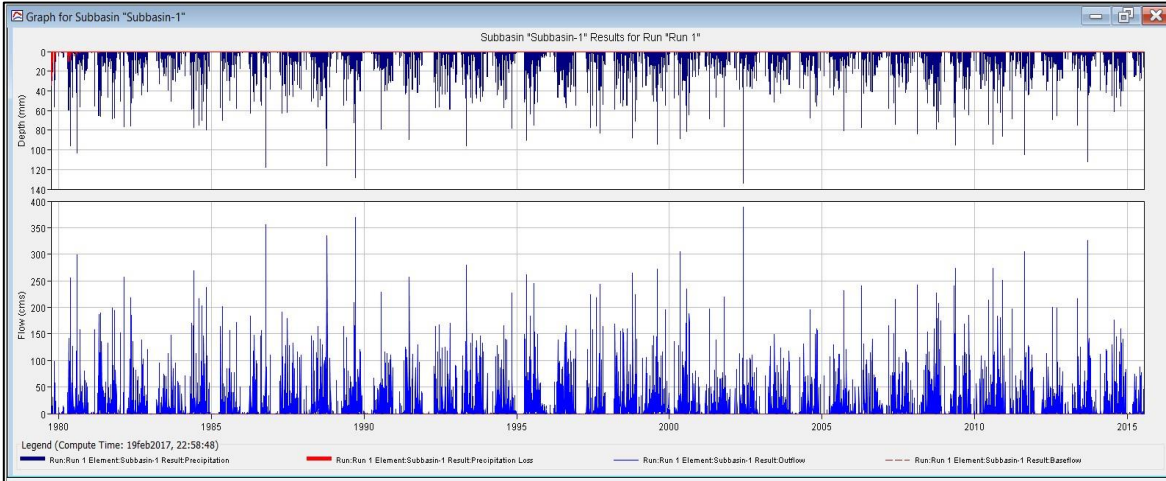
Una vez realizadas las respectivas modelaciones, se obtuvieron los diferentes hidrogramas de respuesta, los cuales se presentan de la **Figura 3.476** a la **Figura 3.489** (ver **Anexo 3.7.3**).

**Figura 3.476. Hidrograma Subcuenca Norte Embalse Guájaro.**



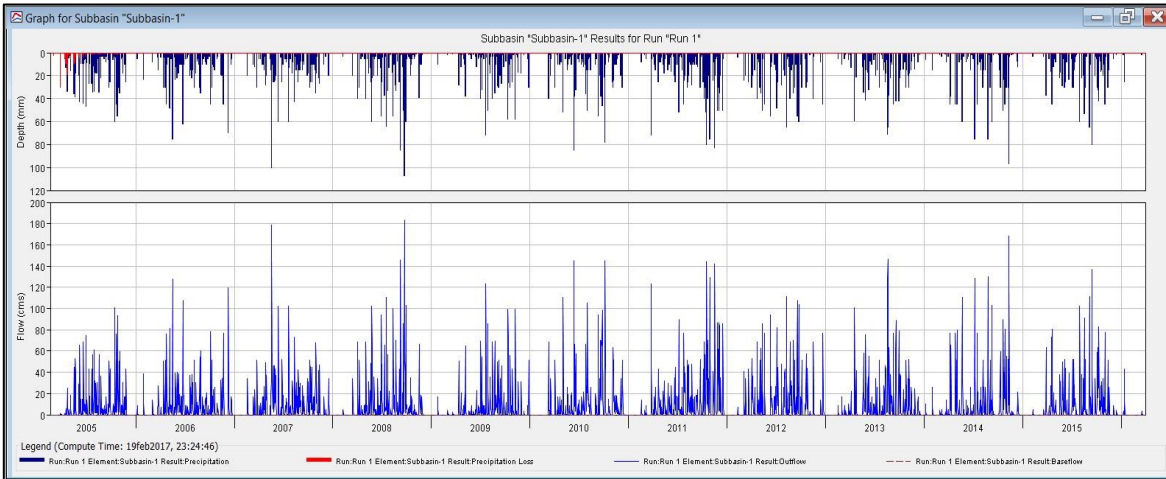
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.477. Hidrograma subcuenca oriental embalse Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

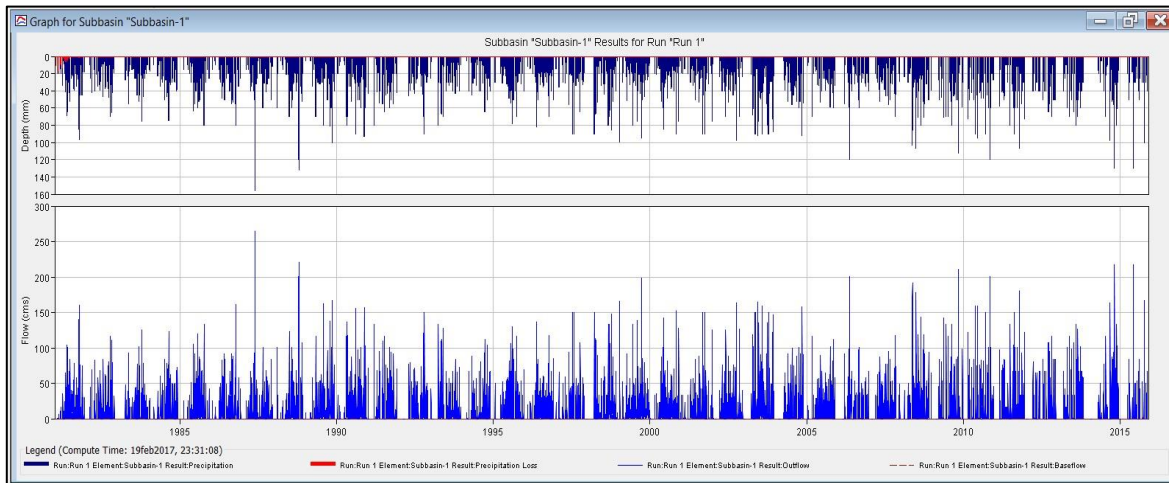
**Figura 3.478. Hidrograma Subcuenca Ciénaga Jobo Negro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

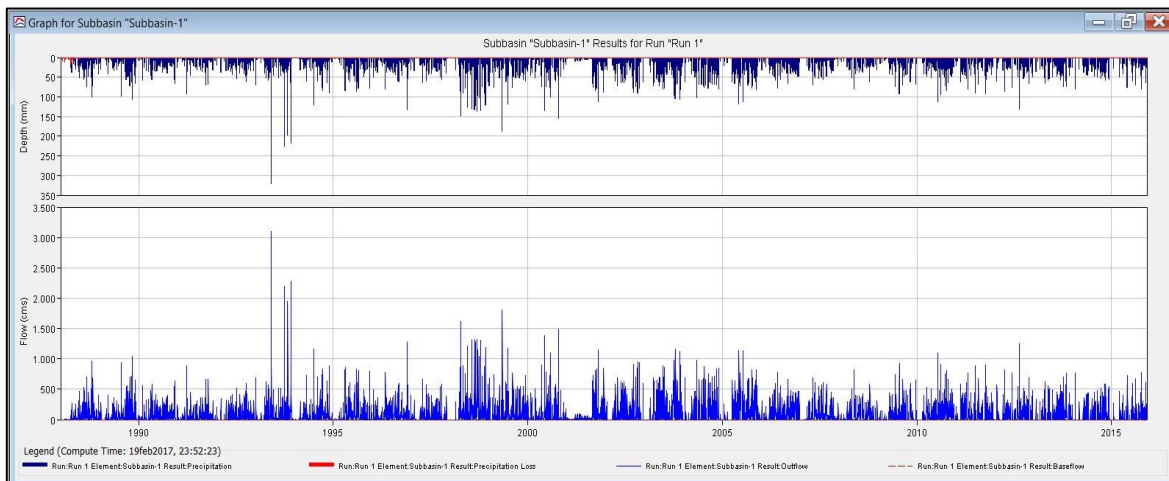


**Figura 3.479. Hidrograma Subcuenca Ciénagas Capote Tube.**



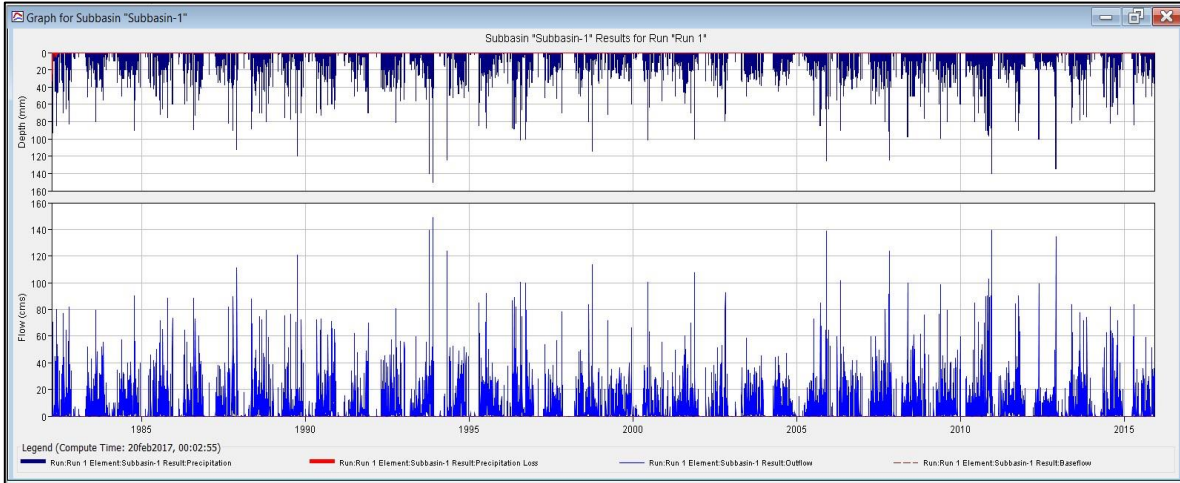
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.480. Hidrograma Subcuenca Complejo María La Baja.**



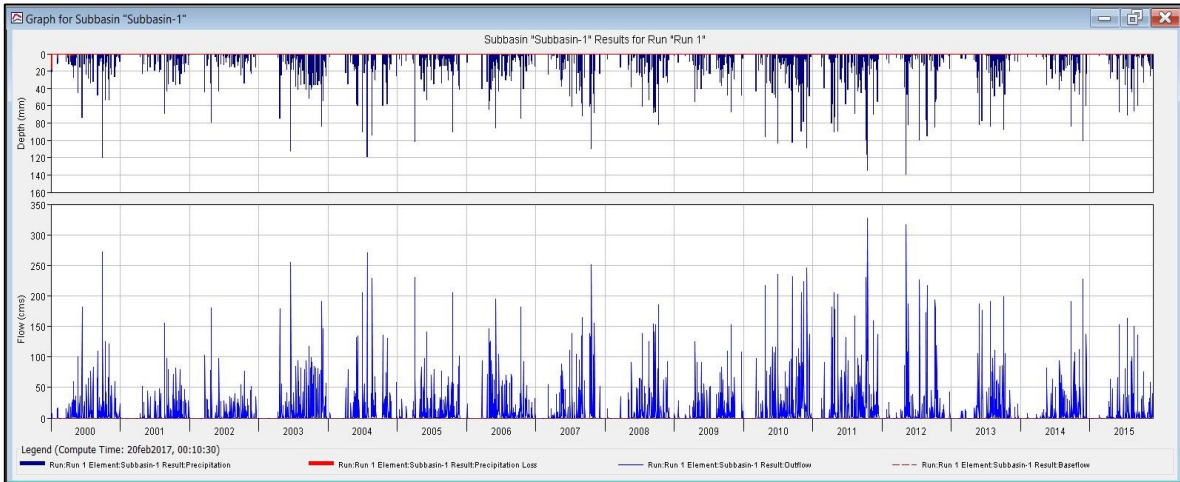
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.481. Hidrograma Subcuenca Sur Delta.**



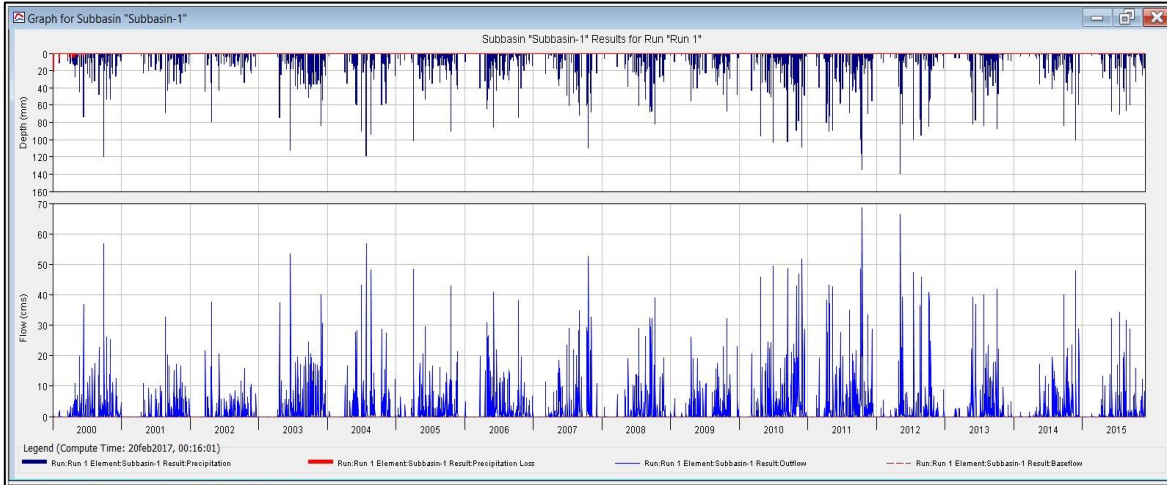
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.482. Hidrograma Subcuenca Delta Canal del Dique.**



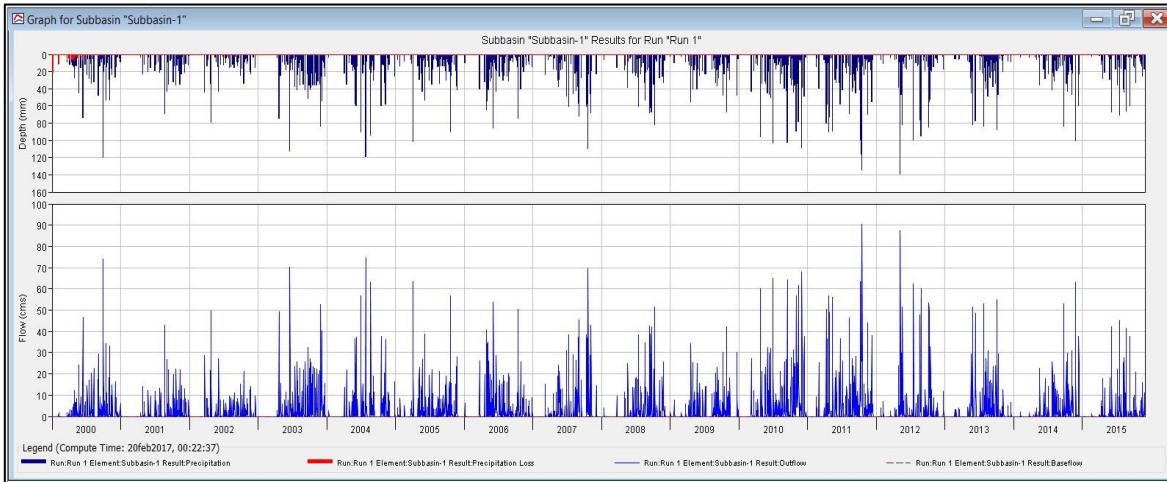
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.483. Hidrograma Subcuenca Arroyo Canal del Dique.**



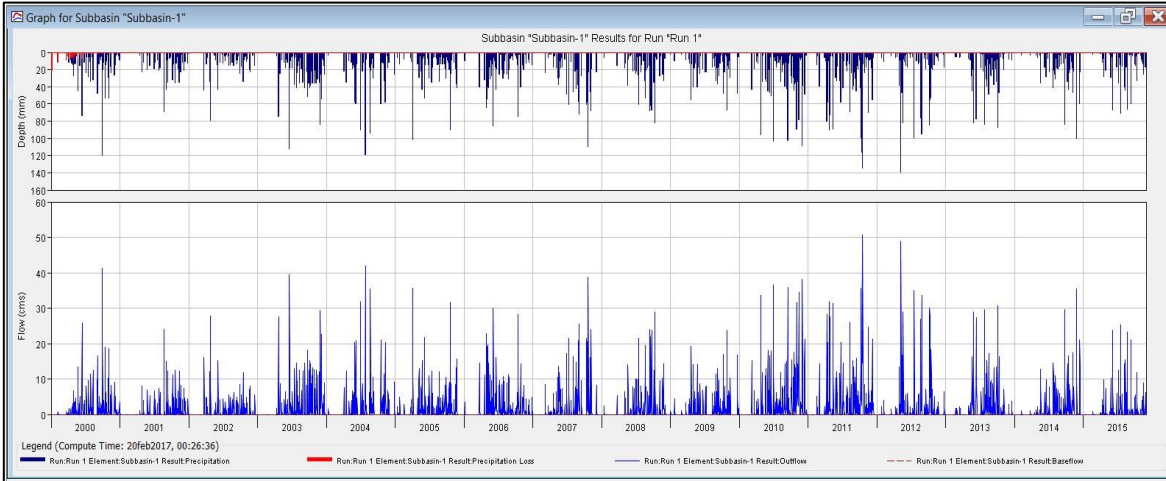
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.484. Hidrograma Subcuenca Barú.**



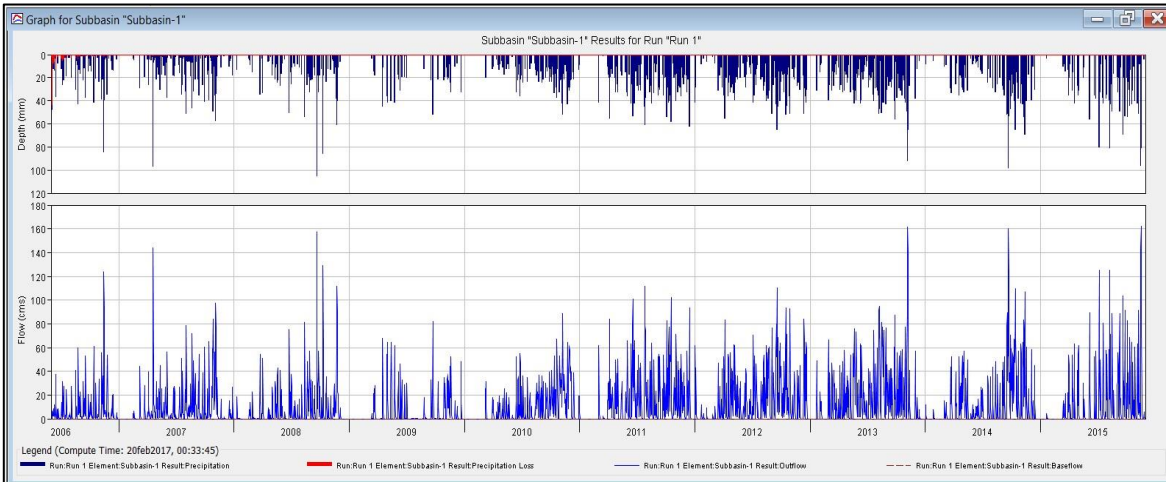
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.485. Hidrograma Subcuenca Norte Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

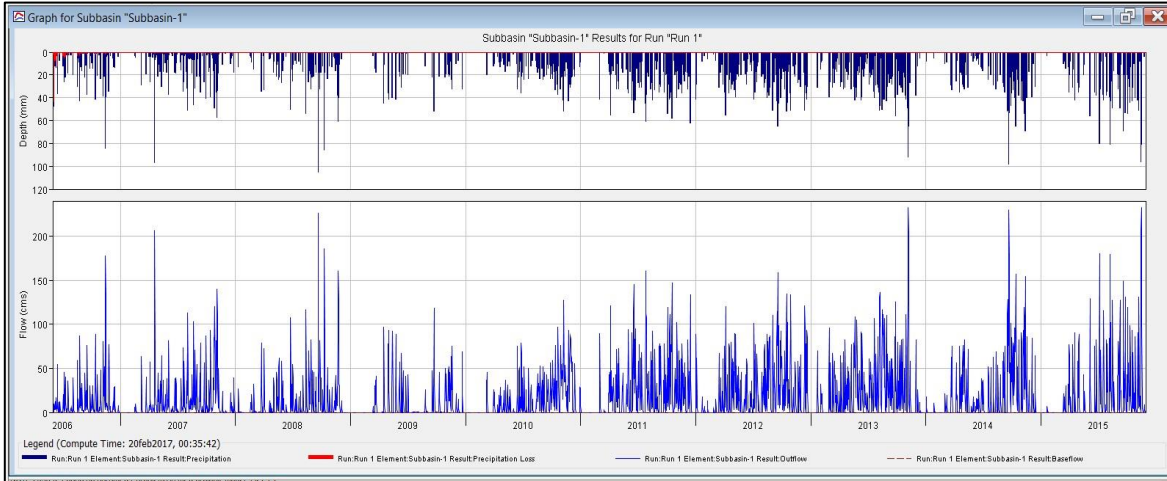
**Figura 3.486. Hidrograma Subcuenca Arroyo Cabildo o Grande.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

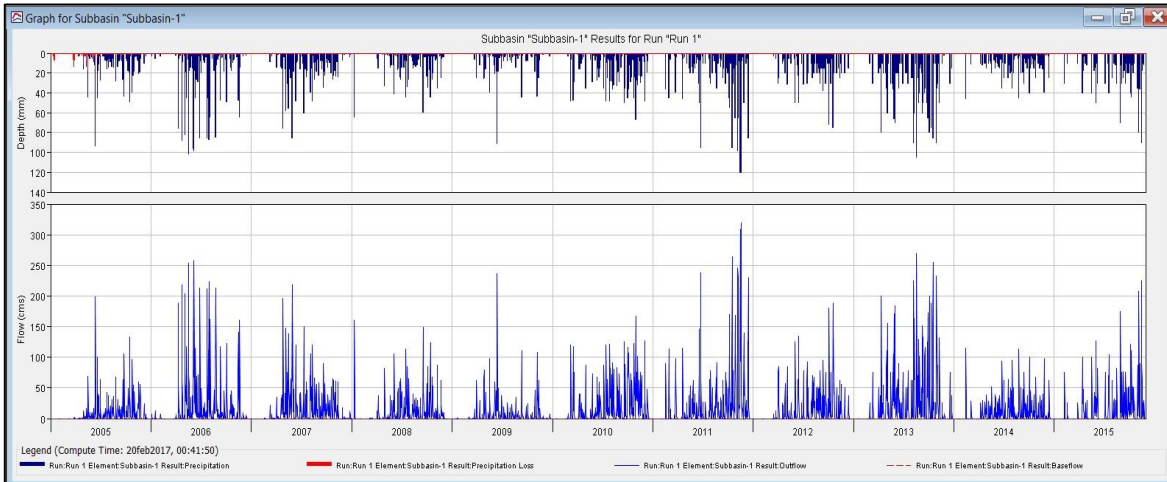


**Figura 3.487. Hidrograma Subcuenca Arroyo Caimán.**



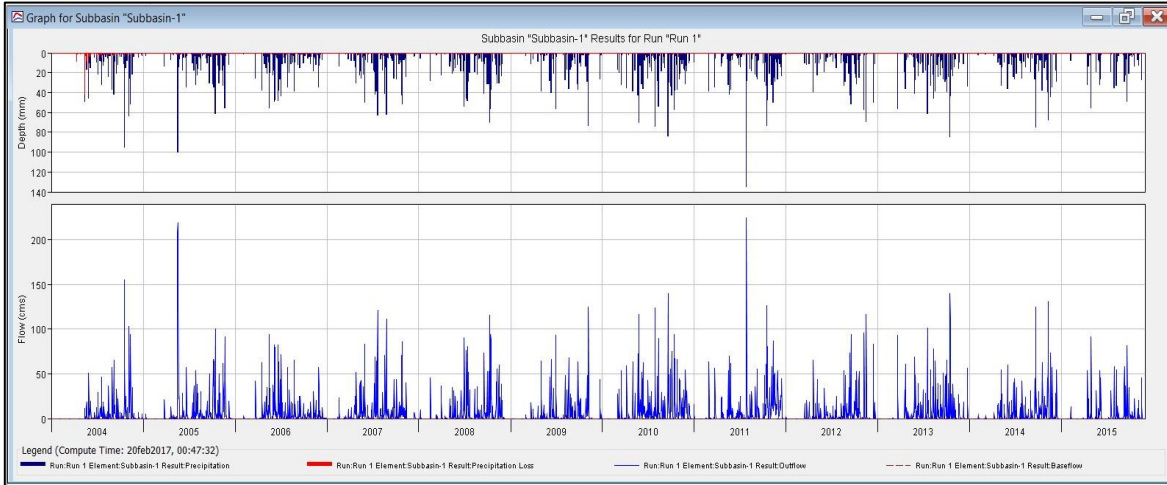
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.488. Hidrograma Subcuenca Ciénagas Aguas Claras.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.489. Hidrograma Subcuenca Oriental embalse Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.10.2 Escorrentía Microcuencas

Teniendo en cuenta la descripción geológica de los suelos, así como las generalidades establecidas por el método de curva, se realiza la clasificación hidrológica de los suelos de la siguiente manera (**Tabla 3.167**).

**Tabla 3.167. Clasificación hidrológica de los suelos.**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOLÓGICA	GRUPO
Arenisca y conglomerado	Formación Maco	A
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	-
Intercalaciones de arenisca y lodolita	Formación San Cayetano	C
Suelo transportado fluvio deltaico	Depósitos de Playa	A
Suelo transportado de llanura aluvial	Depósitos de Llanura Aluvial	B
Suelo transportado de sustrato de manglar	Depósitos de Manglar	B
Arcillolita	Formación Arjona	C
Arcillolita	Formación Bayunca	D
Arcillolita	Formación La Popa	B
Formación Perdices	Formación Perdices	C
Gravas, calizas, chert y rocas volcánicas	Formación Rotinet	A
Formación Pendales	Formación Pendales	B
Suelo transportado aluvial	Depósito Aluvial	A
Suelo transportado fluvio lacustre	Depósitos Fluviolacustres	B
Arcillolita	Formación Hibácharo	C

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Finalmente, se realiza el promedio de los números de curva obtenidos para cada microcuenca (ver **Tabla 3.168**).

**Tabla 3.168. Promedio CN – NCIII.**

MICROCUENCA	CN	CNIII
Alcantarillado y Aseo María la Baja S.A E.S.P.	67.784	65.426
Acueducto Comunitario de Rotinet	65.372	63.0130
Canal del Dique	65.270	62.917
Acueducto Comunitario de Rotinet	62.843	60.484
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	74.375	72.016

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.11 Oferta Hídrica

En cuanto al cálculo de la oferta hídrica (total, disponible o aprovechable) mensual y anual para condiciones de año hidrológico normal y seco, así como balance hídrico y rendimiento hídrico, caudales ambientales para condiciones de año hidrológico normal y seco, de los Índices de Retención y Regulación Hídrica (IRH), de Uso del Agua Superficial (IUA) y de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH); es imprescindible contar con estaciones hidrológicas localizadas sobre las fuentes abastecedoras y el inventario de las concesiones de agua sobre las mismas, sin esta información no es posible obtener los índices de manera detallada, por lo que el análisis presentado obedece a la evaluación de las subcuencas que cuentan con información de caudales registrada que fue tomada de manera general para cada una de ellas.

En la **Tabla 3.169** se presenta la oferta hídrica para las subcuencas del Canal del Dique para el año hidrológico normal, para el año hidrológico seco la oferta hídrica se presenta en la **Tabla 3.170**.

**Tabla 3.169. Oferta hídrica año normal.**

AÑO NORMAL						
COD_IDEAM	LUGAR	ÁREA (ha)	PROM (P-ETR) mm	V (mm <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q ACUMULADO (m <sup>3</sup> /s)
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	29122.62	334.25	97.3426	3.0867	3.0867
2903-01	Norte Embalse Guájaro	49800.73	373.47	185.9902	5.8977	5.8977
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	59199.47	357.54	211.6620	6.7118	42.8403
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	19874.47	389.17	77.3452	2.4526	2.4526
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	5553.22	314.77	17.4797	0.5543	0.5543
2903-13	Arroyo Caimán	25085.12	351.99	88.2970	2.7999	2.7999
2903-06	Represas Playón y Matuya	25537.89	375.84	95.9806	3.0435	3.0435
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	33557.62	321.31	107.8231	3.4190	3.4190
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	4094.08	386.90	15.8398	0.5023	0.5023
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	17456.03	354.37	61.8595	1.9616	1.9616

AÑO NORMAL						
COD_IDEAM	LUGAR	ÁREA (ha)	PROM (P-ETR) mm	V (mm <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q ACUMULADO (m <sup>3</sup> /s)
2903-05	Complejo María La Baja	86435.93	509.68	440.5460	13.9696	17.0131
2903-08	Delta Canal del Dique	26443.48	377.92	99.9347	3.1689	7.1530
2903-07	Sur Delta	26443.48	409.03	108.1625	3.4298	3.4298
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	19261.28	210.25	40.4960	1.2841	1.2841
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	19403.15	483.56	93.8264	2.9752	2.9752
2903-10	Barú	7311.79	388.07	28.3752	0.8998	0.8998
2903-17	Canal del Dique	1312.52	378.86	4.9726	0.1577	56.3145

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Tabla 3.170. Oferta hídrica año seco.

AÑO SECO						
COD_IDEAM	NOMBRE DE SUBCUENCA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PROM (P-ETR) mm	V (mm <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q ACUMULADO (m <sup>3</sup> /s)
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	29122.62	44.00	12.8140	0.4063	0.4063
2903-01	Norte Embalse Guájaro	49800.73	93.40	46.5139	1.4749	1.4749
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	59199.47	47.60	28.1789	0.8935	8.7795
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	19874.47	139.40	27.7050	0.8785	0.8785
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	5553.22	74.30	4.1260	0.1308	0.1308
2903-13	Arroyo Caimán	25085.12	98.50	24.7088	0.7835	0.7835
2903-06	Represas Playón y Matuya	25537.89	55.50	14.1735	0.4494	0.4494
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	33557.62	69.60	23.3561	0.7406	0.7406
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	4094.08	109.90	4.4994	0.1427	0.1427
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	17456.03	99.20	17.3164	0.5491	0.5491
2903-05	Complejo María La Baja	86435.93	104.50	90.3255	2.8642	3.3136
2903-08	Delta Canal del Dique	26443.48	94.20	24.9098	0.7899	1.8808
2903-07	Sur Delta	26443.48	114.50	30.2778	0.9601	0.9601
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	19261.28	38.30	7.3771	0.2339	0.2339
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	19403.15	136.20	26.4271	0.8380	0.8380
2903-10	Barú	7311.79	102.60	7.5019	0.2379	0.2379
2903-17	Canal del Dique	1312.52	77.90	1.0225	0.0324	12.4059

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.7.12 Caudales

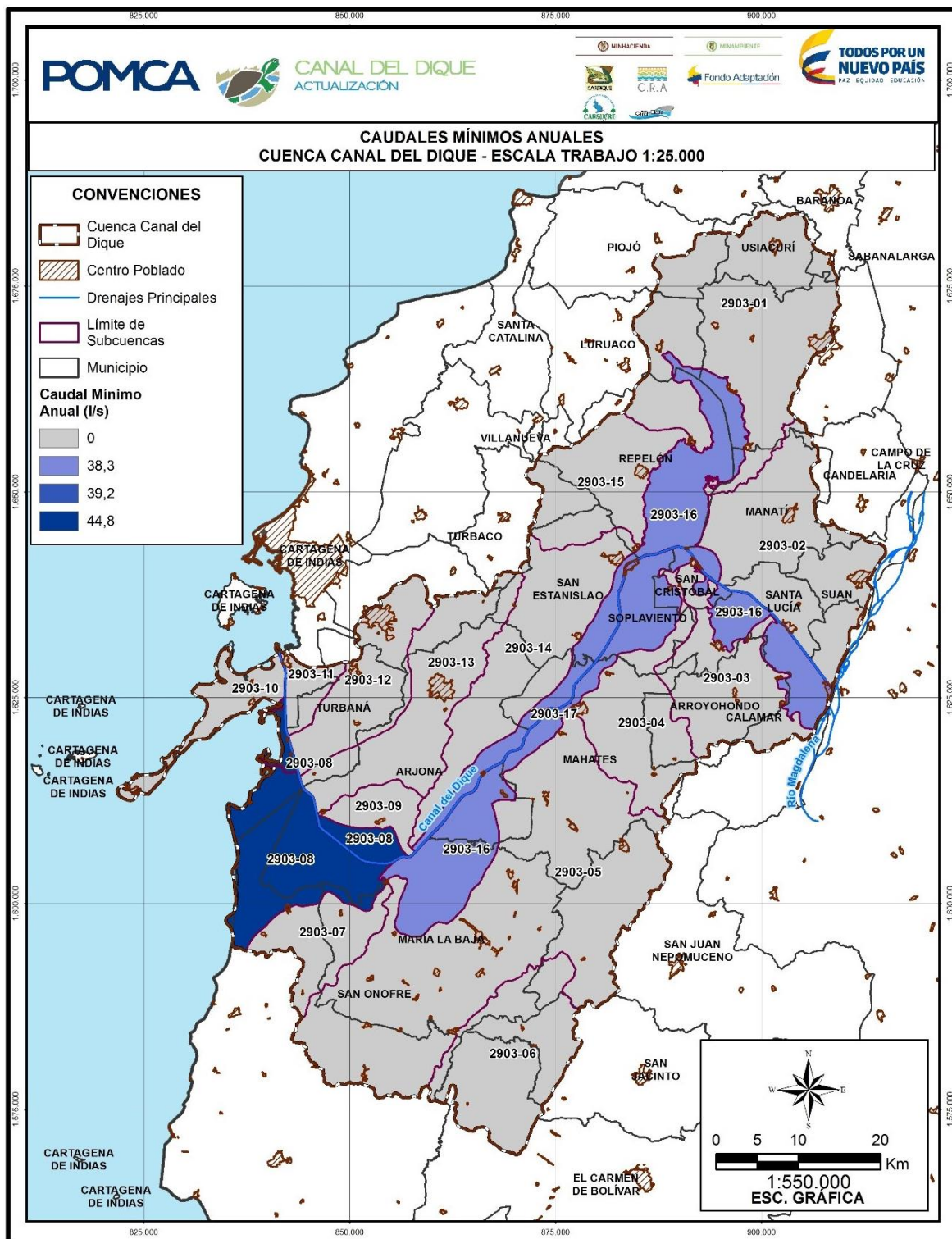
En la **Tabla 3.171** se presentan los caudales por subcuenca y los caudales mínimo, medio y máximo se observan en las **Figura 3.490**, **Figura 3.491**, **Figura 3.492** y **Figura 3.493**, respectivamente, se presentan el comportamiento espacial de los caudales por subcuencas, evidenciándose en el mapa de caudales medios, que la subcuenca Humedales Canal del Dique y Embalse del Guájaro es la que registra los mayores valores de caudales, sin embargo, en el mapa de caudales máximo, las subcuencas del Complejo de María La Baja y Represas de Playón y Matuya, son las que registran caudales con los registros máximos (ver **Anexo 3.7.4**).

**Tabla 3.171. Caudales subcuencas.**

SUBCUENCA	Q MED	Q MAX	Q MIN	Q AMB
Arroyo Cabildo o Grande	10.8	161.9	0.0	0.0
Arroyo Caimán	15.6	232.7	0.0	0.0
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	2.1	68.6	0.0	0.0
Barú	2.8	90.4	0.0	0.0
Canal del Dique	484.5	1265.0	39.2	3.9
Ciénaga Aguas Claras	13.2	319.3	0.0	0.0
Ciénaga Jobo - Negros	8.0	183.2	0.0	0.0
Ciénagas Capote - Tupe	8.7	264.3	0.0	0.0
Complejo María La Baja	80.2	3095.9	0.0	0.0
Delta Canal del Dique	132.3	214.0	44.8	4.5
Humedales Canal del Dique y Guájaro	428.8	895.3	38.3	3.8
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1.5	50.6	0.0	0.0
Norte Embalse Guájaro	17.4	476.2	0.0	0.0
Occidental Embalse Guájaro	6.1	224.6	0.0	0.0
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	11.3	388.8	0.0	0.0
Represas Playón y Matuya	70.6	4711.0	0.0	0.0
Sur Delta	5.5	149.1	0.0	0.0

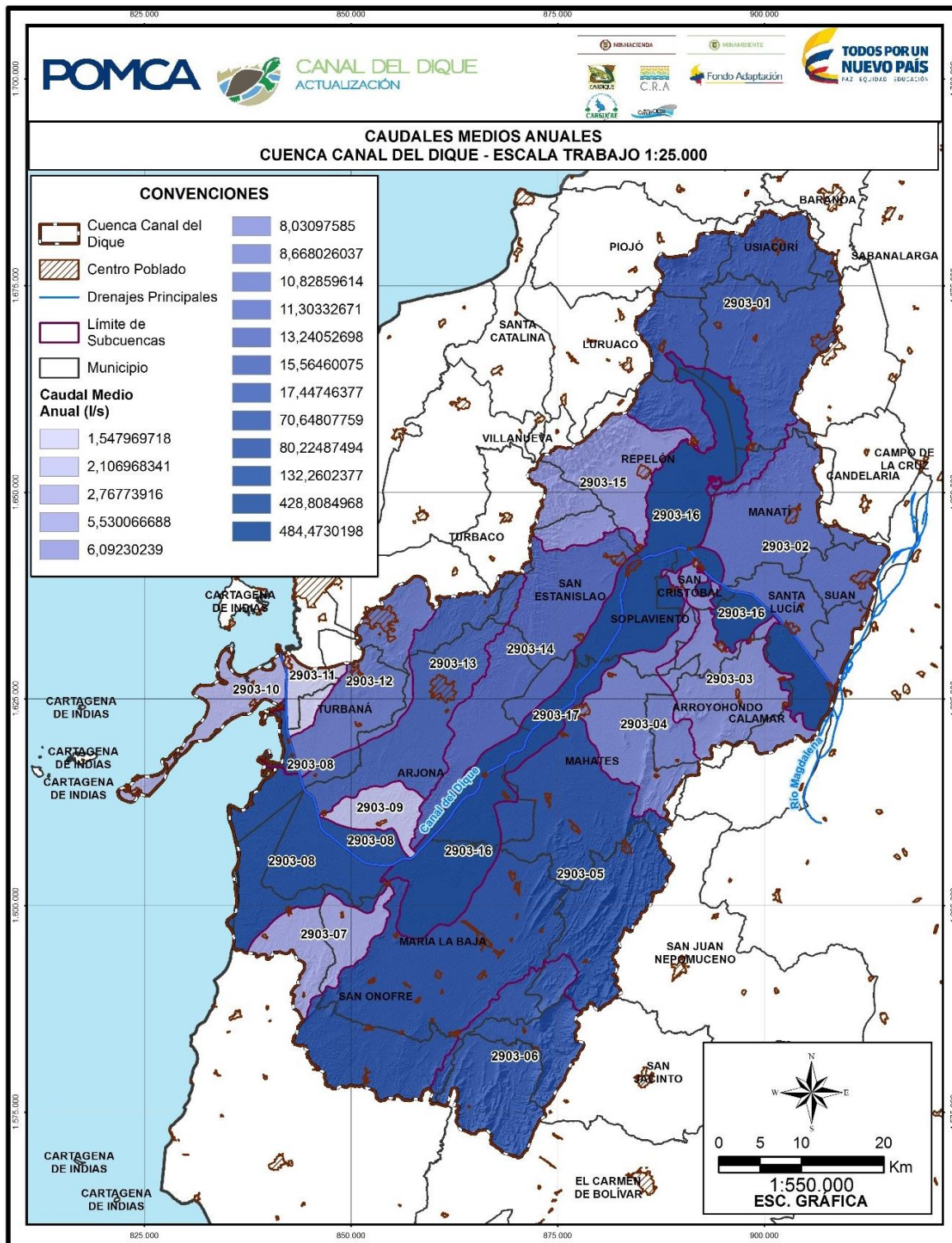
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.490. Caudales mínimos anuales.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

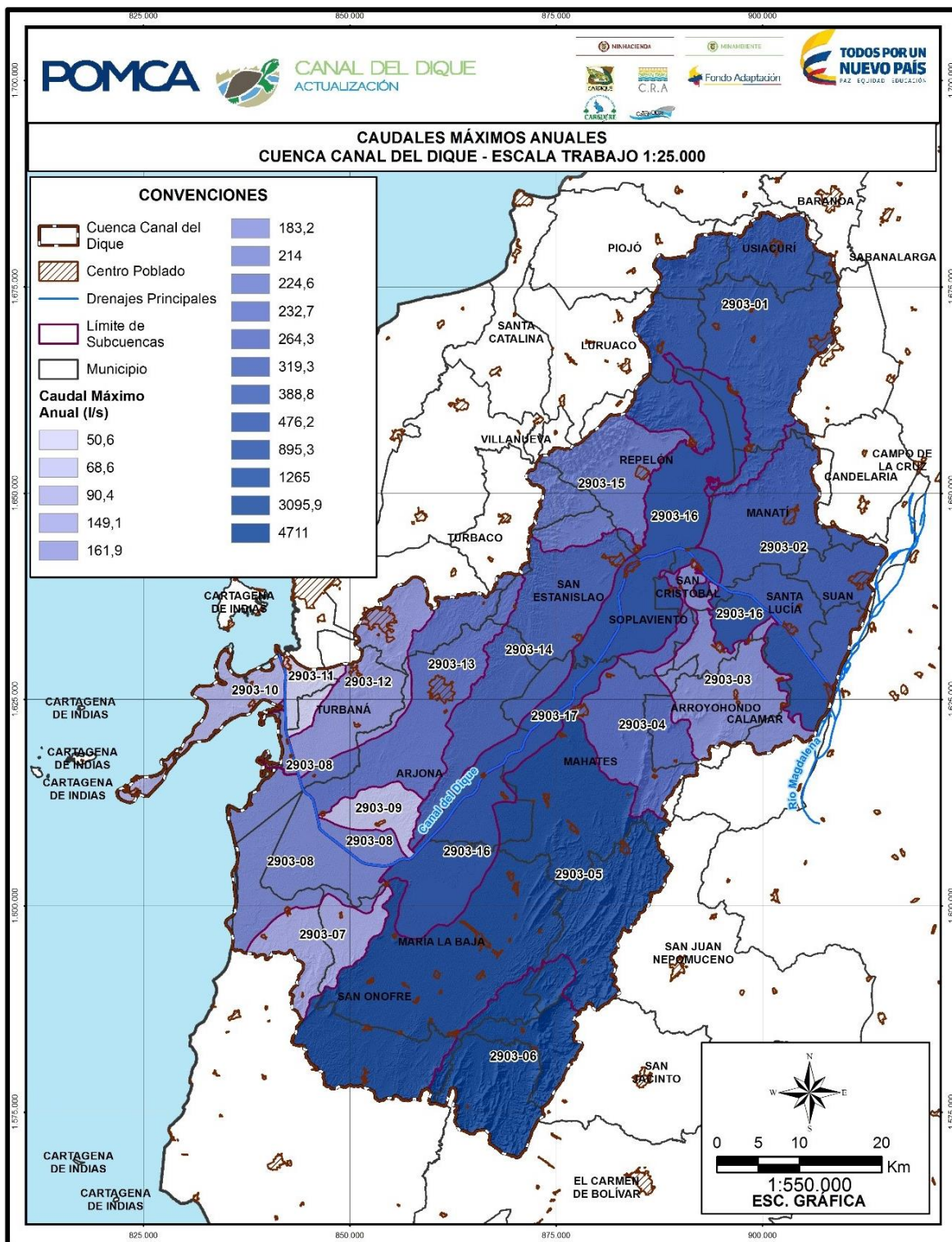
**Figura 3.491. Caudales medios anuales.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



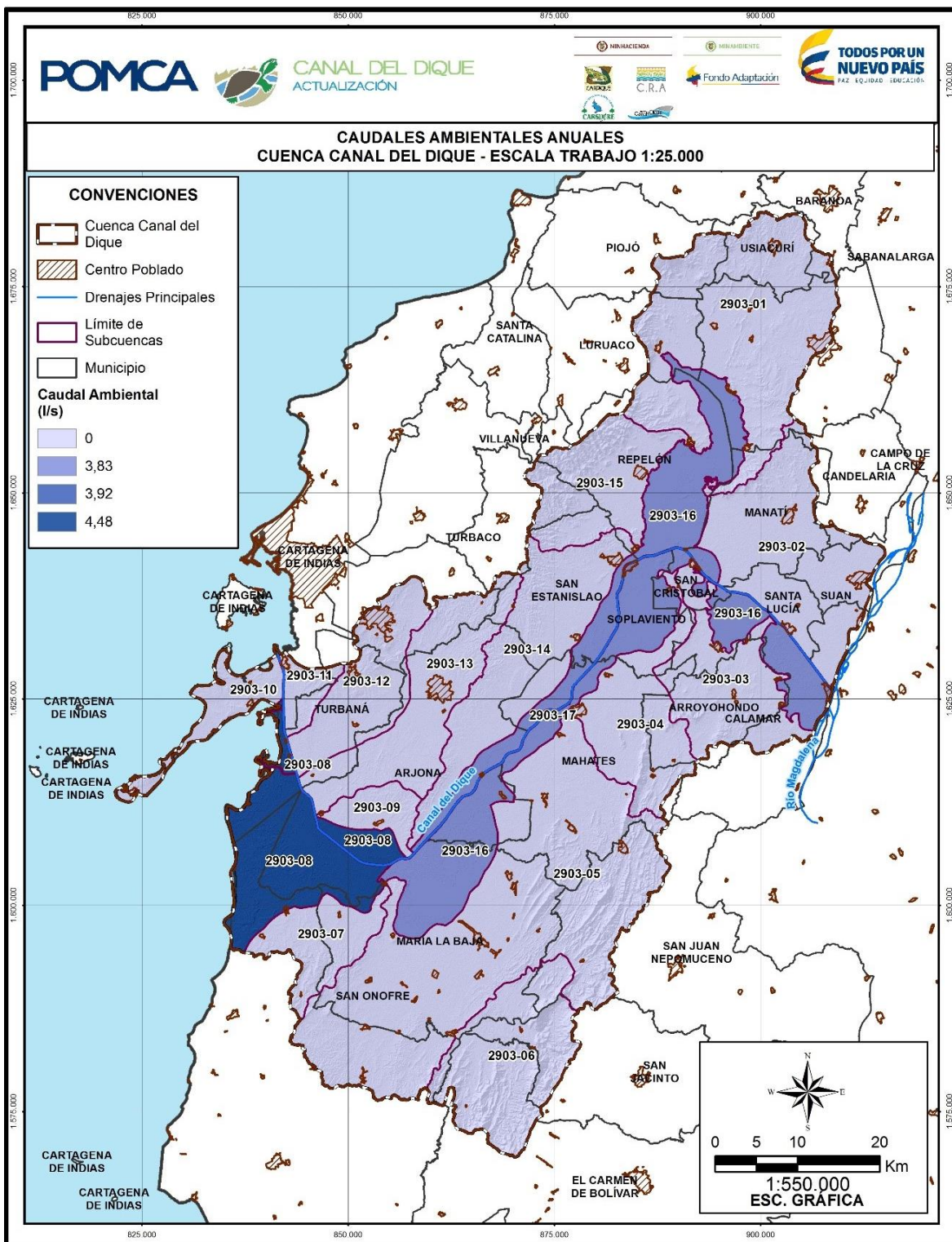
Figura 3.492. Caudales máximos anuales.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.493. Caudales ambientales.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.13 Rendimiento Hídrico Mensual

Lo rendimientos presentados en la **Tabla 3.172**, **Tabla 3.173**, y la **Tabla 3.174** obedecen a la relación del área de cada una de las subcuencas y el caudal medido en LPS, para los registros medios, máximos y mínimos. El Rendimiento Hídrico mensual para año normal, se presenta en la **Figura 3.494** (ver **Anexo 3.7.5**).

**Tabla 3.172. Rendimiento medio mensual L/km<sup>2</sup>.**

SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	2.46	5.03	12.29	35.88	55.10	74.25	50.69	68.76	59.19	89.48	71.04	16.91
Norte Embalse Guájaro	1.66	1.76	9.90	30.36	43.12	46.49	48.16	62.76	57.20	58.17	54.24	11.02
Humedales Canal del Dique y Guájaro	733.95	484.14	397.30	457.71	640.45	792.25	807.78	771.78	770.00	845.68	944.91	953.94
Ciénaga Jobo - Negros	2.78	1.75	13.11	37.73	55.56	48.27	54.83	68.14	68.41	71.17	48.01	16.56
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1.67	1.44	8.29	33.01	48.79	46.53	49.21	56.59	50.59	76.08	54.83	25.24
Arroyo Caimán	6.14	5.63	26.77	63.03	65.34	58.47	61.42	86.81	101.19	108.53	107.00	35.29
Represas Playón y Matuya	0.13	0.06	0.00	0.07	128.74	869.29	0.11	234.72	1449.39	920.16	504.65	2487.60
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	4.05	6.25	10.05	31.74	55.00	45.63	37.54	51.69	56.10	55.71	37.51	12.83
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1.63	1.32	8.20	32.49	48.40	46.27	48.94	56.36	50.36	75.77	54.69	25.10
Arroyo Cabildo o Grande	6.13	5.62	26.76	63.03	65.34	58.44	61.41	86.80	101.18	108.52	106.99	35.28
Complejo María La Baja	21.66	22.21	38.19	97.71	113.53	114.60	108.37	111.79	141.30	154.93	116.01	69.46
Delta Canal del Dique	449.32	353.07	339.83	352.21	462.09	497.83	525.34	512.16	567.25	647.90	670.68	612.99
Sur Delta	5.70	3.74	12.54	36.91	68.31	61.05	60.28	69.66	68.41	85.88	69.90	24.95
Occidental Embalse Guájaro	0.57	1.81	9.80	16.31	46.21	39.70	42.14	37.54	46.82	62.05	58.99	14.69
Ciénagas Capote - Tupe	3.30	6.38	15.39	39.22	61.96	56.34	59.32	66.15	68.56	80.46	53.18	22.99
Barú	0.14	0.11	0.70	2.77	4.11	3.92	4.16	4.78	4.27	6.43	4.64	2.13
Canal del Dique	39022.98	22985.88	17367.40	21312.94	33053.04	40862.59	40949.59	37723.35	38950.45	45285.19	51717.03	51771.38

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.173. Rendimiento mínimo mensual L/km<sup>2</sup>.**

SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte Embalse Guájaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humedales Canal del Dique y Guájaro	142.40	177.70	64.70	68.07	215.54	338.69	338.69	360.65	345.78	469.43	480.92	379.06
Ciénaga Jobo - Negros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroyo Caimán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Represas Playón y Matuya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroyo Cabildo o Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Complejo María La Baja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Delta Canal del Dique	254.13	169.42	205.72	188.70	257.15	300.64	294.59	335.81	283.25	433.76	450.02	442.45
Sur Delta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Occidental Embalse Guájaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciénagas Capote - Tupe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barú	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canal del Dique	5119.92	3413.28	4144.70	3801.85	5180.87	6057.05	5935.15	6765.61	5706.58	8738.92	9066.53	8914.15

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



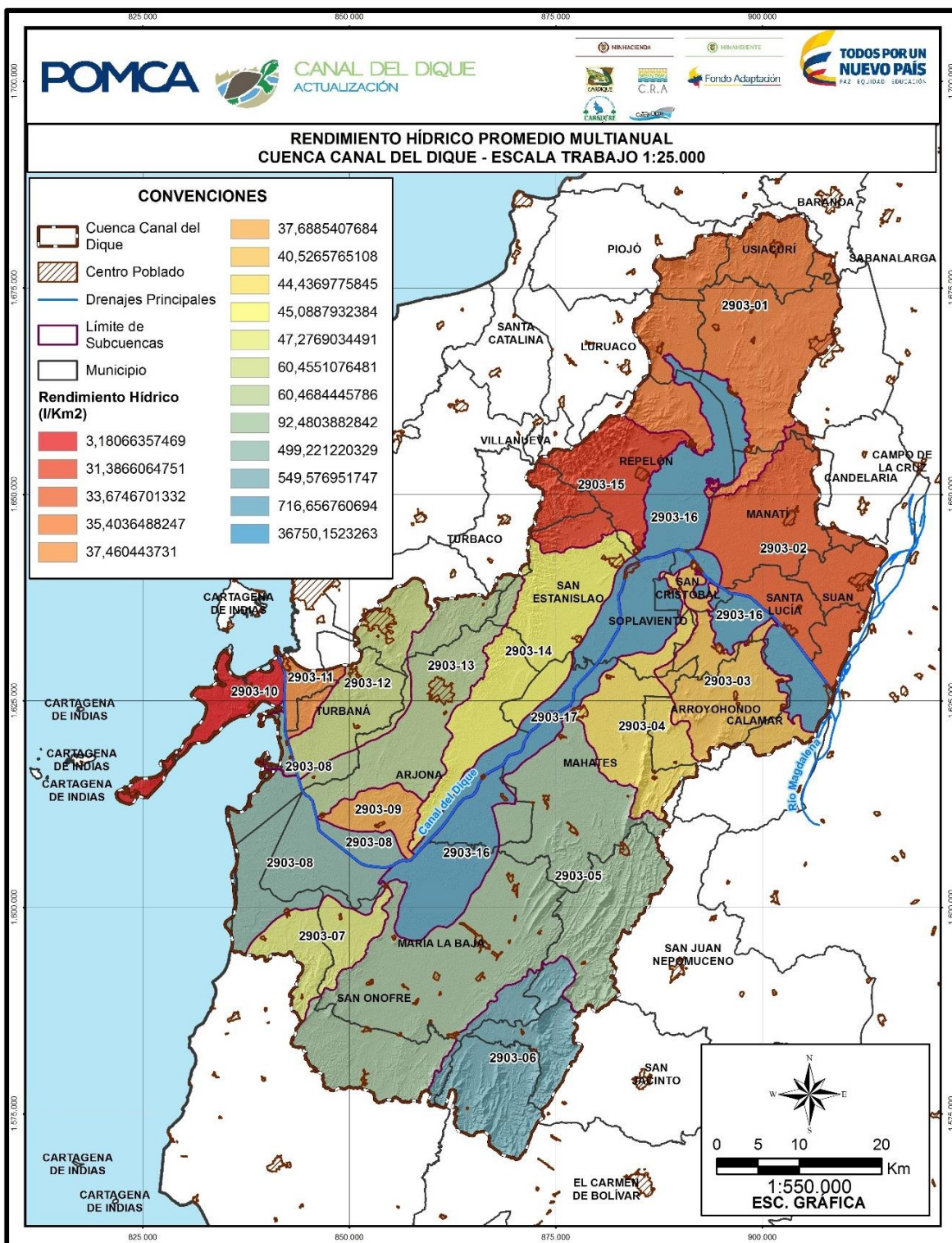
**Tabla 3.174. Rendimiento máximo mensual L/km<sup>2</sup>.**

SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ciénaga Aguas Claras	549.74	395.57	412.74	748.56	869.43	883.51	767.10	926.77	592.32	904.79	1096.40	790.45
Norte Embalse Guájaro	282.12	275.10	519.87	530.31	485.33	680.51	902.40	859.83	956.21	875.89	668.06	327.51
Humedales Canal del Dique y Guájaro	1325.86	1168.93	846.46	851.53	1103.22	1241.57	1421.63	1458.63	1458.63	1385.32	1512.34	1491.74
Ciénaga Jobo - Negros	215.35	171.58	618.88	507.18	899.14	730.59	645.05	737.13	921.79	731.09	846.31	600.27
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	115.25	124.25	390.76	869.77	1195.70	961.60	1022.83	866.16	1021.03	1235.32	862.56	930.99
Arroyo Caimán	352.40	381.10	354.79	823.20	433.32	578.03	716.76	714.77	915.28	738.69	927.64	532.99
Represas Playón y Matuya	2.08	0.89	0.00	1.27	4503.11	18447.10	1.29	8446.27	17562.14	12158.41	9726.73	17170.57
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	453.85	767.64	586.45	777.47	906.80	1158.60	730.09	907.69	1100.50	1062.05	749.46	469.34
Norte Canal del Dique Pasacaballos	114.50	124.25	389.80	867.31	1193.77	957.45	1020.80	862.44	1006.18	1232.75	860.00	928.22
Arroyo Cabildo o Grande	352.31	380.96	354.61	822.64	433.09	578.02	716.66	714.94	915.44	738.43	927.47	532.77
Complejo María La Baja	891.18	860.75	1022.03	1874.68	3581.73	1595.05	1526.56	1524.02	2546.63	2253.11	2630.27	1365.40
Delta Canal del Dique	729.86	519.98	502.20	555.90	661.79	718.51	690.15	684.48	735.91	782.80	809.27	742.34
Sur Delta	480.87	243.03	619.25	1070.71	877.85	869.20	868.33	765.41	1044.77	1203.90	1289.52	1203.90
Occidental Embalse Guájaro	79.95	237.26	481.28	473.49	1136.48	483.35	1166.07	575.77	723.73	805.76	678.04	429.88
Ciénagas Capote - Tupe	851.41	627.73	774.10	613.82	1362.15	1117.86	836.98	799.87	1022.00	1135.90	1083.33	758.64
Barú	9.83	10.53	32.97	73.46	101.23	81.33	86.54	73.23	85.61	104.59	73.00	78.79
Canal del Dique	90970.05	69949.42	41248.90	58604.83	79541.65	80836.87	74010.31	78779.76	78398.81	96379.49	87084.39	87846.29

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Lo rendimientos anteriores obedecen a la relación del área de cada una de las subcuencas y el caudal medido en LPS, para los registros medios, máximos y mínimos. El Rendimiento Hídrico mensual para año normal, se presenta en la **Figura 3.494**.

**Figura 3.494. Rendimiento hídrico anual multianual.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.14 Estimación de la Demanda Hídrica Sectorial

El análisis y la cuantificación de la demanda hídrica se requieren de manera esencial como parte del proceso de construcción del INDICE DE USO DEL AGUA - IUA, de acuerdo a lo establecido en el nuevo marco metodológico definido por el IDEAM en el ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA (IDEAM, 2010). La nueva metodología para la determinación de la oferta y la demanda hídrica a un nivel de mayor precisión ha evolucionado recientemente con la promulgación de la POLITICA HIDRICA NACIONAL por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (2009).

De acuerdo con el ente rector de la hidrología en Colombia (IDEAM), El país no cuenta con un sistema de información continua y sectorial de uso del agua, ni ha contabilizado históricamente el agua usada de fuentes superficiales y subterráneas. El volumen de agua usada para el desarrollo de actividades socioeconómicas, debe ser el resultado de las mediciones efectuadas por los usuarios y reportadas a las instituciones relacionadas y autoridades ambientales regionales.

La demanda de agua en general, representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>), utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales. La fórmula para el cálculo de la demanda total, establece la sumatoria de cada una de las demandas por sectores, expresada en millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>):

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Dónde:

**DT** = Demanda Total de Agua.

**DUD** = Demanda de Agua para Uso Doméstico.

**DUI** = Demanda de Agua para uso Industrial.

**DUS** = Demanda de Agua para el Sector Servicios.

**DUA** = Demanda de agua para el sector agrícola.

**DUP** = Demanda de agua para uso pecuario.

#### 3.7.14.1 Evaluación y Cálculo de la Demanda Hídrica Actual

La evaluación parte de la revisión de los estudios, procedimientos, infraestructura y bases de datos generadas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CRA, CARDIQUE, CARSUCRE) en los programas institucionales de concesión de aguas como lo establece el decreto 1541 de 1978 y de la Tasa Por utilización del Agua – TUA, conforme lo define el Decreto 155 de 2004.

En la medida en que el IUA se calcula solo para la demanda superficial, es necesario depurar las listas de usuarios consumidores del agua de tal forma que se descarten las concesiones y consumos de aguas subsuperficiales y todos aquellos cuerpos de agua que

hacen parte de los stocks, es decir, que no guardan una relación directa con la escorrentía superficial frente a la disponibilidad directa del recurso hídrico.

Del procedimiento anterior se consigue la estructuración de las listas de usuarios, los caudales, tanto los concesionados como los efectivamente consumidos para un periodo determinado.

Con las listas de usuarios y caudales concesionados se realiza la segregación de usuarios localizándolos en cada una de las subcuencas y calculando para cada una de ellas el consumo actual y real de agua para los seis sectores que define la metodología del IDEAM:

- Uso doméstico e institucional
- Uso industrial.
- Uso en piscicultura y afines.
- Uso pecuario.
- Uso agrícola.
- Estético.

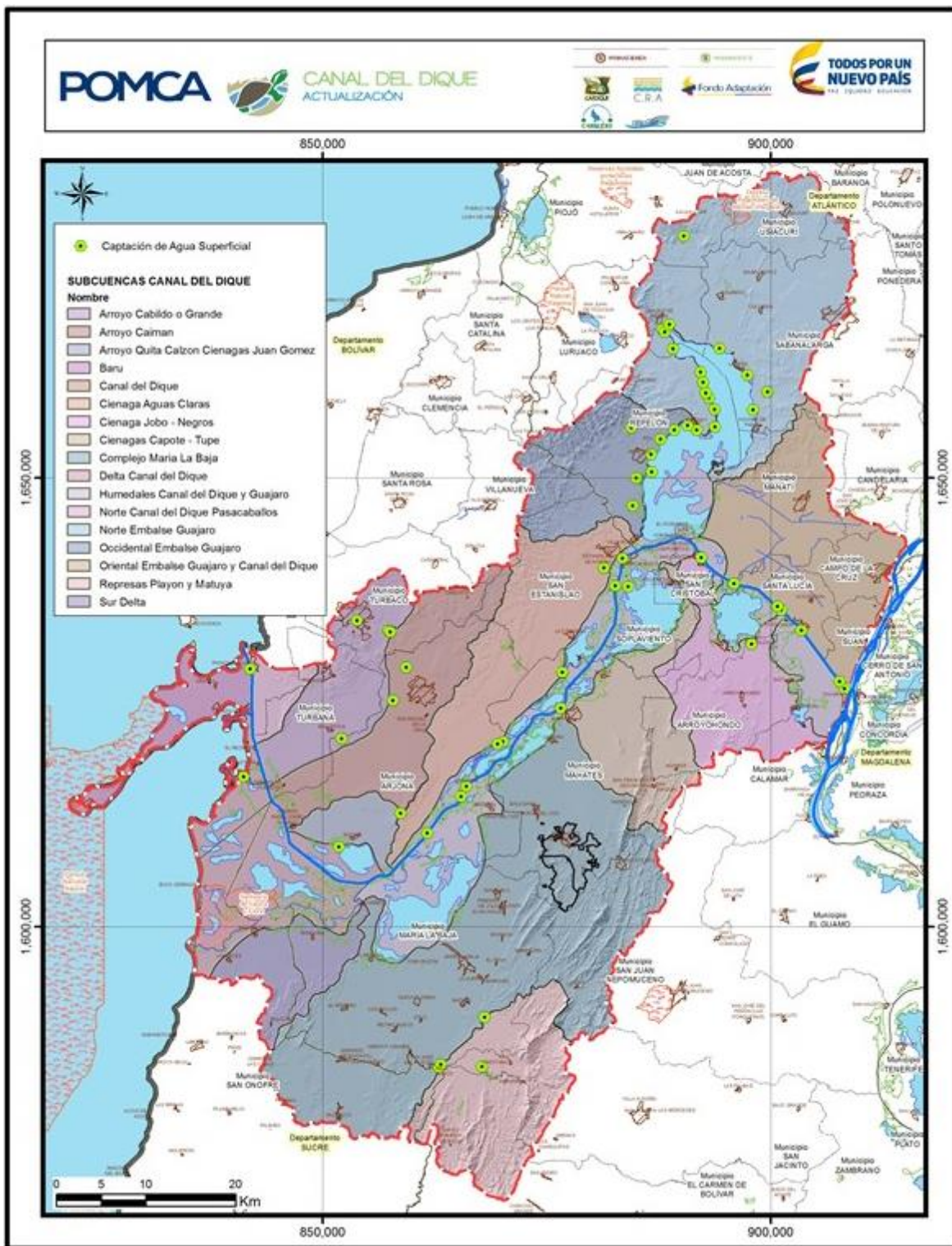
#### 3.7.14.1.1 Cuantificación de la Demanda Concesionada por las CAR's (CRA, CARDIQUE y CARSUCRE)

En el **Anexo 3.7.6**, se presenta el listado consolidado de los usuarios actuales de concesiones de aguas superficiales en la Cuenca Canal del Dique, el listado presenta, la CAR que emitió el permiso de captación, el municipio, la razón social, el uso conferido, caudal captación y las coordenadas de localización de los puntos de captación. En la **Figura 3.495** se presentan la distribución espacial de puntos de captación registrados en las bases de datos de las Corporaciones (CRA, CARDIQUE); se puede observar que la mayor cantidad de puntos de captación, 15 en total, se encuentran localizados en el municipio de Repelón (Departamento de Atlántico), y los cuerpos de aguas con la mayor cantidad de puntos de captación son: Embalse del Guájaro con 21 usuarios y el Canal del Dique con 12 usuarios.

En la **Tabla 3.175**, se muestra para cada una de las subcuencas de la Cuenca Canal del Dique la distribución de usuarios de agua superficial de acuerdo al destino del agua captada, identificados desde los inventarios de la CRA, CARDIQUE y CARSUCRE.



**Figura 3.495. Distribución espacial de puntos de captación de aguas superficiales concesionados en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.175. Número de usuarios superficiales por subcuenca y por uso.**

SUBCUENCA	NÚMERO DE USUARIOS						TOTAL
	DOMÉSTICO	INDUSTRIAL	AGRÍCOLA	PECUARIO	PISCÍCOLA ACUÍCOLA	ESTÉTICO	
Ciénaga Aguas Claras	0	1	0	2	0	0	3
Norte Embalse Guájaro	0	0	1	1	1	0	3
Humedales Canal del Dique y Guájaro	2	2	3	6	12	0	25
Ciénaga Jobo - Negros	0	0	0	1	0	0	1
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0	0	0	1	0	0	1
Arroyo Caimán	1	0	0	1	0	0	2
Represas Playón y Matuya	1	1	1	0	1	0	4
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0	0	0	0	0	0	0
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0	0	0	0	0	0	0
Arroyo Cabildo o Grande	1	0	2	0	0	1	4
Complejo María La Baja	0	0	0	0	0	0	0
Delta Canal del Dique	1	0	0	0	0	0	1
Sur Delta	0	0	0	0	0	0	0
Occidental Embalse Guájaro	0	0	0	0	0	0	0
Ciénagas Capote - Tupe	0	0	0	0	0	0	0
Barú	0	0	0	0	0	0	0
Canal del Dique	9	1	1	2	3	0	16
Total	15	5	8	14	17	1	60

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo con la **Tabla 3.175**, se evidencia que la subcuenca con mayor número de usuarios con concesiones de aguas superficiales es “Humedales Canal del Dique y Guájaro”, con un total de veinticinco (25), seguida de la subcuenca Canal del Dique, con un total de dieciséis (16) usuarios. Los principales usos del agua captada son, en su orden: Piscícola (17 usuarios), Doméstico (15 usuarios) y Pecuario (14 usuarios).

En la **Tabla 3.176**, se presenta la demanda hídrica por cada sector totalizado para cada subcuenca. Es posible observar, que la subcuenca “Humedales Canal del Dique y Guájaro”, registra la mayor demanda hídrica superficial, con un volumen de 137.895.650 m<sup>3</sup>/año, seguida de la subcuenca “Delta Canal del Dique” con un volumen de 85.651.776 m<sup>3</sup>/año y la subcuenca “Represas Playón y Matuya” con un volumen de 45.840.730 m<sup>3</sup>/año.

Con respecto a la demanda hídrica sectorial, se puede apreciar en la **Tabla 3.176**, que los sectores con mayor demanda son el Agrícola (139.703.506 m<sup>3</sup>/año) y el Doméstico e Institucional (120.323.254 m<sup>3</sup>/año), quienes representan el 84% de la demanda total hídrica de la cuenca.

**Tabla 3.176. Demanda total hídrica sectorizados por subcuenca de la Cuenca Canal del Dique.**

SUBCUENCA	DEMANDA DOMÉSTICO (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA INDUSTRIAL (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA AGRÍCOLA (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA PECUARIO (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA PISCÍCOLA-ACUÍCOLA (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA ESTÉTICO (m <sup>3</sup> /año)	TOTAL DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
Ciénaga Aguas Claras	0	378.432	0	952.387	0	0	1.330.819
Norte Embalse Guájaro	0	0	518.400	16.399	50.000	0	584.799
Humedales Canal del Dique y Guájaro	956.340	6.233.030	116.983.762	3.220.321	10.502.198	0	137.895.650
Ciénaga Jobo - Negros	0	0	0	0	157.680	0	157.680
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0	0	0	31.536	0	0	31.536
Arroyo Caimán	3.154	0	0	157.680	0	0	160.834
Represas Playón y Matuya	1.450.656	22.075.200	22.075.200	0	239.674	0	45.840.730
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0	0	0	0	0	0	0
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0	0	0	0	0	0	0
Arroyo Cabildo o Grande	31.536	0	34.608	0	0	9.461	135.605
Complejo María La Baja	0	0	0	0	0	0	0
Delta Canal del Dique	85.651.776	0	0	0	0	0	85.651.776
Sur Delta	0	0	0	0	0	0	0
Occidental Embalse Guájaro	0	0	0	0	0	0	0
Ciénagas Capote - Tupe	0	0	0	0	0	0	0

SUBCUENCA	DEMANDA DOMÉSTICO (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA INDUSTRIAL (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA AGRÍCOLA (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA PECUARIO (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA PISCÍCOLA-ACUÍCOLA (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA ESTÉTICO (m <sup>3</sup> /año)	TOTAL DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
Barú	0	0	0	0	0	0	0
Canal del Dique	32.229.792	44.150	31.536	48.838	4.579.019	0	36.933.336
Total Demanda (m <sup>3</sup> /año)	120.323.254	28.730.812	139.703.506	4.584.840	15.370.890	9.461	308.722.763

Fuente: Consorcio Canal del Dique



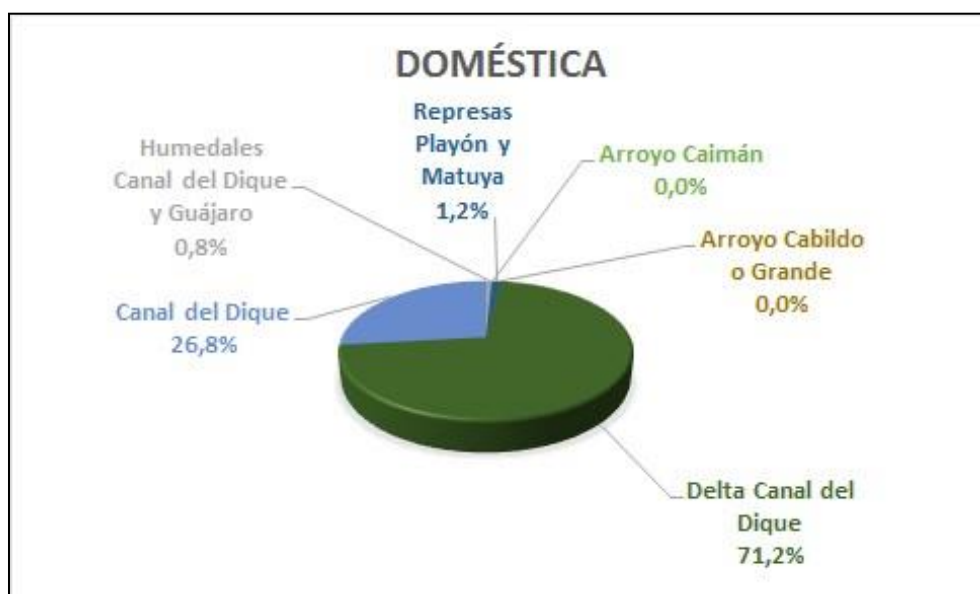
### 3.7.14.1.2 Demanda Hídrica Concesionada y Discriminada por Sectores

A continuación, se presenta la demanda de agua superficial cuantificada, concesionada y discriminada para los sectores doméstico e institucional, industrial, agrícola, pecuario, piscícola y estético:

#### 3.7.14.1.2.1 Demanda Doméstica e Institucional

En la **Figura 3.496**, se discrimina la demanda de agua para consumo humano y doméstico, incluyendo el uso institucional por subcuencas:

**Figura 3.496. Totales por subcuenca para el sector doméstico.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

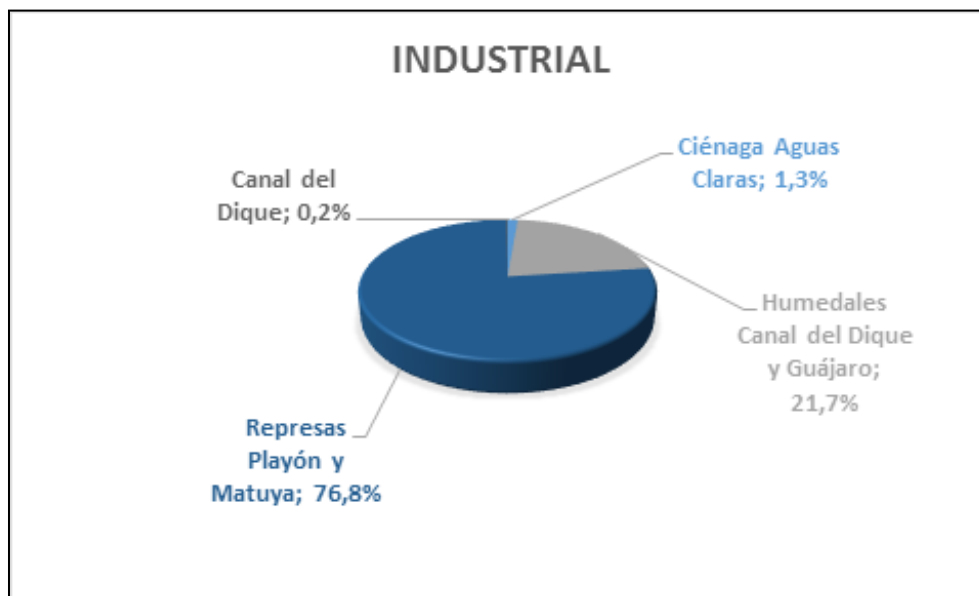
En la subcuenca Delta Canal del Dique se registra el mayor porcentaje de uso de agua para abastecimiento de centros poblados, seguido de la subcuenca Canal del Dique.

#### 3.7.14.1.2.2 Demanda Industrial

En la **Figura 3.497**, se discrimina la demanda de agua para uso industrial por subcuencas.

En la subcuenca Represas Playón y Matuya se registra el mayor porcentaje de uso de agua para el sector industrial, seguido de la subcuenca Humedales Canal del Dique y Guájaro.

Figura 3.497. Totales por subcuenca para el sector industrial.



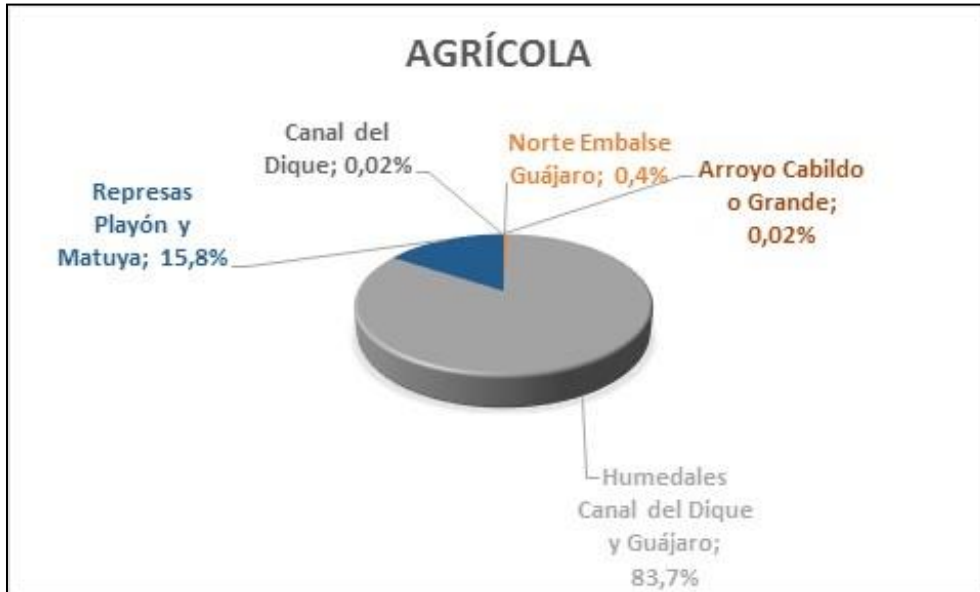
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.14.1.2.3 Demanda para uso Agrícola:

En la **Figura 3.498**, se discrimina la demanda de agua para uso Agrícola por subcuencas.

La subcuenca Humedales Canal del Dique y el Guájaro registran la mayor demanda de agua para uso agrícola, siendo el Embalse del Guájaro el cuerpo de agua con los mayores volúmenes de suministro de agua; seguida de la subcuenca Represas Playón y Matuya. En ambas subcuencas se encuentra los principales Distrito de Riego de cultivos de la Cuenca Canal del Dique, Repelón y María La Baja.

**Figura 3.498. Totales por subcuenca para el sector agrícola.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.7.14.1.2.4 Demanda Pecuaria

En la **Figura 3.499**, se discrimina la demanda de agua para uso Pecuario (porcicultura, ganadería, avicultura, zocriaderos, etc.) por subcuencas:

**Figura 3.499. Totales por subcuenca para el sector pecuario.**



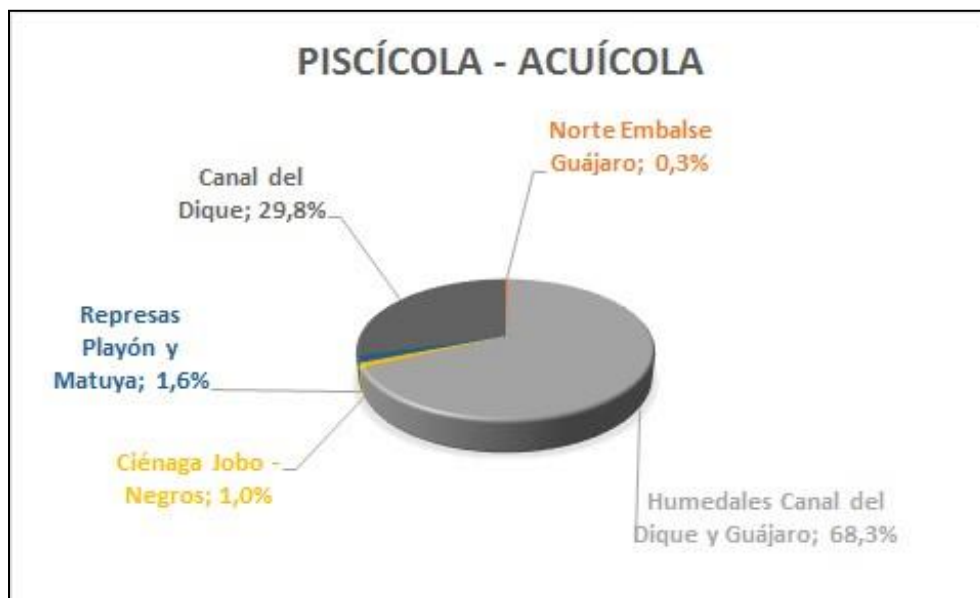
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la subcuenca Humedales Canal del Dique y Guájaro se registra el mayor porcentaje de uso de agua para el sector Pecuario, seguido de la subcuenca Ciénaga aguas Claras.

3.7.14.1.2.5 Demanda Piscícola – Acuícola

En la **Figura 3.500**, se discrimina la demanda de agua para uso Piscícola - Acuícola (piscicultura, camaronicultura, etc.) por subcuencas:

**Figura 3.500. Totales por subcuenca para el sector piscícola - acuícola.**

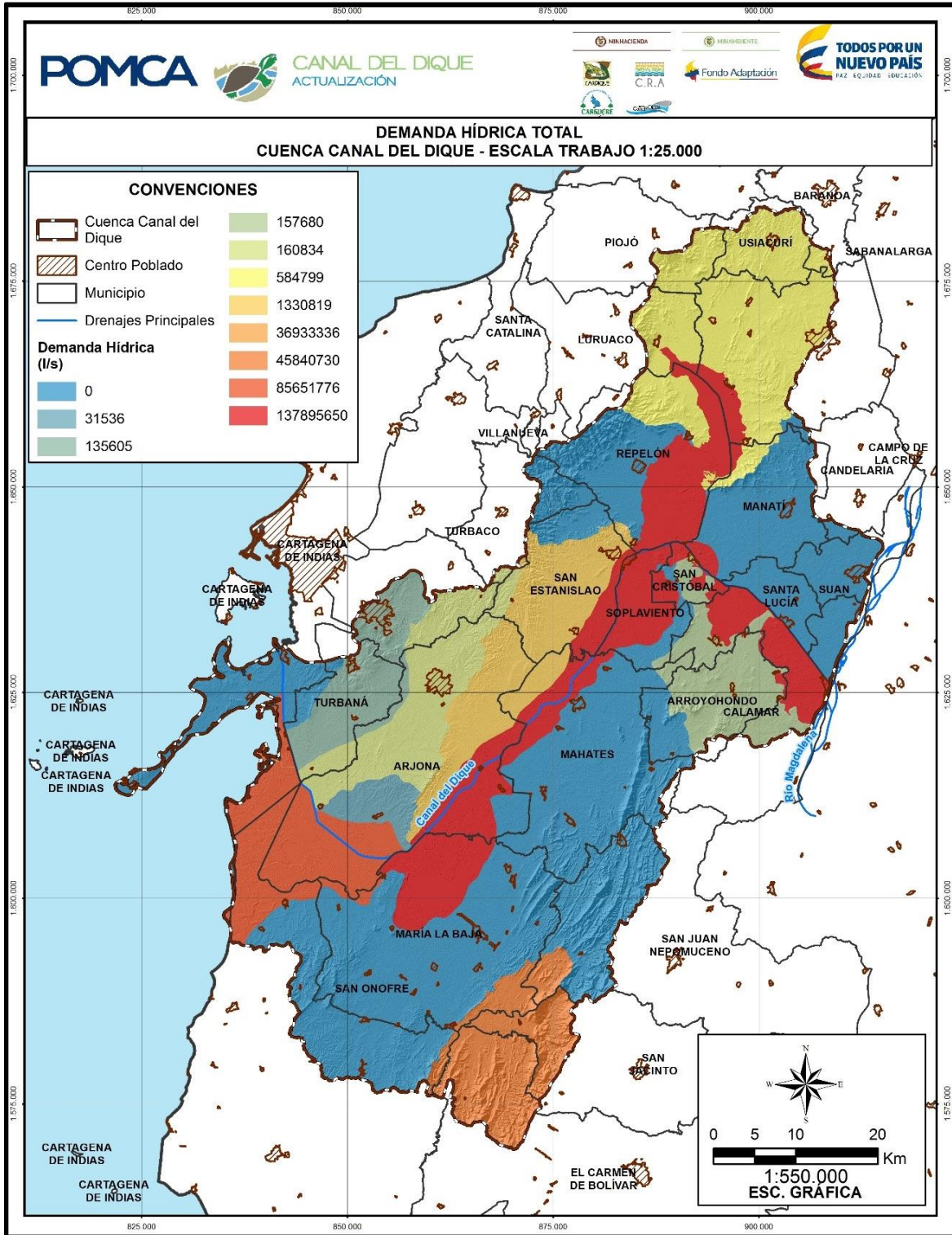


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los mayores porcentajes de demanda hídrica para este sector se registran en la subcuenca Humedales Canal del Dique y Guájaro y en la subcuenca Canal del Dique (**Figura 3.501**).



**Figura 3.501. Demanda hídrica.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.15 Índice de Retención y Regulación Hídrica IRH

La metodología aplicable es la referida en el capítulo N°8 del ENA 2010 del IDEAM y con las limitantes de obtención de información mencionadas en el mismo documento, igualmente los indicadores que se presentan en la “Guía de POMCAS” (MADS, 2014).

Evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo – vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca, permitiendo de esta manera evaluar la capacidad de regulación del sistema en su conjunto. El índice varía de 0 a 1 y entre más bajo sea su valor menor será la regulación de la cuenca.

Teniendo en cuenta las recomendaciones y metodologías presentadas en el Estudio Nacional del Agua 2010, el IRH se determinó a partir de las curvas de duración de caudales medios diarios en función de la disponibilidad de información para cada subcuenca, para las estaciones presentes en las cuencas en estudio (**Anexo 3.7.7**), evaluando el área total bajo la curva por integración de caudales (caudales para percentiles cada 2% del tiempo, el tiempo total), el delta del tiempo y  $V_p$  que corresponde al volumen que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio de la curva de duración, todo esto basado en datos históricos no menores a 15 años y teniendo en cuenta el menor porcentaje posible de datos faltantes, así las cosas, las estaciones empleadas se resumen en la **Tabla 3.177**.

**Tabla 3.177. Estaciones empleadas.**

ESTACIÓN	COD EST	LATITUD	LONGITUD
San Juan	29060290	10.766667	-74.166667
Tenerife	29017010	9.903472	-74.864083
Calamar	29030030	10.233333	-74.916667
Gambote	29030600	10.162222	-75.298611
Correa 1	29037390	10.044444	-75.404722
Corre 2	29037400	10.056972	-75.405278
Sta Helena	29037370	10.058611	-75.402778
Kilómetro 107	29037610	10.228056	-75.523056
La esperanza	29037760	9.871667	-75.275278
San Cristóbal	29030150	9.868056	-75.250278
Inkora K7	29037360	10.302808	-74.946558

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Teniendo en cuenta que para las subcuencas restantes no se presentan datos históricos de caudales debido a la ausencia de estaciones limnimétricas o limnigráficas, fue necesario determinar el IRH a partir de la modelación hidrológica realizada para cada una de ellas.

Su cálculo se realiza a partir de la relación entre  $V_p$  y  $V_t$ , siendo  $V_p$  el volumen que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios y  $V_t$  el volumen total representado por debajo de la curva de duración de caudales diarios.

$$IRH = \frac{V_p}{V_t}$$

Para su cálculo se requiere la determinación de la curva de duración de caudales con porcentajes cada 0.02, así como el respectivo percentil y el caudal que es igualado o excedido para cada valor de porcentaje. Con estos datos y con la determinación del tiempo parcial y del delta tiempo se establece el valor de  $V_p$  y de  $V_t$ . La **Tabla 3.178** presenta el procedimiento realizado para determinar el IRH.

**Tabla 3.178. IRH Estación Santa Helena.**

%	PERCENTIL	Q	VP
0	1	33.6	1370678630
0.02	0.98	96	2357440330
0.04	0.96	126.9	2819198269
0.06	0.94	139.66	3114063395
0.08	0.92	154.78	3421196940
0.1	0.9	168.7	3668680581
0.12	0.88	178.18	3862225480
0.14	0.86	187	4060635443
0.16	0.84	196.94	4268140957
0.18	0.82	206.62	4501452459
0.2	0.8	219	4761416045
0.22	0.78	231.2	5011649505
0.24	0.76	242.66	5250672167
0.26	0.74	253.8	5489060256
0.28	0.72	265.2	5709045715
0.3	0.7	274.6	5939395874
0.32	0.68	286.98	6167842312
0.34	0.66	296.2	6357791295
0.36	0.64	304.94	6514319411
0.38	0.62	311	6648214406
0.4	0.6	317.6	6797339165
0.42	0.58	325.1	6974808204
0.44	0.56	334.38	7163488040
0.46	0.54	342.94	7358725135
0.48	0.52	352.84	7562423209
0.5	0.5	362.2	7750256947
0.52	0.48	370.6	7921591776
0.54	0.46	378.4	8084465626
0.56	0.44	386	8242051363
0.58	0.42	393.3	8403867590
0.6	0.4	401.3	8628083539
0.62	0.38	414.5	8866048579
0.64	0.36	423.8	9076515437

%	PERCENTIL	Q	VP
0.66	0.34	434.4	9280636560
0.68	0.32	443.1	9462547613
0.7	0.3	451.6	9632824819
0.72	0.28	459.2	9787872263
0.74	0.26	466.26	9969783316
0.76	0.24	476.4	10191249446
0.78	0.22	487.2	10442963578
0.8	0.2	500.2	10764480787
0.82	0.18	517.6	11121957158
0.84	0.16	534	11443474368
0.86	0.14	548	11739608640
0.88	0.12	562	12024109066
0.9	0.1	574.9	12335050051
0.92	0.08	591.4	12665028240
0.94	0.06	606.1	13091250067
0.96	0.04	631.7	13671884765
0.98	0.02	661	17250878966
1	0	970.1	20519989805
		Vt	409518373588
		Vper	134900160169
		Vqm	1.93407E+11
		Vp	3.28307E+11
	Tiempo Parcial	1057622400	
	Delta Tiempo	21152448	
	Q Promedio	365.739248	
	IRH		0.801690943

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos obtenidos por medio de este procedimiento se clasifican como se muestra en la **Tabla 3.179** y la **Tabla 3.180**.

**Tabla 3.179. Categorización IRH.**

	RANGO IRH	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	COLOR
Interpretación de la calificación	(< 0.50)	Muy baja	Muy baja retención y regulación de humedad	Muy baja
	(0.50-0.65)	Baja	Baja retención y regulación de humedad	Baja
	(0.65-0.75)	Moderada	Media retención y regulación de humedad media	Moderada
	(0.75-0.85)	Alta	Alta retención y regulación de humedad	Alta
	(> 0.85)	Muy Alta	Muy alta retención y regulación de humedad	Muy alta

Fuente. IDEAM.



**Tabla 3.180. Categorización IRH muy Bajo.**

VALORES IRH MUY BAJO	CATEGORIZACIÓN
0.40 – 0.50	Muy Bajo BAJO
0.30 – 0.40	Muy Bajo MEDIO
0.20 – 0.30	Muy Bajo ALTO
0.10 – 0.20	Muy Bajo CRÍTICO
< 0.10	Muy Bajo SUPERCRÍTICO

Fuente. IDEAM.

### 3.7.15.1 IRH Subcuencas

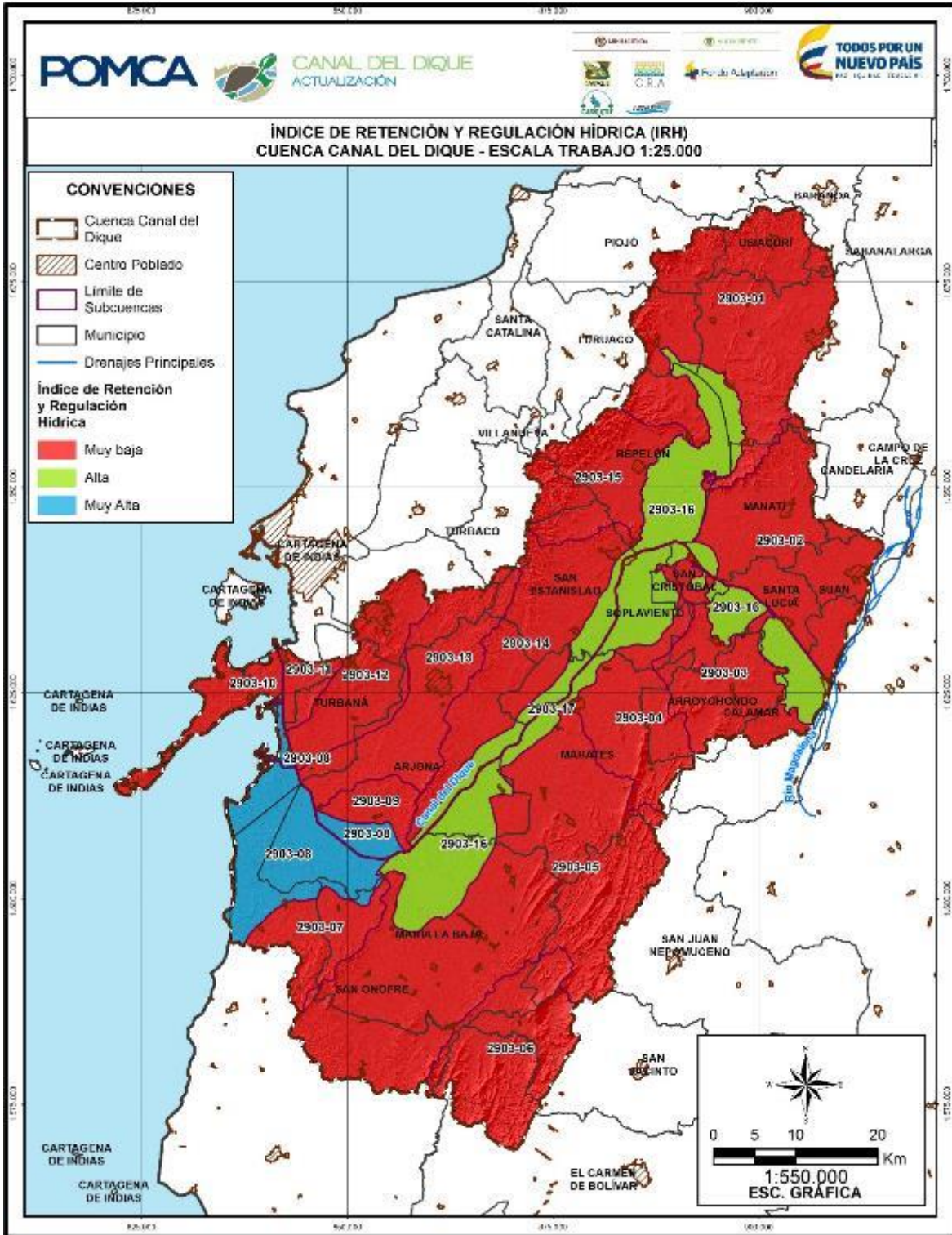
Así mismo, valores de IRH entre 0,5 y 0,65 son considerados como de capacidad de retención baja. En la **Tabla 3.181**, se presentan los resultados del IRH y clasificación definida para cada una de las subcuencas analizadas en la Cuenca Canal del Dique, cuyo comportamiento espacial se presenta en la **Figura 3.502** y el **Anexo 3.7.8**.

**Tabla 3.181. Índice de Regulación Hídrica por subcuenca.**

SUBCUENCA	IRH	CLASIFICACIÓN
Ciénaga Aguas Claras	0.23	Muy Bajo Alto
Norte Embalse Guájaro	0.21	Muy Bajo Alto
Humedales Canal del Dique y Guájaro	0.82	Alto
Ciénaga Jobo - Negros	0.23	Muy Bajo Alto
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0.17	Muy Bajo Crítico
Arroyo Caimán	0.29	Muy Bajo Alto
Represas Playón y Matuya	0.10	Muy Bajo Crítico
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0.18	Muy Bajo Crítico
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0.17	Muy Bajo Crítico
Arroyo Cabildo o Grande	0.29	Muy Bajo Alto
Complejo María La Baja	0.20	Muy Bajo Alto
Delta Canal del Dique	0.87	Muy Alto
Sur Delta	0.22	Muy Bajo Alto
Occidental Embalse Guájaro	0.17	Muy Bajo Crítico
Ciénagas Capote - Tupe	0.17	Muy Bajo Crítico
Barú	0.17	Muy Bajo Crítico
Canal del Dique	0.79	Alto

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.502. Índice de Retención y Regulación hídrica POMCA Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.15.2 IRH Microcuencas

Así mismo, valores de IRH entre 0,5 y 0,65 son considerados como de capacidad de retención baja.

En la **Tabla 3.182** y en la **Figura 3.503** se presentan los resultados y clasificación definida para cada una de las microcuencas analizadas.

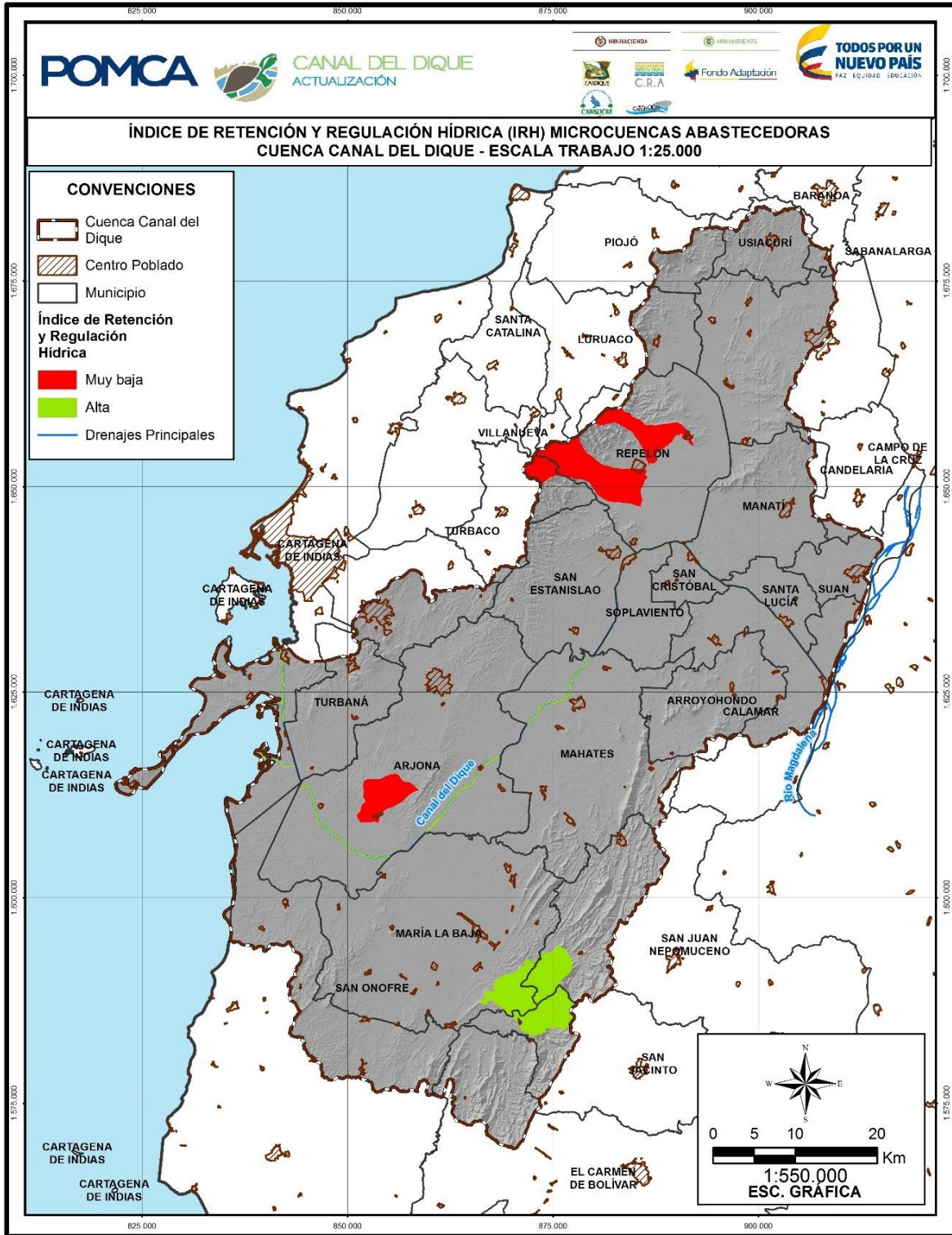
**Tabla 3.182. IRH para microcuencas.**

MICROCUENCA	IRH
Arroyo Quita Calzón	0.1874497
Rotinet 1	0.14038268
Rotinet 2	0.13842521
Canal Dique	0.78959247
Alcantarillado María La Baja	0.80169094

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.503. Índice de Retención y Regulación Hídrica – microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.7.16 Índice de Uso del Agua

El "IUA" es la cantidad de agua utilizada por los diferentes usuarios en un periodo determinado dentro de un área específica en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio. Este indicador considera en una relación porcentual la demanda hídrica de agua y la oferta hídrica total disponible, la descripción de este índice se contempla en la **Tabla 3.183**.

$$IUA = \left( \frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Donde:

Dh: demanda hídrica.

Oh: Oferta hídrica.

**Tabla 3.183. Descripción Índice de Uso de Agua Superficial (IUA).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN																		
Nombre y sigla	Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)																		
Objetivo	Estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible.																		
Definición	El índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio.																		
Fórmula	Relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible: $IUA = \left( \frac{Dh}{Oh} \right) * 100$																		
Variables y Unidades	Donde: IUA: índice de uso del agua. Dh: $\Sigma$ (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un periodo determinado). $OH = OH_{total} - Q_{amb}$ Oh: oferta hídrica superficial disponible. $OH_{total}$ : Volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada. $Q_{amb}$ : Caudal ambiental.																		
Insumos	Los insumos para el cálculo de este índice son: las demandas hídricas sectoriales por subcuenca (consumos por sectores) y series históricas de caudal diario y mensuales con longitud temporal mayor a 15 años.																		
Interpretación de la calificación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SIGNIFICADO</th> <th>RANGO (Dh/Oh) *100 IUA</th> <th>COLOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.</td> <td>(&gt;50)</td> <td>Muy alto</td> </tr> <tr> <td>La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.</td> <td>(20.01-50)</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.</td> <td>(10.01-20)</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible</td> <td>(1-10)</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible</td> <td>(<math>\leq</math> 1)</td> <td>Muy Bajo</td> </tr> </tbody> </table>	SIGNIFICADO	RANGO (Dh/Oh) *100 IUA	COLOR	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.	(>50)	Muy alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.	(20.01-50)	Alto	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.	(10.01-20)	Moderado	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	( $\leq$ 1)	Muy Bajo
	SIGNIFICADO	RANGO (Dh/Oh) *100 IUA	COLOR																
	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.	(>50)	Muy alto																
	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.	(20.01-50)	Alto																
	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.	(10.01-20)	Moderado																
La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	Bajo																	
La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	( $\leq$ 1)	Muy Bajo																	

Fuente: IDEAM, 2010.

### 3.7.16.1 IUA Subcuencas

La **Tabla 3.184** presenta los resultados consolidados de consumos de aguas superficiales estimados a partir del inventario de usuarios de concesiones de aguas superficiales, tal como se describió en el **Numeral 3.4.4.5**.

**Tabla 3.184. Demanda Hídrica superficial por subcuencas.**

SUBCUENCA	DEMANDA HÍDRICA (m <sup>3</sup> /año)
Ciénaga Aguas Claras	1.330.819
Norte Embalse Guájaro	584.799
Humedales Canal del Dique y Guájaro	137.895.650
Ciénaga Jobo - Negros	157.680
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	31.536
Arroyo Caimán	160.834
Represas Playón y Matuya	45.840.730
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0
Arroyo Cabildo o Grande	135.605
Complejo María La Baja	0
Delta Canal del Dique	85.651.776
Sur Delta	0
Occidental Embalse Guájaro	0
Ciénagas Capote - Tupe	0
Barú	0
Canal del Dique	36.933.336

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Al aplicar la metodología para el cálculo del IUA se obtienen los valores registrados en la **Tabla 3.185**.

De acuerdo con los resultados presentados en la **Tabla 3.185**, observamos que el IUA presenta una clasificación entre Muy Baja – Baja para todas las subcuencas debido a la gran oferta hídrica disponible, por un lado, y también a que se registran varias subcuencas sin demanda hídrica. La subcuenca Delta Canal del Dique en la parte baja de la cuenca presenta clasificación de IUA Baja, ya que se encuentran levemente intervenida por uso de agua para abastecimiento de centros poblado, en esta subcuenca es donde se localiza la captación del acueducto de la ciudad de Cartagena. Por otra parte, las subcuencas de Humedales Canal del Dique y Guájaro y Represas Playón y Matuya, también presentan un IUA de clasificación Baja, en estas subcuencas se localizan las captaciones para uso de agua agrícola para los distritos de Riegos de Repelón y María La Baja, sin embargo, no se configura una presión alta de las actividades agrícolas sobre el recurso hídrico, dada la gran oferta hídrica disponible en un año promedio.

**Tabla 3.185. Índice de Uso del Agua por subcuencas.**

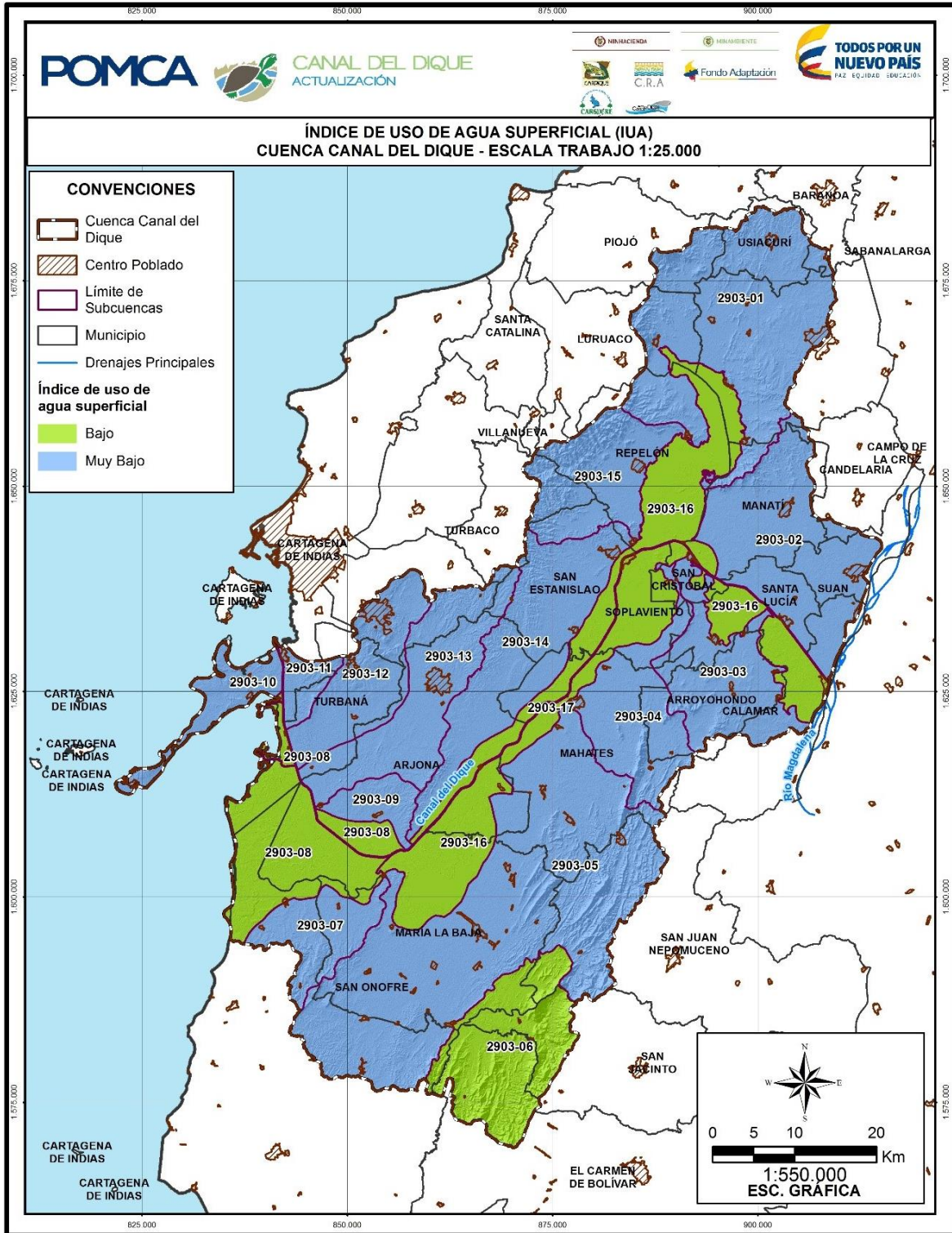
SUBCUENCA	OFERTA HÍDRICA (m <sup>3</sup> /año)	DEMANDA HÍDRICA (m <sup>3</sup> /año)	IUA (%)	CLASIFICACIÓN
Ciénaga Aguas Claras	414.100.466,9	1.330.819	0,32	Muy Bajo
Norte Embalse Guájaro	556.019.924,1	584.799	0,11	Muy Bajo
Humedales Canal del Dique y Guájaro	13.379.368.101	137.895.650	1,03	Bajo
Ciénaga Jobo - Negros	254.004.924,7	157.680	0,06	Muy Bajo
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	66.002.555,32	31.536	0,05	Muy Bajo
Arroyo Caimán	478.356.336,6	160.834	0,03	Muy Bajo
Represas Playón y Matuya	4.426.088.276	45.840.730	1,04	Bajo
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	356.369.926,7	0	0,00	Muy Bajo
Norte Canal del Dique Pasacaballos	48.490.303,35	0	0,00	Muy Bajo
Arroyo Cabildo o Grande	332.801.293,4	135.605	0,04	Muy Bajo
Complejo María La Baja	2.520.870.625	0	0,00	Muy Bajo
Delta Canal del Dique	4.163.113.434	85.651.776	2,06	Bajo
Sur Delta	172.386.665,3	0	0,00	Muy Bajo
Occidental Embalse Guájaro	190.649.655,9	0	0,00	Muy Bajo
Ciénagas Capote - Tupe	271.908.832,7	0	0,00	Muy Bajo
Barú	86.699.910,35	0	0,00	Muy Bajo
Canal del Dique	15.211.486.118	36.933.336	0,24	Muy Bajo

Fuente: Consorcio Canal del Dique

En la **Figura 3.504** se observa el índice de uso de agua IUA para la Cuenca Canal del Dique.

El índice de uso del agua indica que para ninguna de las cuencas se presenta problemas de demanda, ya que para la gran mayoría no se presenta ningún tipo de consumo que pueda llegar a comprometer el comportamiento hídrico de las cuencas, así mismo, el principal consumo se produce para la Cuenca Canal del Dique, cuyo caudal proviene principalmente del río Magdalena, haciendo que los caudales medidos no reflejen en forma directa el comportamiento hidrológico de la cuenca. Así mismo, es importante mencionar que, debido al origen del caudal, estos valores son determinados a partir del comportamiento medio mensual multianual de los caudales para cada una de las microcuencas.

Figura 3.504. Índice de Uso de Agua subcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.7.16.2 IUA Microcuencas

Cantidad de agua utilizada por los diferentes usuarios en un periodo determinado dentro de un área específica en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio. Cabe resaltar que solo se considera la oferta hídrica superficial en función del desconocimiento de la oferta hídrica subterránea y está dado por la relación porcentual entre la demanda y la oferta de agua disponible, tal como se presenta en la **Tabla 3.186**, **Tabla 3.187** y **Figura 3.505**:

$$IUA = \left( \frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Donde:

Dh: demanda hídrica

Oh: Oferta hídrica.

Para este caso se tomó como unidad temporal un año y fue analizado para cada una de las cuencas analizadas. La **Tabla 3.186** presenta los resultados encontrados:

**Tabla 3.186. Índice de Uso del Agua por microcuencas.**

CÓDIGO	MICROCUENCA	CAUDAL	CONSUMO	IUA
29030201	Acueducto Comunitario de Rotinet	52366340.58	384739.2	0.73
29030203	Empresa de Acueducto y Alcantarillado-Rotinet	24913440.00	1261440	5.06
29031101	Alcantarillado María la Baja	11533952938.4	1450656	0.01
29031501	Canal del Dique	15211486118	109745280	0.72
29031702	Arroyo Quita Calzón Ciénaga Juan Gómez	0	0	0.00

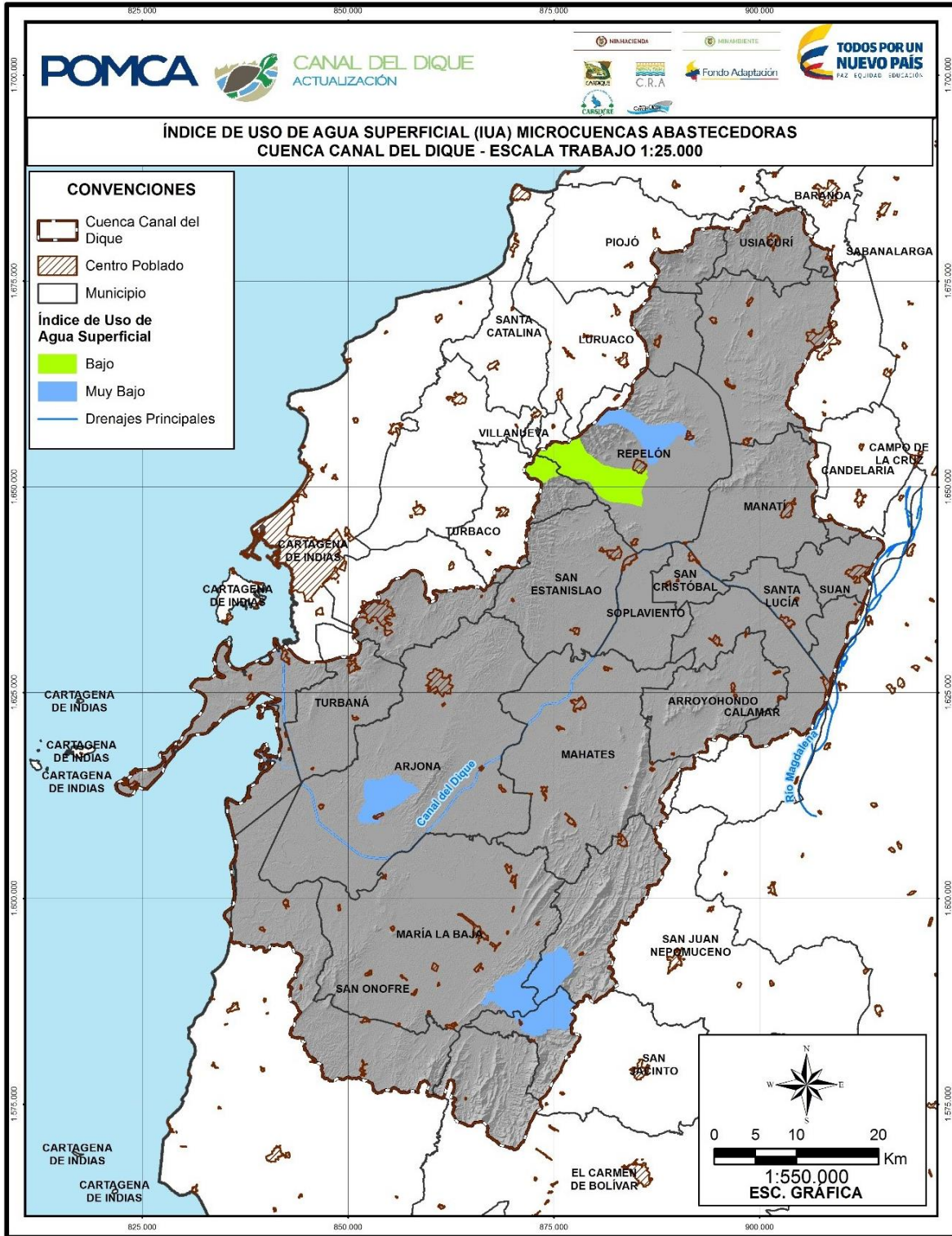
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.187. Categorización IUA.**

RANGO (Dh/Oh) *100 IUA	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente. IDEAM.

**Figura 3.505. Índice Uso del Agua microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.17 Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento IVH

El “IVH” se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas tales como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño), podría generar riesgos de desabastecimiento. El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA), como se ilustra en la **Tabla 3.188**.

**Tabla 3.188. Categorías Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y sigla	Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)		
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento		
Definición	Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.		
Fórmula	El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA).		
VARIABLES Y UNIDADES	Adimensional		
Insumos	La información básica requerida para el cálculo de este indicador son los índices de regulación hídrica (IRH) y de uso de agua (IUA).		
Interpretación de la calificación	ÍNDICE DE USO DE AGUA - IUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA - IRH	CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD
	Muy bajo	Alto	Muy bajo
	Muy bajo	Moderado	Bajo
	Muy bajo	Bajo	Medio
	Muy bajo	Muy bajo	Medio
	Bajo	Moderado	Bajo
	Bajo	Alto	Bajo
	Bajo	Bajo	Medio
	Bajo	Muy bajo	Medio
	Medio	Alto	Medio
	Medio	Moderado	Medio
	Medio	Bajo	Alto
	Medio	Muy bajo	Alto
	Alto	Alto	Medio
	Alto	Moderado	Alto
	Alto	Bajo	Alto
	Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio	
Muy alto	Moderado	Alto	
Muy alto	Bajo	Alto	
Muy alto	Muy bajo	Muy alto	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.17.1 Ivh Subcuencas

La **Tabla 3.189** presenta los resultados obtenidos para el Índice de Vulnerabilidad Hídrica en la Cuenca Canal del Dique, el cual en función de la información sobre concesiones de aguas superficiales pudo ser calculado para todas las subcuencas, obteniéndose un IVH Medio para la gran mayoría de las subcuencas. En la subcuenca Humedales Canal del Dique y Guájaro se presenta un IVH Bajo, y en las subcuencas Delta Canal del Dique y Canal del Dique el IVH estimado es Muy Bajo, con lo cual se puede concluir que no existen riesgos para mantener la oferta de abastecimiento en épocas de estiaje o eventos de fenómeno del niño.

**Tabla 3.189. Resultado Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).**

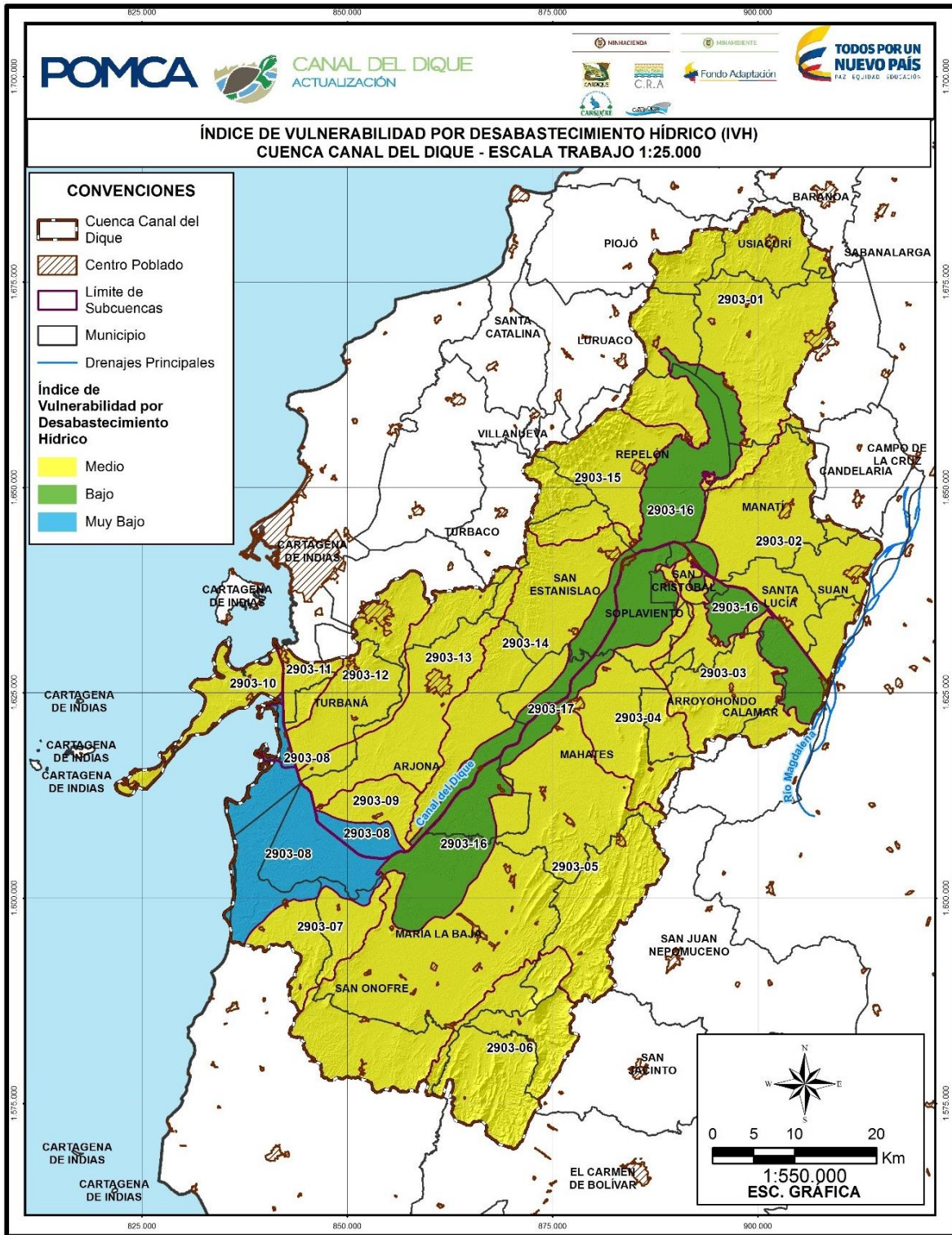
SUBCUENCA	IUA (%)	CLASIFICACIÓN	IRH	CLASIFICACIÓN	IVH
Ciénaga Aguas Claras	0,32	Muy Bajo	0.23	Muy Bajo Alto	Medio
Norte Embalse Guájaro	0,11	Muy Bajo	0.21	Muy Bajo Alto	Medio
Humedales Canal del Dique y Guájaro	1,03	Bajo	0.82	Alto	Bajo
Ciénaga Jobo - Negros	0,06	Muy Bajo	0.23	Muy Bajo Alto	Medio
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0,05	Muy Bajo	0.17	Muy Bajo Crítico	Medio
Arroyo Caimán	0,03	Muy Bajo	0.29	Muy Bajo Alto	Medio
Represas Playón y Matuya	1,04	Bajo	0.10	Muy Bajo Crítico	Medio
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0,00	Muy Bajo	0.18	Muy Bajo Crítico	Medio
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0,00	Muy Bajo	0.17	Muy Bajo Crítico	Medio
Arroyo Cabildo o Grande	0,04	Muy Bajo	0.29	Muy Bajo Alto	Medio
Complejo María La Baja	0,00	Muy Bajo	0.20	Muy Bajo Alto	Medio
Delta Canal del Dique	2,06	Bajo	0.87	Muy Alto	Muy Bajo
Sur Delta	0,00	Muy Bajo	0.22	Muy Bajo Alto	Medio
Occidental Embalse Guájaro	0,00	Muy Bajo	0.17	Muy Bajo Crítico	Medio
Ciénagas Capote - Tupe	0,00	Muy Bajo	0.17	Muy Bajo Crítico	Medio
Barú	0,00	Muy Bajo	0.17	Muy Bajo Crítico	Medio
Canal del Dique	0,24	Muy Bajo	0.79	Alto	Muy Bajo

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.506** se observa el Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento IVH para la Cuenca Canal del Dique.



**Figura 3.506. Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.17.2 IVH Microcuencas

Grado de susceptibilidad de la cuenca para mantener la oferta de abastecimiento de agua ante amenazas por periodos prolongados de calor o la ocurrencia de fenómenos macroclimáticos cuyas consecuencias estén relacionadas con fuertes y prolongadas sequías Su cálculo se realiza a través de una matriz de relación de rangos entre el IRH e IUA, la cual se presenta en la **Tabla 3.190**, **Tabla 3.191** y **Figura 3.507** y fue tomada del ENA capítulo 8 sección 8.1.4.

**Tabla 3.190. Categorías Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH).**

CATEGORÍAS ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO (IVH)		
ÍNDICE DE USO DE AGUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN	CATEGORÍA VULNERABILIDAD
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy bajo	Muy alto

Fuente. IDEAM.

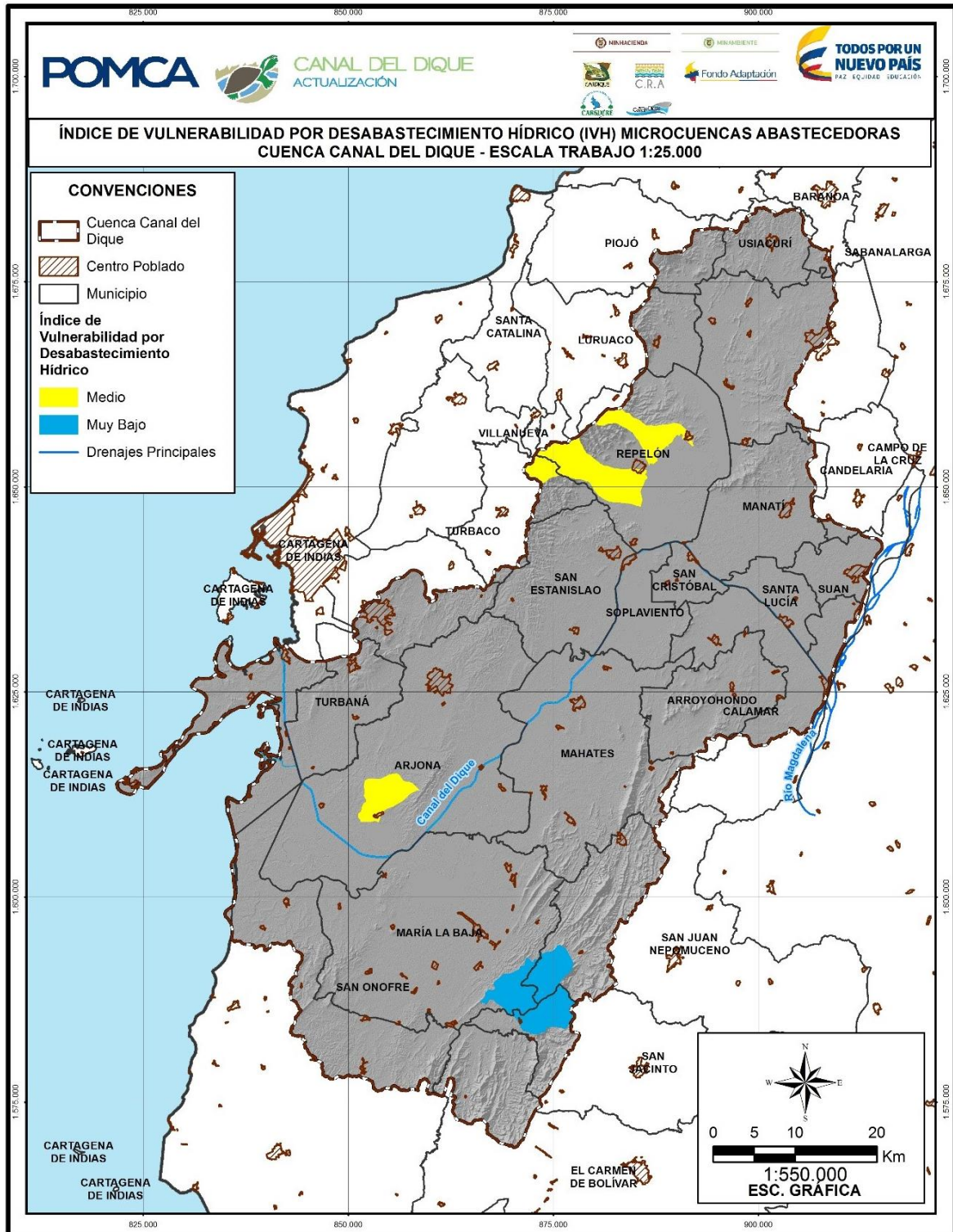
**Tabla 3.191. Resultado Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH).**

MICROCUENCA	CAUDAL	CONSUMOS	IUA	CLASIFICAC.	IRH	CLASIFICAC.	IVH
Acueducto Comunitario de Rotinet	52366340.58	384739.2	0.73	Muy Bajo	0.14	Muy Bajo Crítico	Medio
Empresa de Acueducto y Alcantarillado-Rotinet	24913440.00	1261440	5.06	Bajo	0.14	Muy Bajo Crítico	Medio
Alcantarillado María La Baja	11533952938.4	1450656	0.01	Muy Bajo	0.80	Alto	Muy Bajo
Canal del Dique	15211486118	109745280	0.72	Muy Bajo	0.79	Alto	Muy Bajo
Arroyo Quita Calzón Ciénaga Juan Gómez	0	0	0.00	Muy Bajo	0.18	Muy Bajo Crítico	Medio

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.507. Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento hídrico microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.18 Índice de Vulnerabilidad Ante Eventos Torrenciales IVET

El índice de vulnerabilidad ante eventos torrenciales IVET es un insumo básico para el cálculo de la susceptibilidad para Avenidas Torrenciales. Por lo tanto, se presenta en este capítulo al estar relacionado con la variabilidad en los caudales para la Cuenca Canal del Dique.

#### 3.7.18.1 IVET Subcuencas

El análisis completo realizado para obtener el índice de vulnerabilidad IVET, se presenta y compila en la **Tabla 3.192**.

La vulnerabilidad se expresa en relación con los índices morfométricos de torrencialidad e índice de variabilidad.

El índice Morfométrico de Torrencialidad es la relación entre los parámetros morfométricos como el coeficiente de compacidad o de forma, la pendiente media de la cuenca y la densidad de drenaje, los cuales son indicativos de la forma como se concentra la escorrentía, la oportunidad de infiltración, la velocidad y capacidad de arrastre de sedimentos en una cuenca, la eficiencia o rapidez de la escorrentía y de los sedimentos para salir de la cuenca luego de un evento de precipitación y con ello inferir cual podría ser el nivel de susceptibilidad a procesos torrenciales.



**Tabla 3.192. Valores morfométricos de las subcuencas.**

SUBCUENCA	IND_COMPAC	FORM_IND_C	DEN_DREN	TIEM_CONC	AREA_HA	PERÍMETRO	CAUCE TOTAL	CAUCE PPAL	LONG_CCA	ANCHO_CCA	FACT_FORMA	COEF_COMPA	DENS_DREN	PEND_CPAL	PEND_CCA	IND_MORFOM	IND_ALARGA	IND_ASIMET	ELEV_MEDIA
Ciénaga Aguas Claras	1.87	1003	2.86	142.83	29122.62	113.75	833.67	15124.58	10.92	26.68	2.44	1.87	2.86	0.02	2,96805	Alta	0.41	7.65	52,064431
Norte Embalse Guájaro	2.15	1003	2.96	218.31	49800.73	171.47	1473.28	24744.20	14.95	33.31	2.23	2.15	2.96	0.02	5,688658	Alta	0.45	2.43	73,402421
Humedales Canal del Dique y Guájaro	5.12	1003	0.17	1672.17	25823.58	444.98	98.04	54337.28	49.48	11.97	0.24	5.12	0.17	0.00	0,236257	Muy Baja	4.14	1.49	11,3524
Ciénaga Jobo - Negros	2.23	1003	2.25	264.63	19874.47	112.31	447.86	21400.97	14.76	13.47	0.91	2.23	2.25	0.01	2,739924	Baja	1.10	1.18	37,253528
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1.44	1002	1.77	144.24	5553.22	38.31	98.21	10835.94	5.56	9.99	1.80	1.44	1.77	0.01	1,061058	Baja	0.56	1.25	27,022763
Arroyo Caimán	1.80	1003	2.56	777.93	25085.12	101.80	642.73	52361.17	34.43	7.29	0.21	1.80	2.56	0.00	1,597954	Alta	4.72	1.33	66,685135
Represas Playón y Matuya	1.44	1002	3.54	119.10	25537.89	82.32	904.75	17091.04	9.79	26.10	2.67	1.44	3.54	0.05	22,409478	Alta	0.37	3.95	168,995929
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	1.46	1002	1.08	201.46	33557.62	95.73	362.65	16140.88	10.88	30.83	2.83	1.46	1.08	0.01	1,144903	Muy Baja	0.35	1.51	28,996577
Norte Canal del Dique Pasacaballos	1.38	1002	2.88	136.82	4104.64	31.48	117.94	11749.02	7.93	5.16	0.65	1.38	2.88	0.02	2,374942	Alta	1.53	1.29	31,362579
Arroyo Cabildo o Grande	1.50	1002	2.15	244.27	17456.03	70.71	375.46	20994.94	12.37	14.11	1.14	1.50	2.15	0.01	2,832844	Moderado	0.88	1.94	74,496505
Complejo María La Baja	1.93	1003	3.44	383.30	86435.93	202.82	2969.08	42286.29	21.51	40.18	1.87	1.93	3.44	0.01	7,959696	Alta	0.54	1.25	68,235517
Delta Canal del Dique	2.75	1003	0.46	520.53	22037.48	159.72	120.41	20031.65	12.90	20.50	1.59	2.75	0.46	0.00	0,227127	Muy Baja	0.63	7.94	6,330738
Sur Delta	1.71	1003	1.26	206.46	11562.40	65.83	145.41	17802.62	14.80	7.82	0.53	1.71	1.26	0.01	2,441337	Muy Baja	1.89	1.11	41,551675
Occidental Embalse Guájaro	1.62	1003	2.36	101.66	19261.28	80.31	455.11	12949.56	10.51	18.32	1.74	1.62	2.36	0.04	12,927781	Moderado	0.57	1.86	126,822998
Ciénagas Capote - Tupe	1.90	1003	3.40	298.79	19403.15	94.69	659.70	30699.50	19.14	10.14	0.53	1.90	3.40	0.01	5,232863	Alta	1.89	1.31	50,127648
Barú	2.94	1003	0.95	68.00	7301.22	89.68	69.56	4357.87	3.60	20.33	5.66	2.94	0.95	0.01	0,688745	Muy Baja	0.18	1.84	4,624404
Canal del Dique	19.72	1003	9.13	5744.14	1312.52	255.11	119.84	115607.91	67.69	0.19	0.00	19.72	9.13	0.00	0,173452	Alta	349.14	1.30	8,389761

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos datos son clasificados como se muestra en la **Tabla 3.193**.

**Tabla 3.193. Categorización de valores morfométricos.**

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	ESCALA	ÁREA DE LA CUENCA DE DRENAJE (KM <sup>2</sup> )	CATEGORÍA				
			1	2	3	4	5
Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	1:10.000	<15	<1.50	1.51-2.00	2.01-2.50	2.51-3.00	>3
	1:25.000	16 a 50	<1.20	1.21-1.80	1.81-2.00	2.01-2.5	>2.5
		>50	<1.00	1.01-1.50	1.51-2.00	2.01-2.50	>2.5
			Baja	Moderada	Moderada	Alta	Muy Alta
Pendiente media de la cuenca (%)	1:10.000	<15	<20	21-35	36-50	51-75	>75
	1:100.000	>50	<15	16-30	30-45	46-65	>65
			Accidentado	Fuerte	Muy Fuerte	Escarpado	Muy Escarpado
Coeficiente de compacidad			<1.625	1.376-1.500	1.251-1.375	1.128-1.250	1.00-1.125
			Oval-oblonga a rectangular-oblonga	Oval-redonda a oval-oblonga	Casi redonda a oval-redonda		

Fuente. Metodología IVET - IDEAM.

Las categorías asociadas a las diferentes combinaciones posibles entre los parámetros arriba mostrados inician desde Muy Baja a Muy Alta y estos son presentados en la **Tabla 3.194**.

**Tabla 3.194. Clasificación índice morfométrico.**

		Pendiente media de la cuenca						
		1	2	3	4	5		
D e n s i d a d e d r e n a j e	1	111	121	131	141	151	1	C o e f i c i e n t e d e f o r m a
		112	122	132	142	152	2	
		113	123	133	143	153	3	
		114	124	134	144	154	4	
		115	125	135	145	155	5	
	2	211	221	231	241	251	1	
		212	222	232	242	252	2	
		213	223	233	243	253	3	
		214	224	234	244	254	4	
		215	225	235	245	255	5	
	3	311	321	331	341	351	1	
		312	322	332	342	352	2	
		313	323	333	343	353	3	
		314	324	334	344	354	4	
		315	325	335	345	355	5	
	4	411	421	431	441	451	1	
		412	422	432	442	452	2	
		413	423	433	443	453	3	
		414	424	434	444	454	4	
		415	425	435	445	455	5	
	5	511	521	531	541	551	1	
		512	522	532	542	552	2	
		513	523	533	543	553	3	
		514	524	534	544	554	4	
		515	525	535	545	555	5	



Fuente. Metodología IVET - IDEAM.

En la **Figura 3.508**, se presenta el mapa de índices Morfométricos de Torrencialidad:





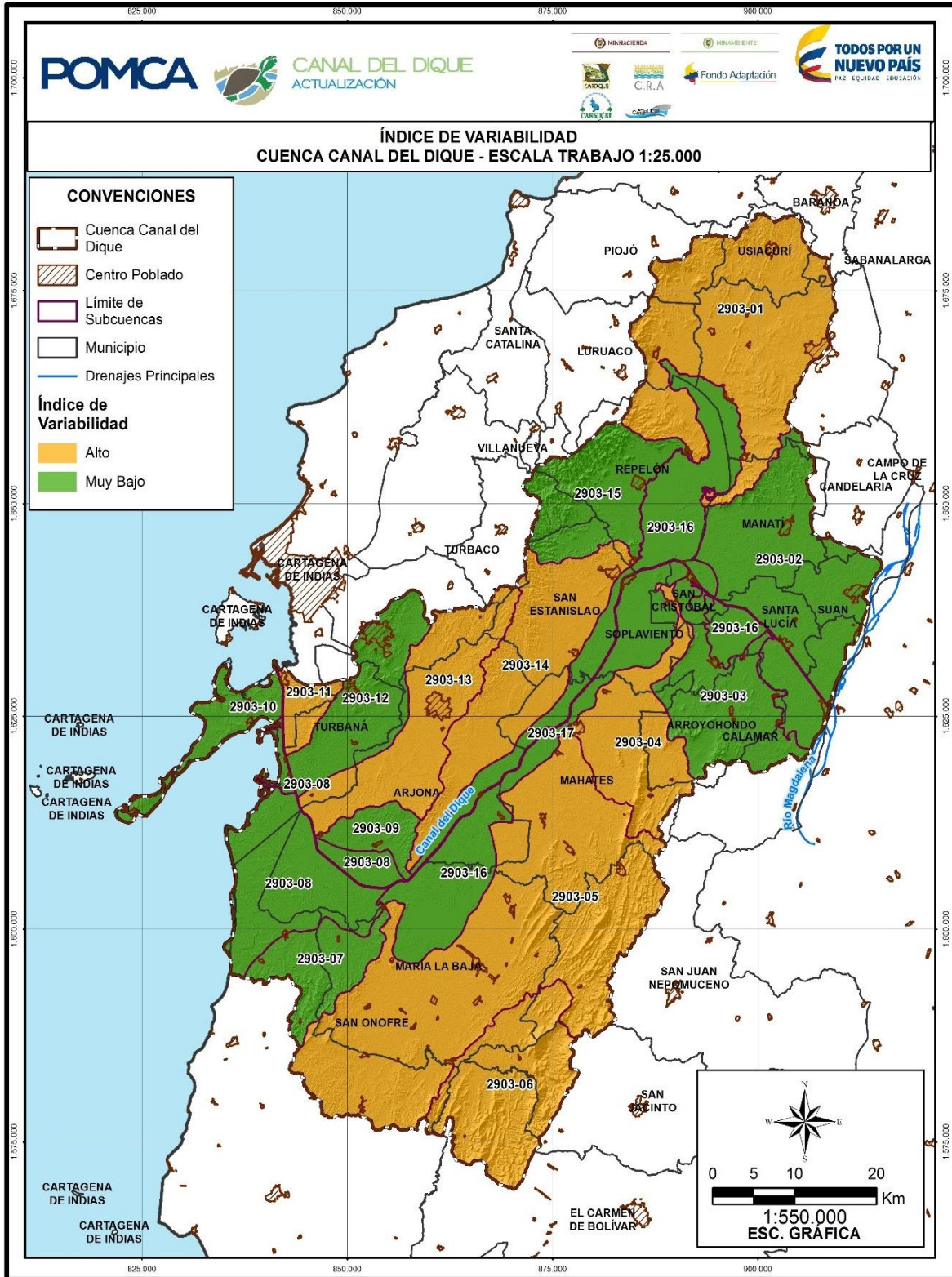
El índice de variabilidad muestra el comportamiento de los caudales en una determinada cuenca definiendo una cuenca torrencial como aquella que presenta una mayor variable, es decir, donde existen diferencias grandes entre los caudales mínimos que se presentan, y los valores máximos.

El valor del Índice de variabilidad se determinó por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Índice de Variabilidad} = \frac{\text{Log}(Q_i) - \text{Log}(Q_f)}{\text{Log}(X_i) - \text{Log}(X_f)}$$

Donde  $Q_i$  y  $Q_f$  son los caudales que corresponden a tiempos de excedencia  $X_i$  y  $X_f$ . En la **Figura 3.509**, se presenta gráficamente los resultados para el índice de variabilidad de las subcuencas analizadas.

**Figura 3.509. Índice de Variabilidad.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.195** presenta los valores de índice de variabilidad para cada subcuenca.

**Tabla 3.195. Índice de Variabilidad subcuencas.**

SUBCUENCA	ÍNDICE DE VARIABILIDAD
Ciénaga Aguas Claras	0.23
Norte Embalse Guájaro	0.22
Humedales Canal del Dique y Guájaro	0.18
Ciénaga Jobo - Negros	0.25
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0.24
Arroyo Caimán	0.29
Represas Playón y Matuya	0.28
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0.20
Norte Canal del Dique Pasacaballos	0.20
Arroyo Cabildo o Grande	0.30
Complejo María La Baja	0.16
Delta Canal del Dique	0.13
Sur Delta	0.22
Occidental Embalse Guájaro	0.17
Ciénagas Capote - Tupe	0.22
Barú	0.21
Canal del Dique	0.21

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos valores obtenidos se clasifican de la siguiente manera (**Tabla 3.196**):

**Tabla 3.196. Rangos de clasificación para el Índice de Vulnerabilidad.**

ÍNDICE DE VARIABILIDAD	VULNERABILIDAD
< 10 °	Muy Baja
10.1 ° - 37 °	Baja
37.1 ° - 47 °	Media
47.1 ° - 55 °	Alta
>55 °	Muy Alta

Fuente. Metodología IVET – IDEAM.

El índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales, indica la relación existente entre el índice morfométrico de torrencialidad y el índice de variabilidad. La **Tabla 3.197** muestra la clasificación de la vulnerabilidad frente a eventos torrenciales.

**Tabla 3.197. Clasificación Índice de Vulnerabilidad.**

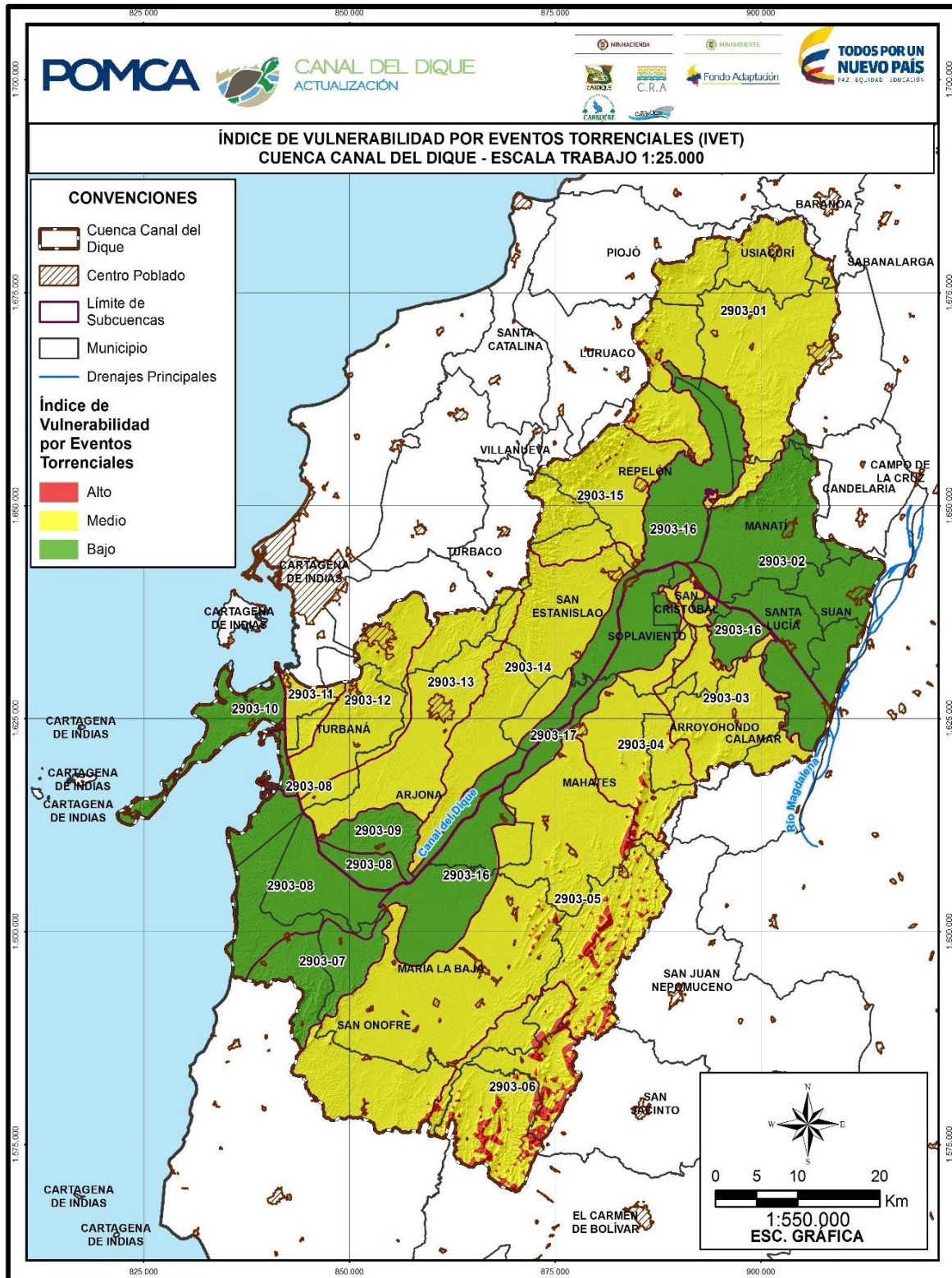
ÍNDICE DE VARIABILIDAD	ÍNDICE MORFOMÉTRICO DE TORRENCIALIDAD				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Muy Baja	Media	Media	Alta	Muy Alta
Media	Muy Baja	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente. Metodología IVET – IDEAM.

Una vez conocida la categoría del Índice Morfométrico de Torrencialidad y del Índice de Variabilidad, se determinó el IVET, obteniendo el mapa de IVET presentado en la **Figura 3.510**.



**Figura 3.510. Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales IVET.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.18.2 IVET Microcuencas

El análisis completo realizado para obtener el índice de vulnerabilidad IVET, se presenta y compila a continuación:

La vulnerabilidad se expresa en relación con los índices morfométricos de torrencialidad e índice de variabilidad.

El índice Morfométrico de Torrencialidad es la relación entre los parámetros morfométricos como el coeficiente de compacidad o de forma, la pendiente media de la cuenca y la densidad de drenaje, los cuales son indicativos de la forma como se concentra la escorrentía, la oportunidad de infiltración, la velocidad y capacidad de arrastre de sedimentos en una cuenca, la eficiencia o rapidez de la escorrentía y de los sedimentos para salir de la cuenca luego de un evento de precipitación y con ello inferir cual podría ser el nivel de susceptibilidad a procesos torrenciales (ver **Tabla 3.198**).

**Tabla 3.198. Morfometría por microcuencas.**

MICROCUECA	FORM_IND_C	ÁREA	PERÍMETRO	CN	CAUCEPPAL	COEF_COMPA	DENS_DREN	PEND_CPAL	VARIABILIDAD
Alcantarillado y Aseo María la Baja S.A E.S.P.	1002	70.95	42.06	67.78	13742.89	1.40	2.86	14.29	0.19
Acueducto Comunitario de Rotinet	1003	57.53	41.79	65.37	20414.33	1.54	2.06	10.96	0.20
Canal del Dique	1003	13.13	255.11	65.28	81364.41	19.72	8.81	2.21	0.21
Acueducto Comunitario de Rotinet	1003	27.10	36.76	62.84	10730.22	1.98	1.47	10.29	0.21
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	1002	24.30	22.20	74.38	10102.47	1.26	2.05	3.51	0.19

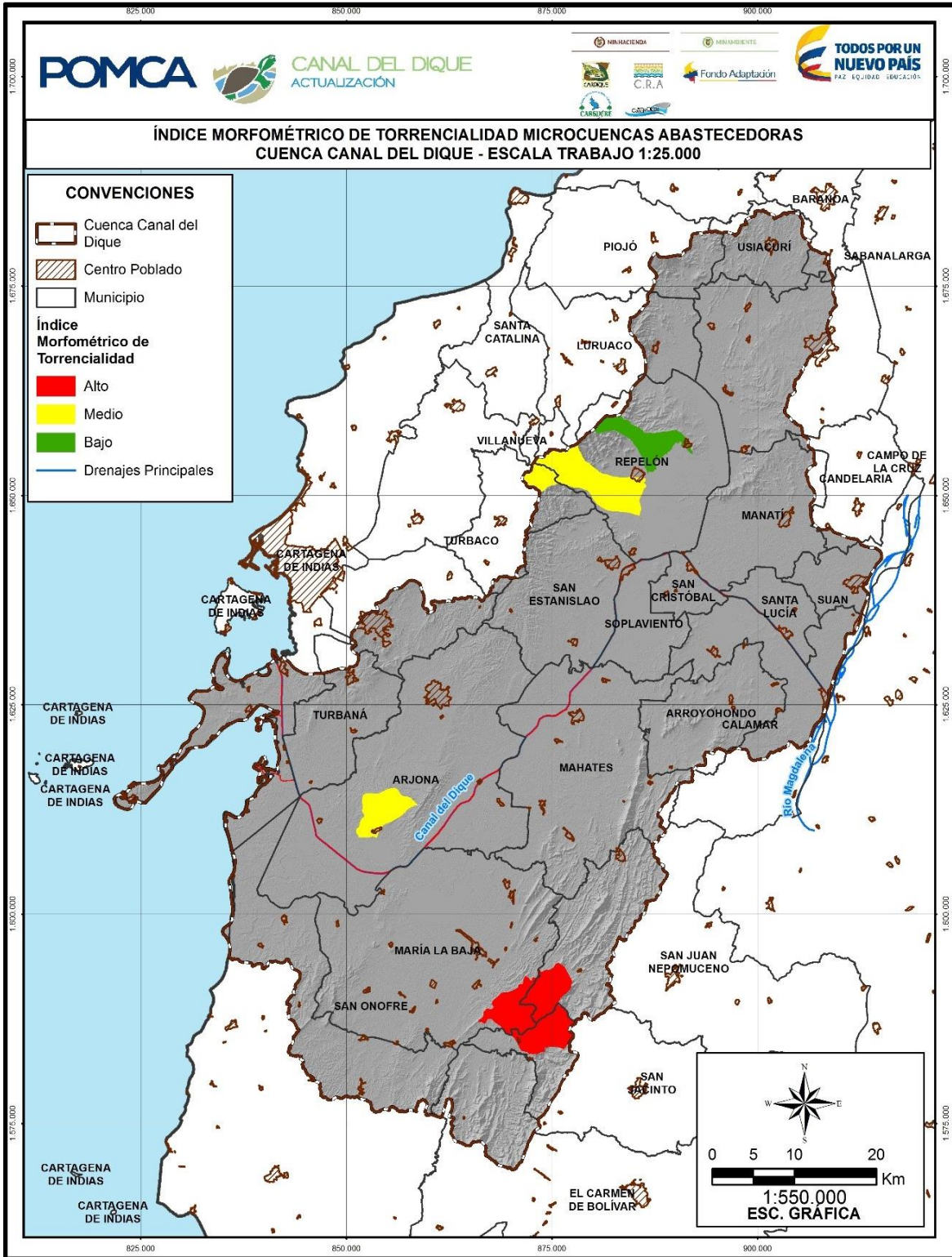
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos datos son clasificados empleando las **Tabla 3.193** y **Tabla 3.194** anteriormente presentadas.

En la **Figura 3.511**, se presenta el mapa de Índice Morfométrico de Torrencialidad microcuencas.



**Figura 3.511. Índice Morfométrico de Torrencialidad microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El índice de variabilidad muestra el comportamiento de los caudales en una determinada cuenca definiendo una cuenca torrencial como aquella que presenta una mayor variable, es decir, donde existen diferencias grandes entre los caudales mínimos que se presentan, y los valores máximos.

El valor del Índice de variabilidad se determinó por medio de la siguiente expresión:

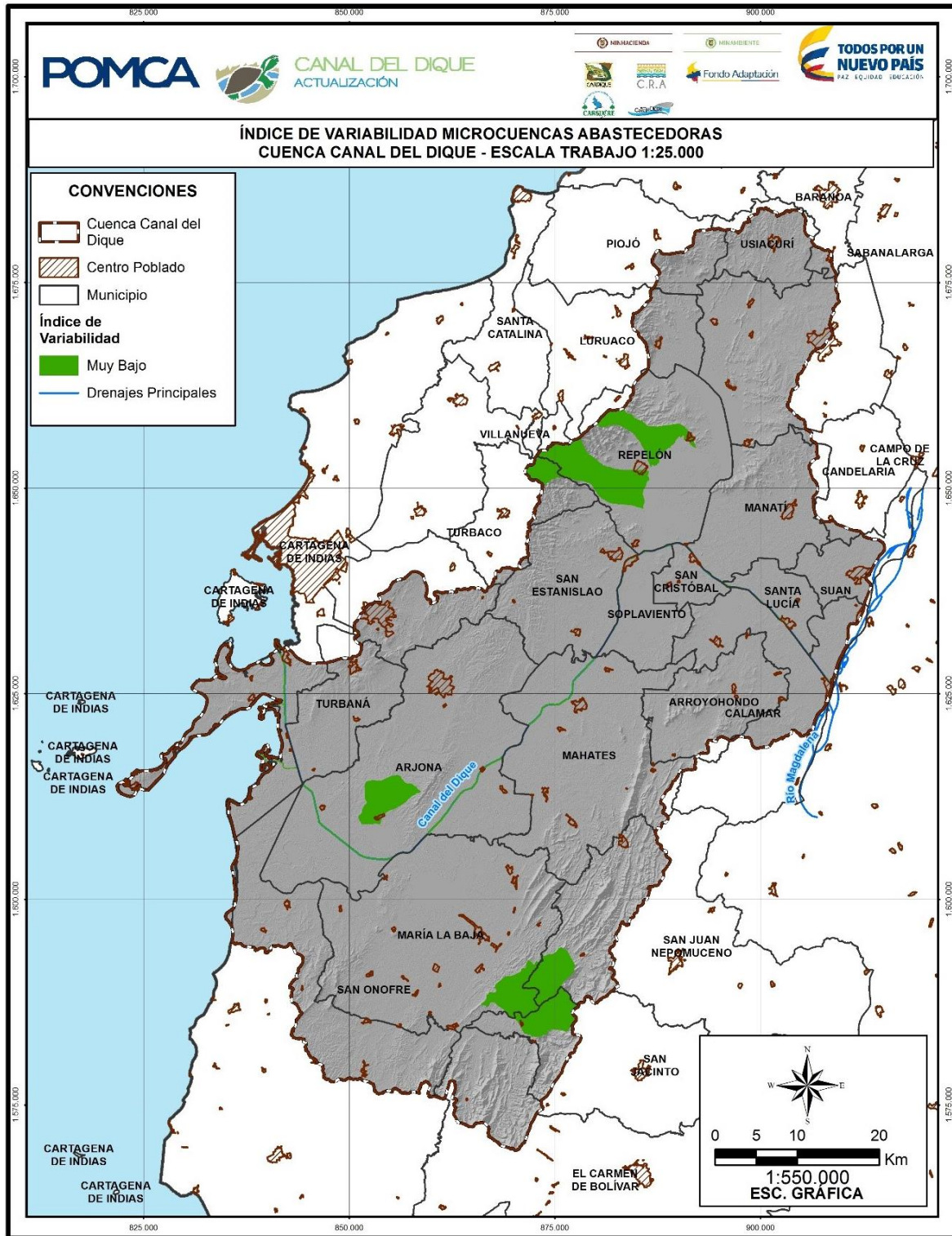
$$\text{Índice de Variabilidad} = \frac{\text{Log}(Q_i) - \text{Log}(Q_f)}{\text{Log}(X_i) - \text{Log}(X_f)}$$

Donde  $Q_i$  y  $Q_f$  son los caudales que corresponden a tiempos de excedencia  $X_i$  y  $X_f$ .

Teniendo en cuenta que no existe información histórica de caudales en las estaciones a analizar se procedió a implementar un modelo lluvia escurrentía con un periodo de retorno de 2.33 años que permite establecer el comportamiento promedio en cada una de las cuencas (ver **Figura 3.512**).



**Figura 3.512. Índice de Variabilidad microcuencas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.199** presenta los valores de índice de variabilidad para cada microcuencia.

**Tabla 3.199. Índice de Variabilidad para microcuencias.**

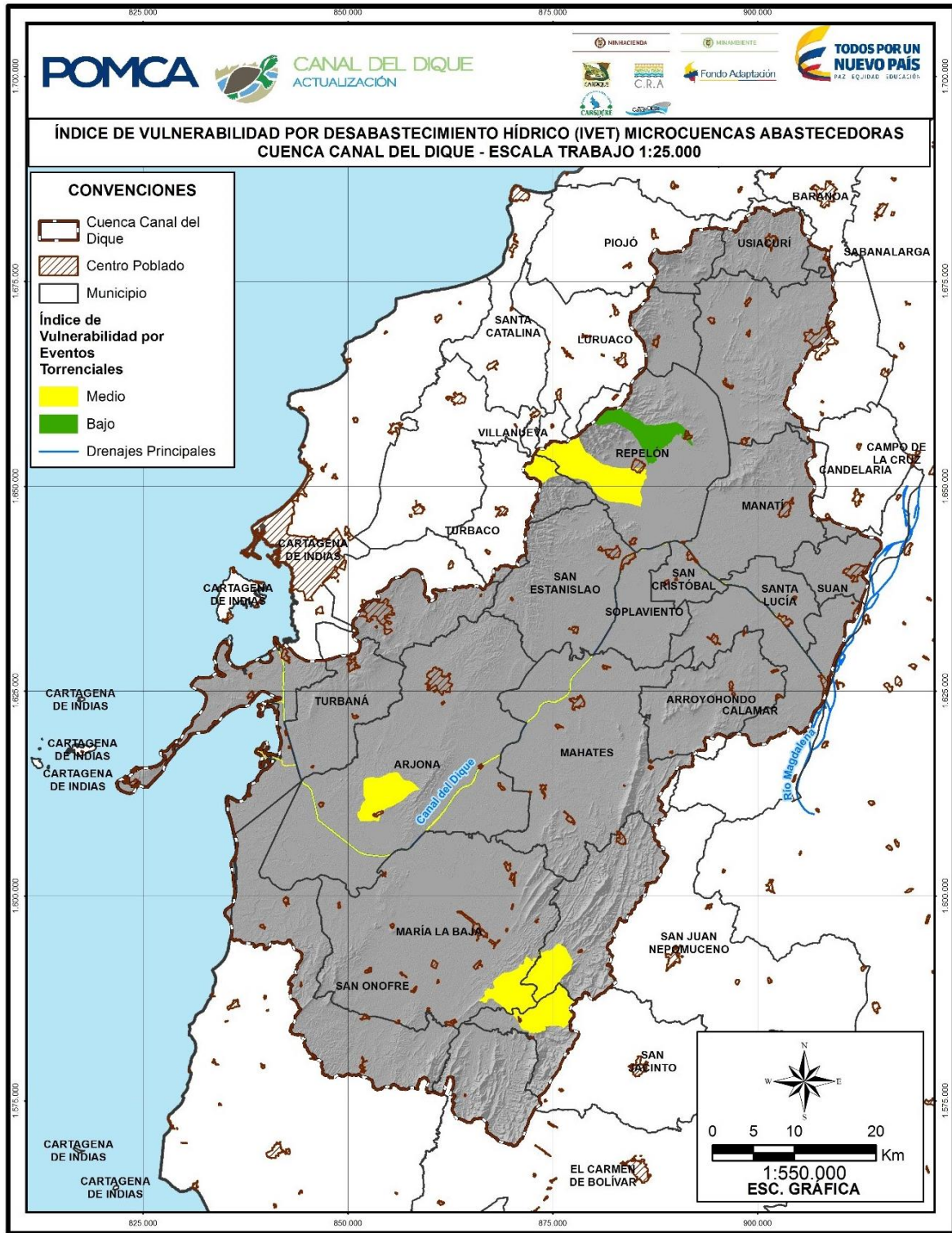
MICROCUENCA	VARIABILIDAD
Alcantarillado y Aseo María la Baja S.A E.S.P.	0.18622461000
Acueducto Comunitario de Rotinet	0.19501084000
Canal del Dique	0.20697282000
Acueducto Comunitario de Rotinet	0.20684161000
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	0.18737824000

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos valores obtenidos se clasifican teniendo en cuenta las **Tabla 3.196** y **Tabla 3.197** presentadas anteriormente.

Una vez conocida la categoría del Índice Morfométrico de Torrencialidad y del Índice de Variabilidad, se determinó el IVET, obteniendo el mapa de IVET microcuencias presentado en la **Figura 3.513**.

Figura 3.513. IVET microcuencas.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

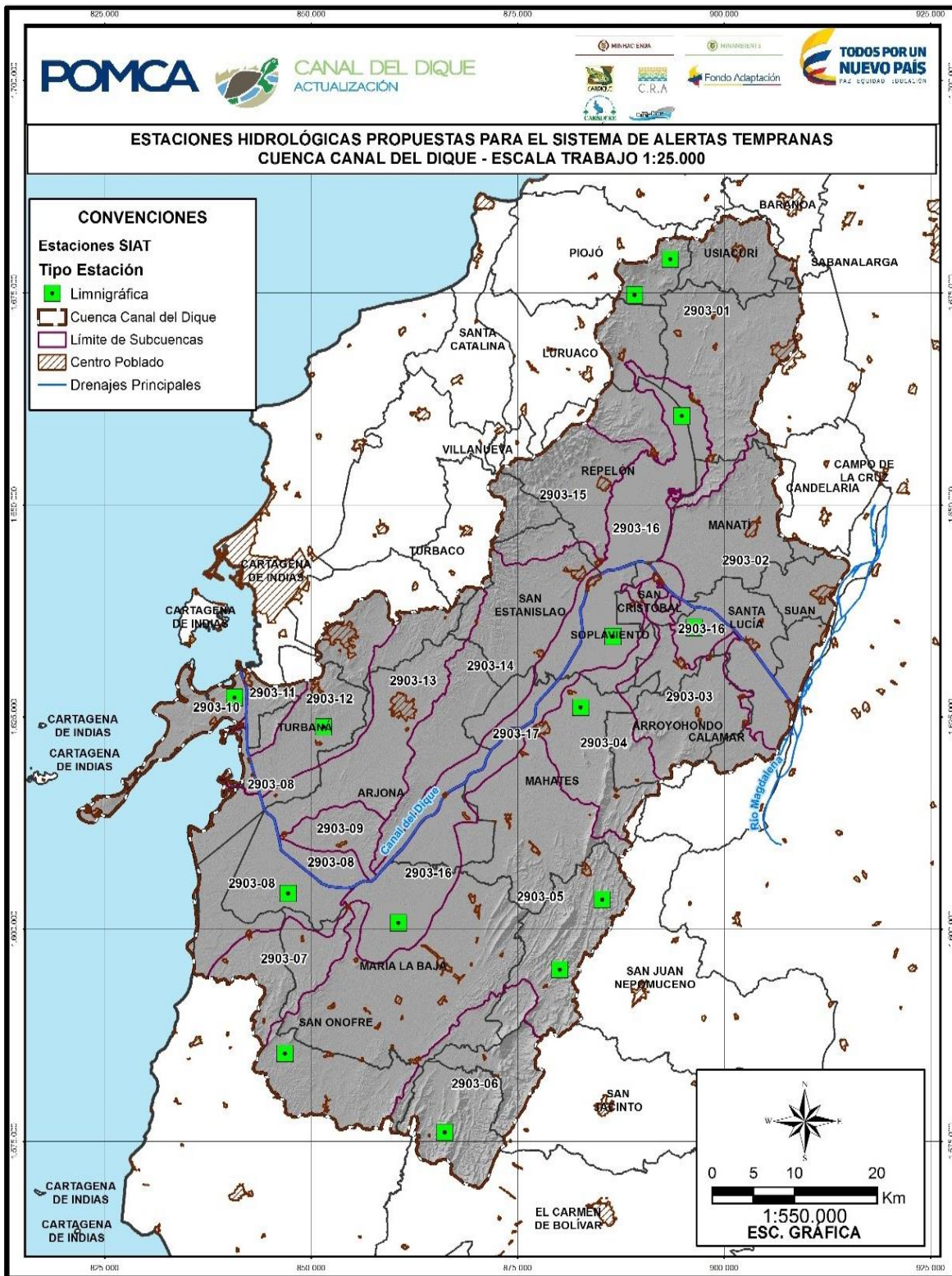


### 3.7.19 Necesidades de Información

Es claro que la red hídrica principal debe ser monitoreada de manera constante y en tiempo real, mediante la estructuración de un sistema integrado de alerta temprana que incluya sensores para eventos climáticos extremos, esto podría considerarse como un sistema integrado para de alertas y registro climatológico que use herramientas de monitoreo constante y confiable de variables atmosféricas en las subcuencas y laderas identificadas como de amenaza alta o media, que se sirva de una más robusta y completa red pluviométrica, red meteorológica, red de sensores de niveles limnimétricos, registro de transporte de sedimentos, red de humedad del suelo y radares hidrometeorológicos, sistemas Arduino e imágenes satelitales que permitan, junto con una red local registrar las variaciones de los parámetros de precipitación, humedad relativa, viento, caudal, transporte de sedimentos y variación multitemporal en espejos de agua, que permitan caracterizar detalladamente cada una de las subcuencas, sobre todo en las subcuencas donde se presenta mayor déficit de información (ver **Figura 3.514**).



**Figura 3.514. Estaciones hidrológicas para SIAT.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.7.20 Conclusiones

- Para adelantar los estudios de amenaza por torrencialidad se plantea un componente basado en el método IVET (IDEAM, 2011) y geomorfológico de carácter semi cuantitativo. Sin embargo, debido a que no se tienen datos georreferenciados que permitan establecer lluvias asociadas a eventos torrenciales, para este análisis se procedió a realizar una estimación mediante isoyetas de precipitación y la aplicación de métodos GIS a partir de la información de las 51 estaciones de precipitación, por lo que se hizo necesario la aplicación de otras metodologías para reducir la incertidumbre asociada a los modelos hidrológicos y a los diferentes insumos o parámetros requeridos para aplicar en cada etapa.
- Teniendo en cuenta que la cuenca en estudio presenta un régimen monomodal, el balance hídrico para cada una de las subcuencas refleja que durante los meses de abril a noviembre se presentan precipitaciones considerables; pero debido a las altas temperaturas de la región y al condiciones de aridez (altamente a moderada a deficitario de agua) del suelo, no se generan excedentes de caudal a nivel general en las subcuencas, así mismo este comportamiento predomina en las microcuencas abastecedoras con algunas variaciones no significativas en los valores mensuales de excedentes.
- El comportamiento del índice de aridez se ve afectado por las altas temperaturas y la baja retención del suelo que predomina en la región, y se puede ver reflejado en el balance hídrico de las subcuencas y microcuencas abastecedoras, presentando valores críticos entre los meses de diciembre y marzo, llegando a valores que pueden ser catalogados como altamente deficitario de agua. Así mismo, los meses de abril a noviembre presentan en su mayoría valores de moderado índice de aridez.
- Teniendo en cuenta las altas temperaturas media mensuales multianuales encontradas en la zona, se pueden apreciar valores de evapotranspiración potencial altos para todos los meses del año, en contraste, la precipitación mensual multianual para las diferentes microcuencas presenta un comportamiento monomodal con bajos valores entre los meses de diciembre y marzo y altos para los meses restantes. Este comportamiento sumado a la capacidad de almacenamiento del suelo encontrada hace que se presenten muy pocos meses con excedentes de agua (principalmente octubre y noviembre), sin embargo, para la mayoría de las microcuencas no se generan excedentes mensuales.
- La recarga de agua del suelo se produce principalmente durante el periodo entre agosto y noviembre, mientras que, en diciembre debido a la alta temperatura y baja precipitación, disminuye el almacenamiento del suelo debido a las necesidades de uso del agua almacenada. Lo anterior implica que principalmente entre los meses de enero y julio se presente déficit de agua en casi la totalidad de las microcuencas.
- Del análisis entre la relación de los índices de variabilidad y morfométricos de torrencialidad (definido en función del coeficiente de compacidad, pendiente media y densidad de drenaje), se pudo establecer que las subcuencas presentan un índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales catalogado como medio, y las zonas adyacentes al Canal del Dique presentan un IVET bajo. Dicho comportamiento va directamente relacionado con la con las pendientes presentes en la zona.

### 3.8 CALIDAD DE AGUA

#### 3.8.1 Descripción y Evaluación de la Información de Redes de Monitoreo Existentes

La Cuenca Canal del Dique se encuentra en jurisdicción de tres corporaciones Autónomas Regionales CRA, CARDIQUE y CARSUCRE ubicadas en los departamentos del Atlántico, Bolívar y Sucre respectivamente las cuales ejercen sus funciones de protección, control y monitoreo sobre sus componentes hídricos; es por esto que históricamente han realizado estudios de seguimiento para el monitoreo de la calidad del agua sobre los vertimientos y el recurso hídrico receptor de estos. Esta cuenca se compone por Lagunas, Arroyos, caños y en especial por dos cuerpos de agua principales como Embalse el Guájaro y el Canal del Dique.

De acuerdo a información del IDEAM en el 2005, el Departamento del Atlántico cuenta con un volumen cercano a los 454.577.500 m<sup>3</sup> de agua representada en ciénagas y pantanos. La cobertura total de los cuerpos de agua corresponde a 21.697 Ha que se pueden agrupar en tres grandes subzonas hidrográficas: Vertiente Occidental del Río Magdalena, Canal del Dique y Arroyos directos al Mar Caribe, representando esto, el hábitat natural de especies de fauna silvestre importantes para la región.

En este departamento se ubica el Embalse El Guájaro que es un componente de la actual cuenca en estudio y se encuentra en jurisdicción de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) quien desde el año 2009 hasta el 2013 ha realizado estudios pertinentes relacionados con el monitoreo de calidad del agua sobre él. En la **Tabla 3.200** se describen a manera de resumen los estudios realizados por parte de esta corporación con los respectivos parámetros analizados en cada estudio a través de los años.

Tabla 3.200. Caracterización de la Red de Monitoreo sobre el Embalse del Guájaro por la CRA, años 2009 a 2013.

AÑO	FECHA MUESTREO	SITIO DE MUESTREO Y COORDENADA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS MEDIDOS	LABORATORIO	CARÁCTER DEL LABORATORIO	VIGENCIA DE ACREDITACIÓN	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN
2009	22 al 26 de septiembre	Corregimiento de la Peña (Sabanalarga). A 200 m de la orilla en el Embalse del Guájaro.	Compuesta	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, DBO <sub>5</sub> , DQO, SST	Laboratorio Microbiológico Barranquilla (LMB)	Privado	Resolución de acreditación inicial 0232 del 12 de octubre de 2004. Resolución de extensión de acreditación 0200 del 25 de septiembre de 2006. Resolución 0305 del 22 de octubre de 2007 (3 años). Resolución 0084 del 04 de abril del 2008, resolución 0212 del 09 de julio de 2008, resolución 1027 del 1 julio de 2009 (IDEAM).	Documento: Caracterización fisicoquímica de los vertimientos de aguas residuales industriales hacia los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico y monitoreo de la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento. 2009. Disponible en <a href="http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20FINAL%20C.R.A.pdf">http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20FINAL%20C.R.A.pdf</a>
2010	26 al 30 de julio	Corregimiento La Peña (Sabanalarga). Zona Norte del Embalse del Guájaro.	Compuesta	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, DBO <sub>5</sub> , DQO, SST	LMB	Privado	Resolución de acreditación inicial 0232 del 12 de octubre de 2004. Resolución de extensión de acreditación 0200 del 25 de septiembre de 2006. Resolución 0305 del 22 de octubre de 2007 (3 años). Resolución 0084 del 04 de abril del 2008, resolución 0212 del 09 de julio de 2008, resolución 1027 del 1 julio de 2009, resolución 1171 de 4 de junio de 2010 (IDEAM).	Documento: Caracterización fisicoquímica de los vertimientos de aguas residuales industriales hacia los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico y monitoreo de la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento. 2010. Disponible en: <a href="http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20JUL-AGO-SEP-2010.pdf">http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20JUL-AGO-SEP-2010.pdf</a>
		Cerca al municipio de Repelón. Zona Sur del Embalse del Guájaro.	Compuesta					
2011	02 al 06 de enero	Punto 1 (10°35'32,7''N) (75°01'49,8''W).	Compuesta	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, OD, DBO <sub>5</sub> , DQO, SST. Microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes Fecales	LMB	Privado	Resolución de acreditación inicial 0232 del 12 de octubre de 2004. Resolución de extensión de acreditación 0200 del 25 de septiembre de 2006. Resolución 0305 del 22 de octubre del 2007 (3 años). Resolución 0084 del 04 de abril del 2008, resolución 0212 del 09 de julio de 2008, resolución 1027 del 1 julio de 2009, resolución 1171 de 4 de junio de 2010. Resolución 1432 del 14 de junio de 2011. (IDEAM).	Documento: Caracterización fisicoquímica de los vertimientos de aguas residuales hacia los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico y monitoreo de la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento año 2011. Disponible en: <a href="http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20FINAL.pdf">http://www.crautonomia.gov.co/documentos/pomcas/Recurso%20Hidrico/INFORME%20FINAL.pdf</a>
		Punto 2 (10°35'38,7''N) (75°01'49,8''W).	Compuesta					



AÑO	FECHA MUESTREO	SITIO DE MUESTREO Y COORDENADA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS MEDIDOS	LABORATORIO	CARÁCTER DEL LABORATORIO	VIGENCIA DE ACREDITACIÓN	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN
2012	14 al 18 de enero	Punto 1 (10°34'27,7''N) (75°01'59,9''W).	Compuesta	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, OD, DBO <sub>5</sub> , DQO, SST.	LMB	Privado	Resolución de acreditación inicial 0232 del 12 de octubre de 2004. Resolución de extensión de acreditación 0200 del 25 de septiembre de 2006. Resolución 0305 del 22 de octubre de 2007 (3 años). Resolución 0084 del 04 de abril del 2008, resolución 0212 del 09 de julio de 2008, resolución 1027 del 1 julio de 2009, resolución 1171 de 4 de junio de 2010. Resolución 1432 del 14 de junio de 2011. (IDEAM).	Documento: Caracterización fisicoquímica de los vertimientos de aguas residuales hacia los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico y monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento. 2012. Disponible en Centro de Documentación de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
		Punto 2 (10°31'14,6''N) (75°04'59,7''W).	Compuesta					
		Punto 3 (10°25'10,1''N) (75°04'25,3''W).	Compuesta	Microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes Fecales.				
		Punto 4 (10°31'27,7''N) (75°00'57,8''W).	Compuesta	Hidrobiológicos: Perifiton, Fitoplancton, Zooplancton, Macroinvertebrados bentónicos, Ictiofauna y Macrófitas.				
2013	12 al 16 de Noviembre	Punto 1 (10°34'27,7''N) (75°01'59,9''W).	Compuesta	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, OD, DBO <sub>5</sub> , DQO, SST.	LMB	Privado	Resolución de acreditación inicial 0232 del 12 de octubre de 2004. Resolución de extensión de acreditación 0200 del 25 de septiembre de 2006. Resolución 0305 del 22 de octubre de 2007 (3 años). Resolución 0084 del 04 de abril del 2008, resolución 0212 del 09 de julio de 2008, resolución 1027 del 1 julio de 2009, resolución 1171 de 4 de junio de 2010. Resolución 1432 del 14 de junio de 2011. (IDEAM).	Documento: Caracterización fisicoquímica de los vertimientos de aguas residuales hacia los cuerpos de agua del Departamento del Atlántico y monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado actual de las fuentes hídricas del departamento. 2013. Disponible en Centro de Documentación de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
		Punto 2 (10°31'14,6''N) (75°04'59,7''W).	Compuesta					
		Punto 3 (10°25'10,1''N) (75°04'25,3''W).	Compuesta	Microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes Fecales.				
		Punto 4 (10°31'27,7''N) (75°00'57,8''W)	Compuesta	Hidrobiológicos: Perifiton, Fitoplancton, Zooplancton, Macroinvertebrados bentónicos, Ictiofauna y Macrófitas				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los puntos estudiados para los cuales se han obtenido de las caracterizaciones fisicoquímicas realizadas durante los seguimientos de calidad del agua en el Embalse el Guájaro durante los diferentes años por parte de la Corporación Autónoma del Atlántico se pueden apreciar en la **Tabla 3.201**.

**Tabla 3.201. Puntos monitoreados por la CAR.**

AÑO ESTUDIO REALIZADO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	IDENTIFICACIÓN PUNTO
2012	CRA-I001	10.5924167	-75.0305	Embalse El Guájaro - Punto 1
2012	CRA-I002	10.5940833	-75.0305	Embalse El Guájaro - Punto 2
2013	CRA-I003	10.5743611	-75.0333056	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 1
2013	CRA-I004	10.5207222	-75.08325	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 2
2013	CRA-I005	10.4194722	-75.0736944	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 3
2013	CRA-I006	10.5243611	-75.0160556	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 4
2013	CRA-I007	10.5743611	-75.0333056	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 1
2013	CRA-I008	10.5207222	-75.08325	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 2
2013	CRA-I009	10.4194722	-75.0736944	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 3
2013	CRA-I010	10.5243611	-75.0160556	E. Guájaro / C. Luruaco - Punto 4
2013	CRA-F001	10.5735278	-75.0333056	Embalse del Guájaro - Punto 1
2013	CRA-F002	10.5207222	-75.08325	Embalse del Guájaro - Punto 2
2013	CRA-F003	10.4194722	-75.0736944	Embalse del Guájaro - Punto 3
2013	CRA-F004	10.5242778	-75.0160556	Embalse del Guájaro - Punto 4
2014	CRA-G001	10.4261056	-75.0815472	Embalse del Guájaro - Punto 1
2014	CRA-G002	10.4361778	-75.06665	Embalse del Guájaro - Punto 2
2014	CRA-G003	10.4279556	-75.1181111	Embalse del Guájaro - Punto 3
2014	CRA-G004	10.4530833	-75.1183833	Embalse del Guájaro - Punto 4
2014	CRA-G005	10.481875	-75.0800222	Embalse del Guájaro - Punto 5
2014	CRA-G006	10.5144472	-75.0828	Embalse del Guájaro - Punto 6
2014	CRA-G007	10.525175	-75.0299333	Embalse del Guájaro - Punto 7
2014	CRA-G008	10.5728694	-75.0338639	Embalse del Guájaro - Punto 8
2014	CRA-G009	10.59795	-75.0843583	Embalse del Guájaro - Punto 9
2015	CRA-A016	10.4530833	-75.1183889	Embalse del Guájaro - Punto 4
2015	CRA-A017	10.4818889	-75.0800278	Embalse del Guájaro - Punto 5
2015	CRA-A018	10.5144444	-75.0828056	Embalse del Guájaro - Punto 6
2015	CRA-A019	10.5251667	-75.0299444	Embalse del Guájaro - Punto 7
2015	CRA-A020	10.5728611	-75.0338611	Embalse del Guájaro - Punto 8
2015	CRA-A021	10.5979444	-75.0843611	Embalse del Guájaro - Punto 9
2015	CRA-D005	10.5921667	-75.0338056	Embalse del Guájaro - Punto 10
2015	CRA-D006	10.5999722	-75.0540278	Embalse del Guájaro - Punto 11
2015	CRA-D007	10.5883333	-75.0558611	Embalse del Guájaro - Punto 12
2015	CRA-D008	10.5738333	-75.05125	Embalse del Guájaro - Punto 13
2015	CRA-D009	10.5783056	-75.0215	Embalse del Guájaro - Punto 14
2015	CRA-D010	10.5606667	-75.0455833	Embalse del Guájaro - Punto 15
2015	CRA-D011	10.5389444	-75.0383611	Embalse del Guájaro - Punto 16

AÑO ESTUDIO REALIZADO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	IDENTIFICACIÓN PUNTO
2015	CRA-D012	10.5365556	-75.01125	Embalse del Guájaro - Punto 17
2015	CRA-D013	10.5254722	-75.0142222	Embalse del Guájaro - Punto 18
2015	CRA-D014	10.5044167	-75.0242222	Embalse del Guájaro - Punto 19
2015	CRA-D015	10.5008056	-75.0861944	Embalse del Guájaro - Punto 20
2015	CRA-D016	10.4159167	-75.1142778	Embalse del Guájaro - Punto 21
2015	CRA-D017	10.4368333	-75.0968889	Embalse del Guájaro - Punto 22
2015	CRA-D018	10.4303333	-75.0733056	Embalse del Guájaro - Punto 23
2015	CRA-D019	10.4468056	-75.1023611	Embalse del Guájaro - Punto 24
2015	CRA-E006	10.5004167	-75.1011944	Embalse del Guájaro - Punto 25
2015	CRA-E007	10.4902778	-75.1085278	Embalse del Guájaro - Punto 26
2015	CRA-E008	10.4792222	-75.1134444	Embalse del Guájaro - Punto 27
2015	CRA-E009	10.4703056	-75.1155278	Embalse del Guájaro - Punto 28
2015	CRA-E010	10.4605556	-75.1156667	Embalse del Guájaro - Punto 29
2015	CRA-E011	10.4576667	-75.1088611	Embalse del Guájaro - Punto 30
2015	CRA-E012	10.4650833	-75.1103056	Embalse del Guájaro - Punto 31
2015	CRA-E013	10.4703889	-75.1061944	Embalse del Guájaro - Punto 32
2015	CRA-E014	10.4865556	-75.0984167	Embalse del Guájaro - Punto 33
2015	CRA-E015	10.49425	-75.0916111	Embalse del Guájaro - Punto 34
2015	CRA-E016	10.5086111	-75.0963056	Embalse del Guájaro - Punto 35
2015	CRA-E017	10.5156944	-75.09075	Embalse del Guájaro - Punto 36
2015	CRA-E018	10.5251667	-75.0813333	Embalse del Guájaro - Punto 37
2015	CRA-E019	10.5068611	-75.0849722	Embalse del Guájaro - Punto 38

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los parámetros monitoreados por parte de la CRA en el transcurrir de los años no siempre se realizaron en los puntos exactos, pero sí muy cercanos al establecido, además de esto en algunos años se determinaron parámetros que en otras ocasiones no fue posible determinar.

Los resultados obtenidos de las caracterizaciones fisicoquímicas realizadas en los estudios ejecutados por parte de la Corporación Regional del Atlántico con el objetivo de conocer la calidad del agua del Embalse el Guájaro durante los diferentes años se encuentran descritos en la **Tabla 3.202**.

**Tabla 3.202. Resultados fisicoquímicos red de monitoreo sobre embalse el Guájaro por la CRA.**

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	DBO5 (MGO2/L)	DQO (MGO2/L)	SST (MG/L)	SULFATOS (MG SO4/L)	CTALES (NPM/100 ML)	CECALES (NPM/100 ML)
Embalse el Guájaro	2013	Punto 1	9.18	50.55	13.92	--	--	--
	2013	Punto 2	<5	No reportado	15	--	<5000	<200
	2013	Punto 3	<5	No reportado	15	--	<5000	<200
	2013	Punto 4	<5	No reportado	15	--	<5000	<200
	2015	Punto 1	9.16	31.57	61.56	158.73	--	--
Embalse el Guájaro	2015	Punto 2	10.14	28.26	46.7	161.92	--	--
	2015	Punto 3	9.73	48.13	115.9	170.06	--	--
	2015	Punto 4	10.63	29.28	62.8	173.56	--	--
	2015	Punto 5	11.9	37.48	21.9	170.92	--	--
	2015	Punto 6	6.9	15.78	18.75	180.42	--	--
	2015	Punto 7	13.72	50.54	38.4	196.07		
	2015	Punto 8	16.57	52.94	54.4	198.85		
	2015	Punto 9	15.85	60.76	83	201.96		
	2015	Punto 10	9.84	47.08	52.53	169.7		
	2015	Punto 11	18.5	62.42	82.65	178.31		
	2015	Punto 12	12.39	42.41	59.63	188.98		
	2015	Punto 13	13.29	49.33	62.9	183.87		
	2015	Punto 14	13.99	48.73	48.87	177.59		
	2015	Punto 15	16.26	44.22	55.33	190.29		
	2015	Punto 16	13.64	27.8	69.2	178.61		
	2015	Punto 17	19.42	64.97	54.6	185.65		
	2015	Punto 18	13.43	48.13	46.4	194.13		
	2015	Punto 19	14.81	44.82	21.73	191.22		
	2015	Punto 20	11.18	33.72	21.73	180.75		
	2015	Punto 21	14.01	49.63	52.8	180.45		
	2015	Punto 22	10.9	46.02	29.2	179.48		
	2015	Punto 23	9.34	35.56	25.6	188.23		
	2015	Punto 24	10.67	37.79	30.4	185.32		
	2015	Punto 1	7.62	26.83	153.8	166.89	--	--
2015	Punto 2	8.61	30.51	109.2	168.4	--	--	
2015	Punto 3	9.51	33.68	53.2	166.7	--	--	
2015	Punto 4	12.19	43.22	279.6	168.03	--	--	
2015	Punto 5	7.79	27.58	14.56	165.72	--	--	
2015	Punto 6	7.76	27.74	14.64	178.96	--	--	
2015	Punto 7	4.63	18.09	31.68	181.43	--	--	
2015	Punto 8	10.75	38.4	43.6	166.64	--	--	



CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	DBO5 (MGO2/L)	DQO (MGO2/L)	SST (MG/L)	SULFATOS (MG SO4/L)	CTALES (NPM/100 ML)	C <sup>C</sup> FECALES (NPM/100 ML)
	2015	Punto 9	4.66	17.89	68.47	167.97	--	--
	2015	Punto 10	4.55	17.82	74.4	170.96	--	--
	2015	Punto 11	4.44	17	73.2	177.2	--	--
	2015	Punto 12	4.76	18.1	68.5	170.65	--	--
	2015	Punto 13	11.1	39.68	53.4	171.75	--	--
	2015	Punto 14	12.06	43.07	62.4	172.28	--	--
	2015	Punto 15	10.39	37.11	76.6	166.7	--	--
	2015	Punto 16	4.82	18.65	27.1	172.35	--	--
Embalse el Guájaro	2015	Punto 17	4.69	17.73	74.4	171.38	--	--
	2015	Punto 18	4.66	17.45	48.4	174.04	--	--
	2015	Punto 19	4.73	18.38	27.6	191.46	--	--
	2015	Punto 20	6.95	25.91	12.9	186.56	--	--
	2015	Punto 21	9.66	34.72	137.86	185.2	--	--
	2015	Punto 22	10.3	37.04	62.6	184.09	--	--
	2015	Punto 23	7.27	26.63	151.2	184.96	--	--
	2015	Punto 24	7.93	28.85	98.9	185.32	--	--
	2015	Punto 25	9.3	36	58	584.52	--	--
	2015	Punto 26	9.29	36.03	57.2	625.9	--	--
	2015	Punto 27	9.98	38.69	50.6	588.9	--	--
	2015	Punto 28	8.61	33.38	52.75	578.19	--	--
	2015	Punto 29	9.23	36.03	56.2	544.06	--	--
	2015	Punto 30	8.37	32.17	57.27	576.28	--	--
	2015	Punto 31	8.76	33.7	54.13	592.84	--	--
	2015	Punto 32	9.93	38.37	53.53	697.94	--	--
	2015	Punto 33	10.16	39.08	353.6	632.96	--	--
	2015	Punto 34	9.68	37.23	100.4	696.97	--	--
	2015	Punto 35	10.1	38.55	84.6	719.4	--	--
	2015	Punto 36	8.54	32.59	98.5	725.85	--	--
	2015	Punto 37	8.2	31.32	28.2	718.45	--	--
	2015	Punto 38	10.54	36.02	51.22	702.04	--	--

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Al igual en el departamento de Bolívar la Corporación Canal del Dique (CARDIQUE) también ha realizado monitoreos de seguimiento a la calidad del agua en recursos hídricos que componen la Cuenca Canal del Dique. En este departamento el principal cuerpo de agua existente es el Canal del Dique construido artificialmente de un complejo de ciénagas y humedales, a cargo de la corporación se registran estudios a partir del año 2011 hasta el primer semestre del año 2016.

El Canal del Dique tiene una longitud de 115 kilómetros, se desprende del Río Magdalena a la altura del municipio de Calamar y desemboca principalmente en la Bahía de Cartagena, aunque posee otras tres desembocaduras menores: Caño Correa (mar afuera), Caño Matunilla y Caño Lequerica (hacia la Bahía de Barbacoas). La **Tabla 3.203** describe a manera de resumen los estudios realizados por parte de la Corporación CARDIQUE a su cargo con los respectivos parámetros analizados en cada estudio a través de los años.

Tabla 3.203. Caracterización de la Red de Monitoreo sobre el Canal del Dique por CARDIQUE, años 2012 a 2016.

AÑO	FECHA MUESTREO	SITIO DE MUESTREO Y COORDENADA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS MEDIDOS	LABORATORIO	CARÁCTER DEL LABORATORIO	VIGENCIA DE ACREDITACIÓN	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN
2011	19 de septiembre	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal. (10°23,986' N 75°03,973' W) (10,39976667 -75,06621667).	Puntual	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, Turbiedad, Color, Amonio, Cloruro, DBO5, DQO, Fenol, Fosforo total, Fosfato, NKT, Nitrito, Nitrito, Nitrogeno Total, Oxígeno Disuelto, SST, SS, SD, Cobre, Cadmio, Cromo, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc.	Laboratorio de Calidad Ambiental, CARDIQUE	Público	Resolución de acreditación inicial 1004 del 27 de abril de 2011 (3 años). Resolución de extensión de alcance de la acreditación 1587 del 2 de agosto de 2013. (IDEAM).	Documento: Índice de Calidad de Agua (ICA) del Canal del Dique 2011- 2013. 2013. Disponible en Subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) y <a href="http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503">http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503</a> en
		Punto 2 - ESTACIÓN Mahates. (10°14,375' N 75°12,260' W) (10,23958333 -75,20433333).						
		Punto 3 - ESTACIÓN Gambote. (10,16041667 -75,30006667) (10°09,625' N 75°18,004' W).						
		Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM. (10,06921667 -75,43571667) (10°04,153' N 75°26,143' W).						
		Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo. (10,29266667 -75,52473333) (10°17,560' N 75°31,484' W).						
2012	10 de diciembre	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal. (10°23,986' N 75°03,973' W) (10,39976667 -75,06621667).	Puntual	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, Turbiedad, Color, Amonio, Cloruro, DBO5, DQO, Fenol, Fosforo total, Fosfato, NKT, Nitrito, Nitrito, Nitrogeno Total, Oxígeno Disuelto, SST, SS, SD, Cobre, Cadmio, Cromo, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc.	Laboratorio de Calidad Ambiental, CARDIQUE	Público	Resolución de acreditación inicial 1004 del 27 de abril de 2011 (3 años). Resolución de extensión de alcance de la acreditación 1587 del 2 de agosto de 2013. (IDEAM).	Documento: Índice de Calidad de Agua (ICA) del Canal del Dique 2011- 2013. 2013. Disponible en Subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) y <a href="http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503">http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503</a> en
		Punto 2 - ESTACIÓN Mahates. (10°14,375' N 75°12,260' W) (10,23958333 -75,20433333).						
		Punto 3 - ESTACIÓN Gambote. (10,16041667 -75,30006667) (10°09,625' N 75°18,004' W).						
		Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM. (10,06921667 -75,43571667) (10°04,153' N 75°26,143' W).						
		Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo. (10,29266667 -75,52473333) (10°17,560' N 75°31,484' W).						

AÑO	FECHA MUESTREO	SITIO DE MUESTREO Y COORDENADA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS MEDIDOS	LABORATORIO	CARÁCTER DEL LABORATORIO	VIGENCIA DE ACREDITACIÓN	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN
2013	28 de mayo	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal. (10°23,986' N 75°03,973' W) (10,39976667 -75,06621667)	Puntual	Fisicoquímicos: pH, Temperatura, Turbiedad, DBO5, Fosforo total, Fosfato, NKT, Nitrito, Nitrito, Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto, SST, ST. Microbiológicos: Coliformes Totales, Coliformes Fecales.	Laboratorio de Calidad Ambiental, CARDIQUE	Público	Resolución de acreditación inicial 1004 del 27 de abril de 2011 (3 años). Resolución de extensión de alcance de la acreditación 1587 del 2 de agosto de 2013. (IDEAM).	Documento: Índice de Calidad de Agua (ICA) del Canal del Dique 2011- 2013. 2013. Disponible en Subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) y en <a href="http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503">http://geonodesiam.invemar.org.co/documents/3503</a>
		Punto 2 - ESTACIÓN Mahates. (10°14,375' N 75°12,260' W) (10,23958333 -75,20433333).						
		Punto 3 - ESTACIÓN Gambote. (10,16041667 -75,30006667) (10°09,625' N 75°18,004' W).						
		Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM. (10,06921667 -75,43571667) (10°04,153' N 75°26,143' W).						
		Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo. (10,29266667 -75,52473333) (10°17,560' N 75°31,484' W).						
2016	17 Mayo	Punto 2 - ESTACIÓN Mahates. (10°14,375' N 75°12,260' W) (10,23958333 -75,20433333).	Puntual	Fisicoquímicos: DBO5, Fosforo total, Fosfato, NKT, Nitrito, Nitrito, Nitrógeno Total, pH, Oxígeno Disuelto, SST, SS, SD, Temperatura, Turbiedad. Microbiológicos: Coliformes Totales, Coliformes Fecales.	Laboratorio de Calidad Ambiental, CARDIQUE	Público	Resolución de acreditación inicial 1004 del 27 de abril de 2011 (3 años). Resolución de extensión de alcance de la acreditación 1587 del 2 de agosto de 2013. (IDEAM).	Informe de Calidad de Agua Anual, CARDIQUE. 2016. Disponible en: Subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE)
		Punto 3 - ESTACIÓN Gambote. (10,16041667 -75,30006667) (10°09,625' N 75°18,004' W).						
		Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM. (10,06921667 -75,43571667) (10°04,153' N 75°26,143' W).						
		Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo. (10,29266667 -75,52473333) (10°17,560' N 75°31,484' W).						

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Los puntos monitoreados de los cuales se obtuvo los resultados de las caracterizaciones físicoquímicas realizadas durante los seguimientos de calidad del agua en el cuerpo de agua Canal del Dique durante los diferentes años por parte de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique se describen en la **Tabla 3.204**.

**Tabla 3.204. Puntos monitoreados por CARDIQUE**

AÑO ESTUDIO REALIZADO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO
2011	CARDIQUE-A001	10.400	-75.066	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal
	CARDIQUE-A002	10.240	-75.204	Punto 2 - ESTACIÓN Mahates
	CARDIQUE-A003	10.160	-75.300	Punto 3 - ESTACIÓN Gambote
	CARDIQUE-A004	10.069	-75.436	Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM
	CARDIQUE-A005	10.293	-75.525	Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo
2012	CARDIQUE-A001	10.400	-75.066	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal
	CARDIQUE-A002	10.240	-75.204	Punto 2 - ESTACIÓN Mahates
	CARDIQUE-A003	10.160	-75.300	Punto 3 - ESTACIÓN Gambote
	CARDIQUE-A004	10.069	-75.436	Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM
	CARDIQUE-A005	10.293	-75.525	Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo
	CARDIQUE-A008	10.675	-75.339	Ciénaga de las Ventas - Punto 1
	CARDIQUE-A009	10.677	-75.341	Ciénaga de las Ventas - Punto 2
	CARDIQUE-A010	10.333	-75.407	Arroyo Cucumán - Punto 1
CARDIQUE-A011	10.326	-75.400	Arroyo Cucumán - Punto 2	
2013	CARDIQUE-A001	10.400	-75.066	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal
	CARDIQUE-A002	10.240	-75.204	Punto 2 - ESTACIÓN Mahates
	CARDIQUE-A003	10.160	-75.300	Punto 3 - ESTACIÓN Gambote
	CARDIQUE-A004	10.069	-75.436	Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM
	CARDIQUE-A005	10.293	-75.525	Punto 5 - ESTACIÓN Pasacaballo
	CARDIQUE-A006	9.947	-75.084	Arroyo Salvador - Punto 1
	CARDIQUE-A007	9.948	-75.088	Arroyo Salvador - Punto 2
2016	CARDIQUE-A001	10.400	-75.066	Punto 1 - ESTACIÓN San Cristóbal
	CARDIQUE-A002	10.240	-75.204	Punto 2 - ESTACIÓN Mahates
	CARDIQUE-A003	10.160	-75.300	Punto 3 - ESTACIÓN Gambote
	CARDIQUE-A004	10.069	-75.436	Punto 4 - ESTACIÓN IDEAM

Fuente: Adaptado por Consorcio Canal del Dique de Informes de seguimiento a cuerpos de aguas receptores realizados por CARDIQUE.

En la **Tabla 3.205** se muestran los resultados de los monitoreos realizados por la Corporación regional del Canal del Dique sobre el cuerpo de agua que tiene su nombre.

Tabla 3.205. Resultados fisicoquímicos Red de Monitoreo sobre el Canal del Dique por CARDIQUE, años 2012 a 2016.

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	PH UND DE PH	T °C	TURBIDEZ (NTU)	O.D (MGO2/L)	CONDUCTIVI DAD (US/CM)	DBO5 (MGO2/L)	DQO (MGO2/L)	PT (MGPO4-	FOSFATO (MG PO4-	NKT (MG/L)	NITRATO (MG/L)	NITRITO (MG/L)	N TOTAL (MG/L)	SST (MG/L)	SS (MG/L)	SD (MG/L)	ST (MG/L)	C TOTALES (NPM/100 ML)	C FECALES (NPM/100 ML)
Canal del Dique	2011	Punto 1 Estación San Cristóbal	8.2	29.8	201	5.3	NR	2.3	26.7	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.5	292	5.6	83	NR	49X10 <sup>3</sup>	<1.8
		Punto 2 Estación Mahates	7.9	30.1	203	4.4	NR	2.7	37.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	256	4.4	79	NR	23X10 <sup>3</sup>	20X10 <sup>2</sup>
		Punto 3 Estación Gambote	7.0	30.1	208	5.0	NR	3.0	27.3	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.6	327	2.8	81	NR	23X10 <sup>4</sup>	<1.8
		Punto 4 Estación IDEAM	7.5	30.7	184	5.1	NR	3.6	41.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.5	255	2.2	61	NR	94X10 <sup>2</sup>	46X10 <sup>2</sup>
		Punto 5 Estación Pasacaballo	7.5	30.2	196	5.2	NR	3.6	32.4	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.5	246	2.2	62	NR	17X10 <sup>3</sup>	68X10 <sup>2</sup>
	2012	Punto 1 Estación San Cristóbal	6.8	30.4	190	7.3	NR	1.0	21.2	0.3	0.1	0.8	0.1	0.0	0.9	219	0.5	124	NR	49X10	13X10
		Punto 2 Estación Mahates	6.7	31.6	228	5.0	NR	3.5	23.4	0.3	0.1	0.4	0.0	0.0	0.4	248	0.3	118	NR	33X10 <sup>2</sup>	13X10 <sup>2</sup>
		Punto 3 Estación Gambote	6.6	32.1	234	5.1	NR	1.2	23.5	0.4	0.1	0.3	0.1	0.0	0.4	309	0.4	75	NR	33X10 <sup>3</sup>	33X10 <sup>3</sup>
		Punto 4 Estación IDEAM	6.4	31.5	235	5.4	NR	1.6	29.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.0	0.4	379	0.3	108	NR	49X10 <sup>2</sup>	11X10 <sup>2</sup>
		Punto 5 Estación Pasacaballo	6.5	30.3	248	5.4	NR	1.3	27.8	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	401	0.2	111	NR	33X10 <sup>2</sup>	68X10
		Punto 1 Ciénaga de las Ventas	5.8	NR	4.2	7.8	890	6.4	21.7	0.6	0.4	0.3	<LD	0.0	0.3	13	<LD	481	494	17x10 <sup>3</sup>	78x10 <sup>2</sup>
		Punto 1 Arroyo Cucumán	8.0	33.1	0.6	4.4	NR	2.9	<LD	0.1	0.1	0.2	0.4	0.0	0.4	4	<LD	196	NR	21X10 <sup>4</sup>	21X10 <sup>4</sup>
	Punto 2 Arroyo Cucumán	7.9	29.7	15.9	6.2	NR	0.5	<LD	0.2	0.2	0.2	0.5	0.0	0.6	33	<LD	657	NR	64X10 <sup>4</sup>	NR	
	2013	Punto 1 Estación San Cristóbal	7.4	31.0	187	5.3	NR	6.1	NR	0.5	0.3	0.5	0.4	0.0	0.9	468	NR	NR	<LD	NR	NR
Punto 2 Estación Mahates		7.8	30.3	229.9	5.6	NR	3.0	NR	0.5	0.2	4.1	0.3	0.0	0.8	484	NR	NR	<LD	NR	NR	

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	PH UND DE PH	T °C	TURBIDEZ (NTU)	O.D (MGO2/L)	CONDUCTIVI DAD (US/CM)	DBO5 (MGO2/L)	DQO (MGO2/L)	PT (MGPO4-	FOSFATO (MG PO4-	NKT (MGL)	NITRATO (MGL)	NITRITO (MGL)	N TOTAL (MGL)	SST (MGL)	SS (MGL)	SD (MGL)	ST (MGL)	C TOTALES (NPM/100 ML)	C FECALLES (NPM/100 ML)
		Punto 3 ESTACIÓN Gambote	7.7	30.2	234	5.7	NR	3.2	NR	0.6	1.5	0.5	0.3	0.0	0.9	540	NR	NR	<LD	NR	NR
		Punto 4 Estación IDEAM	7.7	30.0	236.4	5.9	NR	4.0	NR	0.6	0.3	0.5	0.3	0.0	0.8	521	NR	NR	<LD	NR	NR
		Punto 5 Estación Pasacaballo	7.8	29.5	245	6.0	NR	4.7	NR	0.4	0.2	0.4	0.4	0.0	0.9	278	NR	NR	<LD	NR	NR
		Punto 1 Arroyo Salvador	7.6	27.9	17.1	8.8	1750	0.8	<LD	0.1	0.0	0.4	0.6	0.0	1.0	73	0.2	1490	1565	45x10 <sup>2</sup>	45x10 <sup>2</sup>
		Punto 2 Arroyo Salvador	7.6	28.3	8.0	4.6	1830	1.4	<LD	0.1	0.1	0.5	0.8	0.0	1.3	23	<LD	1758	1779	68x10 <sup>3</sup>	40x10 <sup>3</sup>
	2016	Punto 1 Estación San Cristóbal	8.1	29.8	179	4.9	NR	2.1	NR	0.5	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1	188	0.1	152	NR	4900	1700
		Punto 2 ESTACIÓN Mahates	8.0	31.7	255	4.9	NR	1.5	NR	0.5	0.1	0.6	0.0	0.1	0.1	275	0.1	76.3	NR	2300	450
		Punto 3 Estación Gambote	8.2	30.3	145	5.1	NR	0.5	NR	0.6	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	150	0.1	76.3	NR	450	450
		Punto 4 Estación IDEAM	7.9	30.6	159	5.7	NR	0.5	NR	150	0.1	0.6	0.4	0.1	0.9	151	0.1	76.3	NR	1300	200

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Adicional a los estudios adelantados por parte de estas corporaciones a cargo de los recursos hídricos de la cuenca existen otros estudios realizados a estos componentes por parte del Fondo Nacional de Adaptación en los años 2014 y 2015. Este estudio de caracterización fisicoquímica fue realizado durante dos épocas hidrológicas como lo fue en época húmeda entre el mes de agosto y septiembre de 2014, época seca entre diciembre de 2014 a febrero de 2015.

Durante los monitoreos que se realizaron en los años mencionados se abarca gran número de los recursos hídricos pertenecientes a la cuenca entre los cuales se distribuyen treinta y dos (32) puntos en total. Entre los recursos monitoreados se encuentran tres (3) puntos en el Embalse del Guájaro, cuatro (4) puntos en el Canal del Dique y veinticinco (25) puntos distribuidos en ciénagas río y caños pertenecientes a la cuenca como: Río Magdalena antes de la embocadura, Canal del Dique Km 45, Canal del Dique Km 1, Ciénaga Machado, Ciénaga El Jobo, Embalse El Guájaro 1, Embalse El Guájaro 2, Embalse El Guájaro 3, Ciénaga La Luisa, Ciénaga Larga, Ciénaga Capote, Ciénaga Atascoso, Ciénaga Matuya, Ciénaga Aguas Claras, Ciénaga Cienagueta, Ciénaga María La Baja, Ciénaga Juan Gómez, Ciénaga El Ranchito, Ciénaga Palotal, Ciénaga Honda, Caño Rico a la altura de la vuelta del Cura, Ciénaga La Escuadra, Ciénaga Pablo 1, Ciénaga Pablo 2, Caño Correa a la altura del Matuna, Intersección Caño Correa con Caño Rico, Canal del Dique Km80, Canal del Dique Pasacaballos, Ciénaga Morelos, Caño Matunilla, Ciénaga Cholón, Ciénaga Moháncuyos la ubicación de los puntos, resultados y detalles se muestran en la **Tabla 3.206** y **Tabla 3.207**. En la **Figura 3.515** se puede ver la ubicación de los puntos monitoreados en la cuenca por las diferentes entidades mencionadas durante este capítulo.

**Tabla 3.206. Puntos monitoreados por El Fondo Nacional de Adaptación.**

AÑO ESTUDIO REALIZADO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO
2014, 2014-2015	FA-001	10.257	-74.909	Punto 1 - Estación Río Magdalena antes de la embocadura.
2014, 2014-2015	FA-002	10.291	-75.170	Punto 2 - Estación Canal del Dique Km 45.
2014, 2014-2015	FA-003	10.264	-74.919	Punto 3 - Estación Canal del Dique Km 1.
2014, 2014-2015	FA-004	10.233	-74.961	Punto 4 - Estación Ciénaga Machado.
2014, 2014-2015	FA-005	10.330	-75.026	Punto 5 - Estación Ciénaga El Jobo.
2014, 2014-2015	FA-006	10.475	-75.107	Punto 6 - Estación Embalse El Guájaro 1.
2014, 2014-2015	FA-007	10.451	-75.106	Punto 7 - Estación Embalse El Guájaro 2.
2014, 2014-2015	FA-008	10.427	-75.079	Punto 8 - Estación Embalse El Guájaro 3.
2014, 2014-2015	FA-009	10.312	-75.180	Punto 9 - Estación Ciénaga La Luisa.
2014, 2014-2015	FA-010	10.403	-75.080	Punto 10 - Estación Ciénaga Larga.
2014, 2014-2015	FA-011	10.335	-75.104	Punto 11 - Estación Ciénaga Capote.
2014, 2014-2015	FA-012	10.247	-75.212	Punto 12 - Estación Ciénaga Atascoso.
2014, 2014-2015	FA-013	10.196	-75.243	Punto 13 - Estación Ciénaga Matuya.
2014, 2014-2015	FA-014	10.216	-75.252	Punto 14 - Estación Ciénaga Aguas Claras.
2014, 2014-2015	FA-015	10.181	-75.282	Punto 15 - Estación Ciénaga Cienagueta.
2014, 2014-2015	FA-016	10.028	-75.354	Punto 16 - Estación Ciénaga María La Baja.
2014, 2014-2015	FA-017	10.086	-75.409	Punto 17 - Estación Ciénaga Juan Gómez.



AÑO ESTUDIO REALIZADO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO
2014, 2014-2015	FA-018	10.079	-75.440	Punto 18 - Estación Ciénaga El Ranchito.
2014, 2014-2015	FA-019	10.093	-75.491	Punto 19 - Estación Ciénaga Palotal.
2014, 2014-2015	FA-020	10.066	-75.509	Punto 20 - Estación Ciénaga Honda.
2014, 2014-2015	FA-021	10.043	-75.544	Punto 21 - Estación Caño Rico a la altura de la vuelta del Cura.
2014, 2014-2015	FA-022	10.038	-75.517	Punto 22 - Estación Ciénaga La Escuadra.
2014, 2014-2015	FA-023	10.019	-75.554	Punto 23 - Estación Ciénaga Pablo 1.
2014, 2014-2015	FA-024	10.013	-75.559	Punto 24 - Estación Ciénaga Pablo 2.
2014, 2014-2015	FA-025	9.996	-75.561	Punto 25 - Estación Caño Correa a la altura del Matuna.
2014, 2014-2015	FA-026	10.025	-75.511	Punto 26 - Estación Intersección Caño Correa con Caño Rico.
2014, 2014-2015	FA-027	10.071	-75.382	Punto 27 - Estación Canal del Dique Km 80.
2014, 2014-2015	FA-028	10.270	-75.518	Punto 28 - Estación Canal del Dique Pasacaballos.
2014, 2014-2015	FA-029	10.034	-75.549	Punto 29 - Estación Ciénaga Morelos.
2014, 2014-2015	FA-030	10.170	-75.531	Punto 30 - Estación Caño Matunilla.
2014, 2014-2015	FA-031	10.165	-75.655	Punto 31 - Estación Ciénaga Cholón.
2014, 2014-2015	FA-032	10.182	-75.638	Punto 32 - Estación Ciénaga Mohán.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Tabla 3.207. Resultados de Monitoreo sobre Canal del Dique por el Fondo Nacional de Adaptación, años 2014 y 2015.

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	pH und de pH	T °C	Turbidez (NTU)	O.D (mgO <sub>2</sub> /l)	Conductividad (uS/cm)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	PT (mgPO <sub>4</sub> -P/l)	Nitrato (mg/L)	SST (mg/L)	C.Totales (NPM/100 mL)	CFecales (NPM/100 mL)
Río Magdalena antes de la embocadura	2014	Punto 1	6.98	26.4	331	8.21	143.3	3.85	17.64	0.36	0.005	472	1600	9.3
Canal del Dique Km 45	2014	Punto 2	7.23	31.7	236	7.97	163.7	3.48	16.24	0.26	0.04	184	1600	350
Canal del Dique Km 1	2014	Punto 3	6.99	29.8	252	7.88	152.2	4.05	19.24	0.24	0.005	188	0.9	0.9
Ciénaga Machado	2014	Punto 4	7.86	31.2	4.46	7.84	1179	9.1	36.36	0.14	0.62	18	9.3	0.9
Ciénaga El Jobo	2014	Punto 5	7.97	36.3	45.4	6.88	399	8.09	32.28	0.23	0.37	30.4	0.9	0.9
Embalse El Guájaro 1	2014	Punto 6	7.84	33.2	24.1	8.34	697	6.79	27.12	0.23	0.25	16.4	4600	3300
Embalse El Guájaro 2	2014	Punto 7	8.14	36.7	37.9	6.95	495	6.1	24.24	0.18	0.06	18	2600	820
Embalse El Guájaro 3	2014	Punto 8	8.26	34.3	56.1	7.11	463	8.45	33.64	0.19	0.15	42.8	32	17
Ciénaga La Luisa	2014	Punto 9	7.79	31.1	5.73	7.82	823	8.03	32.12	0.14	0.95	12.4	7900	7900
Ciénaga Larga	2014	Punto 10	7.87	35.7	30.4	7.07	3180	9.29	37.2	0.22	7.64	10.8	24000	24000
Ciénaga Capote	2014	Punto 11	8.2	35.7	32	7.07	393	9.45	38.4	0.19	0.23	24.4	180000 0	170000
Ciénaga Atascoso	2014	Punto 12	9.46	31.4	49.3	7.89	381	8.38	33.36	0.33	2.57	35.2	92000	1400
Ciénaga Matuya	2014	Punto 13	8.22	31.8	9.11	7.99	393	8.43	33.52	0.18	0.62	10	540000 00	14000000
Ciénaga Aguas Claras	2014	Punto 14	8.04	32.8	6.13	8.24	312	4.25	16.4	0.21	0.45	10	5400	23
Ciénaga Cienaguita	2014	Punto 15	7.96	32.1	86.5	8.07	157	8.05	32.16	0.19	0.26	59	130	45
Ciénaga María La Baja	2014	Punto 16	7.86	31.4	11.3	7.89	352	3.74	14.56	0.34	0.34	12.4	160000	160000
Ciénaga Juan Gómez	2014	Punto 17	7.8	30.8	12.3	7.74	131.2	9.16	36.56	0.12	0.16	12	240000	240000
Ciénaga El Ranchito	2014	Punto 18	8.37	34.4	15.5	7.13	337	4.06	16.28	0.17	1.37	12	23000	23000
Ciénaga Palotal	2014	Punto 19	7.88	33.4	56.8	8.39	237	4.97	15.84	0.13	0.07	42.4	350000	45000
Ciénaga Honda	2014	Punto 20	7.87	32.8	6.95	8.24	44500	4.1	16.4	0.004	0.32	15.6	4500	4500
Caño Rico a la altura de la vuelta del Cura	2014	Punto 21	7.62	34.4	11.8	7.13	45500	3.54	16.56	<0.004	0.77	21.2	780	450
Ciénaga La Escuadra	2014	Punto 22	7.58	30.9	5.85	7.77	29200	4.36	17.2	0.004	0.81	12.5	680	680

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	pH und de pH	T °C	Turbidez (NTU)	O.D (mgO <sub>2</sub> /l)	Conductividad (uS/cm)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	PT (mgPO <sub>4</sub> -P/l)	Nitrato (mg/L)	SST (mg/L)	CTotales (NPM/100 mL)	CFecales (NPM/100 mL)
Ciénaga Pablo 1	2014	Punto 23	7.85	33.2	11.8	8.34	37900	3.98	16.04	0.004	0.32	21.6	11	0.9
Ciénaga Pablo 2	2014	Punto 24	7.05	30.2	1.82	7.59	20500	4.02	16.76	0.004	0.01	22	14	11
Caño Correa a la altura del Matuna	2014	Punto 25	7.72	32.2	125	8.09	128.1	3.2	14.56	0.2	0.19	96.7	2300	780
Intersección Caño Correa con Caño Rico	2014	Punto 26	7.62	32.2	2.19	8.09	127.7	4.69	21.72	0.3	0.5	200	7900	7900
Canal del Dique Km80	2014	Punto 27	7.6	30.5	1.57	7.67	113.5	3.46	15.92	0.25	0.45	168	2400	790
Canal del Dique Pasacaballos	2014	Punto 28	7.45	30.9	137	7.77	543	4.98	24.28	0.19	0.5	108	330	230
Ciénaga Morelos	2014	Punto 29	7.56	32.1	4.37	8.07	47000	4.23	16.76	0.05	0.16	14.8	330	110
Caño Matunilla	2014	Punto 30	7.77	30.4	135	7.64	47	3.28	15.08	0.09	0.41	133	490	230
Ciénaga Cholón	2014	Punto 31	8.09	31.2	135	7.84	49000	4.05	16.6	<0.004	0.35	10	45	0.9
Ciénaga Mohán	2014	Punto 32	8.24	30.4	128	7.64	39700	4.09	16.32	0.004	0.31	11.7	40	0.9
Río Magdalena antes de la embocadura	2014 - 2015	Punto 1	7.25	30	151	7.54	137.2	2.39	26.61	0.06	0.01	136	270	45
Canal del Dique Km 45	2014 - 2015	Punto 2	7.24	29.7	1.85	7.86	152.7	2.42	22.77	0.14	0.09	140	790	330
Canal del Dique Km 1	2014 - 2015	Punto 3	7.1	30.2	143	7.59	49.9	3.19	29.18	0.14	0.08	107.33	11000	780
Ciénaga Machado	2014 - 2015	Punto 4	7.85	28.4	4.97	7.92	1121	3.81	37.17	0.015	0.71	10.4	110	4.5
Ciénaga El Jobo	2014 - 2015	Punto 5	8.5	29.7	31.2	7.86	338	3.41	35.56	0.07	0.31	31.2	4600	1300
Embalse El Guájaro 1	2014 - 2015	Punto 6	7.88	31.6	18.2	7.94	390	2.69	22.87	0.1	0.01	11.33	4	0.9
Embalse El Guájaro 2	2014 - 2015	Punto 7	8.1	31.4	14.7	7.89	183.4	2.72	29.3	0.04	0.01	12	8.3	2
Embalse El Guájaro 3	2014 - 2015	Punto 8	8.2	31.9	12.1	8.02	209	2.99	30.72	0.015	0.01	11.6	79	2
Ciénaga La Luisa	2014 - 2015	Punto 9	7.3	29.9	3.96	7.91	441	4.8	37.36	0.11	0.07	16	3500	45
Ciénaga Larga	2014 - 2015	Punto 10	9.09	30.4	19.1	7.64	3180	5.8	37.56	0.11	1.48	12	140000	22000
Ciénaga Capote	2014 - 2015	Punto 11	7.68	30.3	7.97	7.62	313	2.41	22.85	0.86	0.01	10	920	7.8
Ciénaga Atascoso	2014 - 2015	Punto 12	7.39	28.6	4.48	7.98	264	4.04	33.44	0.16	0.18	7.67	1400	260
Ciénaga Matuya	2014 - 2015	Punto 13	7.33	29.9	5.4	7.91	239	4.81	22.5	0.09	0.06	8.33	8.3	4
Ciénaga Aguas Claras	2014 - 2015	Punto 14	7.36	30.8	2.39	7.74	197.2	5.71	34.68	0.14	0.01	2.5	14000	14000
Ciénaga Cienaguita	2014 - 2015	Punto 15	7.72	33	10.7	8.29	163.8	2.7	30.72	0.04	0.01	10.33	920	17

CORRIENTE	AÑO	ESTACIÓN	pH und de pH	T °C	Turbidez (NTU)	O.D (mgO <sub>2</sub> /l)	Conductividad (uS/cm)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	PT (mgPO <sub>4</sub> -P/l)	Nitrato (mg/L)	SST (mg/L)	CTotales (NPM/100 mL)	CFecales (NPM/100 mL)
Ciénaga María La Baja	2014 - 2015	Punto 16	7.75	30	4.97	7.54	328	4.22	30.68	0.14	0.01	9.33	360	17
Ciénaga Juan Gómez	2014 - 2015	Punto 17	7.94	30.8	3.45	7.74	137.6	2.42	19.16	0.015	0.06	8.67	27	6.8
Ciénaga El Ranchito	2014 - 2015	Punto 18	7.69	30	0.88	7.54	169.4	2.67	30.62	0.08	0.03	7.33	1600	49
Ciénaga Palotal	2014 - 2015	Punto 19	7.34	29.6	37.5	7.83	141.6	2.72	34.56	0.15	0.01	38	2400	450
Ciénaga Honda	2014 - 2015	Punto 20	7.66	30.3	1.24	7.62	5910	3.51	30.18	0.015	0.01	11.67	16000	81
Caño Rico a la altura de la vuelta del Cura	2014 - 2015	Punto 21	7.33	29.5	1.19	7.80	7290	2.82	28.92	0.09	0.01	8.33	0.9	0.9
Ciénaga La Escuadra	2014 - 2015	Punto 22	7.6	30.1	1.06	7.57	5960	4.51	32.52	0.015	0.01	9.33	1600	1600
Ciénaga Pablo 1	2014 - 2015	Punto 23	7.33	32.4	1.47	8.14	17300	2.57	28.99	0.015	0.01	8.67	61	0.9
Ciénaga Pablo 2	2014 - 2015	Punto 24	7.1	32.7	0.97	8.22	1960	2.29	29.38	0.05	0.01	7.67	13	13
Caño Correa a la altura del Matuna	2014 - 2015	Punto 25	7.18	31.7	51.2	7.97	210	3.4	37.48	0.14	0.01	80.67	92	68
Intersección Caño Correa con Caño Rico	2014 - 2015	Punto 26	7.19	32.3	75.2	8.12	228	3.22	34.87	0.08	0.01	110	160000	1400
Canal del Dique Km80	2014 - 2015	Punto 27	7.5	29.9	15.6	7.91	123.6	3.22	22.58	0.06	0.18	99	3500	700
Canal del Dique Pasacaballos	2014 - 2015	Punto 28	7.38	29.6	184	7.83	158.7	4.11	28.53	0.27	0.14	204.33	16000	68
Ciénaga Morelos	2014 - 2015	Punto 29	7.31	31.7	1.74	7.97	1348	3.02	27.76	0.04	0.01	11	1600	79
Caño Matunilla	2014 - 2015	Punto 30	7.3	29.9	2.54	7.91	135.5	3.43	36.75	0.2	0.06	301.33	1700	1700
Ciénaga Cholón	2014 - 2015	Punto 31	8.1	25.3	1.4	8.34	47100	2.33	33.79	0.015	0.3	11.67	0.9	0.9
Ciénaga Mohán	2014 - 2015	Punto 32	8.08	29.8	0.74	7.88	47400	2.01	33.56	0.015	0.28	9.67	1600	0.9

Fuente: Consorcio Canal del Dique.





### 3.8.1.1 Análisis de Parámetros Determinados en los Recursos Hídricos de la Cuenca

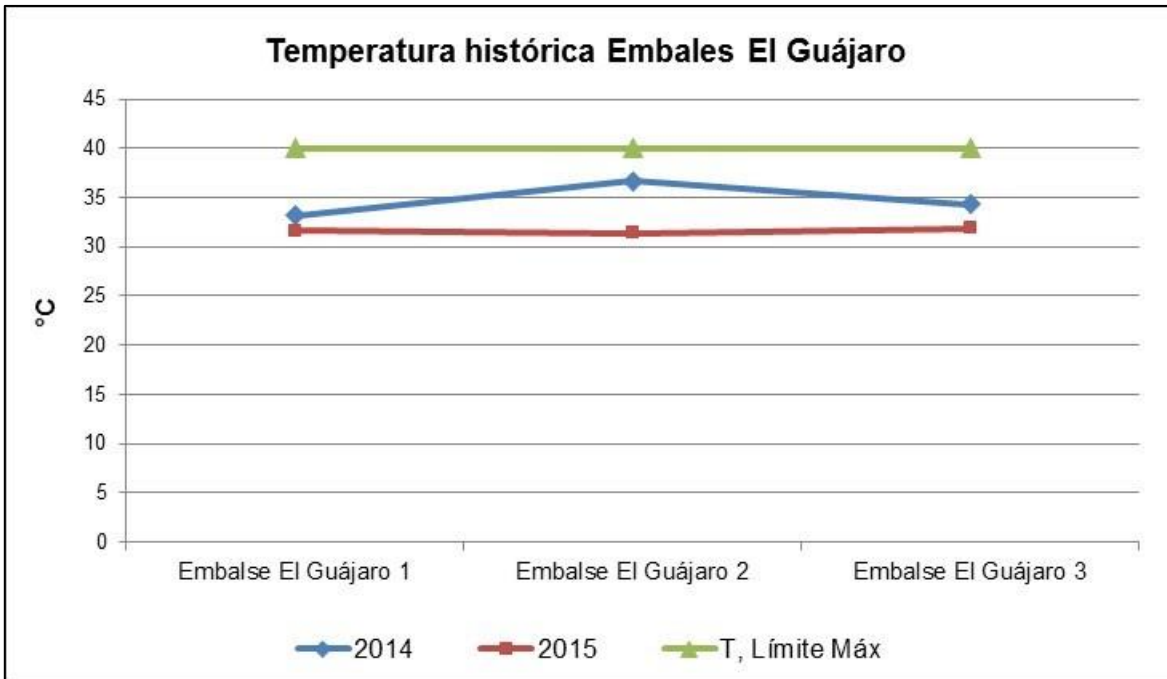
Por medio de la Resolución 1092 del 21 de diciembre de 2006 se establecen los objetivos de calidad para El Canal del Dique, el cual está destinado para uso de consumo humano con previo tratamiento. A continuación, se realiza una comparación de algunos resultados de parámetros relacionados con la calidad del agua, obtenidos por medio de los monitoreos realizados por el Fondo Nacional de Adaptación (2014, 2014 -2015) en toda la cuenca. Donde se comparan los resultados de puntos monitoreados en el Embalse del Guájaro con la Resolución 258 del 13 abril 2011, los resultados de Canal del Dique con la Resolución 1092 del 21 de diciembre de 2006, y el resto de cuerpos hídricos monitoreados que componen la cuenca con el decreto 1076 de 2015.

Sin embargo, cabe resaltar que, aunque no es representativa dicha comparación por las diferentes características de tiempo (época Seca, época húmeda), lugar y estado de las fuentes hídricas, se realiza la misma con el objeto de establecer los cambios que ha sufrido a través del tiempo con la mayoría de puntos estudiados.

#### 3.8.1.1.1 Temperatura

Las temperaturas reportadas del Embalse el Guájaro en los años de estudio permiten evidenciar que cumplen con el límite máximo establecido por la norma. Durante el año 2015 las temperaturas en el cuerpo de agua fueron menores a las determinadas en el año 2014. El máximo valor de temperatura que se registra es 36.7 °C en el punto 2 monitoreado y en los tres puntos monitoreados no se evidencia un patrón de comportamiento de los dos años (ver **Figura 3.516**).

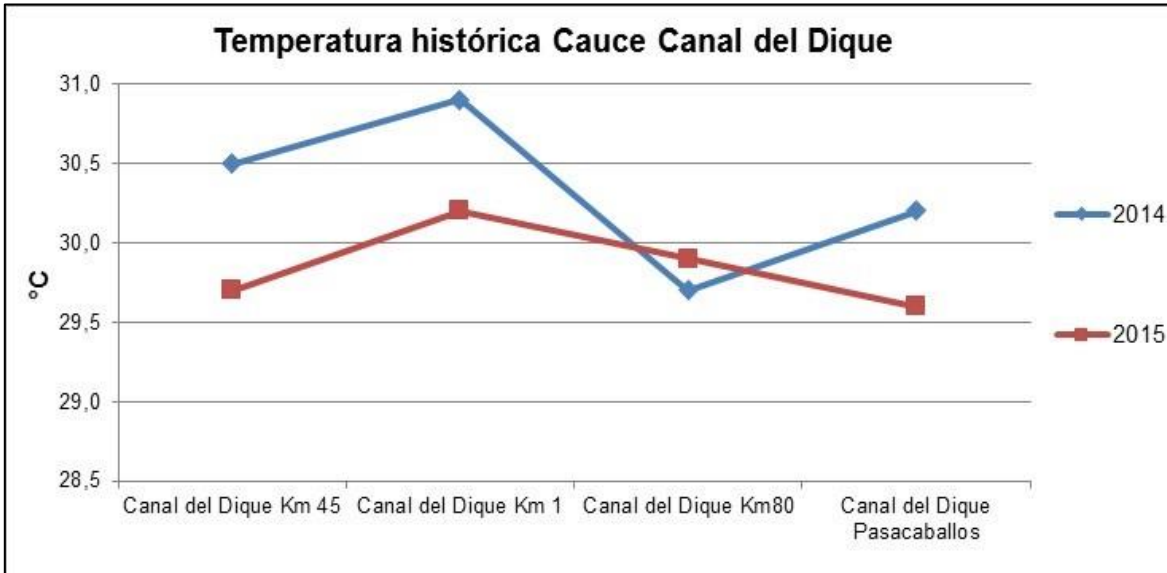
**Figura 3.516. Temperatura histórica Embalse el Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el cauce Canal del Dique este parámetro de temperatura durante el año 2015 tiende a disminuir a medida que avanza su recorrido en la temporada seca. En ambas temporadas el máximo registro se presenta en el punto Kilómetro 1 con valores de 30.9 °C y 30.2 °C año 2014 y 2015 respectivamente (ver **Figura 3.517**).

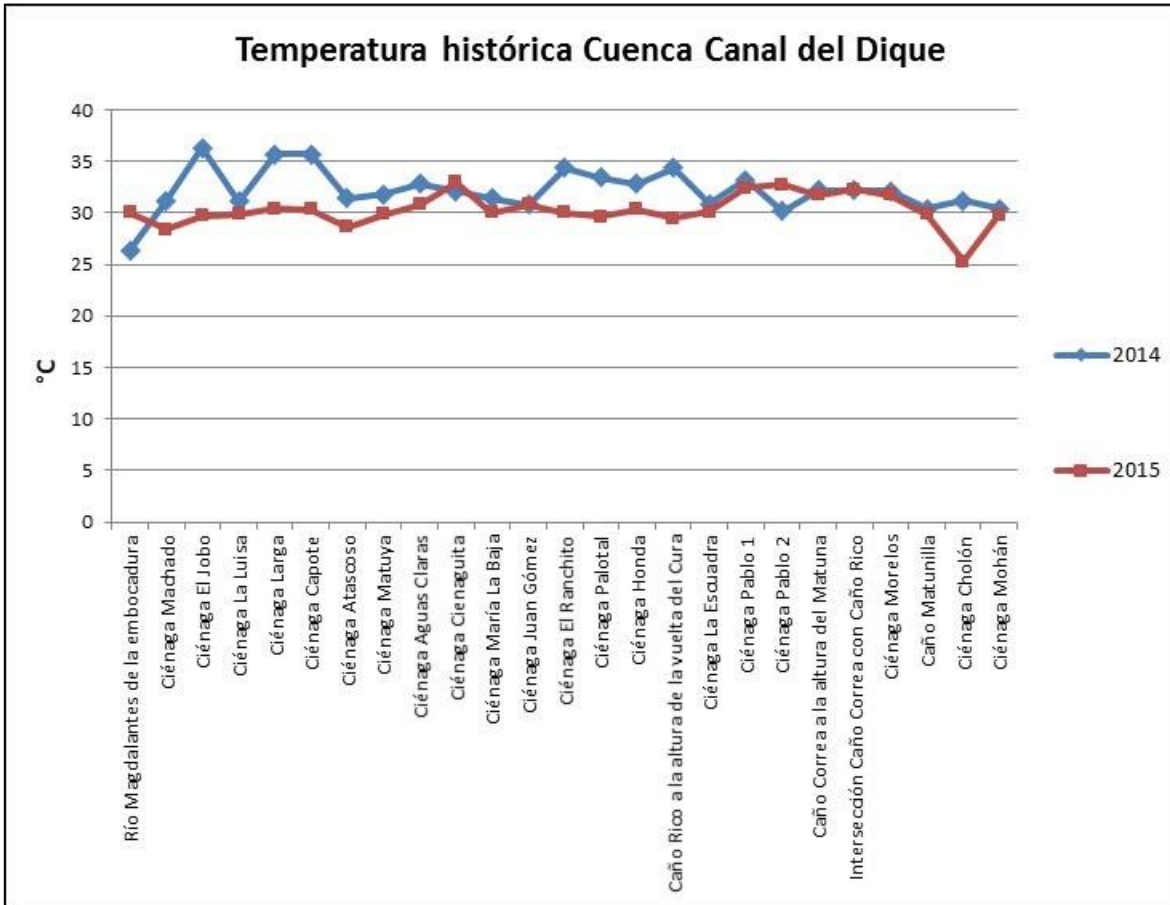
**Figura 3.517. Temperatura histórica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

A nivel general de todos los puntos monitoreados en la cuenca durante los dos años se pudo ver que las temperaturas en época seca son menores a las temperaturas registradas durante el tiempo en que existió mayor volumen de agua. Durante el 2015 la temperatura disminuye a medida que los cuerpos de agua se acercan más al mar. La ciénaga chalón es el punto con temperaturas más bajas de todas las temporadas con 23.3 °C realizado en el 2015 para la temporada seca (ver **Figura 3.518**).

Figura 3.518. Temperatura histórica otros componentes de la cuenca.



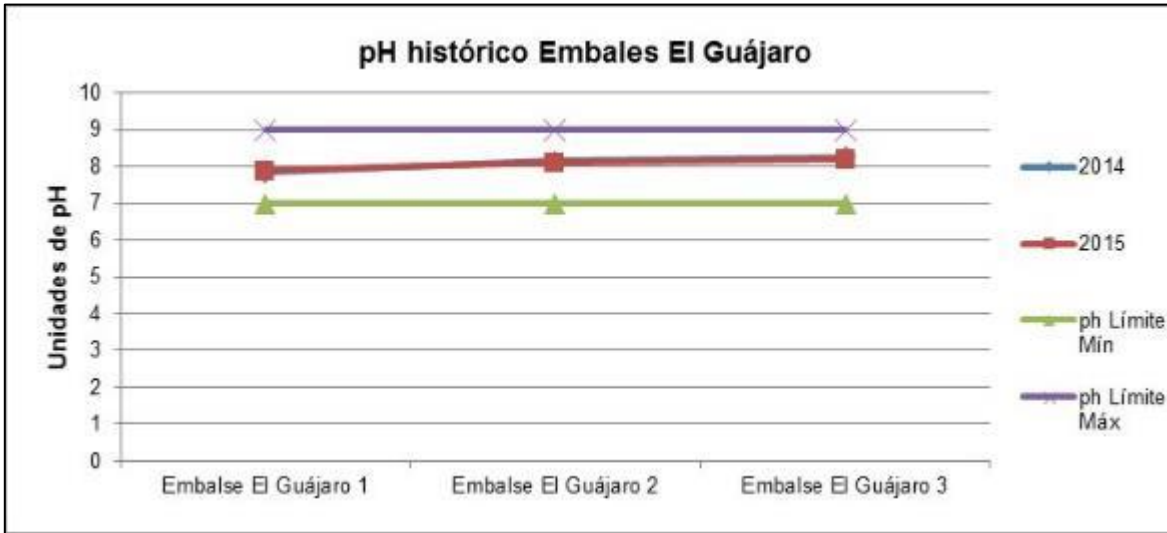
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.1.1.2 Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH reportado del Embalse el Guájaro en los tres puntos de monitoreo presenta variación entre 7.84 y 8.26 Unidades, los cuales al momento de ser comparado con los límites máximo y mínimo determinados por la norma legal vigente se puede ver que no los excede, por lo tanto, se encuentra entre los valores aceptables para uso Humano y Doméstico (ver **Figura 3.519**).



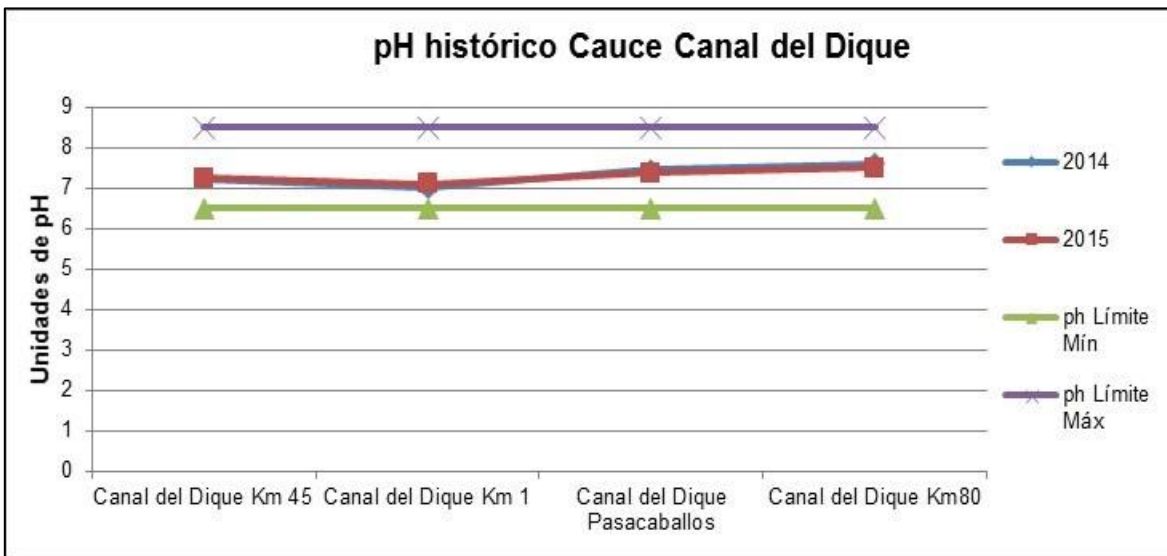
Figura 3.519. pH Embalse El Guájaro.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El pH reportado en el Cauce Canal del Dique se encuentra entre el rango de 6.99 y 7.60 Unidades durante el 2014, y de 7.1 y 7.5 Unidades para la temporada húmeda de 2015. Ambos reportes se encuentran dentro de los límites admisibles para el uso del canal (ver **Figura 3.520**).

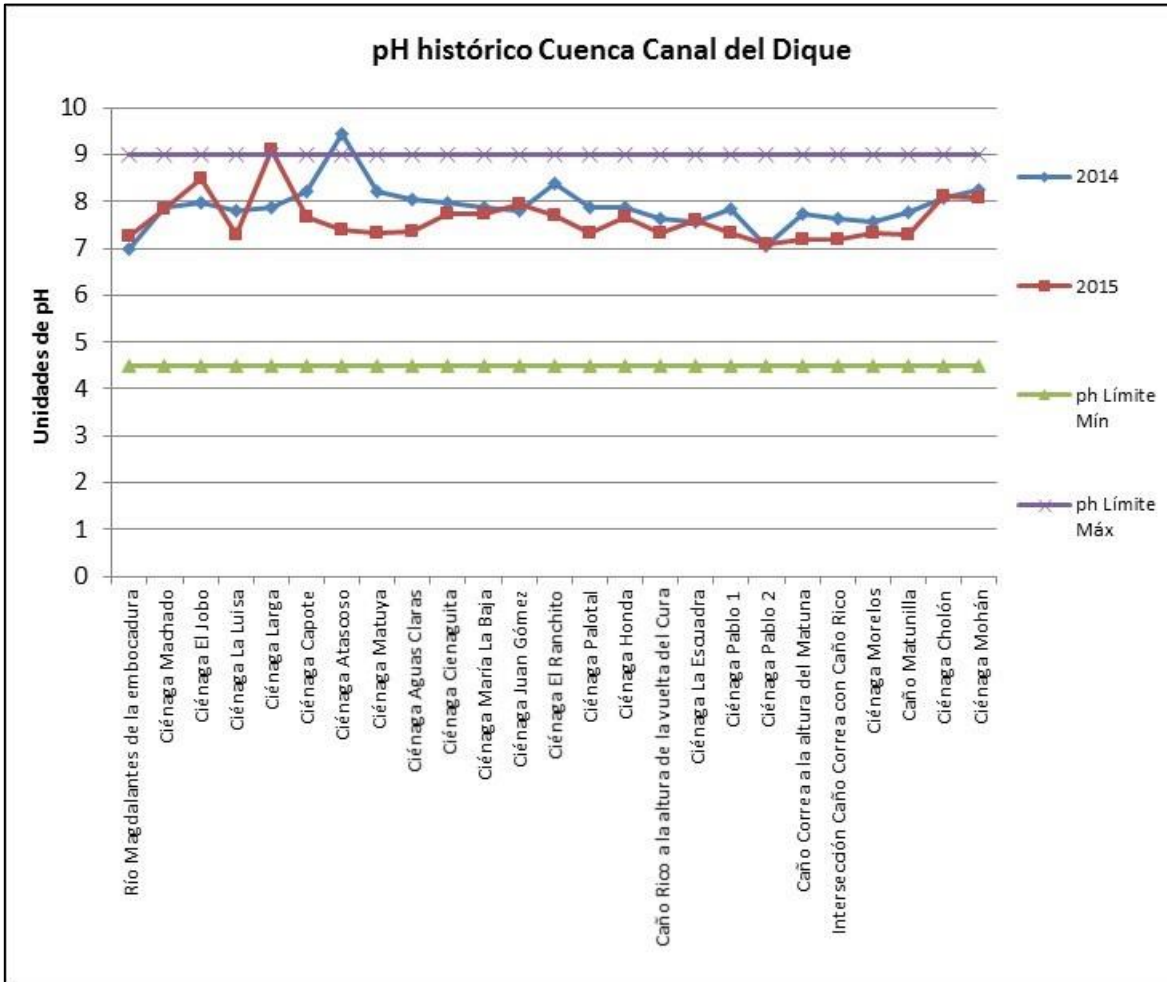
Figura 3.520. pH Cauce de Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El pH para el resto de los recursos hídricos de la cuenca como ciénagas, Arroyos y Caños es comparado con el decreto 1076 de 2015 del cual se puede decir que solo ciénaga Larga y Atascoso exceden el límite máximo para el uso establecido de estos cuerpos de agua superficiales con valores de 9.09 y 9.46. Unidades respectivamente (ver **Figura 3.521**).

Figura 3.521. pH histórico otros componentes de la cuenca.

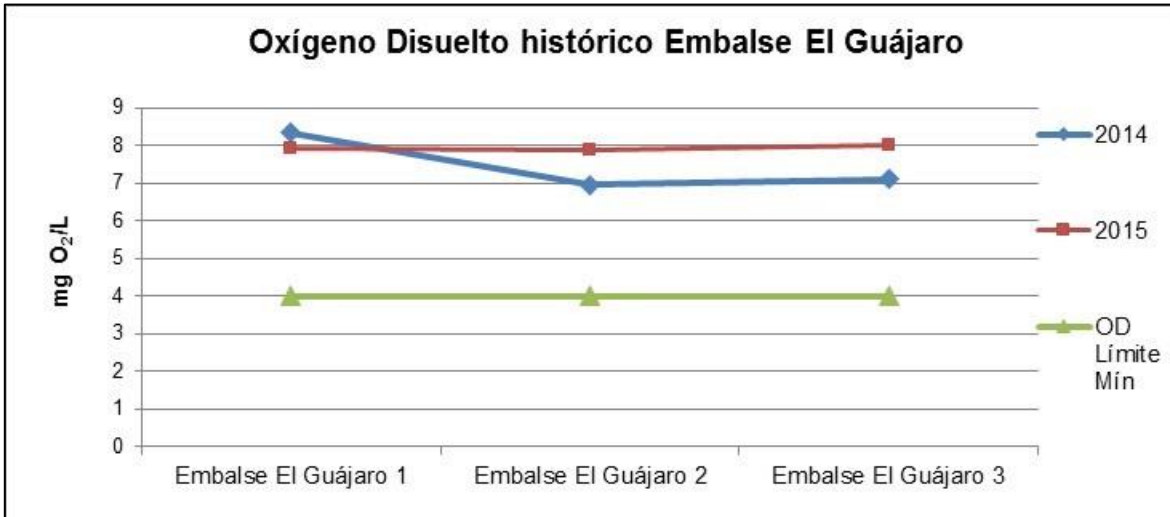


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.1.1.3 Oxígeno Disuelto

Los resultados obtenidos del Embalse el Guájaro permiten identificar que en ambas temporadas los niveles de oxígeno disuelto se encuentran por encima del límite mínimo de concentración para este parámetro establecido en la Resolución 258 del 13 abril 2011. Durante el 2015 los niveles presentados en este cuerpo de agua en los tres puntos monitoreados presentan concentraciones entre 7.89 y 8.02 mg O<sub>2</sub>/L, en el año 2014 durante la temporada húmeda se presentaron concentraciones entre 6.95 y 8.34 mg O<sub>2</sub>/L (ver Figura 3.522).

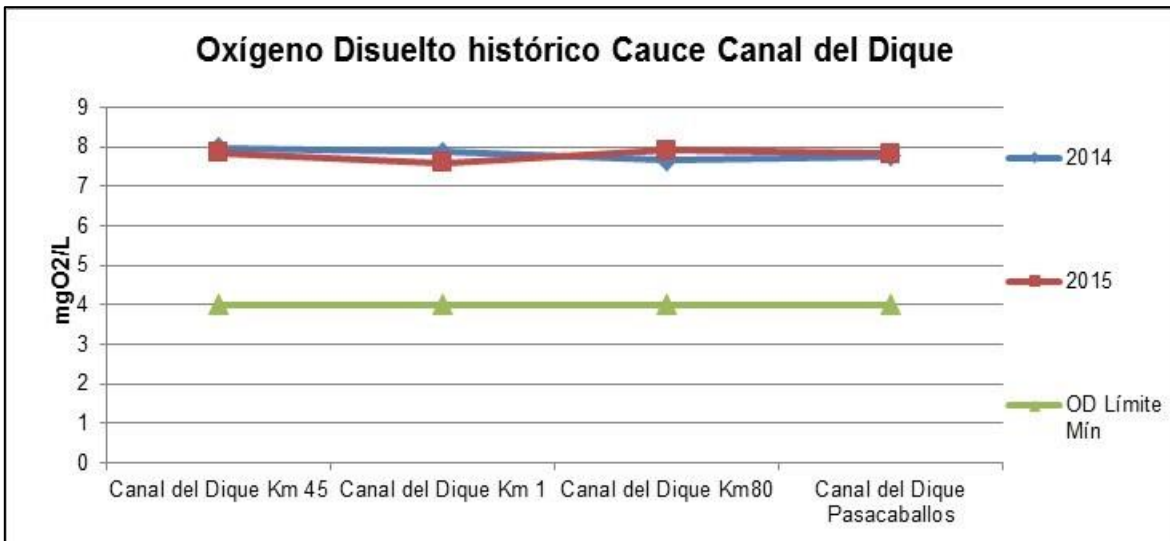
Figura 3.522. Oxígeno disuelto histórico embalse el Guájaro.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el Cauce Canal del Dique los valores determinados del Oxígeno Disuelto se encuentran por encima del límite mínimo establecido para este cuerpo de agua, por lo tanto puede ser usado de acuerdo a lo determinado por la Corporación CARDIQUE doméstico y humano con tratamiento previo. El valor mínimo fue medido en el kilómetro 1 durante 2015 (ver Figura 3.523).

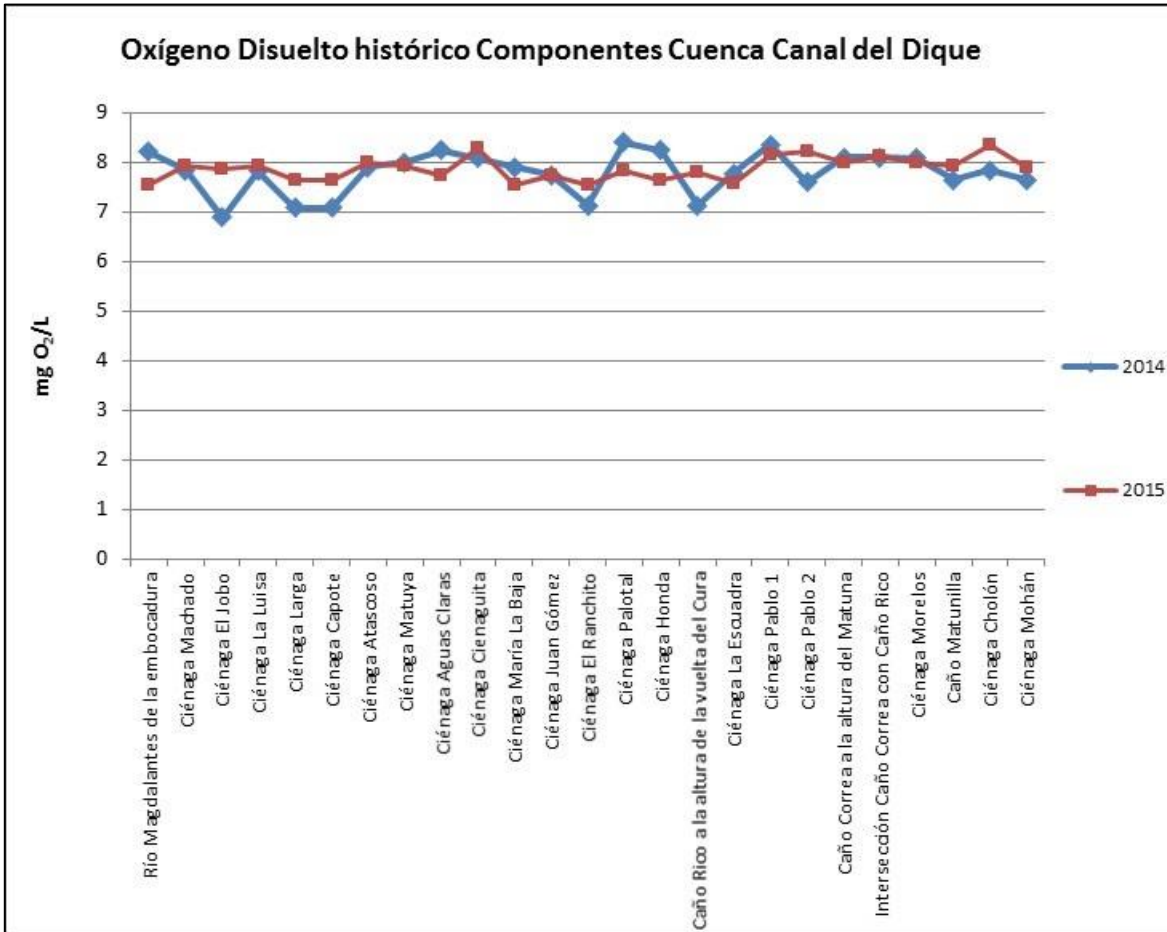
Figura 3.523. Oxígeno disuelto histórico Cauce Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el caso de los otros componentes hídricos de la cuenca el oxígeno disuelto se puede decir que durante las dos épocas monitoreadas presentan valores muy similares que están por encima de 6.5 mg O<sub>2</sub>/L y menores a 9 mg O<sub>2</sub>/L lo que permite el uso para actividades pecuarias, conservación de Flora y Fauna entre otros usos especificados por el decreto 1076 de 2015 (ver Figura 3.524).

**Figura 3.524. Oxígeno Disuelto histórico otros componentes de la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

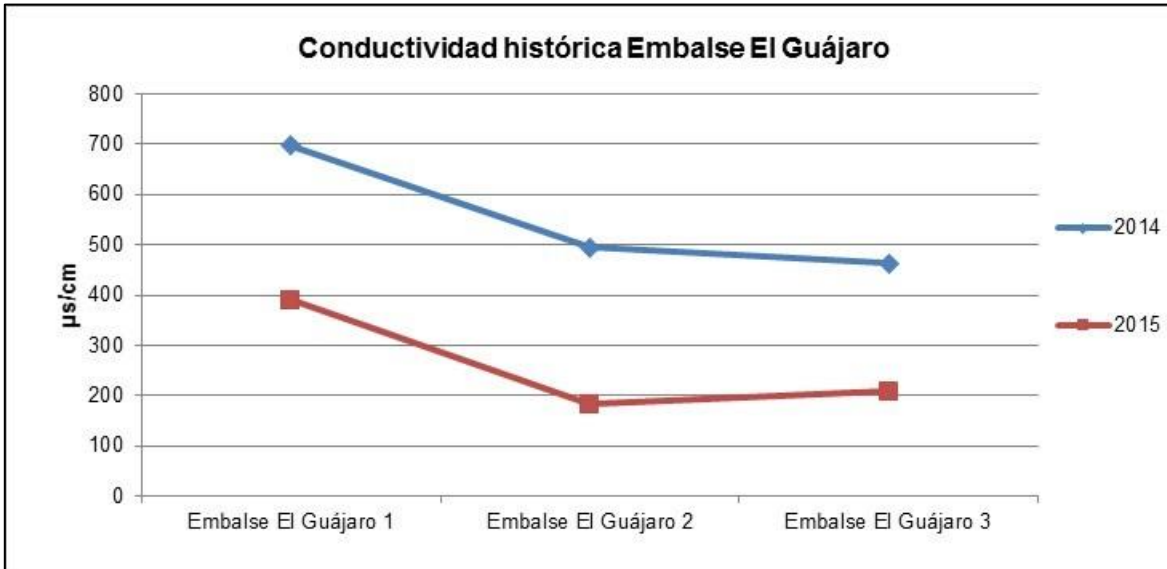
### 3.8.1.1.4 Conductividad

La conductividad presentada en el Embalse el Guájaro tiende a tener comportamientos similares en ambas temporadas de estudio sin tener valores parecidos. Durante el 2014 en época húmeda los valores de conductividad son mayores a los del 2015, el mayor valor es registrado en el punto 1 (697  $\mu\text{s/cm}$ ) y el menor en el punto 3 (209  $\mu\text{s/cm}$ ) durante 2015 en época seca (ver **Figura 3.525**).

En cuanto a la conductividad reportada en el cauce Canal del Dique durante este estudio se puede decir que en el punto Pasacaballos se presentan los valores más altos de este parámetro durante las dos temporadas monitoreadas 2014 y 2015 de 543 y 158.7  $\mu\text{s/cm}$  respectivamente. Esto puede estar presentado debido a la cercanía de este punto al mar (ver **Figura 3.526**).

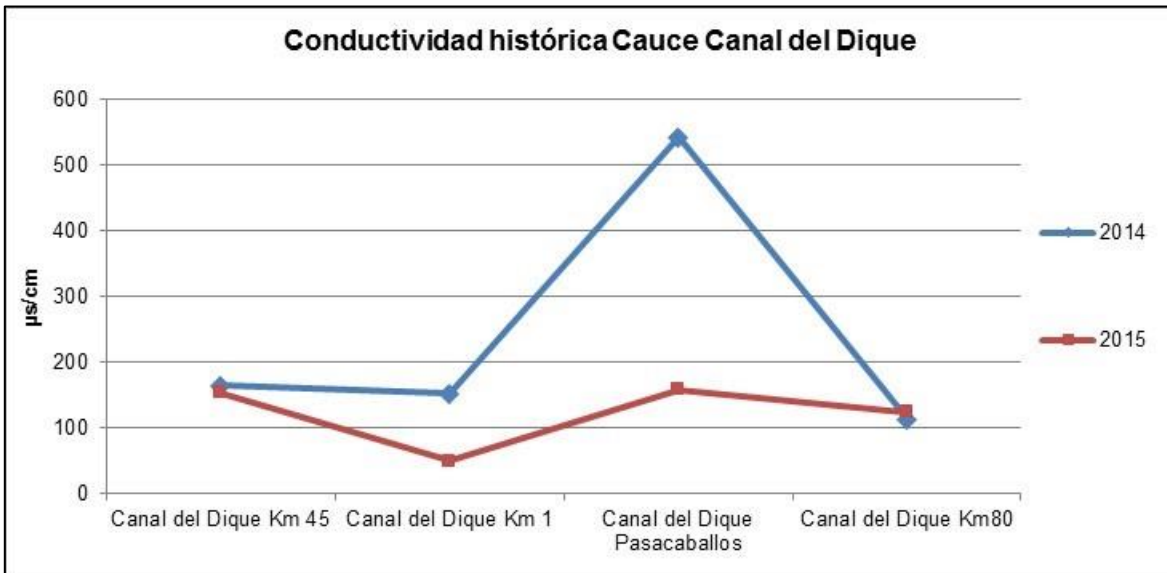


**Figura 3.525. Conductividad histórica embalse el Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

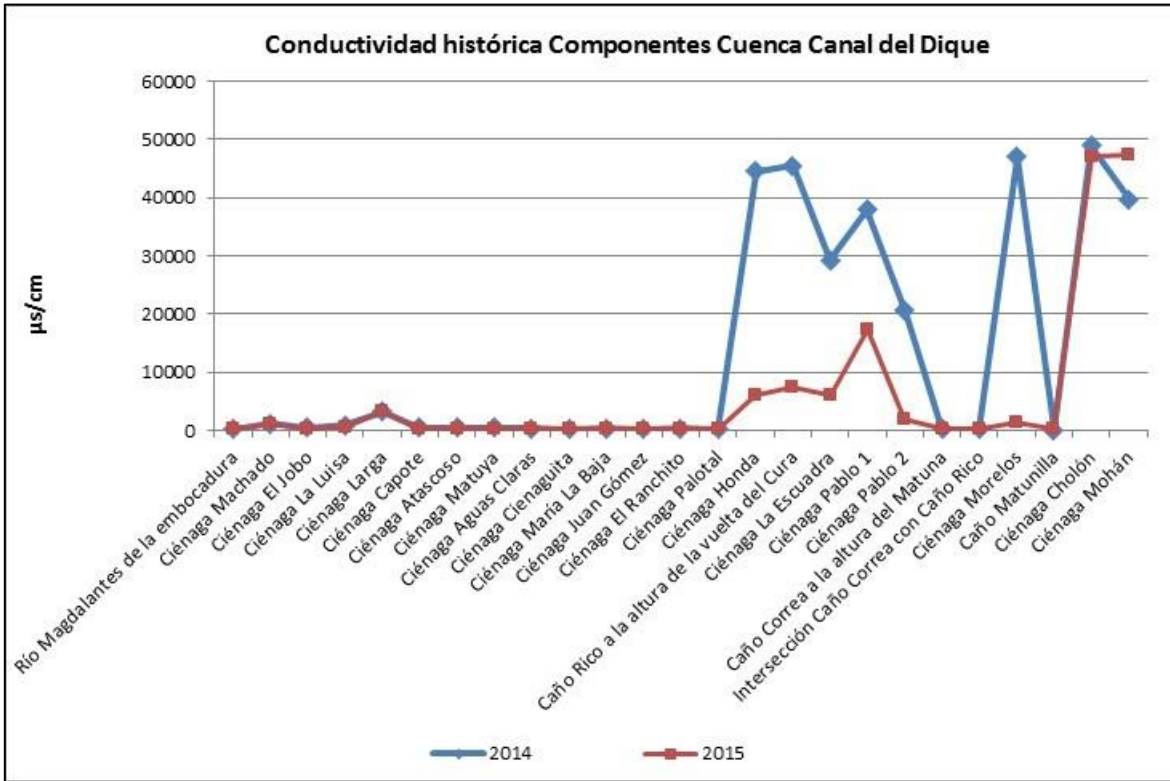
**Figura 3.526. Conductividad histórica cauce Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Durante las dos temporadas en los otros componentes hídricos de la cuenca los resultados son muy similares a excepción de La ciénaga Honda, Caño Rico, Ciénaga la Escudra, Ciénaga Pablo y Ciénaga Morelos que durante 2014 presentaron valores muy por encima de 2015. Los resultados de conductividad de los anteriores cuerpos de agua mencionados pueden estar relacionadas con las recargas o contribución de aguas proveniente de la parte costera de la cuenca durante la temporada húmeda en que muchos de estos se conectan al adquirir el nivel de agua que sobrepasa los límites del terreno que los aíslan en época seca. Estos puntos reportan valores mayores a 15000 µs/cm (ver **Figura 3.527**).

Figura 3.527. Conductividad histórica otros componentes Canal del Dique.



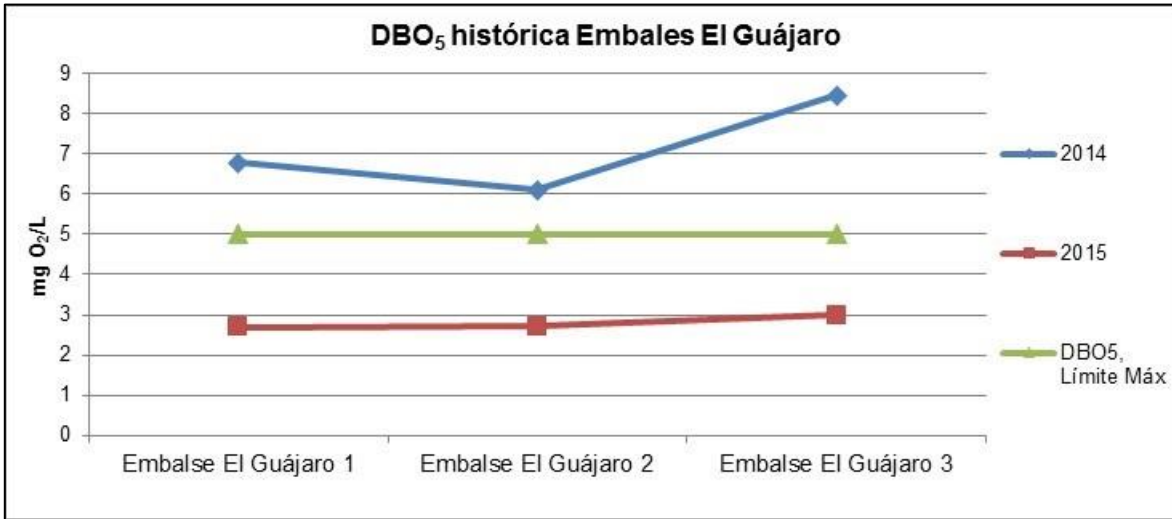
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.8.1.1.5 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)

En el Embalse el Guájaro durante el año 2014 las concentraciones de la Demanda Biológica de Oxígeno superó el límite máximo establecido para este recurso hídrico en los tres puntos donde se realizó el monitoreo, presentando un máximo valor de 8.24 mg O<sub>2</sub>/cm en el punto 3. Caso diferente se presentó durante el año siguiente 2015 durante el cual disminuye la concentración de dicho parámetro ajustándose por debajo del límite de esta variable. El comportamiento descrito permite deducir que el cumplimiento del parámetro DBO<sub>5</sub> a partir del año 2015 en el Embalse el Guájaro puede estar relacionado con controles de descargas contaminantes, tratamientos de residuos líquidos o sólidos por parte de los entes competentes que permitieron disminuir la carga contaminante de materia orgánica en este cuerpo de agua perteneciente a la cuenca (ver **Figura 3.528**).

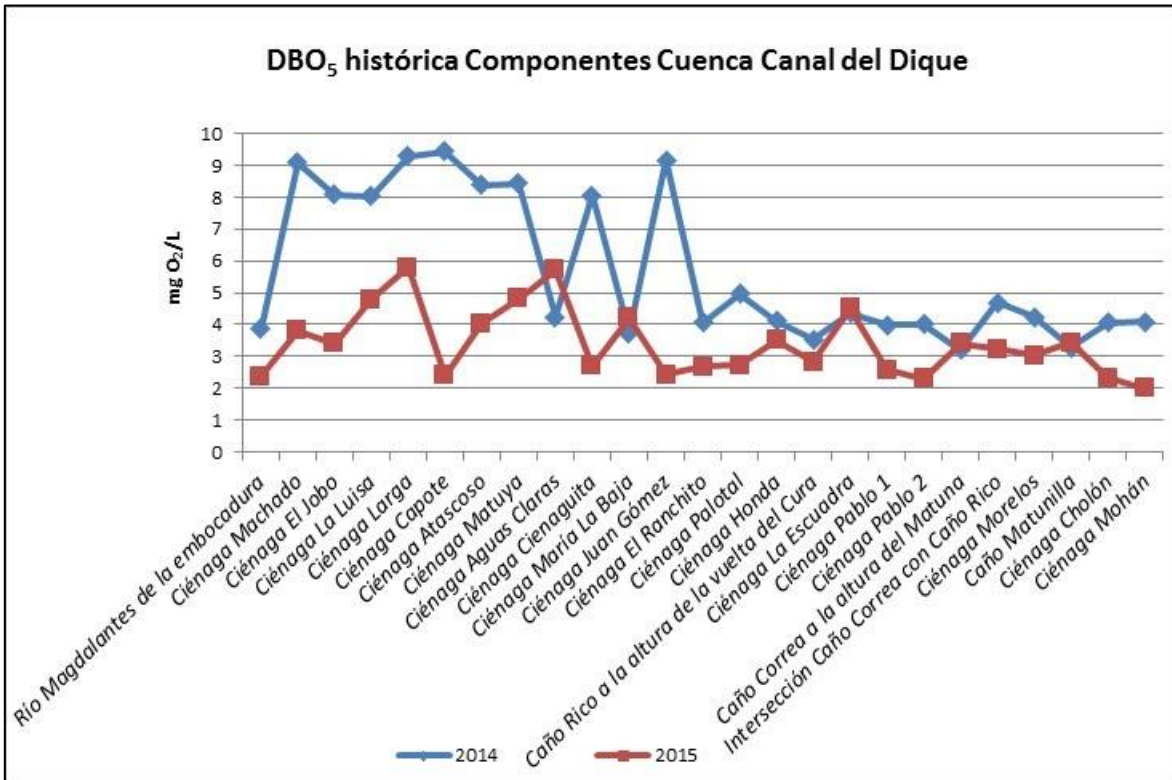
Los otros componentes de la cuenca monitoreados durante el año 2014 también presentaron concentraciones mayores de DBO<sub>5</sub> en comparación con los resultados obtenidos en el año 2015 para los mismos puntos de la cuenca durante los dos años. Las concentraciones máximas presentadas para el año 2014 y 2015 son de 9.45 y 5.8 mg O<sub>2</sub>/cm respectivamente. La disminución de este contaminante en los recursos hídricos de la cuenca puede estar relacionada con una recuperación de la calidad del agua en ellos producto de alguna actividad de control ejercida sobre los mismos (ver **Figura 3.529**).

Figura 3.528. Demanda Biológica de Oxígeno histórica Embalse el Guájaro.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.529. DBO<sub>5</sub> histórica de otros componentes de la cuenca.

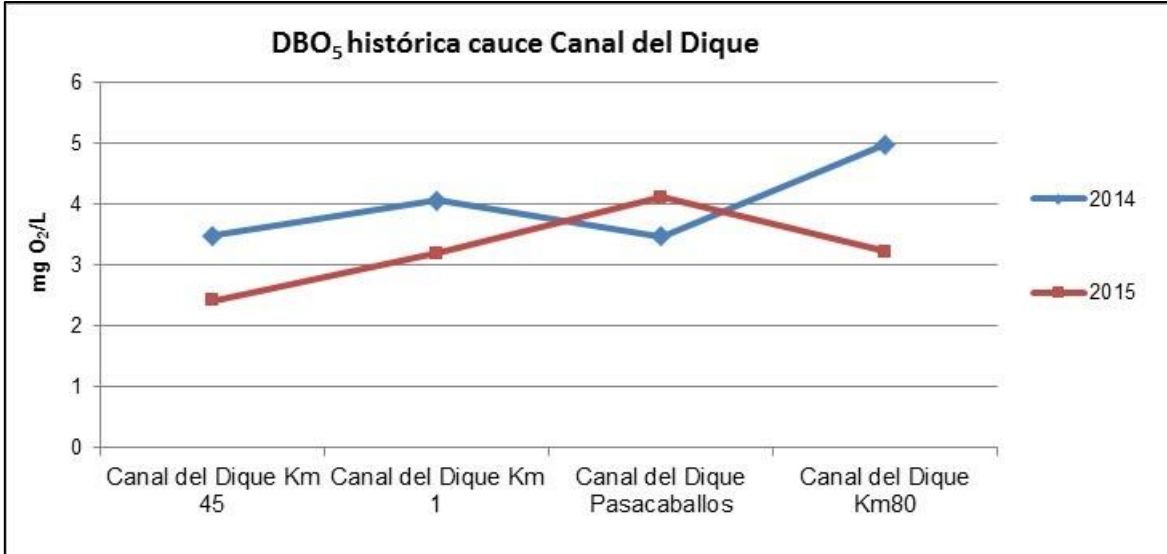


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La DBO<sub>5</sub> registrada en tres de los cuatro puntos monitoreados del cauce Canal del Dique durante el año 2014 presenta concentraciones más altas referente a las obtenidas en el año 2015, a excepción del punto pasacaballos donde se encuentra la concentración máxima del año 2015 y la mínima de 2014 (4.11 y 3.46 mg O<sub>2</sub>/cm). En términos generales

la concentración de materia orgánica presente en el cauce Canal del Dique es baja (ver **Figura 3.530**).

**Figura 3.530. DBO<sub>5</sub> histórica cauce Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.1.1.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

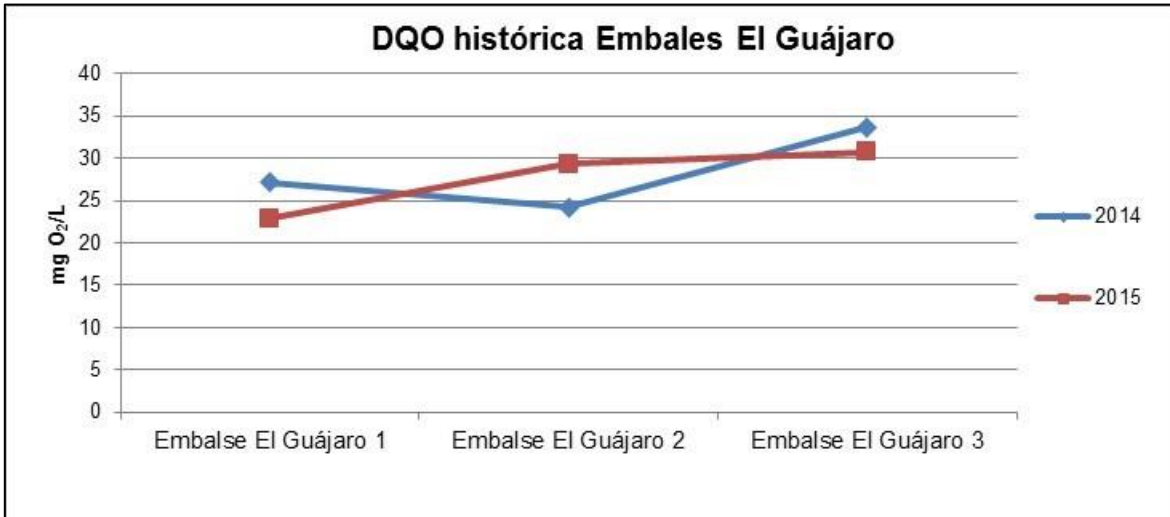
La DQO monitoreada en el Embalse el Guájaro durante los años 2014 y 2015 obtuvo un promedio de 28.3 y 27.63 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente. En los dos años la mayor dosis de los tres puntos monitoreados presentan mayor concentración de esta variable durante el año 2014 excepto en el punto 2 de este embalse donde se presenta mayor concentración durante el año 2015 en comparación con las concentraciones reportadas en el año 2014 (ver **Figura 3.531**).

En otros componentes de la cuenca el máximo valor de la DQO fue medido en Ciénaga larga (37.56 mg O<sub>2</sub>/L) y el mínimo durante el año 2014 en el Caño Correa a la altura del Matuna (14.56 mg O<sub>2</sub>/L). Para la temporada medida en el año 2015 el valor máximo fue medido en la Ciénaga el Jobo (37.56 mg O<sub>2</sub>/L) y el valor mínimo en la Ciénaga Juan Gómez (19.16 mg O<sub>2</sub>/L). Los promedios obtenidos para la temporada medida en cada año fueron 23.20 en el 2014 y 31.71 en el año 2015 (ver **Figura 3.532**).

Las concentraciones de la DQO en el cauce Canal del Dique presentaron valores mayores para la temporada medida durante el año 2015 en comparación con los resultados obtenidos en la temporada monitoreada durante el año 2014. Los promedios resultantes de las dos temporadas medidas en el año 2014 y 2015 fueron 18.92 y 25.76 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente. El punto Pasacaballos en ambas temporadas presenta uno de los valores más altos respecto a los otros tres puntos muestreados (ver **Figura 3.533**).

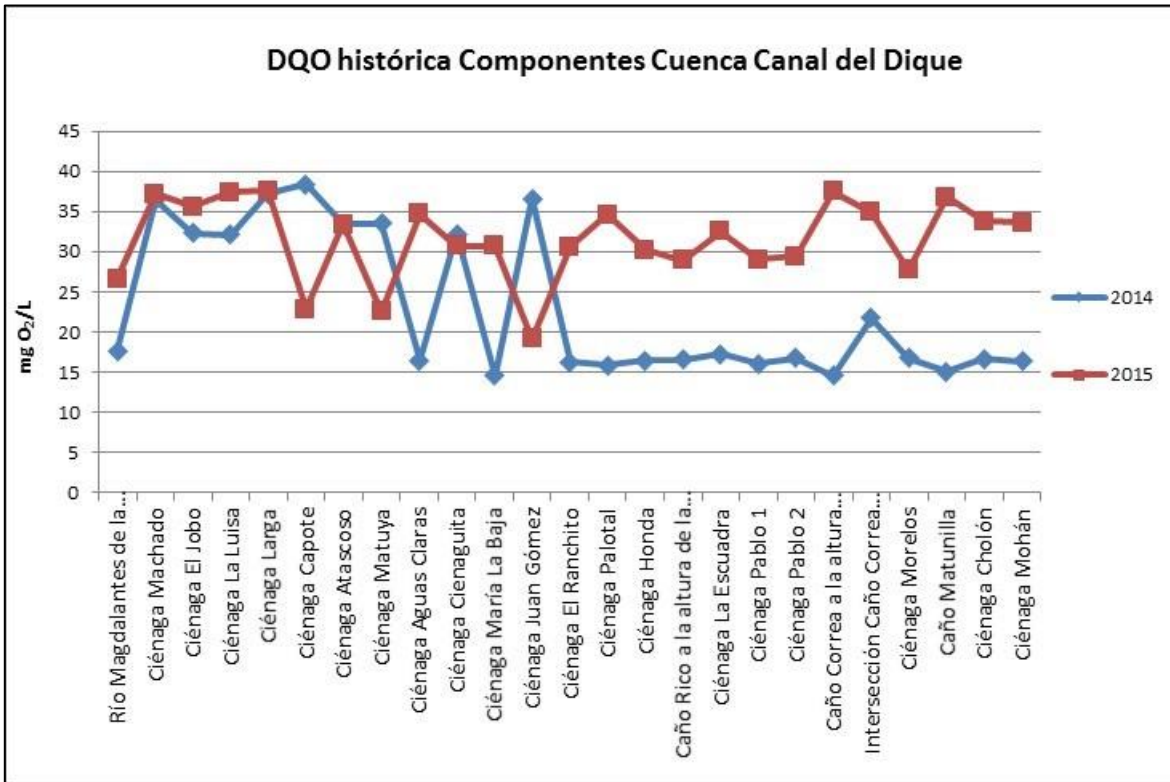


Figura 3.531. DQO histórica Embalse El Guájaró.



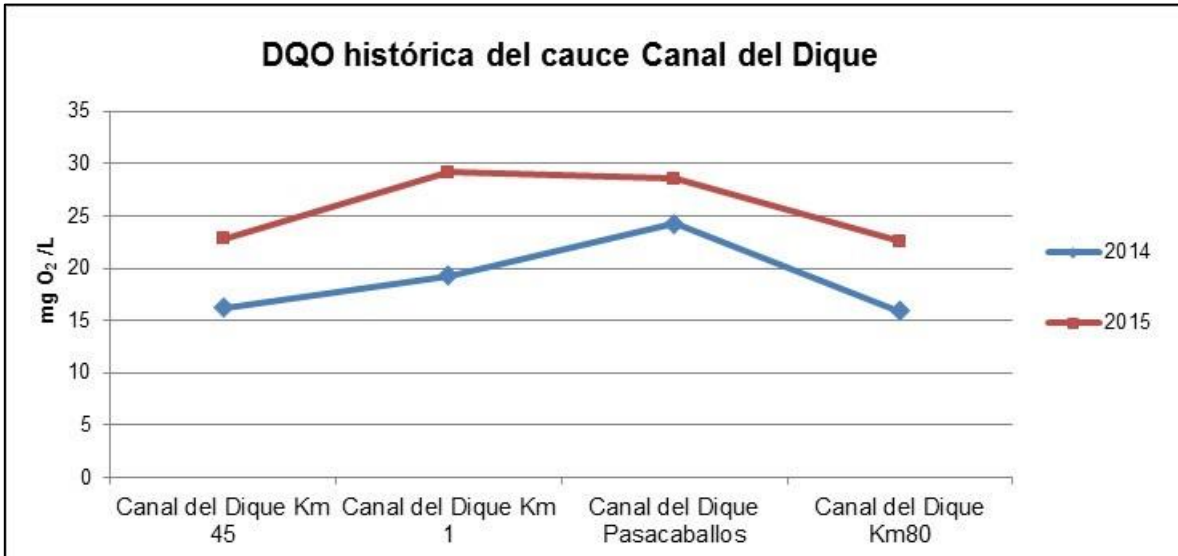
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.532. DQO histórica de otros componentes de la cuenca.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.533. DQO histórica de cauce Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

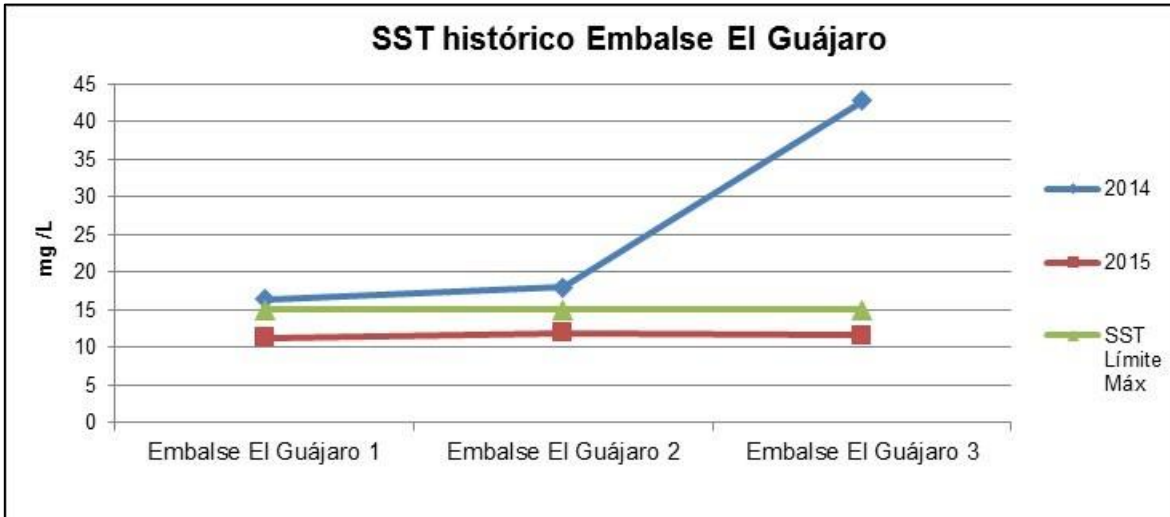
### 3.8.1.1.7 Sólidos suspendidos Totales (SST)

El parámetro de Sólidos Suspendidos Totales monitoreados en los tres puntos del Embalse el Guájaro durante el año 2014 supera el límite máximo establecido para este recurso hídrico por parte de la autoridad ambiental competente. Pero al avanzar a la siguiente temporada hidrológica presentada en el primer semestre del año siguiente 2015, las concentraciones de este parámetro disminuyen hasta el punto en que su concentración se encuentra por debajo del límite máximo del parámetro; con este comportamiento se puede decir que durante el año 2015 para la temporada monitoreada si se cumple con los límites permisibles establecidos de SST para el embalse el Guájaro (ver **Figura 3.534**).

En los otros componentes de la cuenca como el río Magdalena antes de la desembocadura y el punto de intersección Caño correa con Caño Rico se presentan las concentraciones más altas de Sólidos Suspendidos Totales monitoreadas durante el año 2014 (472 y 200 mg/L). Estas concentraciones son disminuidas a 136 y 110 mg/L para el monitoreo realizado en el año 2015 lo que puede estar relacionado con la época hidrológica durante la cual se realiza el monitoreo, debido a que a mayor escorrentía se presenta mayor arrastre de sólidos hacia los cuerpos de agua. Aunque para este último año mencionado existe otro punto en el que se presenta el máximo valor del parámetro de SST como es el del Caño Matunilla con 301.33 mg/L (ver **Figura 3.535**).

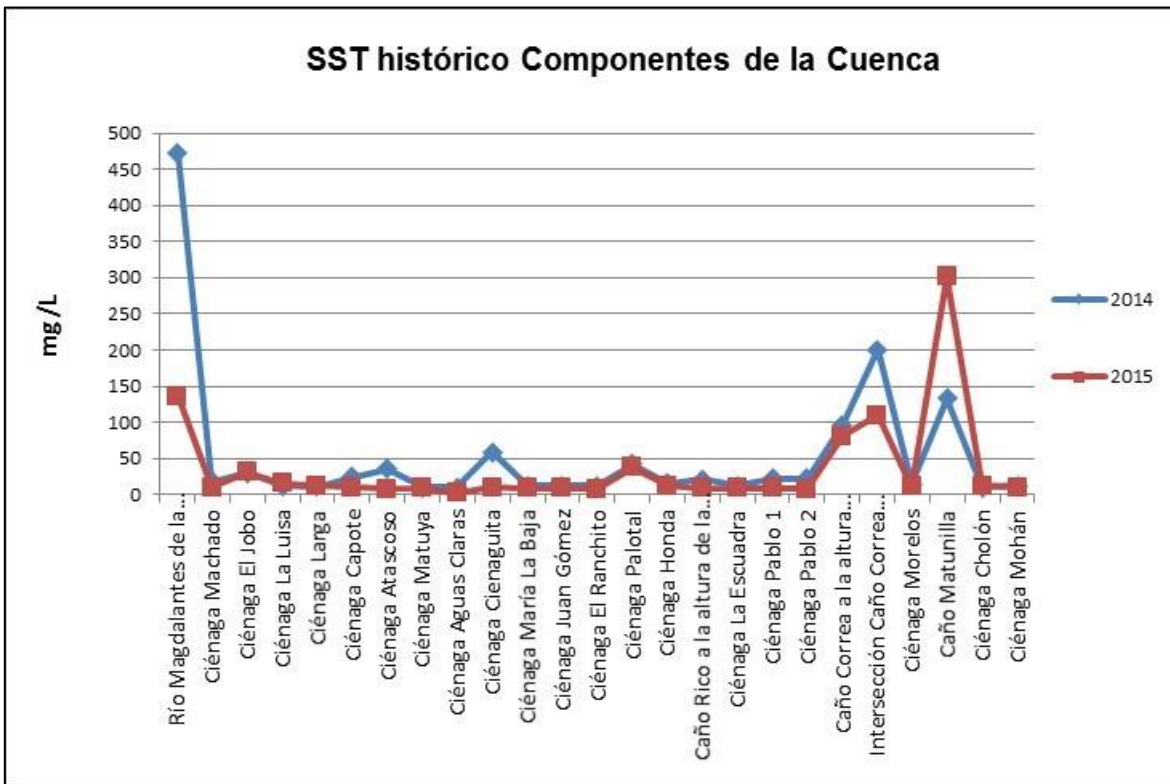
El Cauce del Canal del Dique en los cuatro puntos monitoreados presenta concentraciones más altas durante el año 2014 en casi todos sus puntos excepto en el punto Pasacaballos donde al igual que el parámetro de la conductividad se registran mayores concentraciones durante el 2015 que en el año 2014. Los valores máximos de SST reportados durante el año 2014 y 2015 fueron 188 y 204.33 mg/L ubicados en los puntos kilómetro 1 y Pasacaballos respectivamente (ver **Figura 3.536**).

Figura 3.534. SST históricos del Embalse el Guájaro.



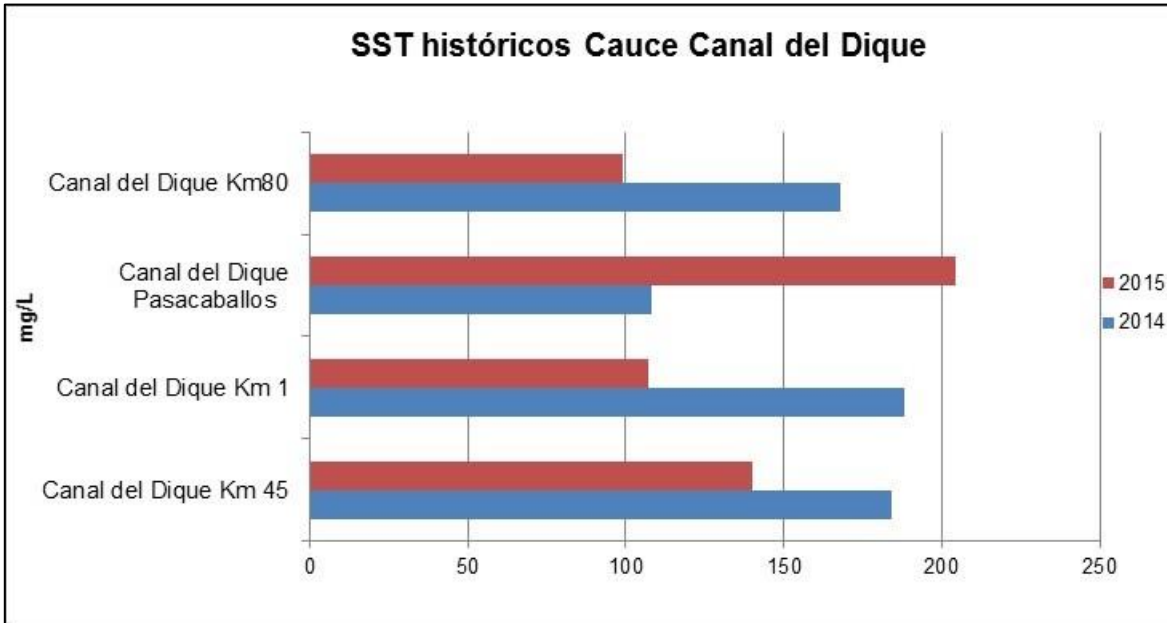
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.535. SST históricos de otros componentes de la cuenca.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.536. Solidos Suspendidos Totales históricos cauce Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.1.1.8 Coliformes Fecales (C. Fecales)

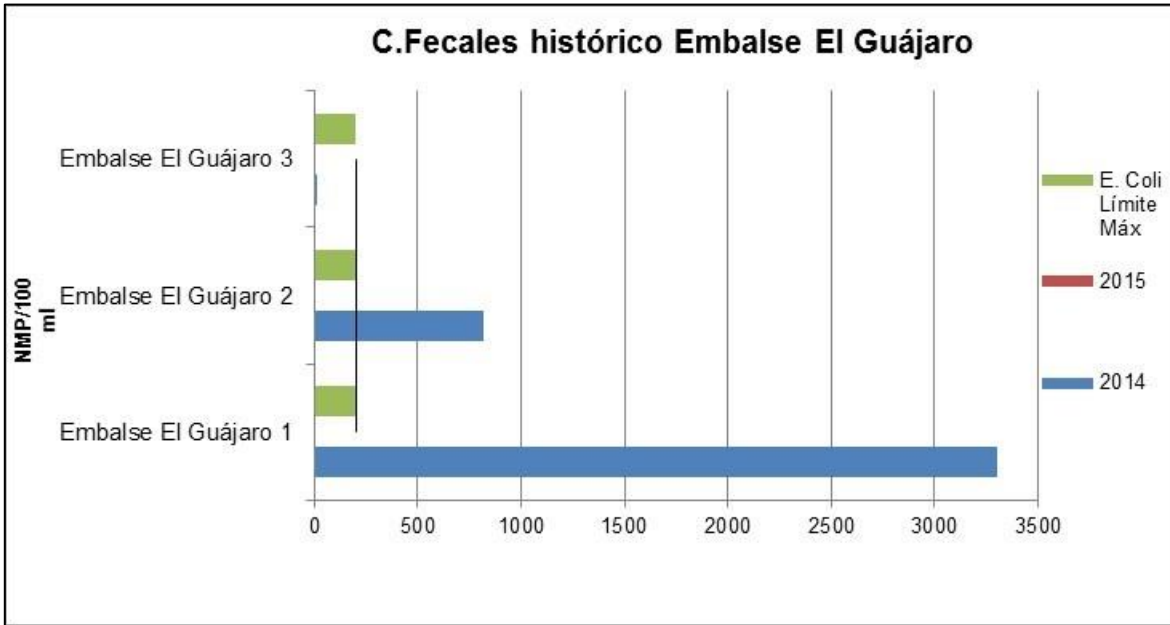
Embalse El Guájaro presentó máxima concentración de C. Fecales durante el monitoreo realizado en el año 2014, en todos los puntos estos registros superaron a los obtenidos durante el año 2015 y además al límite máximo establecido en los objetivos de calidad para este cuerpo de agua. Los valores máximos en estas dos temporadas fueron 3300 y 2 NMP/100 ml para el año 2014 y 2015 respectivamente. Todos los puntos monitoreados durante el año 2014 cumplen con los límites máximos de C. Fecales establecidos para Embalse El Guájaro (ver **Figura 3.546**).

Las concentraciones de Coliformes Fecales presentadas en los otros componentes de la cuenca durante el monitoreo realizado en el año 2014 y 2015 registran promedios de 587441.7 y 1796.07 NMP/100 ml respectivamente. Dichos resultados presentan en la mayoría de los puntos valores más altos durante el año 2014 respecto a los registros de 2015 indicando de esta manera la disminución de este parámetro entre temporadas hidrológicas (ver **Figura 3.538**).

El cauce del Canal del Dique en tres de sus cuatro puntos monitoreados presenta mayor concentración de C. Fecales para la temporada medida durante el 2014 que en el monitoreo realizado para el año 2015, los respectivos promedios en cada temporada son 342.7 y 469.5 NMP/100 ml. Este parámetro no supera concentraciones de 790 NMP/100 ml en el Cauce del Canal del Dique, en el punto Km 80 se registró el máximo valor durante el año 2014 (ver **Figura 3.539**).

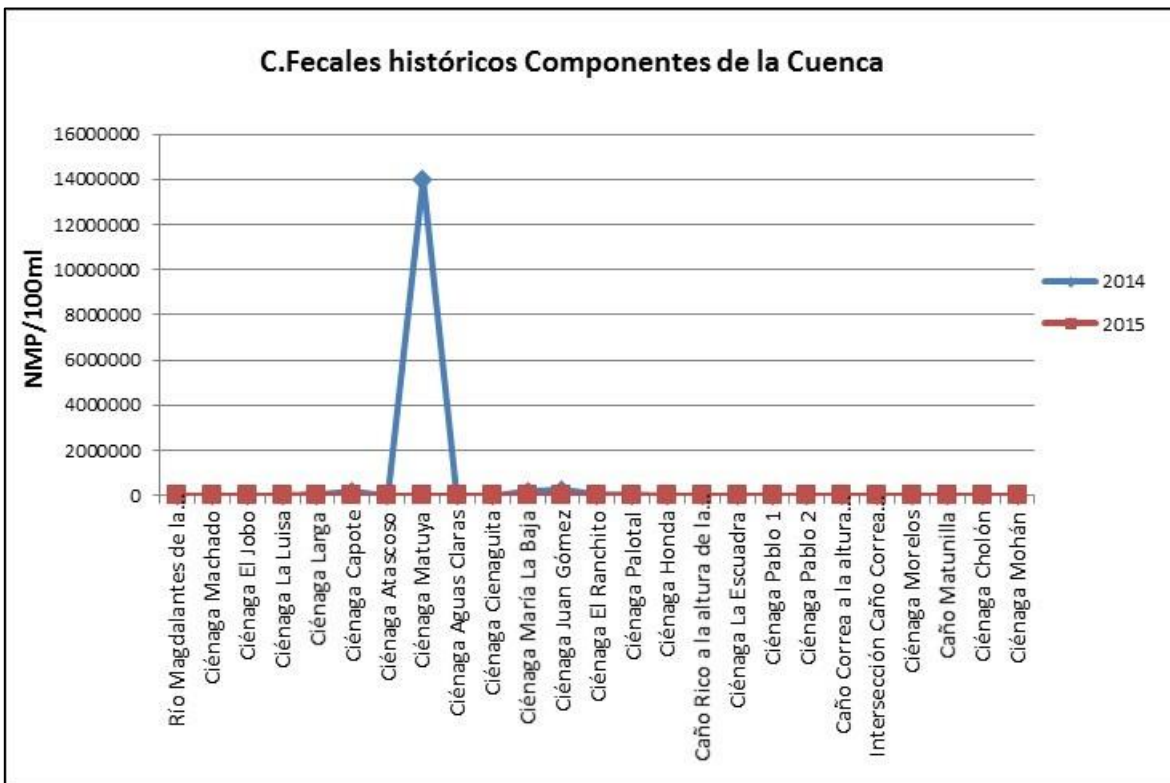


Figura 3.537. C. Fecales histórico del Embalse el Guájaro.



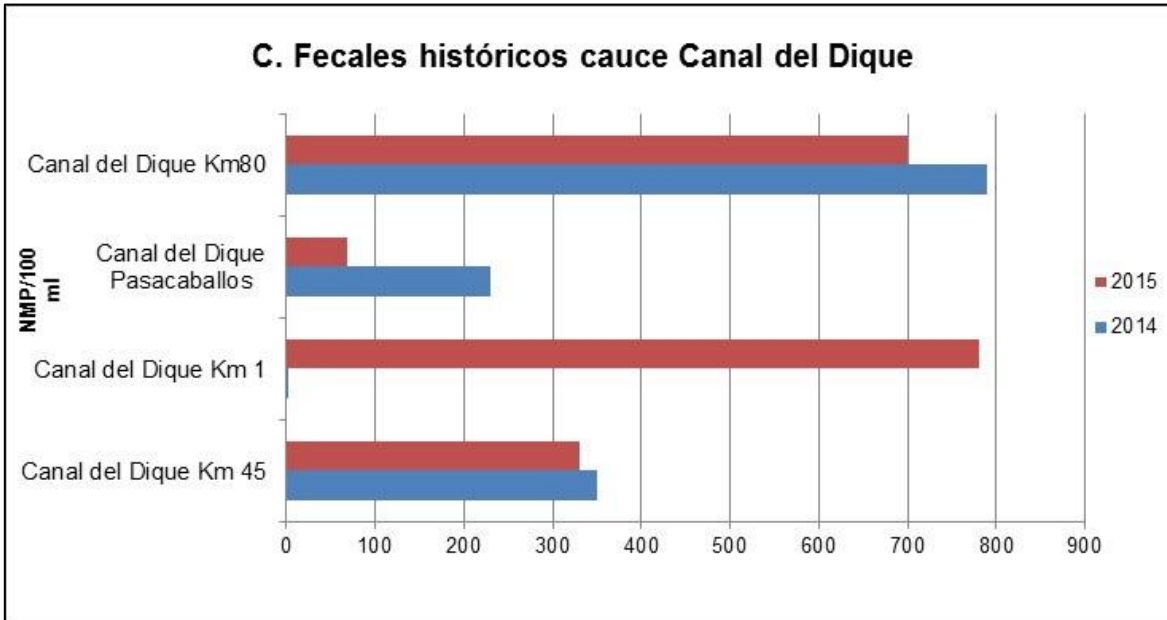
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.538. C. Fecales históricos en otros componentes de la cuenca.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.539. C. Fecales histórico en el Cauce Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.1.1.9 Nitratos (NO<sub>3</sub>)

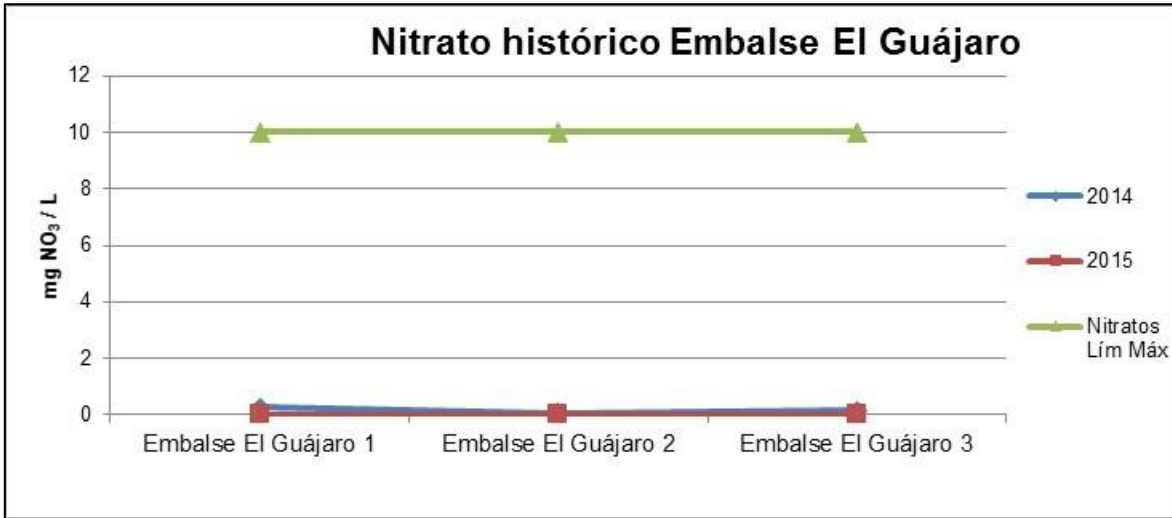
En el tema de las aguas superficiales se consideran aguas contaminadas aquellas con contenido en nitrato superior a 5.0 mg/L indica eutrofia, así como las que manifiestan una tendencia que haga prever la necesidad de medidas de protección. Para este caso de la cuenca se puede ver que la mayoría de los componentes hídricos monitoreados durante las dos temporadas hidrológicas en los años 2014 y 2015, no superan este valor mencionado como referencia general de aguas contaminadas por nitratos. En el Embalse El Guájaro existe un valor límite máximo de 10 mgNO<sub>3</sub>/L establecido como objetivo de calidad por parte de la autoridad ambiental regional competente, al momento de analizar los resultados de éste se puede decir que los valores máximos registrados durante la temporada de 2014 y 2015 son 0.25 y 0.01 mgNO<sub>3</sub>/L y los promedios 0.15 y 0.01 mgNO<sub>3</sub>/L respectivamente; cuyos resultados no superan el límite máximo establecido por la corporación (ver **Figura 3.540**).

Los otros componentes de la cuenca registran valor máximo y promedio de concentraciones en el parámetro Nitratos durante las temporadas monitoreadas de 2014 y 2015 de 7.64 y 1.48 mgNO<sub>3</sub>/L presentados en Ciénaga Larga, y los promedios de 0.79 y 0.15 mgNO<sub>3</sub>/L respectivamente. Lo anterior deja ver que los valores de este contaminante se encuentra en concentraciones bajas para este cuerpo de agua en la temporada de 2015 ya que no supera los valores de referencia pero en el monitoreo realizado durante el año 2014 se puede decir que está indicando bajo nivel de eutrofia y de no ser controlado puede llegar al grado de eutrofización del cuerpo de agua al pasar el tiempo sin control alguno (ver **Figura 3.541**).

En el cauce Canal del Dique también existen los objetivos de calidad que establecen el límite máximo de concentración para los Nitratos igual a 10 mgNO<sub>3</sub>/L usado como referencia

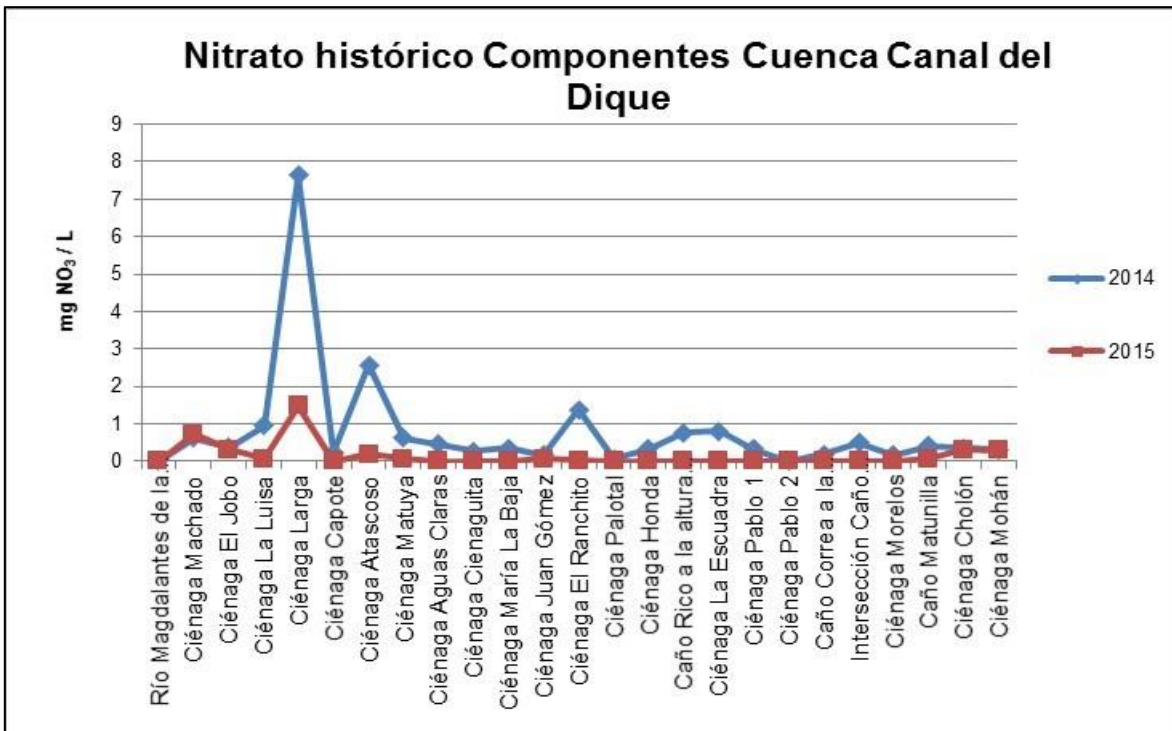
para comparar los valores resultados de los monitoreos realizados en este. De ello se puede decir que las concentraciones máximas medidas en los cuatro puntos estudiados durante los años 2014 y 2015 fueron 0.5 y 0.2 mgNO<sub>3</sub>/L con promedios de 0.2 y 0.1 respectivamente; lo que quiere decir que el Canal del Dique cumple con el objetivo de calidad establecido para el parámetro de Nitratos (ver **Figura 3.542**).

**Figura 3.540. Nitratos históricos en el Embalse El Guájaro.**



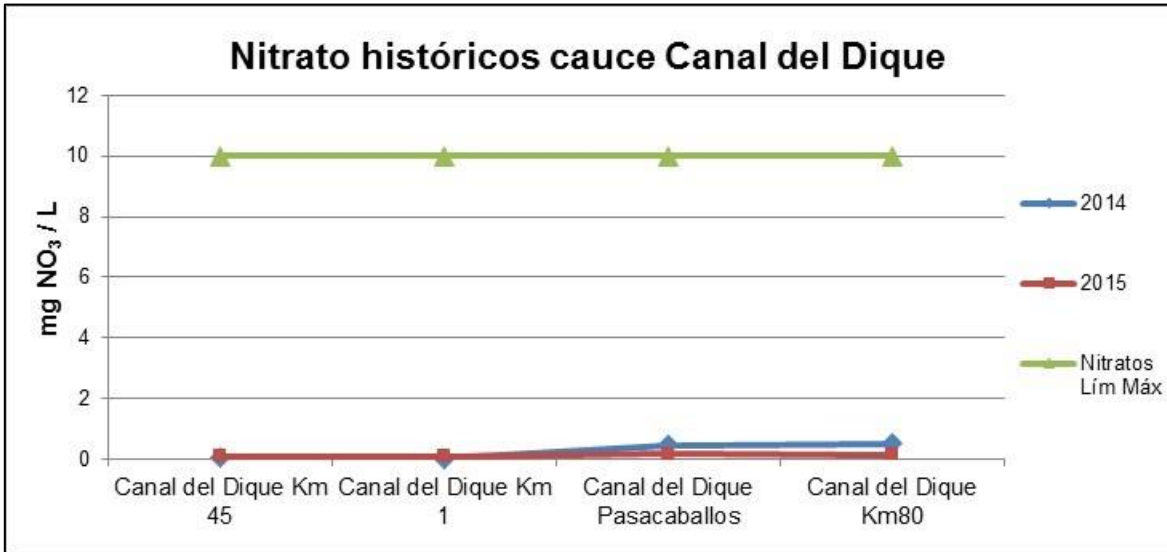
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.541. Nitrato histórico en otros componentes de la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.542. Nitrato histórico Cauce Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.8.1.1.10 Fosforo Total (PT)

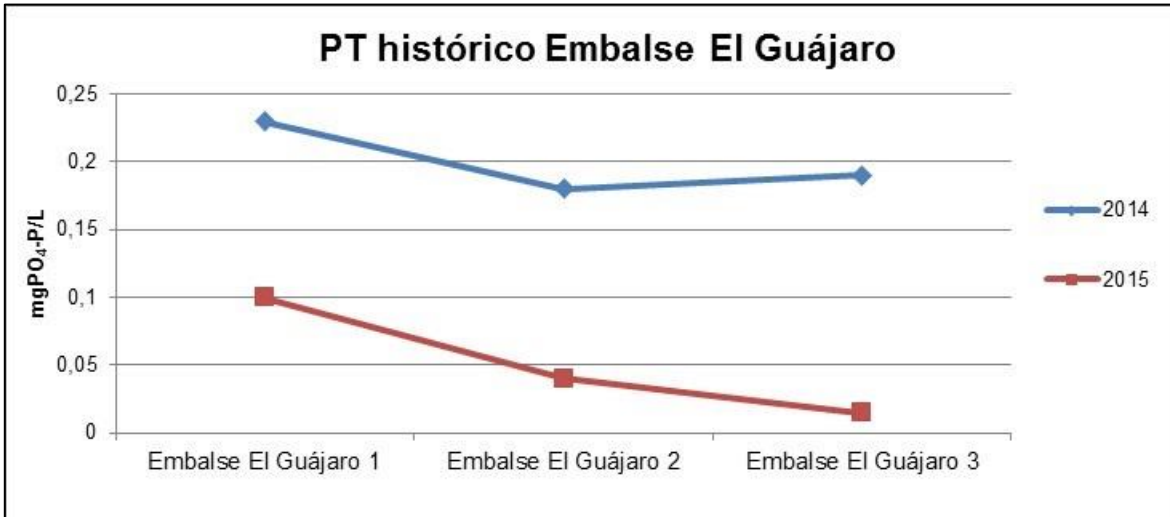
Las concentraciones de Fosforo total en los componentes hídricos de la cuenca fueron medidas en unidades de  $\text{mgPO}_4\text{-P/L}$ , es válido saber que concentraciones de este parámetro por encima de  $0.1\text{mg/L}$  indican eutrofia. En Embalse el Guájaro durante las dos temporadas comprendidas entre el año 2014 y 2015 se obtuvo valores máximos de  $0.25$  y  $0.01\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$  con promedios de  $0.15$  y  $0.01\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$  respectivamente en cada campaña de monitoreo realizada. Los resultados obtenidos en los tres puntos de este embalse durante el año 2014 fueron mayores a los registrados del año 2015. El punto 1 del Embalse el Guájaro fue donde se midieron las concentraciones más altas de las dos campañas realizadas (ver **Figura 3.543**).

Para el fosforo presente en los otros cuerpos de agua como ciénagas, caños o puntos de intersección entre recursos hídricos de la cuenca, se registraron valores máximos en los años 2014 y 2015 de  $0.36$  y  $0.86\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$  respectivamente y promedios por debajo de  $0.17\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$ . En su mayoría las concentraciones medidas durante la temporada de 2014 son más altas que las medidas en el año 2015, pero en términos generales este parámetro en la mayoría de los recursos lenticos se encuentra presente e indican niveles bajos de eutrofia (ver **Figura 3.544**).

Los cuatro puntos medidos en el Cauce Canal del Dique reportaron valores máximos de  $0.26$  y  $0.27\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$  Km 45 y Pasacaballos, promedios de Fosforo total en los años 2014 y 2015 de  $0.23$  y  $0.15\text{ mgPO}_4\text{-P/L}$  respectivamente. En los resultados de fósforos obtenidos de los puntos monitoreados en el Cauce del canal solo en el Km 80 las concentraciones del año 2015 superan las concentraciones determinadas en año 2014, el resto de puntos (Pasacaballos, Km1, Km 45) se comporta a lo contrario posiblemente por algún evento atípico presentado en la región que haya permitido este resultado (ver **Figura 3.545**).

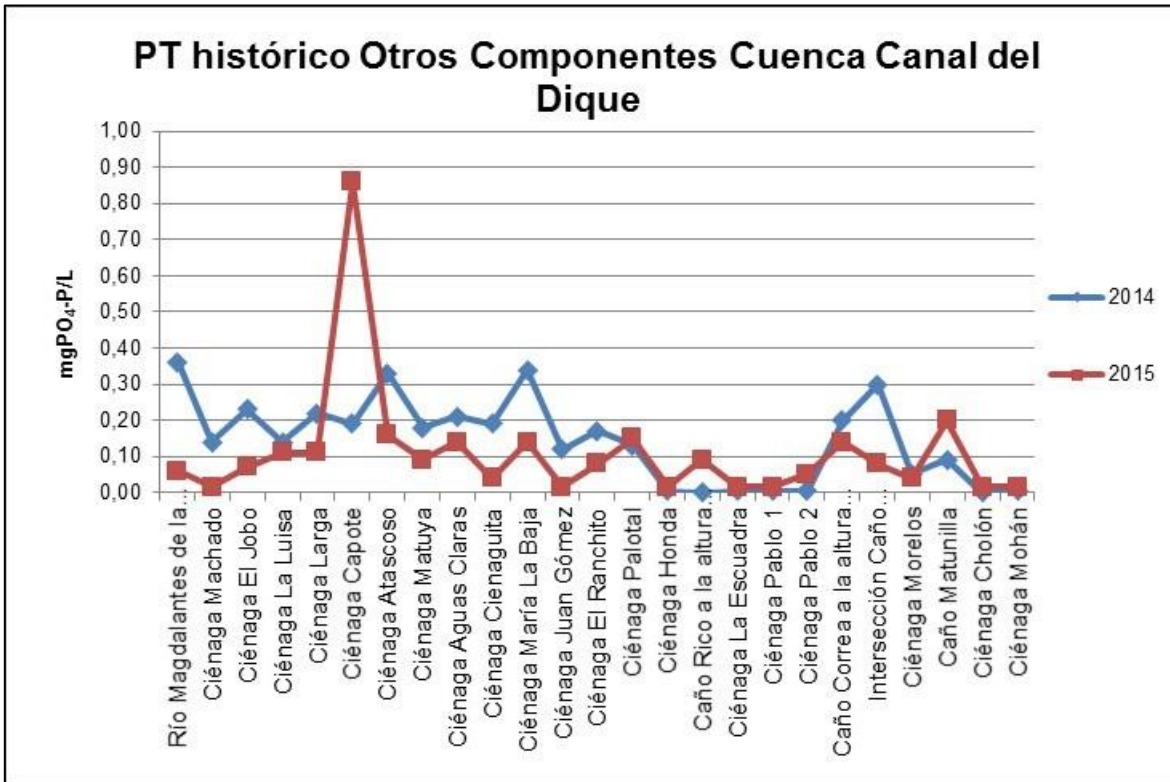


Figura 3.543. PT histórico Embalse el Guájaro.



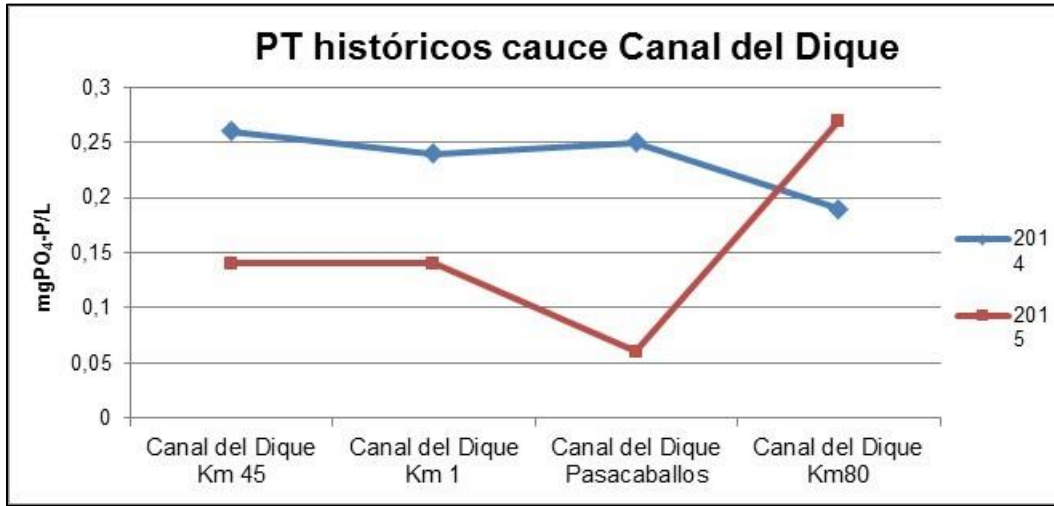
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.544. PT histórico otros componentes de la cuenca.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.545. PT histórico Cauce Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Seguido de los datos anteriormente descritos en este capítulo se puede decir que a pesar de que algunos parámetros sobrepasan los límites establecidos en los objetivos de calidad por parte de las autoridades ambientales, las redes de monitoreo de calidad del agua existentes en la Cuenca Canal del Dique por parte de las autoridades competentes como la CRA, CARDIQUE realizan los seguimientos normativos necesarios establecidos en cuanto a variables monitoreadas, cuentan con las condiciones para los laboratorio de toma de muestras y análisis acreditados, relacionados con el cálculo adecuado del Índice de Calidad del Agua. El **Anexo 3.8.1** contiene los datos históricos de parámetros monitoreados por redes de monitoreo en la cuenca.

### 3.8.2 Actividades que se Desarrollan Dentro de la Cuenca que Generan Vertimientos

Los impactos ambientales generados a los recursos hídricos están muy relacionada con acciones antrópica, los cuales afectan tanto en términos de cantidad del agua como en las condiciones de calidad y en su variación espacio-temporal. La intensidad y extensión de esos cambios está determinada por las características propias de estas dinámicas en el marco de los procesos del ciclo hidrológico. El crecimiento de la población y el desarrollo económico están asociados al incremento de la producción de aguas residuales y residuos vertidos, los cuales se convierten en fuentes potenciales de contaminación del aire, del agua y el suelo.

Las actividades productivas generadoras de vertimientos registradas en el área total de la cuenca ante las corporaciones ambientales pertinentes de cada zona, están relacionadas con aquellas de tipo agropecuaria y agroindustriales entre ellas Doméstico con tratamiento y sin conexión al Alcantarillado, Producción de Camarón y Tilapia, Mataderos, Avícola, Cuero Exótico, Acuícola, Pesca Marítima, Estación de Servicio, Servicios de Salud, Acopio de Leche, Servicios Públicos. La descripción de los vertimientos existentes en la cuenca de acuerdo a información oficial entregada por las autoridades ambientales competentes en cada sector de se relacionan en la **Tabla 3.208**. Estos a su vez de acuerdo a su ubicación geográfica se presentan en la **Figura 3.546**.

Tabla 3.208. Vertimientos generados en el área de la cuenca.

ID	LUGAR DE VERTIMIENTO	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		SUBCUENCA	EMPRESA / USUARIO	TIPO DE INDUSTRIA	MUNICIPIO	CARGA		STAR
		LATITUD	LONGITUD					DBO <sub>5</sub>	SST	
1	Arroyo Paso el Medio	10° 00'27,26"	75°19' 29,93"	Complejo María La Baja	Alcaldía Municipal de María La Baja (doméstico)	Doméstico	María la Baja	747720	571320	Lagunas de Estabilización (Oxidación)
2	Arroyo Polón	10° 15' 58,3"	75° 26' 37,9"	Arroyo Cabildo o Grande	Alcaldía Municipal de Turbaná (doméstico)	Doméstico	Turbaná	231480	176760	Ninguno
3	Arroyo Grande	10° 16' 13,4"	75° 01' 16,6'	Ciénaga Jobo - Negros	Alcaldía Municipal de Arroyohondo (doméstico)	Doméstico	Arroyohondo	154080	117720	Ninguno
4	Arroyo Grande	10° 15' 27,5"	75° 01' 12,6"	Ciénaga Jobo - Negros	Alcaldía Municipal de Arroyohondo (doméstico)	Doméstico	Arroyohondo			
5	Canal del Dique	10° 19' 54,2"	74° 58' 20,0"	FUERA DE LA CUENCA	Alcaldía Municipal de Calamar (doméstico)	Doméstico	Calamar	362520	276840	Ninguno
6	Arroyo Grande de Mahates	10°13' 56,42"	75°10' 58,46"	Ciénagas Capote - Tupe	Alcaldía Municipal de Mahates (doméstico)	Doméstico	Mahates	401040	306360	Ninguno
7	Arroyo Grande de Mahates	10°14' 21,77"	75° 11'09,97"	Ciénagas Capote - Tupe	Alcaldía Municipal de Mahates (doméstico)	Doméstico	Mahates			
8	Canal del Dique	1°644.100	889.250	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Alcaldía Municipal de San Cristóbal (doméstico)	Doméstico	San Cristóbal	103680	79200	Lagunas de Estabilización (Oxidación). No opera
9	Canal del Dique	10° 23' 18,6"	75° 08' 31,7"	Canal del Dique	Alcaldía Municipal de San Estanislao (doméstico)	Doméstico	San Estanislao	252720	192960	Ninguno
10	Canal del Dique	10° 22' 35,3"	75° 08' 37,0"	Canal del Dique	Alcaldía Municipal de Soplaviento (doméstico)	Doméstico	Soplaviento	131400	100440	Ninguno
11	Arroyo Cucumán	10° 19' 32,3"	75 °23' 54,5"	Arroyo Cabildo o Grande	Alcaldía Municipal de Turbaco (doméstico)	Doméstico	Turbaco	448992	343008	Ninguno
12	Arroyo Caimital	10° 14' 21,5"	75° 21' 16,0"	Arroyo Caimán	Alcaldía Municipal de Arjona (doméstico)	Doméstico	Arjona	1149120	877680	Ninguno
13	Canal del Dique	10° 12' 5,8"	75° 30' 55,4"	Delta Canal del Dique	ACUAMARES El Recreo	Producción de Camarón	Cartagena	4500	63000	Ninguno
14	Caño de Matunilla	10° 10' 10,8"	75° 31' 34,3"	Canal del Dique	CI OCEANOS CAMCAR (actualmente, diciembre de 2016, en proceso de renovación de permiso de vertimiento)	Producción de Camarón	Cartagena	9900	514000	Ninguno
15	Canal del Dique	10° 9' 24,6"	75° 31' 21,7"	Delta Canal del Dique	CI OCEANOS COLACUA (actualmente, diciembre de 2016, en proceso de renovación de permiso de vertimiento)	Producción de Camarón	Cartagena	63100	215300	Ninguno
16	Canal del Dique	10° 9' 53,7"	75° 31' 32,4"	Delta Canal del Dique	CI OCEANOS COLACUA (actualmente, diciembre de 2016, en proceso de renovación de permiso de vertimiento)	Producción de Camarón	Cartagena			Ninguno
17	Canal del Dique	10° 9' 21,8"	75° 31' 45,4"	Delta Canal del Dique	CI OCEANOS COLACUA (actualmente, diciembre de 2016, en proceso de renovación de permiso de vertimiento)	Producción de Camarón	Cartagena			Ninguno

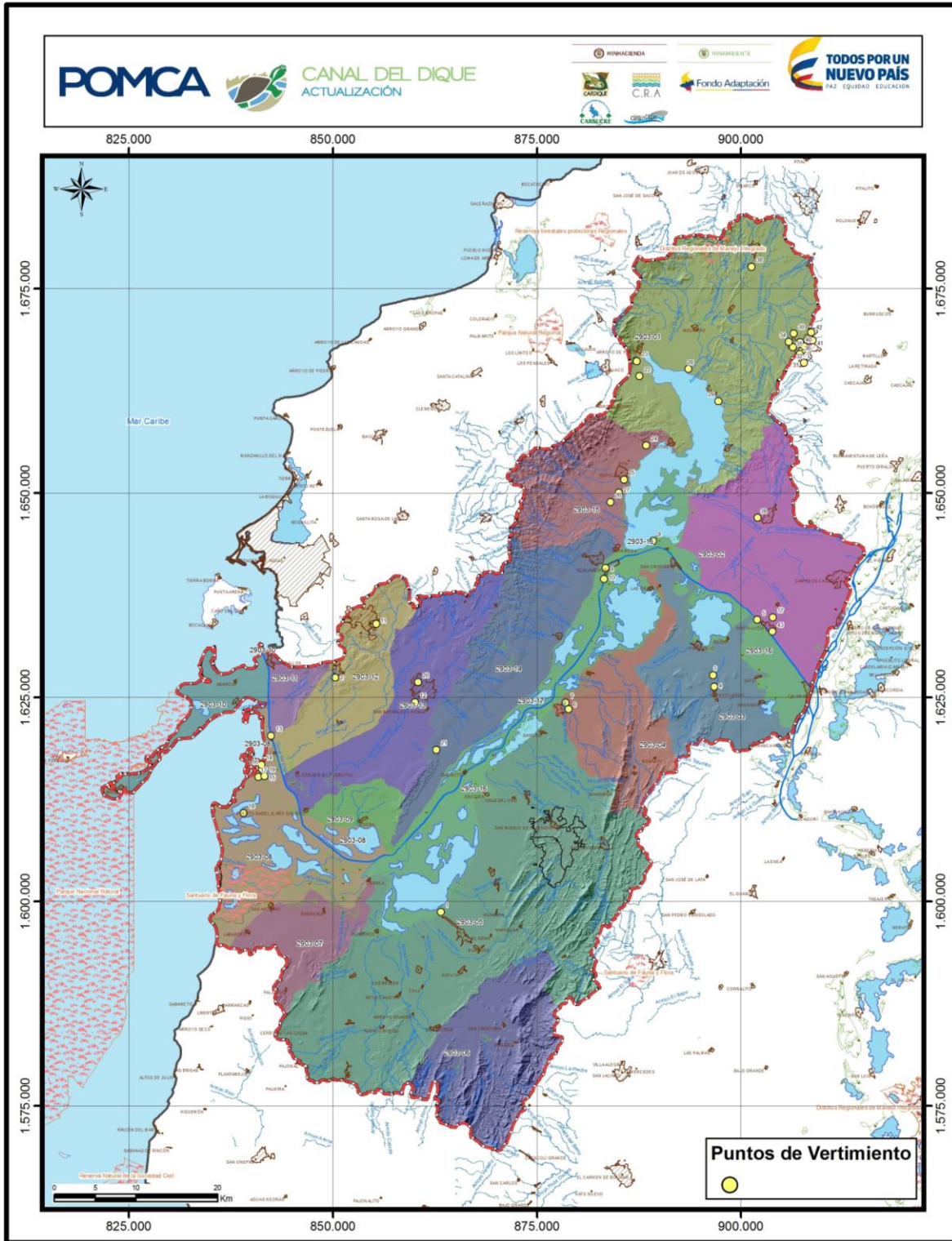
ID	LUGAR DE VERTIMIENTO	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		SUBCUENCA	EMPRESA / USUARIO	TIPO DE INDUSTRIA	MUNICIPIO	CARGA		STAR
		LATITUD	LONGITUD					DBO <sub>5</sub>	SST	
18	Bahía de Brabocoas	10,116,141	-75,545,818	Delta Canal del Dique	CI PROA LTDA / antes PROACUICOLA	Producción de Camarón	Cartagena	3200	4700	Ninguno
19	—	10° 11' 07"	75° 31' 27"	Delta Canal del Dique	Maricultura del Caribe	Producción de Camarón	Cartagena	4600	4500	Ninguno
20	—	10° 15' 41.4"	75° 21' 05.1"	Arroyo Caimán	Frigo Arjona	Matadero	Arjona	3700	2100	Ninguno
21	—	10°11'12.52"	75°19' 50.84"	Ciénaga Aguas Claras	Campollo	Avícola	Arjona	74000	7000	DAF - UASB
22	Embalse del Guájaro	1664265,913	887553,8684	Norte Embalse Guájaro	Zoocriadero Exotika Leather S.A (antes BETLAHEM Y CI ZOOBEM S.A)	Cuero Exótico	Luruaco	5120.4	3168.2	Lagunas de oxidación
23	Embalse del Guájaro	10°37'2,93"	75°06'29,16"	Norte Embalse Guájaro	Finca Acuicola España	Acuícola	Luruaco	2135.8	1244.2	Laguna de sedimentación y oxidación e instalación de tuberías de recirculación
24	Embalse del Guájaro	10°31' 27.4"	75°05' 49.1"	Occidental Embalse Guájaro	Acuacultivos Los Gallitos	Producción de Camarón	Repelón	2549.5	9998.0	Lagunas de oxidación mediante el sistema de oxidación facultativa
25	Arroyo Zapata -Embalse del Guájaro	10° 29' 11.5"	75° 07' 18.4"	Occidental Embalse Guájaro	Empresa de Aguas, Alcantarillado y Aseo De Repelón	Alcantarillado	Repelón			3 Lagunas de Oxidación
26	Arroyo El Banco & Embalse El Guájaro	10°27'41.82"	75°8' 12.11"	Occidental Embalse Guájaro	Zoocriadero Agrozoocria	Cuero Exótico	Repelón	38133.5	7931.5	PTAR (trampa de grasas y aceites, laguna de sedimentación, lagunas de oxidación)
27	Embalse del Guájaro	1650012,313	885014,441	Occidental Embalse Guájaro	Zoocriadero Zooagro	Cuero Exótico	Repelón	503.2	802.0	Pre-tratamiento para remoción de sólidos y grasas
28	Arroyo Molinero & Embalse El Guájaro	10°36' 32.8"	75° 03' 00.9"	Norte Embalse Guájaro	Agropecuaria El Silencio	Pesca Marítima	S/larga	699.8	12497.5	Laguna de oxidación
29	Embalse del Guájaro	10° 34' 25.1"	75°00' 59.6"	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Acuacultivos El Guájaro	Producción de Camarón y Tilapia	S/larga	6923.6	47490.8	Laguna de oxidación
30	Arroyo Cabeza de León-Embalse del Guájaro	10° 38' 54.5"	74° 55' 56.9"	Norte Embalse Guájaro	Triple A Sabanalarga S.A E.S.P Norte (Domestico)	Servicios Públicos	S/larga	60626.3	92655.1	Laguna de Estabilización - Sector Norte
31	Drenaje de Aguas Lluvias	1665900	907700	Norte Embalse Guájaro	Matadero de Sabanalarga Agropecuaria Jaicar	Matadero	S/larga	2329.1	75.4	Trampa de Grasa y Laguna de Oxidación
32	Arroyo Molinero & Embalse El Guájaro	10° 38' 0.00"	74° 56' 0.00"	Norte Embalse Guájaro	Zoocriadero Babilonia	Cuero Exótico	S/larga	461.4	2126.6	Trampa de sólidos y grasas, filtros biológicos, laguna de estabilización y aireación
33	Alcantarillado Sabanalarga	10° 38' 20.0"	74° 55' 29.8"	Norte Embalse Guájaro	Servicentro ESSO Pardo Botero Compañía Ltda.	Estación de Servicio	S/larga	150.1	432.4	Sistema de rejillas y trampas de grasas



ID	LUGAR DE VERTIMIENTO	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		SUBCUENCA	EMPRESA / USUARIO	TIPO DE INDUSTRIA	MUNICIPIO	CARGA		STAR
		LATITUD	LONGITUD					DBO <sub>5</sub>	SST	
								KG/AÑO	KG/AÑO	
34	Alcantarillado Sabanalarga	10° 38' 21.5"	74° 56' 16.0"	Norte Embalse Guájaro	Estación de Servicio Autocentro La Nevada	Estación de Servicio	S/larga	326.9	255.5	Sistema de rejillas y trampas de grasas
35	Alcantarillado Sabanalarga	10° 37' 47.5"	74° 55' 23.0"	Norte Embalse Guájaro	Clínica San Rafael Calle 20 No. 16 - 42	Servicios de Salud	S/larga	739.8	120.2	Sistema Anaerobio - Aerobio y Desinfección
36	Alcantarillado Sabanalarga	10° 37' 33.4"	74° 55' 31.0"	Norte Embalse Guájaro	ESE Hospital de Sabanalarga	Servicios de Salud	S/larga	3260.7	2655.6	Laguna de Oxidación
37	Arroyo Natural que descarga al Canal del Dique	10° 20' 04.4"	74° 57' 17.0"	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Alcaldía Municipal de Santa Lucía (doméstico)	Doméstico	Santa Lucía	35159.5	43949.4	Laguna de Oxidación
38	Arroyo El Pueblo	10° 43' 20"	74° 58' 47"	Norte Embalse Guájaro	Alcaldía Municipal de Usiacurí (doméstico)	Doméstico	Usiacurí			2 Lagunas Anaeróbicas 2 Lagunas Facultativas
39	Canal de drenaje de aguas lluvias	10° 26' 40.5"	74° 58' 19.3"	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Alcaldía Municipal de Manatí (doméstico)	Doméstico	Manatí			2 Lagunas Facultativas 2 Lagunas Maduración
40	Alcantarillado Sabanalarga	10° 38' 03.6"	74° 55' 13.9"	Norte Embalse Guájaro	Central de Urgencias SALUCOOP	Servicios de Salud	S/larga	61.5	125.0	
41	Alcantarillado Sabanalarga	10°38'27.51"	74°54'40.57"	Norte Embalse Guájaro	COOLECHERA Centro de Acopio	Acopio de Leche	S/larga	17671.4	9907.2	Trampa de Grasa, Sedimentador de flujo horizontal
42	Arroyo Molinero & Embalse El Guájaro	10°39'0.04"	74°54'45.27"	Norte Embalse Guájaro	TRANSELCA S.A E.S.P	Servicios Públicos	S/larga	30.7	21.1	Sistema séptico seguido por un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente
43	Canal del Dique	10° 19' 07.8"	74° 57' 18.9"	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Matadero de Santa Lucía (Calle 3 Carrera 3)	Matadero	Santa Lucía	1990.9	564.7	No presenta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.546. Ubicación puntos de vertimientos identificados en la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Teniendo en cuenta los vertimientos producidos en la cuenca se realiza una clasificación de los sectores productivos que los generan, los cuales se tienen en cuenta al momento de realizar los cálculos de las cargas contaminantes y el cálculo del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL).

### 3.8.2.1 Vertimientos del Sector Doméstico

Las actividades productivas o de servicios que se desarrollan en la cuenca, generan descargas de vertimiento principalmente aguas residuales domésticas, que consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas edificadas, también de residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares. De acuerdo a los datos de población registrados en las estadísticas del DANE 2016 actualmente la cuenca cuenta con 451180 habitantes distribuidos en toda el área de ella, habitantes que generan cargas contaminantes de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST derivadas de desechos orgánicos comunes en las actividades domésticas.

Estos vertimientos domésticos de la cuenca en su mayoría son generados por 15 usuarios pertenecientes a las Alcaldías Municipales de María La Baja, Turbaná, Arroyohondo, Calamar, Mahates, Mahates, San Cristóbal, San Estanislao, Soplaviento, Turbaco, Arjona, Santa Lucía, Usiacurí y Manatí; de las cuales solo 5 poseen sistemas de tratamiento lagunar, nueve (9) no tienen sistemas de tratamiento y una (1) San Cristóbal tiene lagunas de estabilización, pero no operan en la actualidad. Los municipios que carecen de plantas de tratamiento ocasionan vertimientos directos a fuentes hídricas pertenecientes a la cuenca generando impactos negativos más altos en cuerpos de agua con la contribución de materia orgánica y nutriente.

### 3.8.2.2 Vertimientos por Beneficio de Café

Según las estadísticas del Ministerio de Agricultura a través de Agronet, en la cuenca no se presentan cultivos de café, es decir, en la cuenca no se produce café dentro de su área. Existen cultivos de este producto en algunos municipios de los departamentos donde se ubica la cuenca como Santa Rosa del Sur, Morales y Tiquisio pero se encuentran por fuera de ella.

### 3.8.2.3 Sacrificio de Ganado

La actividad productiva del sacrificio del ganado es realizada como otro propósito de la ganadería con el fin de satisfacer la demanda del consumo humano generado por la población. La encuesta de Sacrificio de Ganado realizada por el DANE en el primer trimestre del año 2016 con el objeto de suministrar información básica de las tendencias del sector ganadero, producción de carne y para la planificación de la actividad pecuaria en el país por departamento, la participación en el sacrificio de ganado vacuno para los departamentos que hacen parte de la cuenca en el primer trimestre de 2016 se registraron en Atlántico (3.59%), Bolívar (1.93%) y Sucre (1.52%).

Tomando únicamente las referencias de los departamentos que intervienen en la cuenca se tiene que durante el 2016 El Atlántico sacrificó 133,271 cabezas de ganado vacuno,

Bolívar 69,293 cabezas y Sucre 52,618 cabezas con un peso promedio del animal de 392.18 Kg, 405.10 Kg y 419.50 Kg respectivamente. Para el ganado porcino el porcentaje de sacrificio es bajo respecto al sacrificado del ganado vacuno a nivel nacional por lo tanto en el área de la cuenca se cuenta con cifras mínimas.

#### 3.8.2.4 Acuicultura

Esta actividad agroindustrial es realizada desde hace varios años en el área de la cuenca, está centrada en la cría de camarones en ciclo controlado, cultivado en piscinas que son llenadas con agua salobre bombeada a través de canales construidos. La producción anual de esta actividad en la zona se estima entre 7.000 y 9.000 toneladas aproximadamente, que en gran parte es para la exportación.

Además de camarones también se cultivan tilapias y otras especies de peces, se realizan pescas marítimas, pero la producción del camarón es la que más número de permisos de vertimientos se registran en este sector ante las corporaciones regionales de la cuenca. Actualmente de los once (11) vertimientos registrados oficialmente solo cuatro (4) registrados a nombre de Finca Acuícola España, Acuacultivos Los Gallito, Agropecuaria El Silencio, Acuacultivos El Guájaro cuentan con tratamiento para las aguas residuales por medio de lagunas de oxidación; el resto de los usuarios productores no poseen sistemas de tratamiento para las aguas residuales que vierten en recurso hídricos como El Canal del Dique, Caño de Matunilla y Bahía de Brabocoas.

#### 3.8.2.5 Zoocría

En la región se presenta el aprovechamiento de algunos recursos faunísticos por medio de la explotación en ciclos controlados de especies con potencial económico gracias a la biodiversidad faunística y las subregiones apropiadas para ello. Un ejemplo de este aprovechamiento se presenta con especies como la reproducción de babillas, iguanas y boas en zoocriaderos ubicados en el departamento del Atlántico.

En la actualidad ante la Corporación Ambiental Regional del Atlántico existen cuatro (4) registros de usuarios dedicados a esta actividad entre los cuales se encuentran Zoocriadero Exotika Leather S.A, Zoocriadero Agrozoocría, Zoocriadero Zooagro, Zoocriadero Babilonia. Cada uno cuenta con sistemas de tratamientos para las aguas residuales de acuerdo a la caracterización de su efluente.

#### 3.8.2.6 Estaciones de Servicio

En este sector se realizan actividades de almacenamiento y comercialización de lubricantes y combustibles en estado líquido y gaseoso para vehículos automotores, prestación de servicios de taller de mecánica, cambiadores de aceite, servitecas y lavado vehicular.

En la cuenca es muy común encontrar esta actividad en las áreas urbanas, con mayor concentración a los costados de las vías principales. Generalmente, las estaciones de servicio ofrecen gasolina extra y corriente además de ACPM, ambos derivados del petróleo.



Algunas estaciones proveen combustibles alternativos como gas natural y biodiesel, principalmente. Entre los permisos registrados ante las corporaciones se presentan usuarios como Servicentro Esso Pardo Botero Compañía LTDA y Estación De Servicio Autocentro La Nevada, ambas vierten al alcantarillado de Sabanalarga, ubicadas en la subcuenca Norte Embalse Guájaro.

### 3.8.2.7 Vertimientos Difusos

Los vertimientos difusos de la cuenca son derivados de actividades productivas que intervienen en la calidad del agua, pero no son fácilmente caracterizados debido a las difíciles condiciones de canalización e infiltración en los suelos. Estos cambian la composición natural de las corrientes hídricas, los arrastres de contaminantes a lo largo de la cuenca son principalmente asociadas a acciones de tipo agrícola con actividades de producción como cultivos y ganadería.

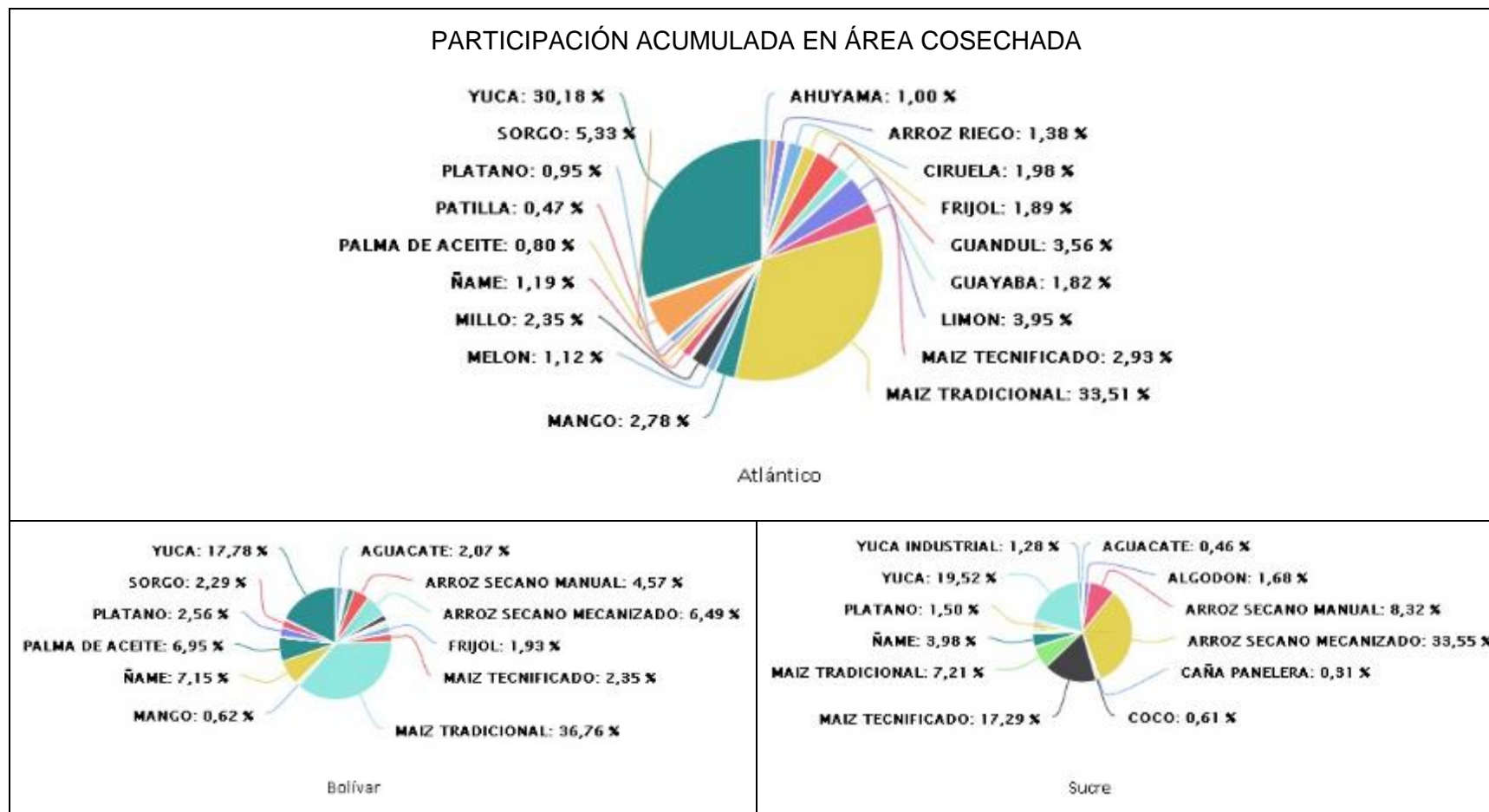
La alteración de la calidad del agua a causa de los vertimientos difusos, se debe a la incorporación de sustancias y partículas removidas de los suelos, por efecto de escorrentía desde sitios donde ocurren las actividades de deforestación y de producción vegetal o animal (cultivos, ganadería, madera, fibras), que tienen como receptores el suelo y posteriormente el cuerpo de agua.

#### 3.8.2.7.1 Vertimientos Difusos por Agricultura y Ganadería

La actividad agrícola en esta cuenca se desarrolla de manera artesanal, para el consumo y con pocos productos comercializables. Durante el proceso de siembra y cosecha de los diferentes cultivos como plátano, yuca, maíz, arroz riego ente otros productos generan vertimientos difusos por la escorrentía de las aguas lluvias que circulan a través de los mismo y la infiltración en los suelos llegando a las corrientes hídricas que conforman la cuenca. Así mismo, el sector agropecuario aporta compuestos tóxicos, provenientes del mal uso de los fertilizantes y plaguicidas en la cuenca.

Las actividades pecuarias presentan vertimientos difusos, los cuales incrementan su carga contaminante en la temporada de lluvia por las descargas de materia orgánica originadas de las excretas del ganado en los suelos, esta actividad es desarrollada de manera extensiva y semi intensiva. El pastoreo continuo, incrementa aún más la posibilidad de carga contaminante difusa al cuerpo de agua ya que es el método convencional de alimentación para el ganado que causa serios problemas de degradación del suelo, afectando también la vegetación. Una fuerte compactación de suelos bajo pastoreo intensivo, reduce la infiltración, incrementan la escorrentía y la cantidad de sedimentos que se arrastran hacia los recursos hídricos existentes en la cuenca. De acuerdo a los datos estadísticos suministrados en la página de Agricultura nacional Agronet la producción acumulada en los departamentos de la cuenca a partir del 2003 hasta el 2014 teniendo en cuenta los diferentes productos se puede ver en la **Figura 3.547**.

**Figura 3.547. Participación de área cosechada en la Región de la Cuenca.**



Fuente: Datos estadísticos de Agricultura nacional Agronet.

### 3.8.3 Estimación de Cargas Contaminantes Vertidas a las Corrientes Principales

En la estimación de cargas contaminantes es necesario tener identificadas las actividades productivas de cada una de las subcuencas con su ubicación y caracterización para que de esta manera se pueda determinar la carga asociada a las concentraciones posiblemente vertidas en el recurso hídrico. En este caso se consideraron el sector Doméstico, Aurícula, Sacrificio de Ganado, Otras Industrias.

Teniendo en cuenta que la mayor parte de la población no dispone de servicio de alcantarillado o de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas (STAR), se realizó la estimación de cargas derivadas de esta actividad teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Vertimientos de empresas productoras registradas ante las corporaciones Autónomas como CRA y CARDIQUE.
- Cargas contaminantes según Liquidación de Tasa retributiva de los usuarios de las subcuencas registradas para cobro por parte de la CRA y CARDIQUE (Información suministrada por las Corporaciones).
- Determinación de la población de las cabeceras municipales y el área rural a partir de la información obtenida en el DANE 2005 y los cálculos detallados en el análisis socioeconómico. En la **Tabla 3.209** se muestra la distribución de habitantes de acuerdo a cada subcuenca.

**Tabla 3.209. Distribución de habitantes en las subcuencas.**

CÓDIGO	SUBCUENCA	HABITANTES
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	17896
2903-01	Norte Embalse Guájaro	68009
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	27977
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	18860
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	7052
2903-13	Arroyo Caimán	63665
2903-06	Represas Playón y Matuya	2409
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	47865
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	7936
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	67486
2903-05	Complejo María La Baja	65234
2903-08	Delta Canal del Dique	2813
2903-07	Sur Delta	3450
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	22957
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	13455
2903-10	Barú	9754
2903-17	Canal del Dique	4362

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- Adopción factores de vertimiento de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud.
- Porcentaje de población conectada a pozo séptico y Alcantarillado.
- En la actualidad en la cuenca, aunque existen Plantas de beneficio Animal (mataderos) no hay información reciente de todos los vertimientos puesto que la mayoría de estas Plantas no han cumplido con las metas de carga y algunas se encuentran en estos momentos sancionadas por la respectiva Corporación.
- Información relacionada con producción y coberturas en la cuenca obtenida de sitios oficiales.
- Para determinar las cargas relacionadas al sacrificio de ganado fue necesario realizar una estimación del índice de consumo de ganado en pie de la cuenca destinadas a consumo y/o autoabastecimiento de la población teniendo en cuenta la siguiente información:
- Datos estadísticos del DANE acerca del consumo de ganado en pie registrado en los departamentos que integran la cuenca.
- Número total poblacional de los municipios que conforman la Cuenca Canal del Dique.
- Factor de consumo per cápita de ganado en la población existente en la cuenca calculado a partir del consumo registrado en los datos estadísticos del DANE entre la población de la cuenca dando como resultado 0.02 Kg/habitante año.

Respecto a las cargas relacionadas para el beneficio de café, se investigó obteniendo como resultado que las coberturas y/o áreas cultivadas dentro de la cuenca son nulas. Teniendo en cuenta la información contenida en páginas oficiales del ministerio de agricultura en la cuenca no se produce café dentro de su área. Existen cultivos de este producto en algunos municipios de los departamentos donde se ubica la cuenca, pero se encuentran por fuera de esta.

En la **Tabla 3.210** se muestran las cargas para cada subcuenca, según los parámetros necesarios para la generación del Índice de Alteración Potencial de Calidad del Agua (IACAL).

**Tabla 3.210. Cargas Contaminantes por subcuencas según parámetros del IACAL.**

CÓDIGO	SUBCUENCAS	CARGAS (TON/AÑO)				
		DQO	DBO	SST	NT	PT
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	228.42	201.06	296.20	0.25	0.00
2903-01	Norte Embalse Guájaro	1631.20	86.12	555.14	127.87	35.90
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	381.06	281.29	538.08	2.60	0.62
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	299.03	166.21	374.10	10.21	2.84
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	88.80	49.36	113.40	0.05	0.00
2903-13	Arroyo Caimán	972.74	540.57	1222.88	29.20	8.10
2903-06	Represas Playón y Matuya	30.33	16.86	38.74	0.02	0.00
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	988.47	44.96	584.51	64.60	18.02



CÓDIGO	SUBCUENCAS	CARGAS (TON/AÑO)				
		DQO	DBO	SST	NT	PT
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	163.69	91.01	200.05	10.32	2.88
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	1087.37	441.56	909.39	39.36	10.96
2903-05	Complejo María La Baja	1255.25	282.97	1548.20	71.47	20.01
2903-08	Delta Canal del Dique	149.76	98.05	335.17	0.04	0.00
2903-07	Sur Delta	44.04	24.50	55.75	0.05	0.00
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	510.25	322.62	637.98	35.73	10.03
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	169.43	94.19	216.36	0.09	0.00
2903-10	Barú	122.82	68.28	156.84	0.07	0.00
2903-17	Canal del Dique	103.06	58.89	621.69	5.37	1.50
Total de carga en la cuenca		8225.72	2868.51	8404.47	397.30	110.86

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las cargas máximas de DQO, NT y PT en toda la cuenca son producidas en la subcuenca Norte Embalse el Guájaro, cabe anotar que en esta parte de la cuenca se registran oficialmente quince vertimientos relacionados con actividades de Servicios públicos, Servicios de salud, Estaciones de servicio, sector doméstico, acopios de leche, cueros exóticos, pesca marítima y Acuicultura. La carga máxima de DBO<sub>5</sub> y SST es producida en las subcuencas Arroyo Caimán y Complejo María la Baja respectivamente.

Las cargas mínimas de todos los parámetros calculados en este capítulo son producidos en la subcuenca Represas Playón y Matuya donde no se registran vertimientos de ningún tipo de actividad productiva o antrópica, esto además de ser una zona con objetivos de calidad destinados al consumo humano tiene usos limitados, razones por las cuales esta sea la subcuenca con menor producción de carga contaminante de toda la cuenca.

En la **Figura 3.548** se muestran las cargas contaminantes totales por parámetro producto del aporte generado por los diferentes sectores productivos en la Cuenca Canal del Dique la cual se encuentra compuesta de mayor a menor concentración por 8404.47 Ton/año de Sólidos Suspendidos Totales (SST), 8225.71 Ton/año en Demanda Química de Oxígeno (DQO) y 2868.5 Ton/año de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), en menor proporción el Nitrógeno Total (NT) con 397.3 Ton/año y finalmente el Fósforo (PT) con 110.8 Ton/año.

Los valores de los aportes por cargas contaminantes generadas por cada uno de los sectores productivos en la cuenca se encuentran relacionados en la **Figura 3.549**. En términos de sectores productivos se puede decir que el mayor generador es el sector doméstico, cuya carga está compuesta por 8006.73 Ton/año de DQO, 7460.63 Ton/año de Sólidos Suspendidos Totales, 2588.85 Ton/año de DBO<sub>5</sub>, 339.364 Ton/año de Nitrógeno Total y 110.86 Ton/año de Fósforo Total.

En segundo lugar, se encuentra la producción carga contaminante del sector Acuicultura en la que resalta el parámetro Sólidos Suspendidos con 872 Ton/año, seguido la DQO con 147.39 Ton/año, por último, la carga de DBO<sub>5</sub> con 97.61 Ton/año y las cargas de Nitrógeno y Fósforo son de 0 Ton/año. En tercer lugar, el Sector Sacrificio de ganado es el genera cargas contaminantes en la cuenca con valores para DQO de 71.60 Ton/año, DBO<sub>5</sub> de

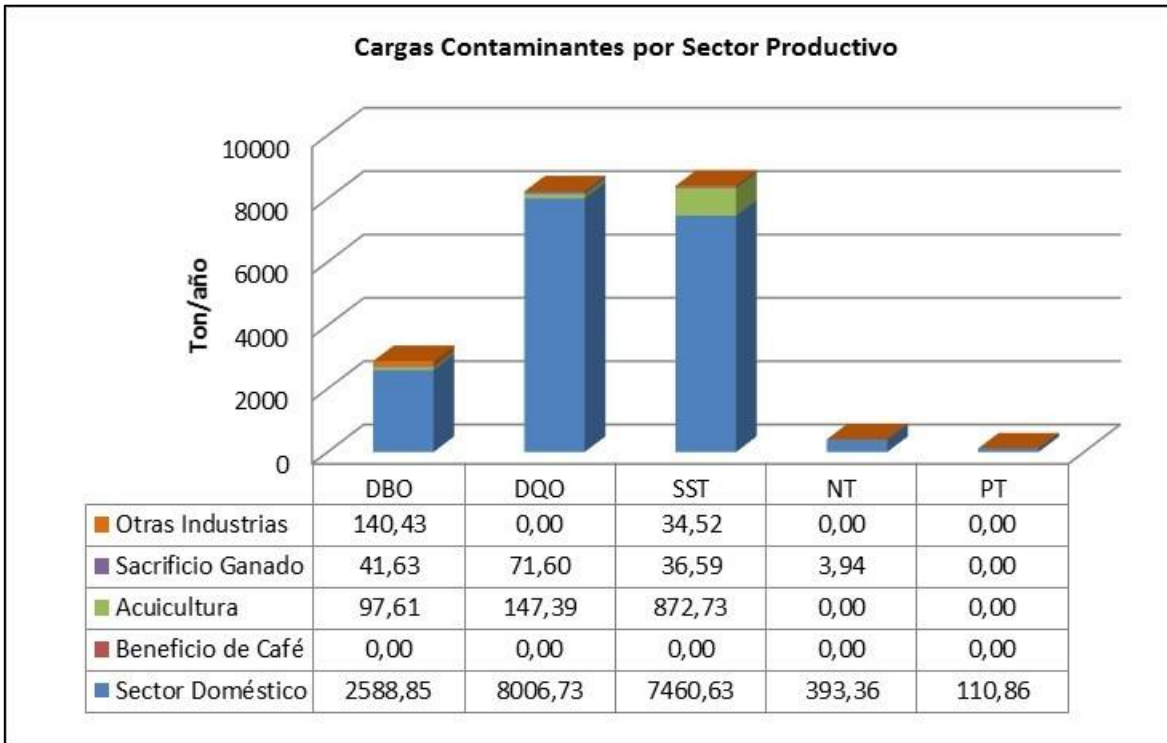
41.63 Ton/año, Sólidos Suspendidos Totales de 36.59 Ton/año, el Fósforo y Nitrógeno Total con 0 y 3.94 Ton/año respectivamente.

**Figura 3.548. Carga total por parámetro generada en la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.549. Cargas contaminantes generadas por sectores productivos en la cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Finalmente, el Sector Otras industrias compuesto por los servicios de Alcantarillado, estaciones de Servicio, servicios de Salud, Cuero Exótico; generador de cargas contaminantes como 140.43 Ton/año de DBO<sub>5</sub> y 34.52 de Ton/año SST. El Sector Beneficio de Café no genera cargas contaminantes para esta cuenca. El **Anexo 3.8.2** contiene la matriz de cálculo donde se determinaron cada una de las cargas contaminantes descritas en este capítulo.

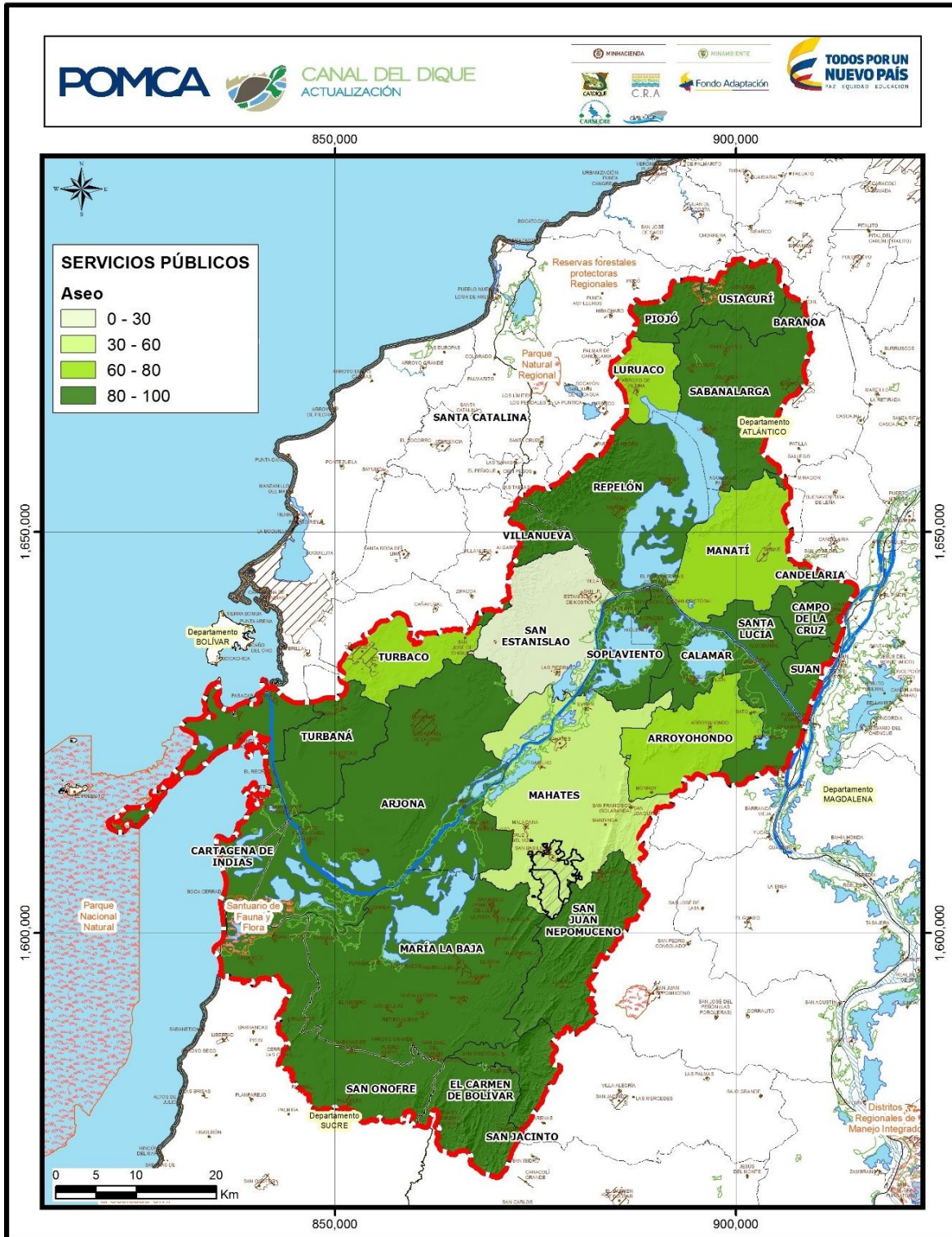
### 3.8.4 Descripción y Análisis de Factores de Contaminación en Aguas y Suelos Asociados al Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Ordinarios en la Cuenca

#### 3.8.4.1 Servicio de Aseo y Disposición Final de Residuos Sólidos

El 78% de los municipios pertenecientes a la Cuenca Canal del Dique cuentan con el servicio de aseo con cobertura en las cabeceras municipales igual o mayor al 80%, entre los cuales se encuentran Baranoa, Campo de la Cruz, Candelaria, Manatí, Piojó, Repelón, Sabanalarga, Santa Lucía, Suan, Usiacurí, Distrito Cartagena, Arjona, Calamar, El Carmen de Bolívar, María la Baja, San Cristóbal, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Soplaviento, Turbaná, Villanueva y San Onofre (ver **Figura 3.550**).

Las bajas coberturas del servicio de Aseo se ven reflejada en el 22% de los municipios restantes y especialmente en las zonas rurales. En estas últimas las familias recurren con mucha frecuencia a la quema de sus desechos sólidos a las afueras de sus viviendas. En estas zonas predomina la proliferación de basureros satelitales en zonas periféricas del área cercanos en algunos casos a fuentes de agua, lo que convierte dichos basureros en focos de contaminación y riesgo biológico. Adicionalmente se presenta el consumo de aguas contaminadas y residuos de basura por parte de muchos animales menores que luego son sacrificados para consumo humano, lo que aumenta los riesgos de padecimiento de enfermedades en la población general.

**Figura 3.550. Cobertura de aseo en cabeceras municipales Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.8.4.2 Disposición Final de Residuos Sólidos

De acuerdo con la normativa vigente como el Decreto 838 de 2005, Decreto 2820 de 2010, Resolución 1890 de 2011, los sistemas de disposición final contabilizados como autorizados son: relleno sanitario, planta integral y celda de contingencia. Por su parte, los sistemas contabilizados como no autorizados son: celda transitoria, botadero a cielo abierto, enterramiento, vertimiento a cuerpos de agua, quema de los residuos sólidos y todo aquel que no cumpla con las definiciones y autorizaciones establecidas y requeridas en la norma ambiental.

Con base en la información contenida en los Planes de Desarrollo Municipales 2016-2019, los Esquemas y Planes de Ordenamiento Territorial, El Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos elaborado en el año 2015 por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y las entrevistas adelantadas con algunas Secretarías de Planeación Municipales, se presenta la situación de la disposición final de residuos sólidos para los 28 municipios de la Cuenca Canal del Dique.

En la **Tabla 3.211** y **Figura 3.551** se presentan los municipios que disponen los residuos a rellenos sanitarios, el nombre del sitio al cual entregan los residuos y la cantidad de residuos sólidos presentados (Planes de Desarrollo Municipal 2016-2019, Superservicios 2015). En esta tabla se observa que 26 de los 28 municipios disponen sus residuos sólidos en un Relleno Sanitario, el sitio más utilizado por los municipios que conforman la cuenca es el Parque Ambiental Loma de los Cocos, ubicado a 3.4 km del casco urbano de la ciudad de Cartagena con 9 municipios. Seguido del Relleno Sanitario Las Margaritas ubicado a 3.5 km del municipio de Santo Tomás en el departamento del Atlántico donde disponen 5 municipios. En cuanto a cantidad de disposición de residuos, los municipios de Turbaco y Sabanalarga son los que presentan el mayor volumen dispuesto. Excluyendo por supuesto al Distrito Cartagena, cuyo centro poblado principal se encuentra por fuera de la cuenca.

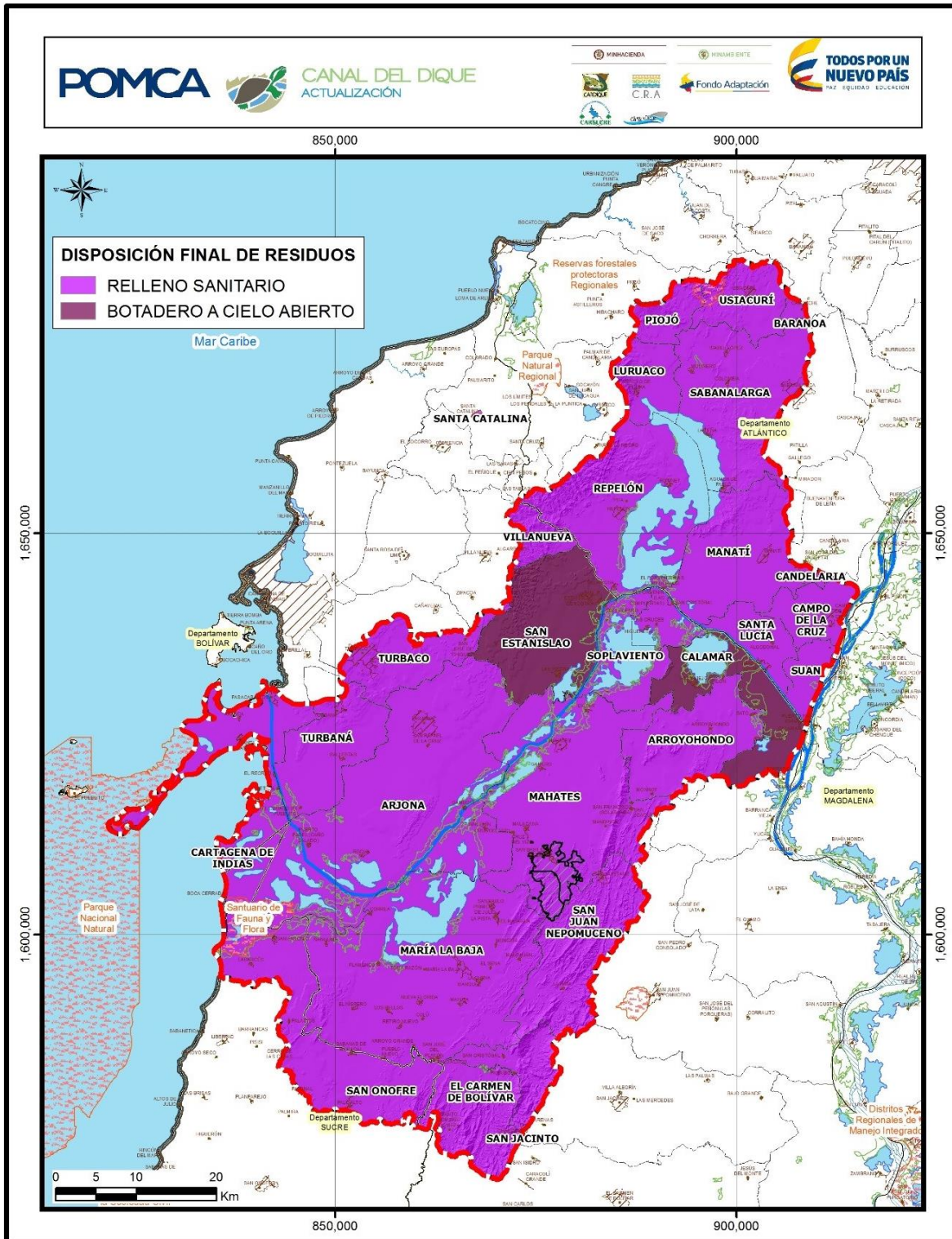
**Tabla 3.211. Municipios con disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios. 2016.**

DPTO	MUNICIPIO	NOMBRE DEL SITIO (MUNICIPIO)	PRODUCCIÓN Ton/día
Atlántico	Baranoa	Relleno Sanitario El Clavo (Palmar De Varela)	39.61
	Campo de la Cruz	Relleno Sanitario Puerto Rico (Baranoa)	7.86
	Candelaria	Relleno Sanitario Las Margaritas (Santo Tomás)	6.52
	Luruaco	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma de los Cocos (Turbaná)	7.62
	Manatí	Relleno Sanitario Las Margaritas (Santo Tomás)	6.08
	Piojó	Relleno Sanitario Parque Ambiental Los Pocitos (Galapa)	2.64
	Repelón	Relleno Sanitario El Clavo (Palmar De Varela)	5
	Sabalarga	Relleno Sanitario Parque Ambiental Los Pocitos (Galapa)	42.49
	Santa Lucia	Relleno Sanitario Las Margaritas (Santo Tomás)	5.14
	Suan	Relleno Sanitario El Clavo (Palmar De Varela)	4.16
	Usiacurí	Relleno Sanitario Las Margaritas (Santo Tomás)	5.41

DPTO	MUNICIPIO	NOMBRE DEL SITIO (MUNICIPIO)	PRODUCCIÓN Ton/día
Bolívar	Arjona	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	26.03
	Arroyohondo	Relleno Sanitario Parque Ecológico El Valle (San Cristóbal)	N.R.
	Cartagena	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	1.039.30
	El Carmen De Bolívar	Relleno Sanitario La Candelaria (Corozal)	25.4
	Mahates	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	3.25
	María La Baja	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	N.R.
	San Cristóbal	Relleno Sanitario Parque Ecológico El Valle (San Cristóbal)	0.8
	San Jacinto	Relleno Sanitario San Jacinto (San Jacinto)	N.R.
	San Juan Nepomuceno	Relleno Sanitario San Jacinto (San Jacinto)	N.R.
	Santa Catalina	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma de Los Cocos (Turbaná)	0.61
	Soplaviento	Relleno Sanitario Parque Ecológico El Valle (San Cristóbal)	0.96
	Turbaco	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	57.13
	Turbaná	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	4.27
	Villanueva	Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma De Los Cocos (Turbaná)	9.36
Sucre	San Onofre	Relleno Sanitario La Candelaria (Corozal)	N.R.

Fuente: Planes de Desarrollo Municipal (2016 – 2019). Informe Nacional de Disposición de Residuos Sólidos. Superservicios 2015 y entrevistas a las Secretarías de Planeación Municipal.

**Figura 3.551. Distribución de sitios de disposición final de residuos sólidos en los municipios de la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el año 2016 dos municipios de la cuenca realizan la disposición de sus residuos en botaderos a cielo abierto, Lo que se ha convertido en un foco permanente de contaminación para la población de estos municipios con sus respectivas implicaciones en la salud. Los municipios en mención son Calamar y San Estanislao (ver **Tabla 3.212**).

**Tabla 3.212. Municipios que disponen los residuos sólidos en botaderos. 2016.**

MUNICIPIO	NOMBRE BOTADERO	Ton
Calamar	Botadero de Trupita.	0.63
San Estanislao	Botadero de San Estanislao.	N.R.

Fuente: Planes de Desarrollo Municipal (2016 – 2019). Informe Nacional de Disposición de Residuos Sólidos. Superservicios 2015 y entrevistas a las Secretarías de Planeación Municipal.

En los corregimientos del Distrito Cartagena que hacen parte de la cuenca, el servicio es prestado por la empresa Aseo Urbano de la Costa S.A, sin embargo, existen varios basureros a cielo abierto, pues el servicio es deficiente (ver **Tabla 3.213**).

**Tabla 3.213. Disposición de residuos en zonas rurales del Distrito de Cartagena pertenecientes a la cuenca.**

CORREGIMIENTOS	CARACTERÍSTICA
Pasacaballos	Se hace recogida domiciliaria 3 veces por semana, 76.36% de las familias utilizan el servicio de recolección del operador, 16.34% dicen quemarlas o enterrarlas y 5.93% prefieren tirarlas a los lotes baldíos.
Santa Ana	Se hace recogida domiciliaria 1 vez por semana. 80.35% utilizan el servicio de recolección del operador; 11.23% dicen quemarlas o enterrarlas y 7.09% prefieren tirarlas a los patios vecinos.
Barú*	Realizan la recolección 2 veces por semana, el 72% dispone los residuos a través de vehículos de tracción animal, el 7% las incinera, el 11% señala enterrarlas.
Ararca	Se hace recogida domiciliaria 1 vez por semana, 33.74% utilizan el servicio de recolección del operador; 24.3% dicen quemarlas o enterrarlas; 41% prefieren tirarlas a los patios vecinos, en lotes enmontados.

Fuente: Puerto Bahía 2009 y \*Fundación Mamonal.

A pesar de que veinticuatro (24) municipios de la cuenca no cuentan con un Relleno Sanitario propio y que en años anteriores la disposición final de los residuos generados en las propias cabeceras municipales se realizaba al aire libre en botaderos satélites localizados en caminos, lotes y arroyos. En los últimos 3 años se ha visto un crecimiento en el reconocimiento sobre la importancia de la preservación de los recursos naturales y la mayoría de los municipios han visto como una alternativa y solución viable la disposición final de los residuos sólidos en rellenos sanitarios regionales, es decir, veintiséis (26) municipios de la cuenca actualmente disponen sus residuos en nueve (9) Rellenos Sanitarios Regionales, de los cuales solo dos (2) se encuentran al interior de la cuenca: Relleno Sanitario Parque Ecológico El Valle (San Cristóbal) y Relleno Sanitario Parque Ambiental Loma de Los Cocos (Turbaná).

De acuerdo con el Plan de Acción Cuatrienal (2016 – 2019) de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), el manejo integral de residuos sólidos, aún presentan desafíos como sigue:



- Si bien la política para el manejo de residuos sólidos de 1998 se fundamentó en la gestión integral del servicio público de aseo, la normatividad, la regulación y las inversiones se han concentrado en fomentar la disposición final adecuada asociada al cierre de botaderos a cielo abierto y la consolidación de rellenos sanitarios regionales; lo que hace necesario desarrollar estrategias, para incorporar temas rezagados en el marco de la gestión integral de residuos como el aprovechamiento, reciclaje y la efectiva minimización en la generación de residuos.
- La necesidad de establecer los costos de los pasivos ambientales asociados a la construcción y operación de rellenos sanitarios, con el fin de identificar los mecanismos de compensación y los respectivos ajustes en el marco técnico y normativo.
- El desarrollo desigual del sector, principalmente asociado con los rezagos de cobertura en municipios pequeños y zonas rurales; concentrado en zonas donde no existen empresas prestadoras o donde se realiza prestación directa.
- La consolidación de la prestación regional del servicio público de aseo y el aumento de estándares de operación de los rellenos sanitarios. Se requiere fortalecer desde el punto de vista técnico y tarifario la creación de infraestructura asociada con la regionalización como estaciones de transferencia, plantas de reciclaje, plantas de compostaje industrial y plantas de manejo y aprovechamiento de escombros.
- La necesidad de acciones concretas en aspectos regulatorios, institucionales y presupuestales que den respuesta a los requerimientos de la Corte Constitucional frente a la inclusión de la población de recicladores; particularmente en términos de obligaciones y financiación de estas acciones en el marco del servicio público de aseo.
- La celeridad en el Estado para realizar las reformas requeridas en el marco tarifario que reconozca la innovación tecnológica y permita la creación de los instrumentos financieros que promuevan el desarrollo del aprovechamiento y reciclaje de residuos domiciliarios en el marco del servicio público de aseo y la innovación tecnológica requerida.
- El debilitamiento institucional de algunas de las autoridades competentes; especialmente en el seguimiento, monitoreo y control del cumplimiento de la licencia ambiental al carecer de suficiente personal y de personal suficiente preparado.

### **3.8.5 Realización Campañas de Monitoreo Calidad del Agua en Diferentes Condiciones Hidrológicas por el Consorcio Canal del Dique Año 2016 y 2017**

Con el propósito de reconocer el estado de la calidad del agua en puntos estratégicos de la Cuenca Canal del Dique se realizaron dos campañas de monitoreo en diferentes épocas hidrológicas, época húmeda (M1) desde el 14 hasta el 22 de noviembre 2016 y época seca (M2) desde el 19 hasta el 28 de enero 2017, determinando las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas (E. Coli) en cada uno de ellos.

### 3.8.5.1 Parámetros Analizados

Durante las dos campañas de monitoreo adelantadas por el consorcio Canal del Dique para el presente estudio, se midieron los parámetros requeridos en la determinación del Índice de Calidad del Agua ICA; aplicando la metodología IDEAM – 2011: Subdirección de Hidrología y Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, ficha metodológica para el cálculo del Índice de calidad del agua (ICA).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados fueron pH. Demanda Química de Oxígeno (DQO). Sólidos Suspendidos Totales (SST), conductividad. Oxígeno Disuelto (OD). Nitrógeno Total (NT), Nitratos (NO<sub>3</sub>), Nitritos (NO<sub>2</sub>), Fósforo Total (PT), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y E. Coli.

### 3.8.5.2 Ubicación y Descripción de los Puntos de Muestreo



Para el desarrollo de las campañas de monitoreo se estudiaron veintiséis (26) puntos ubicados dentro del área correspondiente a la actual delimitación, abarcando parte alta, media y baja de la Cuenca Canal del Dique. En jurisdicción del área administrativa de la Corporación del Atlántico, CARDIQUE y Sucre se ubicaron cinco (5), diecinueve (19) y dos (2) puntos respectivamente. En la **Tabla 3.214** a la **Tabla 3.239** se muestra en detalle la información de cada uno de los puntos monitoreados.

**Tabla 3.214. Descripción punto de muestreo C1 Embalse el Guájaro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Atlántico	<b>MUNICIPIO</b> Luruaco	<b>VEREDA</b> Arroyo Piedra
<b>ID PUNTO</b>	C1	<b>FUENTE</b> Embalse el Guájaro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10°36'22.83"		LONGITUD: 75°4'53.04"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Embalse el Guájaro.		Imagen 2. Embalse el Guájaro.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Arroyo de piedra es un corregimiento de Luruaco que se ubica sobre la vía de la cordialidad que une Sabana Larga con Cartagena, existen también un complejo de canteras de extracción de materiales para construcción y agregados de distintas compañías reconocidas en ese ámbito. Está rodeado por vegetación acuática como buchona, lechuga de agua y juncos.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.215. Descripción punto de muestreo C2 Embalse el Guájaro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Atlántico	<b>MUNICIPIO</b> Sabana Larga	<b>VEREDA</b> La Peña
<b>ID PUNTO</b>	C2	<b>FUENTE</b> Embalse el Guájaro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 34' 52.0"		LONGITUD: 75° 01' 34.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Embalse el Guájaro.		Imagen 2. Embalse el Guájaro.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
En inmediaciones del corregimiento de La Peña, se encuentra el punto de monitoreo C2, sobre el embalse del Guájaro. Es un pequeño poblado de pescadores que se sustentan de la pesca y también de la camaronera El Guájaro que se localiza frente a la isla del embalse. En verano, los pobladores manifiestan que el embalse se recoge a por lo menos cincuenta metros hacia adentro, en cambio en invierno los niveles del embalse pueden llegar a abarcar parte del centro poblado. El agua presenta una apariencia de color verdoso, producto de la presencia de algas las cuales ofrecen esa tonalidad. El sitio de monitoreo corresponde al lugar donde realizan las faenas de pesca los pobladores, este punto se ubica al noreste del embalse y pertenece al municipio de Sabana Larga.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.216. Descripción punto de muestreo C3 Embalse el Guájaro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Atlántico	<b>MUNICIPIO</b> Repelón	<b>VEREDA</b> Rotinet
<b>ID PUNTO</b>	C3	<b>FUENTE</b> Embalse el Guájaro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 30' 37.7"		LONGITUD: 75° 04' 15.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Embalse el Guájaro.			
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCION DEL SITIO</b>			
<p>Esta población es un corregimiento del municipio de Repelón que se encuentra sobre la vía que comunica a Sabana Larga, se localiza en la parte occidental del embalse el cual se encuentra con mucha vegetación macrófita por lo tanto los pescadores deben entrar más hacia el Guájaro para sus faenas de pesca. Particularmente en esta parte se pueden ver gran cantidad de Lotos y enredaderas, En época Seca el agua presento una tonalidad de color tinto debido a los taninos de las plantas.</p>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.217. Descripción punto de muestreo C4 Embalse el Guájaro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Atlántico	<b>MUNICIPIO</b> Manatí	<b>VEREDA</b> Punta Polonia
<b>ID PUNTO</b>	C4	<b>FUENTE</b> Embalse el Guájaro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10°28'54.48"		LONGITUD: 75°4'19.56"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Embalse el Guájaro.		Imagen 2. Embalse el Guájaro.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCION DEL SITIO</b>			
<p>En inmediaciones del corregimiento de La Aguada, se encuentra el punto de monitoreo C4, sobre el embalse del Guájaro en el sitio conocido como "punta Polonia". Se ubica en el extremo oriental del embalse, sus aguas son más claras y frías, en sus alrededores se observa gran cantidad de juncos y macrófitas.</p>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.





**Tabla 3.218. Descripción punto de muestreo C5 Embalse el Guájaro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Atlántico	<b>MUNICIPIO</b> Repelón	VEREDA: Villa Rosa
<b>ID PUNTO</b>	C5	<b>FUENTE</b> Embalse el Guájaro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 25' 42.8"		LONGITUD: 75° 06' 50.8"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Embalse el Guájaro.		Imagen 2. Embalse el Guájaro.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Villa rosa es un poblado que se ubica al sur del embalse el Guájaro sobre la vía que une a Sabana Larga con San Estanislao, el punto se localiza frente la Hacienda El Bajo entre un pasaje de macrófitas, la apariencia del agua es clara con tonalidades marrones y su temperatura al tacto es fresca en época seca.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.219. Descripción punto de muestreo C6 Canal del Dique.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Santa Lucía	VEREDA Santa Lucía
<b>ID PUNTO</b>	C6	<b>FUENTE</b> Canal del Dique	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 19' 39.2"		LONGITUD: 74° 58' 02.2"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Canal del Dique.		Imagen 2. Canal del Dique.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Santa Lucía es un municipio que se ubica en la ribera norte del Canal del Dique, aquí se ubica el punto de monitoreo C6, sobre el canal. El sitio de monitoreo se encuentra aguas abajo del casco urbano del municipio teniendo en cuenta los vertimientos que se hacen en el canal al pasar por este tramo. Las características del agua son: un alto nivel de turbiedad, una fuerte corriente y una profundidad promedio de cuatro metros en época húmeda.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.220. Descripción punto de muestreo C7 Canal del Dique.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Manatí - Santa Lucía	<b>VEREDA</b> Las Compuertas
<b>ID PUNTO</b>	C7	<b>FUENTE</b> Canal del Dique	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 24' 32.2"		LONGITUD: 75° 04' 26.1"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Canal del Dique.		Imagen 2. Canal de Dique.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
<p>Las compuertas es un sitio que se ubica sobre la vía que conduce en el cruce entre Santa Lucía y Villa Rosa, aquí se ubica el punto de monitoreo C7, sobre el Canal del Dique. Allí convergen las aguas del embalse del Guájaro con las del Canal del Dique, es un poblado de pescadores que viven de lo que básicamente produce el embalse, ya que en el canal por su gran actividad de navegabilidad no se puede pescar, así mismo los ecosistemas de la zona han sido desplazados por construcciones de vivienda, por otra parte las características del agua en ese punto son turbias y caudalosas sobre todo en época de lluvias.</p>			


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.221. Descripción punto de muestreo C8 Canal del Dique.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b> Gambote
<b>ID PUNTO</b>	C8	<b>FUENTE</b> Canal del Dique	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 08' 56.2"		LONGITUD: 75° 18' 17.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Canal del Dique.		Imagen 2. Canal del Dique.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
<p>Gambote es un corregimiento del municipio de Arjona, que se encuentra ubicado sobre la vía que de Cartagena comunica con Sincelejo, así mismo por este poblado pasa el Canal del Dique con una extensión de por lo menos un kilómetro, el sitio de monitoreo se localiza aguas abajo del poblado en un sector que comprende un tramo recto de más de 100 metros de ancho y una profundidad promedio de 4 metros. En las características del agua visualmente se aprecia un color turbio así como un caudal considerable.</p>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.222. Descripción punto de muestreo C9 Canal del Dique.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b> Puerto Badel
<b>ID PUNTO</b>	C9	<b>FUENTE</b> Canal del Dique	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 07' 24.3"		LONGITUD: 75° 29' 02.0"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen 1. Canal del Dique.		Imagen 2. Canal del Dique.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Este punto se encuentra ubicado sobre el Canal del Dique aguas abajo del corregimiento de Puerto Badel, los alrededores del sitio de monitoreo pertenecen a fincas agropecuarias, cultivos de plátano y ñame, además de actividades ganaderas. El agua presenta características como alta turbiedad y un alto caudal en ambas temporadas de monitoreo.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.223. Descripción punto de muestreo C10 Canal del Dique.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Cartagena	<b>VEREDA</b> Pasa Caballos
<b>ID PUNTO</b>	C10	<b>FUENTE</b> Canal del Dique	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 18' 08.2"		LONGITUD: 75° 31' 41.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen 1. Canal del Dique.		Imagen 2. Canal del Dique.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El sitio de monitoreo se ubica sobre el Canal del Dique a dos kilómetros de la desembocadura del mar Caribe, así mismo en este sitio se sitúan varias empresas industriales del sector de hidrocarburos tanto de transporte y almacenamiento como de producción.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.224. Descripción punto de muestreo Caño Matunilla.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Cartagena	<b>VEREDA</b> Leticia
<b>ID PUNTO</b>	C11	<b>FUENTE</b> Caño Matunilla	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 10' 33.9"		LONGITUD: 75° 32' 31.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Caño Matunilla.		Imagen 2. Caño Matunilla.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El caño Matunilla es una derivación que hay del Canal del Dique hacia el mar, por ahí transitan embarcaciones camaroneras y pesqueras, locales, así mismo este caño presenta profundidades superiores a los cuatro metros y un alto caudal, es importante mencionar que las faenas de pesca se realizan principalmente en el mar. Otra característica del agua del lugar es que presenta un alto nivel de turbiedad durante las dos campañas monitoreadas.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.225. Descripción punto de muestreo Ciénaga Palotal.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b> Puerto Badel
<b>ID PUNTO</b>	C12	<b>FUENTE</b> Ciénaga Palotal	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 04' 44.9"		LONGITUD: 75° 28' 37.2"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Palotal.		Imagen 2. Ciénaga Palotal.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
La ciénaga Palotal se encuentra en el margen sur del Canal del Dique, en el tramo que pasa por puerto Badel, para ingresar hasta se debe tomar un de los canales que han construido los lugareños para acceder a la ciénaga y realizar sus actividades de pesca. Esta ciénaga presenta unas características apropiadas para la pesca debido al número de embarcaciones que se encontraban en el lugar, así mismo una de las particularidades de sus aguas es que sus tonos son amarillos y se observan poblaciones de plantas subacuáticas.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.226. Descripción punto de muestreo Ciénaga Honda.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b>
<b>ID PUNTO</b>	C13	<b>FUENTE</b> Ciénaga Honda	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 03' 47.9"		LONGITUD: 75° 30' 05.7"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Honda.			
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
<p>La ciénaga Honda se encuentra en los límites del santuario de fauna y flora del Corchal entre los departamentos de Bolívar y Sucre, el ecosistema dominante es de manglares tiempo que la marea sube, las aguas de la ciénaga se mezclan con aguas saladas. Para llegar a este punto se ingresa desde el caño Correa y atravesar un canal estrecho hasta una ciénaga llamada el Orinoco, después de ese punto hay que entrar por un manglar hasta llegar finalmente a la Honda.</p>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.227. Descripción punto de muestreo Ciénaga San Onofre.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Sucre	<b>MUNICIPIO</b> San Onofre	<b>VEREDA</b>
<b>ID PUNTO</b>	C14	<b>FUENTE</b> Ciénaga Pablo	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 01' 26.7"		LONGITUD: 75° 33' 20.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Pablo.		Imagen2. Ciénaga Pablo	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
<p>La ciénaga de Pablo se encuentra dentro del santuario de fauna y flora del Corchal en el departamento de Sucre, es el punto más cercano de la costa, se llega por vía marítima no sin antes navegar por el caño Correa hasta su desembocadura, de ahí se toma dirección norte hasta la entrada de la Ciénaga. El ecosistema dominante es de Mangle, y sus aguas varían constantemente su salinidad, ya que estas están en permanente contacto con aguas de mar.</p>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.228. Descripción punto de muestreo Caño Correa.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Sucre	<b>MUNICIPIO</b> San Onofre	<b>VEREDA</b> La Barces
<b>ID PUNTO</b>	C15	<b>FUENTE</b> Caño Correa	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 09° 59' 38.6"		LONGITUD: 75° 33' 01.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Caño Correa		Imagen2. Caño Correa	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El caño Correa es un efluente que se forma de las aguas de la ciénaga de María la Baja y las aguas del Canal del Dique que se unen en el poblado de Correa, su extensión es de aproximadamente 20 Km y desemboca en las aguas del mar Caribe. El sitio de Monitoreo se localiza a la salida de la población de La Barces y sobre sus orillas se pueden ver grandes extensiones de cultivos de plátano, yuca, Ñame y algunos de arroz. Su profundidad supera los cinco metros y su turbiedad es elevada, así mismo en época de lluvia baja por el caño gran cantidad de macrófitas que se desprenden de la ciénaga.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.229. Descripción punto de muestreo Ciénaga Juan Gómez.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b> Rocha
<b>ID PUNTO</b>	C16	<b>FUENTE</b> Ciénaga Juan Gómez	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 05' 39.7"		LONGITUD: 75° 24' 40.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Juan Gómez.		Imagen2. Ciénaga Juan Gómez	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Rocha es una pequeña población del municipio de Arjona, ubicada hacia el sur a orillas de la ciénaga Juan Gómez donde se localiza el punto de monitoreo C16. Las aguas de esta ciénaga son particularmente claras ya que se puede ver parte del fondo, su actividad de pesca es elevada pero disminuye paulatinamente por las malas prácticas y uso del trasmallo.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.230. Descripción punto de muestreo Ciénaga María la Baja.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> María la Baja	<b>VEREDA</b> María La Baja
<b>ID PUNTO</b>	C17	<b>FUENTE</b> Ciénaga María La Baja	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: Ciénaga María La Baja		LONGITUD: 75° 21' 54.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga María La Baja.		Imagen2. Ciénaga María La Baja.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El puerto de María la Baja está en el costado oriental de la ciénaga del mismo nombre, desde allí salen las canoas por un caño que conecta con la ciénaga. En este cuerpo de agua se localiza el punto de monitoreo C17 en sus aguas se presenta gran actividad pesquera debido a su extensión, estas labores se llevan a cabo de manera artesanal, utilizando trasmallos. Su ecosistema es cenagoso con grandes poblaciones de aves pesqueras como garzas, patos y gaviotas entre otras, las características de sus aguas son buenas y su color es azulado			



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.231. Descripción punto de muestreo Ciénaga Matuya.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Mahates	<b>VEREDA</b> Gamero
<b>ID PUNTO:</b>	C18	<b>FUENTE</b> Ciénaga Matuya	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 12' 24.2"		LONGITUD: 75° 13' 38.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Matuya.		Imagen2. Ciénaga Matuya.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El corregimiento de Gamero, se ubica en la orilla oriental de la ciénaga Matuya donde se encuentra el punto de monitoreo C18. Es un pequeño poblado que se sustentan de la pesca básicamente, el acceso se hace en su mayoría por carretera pavimentada hasta un punto cercano a la ciénaga donde se termina de entrar a pie sin mayores inconvenientes			



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.232. Descripción punto de muestreo Ciénaga La Luisa.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> San Estanislao	<b>VEREDA</b> Las Piedras
<b>ID PUNTO</b>	C19	<b>FUENTE</b> Ciénaga La Luisa	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 18' 31.6"		LONGITUD: 75° 11' 08.2"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga La Luisa.		Imagen2. Ciénaga La Luisa.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
La ciénaga la Luisa se localiza frente al poblado de las Piedras en San Estanislao Bolívar, allí hay que acceder a remo por entre una espesa población de macrófitas que cubren la superficie del agua, una vez ubicado el punto los lugareños manifiestan que en temporada seca la ciénaga se recoge tanto que se puede llegar caminando hasta el borde del canal además que esta ciénaga tiene tapada las entradas de agua que habían antes. En el ecosistema se ve gran población de macrófitas como buchón de agua, lechuga, "cierrateputa" (como coloquialmente se le dice en la zona).			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.233. Descripción punto de muestreo Ciénaga La Luisa.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Soplaviento	<b>VEREDA</b> Higueretal
<b>ID PUNTO</b>	C20	<b>FUENTE</b> Ciénaga Quintanilla	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 21' 34.6"		LONGITUD: 75° 06' 28.4"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Quintanilla.		Imagen2. Ciénaga Quintanilla.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
La ciénaga de Quintanilla hace parte del conjunto cenagoso que comparte el municipio de San Cristóbal con Mahates, siendo la más importante en cuanto a producción pesquera, pero también la que hoy presenta un problema de sedimentación que ocasiona en épocas de lluvia que se inunde parte del poblado de Higueretal. Estos conjuntos de ciénagas forman un gran cuerpo de agua que van a desembocar en el Canal del Dique en el punto conocido como la bocatoma en jurisdicción del municipio de Mahates, en dirección sur. En este cuerpo de agua se localiza el punto de monitoreo C20.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.234. Descripción punto de muestreo Ciénaga del Jobo.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Calamar	<b>VEREDA</b> Hato Viejo
<b>ID PUNTO</b>	C21	<b>FUENTE</b> Ciénaga del Jobo	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 20' 25.9"		LONGITUD: 75° 02' 03.4"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga del Jobo.		Imagen2. Ciénaga del Jobo.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El corregimiento de Hato Viejo se localiza en el sur de la ciénaga del Jobo donde se encuentra el punto de monitoreo C21. Es un pequeño poblado que se sustentan de la pesca básicamente, el acceso se hace en su mayoría por carretera destapada hasta la ciénaga donde se termina de entrar por bote hacia el sitio que conserva la mayor parte de agua bien sea en época de verano como de invierno.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.235. Descripción punto de muestreo Ciénaga Machado.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arroyo Hondo	<b>VEREDA</b> Machado
<b>ID PUNTO</b>	C22	<b>FUENTE</b> Ciénaga Machado	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 14' 12.6"		LONGITUD: 74° 57' 52.5"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Ciénaga Machado.		Imagen2. Ciénaga Machado.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Es un poblado de pescadores en donde se encuentra el punto de monitoreo C22, sobre la ciénaga de Machado. Para este monitoreo se necesita de una canoa para poder entrar a la ciénaga a tomar la muestra.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.236. Descripción punto de muestreo Arroyo Toro.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Mahates	<b>VEREDA</b> San Basilio
<b>ID PUNTO</b>	C23	<b>FUENTE</b> Arroyo Toro	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 07' 43.2"		LONGITUD: 75° 13' 37.6"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Arroyo Toro.		Imagen2. Arroyo Toro.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El arroyo Toro pasa por las poblaciones de San Basilio de Palenque y Malagana ambos corregimientos de Mahates - Bolívar, sus aguas son pocas profundas y su caudal es bajo, sin embargo, han venido erosionando de manera drástica sus orillas al punto que la profundidad del canal es de 20 metros.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.237. Descripción punto de muestreo Arroyo María.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> San Jacinto	<b>VEREDA</b>
<b>ID PUNTO</b>	C24	<b>FUENTE</b> Arroyo María	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 09° 52' 03.8"		LONGITUD: 75° 16' 09.9"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Arroyo María.		Imagen2. Arroyo María.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El arroyo María es un afluente de la represa del Playón, se encuentra ubicado en el municipio de San Jacinto y para llegar hasta allí se debe tomar un bote en la represa y atravesar hasta la desembocadura del arroyo, inicialmente el arroyo brinda facilidad para navegar, pero de a poco se pone más estrecho, el ecosistema que domina ese sector corresponde al presente en los montes de María ya que prácticamente ese punto se localiza allí.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.238. Descripción punto de muestreo Arroyo Caimán.**

<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Arjona	<b>VEREDA</b> Cerca de la variante a Cartagena
<b>ID PUNTO</b>	C25	<b>FUENTE</b> Arroyo Caimán	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 12' 15.1"		LONGITUD: 75° 22' 43.3"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen1. Arroyo Caimán.		Imagen 2. Arroyo Caimán.	
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
El arroyos Caimán como se encuentra sobre la variante a Cartagena y pasa por debajo de la vía, son dos pequeños arroyos que facilitan el acceso para el monitoreo del punto C25.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.239. Descripción punto de muestreo Arroyo Grande.**

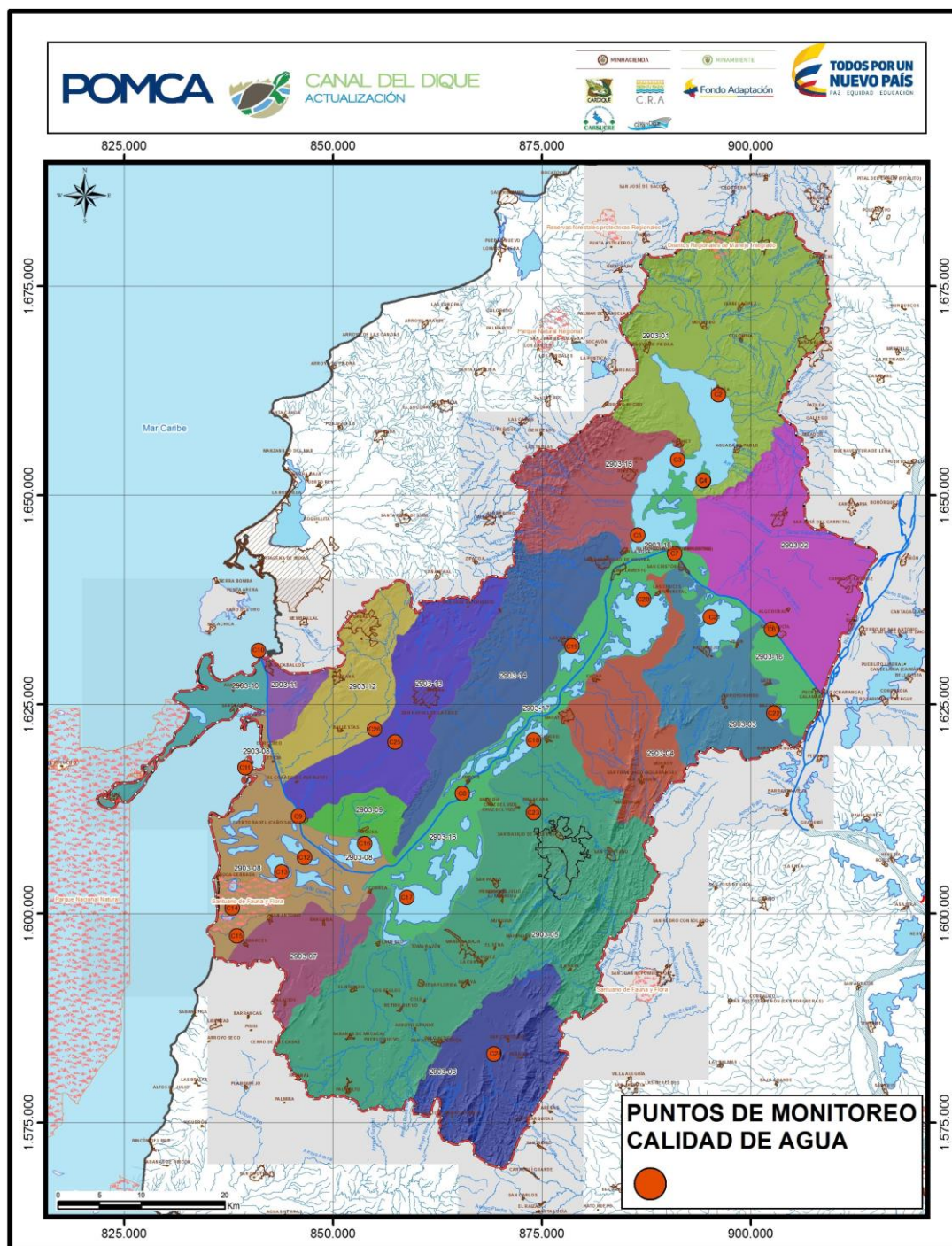
<b>DEPARTAMENTO</b>	Bolívar	<b>MUNICIPIO</b> Turbaco	<b>VEREDA</b> Cerca de la variante a Cartagena
<b>ID PUNTO</b>	C26	<b>FUENTE</b> Arroyo Grande	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>			
LATITUD: 10° 13' 05.6"		LONGITUD: 75° 24' 04.5"	
<b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>			
			
Imagen. Arroyo Grande.			
<b>OBSERVACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Los arroyos tanto el Caimán como arroyo Grande se encuentran sobre la variante a Cartagena y pasan por debajo de la vía, son dos pequeños arroyos que facilitan el acceso para el monitoreo de los puntos C25 y C26 respectivamente.			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



En la **Figura 3.552** se muestra la ubicación georreferenciada de los veintiséis (26) puntos estudiados dentro de esta cuenca por el Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.552. Ubicación de los puntos monitoreados durante temporada hidrológica seca y húmeda año 2016 y 2017.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.8.5.3 Tipo de Muestreo

En los veintiséis (26) puntos donde se efectuaron las dos campañas de monitoreo para la calidad del agua superficial se tomaron muestras puntuales de acuerdo a lo establecido en el plan de monitoreo presentado para dicha actividad.

### 3.8.5.4 Metodología de Muestreo y Análisis de Muestras

El muestreo realizado fue de tipo manual, siguiendo las directrices plasmadas en el procedimiento interno ENVI-OPE-P-02 de muestreo de agua. Durante el muestreo la metodología utilizada en campo está basada en la “Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (IDEAM. 2004)”, que contiene los elementos básicos a tener en cuenta para el establecimiento y realización de programas monitoreo del agua en lo que tiene que ver con las actividades de muestreo, análisis de las muestras y programas de monitoreo de fuentes hídricas. En todos los puntos se realizó muestreo puntual determinando algunas variables In situ como Temperatura, pH. Conductividad, Oxígeno disuelto y se recolectaron las muestras de agua que posteriormente serian analizadas en laboratorio, en el **Anexo 3.8.3** se pueden ver los registros de los parámetros in situ durante las dos temporadas hidrológicas realizadas.

El laboratorio que realizo los muestreos se encuentra acreditado para producir información cuantitativa, física, química y biótica, para los estudios o análisis ambientales competentes, mediante la Resolución 1566 de julio 21 de 2016 y la Resolución 2271 del 05 de octubre de 2016, producto de la renovación y extensión de la acreditación SGS Colombia S.A.S (Laboratorio Bogotá), bajo los requisitos de la Norma ISO IEC 17025.

Los parámetros analizados en laboratorio fueron determinados con las metodologías del Standard Methods, Normas APHA y NTC entre otras, que se encuentran en el listado de laboratorios acreditados del IDEAM en este caso para el Laboratorio *Environmental Services* de la sociedad SGS Colombia S.A -Sede Bogotá y quienes realizaron los análisis de los parámetros determinados de las muestras recolectadas en las campañas de monitoreo realizadas. Los laboratorios, parámetros y métodos utilizados para el análisis de las muestras obtenidas de las campañas de monitoreo de calidad del agua se explican en la **Tabla 3.240**.

**Tabla 3.240. Parámetros de medición In situ y en laboratorio.**

MEDICIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO	LABORATORIO
IN SITU	Caudal	Guía de toma de muestras: IDEAM	Environmental Services SGS
	pH	SM 4500-H-B	Environmental Services SGS
	Temperatura	Termométrico SM 2550 B	Environmental Services SGS
	Conductividad	Electrométrico SM 2510 B	Environmental Services SGS
	Oxígeno Disuelto	Electrodo de luminiscencia EPA 360.3	Environmental Services SGS
	E. Coli	Sustrato definido SM 9223-B	Environmental Services SGS
	DBO5	5210 B	Environmental Services SGS

MEDICIÓN	PARÁMETRO	MÉTODO	LABORATORIO
LABORATORIO	DQO	Colorimétrico SM 5220-D	Environmental Services SGS
	Fosforo Total	Colorimétrico SM 4500 P. B. E	Environmental Services SGS
	Nitrógeno Total	Kjeldhal/ titulación SM 4500-Norg B y SM 4500-NH3 B.C	Environmental Services SGS
	Sólidos Suspendidos	Gravimétrico SM 2540 D	Environmental Services SGS
	Nitratos	Cromatografía Iónica EPA 300	Environmental Services SGS Chemical Laboratory
	Nitritos	SM 4500-NO2-	Environmental Services SGS Chemical Laboratory

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El muestreo y transporte de las muestras se realizó garantizando la integridad física, química y biológica de las muestras durante el período de tiempo transcurrido entre la toma y los análisis de las mismas; aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados, tales como control de pH, adición de compuestos químicos y control de temperatura al refrigerar las muestras a 4 o C, +/- 2 °C, utilizando hielo para tal fin (ver **Tabla 3.241**).

**Tabla 3.241. Preservación y Conservación de Muestras.**

ITEM	PARÁMETRO	PRESERVACIÓN	CANTIDAD DE MUESTRA (mL)	RECIPIENTE
1	E. Coli	-	150	Bolsa Estéril
2	DBO5	Refrigerar a 6°C	1000	Vidrio Ámbar
3	DQO	Refrigerar a 6°C H2SO4 hasta pH < 2	120	Vidrio Ámbar
4	Fosforo Total	Refrigerar a 6°C H2SO4 hasta pH < 2	1000	Vidrio Ámbar
	Nitrógeno Total			
5	Sólidos Suspendidos	Refrigerar a 6°C	500	Plástico

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5 Resultados y Análisis de Campañas Monitoreo Calidad del Agua en Época Seca y Húmeda.

Los valores obtenidos de cada parámetro muestreado para el cálculo de la variable de calidad del agua durante las dos campañas se relacionan en la **Tabla 3.242** y la **Tabla 3.243** para condiciones hidrológicas seca (M1) y condiciones hidrológicas húmeda (M2), en el **Anexo 3.8.4** se pueden ver los respectivos informes de laboratorio obtenidos para cada campaña en los diferentes puntos de muestreo.

Tabla 3.242. Resultados de monitoreo campaña Temporada Seca 2016 de Canal del Dique.

PUNTO	FECHA	PH	T	DQO	SST	CONDUCTIVIDAD	O.D.	DBO <sub>5</sub>	PT	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NT	E. COLI	Q
	DD/MM/AA	UND PH	°C	MG/L	MG/L	µS/CM	% SAT.	MG O <sub>2</sub> /L	MG P/L	(MG NO <sub>3</sub> /L)	(MG NO <sub>2</sub> /L)	MG N/L	NMP/100	M <sup>3</sup> /S
C1	14-11-16	8.91	30.9	31.17	1.2	1122	66.61	12.66	0.55	0.16	<0.05	<5.31	20	NM
C2	14-11-16	8.64	31.7	<9.71	12.8	1179	65.88	<1.94	0.44	2.12	<0.05	<5.31	10	NM
C3	14-11-16	8.81	32.1	<9.71	10	359	79.63	<1.94	0.13	<0.05	<0.05	5.68	20	NM
C4	14-11-16	8.16	32.6	<9.71	3.2	569	73.11	<1.94	0.31	0.13	<0.05	<5.31	52	NM
C5	14-11-16	9.05	31.5	<9.71	13.2	141	82.35	<1.94	0.2	<0.05	<0.05	6.07	10	NM
C6	15-11-16	8.36	29.1	<9.71	238	133.3	67.95	<1.94	0.31	0.9	<0.05	<5.31	420	NM
C7	15-11-16	9.2	29.4	<9.71	145.5	130.9	65.04	<1.94	0.27	1.03	<0.05	<5.31	75	853.17
C8	20-11-16	8.96	28.9	64.25	165	137.3	51.63	22.68	0.23	1.2	<0.05	<5.31	20	774.11
C9	21-11-16	8.66	29.2	<9.71	41.3	153	47.34	1.98	0.18	1.87	<0.05	<5.31	213	1311.66
C10	21-11-16	8.46	28.1	33	280	270	46.94	7.59	0.27	0.7	<0.05	<5.31	30	1409.34
C11	21-11-16	8.5	28.8	<9.71	164.6	438	50.11	<1.94	0.32	1.08	<0.05	<5.31	20	385.63
C12	22-11-16	9.03	32.2	26.18	23	136.3	47.09	12	0.18	0.7	<0.05	<5.31	10	494.63
C13	22-11-16	9.2	30.1	<9.71	7.8	157.6	52.45	<1.94	0.12	<0.05	<0.05	<5.31	10	NM
C14	18-11-16	8.33	30.5	12.55	12.2	19550	41.08	2.22	0.12	2.43	3.25	<5.31	10	NM
C15	18-11-16	8.36	28.8	17.09	43.7	412	51.54	2.25	0.31	0.82	2.64	<5.31	201	NM
C16	22-11-16	9.69	29.3	29.36	8.2	150.2	46.63	14.88	0.05	<0.05	<0.05	<5.31	20	172.88
C17	17-11-16	9.24	29.5	17.55	7.2	272	67.77	6.45	0.24	0.61	<0.05	<5.31	10	NM
C18	19-11-16	9.24	29.6	13	2.4	276	55.54	3.93	0.17	0.09	<0.05	<5.31	10	NM
C19	15-11-16	8.02	28.2	<9.71	8.2	161.6	53.94	4.9	0.3	<0.05	<0.05	<5.31	63	NM
C20	16-11-16	9	31.5	26.18	9.4	275	66.07	14.76	0.11	<0.05	<0.05	<5.31	10	NM
C21	16-11-16	9.18	32	24.36	14.4	198.3	55.82	13.02	0.15	<0.05	<0.05	<5.31	<1	NM
C22	16-11-16	8.71	28.4	141.75	13	182.7	56.45	63.75	0.09	0.67	<0.05	<5.31	10	NM
C23	19-11-16	8.92	27.5	<9.71	212	789	40.12	<1.94	0.26	2.79	<0.05	<5.31	2723	NM
C24	17-11-16	9.29	27.1	<9.71	44.3	440	40.33	<1.94	0.14	0.9	<0.05	<5.31	38	13.60
C25	19-11-16	8.56	31.2	15.27	37.2	529	40.22	4.26	0.24	1.98	<0.05	<5.31	2142	1.80
C26	19-11-16	8.81	28.6	17.09	29	517	40.26	3.45	0.19	1.35	<0.05	<5.31	324	0.83

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Tabla 3.243. Resultados de monitoreo campaña Temporada húmeda 2017 en Canal del Dique.

PUNTO	FECHA	PH	T	DQO	SST	CONDUCTIVIDAD	O.D.	DBO <sub>5</sub>	PT	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NT	E.COLI	Q
	DD/MM/AA	UND PH	°C	MG/L	MG/L	µS/CM	% SAT.	MG O <sub>2</sub> /L	MG P/L	(MG NO <sub>3</sub> /L)	(MG NO <sub>2</sub> /L)	MG N/L	NMP/100	M <sup>3</sup> /S
C1	20-01-17	7.22	27.9	28	6.2	1042	78	28	0.34	0.32	<0.05	4.79	10	NM
C2	20-01-17	7.89	29.3	24.36	42.8	1016	69	24.36	0.59	1.22	<0.05	<3	20	NM
C3	20-01-17	7.33	29.8	23.91	18.4	1039	79	23.91	0.29	0.27	<0.05	3.72	<1	NM
C4	20-01-17	7.28	30.1	18.45	12	1016	66	18.45	0.46	0.2	<0.05	<3	10	NM
C5	21-01-17	7.19	29.7	<9.71	43.1	1023	81	<9.71	0.1	0.12	<0.05	<3	10	NM
C6	22-01-17	7.38	30.4	66.75	307.3	987	81	66.75	0.44	1.44	<0.05	<3	173	915.06
C7	21-01-17	7.45	30.2	<9.71	172	1035	78	<9.71	0.38	1.01	<0.05	<3	98	735.92
C8	27-01-17	7.31	30	<9.71	323	984	69	<9.71	0.27	1.48	<0.05	<3	228	965.39
C9	25-01-17	7.27	30.7	<9.71	240	1003	79	<9.71	0.31	1.09	<0.05	<3	148	634.37
C10	28-01-17	7.82	29.2	<9.71	288.3	1112	81	<9.71	0.36	1.48	<0.05	<3	171	657.81
C11	28-01-17	7.62	30.2	11.18	311	882	74	11.18	0.13	1.6	<0.05	<3	52	541.20
C12	26-01-17	7.2	31.3	<9.71	22.6	975	82	<9.71	0.12	0.42	<0.05	<3	41	NM
C13	26-01-17	7.15	30.2	<9.71	4.3	863	88	<9.71	0.09	<0.05	<0.05	<3	20	NM
C14	24-01-17	7.77	28.4		26.6	966	68		0.1	<0.05	<0.05	<3	569	NM
C15	24-01-17	7.89	30.5	<9.71	152	1008	70	<9.71	0.25	0.99	<0.05	<3	20	233.50
C16	25-01-17	7.02	30.2	<9.71	2.5	867	88	<9.71	0.06	<0.05	<0.05	<3	20	NM
C17	24-01-17	7.56	27.1	43.91	7.4	1033	73	43.91	0.38	<0.05	<0.05	<3	10	NM
C18	23-01-17	7.16	30.3	26.64	14.8	1011	77	26.64	0.22	0.08	<0.05	<3	52	NM
C19	21-01-17	7.32	30.1	12.09	57.5	1044	82	12.09	0.17	1.14	<0.05	<3	63	NM
C20	22-01-17	7.28	30	<9.71	9.3	963	83	<9.71	0.12	<0.05	<0.05	<3	2	NM
C21	22-01-17	7.43	30.7	79.25	4.6	1004	79	79.25	0.1	<0.05	<0.05	<3	10	NM
C22	22-01-17	7.3	30	59.25	11.8	1006	78	59.25	0.79	<0.05	<0.05	<3	4.1	NM
C23	23-01-17	7.32	30.1	<9.71	15.2	872	69	<9.71	0.09	<0.05	<0.05	3.62	20	0.62
C24	23-01-17	7.45	30.4	<9.71	10.8	947	81	<9.71	0.09	<0.05	<0.05	4.23	84	1.51
C25	27-01-17	7.88	29.2	<9.71	14.7	131	68	<9.71	0.58	4.67	<0.05	<3	158	1.36
C26	27-01-17	7.55	28.3	<9.71	6.8	132.3	74	<9.71	<0.05	14.58	<0.05	<3	74	2.29

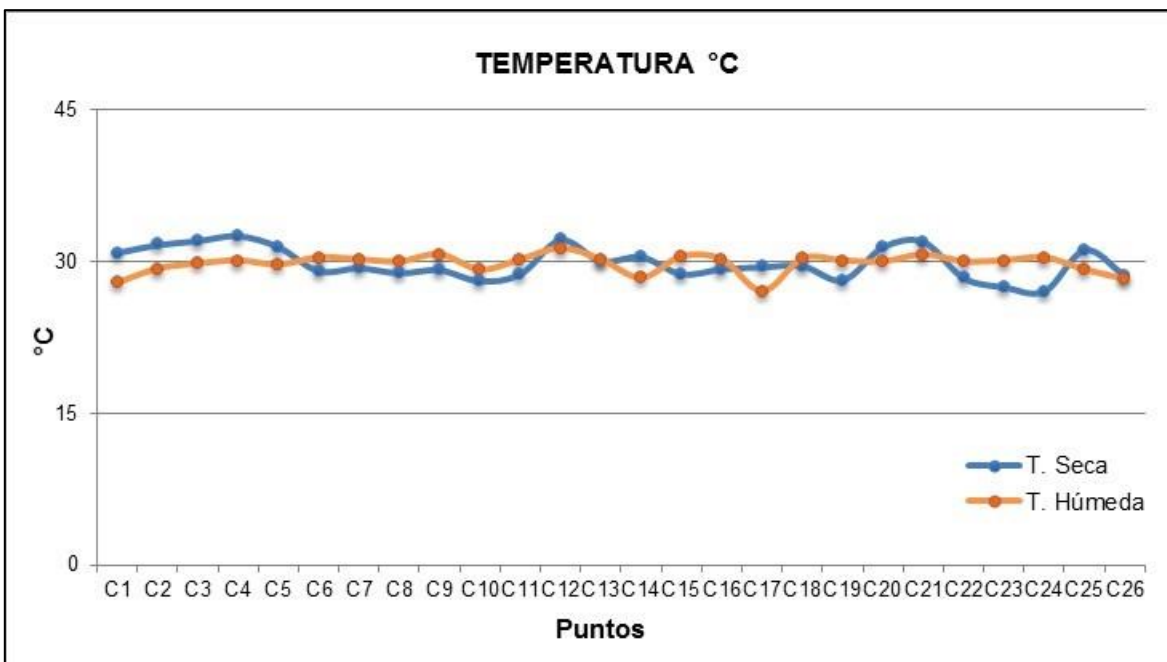
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.8.5.5.1 Temperatura y pH

En el área estudiada de la cuenca se reportaron temperaturas durante las dos temporadas monitoreadas entre el rango de 27.1°C y 32.6°C, las temperaturas más altas se presentaron en la primera campaña donde el volumen de agua era menor por ser temporada hidrológica seca. Con estos valores de temperatura se descarta que exista en la zona estudiada alteraciones térmicas debido a que no se registra ningún aporte que la modifique, además se puede garantizar la supervivencia de las especies endémicas de la zona. El lugar donde se midió el valor más elevado de temperatura fue C4 ubicado en el Embalse el Guájaro ubicado en el sector del municipio de Punta Polonia (ver **Figura 3.553**).

**Figura 3.553. Temperatura en temporadas hidrológicas seca y húmeda.**

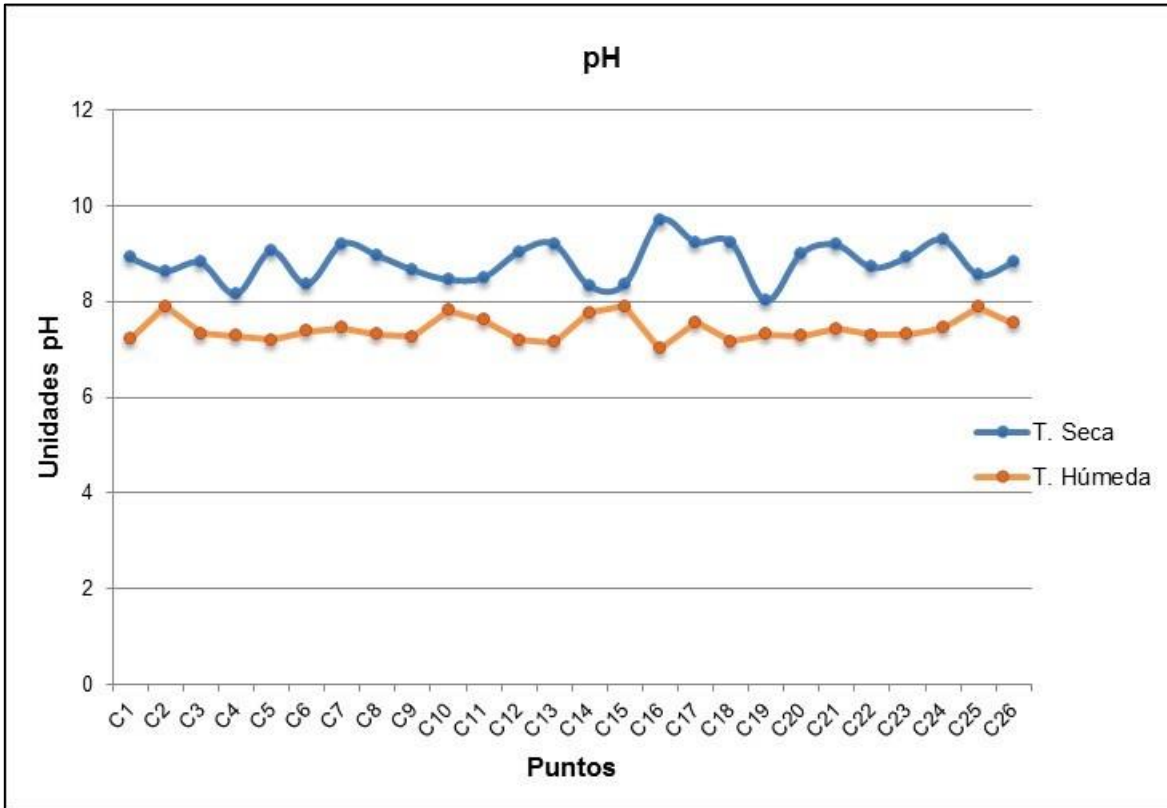


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Al igual que la temperatura los niveles de pH son mayores en la temporada hidrológica seca para todos los puntos monitoreados, durante la temporada seca se encuentra en el rango de 8.02 a 9.69 unidades de pH medidos en la ciénaga la Luisa (C19) y Ciénaga Juan Gómez (C16) respectivamente, y durante la temporada húmeda de 7.0 a 7.9 unidades de pH medidos en la ciénaga la Luisa (C19) y Embalse el Guájaro por el sector La Peña (C2).

Los cuerpos de agua estudiados presentan un comportamiento con tendencia a pH básico que puede estar relacionado con el contenido de sales de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en el agua propias de la composición de los suelos o producto de actividades como la extracción de calizas por canteras existentes en algunas partes de la región. Los puntos que registran afectaciones por presentar pH mayores a 9 unidades son Canal del Dique en el sector Las Compuertas (C7), Ciénaga Honda (C13), Ciénaga Juan Gómez (C16), Ciénaga María La Baja (C17), Ciénaga Matuya (C18), Ciénaga El Jobo y Arroyo María (ver **Figura 3.554**).

**Figura 3.554. pH en temporadas hidrológicas seca y húmeda.**



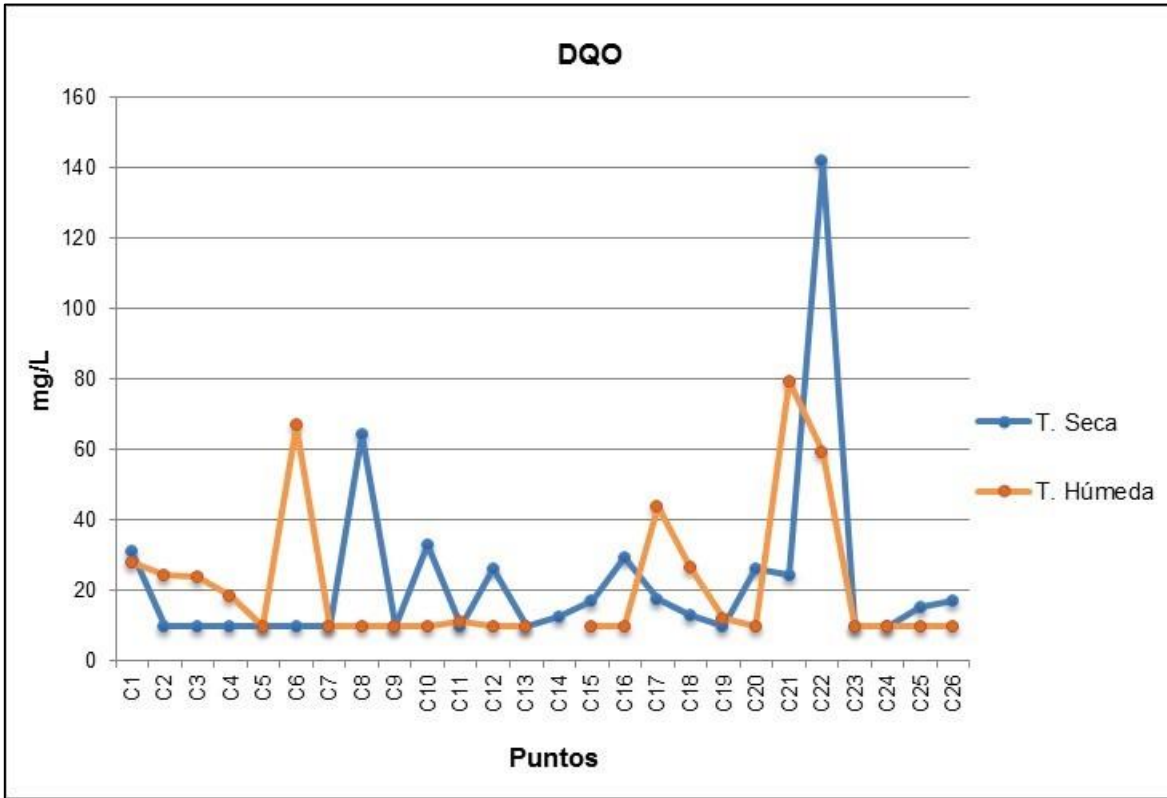
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Los resultados máximos y mínimos obtenidos para el parámetro de la DQO en temporada hidrológica seca son 12.55 mg O<sub>2</sub>/L y 141.75 mg O<sub>2</sub>/L medidos en la Ciénaga Pablo (C14) y Ciénaga Machado (C22) respectivamente, durante la temporada húmeda el valor máximo y mínimo fue 11.18 mg O<sub>2</sub>/L y 79.25 mg O<sub>2</sub>/L reportados en el caño Matunilla (C11) y Ciénaga el Jobo (C21); las concentraciones de los resultados en general son bajas, teniendo en cuenta que gran número de puntos no superan el límite cuantificable del método (9.71 mg O<sub>2</sub>/L).

En los puntos monitoreados como Embalse el Guájaro en el sector Villa Rosa (C5), Canal del Dique sector Las Compuertas (C7) y Badel (C9), Ciénaga Honda (C13), Arroyo Toro (C23) y Arroyo María (C24) durante las dos temporadas hidrológicas monitoreadas presentan concentraciones por debajo de los límites cuantificables del método, esto indica que las concentraciones de materia orgánica no generan efectos adversos a los ecosistemas instalados y se descarta afectación de sobre los cuerpos de agua (ver **Figura 3.555**).

Figura 3.555. Comportamiento DQO en temporadas hidrológicas seca y húmeda.



Nota: en el punto C14 DQO no determinado por altas concentraciones de Cloruros.

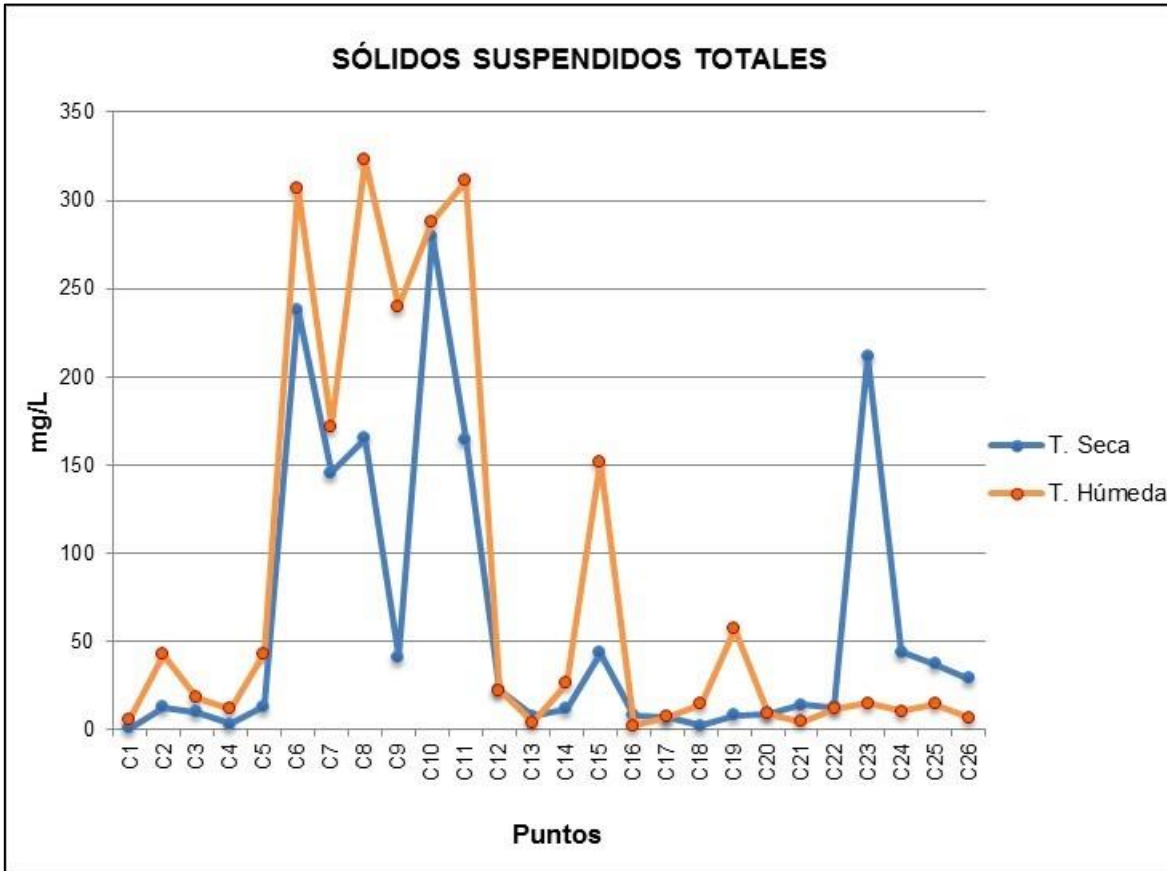
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.3 Sólidos Suspendidos (SST)

Los Sólidos Suspendidos medidos durante las temporadas de monitoreo presentaron concentraciones variables entre un punto y otro, pero hacia el sur del Embalse el Guájaro y en el cuerpo de agua Canal del Dique se presentaron durante las dos temporadas valores altos de este parámetro. Durante la temporada hidrológica seca de monitoreo se registraron concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales más bajas que en temporada húmeda.

El valor mínimo y máximo de la temporada seca fueron medidos en Embalse el Guájaro sector Arroyo Piedra (C1) y Canal del Dique sector Pasa Caballos (C10) con concentraciones de 1.2 mg/L y 280 mg/L respectivamente, además del Embalse el Guájaro el Arroyo Toro también registró una alta concentración de este parámetro para esta temporada. Durante la temporada húmeda en la Ciénaga Juan Gómez (C16) se midió 2.5mg/L el valor mínimo de concentración de SST y en el Canal del Dique sector Gambote (C8) 323 mg/L es el valor máximo de este parámetro. Esto en parte puede presentarse debido a las diferentes variaciones que presentan las partículas en el cuerpo de agua influenciado por las condiciones del terreno o influencia de agentes externos (ver **Figura 3.556**).

**Figura 3.556. Comportamiento SST en temporadas hidrológicas seca y húmeda.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

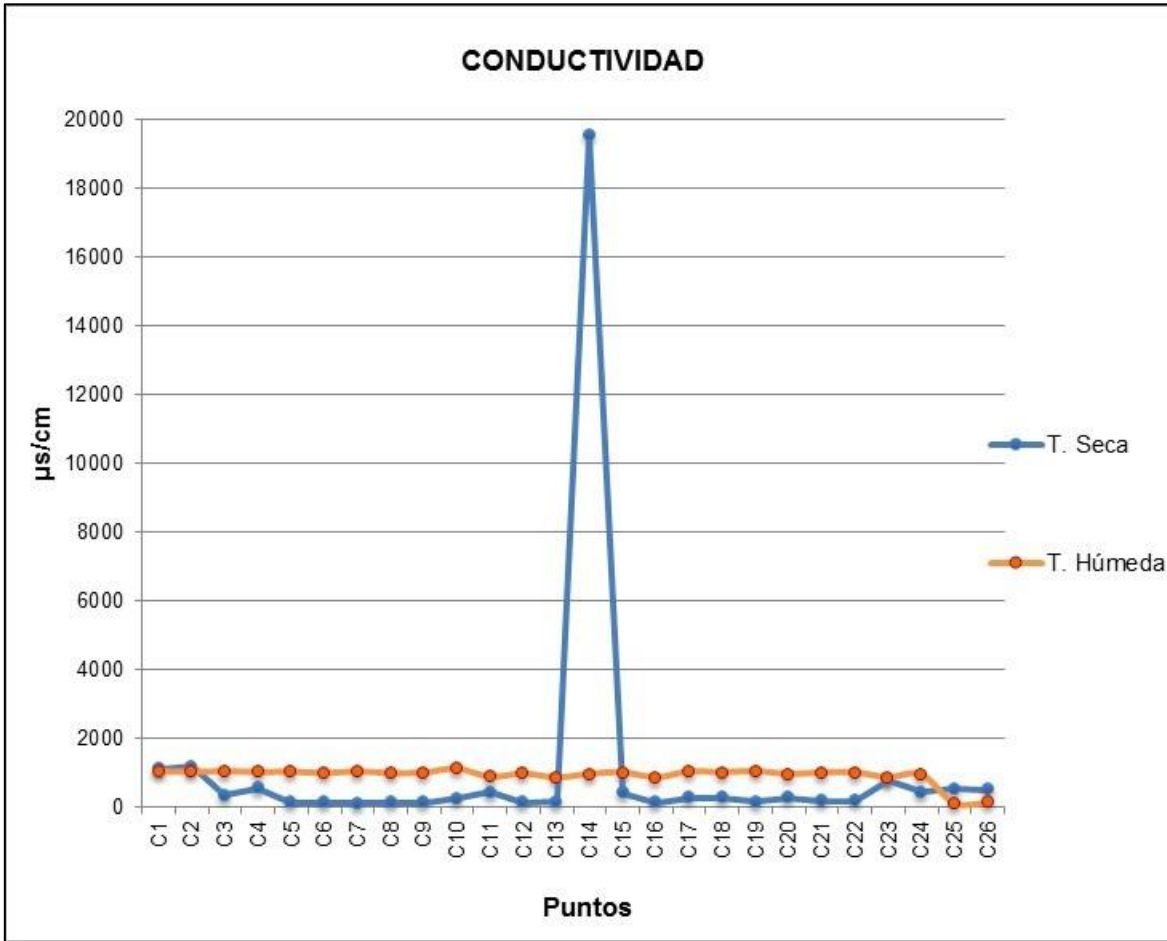
### 3.8.5.5.4 Conductividad

La conductividad en la época seca monitoreada presenta 130.9  $\mu\text{s}/\text{cm}$  como valor mínimo en Canal del Dique sector las Compuertas (C7) y en la Ciénaga Pablo 19550 (C14)  $\mu\text{s}/\text{cm}$  como valor máximo. Para la época húmeda Arroyo Caimán presenta la concentración más baja de conductividad con el valor de 131  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y El Canal del Dique sector Pasa Caballos la máxima concentración de 1112  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . El promedio de la conductividad registrada en los puntos estudiados es de 639.57  $\mu\text{s}/\text{cm}$  sin incluir los máximos de cada temporada.

Durante la época seca de monitoreo en el municipio de María La Baja y en sus alrededores la Ciénaga Pablo adquiría aguas provenientes del mar la cual por su alta concentración salina registra una conductividad alta. Y durante la temporada hidrológica húmeda en los municipios y en toda la zona que rodea a la Ciénaga Pablo, se encontraban en temporada de altas lluvias, por lo tanto, La Ciénaga Pablo, recibía aguas provenientes de la Ciénaga María La Baja, las cuales reciben y comunican con el Canal del Dique cuyas aguas contienen menor concentración salinas que la del mar. Es por esto que se presenta tan alto nivel de conductividad en este punto (ver **Figura 3.557**).



Figura 3.557. Comportamiento Conductividad en temporadas hidrológicas seca y húmeda.



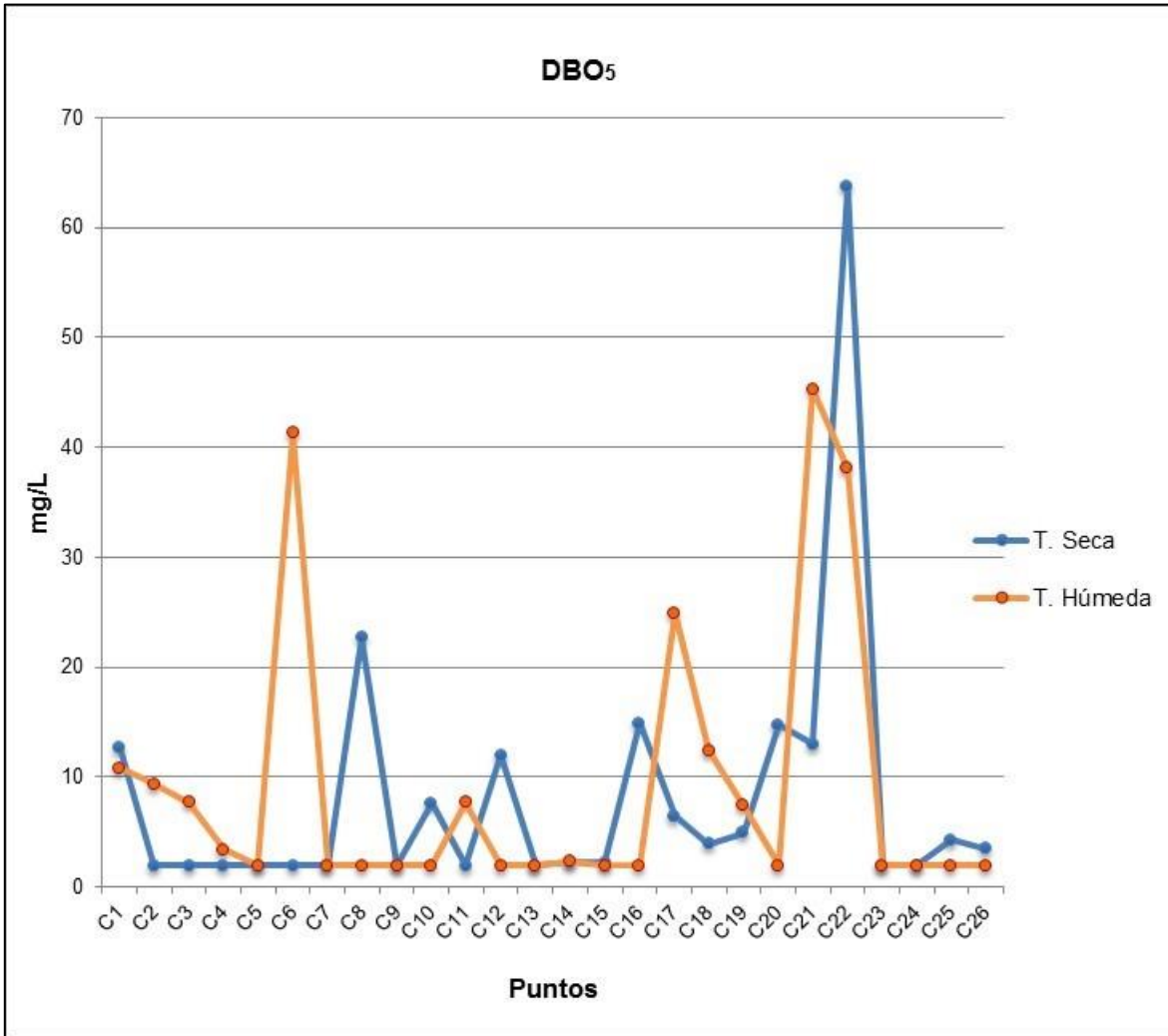
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

En cuanto a la materia orgánica se puede decir que los valores registrados durante el presente estudio revelan bajas concentraciones, sus datos durante la temporada seca se encuentran entre el rango de 1.94 mg O<sub>2</sub>/L a 63.75 mg O<sub>2</sub>/L; y durante la temporada húmeda entre 1.94 mg O<sub>2</sub>/L y 45.3 mg O<sub>2</sub>/L. El máximo valor de cada temporada se presentó en la Ciénaga Quintanilla y la Ciénaga El Jobo.

En el monitoreo realizado durante las dos temporadas hidrológicas existen puntos en los que las concentraciones de la DBO<sub>5</sub> no superan los límites cuantificables del método (1.94 mg O<sub>2</sub>/L), además en ambas temporadas se presentan cinco componentes hídricos de la cuenca que no superan este valor en ninguno de los dos monitoreos realizados, entre ellos se encuentran Embalse el Guájaro sector Villa Rosa (C5). Canal del Dique en el sector Las Compuertas (C7). Ciénaga Honda (C13). Arroyo Toro (C23) y Arroyo María (C24); en temporada húmeda se registró (ver **Figura 3.558**).

Figura 3.558. DBO<sub>5</sub> en temporadas hidrológicas seca y húmeda.

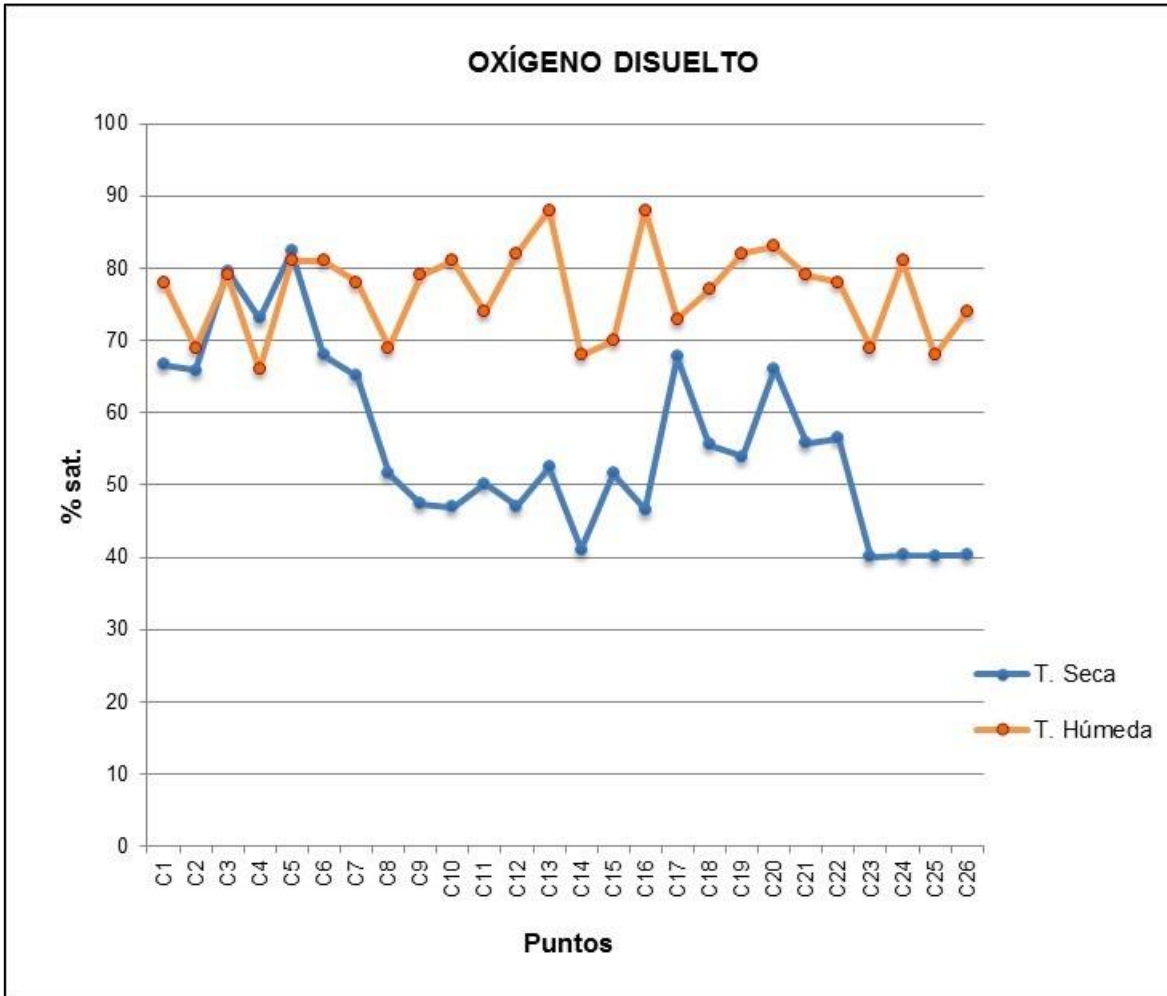


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.6 Oxígeno Disuelto (OD) en Temporadas Hidrológicas Seca y Húmeda

En la temporada hidrológica seca el porcentaje de Oxígeno Disuelto es menor en la mayoría de los puntos monitoreados, los valores reportados de este parámetro para la temporada seca se encuentran entre 40% y 82% medidos en Arroyo Toro (C23) y Embalse el Guájaro Sector Villa Rosa (C5) respectivamente, en la temporada húmeda se reportaron porcentajes que varían entre 66% y 88% medidos en Embalse el Guájaro sector Punta Polonia (C4) y Ciénaga la Honda (C13) respectivamente (ver **Figura 3.559**).

**Figura 3.559. Oxígeno Disuelto (OD) en Temporadas Hidrológicas Seca y Húmeda.**

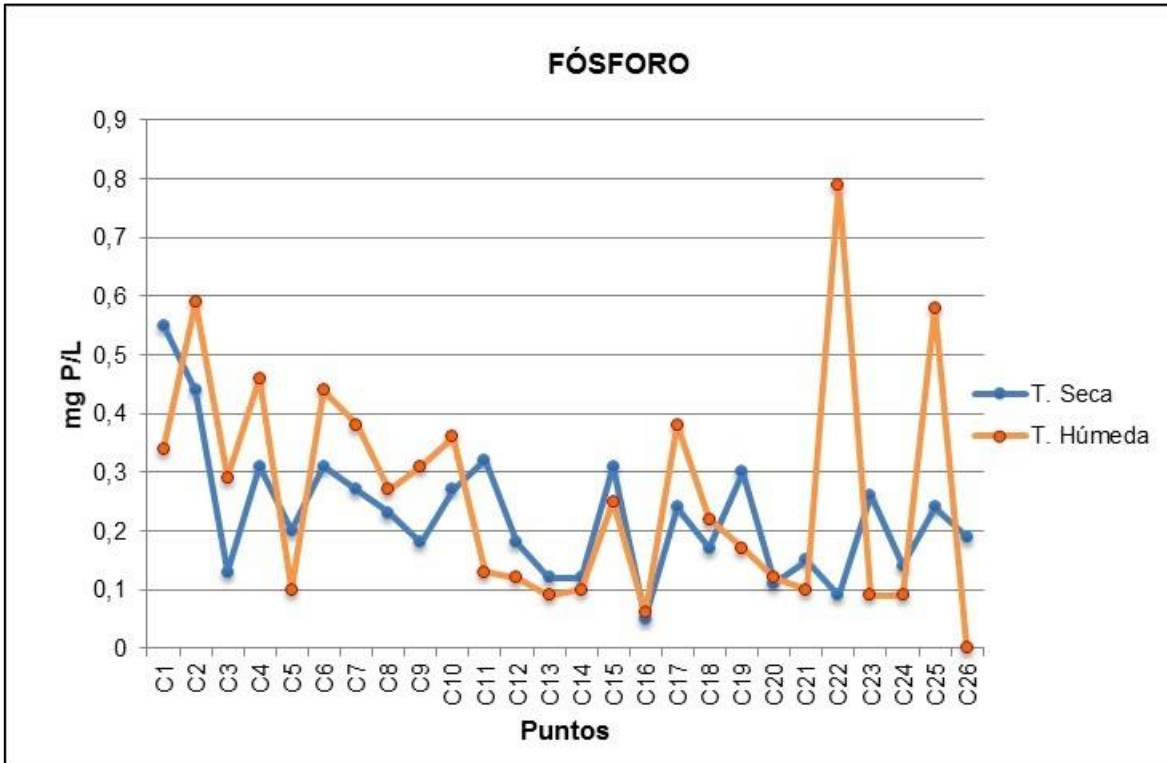


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.7 Fósforo Total (PT)

Las concentraciones de Fósforo Total monitoreado en la temporada hidrológica seca en veintiséis puntos no superan los 0.6 mg/L y se puede decir que en época húmeda superan este valor. El mínimo y máximo valor de este parámetro en temporada seca es de 0.05 y 0.55 mg/L medidos en La ciénaga Juan Gómez (C16) y Embalse el Guájaro sector Arroyo Piedra (C1) respectivamente, para la temporada húmeda el mínimo y máximo de este parámetro es menor al límite cuantificable del método y 0.79 mg/L. medidos en Arroyo Grande (C26) y Ciénaga Machado (C22) respectivamente. En general los valores reportados de fósforo en los puntos monitoreados de la cuenca se encuentran en concentraciones bajas (ver **Figura 3.560**).

**Figura 3.560. Fósforo en temporadas hidrológicas seca y húmeda.**



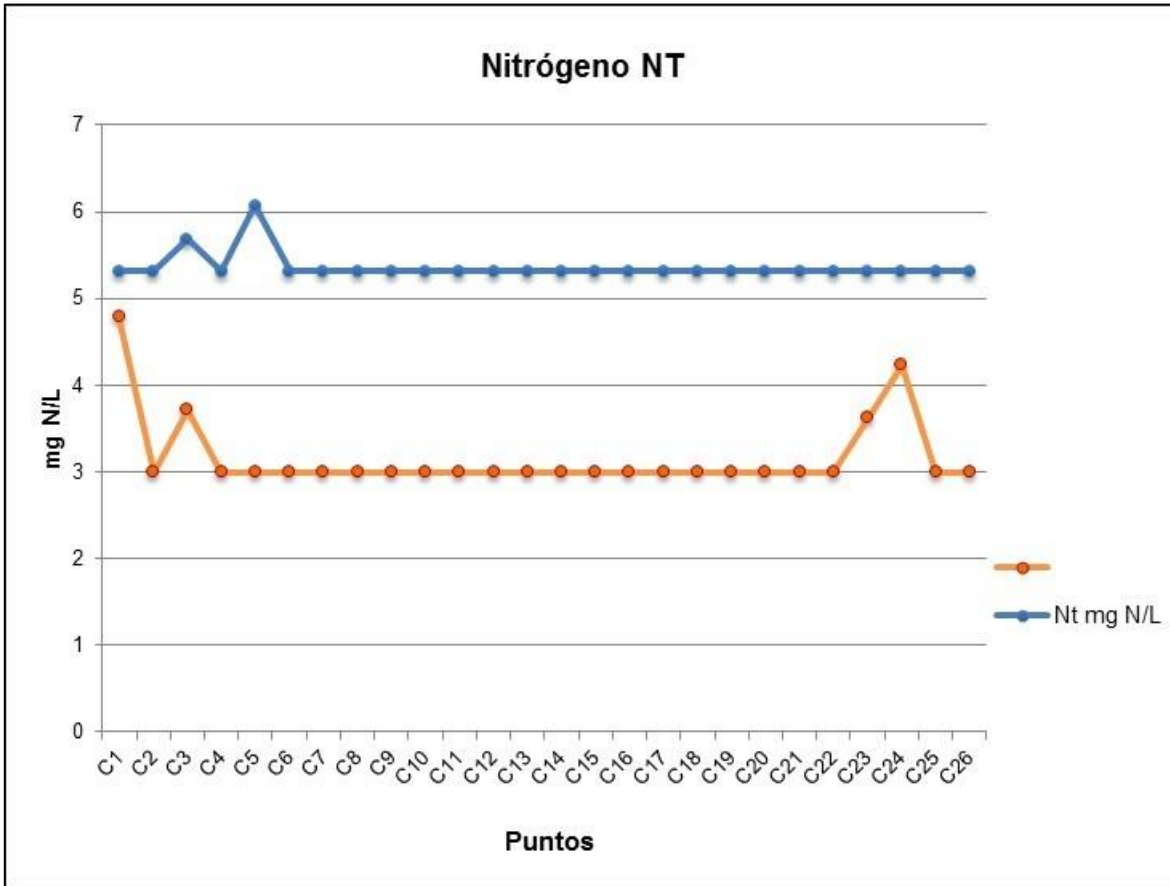
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.8 Nitrógeno Total (NT)

El nitrógeno medido durante las dos campañas de monitoreo realizadas en temporadas seca y húmeda en la gran mayoría de puntos determinados no supera el valor del límite cuantificable. En la primera campaña realizada durante la temporada hidrológica seca solo los puntos ubicados en Embalse el Guájaro sectores Rotinet (C3) y Villa Rosa (C5) superan el límite cuantificable del método (5.31 mg NT/L) con valores de 5.68 mg NT/L y 6.07 mg NT/L respectivamente, para la temporada húmeda solo El Embalse el Guájaro sectores Arroyo Piedra (C1) y Rotinet (C3), Arroyo Toro (C23), Arroyo María (C24) superan el límite cuantificable del método (3 mg NT/L), aun así los valores de Nitrógeno para esta temporada siguen siendo bajos, el valor máximo es registrado en el Embalse el Guájaro sector Arroyo Piedra (C1) con 4.79 mg NT/L (ver **Figura 3.561**).



Figura 3.561. Nitrógeno en temporadas hidrológicas seca y húmeda.



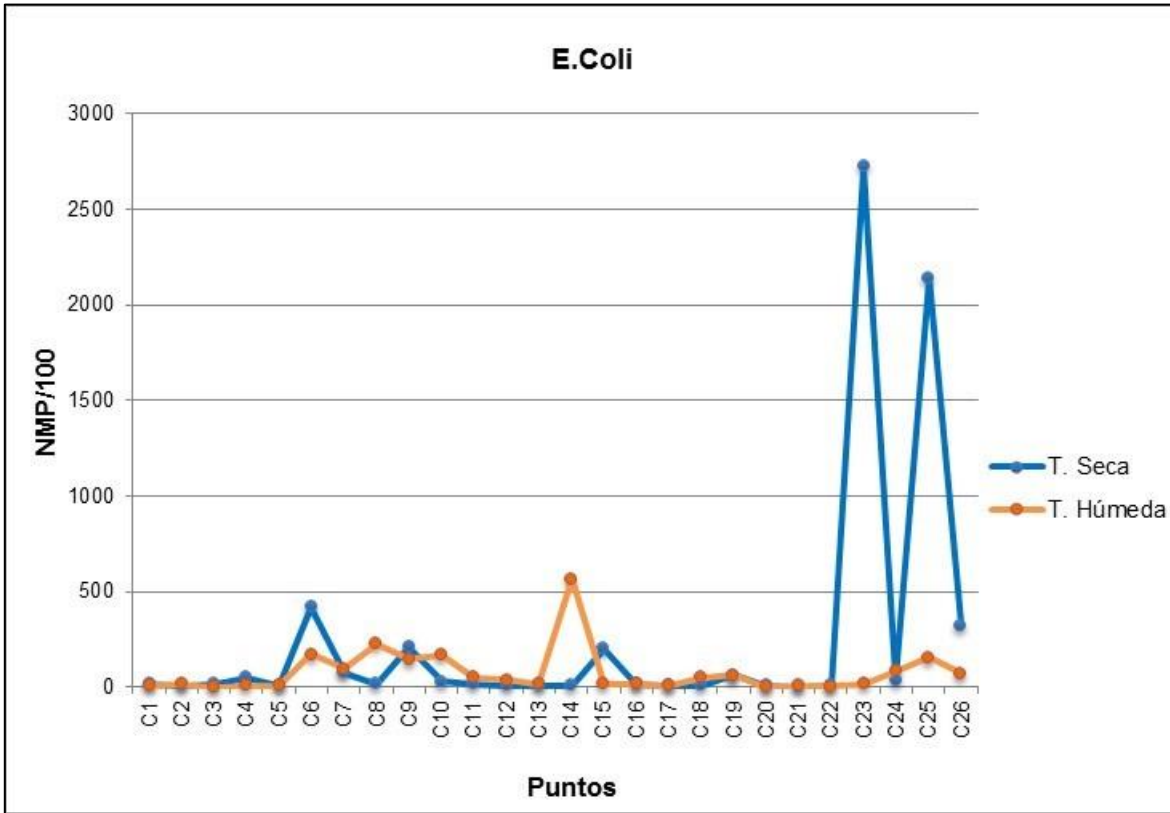
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.9 Escherichia Coli

Las concentraciones de E. Coli en casi todos los puntos estudiados presentan poblaciones microbianas bajas, pero por esto no quiere decir que no se tenga en cuenta su existencia, durante la temporada hidrológica Seca monitoreada se registra presencia de contaminación alta en Arroyo Toro (C23) con población de 2723 NMP/100 y 2142 NMP/100 en Arroyo Caimán (C25).

En cuanto a la temporada húmeda las poblaciones microbianas en los cuerpos de agua monitoreados se reportan concentraciones que varían desde 2 NMP/100mL medidas en la Ciénaga Quintanilla (C20) hasta 569 NMP/100mL reportadas en la Ciénaga Pablo (C14) (ver **Figura 3.562**).

Figura 3.562. E. Coli en temporadas hidrológicas seca y húmeda.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.10 Comparación de los Resultados con los Objetivos de Calidad

Los veintiséis puntos monitoreados en el presente estudio por el hecho de encontrarse en un área tan extensa y pertenecer a diferentes jurisdicciones de autoridades ambientales diferentes poseen objetivos de calidad que también difieren dependiendo el cuerpo de agua y región donde se ubican; algunos cuerpos de agua contienen objetivos de calidad por parte de dos corporaciones es decir son regulados por dos autoridades regionales.

Es por esto que la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) por medio de la aplicación de la Guía Metodológica (MESOCA) presentada por el MAVDT ha establecido los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de acuerdo a su uso (Cuencas del Canal del Dique \_ Subcuencas 2903-1. 2903-2. 2903-3) definidos en la resolución 258 del 13 de abril de 2011, la actualización para el periodo 2011 – 2020. En ella restringe el uso de pesca artesanal, pesca industrial (intensiva, semiintensiva y extensiva), Acuicultura (artesanal, industrial), Transporte fluvial. Los límites cualitativos y criterios de calidad 2011 – 2020 son clase III para este cuerpo de agua.

Al igual la Corporación Autónoma Regional de Bolívar (CARDIQUE) a través de la resolución 1092 del 21 de diciembre de 2006 definió los objetivos de calidad de la corriente, tramo o cuerpos de aguas receptores para la elaboración de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos en el área de su jurisdicción. En la **Tabla 3.244** se relacionan los

cuerpos de agua monitoreados en este estudio y los objetivos de calidad establecidos por la autoridad competente teniendo en cuenta el documento oficial que les compete.

**Tabla 3.244. Recursos hídricos monitoreados y objetivos de calidad asignados.**

IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO	CUERPO DE AGUA	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO	DOCUMENTO RELACIONADO
C1	Embalse Guájaro	Límites cualitativos y criterios de calidad Clase II.	Resolución No. 258 del 13 de Abril de 2011. CUENCAS DEL CANAL DEL DIQUE - SUBCUENCAS 2903-1. 2903-2. 2903-3.
C2			
C3			
C4			
C5			
C6	Canal del Dique	1. Tratamiento para consumo humano. 2. Límites cualitativos y criterios de calidad Clase II.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde CALAMAR hasta San Cristóbal. Resolución No. 258 del 13 de Abril de 2011: CUENCAS DEL CANAL DEL DIQUE - SUBCUENCAS 2903-1. 2903-2. 2903-3.
C7		1. Tratamiento para consumo humano. 2. Límites cualitativos y criterios de calidad Clase II.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde CALAMAR hasta San Cristóbal. 2. Resolución No. 258 del 13 de Abril de 2011: CUENCAS DEL CANAL DEL DIQUE - SUBCUENCAS 2903-1. 2903-2. 2903-3.
C8		Tratamiento para consumo humano.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde GAMBOTE hasta la Desembocadura.
C9		Tratamiento para consumo humano.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde GAMBOTE hasta la Desembocadura.
C10		Tratamiento para consumo humano.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde GAMBOTE hasta la Desembocadura.
C11	Caño Matunilla	Tratamiento para consumo humano.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Canal del Dique desde GAMBOTE hasta la Desembocadura.
C12	Ciénaga Palotal	No presentan Objetivos de Calidad.	
C13	Ciénaga Honda		
C14	Ciénaga Pablo		
C15	Caño Correa		
C16	Ciénaga Juan Gómez		
C17	Ciénaga María La Baja		

IDENTIFICACIÓN PUNTO DE MUESTREO	CUERPO DE AGUA	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO	DOCUMENTO RELACIONADO
C18	Ciénaga Matuya	No presentan Objetivos de Calidad.	
C19	Ciénaga La Luisa		
C20	Ciénaga Capote		
C21	Ciénaga del Jobo		
C22	Ciénaga Machado		
C23	Arroyo Toro		
C24	Arroyo María		
C25	Arroyo Caimán	Uso Estético.	1. CARDIQUE: RESOLUCION N° 1092 del 21 de diciembre de 2006: Arroyo Caimital: desde la entrada al municipio de Arjona hasta la Finca El Rincón.
C26	Arroyo Grande	No presentan Objetivos de Calidad.	

Fuente: Adaptado por Consorcio Canal del Dique de Resolución N° 1092 del 21 de diciembre de 2006 y Resolución No. 258 del 13 de Abril de 2011.

### 3.8.5.5.10.1 Comparación con la Resolución 258 del 13 Abril 2011

De acuerdo a esta resolución los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la matriz de zonificación ambiental de cuencas y tramos del Artículo primero establecen que el Embalse el Guájaro se clasifica en Clase II. Como resultado de comparar los valores obtenidos en el monitoreo realizado durante las dos campañas hidrológicas con los valores de referencia para la clasificación de calidad Clase III se puede decir lo siguiente para cada parámetro.

Embalse el Guájaro solo cumple con los valores de parámetros de referencia para consumo humano durante las temporadas hidrológica seca y húmeda en el sector monitoreado de Punta Polonia (C4) e incumple durante las dos campañas en Arroyo Piedra (C1) y La Peña (C2) presentando valores inferiores en el Oxígeno disuelto durante temporada seca y valores superiores en DBO<sub>5</sub> y SST en temporada húmeda. Durante la temporada húmeda los puntos del Embalse el Guájaro monitoreados en los sectores de Rotinet (C3) y Villa Rosa (C5) no cumplen para uso humano y domestico por que sobrepasan los valores de referencia en los SST además Rotinet supera la referencia de la DBO<sub>5</sub>.

Canal del Dique incumple durante las dos temporadas monitoreadas en los sectores de Santa Lucia (C6) por presentar valores menores de Oxígeno Disuelto y valores superiores de SST y E.Coli durante la temporada seca, además en temporada húmeda presentó valores superiores de DBO<sub>5</sub> y SST. En el sector Las Compuertas (C7) durante la temporada seca sobrepasa los valores de referencia en pH y SST, el valor de este último parámetro también es sobrepasado en temporada húmeda (ver **Tabla 3.245**).



Tabla 3.245. Comparación de resultados con Resolución 258 del 13 Abril 2011.

PARÁMETROS	RESULTADOS M1							RESULTADOS M2							VALORES DE REFERENCIA RESOLUCIÓN 258 DEL 13 ABRIL 2011
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
pH. unidades	8.91	8.64	8.81	8.16	9.05	8.36	9.2	7.22	7.89	7.33	7.28	7.19	7.38	7.45	7 - 9
Temperatura. °C	30.9	31.7	32.1	32.6	31.5	29.1	29.4	27.9	29.3	29.8	30.1	29.7	30.4	30.2	<40
Oxígeno disuelto. mg/L	4.10	3.25	4.65	5.10	4.10	3.25	4.65	4.33	3.79	4.38	4.15	4.79	4.5	7.12	>4
Conductividad. uS/cm	1122	1179	359	569	141	133.3	130.9	1042	1016	1039	1016	1023	987	1035	N E
DBO5. mg O2/L	12.66	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	10.8	9.39	7.68	3.43	<1.94	41.3	<1.94	<5
DQO. mg O2/L	31.17	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	28	24.36	23.91	18.45	<9.71	66.75	<9.71	N E
Fósforo Total. mg P/L	0.55	0.44	0.13	0.31	0.2	0.31	0.27	0.34	0.59	0.29	0.46	0.1	0.44	0.38	N E
Nitrógeno Total. mg N/L	<5.31	<5.31	5.68	<5.31	6.07	<5.31	<5.31	4.79	<3	3.72	<3	<3	<3	<3	N E
Sólidos Suspendidos Totales. mg SST/L	1.2	12.8	10	3.2	13.2	238	145.5	6.2	42.8	18.4	12	43.1	307.3	172	<15
Nitratos. mg NO3/L	0.16	2.12	<0.05	0.13	<0.05	0.9	1.03	0.32	1.22	0.27	0.2	0.12	1.44	1.01	<10
Nitritos. mg NO2/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<1
Escherichia coli. NMP/100 ml	20	10	20	52	10	420	75	10	20	<1	10	10	173	98	<200

Nota: Los valores que superan los límites permitidos por el decreto 1076 de 2015 se encuentran resaltados con rojo.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.5.5.11 Comparación de los Resultados con la Norma vigente (Decreto 1076 de 2015 y Resolución 1092 del 21 de diciembre de 2006)

De acuerdo a los usos adecuados para cuerpos de agua superficiales determinados por el decreto 1076 de 2015 “Decreto Reglamentario Único del Sector Ambiente”, los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo para calidad del agua en la Cuenca Canal del Dique solo es comparable con los parámetros de pH, Oxígeno disuelto y Nitritos para los cuales los recursos hídricos que componen la cuenca presentan cumplimiento o incumplimiento teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante las dos campañas de monitoreo realizadas en las temporadas hidrológicas estudiadas.

Los objetivos de calidad establecidos en la resolución 1092 del 21 de diciembre de 2006 para los usos del agua superficial en jurisdicción de la Corporación de Canal del Dique destina este cuerpo de agua para uso de consumo humano y son basados en el Reglamentario Único del Sector Ambiente por tal razón al realizar la comparación con el Decreto 1076 de 2015 se está realizando para los dos reglamentos.

Realizando la comparación de los resultados obtenidos de pH durante la temporada hidrológica seca se puede decir que los recursos hídricos como El Embalse el Guájaro sector Las Compuertas (C7). Ciénaga Palotal (C12). Ciénaga Honda (C13). Ciénaga Juan Gómez (C16). Ciénaga María la Baja (C17). Ciénaga Matuya (C18). Ciénaga del Jobo (C21) y Arroyo María (C24) superan el valor de 9 unidades por lo tanto no cumplen para consumo humano, uso agrícola y conservación de Flora y Fauna. Durante la temporada húmeda el parámetro de pH en todos los cuerpos de agua monitoreados cumple para uso humano, domestico, agrícola, pecuario y conservación de Flora y Fauna.

Teniendo en cuenta los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto durante las dos campañas de monitoreo, se puede decir que no cumplen para el uso de Flora y Fauna el Embalse el Guájaro en el sector La Peña (C2), La ciénaga Pablo (C14) y el Arroyo Toro (C23). Durante la temporada húmeda incumplen para esos usos Caño Correa (C15) y Ciénaga Juan Gómez (C17); Para la temporada Seca incumplen en Canal del Dique sectores de Santa Lucia (C6), Gambote (C8) y Pasa Caballos (C10), Las ciénagas de Juan Gómez (C16) y Matuya (C18), Arroyo Grande (C26).

En cuanto al parámetro Nitratos solo durante la temporada Seca el Caño Correa (C15) y durante la temporada húmeda la ciénaga Pablo (C14) no cumplen para el uso humano y doméstico ya que para el uso pecuario por parte de este parámetro todos los recursos hídricos estudiados cumplen. A continuación en la **Tabla 3.246**, **Tabla 3.247**, **Tabla 3.248** y **Tabla 3.249** se muestran los resultados obtenidos de las campañas de monitoreo realizadas en temporada seca y húmeda en la cuenca además de los valores de referencia para cada parámetro de acuerdo al contenido del decreto 1076 de 2015 con el que se realizó el análisis de usos adecuados del agua. Resaltado en rojo se encuentran los valores que exceden los límites del decreto.

Tabla 3.246. Comparación resultados Puntos C1 hasta C7 de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.

PARÁMETROS	RESULTADOS M1							RESULTADOS M2							DECRETO 1076 DE 2015				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	USO HUMANO Y DOMÉSTICO RES 1092/2006 (C6 – C11)		USO AGRÍCOLA	USO PECUARIO	FLORA Y FAUNA
	ART 2.2.3.3.9.3		ART 2.2.3.3.9.4		ART 2.2.3.3.9.5		ART 2.2.3.3.9.6		ART 2.2.3.3.9.10										
pH. unidades	8.91	8.64	8.81	8.16	9.05	8.36	9.2	7.22	7.89	7.33	7.28	7.19	7.38	7.45	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5	4.5 - 9.0	N.E	4.5 - 9.0
Temperatura. °C	30.9	31.7	32.1	32.6	31.5	29.1	29.4	27.9	29.3	29.8	30.1	29.7	30.4	30.2	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Oxígeno disuelto. mg/L	4.10	3.25	4.65	5.10	4.10	3.25	4.65	4.33	3.79	4.38	4.15	4.79	4.5	7.12	N.E	N.E	N.E	N.E	>4
Conductividad. uS/cm	1122	1179	359	569	141	133.3	130.9	1042	1016	1039	1016	1023	987	1035	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DBO. mg O <sub>2</sub> /L	12.66	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	10.8	9.39	7.68	3.43	<1.94	41.3	<1.94	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DQO. mg O <sub>2</sub> /L	31.17	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	28	24.36	23.91	18.45	<9.71	66.75	<9.71	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Fósforo Total. mg P/L	0.55	0.44	0.13	0.31	0.2	0.31	0.27	0.34	0.59	0.29	0.46	0.1	0.44	0.38	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitrógeno Total. mg N/L	<5.31	<5.31	5.68	<5.31	6.07	<5.31	<5.31	4.79	<3	3.72	<3	<3	<3	<3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Sólidos Suspendidos Totales. mg SST/L	1.2	12.8	10	3.2	13.2	238	145.5	6.2	42.8	18.4	12	43.1	307.3	172	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitratos. mg NO <sub>3</sub> /L	0.16	2.12	<0.05	0.13	<0.05	0.9	1.03	0.32	1.22	0.27	0.2	0.12	1.44	1.01	10	10	N.E	N.E	N.E
Nitritos. mg NO <sub>2</sub> /L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	1	N.E	10	N.E
Escherichia coli. NMP/100 mL	20	10	20	52	10	420	75	10	20	<1	10	10	173	98	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E

Nota: Los valores que superan los límites permitidos por el decreto 1076 de 2015 se encuentran resaltados con rojo.

Fuente: Consorcio Canal del Dique

Tabla 3.247. Comparación resultados Puntos C8 hasta C14 de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.

PARÁMETROS	RESULTADOS M1							RESULTADOS M2							DECRETO 1076 DE 2015				
	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	USO HUMANO Y DOMÉSTICO RES 1092/2006 (C6 – C11)		USO AGRÍCOLA	USO PECUARIO	FLORA Y FAUNA
	ART 2.2.3.3.9.3		ART 2.2.3.3.9.4		ART 2.2.3.3.9.5		ART 2.2.3.3.9.6		ART 2.2.3.3.9.10										
pH. unidades	8.96	8.66	8.46	8.5	9.03	9.2	8.33	7.31	7.27	7.82	7.62	7.2	7.15	7.77	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5	4.5 - 9.0	N.E	4.5 - 9.0
Temperatura. °C	28.9	29.2	28.1	28.8	32.2	30.1	30.5	30	30.7	29.2	30.2	31.3	30.2	28.4	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Oxígeno disuelto. mg/L	3.98	4.10	3.25	4.65	5.10	4.10	3.25	4.03	4.60	5.95	5.10	4.61	4.92	3.44	N.E	N.E	N.E	N.E	>4
Conductividad. uS/cm	137.3	153	270	438	136.3	157.6	19550	984	1003	1112	882	975	863	966	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DBO. mg O <sub>2</sub> /L	22.68	1.98	7.59	<1.94	12	<1.94	2.22	<1.94	<1.94	<1.94	7.68	<1.94	<1.94	2.31	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DQO. mg O <sub>2</sub> /L	64.25	<9.71	33	<9.71	26.18	<9.71	12.55	<9.71	<9.71	<9.71	11.18	<9.71	<9.71	ND*	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Fósforo Total. mg P/L	0.23	0.18	0.27	0.32	0.18	0.12	0.12	0.27	0.31	0.36	0.13	0.12	0.09	0.1	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitrógeno Total. mg N/L	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Sólidos Suspendidos Totales. mg SST/L	165	41.3	280	164.6	23	7.8	12.2	323	240	288.3	311	22.6	4.3	26.6	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitratos. mg NO <sub>3</sub> /L	1.2	1.87	0.7	1.08	0.7	<0.05	2.43	1.48	1.09	1.48	1.6	0.42	<0.05	<0.05	10	10	N.E	N.E	N.E
Nitritos. mg NO <sub>2</sub> /L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	3.25	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	1	N.E	10	N.E
Escherichia coli. NMP/100 mL	20	213	30	20	10	10	10	228	148	171	52	41	20	569	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E

Nota: Los valores que superan los límites permitidos por el decreto 1076 de 2015 se encuentran resaltados con rojo. ND\* DQO no determinado por altas concentraciones de Cloruros.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Tabla 3.248. Comparación resultados Puntos C15 hasta C21 de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.

PARÁMETROS	RESULTADOS M1							RESULTADOS M2							DECRETO 1076 DE 2015				
	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	USO HUMANO Y DOMÉSTICO		USO AGRÍCOLA	USO PECUARIO	FLORA Y FAUNA
	ART 2.2.3.3.9.3		ART 2.2.3.3.9.4		ART 2.2.3.3.9.5		ART 2.2.3.3.9.6		ART 2.2.3.3.9.10										
pH. unidades	8.36	9.69	9.24	9.24	8.02	9	9.18	7.89	7.02	7.56	7.16	7.32	7.28	7.43	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5	4.5 - 9.0	N.E	4.5 - 9.0
Temperatura. °C	28.8	29.3	29.5	29.6	28.2	31.5	32	30.5	30.2	27.1	30.3	30.1	30	30.7	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Oxígeno disuelto. mg/L	4.10	3.25	4.10	3.25	4.65	5.10	4.08	3.56	4.90	3.88	4.55	4.83	4.79	4.33	N.E	N.E	N.E	N.E	>4
Conductividad. uS/cm	412	150.2	272	276	161.6	275	198.3	1008	867	1033	1011	1044	963	1004	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DBO. mg O <sub>2</sub> /L	2.25	14.88	6.45	3.93	4.9	14.76	13.02	<1.94	<1.94	24.96	12.39	7.38	<1.94	45.3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DQO. mg O <sub>2</sub> /L	17.09	29.36	17.55	13	<9.71	26.18	24.36	<9.71	<9.71	43.91	26.64	12.09	<9.71	79.25	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Fósforo Total. mg P/L	0.31	0.05	0.24	0.17	0.3	0.11	0.15	0.25	0.06	0.38	0.22	0.17	0.12	0.1	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitrógeno Total. mg N/L	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Sólidos Suspendidos Totales. mg SST/L	43.7	8.2	7.2	2.4	8.2	9.4	14.4	152	2.5	7.4	14.8	57.5	9.3	4.6	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitratos. mg NO <sub>3</sub> /L	0.82	<0.05	0.61	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	0.99	<0.05	<0.05	0.08	1.14	<0.05	<0.05	10	10	N.E	N.E	N.E
Nitritos. mg NO <sub>2</sub> /L	2.64	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	1	N.E	10	N.E
Escherichia coli. NMP/100 mL	201	20	10	10	63	10	<1	20	20	10	52	63	2	10	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E

Nota: Los valores que superan los límites permitidos por el decreto 1076 de 2015 se encuentran resaltados con rojo.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Tabla 3.249. Comparación resultados Puntos C22 hasta C26 de campañas realizadas con el Decreto 1076 de 2015.

PARÁMETROS	RESULTADOS M1					RESULTADOS M2					DECRETO 1076 DE 2015				
	C22	C23	C24	C25	C26	C22	C23	C24	C25	C26	USO HUMANO Y DOMÉSTICO		USO AGRÍCOLA	USO PECUARIO	FLORA Y FAUNA
											ART 2.2.3.3.9.3	ART 2.2.3.3.9.4	ART 2.2.3.3.9.5	ART 2.2.3.3.9.6	ART 2.2.3.3.9.10
pH unidades	8.71	8.92	9.29	8.56	8.81	7.3	7.32	7.45	7.88	7.55	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5	4.5 - 9.0	N.E	4.5 - 9.0
Temperatura. °C	28.4	27.5	27.1	31.2	28.6	30	30.1	30.4	29.2	28.3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Oxígeno disuelto. mg/L	4.10	3.25	4.65	4.10	3.25	4.10	3.25	4.65	5.10	5.50	N.E	N.E	N.E	N.E	>4
Conductividad. uS/cm	182.7	789	440	529	517	1006	872	947	131	132.3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DBO. mg O <sub>2</sub> /L	63.75	<1.94	<1.94	4.26	3.45	38.1	<1.94	<1.94	<1.94	<1.94	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
DQO. mg O <sub>2</sub> /L	141.75	<9.71	<9.71	15.27	17.09	59.25	<9.71	<9.71	<9.71	<9.71	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Fósforo Total. mg P/L	0.09	0.26	0.14	0.24	0.19	0.79	0.09	0.09	0.58	<0.05	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitrógeno Total. mg N/L	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<5.31	<3	3.62	4.23	<3	<3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Sólidos Suspendidos Totales. mg SST/L	13	212	44.3	37.2	29	11.8	15.2	10.8	14.7	6.8	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Nitratos. mg NO <sub>3</sub> /L	0.67	2.79	0.9	1.98	1.35	<0.05	<0.05	<0.05	4.67	14.58	10	10	N.E	N.E	N.E
Nitritos. mg NO <sub>2</sub> /L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	1	N.E	10	N.E
Escherichia coli. NMP/100 mL	10	2723	38	2142	324	4.1	20	84	158	74	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E

Nota: Los valores que superan los límites permitidos por el decreto 1076 de 2015 se encuentran resaltados con rojo.






Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.6 Estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA)

El Índice de Calidad del Agua es un valor numérico que califica en una de cinco categorías. la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco, seis o siete variables, registradas en una estación de monitoreo y en un tiempo *t*. Este indicador permite conocer las condiciones de calidad físico-química y microbiológica de un cuerpo de agua, e identifica problemas de contaminación en un punto determinado.

El valor del ICA oscila entre 0 y 1 permitiendo conocer el grado de calidad del agua en términos de bienestar humano sin importar el uso que se le dé. Para la determinación del ICA se tiene en cuenta parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Al reducir los valores de todos los parámetros a un rango entre 0 y 1 el análisis de calidad se hace teniendo en cuenta la información contenida en la **Tabla 3.250**.

**Tabla 3.250. Descripción de ICA.**

DESCRITORES	ÁMBITO NUMÉRICO	COLOR
Muy Malo	0 – 0.25	
Malo	0.26 – 0.50	
Regular	0.51 – 0.70	
Aceptable	0.71 – 0.90	
Bueno	0.91 – 1.00	

Fuente: IDEAM 2011.

Una limitante importante en el cálculo del ICA radica en que debido su poco alcance para integrar la complejidad de los fenómenos naturales y la variabilidad climática de forma minuciosa y diferencial; impide identificar de forma específica el origen de los aportes; es decir, si son de tipo natural o antrópicas. (IDEAM, 2011).

Como parte de la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico se ha realizado para los años 2010 y 2014 el marco del Estudio Nacional de Agua -ENA- el cálculo del ICA para aquellos cuerpos de agua superficiales que hacen parte de la Red Básica de Monitoreo de Calidad de Agua del Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM-.

La ecuación para el cálculo del ICA corresponde a la siguiente:

$$ICA_{nft} \left( \sum_{i=1}^n W_i I_{ikjt} \right)$$

Dónde:

- $ICA_{nft}$  es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua *j* en el tiempo *t*. evaluado con base en *n* variables.

- $W_i$  es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad  $i$ .
- $I_{ikjt}$  es el valor calculado de la variable  $i$  (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente). en la estación de monitoreo  $j$ . registrado durante la medición realizada en el trimestre  $k$ . del periodo de tiempo  $t$ .
- $n$  es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador;  $n$  es igual a 5 o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

### 3.8.6.1 Cálculo de las Variables Incluidas en el ICA

#### 3.8.6.1.1 Calculo de Oxígeno Disuelto

Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas. Inicialmente se calcula el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto  $PS_{OD}$ .

$$PS_{od} = \frac{Ox \cdot 100}{C_p}$$

Dónde:

$Ox$ : es el oxígeno disuelto medido en campo (mg/l) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación.

$C_p$ : es la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación.

Una vez calculado el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor  $OD$  se calcula con la fórmula:

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 \cdot PS_{OD})$$

Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%, entonces

$$I_{OD} = 1 - (0.01 \cdot PS_{OD} - 1)$$

#### 3.8.6.1.2 Cálculo de Sólidos Suspendedos Totales (SST)

La presencia de sólidos en suspensión en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. Dicha presencia puede estar relacionada con procesos erosivos, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad (IDEAM, 2011).

El subíndice de calidad para sólidos suspendidos totales se calcula de la siguiente manera:

$$I_{Sst} = 1 - (-0.02 + 0.003 \cdot SST)$$

Si  $SST \leq 5.4$ , entonces  $I_{Sst} = 1$

Si  $SST \geq 320$ , entonces  $I_{Sst} = 0$



### 3.8.6.1.3 Cálculo de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no. y la materia inorgánica. (IDEAM, 2011).

$$\text{Si } DQO \leq 20; \text{ entonces } I_{DQO} = 0.91$$

$$\text{Si } 20 < DQO \leq 25; \text{ entonces } I_{DQO} = 0.71$$

$$\text{Si } 25 < DQO \leq 40; \text{ entonces } I_{DQO} = 0.51$$

$$\text{Si } 40 < DQO \leq 80; \text{ entonces } I_{DQO} = 0.26$$

$$\text{Si } DQO > 80; \text{ entonces } I_{DQO} = 0.125$$

### 3.8.6.1.4 Cálculo de Conductividad Eléctrica (C.E.)

La conductividad eléctrica está dada por la suma de cationes y aniones determinada en forma química. Este parámetro refleja la mineralización del cuerpo de agua. (IDEAM, 2011).

Se calcula como sigue:

$$I_{C.E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \log_{10} C.E)}$$

$$\text{Cuando } I_{C.E} < 0. \text{ entonces } I_{C.E} = 0$$

### 3.8.6.1.5 Cálculo del pH

Mide el nivel de acidez que tiene el cuerpo de agua. El pH es un factor importante en la presencia de fauna y flora acuática. Se toma teniendo en cuenta las siguientes relaciones:

$$\text{Si } pH < 4; \text{ entonces } I_{pH} = 0.1$$

$$\text{Si } 4 \leq pH \leq 7; \text{ entonces } I_{pH} = 0.02628419 \cdot e^{pH \cdot 0.520025}$$

$$\text{Si } 7 < pH \leq 8; \text{ entonces } I_{pH} = 1$$

$$\text{Si } 8 < pH \leq 11; \text{ entonces } I_{pH} = 1 \cdot e^{[(pH-8) - 0.5187742]}$$

### 3.8.6.1.6 Cálculo Nitrógeno Total / Fósforo Total (NT/PT)

Mide la degradación por intervención antrópica, es una forma de aplicar el concepto de saprobiedad empleado para cuerpos de agua lenticos (ciénagas, lagos, etc.) como la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica; es una relación que indica el balance de nutrientes para la productividad acuícola de las zonas inundables en los ríos neotropicales (IDEAM, 2011).

En caso de incluir relación nitrógeno total/ fósforo total (NT/PT) el cálculo de esta variable se hace de la siguiente manera.

Si  $15 \leq NT/PT \leq 20$ . entonces  $I_{NT/PT} = 0.8$

Si  $10 < NT/PT < 15$ . entonces  $I_{NT/PT} = 0.6$

Si  $5 < NT/PT \leq 10$ . entonces  $I_{NT/PT} = 0.35$

Si  $NT/PT \leq 5$  ó  $NT/PT > 20$ . entonces  $I_{NT/PT} = 0.15$

### 3.8.6.1.7 Cálculo Patógenos E. Coli:

Representa la contaminación por materia orgánica procedente de actividades antrópicas.

Si  $E. coli < 50$ , entonces  $IE. coli = 0.98$

Si  $50 \leq E. coli < 1600$ , entonces  $IE. coli = 0.98 * e^{(E. coli - 50) * (-0.0009917754)}$

Si  $E. coli \geq 1600$ , entonces  $IE. coli = 0.1$

### 3.8.6.1.8 Valores y Ponderación de Parámetros

Los valores relacionados en la **Tabla 3.251** son los que deberán utilizarse para el cálculo de las variables para determinación del ICA.

**Tabla 3.251. Ponderación de parámetros ICA.**

VARIABLE	PONDERACIÓN
Oxígeno disuelto (% de saturación)	0.15
Sólido suspendidos Totales (mg/l)	0.14
Demanda Química de oxígeno (mg/l)	0.14
Conductividad eléctrica ( $\mu$ S)	0.14
Relación N total / P total ((mg/l)/(mg/l))	0.14
pH (Unidades de pH)	0.14
Coliformes Fecales NMP/100ml	0.15

Fuente: IDEAM – 2013

### 3.8.6.2 Índice de Calidad del Agua Determinada en Diferentes Condiciones Hidrológicas por el Consorcio Canal del Dique año 2016 y 2017

De acuerdo a la metodología ICA descrita en el apartado anterior y siguiendo la recomendación del IDEAM, que no se debe realizar el cálculo del indicador empleando datos de diferentes estaciones, en la medida que las condiciones de éstas no tienen por qué estar relacionadas y en consecuencia los resultados no tendrían valor interpretativo, se tomaron los valores obtenidos durante las dos campañas de monitoreo, temporada seca y temporada húmeda, realizado en la Cuenca Canal del Dique para el cálculo del índice de Calidad del Agua.

Para el presente POMCA el ICA fue calculado aplicando la metodología de siete variables usada por ERA 2013, pero obviando el cálculo de la relación entre Nitrógeno total y Fosforo total (NT/PT) debido a que en ambos parámetros se presentan valores por debajo del límite cuantificable del método; es así que se distribuye el valor de la ponderación de esta variable

(0.14) en las seis variables restantes para así no afectar el 100% de la suma total de ellas. Todo esto es considerado con el fin de no adicionar incertidumbre al cálculo del ICA, además de que en el análisis individual de los resultados se podría atribuir a presencia de eutrofización sin ser esta la situación. En cuanto a los Coliformes Fecales para este caso se aclara que fueron usados en términos de concentración de E.Coli, ya que fueron los calculados en laboratorio para todas las muestras, los cuales hacen parte de esta variable de calidad del agua en gran porcentaje dependiendo la procedencia del agua que aplica para este caso. En la **Tabla 3.252** se muestra la ponderación usada en el cálculo del ICA para el presente estudio.

**Tabla 3.252. Ponderación de parámetros ICA usados en el presente estudio.**

VARIABLE	PONDERACIÓN
Oxígeno disuelto (% de saturación)	0.15+ (0.14/6)
Sólido suspendidos Totales (mg/l)	0.14+ (0.14/6)
Demanda Química de oxígeno (mg/l)	0.14+ (0.14/6)
Conductividad eléctrica (µS)	0.14+ (0.14/6)
Relación N total / P total ((mg/l)/(mg/l))	0
pH (Unidades de pH)	0.14+ (0.14/6)
Coliformes Fecales (E. Coli) NMP/100ml	0.15+ (0.14/6)

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.8.6.2.1 Resultados de los Cálculos del ICA Campaña en época hidrológica seca 2016 y húmeda 2017

Los resultados y las clasificaciones del Índice de Calidad del agua calculados para las campañas de monitoreo realizadas en diferentes temporadas hidrológicas se relacionan en la **Tabla 3.253** de lo cual se puede decir que se presenta una variación del índice teniendo en cuenta la temporada hidrológica del año. El **Anexo 3.8.5** contiene la hoja de cálculo de este índice.

**Tabla 3.253. Índice de Calidad del Agua monitoreada campaña temporada seca y temporada húmeda.**

JURISDICCIÓN	CUERPO DE AGUA	PUNTOS	ICA TEMPORADA			
			SECA		HÚMEDA	
			VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
CRA	Embalse el Guájaro	C1	0.77	Aceptable	0.72	Aceptable
		C2	0.78	Aceptable	0.71	Aceptable
		C3	0.84	Aceptable	0.74	Aceptable
		C4	0.72	Aceptable	0.76	Aceptable
		C5	0.99	Bueno	0.77	Aceptable
CARDIQUE	Cauce Canal del Dique	C6	0.67	Regular	0.51	Regular
		C7	0.95	Bueno	0.69	Regular
		C8	0.74	Aceptable	0.57	Regular
		C9	0.80	Aceptable	0.65	Regular

JURISDICCIÓN	CUERPO DE AGUA		PUNTOS	ICA TEMPORADA			
				SECA		HÚMEDA	
				VALOR	CALIFICACIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN
			C10	0.52	Regular	0.63	Regular
	Ciénagas Cuenca Media y baja	Ciénaga Palotal	C12	0.86	Aceptable	0.78	Aceptable
		Ciénaga Honda	C13	0.98	Bueno	0.80	Aceptable
		Ciénaga Juan Gómez	C16	0.94	Bueno	0.67	Regular
		Ciénaga María La Baja	C17	0.94	Bueno	0.67	Regular
		Ciénaga Matuya	C18	0.91	Bueno	0.71	Aceptable
		Ciénaga La Luisa	C19	0.75	Aceptable	0.76	Aceptable
		Ciénaga Capote	C20	0.79	Aceptable	0.79	Aceptable
		Ciénaga del Jobo	C21	0.91	Bueno	0.68	Regular
		Ciénaga Machado	C22	0.71	Aceptable	0.67	Regular
	Arroyos Cuenca Media y Baja	Caño Matunilla	C11	0.65	Regular	0.62	Regular
		Arroyo Toro	C23	0.54	Regular	0.76	Aceptable
		Arroyo María	C24	0.89	Aceptable	0.78	Aceptable
		Arroyo Caimán	C25	0.55	Regular	0.84	Aceptable
		Arroyo Grande	C26	0.72	Aceptable	0.87	Aceptable
CARSUCRE	Ciénaga y caño CARSUCRE	Ciénaga Pablo	C14	0.69	Regular	-	-
		Caño Correa	C15	0.67	Regular	0.70	Regular

Nota: El ICA en el punto C14 para la temporada húmeda no fue posible calcularlo porque las altas concentraciones de Cloruros existentes en la muestra no permitieron la determinación de la DQO.

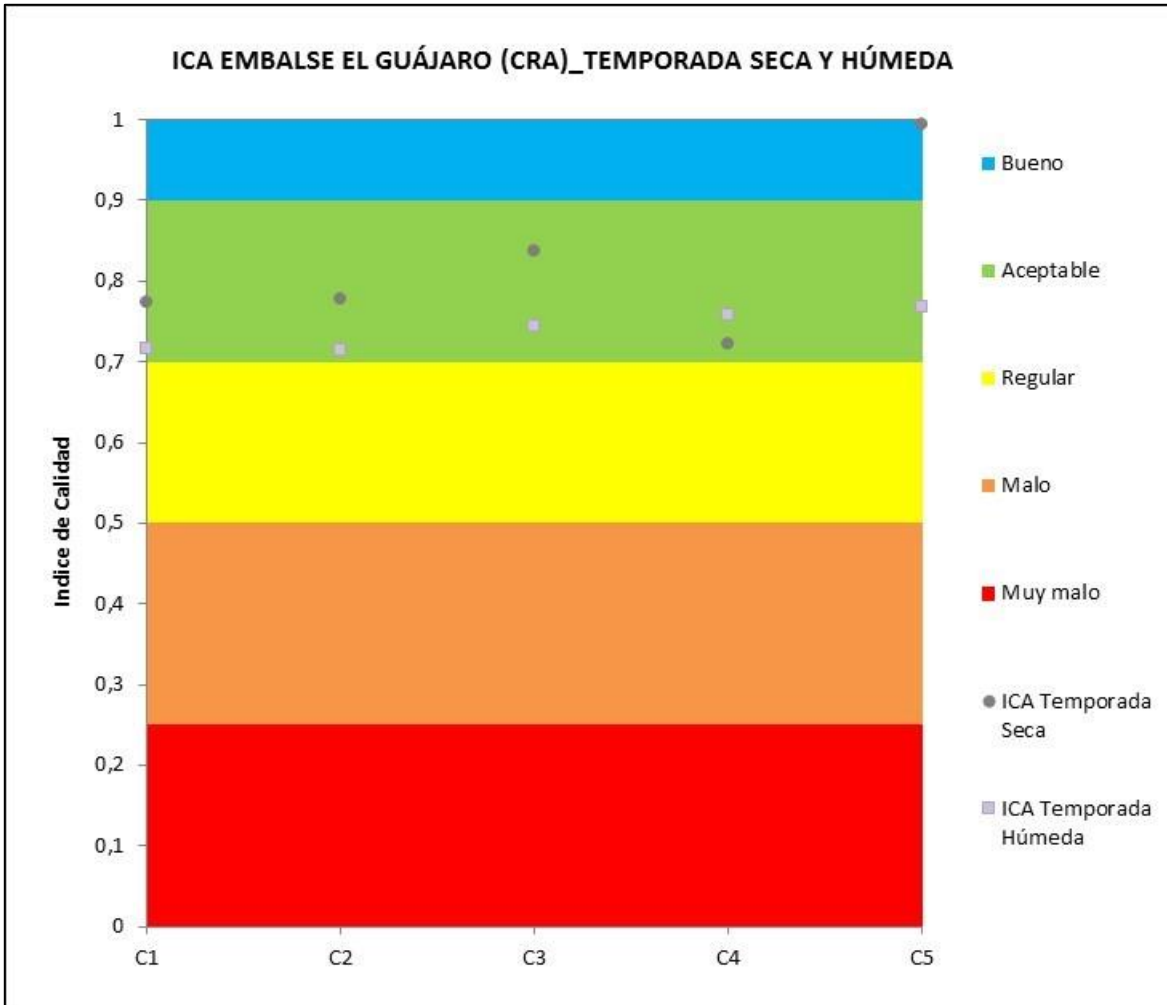
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para una mayor explicación se representan los puntos con su respectivo índice de calidad monitoreado en época hidrológica seca y húmeda que permitan realizar con facilidad una comparación temporal de su comportamiento por medio de graficas teniendo en cuenta el cuerpo de agua monitoreado. En el caso del embalse el Guájaro se puede observar que de los cinco puntos monitoreados en cuatro de ellos el valor del índice de calidad es mayor en temporada seca que en temporada húmeda sin embargo en el cuerpo de agua el índice de calidad corresponde en cinco de sus puntos a la especiación Aceptable y cuenta con una medición en Bueno realizada en época seca ubicado en el sector de Villa Rosa. En su



mayoría los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, NO<sub>2</sub>, NT no superan el límite cuantificable del método y otros como E.Coli, SST, PT reportan concentraciones bajas lo que justifica estos resultados de aguas con índice de calidad Aceptable y Bueno (ver **Figura 3.563**).

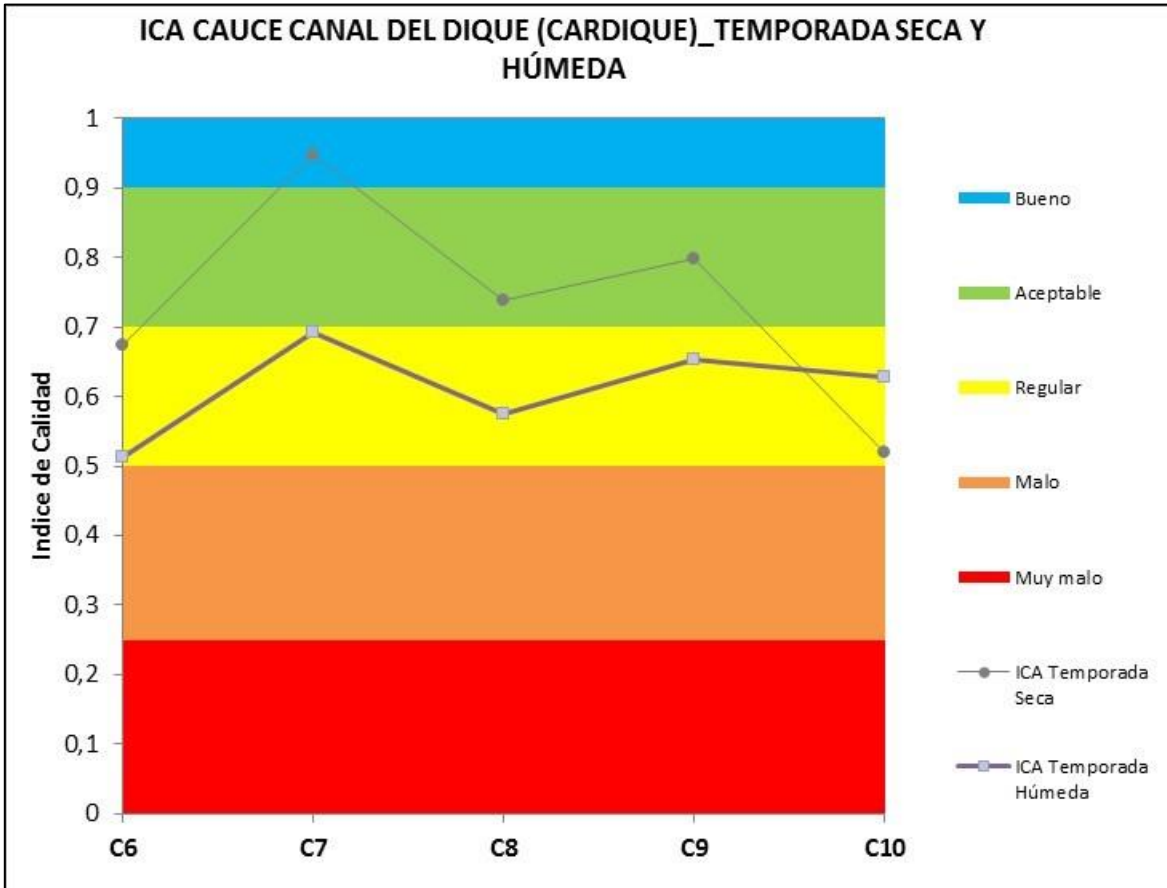
**Figura 3.563. ICA embalse el Guájaro en época Seca y Humeda.2016-2017.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El Canal del Dique durante la época hidrológica seca el índice de calidad del agua es Aceptable en cuatro de los cinco puntos monitoreados a excepción del punto más cercano al mar C10 ubicado en el sector de Pasa Caballos con categoría Regular. En la temporada húmeda todos los puntos monitoreados de este cuerpo de agua en espaciación Regular, en esta temporada la conductividad aumenta respecto a la evaluada temporada seca sobrepasando valores de 800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ; esta situación puede estar generando el comportamiento diferente del punto C10 respecto al resto de puntos durante las dos temporadas (ver **Figura 3.564**).

Figura 3.564. ICA Canal del Dique en temporada Seca y Húmeda.

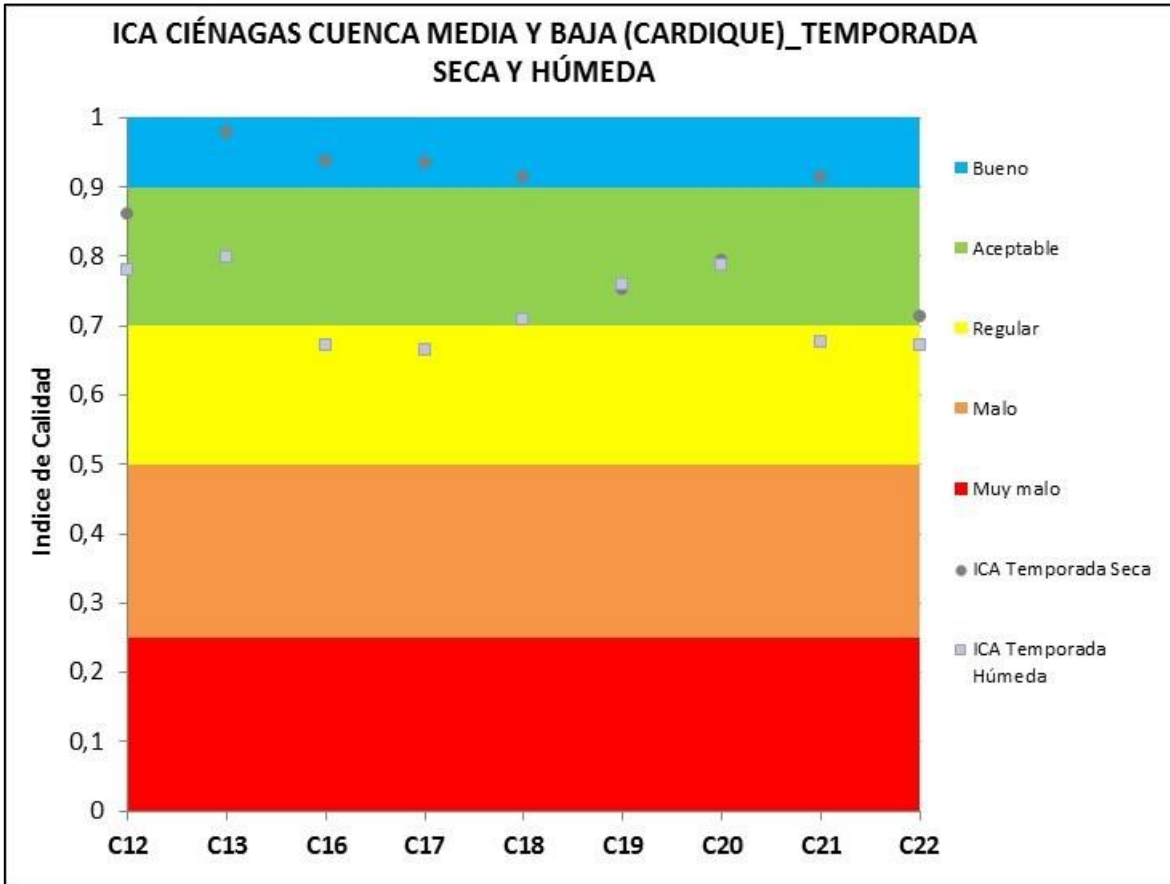


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los sistemas de agua lenticos ubicados en la parte media y baja de esta cuenca durante la temporada húmeda disminuyen el valor de su índice de calidad respecto al obtenido durante la temporada seca y dos de ellos (C19 y C20) en ambas temporadas son casi iguales con calidad aceptable este comportamiento es propio de la naturaleza del tipo de cuerpo de agua amortiguador y regulador de contaminantes en épocas de abundante o mínimo volumen de agua.

La ciénaga Palotal a pesar de obtener diferentes valores del Índice de calidad del agua en ambas temporadas se encuentra su calidad en aceptable, para la ciénaga Honda y Matuya en temporada seca su calidad es Buena y Aceptable en temporada húmeda. Las Ciénagas Juan Gómez, María La Baja y Ciénaga del Jobo durante la temporada seca cuentan con índice de calidad Bueno y en temporada húmeda es regular posiblemente el aumento de los parámetros DBO<sub>5</sub>, conductividad, Oxígeno disuelto en temporada húmeda pueden ser los causantes de este detrimento en la calidad. Por último, la ciénaga Machado a pesar de obtener valores de ICA muy cercanos en ambos monitoreos para temporada seca su índice de calidad es aceptable y en temporada húmeda es Regular (ver **Figura 3.565**).

Figura 3.565. ICA ciénagas de la cuenca media y baja temporada seca y húmeda.

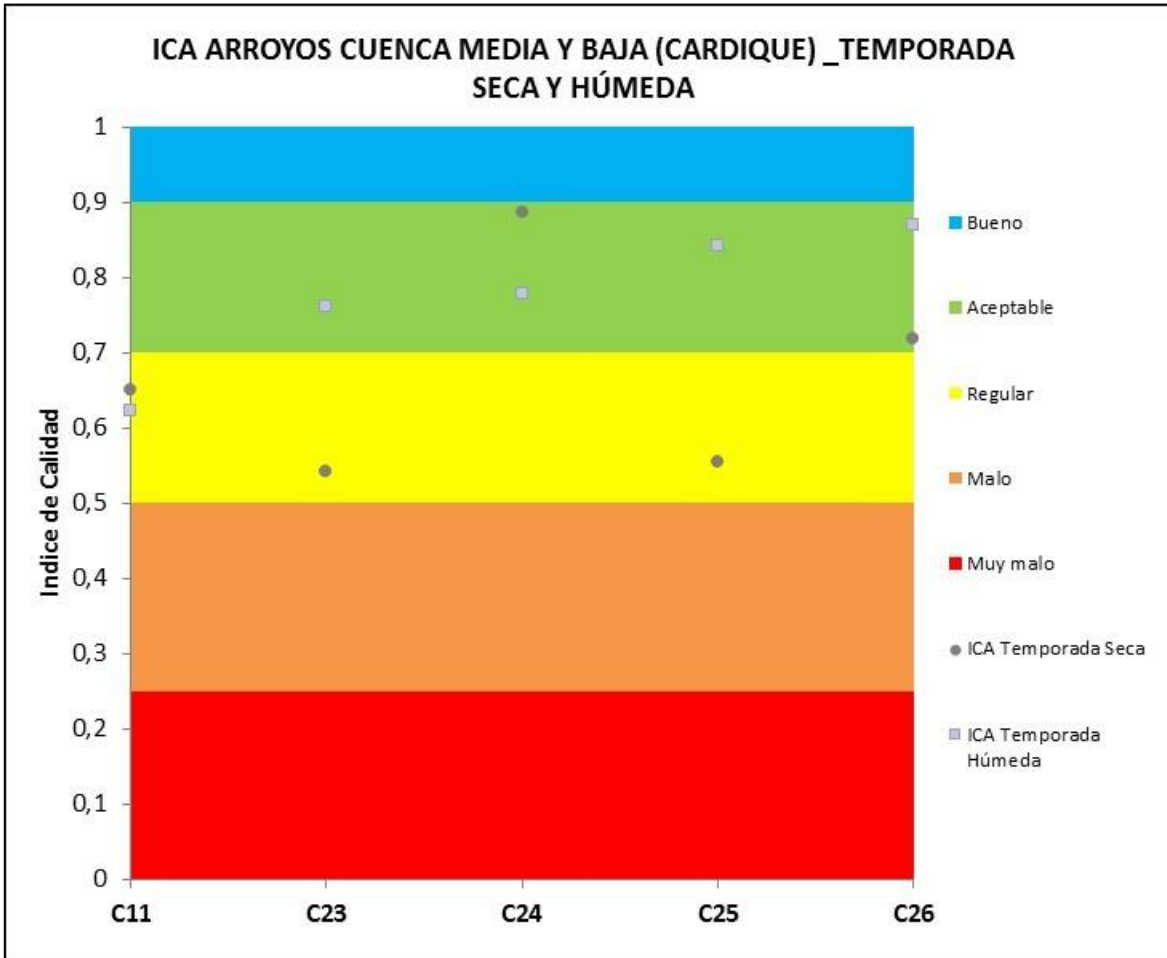


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los cinco sistemas de aguas loticos monitoreados durante ambas campañas ubicados en la parte media y baja de la cuenca durante la temporada húmeda obtienen categoría Aceptable a excepción del caño Matunilla que su calidad es Regular durante las dos temporadas. La calidad del agua durante la temporada seca para los Arroyos Toro y Caimán fue Regular y para los Arroyos María y Caimán fue Aceptable.

En el Caño Matunilla y el Arroyo María se puede estar presentando este comportamiento debido al arrastre de contaminantes por efectos de escorrentía y lavado de suelos que aumenta durante la época de lluvia en cambio en los Arroyos Toro, Caimán y Arroyo Grande se presenta el efecto contrario cuando existe presencia de mayor volumen de agua debido a que las fuentes contaminantes no alcanzan alterar más de los que estos componentes hídricos de la cuenca pueden diluir con el aumento del volumen de agua que reciben en esta época (ver **Figura 3.566**).

Figura 3.566. ICA de Arroyos en la cuenca media y baja temporada seca y húmeda.



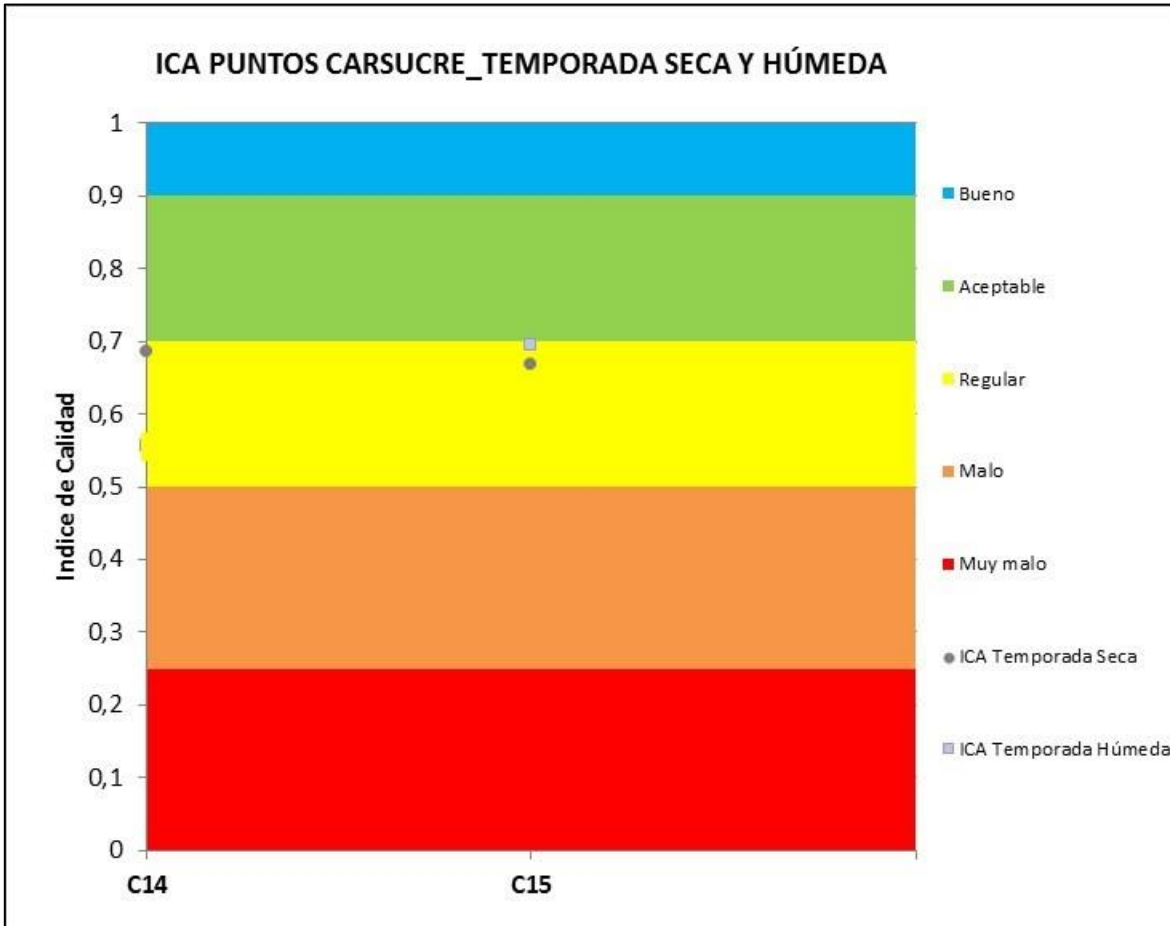
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La Ciénaga Pablo y el Caño Correa ubicados en el departamento de Sucre en jurisdicción de la corporación CARSUCRE son los cuerpos de agua cercanos al mar, monitoreados en este estudio con el fin de determinar su índice de calidad del agua el cual es regular para ambos recursos hídricos en las temporadas seca y húmeda para Caño Correa realizadas a finales del año 2016 e inicio del año 2017.

Los parámetros en la ciénaga Pablo son muy similares durante las dos temporadas, pero se hace necesario resaltar que durante la temporada húmeda no se pudo analizar la concentración del parámetro de la DQO por tal razón este ICA no fue calculado por las altas concentraciones de Cloruros; pero en general para este recurso hídrico se obtienen concentraciones de DBO<sub>5</sub>, pH, SST y alta Conductividad que pueden estar determinando la calidad del agua Regular. Los valores del ICA para el Caño Correa en las dos temporadas son muy cercanos al rango de calidad Aceptable pues sus parámetros son más aproximados entre ellos durante las dos temporadas, pero se encuentra en el rango de valores de ICA Aceptable (ver **Figura 3.567**).



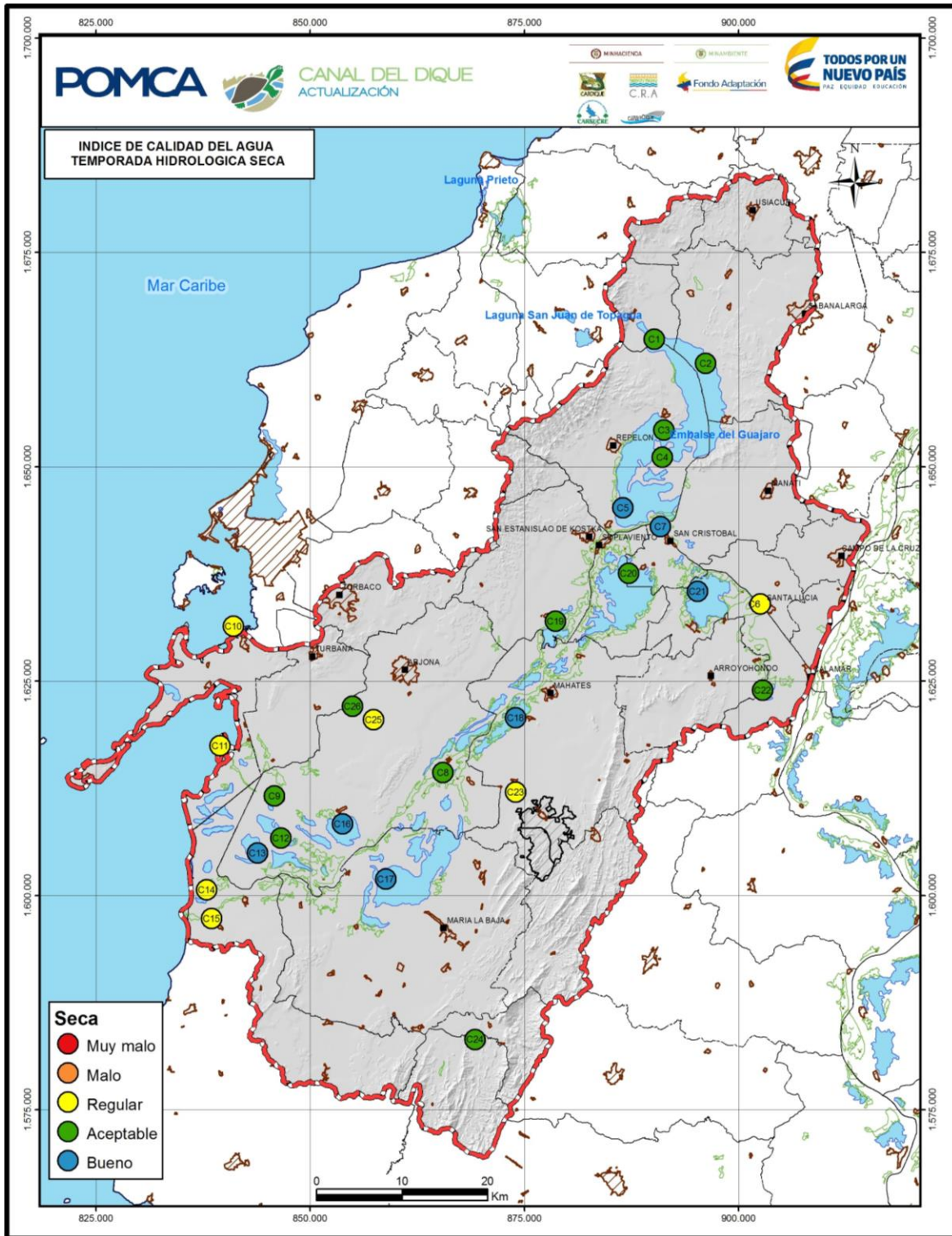
Figura 3.567. ICA de puntos ubicados en CARSUCRE temporada seca y húmeda.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

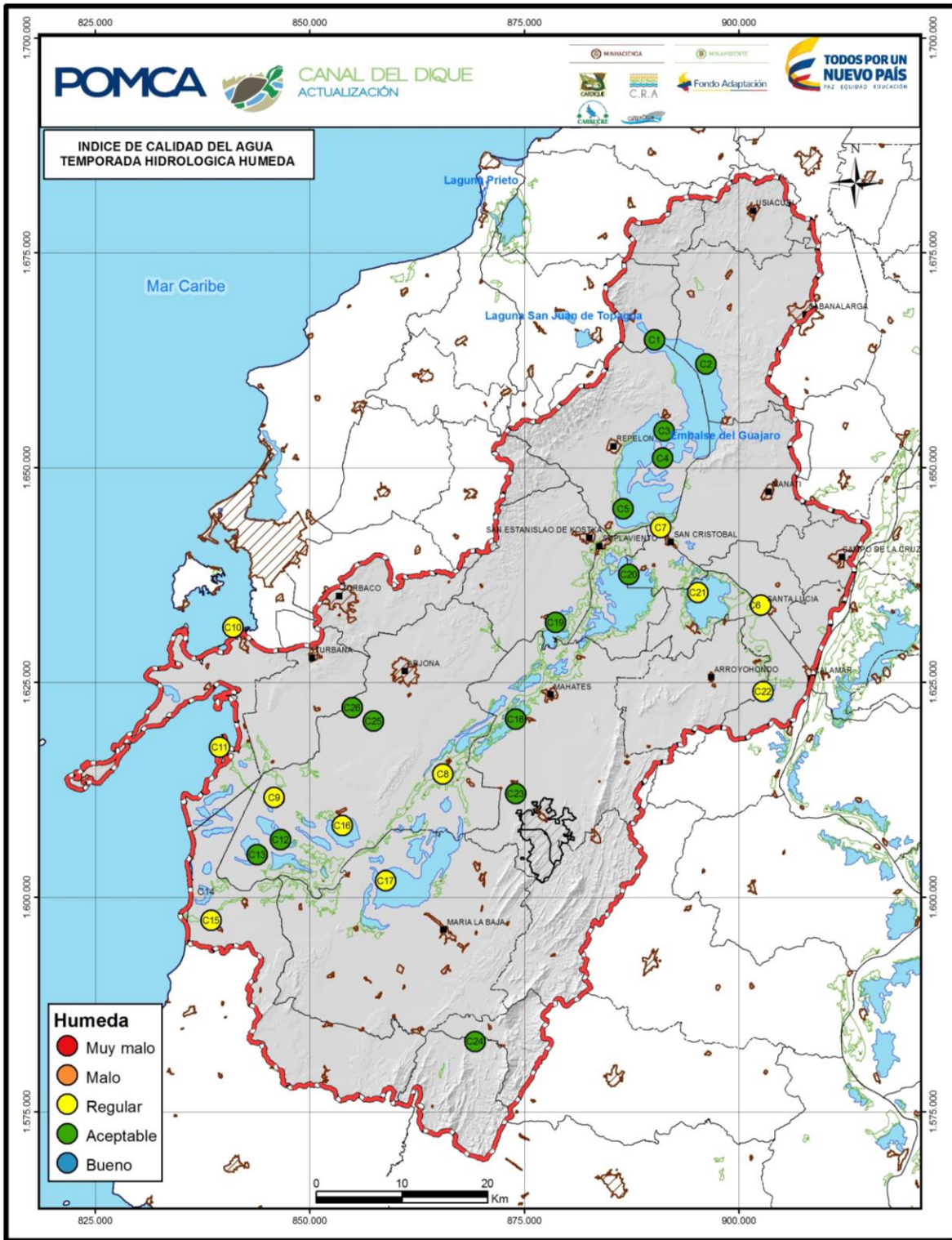
En la **Figura 3.568** y **Figura 3.569** se ubican las categorías de los ICA calculados en cada uno de los puntos de la cuenca monitoreados durante las campañas en época hidrológica seca y húmeda.

**Figura 3.568. ICA campañas de monitoreo temporada hidrológica seca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.569. ICA campañas de monitoreo temporada hidrológica húmeda.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.8.7 Estimación del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

#### 3.8.7.1 Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

La calidad del agua se puede sufrir afectación y se puede expresar como amenaza al considerar que, desde un punto de vista antropocéntrico, el sistema hídrico es más vulnerable a la afectación de la calidad en la medida de la disponibilidad natural y/o regulada de una cantidad suficiente para abastecer los usos de la población asentada en sus alrededores, la cual varía dinámica y paralelamente con la variabilidad climática. Así, se considera que la disponibilidad del agua se reduce en época seca y su calidad se ve afectada, tanto en época seca como en época lluviosa, según lo señala el Estudio Nacional del Agua (ENA – 2010).

Existe la probabilidad de que se presente un evento de alteración en la calidad del agua de una fuente superficial, lo que representa una amenaza en la medida en que se incrementan las cargas vertidas por los diferentes sectores y se reduce la capacidad natural de autodepuración del sistema hídrico superficial que las recibe, lo que hace que pierda la aptitud para usos específicos y afecta la calidad de los beneficios ambientales que prestan estos ecosistemas hídricos. El propósito de este indicador es determinar las amenazas potenciales por alteración de la calidad en las unidades de análisis. Las variables que utiliza son en cuanto a materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, DQO y DQO-DBO), Sólidos Suspendidos (SST), Nutrientes (N Total y P Total) y Oferta Hídrica.

Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en una tabla de interpretación que permiten calificar la alteración potencial de la calidad del agua de forma descriptiva como de cierto nivel de presión (Baja, Moderada, Media-Alta, Alta o Muy Alta) que a su vez están asociados a un determinado color (azul, verde, amarillo, naranja y rojo, respectivamente). La comparación temporal de la vulnerabilidad reflejada por la alteración potencial de la calidad del agua simplifica la interpretación, la identificación de tendencias y la toma de decisiones por cuenta de las diferentes autoridades. Los valores del indicador pueden ser espacializados en mapas, asociándolos al polígono que identifica la ubicación de las subzonas hidrográficas (ver **Tabla 3.254**).

**Tabla 3.254. Categorías y descriptores de presión por subzona hidrográfica.**

CATEGORÍA CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE PRESIÓN	PERCENTIL DBO <sub>5</sub>	PERCENTIL DQO-DBO <sub>5</sub>	PERCENTIL SST	PERCENTIL NT	PERCENTIL PT
		CARGA EN TONELADAS AÑO/MILLONES DE METROS CÚBICOS				
1	Baja	< 0.13	< 0.13	< 0.3	< 0.02	<0.004
2	Moderada	0.14 a 0.39	0.14 a 0.35	0.4 a 0.70	0.03 a 0.05	0.005 a 0.013
3	Media Alta	0.4 a 1.20	0.36 a 1.16	0.80 a 1.8	0.06 a 0.13	0.014 a 0.035
4	Alta	1.21 a 4.85	1.17 a 6.77	1.9 a 7.60	0.14 a 0.55	0.036 a 0.134
5	Muy alta	> 4.86	> 6.78	> 7.70	> 0.56	> 0.135

Nota: clasificados de acuerdo con los percentiles asignados al cociente carga (ton/año) / oferta total (MMC).

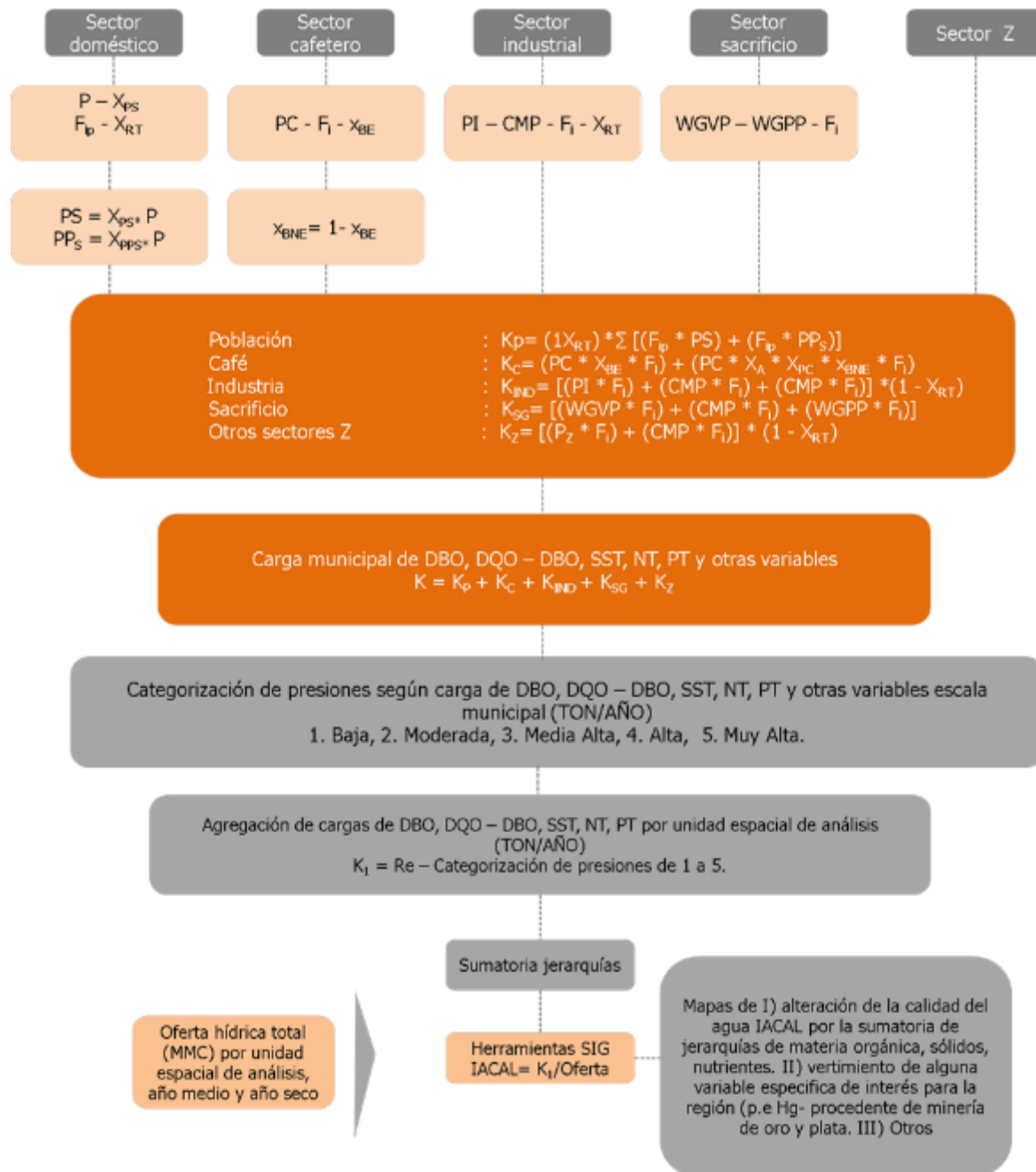
Fuente: ENA-IDEAM- 2010.



3.8.7.2 Estimaciones Metodológicas

Teniendo en cuenta los “Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua 2013” se realiza la estimación del IACAL bajo el esquema que se ilustra en la **Figura 3.570** establecida en ENA 2010. Cabe resaltar que las cargas contaminantes calculadas con factor de vertimiento se aplican en los casos que la información disponible no sea suficiente y son extraídos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Figura 3.570. Esquema metodológico IACAL.



Fuente. ENA (Estudio Nacional del Agua). 2010.

### 3.8.7.3 Resultados Obtenidos

A partir de la sumatoria de las cargas contaminantes municipales descritas en el capítulo 1.2 para cada una de las 17 subcuencas estimadas en Ton/año se categorizaron según los rangos descritos por los percentiles de carga de DBO<sub>5</sub>, SST, DQO-DBO, NT y PT, asignando se la categoría de presión de 1 a 5 con el fin de obtener un dato cualitativo. Todas estas estimaciones de cálculo se realizaron para oferta de año seco y medio de la Cuenca Canal del Dique. Finalmente, para obtener la última categoría del IACAL por subcuencas se realizó una “re categorización” donde se tienen en cuenta los rangos descritos en resultados obtenidos según la distribución de percentiles teniendo en cuenta la oferta en millones de metros cúbicos.

#### 3.8.7.3.1 Cálculo del IACAL en las Subcuencas Canal del Dique

El IACAL se calcula por subcuenca teniendo en cuenta la oferta hídrica en condiciones de año medio y año seco, en el ejercicio de calcular el IACAL se utilizó la siguiente ecuación:

$$IACAL = \frac{K_1}{Oferta}$$

El **Anexo 3.8.6** contiene la hoja de cálculo de este índice. La oferta hídrica utilizada en el cálculo del IACAL para año seco y medio se encuentra en la **Tabla 3.255**.

**Tabla 3.255. Oferta hídrica en año medio y año seco para la cuenca.**

COD_IDEAM	SUBCUENCA	OFERTA MEDIA	OFERTA SECA
		MM <sup>3</sup>	MM <sup>3</sup>
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	97.34	12.81
2903-01	Norte Embalse Guájaro	185.99	46.51
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	211.66	28.18
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	77.35	27.71
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	17.48	4.13
2903-13	Arroyo Caimán	88.30	24.71
2903-06	Represas Playón y Matuya	95.98	14.17
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	107.82	23.36
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	15.88	4.51
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	61.86	17.32
2903-05	Complejo María La Baja	440.55	90.33
2903-08	Delta Canal del Dique	99.93	24.91
2903-07	Sur Delta	47.29	13.24
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	40.50	7.38
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	93.83	26.43
2903-10	Barú	28.33	7.49
2903-17	Canal del Dique	4.97	1.02

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La agregación de cargas por unidad espacial de análisis dio como resultado las categorizaciones contenidas en la **Tabla 3.256**, indicando la categoría y el valor asignado, en este caso para el año medio, las categorizaciones contenidas en la **Tabla 3.257** indican los resultados de la categoría y el valor asignado para el año medio.

**Tabla 3.256. Categorización del IACAL para el año Seco en las subcuencas.**

SUBCUENCAS	DBO		SST		DQO-DBO		NT		PT	
	VALOR	CATEGORÍA	VALOR	CATEGORÍA	VALOR	CATEGORÍA	VALOR	CATEGORÍA	VALOR	CATEGORÍA
Ciénaga Aguas Claras	15.69	Muy Alta	23.12	Muy Alta	2.14	Alta	0.02	Baja	0.00	Baja
Norte Embalse Guájaro	1.85	Alta	11.93	Muy Alta	33.22	Muy Alta	2.75	Muy Alta	0.77	Muy Alta
Humedales Canal del Dique y Guájaro	9.98	Muy Alta	19.09	Muy Alta	3.54	Alta	0.09	Media	0.02	Media
Ciénaga Jobo - Negros	6.00	Muy Alta	13.50	Muy Alta	4.79	Alta	0.37	Moderada	0.10	Alta
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	11.96	Muy Alta	27.48	Muy Alta	9.56	Muy Alta	0.01	Baja	0.00	Baja
Arroyo Caimán	21.88	Muy Alta	49.49	Muy Alta	17.49	Muy Alta	1.18	Muy Alta	0.33	Muy Alta
Represas Playón y Matuya	1.19	Media	2.73	Alta	0.95	Media	0.00	Baja	0.00	Baja
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	1.92	Alta	25.03	Muy Alta	40.40	Muy Alta	2.77	Muy Alta	0.77	Muy Alta
Norte Canal del Dique Pasacaballos	20.18	Muy Alta	44.35	Muy Alta	16.11	Muy Alta	2.29	Muy Alta	0.64	Muy Alta
Arroyo Cabildo o Grande	25.50	Muy Alta	52.52	Muy Alta	37.29	Muy Alta	2.27	Muy Alta	0.63	Muy Alta
Complejo María La Baja	3.13	Alta	17.14	Muy Alta	10.76	Muy Alta	0.79	Muy Alta	0.22	Muy Alta
Delta Canal del Dique	3.94	Alta	13.46	Muy Alta	2.08	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Sur Delta	1.85	Alta	4.21	Alta	1.48	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Occidental Embalse Guájaro	43.73	Muy Alta	86.48	Muy Alta	25.43	Muy Alta	4.84	Muy Alta	1.36	Muy Alta
Ciénagas Capote - Tupe	3.56	Alta	8.19	Muy Alta	2.85	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Barú	9.11	Muy Alta	20.94	Muy Alta	7.28	Muy Alta	0.01	Baja	0.00	Baja
Canal del Dique	57.60	Muy Alta	608.03	Muy Alta	43.20	Muy Alta	5.25	Muy Alta	1.46	Muy Alta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.257. Categorización del IACAL para el año Medio en las subcuencas.**

Subcuencas	DBO		SST		DQO-DBO		NT		PT	
	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría
Ciénaga Aguas Claras	2.07	Alta	3.04	Alta	0.28	Alta	0.02	Baja	0.00	Baja
Norte Embalse Guájaro	0.46	Media	2.98	Alta	8.31	Muy Alta	2.75	Muy Alta	0.77	Muy Alta
Humedales Canal del Dique y Guájaro	1.33	Alta	2.54	Alta	0.47	Alta	0.09	Media	0.02	Media
Ciénaga Jobo - Negros	2.15	Alta	4.84	Alta	1.72	Alta	0.37	Moderada	0.10	Alta
Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	2.82	Alta	6.49	Alta	2.26	Muy Alta	0.01	Baja	0.00	Baja
Arroyo Caimán	6.12	Muy Alta	13.85	Muy Alta	4.89	Muy Alta	1.18	Muy Alta	0.33	Muy Alta
Represas Playón y Matuya	0.18	Moderada	0.40	Moderada	0.14	Media	0.00	Baja	0.00	Baja
Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	0.42	Media	5.42	Alta	8.75	Muy Alta	2.77	Muy Alta	0.77	Muy Alta
Norte Canal del Dique Pasacaballos	5.73	Muy Alta	12.60	Muy Alta	4.58	Muy Alta	2.29	Muy Alta	0.64	Muy Alta
Arroyo Cabildo o Grande	7.14	Muy Alta	14.70	Muy Alta	10.44	Muy Alta	2.27	Muy Alta	0.63	Muy Alta
Complejo María La Baja	0.64	Media	3.51	Alta	2.21	Muy Alta	0.79	Muy Alta	0.22	Muy Alta
Delta Canal del Dique	0.98	Media	3.35	Alta	0.52	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Sur Delta	0.52	Media	1.18	Media	0.41	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Occidental Embalse Guájaro	7.97	Muy Alta	15.75	Muy Alta	4.63	Muy Alta	4.84	Muy Alta	1.36	Muy Alta
Ciénagas Capote - Tupe	1.00	Media	2.31	Alta	0.80	Alta	0.00	Baja	0.00	Baja
Barú	2.41	Alta	5.54	Alta	1.93	Muy Alta	0.01	Baja	0.00	Baja
Canal del Dique	11.84	Muy Alta	125.02	Muy Alta	8.88	Muy Alta	5.25	Muy Alta	1.46	Muy Alta

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Para la determinación de este IACAL en año Seco y Medio se realiza la re- categorización asignando los valores a cada una de las subcuencas. Después de recategorizar las subcuencas se obtuvo que para año seco en la cuenca no clasificó subcuenca alguna en categoría Baja, el 11.8% en categoría Moderada, 29.4% en categoría Alta, 29.4% en categoría Media Alta y 29.4 en Muy alta (ver **Tabla 3.258**).

**Tabla 3.258. Re-Categorización del IACAL para el año Medio y Seco en las subcuencas.**

CÓDIGO	SUBCUENCA	IACAL AÑO MEDIO		IACAL AÑO SECO	
2903-14	Ciénaga Aguas Claras	Moderada	2	Media Alta	3
2903-01	Norte Embalse Guájaro	Alta	4	Alta	4
2903-16	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Moderada	2	Alta	4
2903-03	Ciénaga Jobo - Negros	Media Alta	3	Alta	4
2903-09	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	Moderada	2	Media Alta	3
2903-13	Arroyo Caimán	Alta	4	Muy Alta	5
2903-06	Represas Playón y Matuya	Baja	1	Moderada	2
2903-02	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Alta	4	Alta	4
2903-11	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Alta	4	Muy Alta	5
2903-12	Arroyo Cabildo o Grande	Muy Alta	5	Muy Alta	5
2903-05	Complejo María La Baja	Media Alta	3	Alta	4
2903-08	Delta Canal del Dique	Moderada	2	Media Alta	3
2903-07	Sur Delta	Moderada	2	Moderada	2
2903-15	Occidental Embalse Guájaro	Alta	4	Muy Alta	5
2903-04	Ciénagas Capote - Tupe	Moderada	2	Media Alta	3
2903-10	Barú	Moderada	2	Media Alta	3
2903-17	Canal del Dique	Muy Alta	5	Muy Alta	5

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Durante el año hidrológico húmedo los resultados de la cuenca fueron 5.9% se clasificó en categoría Baja, 41.2% en categoría Moderada, el 29.4% en categoría Alta, el 11.8% en categoría Media Alta y 11.8 en Muy Alta. Además, se observó que las clasificaciones no obedecen a una tendencia a lo largo de la cuenca (ver **Tabla 3.258**).

La subcuenca de las represas Playón y Matuya es la única que su índice de Alteración se clasifica en categoría Baja durante los dos años hidrológicos y puede ser por la conservación y los usos establecidos para los cuerpos de agua que la componen establecidos en los objetivos de calidad; lo que contribuye a tener bajo impacto de contaminación además en esta subcuenca no se registran vertimientos puntuales existentes ante la corporación CARDIQUE.

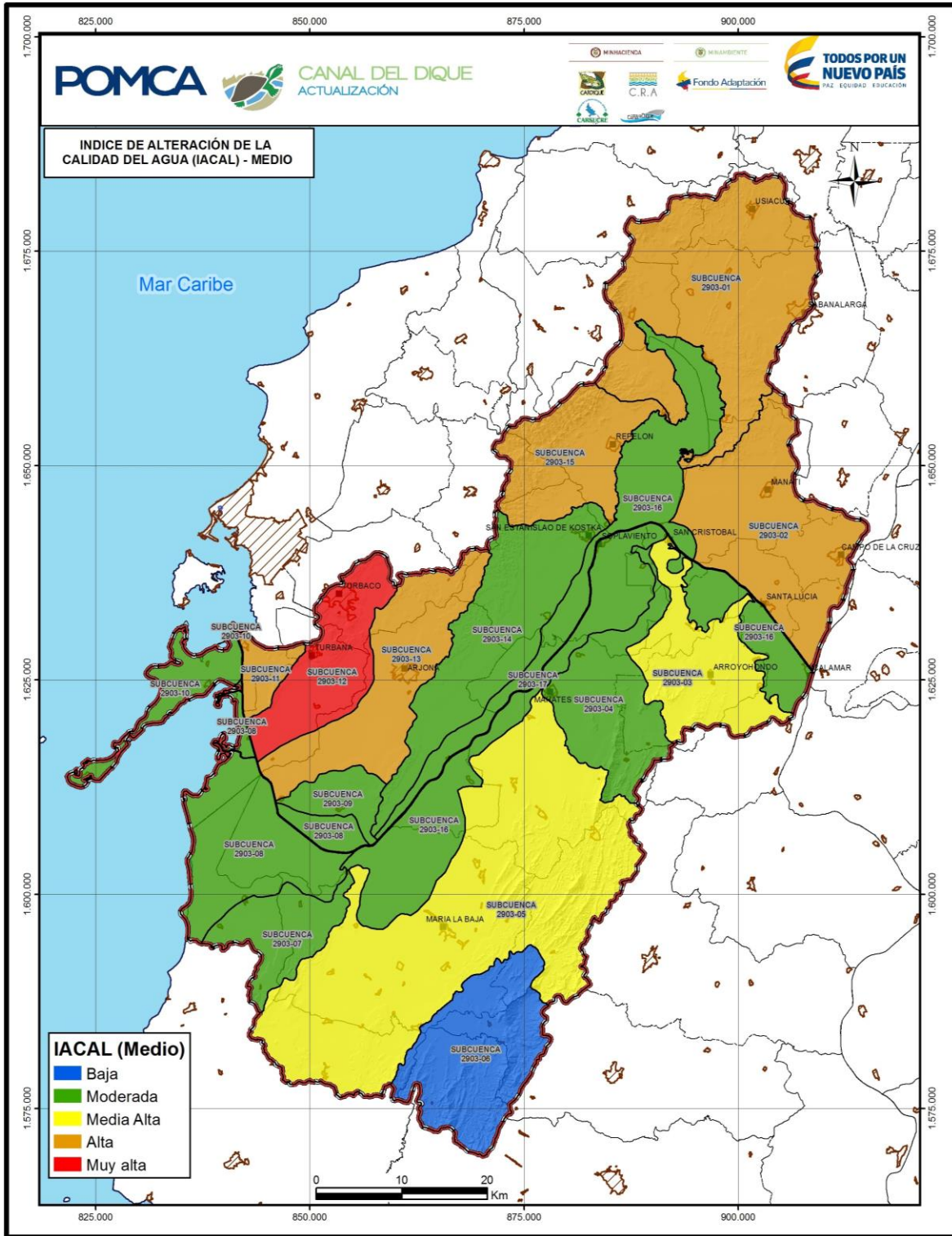
En general el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del agua se vio más afectado durante el año seco en cuanto a la presión contaminante ejercida sobre la cuenca, debido a la disminución de oferta hídrica disponible para disminuir la presión de carga contaminante recibida, lo que hace que se evidencie aún más la alteración, en la parte baja y media de la cuenca donde su espaciación se convierte en Muy alta para algunas

subcuencas ubicadas hacia la parte occidental de la cuenca. La situación descrita se presenta especialmente en las subcuencas de Ciénaga Aguas Claras, Humedales Canal del Dique y El Guájaro, Ciénaga Jobo – Negros, Arroyo Quita Calzón, Ciénagas Juan Gómez, Arroyo Caimán, Represas Playón y Matuya, Norte Canal del Dique Pasacaballos, Complejo María La Baja, Delta Canal del Dique, Occidental Embalse Guájaro, Ciénagas Capote – Tupe y Barú.

Se evidencia un caso especial en las subcuencas Norte Embalse el Guájaro, Oriental Embalse el Guájaro y Canal del Dique, Arroyo Cabildo Grande, Sur Delta y Canal del Dique que indiferentemente a la condición de año hidrológico se mantienen con igual presión contaminante, teniendo en cuenta que en ellas la oferta hídrica varía en los diferentes años hidrológicos se puede decir que el volumen de agua con que cuentan aún en niveles más bajos es suficiente para mantener su condición de calidad o de dilución para presiones contaminantes características obtenidas en año con mayor volumen de agua.

De ellas Arroyo Cabildo Grande y Canal del Dique son las subcuencas que presentan mayor índice de alteración en toda la cuenca determinada como Muy Alta es decir que son las más afectadas por la presión contaminante. Los resultados del IACAL se presentan de acuerdo a su ubicación geográfica por subcuencas en la **Figura 3.571** para año Medio y **Figura 3.572** durante año seco.

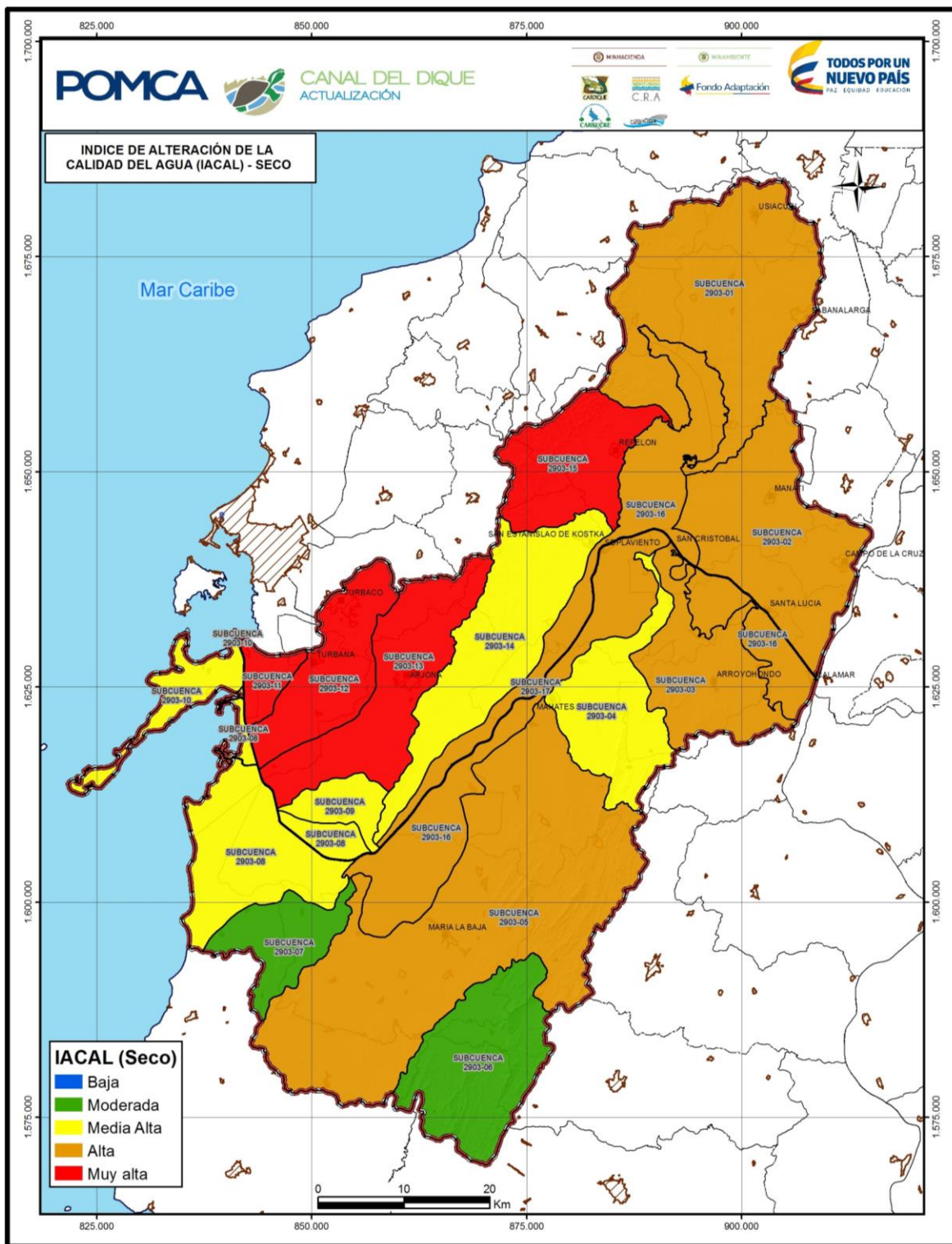
Figura 3.571. Mapa IACAL año Medio-Subcuenca Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.572. Mapa IACAL año Seco-Subcuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.8.8 Conclusiones y Recomendaciones

- En la cuenca las Corporaciones autónomas como CARDIQUE, CRA y CARSUCRE realizan periódicamente seguimientos pertinentes por medio de monitoreos o caracterizaciones físico químicas a los recursos hídricos que se encuentran en su jurisdicción, por medio de los cuales ejercen el control y seguimiento de los parámetros determinantes de calidad del agua manteniendo así actualizado los estados de estos.
- A pesar de que algunos parámetros sobrepasan los límites establecidos en los objetivos de calidad por parte de las autoridades ambientales, se puede decir que La red de monitoreo de calidad del agua existente en la Cuenca Canal del Dique por parte de las corporaciones como CRA, CARDIQUE cuenta con los requisitos normativos establecidos en cuanto a variables monitoreadas, laboratorio de toma de muestras y análisis acreditado, y cálculo adecuado del Índice de Calidad del Agua, lo que quiere decir que si están cumpliendo.
- El sector productivo con mayor aporte de cargas contaminantes en la cuenca es el sector doméstico. Se recomienda realizar un inventario y/o caracterización de las posibles descargas o cauces producto de la escorrentía natural, además de identificar posibles infiltraciones de fertilizantes u otro contaminante asociado a las actividades desarrolladas de tipo agropecuarias y agroindustriales.
- La Calidad del Agua presentó variación en los muestreos realizados durante las dos condiciones hidrológicas diferentes, indicando que la escorrentía ocasionada por los arrastres de contaminante y posibles aportes de lixiviados pueden estar incrementando los valores de carga contaminante en la temporada de mayores caudales teniendo en cuenta que en la cuenca existen gran número de sistemas hidrológicos lenticos.
- El Índice de Calidad del Agua (ICA) presenta categoría REGULAR en algunos puntos ubicados en la parte más baja de la cuenca, durante las dos temporadas hidrológicas monitoreadas, lo que indica que a lo largo de la cuenca se presentan descargas que se adicionan en concentración contaminante y no se ve favorecida por efecto de dilución.
- El índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) de la Cuenca Canal del Dique presenta el 29.4% y 11.8% en la categoría MUY ALTA, 29.4% y 11.8% de la cuenca en categoría MEDIA ALTA, 29.4% y 29.4% categoría ALTA, 11.8 y 41.2% MODERADA, 0% y 5.9% categoría BAJA durante año Seco y Medio-Húmedo. Las subcuencas que presentan mayor presión contaminante son Norte Canal del Dique Pasacaballos, Arroyo Cabildo o Grande, Arroyo Caimán, Ciénaga Aguas Claras, Occidental Embalse Guájaro.

### 3.9 GEOMORFOLOGÍA

#### 3.9.1 Geomorfología de Carvajal

##### 3.9.1.1 Resumen

Con el objetivo de generar la información Básica Geomorfológica requerida para la implementación de la Gestión del Riesgo y el conflicto de uso de los suelos en el POMCA de la Cuenca Canal del Dique, se han elaborado los productos siguiendo las metodologías definidas por el Servicio Geológico Colombiano-SGC y el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (Zinck, 2012), definidas en el protocolo del Minambiente (2014) y cumpliendo con las especificaciones técnicas del Fondo Adaptación (Fondo de Adaptación, 2014).

El producto obtenido para la gestión del riesgo identifica 5 ambientes morfogenéticos: Estructural con 22 Subunidades; Denudativo con 50 Subunidades; Fluvial con 7 subunidades; Marino con 9 subunidades y Antropogénico con 7 subunidades. El mapa de Procesos Morfodinámicos evidencia la presencia de Movimientos en Masa tipo deslizamientos, desprendimientos, reptación, solifluxión y flujos de lodo; la erosión es de tipo laminar, surcos y cárcavas. Además, se presenta erosión costera en el sector de Pasacaballos a Barú y geoformas dómicas asociadas a vulcanismos de lodo.

Un deslizamiento complejo es el mayor evento por movimiento en masa activo encontrado al NW de la cuenca, corregimiento de la Tabla, municipio de Repelón, generado por la acción de la falla inversa de Repelón y la falla satélite de Medina, aunado al manejo de aguas servidas y lluvias del corregimiento. Esta génesis natural y antrópica está acentuando el proceso de reptación de la capa superficial y afectando las viviendas y el colegio del corregimiento.

El producto elaborado para evaluar el conflicto de uso del suelo en la Cuenca Canal del Dique, identifica paisajes de Montaña, Lomeríos, Piedemontes, Planicies, Peneplanicies, Valles y Antropogénico con ambientes morfogenéticos Mixtos, Depositionales, Residuales, y Erosionales con Relieves y Modelados tipo Cuestas, Crestones Espinazos, Mesas, Laderas Escalonadas, Filas y Vigas, Lomas, Domos Volcánicos, Valles, Vallecitos, Cerros Residuales, Abanicos, Glacis, Planos de Inundación, Terrazas, Planos Fluvio-lacustres y Planos de Marea; geoformas soportados en areniscas, lodolitas, calizas, depósitos fluviales y aluviales, coluviales, torrenciales, orgánicos y antrópicos.

Finalmente, con base en los resultados de las geoformas obtenidas y los procesos morfodinámicos identificados, se evidencia que la parte suroeste de la cuenca es el sector más frágil por inundaciones ante la regresión por aumento del nivel del mar. Igualmente, las zonas que identifican geoformas fácilmente inundables ante el aumento de las precipitaciones y la colmatación del cauce del Magdalena y la Cuenca Canal del Dique están localizadas en las ciénagas, embalses y a lo largo del canal en donde se ubica buena parte de la población existente en la cuenca.

### 3.9.1.2 Introducción

Este informe presenta la memoria explicativa de los Mapas Geomorfológicos a escala 1:25.000 de la Cuenca Canal del Dique, elaborados siguiendo las metodologías definidas por el Servicio Geológico Colombiano-SGC en el 2012, y Zinck-2012 para el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC; metodologías definidas en el protocolo y en los alcances técnicos entregados por el Fondo Adaptación-FA al consorcio GEODIM S.A.S.

Los dos productos están dirigidos a surtir las necesidades de la gestión del Riesgo y la caracterización del conflicto del uso del suelo, en el marco del POMCA de la Cuenca Canal del Dique.

La información se presenta en 2 partes A y B: la primera describe el proceso adelantado y el producto obtenido aplicando la metodología del SGC-2012; La segunda parte explica el proceso y el resultado obtenido aplicando la metodología de Zinck (2012).

La temática geomorfológica según la metodología del SGC-2012, definida en la parte A, se describe en 3 capítulos: el primero describe los objetivos, alcances y la metodología desarrollada. El Segundo describe el marco geológico regional en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique y el capítulo tercero los resultados obtenidos.

La parte B correspondiente a la metodología de Zinck (2012), se presenta en los capítulos 4 y 5; el Cuarto define los objetivos, el alcance y el esquema metodológico seguido para estudio y en el Quinto los resultados obtenidos de la interpretación del 100% de la cuenca (departamentos de Sucre, Bolívar y Atlántico), junto con la erosión costera y la acción de los volcanes de lodo.

Finalmente, el estudio presenta las conclusiones y la bibliografía consultada.

### 3.9.1.3 Generalidades

La Cuenca Canal del Dique de 441.010,774 hectáreas, es considerada por su producción agrícola, ganadera y pesquera de gran importancia regional que sustenta buena parte del consumo requerido por la demanda agroindustrial de Cartagena y Barranquilla.

#### 3.9.1.3.1 Infraestructura

El Canal del Dique presenta una buena infraestructura vial, fluvial, marítima y aeroportuaria. La infraestructura terrestre es de vías de primero, segundo y tercer orden, y se está iniciando la construcción de vías de tercera generación (doble calzada) en las inmediaciones del Distrito de Cartagena (Mamonal con Gambote). La comunicación fluvial se efectúa a través del río Magdalena, el Canal del Dique y en pequeña escala a través de los embalses y ciénagas ubicadas dentro del perímetro de la cuenca. La Navegación Marítima comercial y turística se efectúa a través del Puerto de Cartagena con embarcaciones de importante calado. Además, se resalta la importancia del aeropuerto internacional de Cartagena como gran polo de desarrollo turístico nacional, ubicado en la parte media Occidental de la cuenca.

### 3.9.1.3.2 Población

En la Cuenca Canal del Dique se localiza Cartagena, capital del departamento de Bolívar principal polo de desarrollo comercial Nacional e Internacional y se constituye en el principal centro poblacional de la cuenca con 971.700 habitantes. Además, existen municipios como Sabanalarga, Usiacurí, Repelón, Manatí, Suan, Calamar, Campo de la Cruz, Arroyohondo, María la Baja y Mahates entre otros, cuya población por municipio no es superior a los 100.000 habitantes.

### 3.9.1.3.3 Clima y Productividad

Las condiciones climáticas oscilan entre tropical húmedo, seco y semiárido en las épocas donde son deficientes las precipitaciones. Es sobresaliente el clima templado en la serranía de San Jacinto dadas las condiciones topográficas que inciden en las corrientes de aire de los vientos alisios del Noreste y las precipitaciones en la cuenca de marcada incidencia en la productividad de la región. La temperatura media anual es del orden de los 27°C; con medias máximas registradas de 29,9°C, y mínimas de 25°C, entre octubre y noviembre.

En la cuenca se presentan cultivos de yuca, plátano, maíz, el arroz, algodón, el ñame, tabaco y frijol en la parte alta de la serranía de San Jacinto, y son sobresalientes las actividades pecuarias y la pesca.

Las figuras del documento se encuentran en el **Anexo 3.9.1**.

### 3.9.1.4 Mapa Geomorfológico Técnica del Servicio Geológico Colombiano (SGC)

#### 3.9.1.4.1 Objetivo

Mediante la integración de la información análoga y cartográfica evaluada, elaborar el mapa geomorfológico a escala 1:25.000 en la cuenca hidrográfica del Canal del Dique, localizado en los departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre, siguiendo la metodología del SGC-2012, acompañado de su respectiva memoria explicativa.

#### 3.9.1.4.1.1 Objetivos Específicos

- Proporcionar información concisa, sistemática y debidamente jerarquizada de las geoformas del relieve de la Cuenca Canal del Dique.
- Definir y caracterizar los procesos morfodinámicos y los fenómenos naturales conexos a nivel de Unidades y Subunidades existentes en la Cuenca Canal del Dique.
- Definición de los sistemas de terrenos a nivel de las Provincias geomorfológicas.
- Definición y determinación de los diferentes ambientes morfogenéticos existentes en el área de estudio en función de sus rasgos y características morfológicas.
- Identificación de los diferentes procesos dominantes recientes y antiguos (MM. Erosión y Torrencialidad), en las unidades geomorfológicas identificadas.

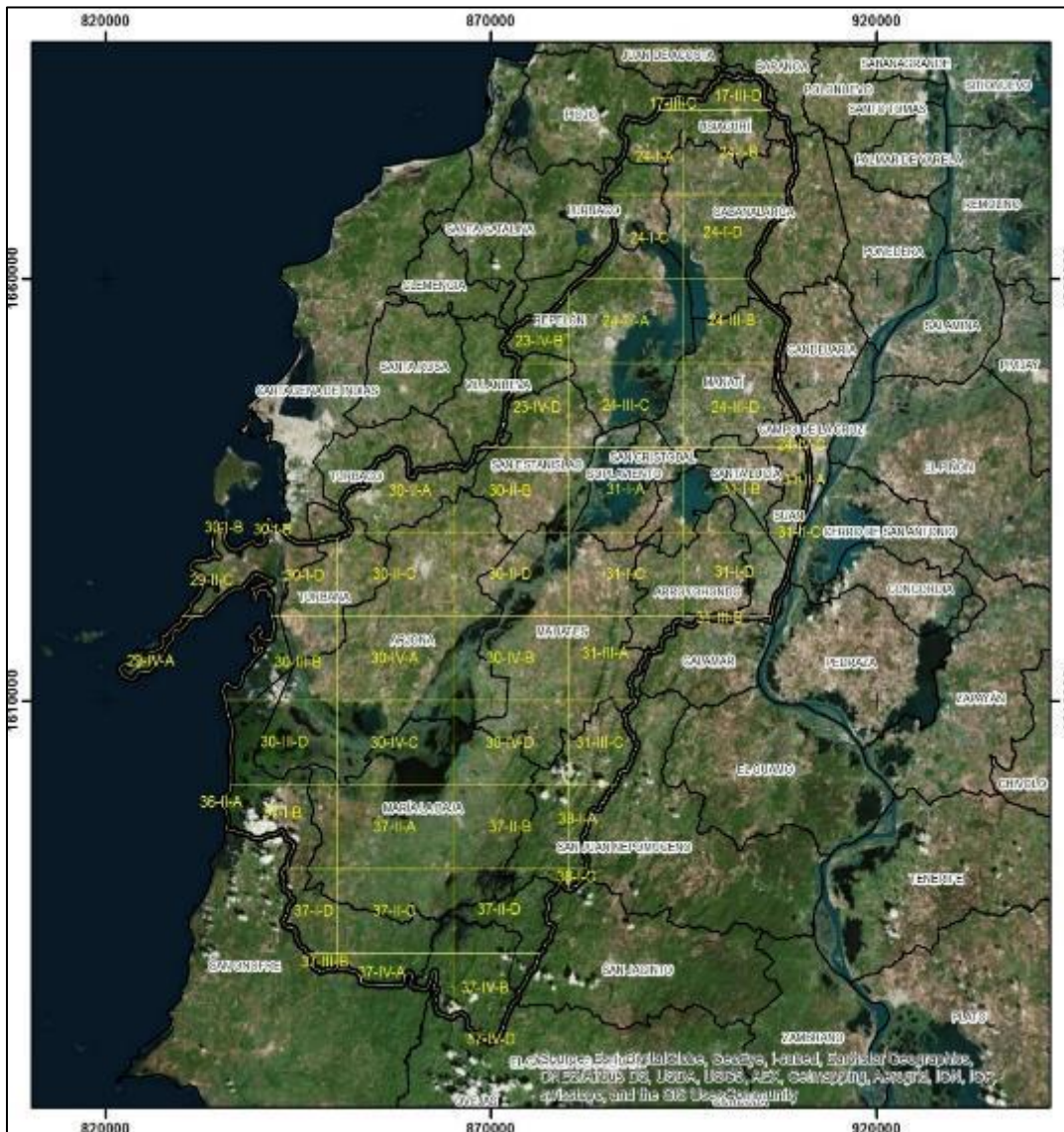


- Elaborar el Mapa geomorfológico escala 1:25.000 a nivel de Unidades y Subunidades para ser manejada en un S.I.G. y estructurada en una base de datos.
- Elaborar la memoria explicativa.

3.9.1.4.2 Alcance

Elaborar el mapa geomorfológico a escala 1:25.000, debidamente jerarquizado, a nivel de “Unidades y Subunidades” que responda a las necesidades de la zonificación de la Gestión del Riesgo, siguiendo la metodología del SGC-2012 en la Cuenca Canal del Dique, en la **Figura 3.573** se muestra el cubrimiento de las 50 planchas a escala 1:25.000 del total de la cuenca.

**Figura 3.573. Distribución de planchas 1:25.000 de la Cuenca Canal del Dique.**

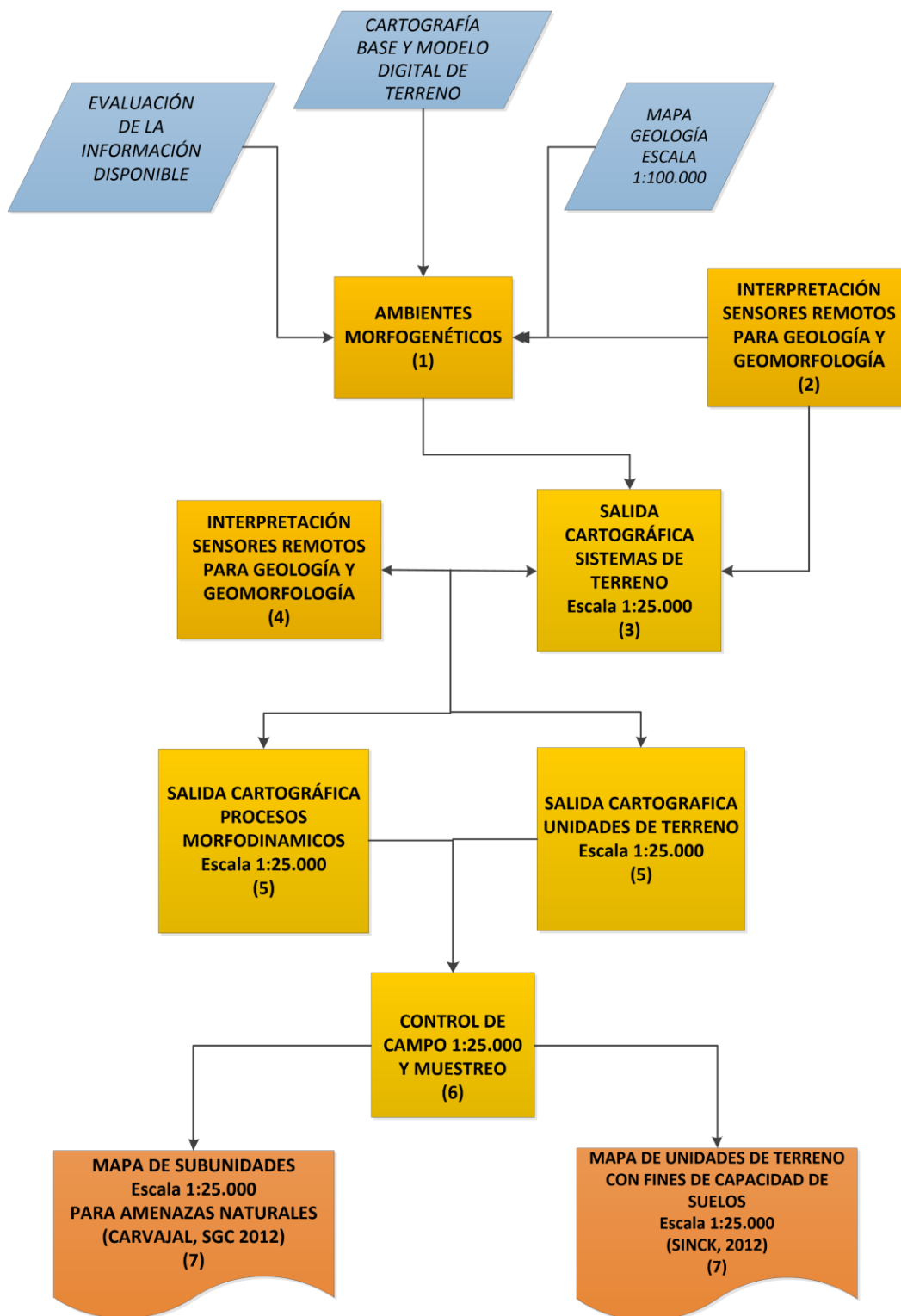


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.1.4.3 Metodología

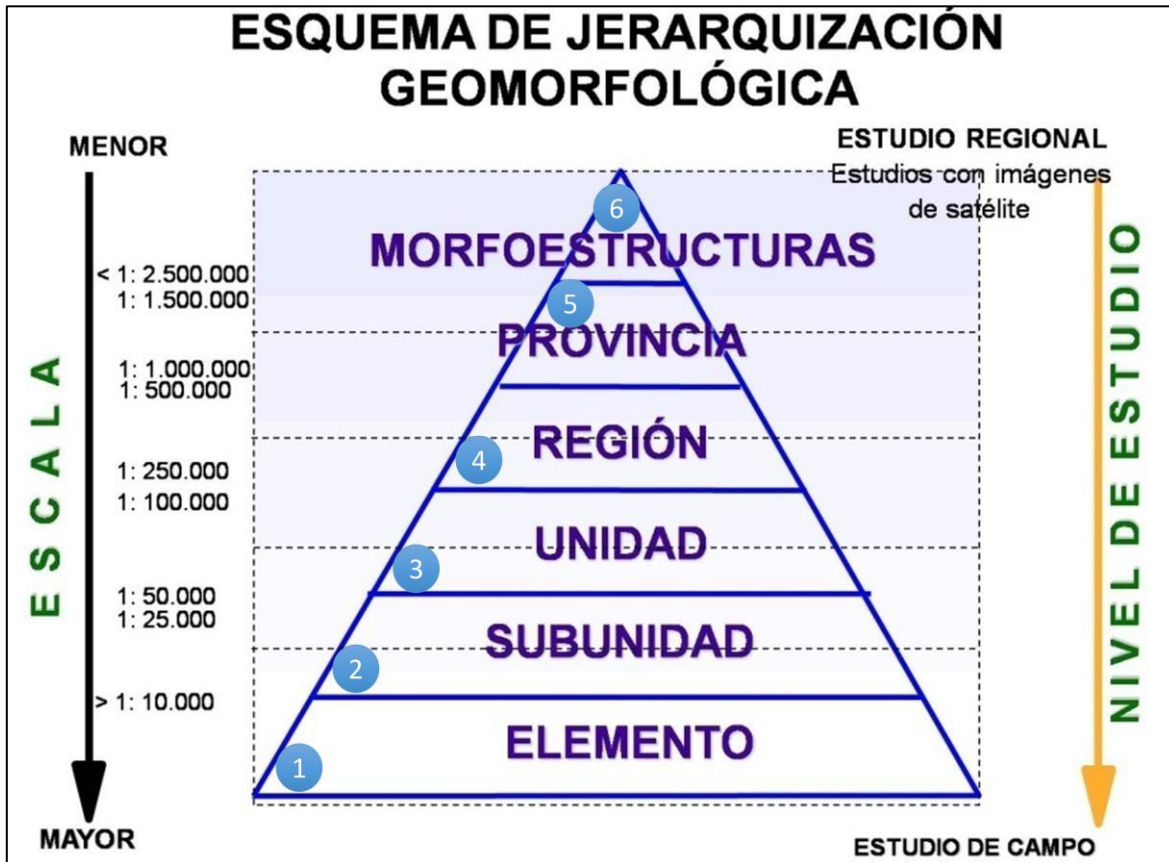
El proceso metodológico seguido para el desarrollo de la temática se resume en la **Figura 3.574**, como se referencia en los alcances técnicos de FA para la Cuenca Canal del Dique. Por lo tanto, el desarrollo de la componente de referencia para el POMCAS jerarquiza las geoformas del relieve con base en la Geomorfoestructura, la Provincia, la Región (Ambientes Morfogenéticos), las Unidades y Subunidades definidas con base en los atributos de morfografía, morfometría, morfodinámica y morfocronología; de tal forma que al final del proceso se va a generar una salida cartográfica a escala 1:25.000, a nivel de “Subunidades”, lo que responde a la necesidades de la zonificación de la Gestión del Riesgo, como lo define conceptualmente la técnica definida por Carvajal (2012), **Figura 3.575**.

**Figura 3.574. Diagrama del Proceso para la obtención del producto de Geomorfología requerido para POMCAS.**



Fuente: Protocolo MINAMBIENTE 2014.

Figura 3.575. Esquema de los niveles jerárquicos propuestos por la metodología del SGC-2012.



Fuente: Modificada de Carvajal 2012.

La jerarquía establecida en la **Figura 3.575** se conceptualiza en:

- **6- Morfogeoestructuras (Escala < 1:2.500.000):** Está referida a grandes áreas o amplios espacios continentales o intercontinentales caracterizados por estructuras geológicas y topográficas regionales tales como: Cratones, Escudos, Plataformas, Grandes cuencas, Cinturones ORGÉNICOS Y Valles en Rift.
- **5- Provincia geomorfológica (Escala. 1:1'000.000 a 1:500.000).** Corresponde a conjuntos de regiones con geformas similares definidas por un mismo origen geológico y geomorfológico. En general están determinadas por mega geformas que puede asimilarse a regiones naturales o terrenos geológicos, demarcados por fallas regionales y continentales bien definidas. Dentro de esta clasificación de acuerdo con Carvajal (2002) y Carvajal (2002<sup>a</sup>), e Ingeominas 2002 en Colombia se pueden definir como provincias entre otras: Peneplanicies y llanuras de la Orinoquía, Peneplanicies de la Amazonía, Cordilleras (Oriental, central, Occidental), Valles Interandinos (Magdalena, Cauca – Patía, Cesar).
- **4- Región geomorfológica (Escala 1:250.000 a 1:500.000).** Es la agrupación de geformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomorfológicos



parecidos (VELÁZQUEZ 1999, INGEOMINAS 1999, Verstappen & Van Zuidam (1992), CARVAJAL 2002). Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas.

Entre los ambientes morfogenéticos se encuentran: Ambiente morfoestructural, ambiente eólico, ambiente fluvial y lagunar, ambiente volcánico, ambiente glaciar y periglaciar, ambiente denudativo, ambiente marino y costero, ambiente kárstico, ambiente estructural y ambiente antropogénico.

- **3- Unidad geomorfológica (Escala 1:50.000 a 1:100.000).** Corresponde a los elementos básicos componentes de un paisaje o modelo geomorfológico, las cuales están definidos con criterio genético, morfológico, y geométrico en función de la escala del proceso natural que las conformó. Los ambientes naturales, de acuerdo a su magnitud y estado de desarrollo, pueden reconocerse desde la etapa de erosión, en vía de transporte, y de acumulación. En cada área incide un proceso y una geoforma característica, la cual podrá traducirse en la condición requerida de su aplicación a la ingeniería. Cada área con materiales sometidos a condiciones similares representa una zona homogénea característica y fundamental dentro del paisaje o modelo natural. Como ejemplos de una unidad geomorfológica se pueden tener: estructuras de plegamientos anticlinales y sinclinales, un valle intramontano, etc.
- **2- Subunidad geomorfológica (Escala 1:10.000 a 1: 25.000).** Esta categoría está definida fundamentalmente por contrastes morfométricos que relacionan el tipo de roca o sedimento con la correspondiente topografía del terreno, y los procesos dinámicos activos. Como ejemplos, los flancos de estructuras anticlinales y sinclinales, los flancos de estructuras de fallas, valles de drenajes principales, etc.
- **El nivel 1, Elemento.** Dada la escala de trabajo del POMCA 1:25.000, no es considerada en el desarrollo del tema.

#### 3.9.1.4.3.1 Foto Interpretación Geomorfológica

Mediante la integración de la información análoga y cartográfica evaluada, el mapa geológico a escala 1:100.000 y el MDT se definen los ambientes morfogenéticos existentes en la Cuenca Canal del Dique, Zinck (2012), y/o los definidos en la propuesta de estandarización geomorfológica propuesta por Carvajal (2012), categoría de “*Región geomorfológica*”.

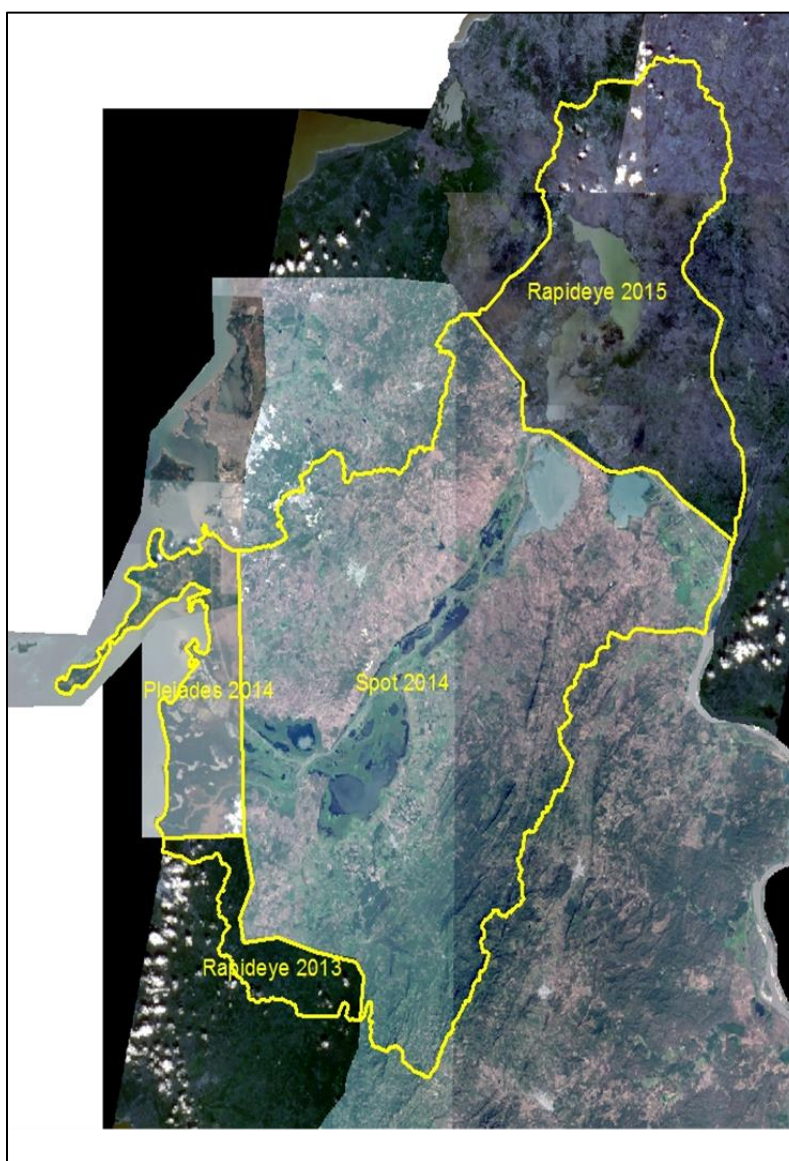
Un primer momento de Interpretación de imágenes de satélites tipo Landsat, Radar y fotografías aéreas a escalas 1:50.000 o menores (ver **Tabla 3.259**), para identificar grandes porciones de terreno caracterizados por sus rasgos fisiográficos con relieves o modelados similares o a una asociación de relieves o modelados disimiles (ver **Figura 3.576**).

**Tabla 3.259. Sensores remotos para interpretación de la Cuenca Canal del Dique.**

SENSOR	AÑO	MES	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	NUBOSIDAD	HAS	%
Spot 2014	2014		1,5 m	4 bandas	4%	282,340.5	64.10%
Rapideye 2015	2015		5 m	5 bandas	5%	109,393.5	24.84%
Rapideye 2013	2013	Diciembre	6 m	5 bandas	5%	16,424.8	3.73%
Pleiades 2014	2014		0,5 m	4 bandas	4%	32,315.2	7.34%
<b>TOTAL</b>						<b>440,474.1</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.576. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Canal del Dique.**



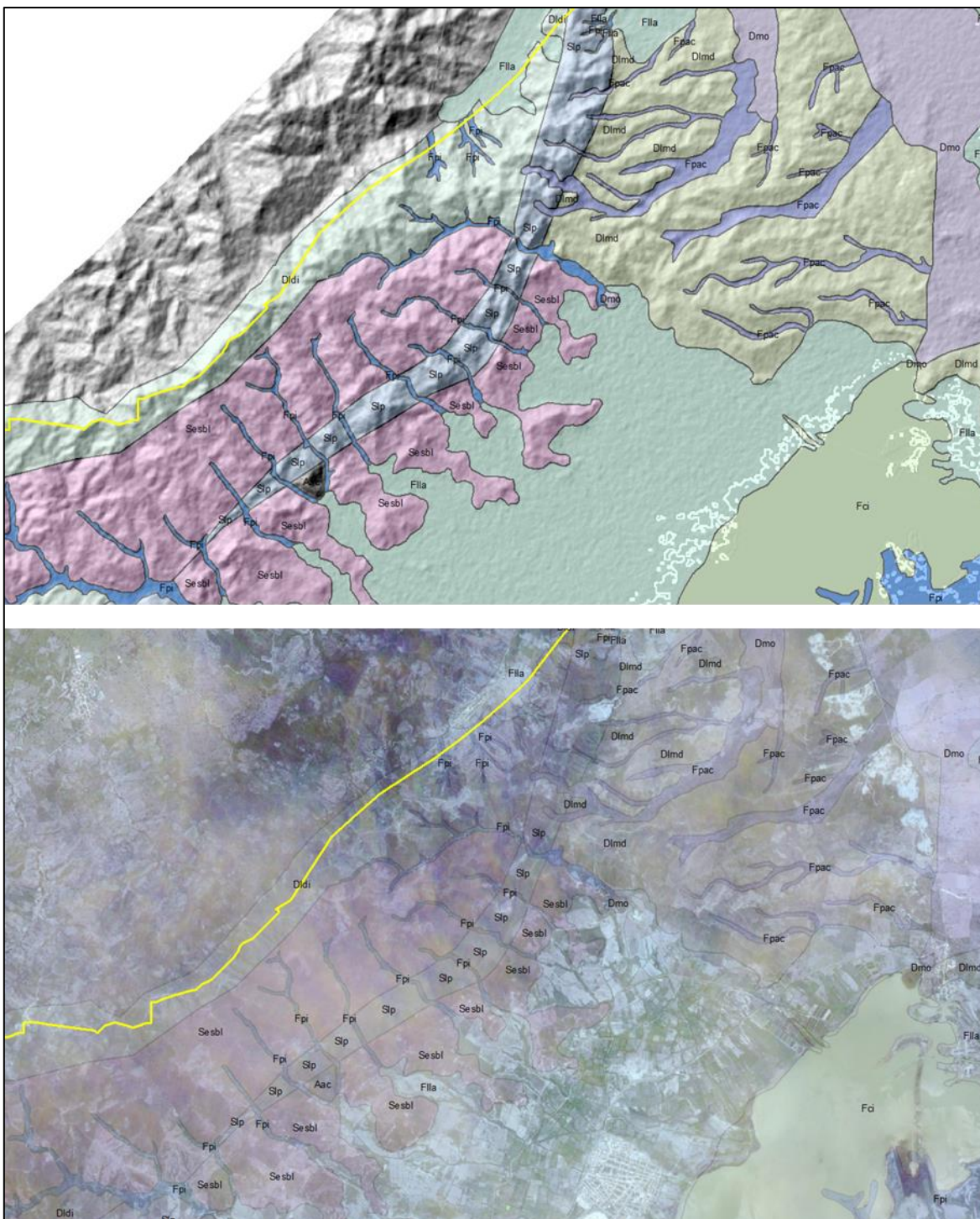
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Teniendo en cuenta los ambientes morfogenéticos existentes en la Cuenca Canal del Dique, más la Interpretación de Sensores Remotos elaborada a escalas 1:50.000 o menores e integradas con la realizada por el SGC en el 60% de la cuenca, mediante superposición temática se definirán los paisajes fotogeológicos existentes en la cuenca con los criterios definidos por Zinck, (2012), y/o definido en forma general en la propuesta de estandarización geomorfológica de Carvajal (2011), categoría de “*Provincia geomorfológica*”.

Mediante un segundo momento de fotointerpretación de Sensores Remotos a escala 1:25.000 o mayores, de Imágenes tipo Quicly Bird, Aster, ortofotos y fotografías aéreas se definen y delimitan cartográficamente los procesos morfodinámicos existentes en la Cuenca Canal del Dique y geoformas con rasgos específicos del relieve (escarpes naturales o antrópicos , relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle), determinados por la morfometría detallada del terreno dentro de un determinado sistema o paisaje geomorfológico que relaciona características particulares del relieve con un patrón de componentes de Unidades del Terreno, ej: Escarpes, relieves internos de laderas o flancos, crestas ramificadas, lomas, vertientes, glacis coluvial, gargantas, planos de inundación, terrazas, cañones. Geoformas que reflejan características internas y externas del relieve o el modelado, denominadas Unidades de Terreno o Unidades geomorfológicas. Método definido por ZINCK-2012. (**Figura 3.577** y **Figura 3.578**).



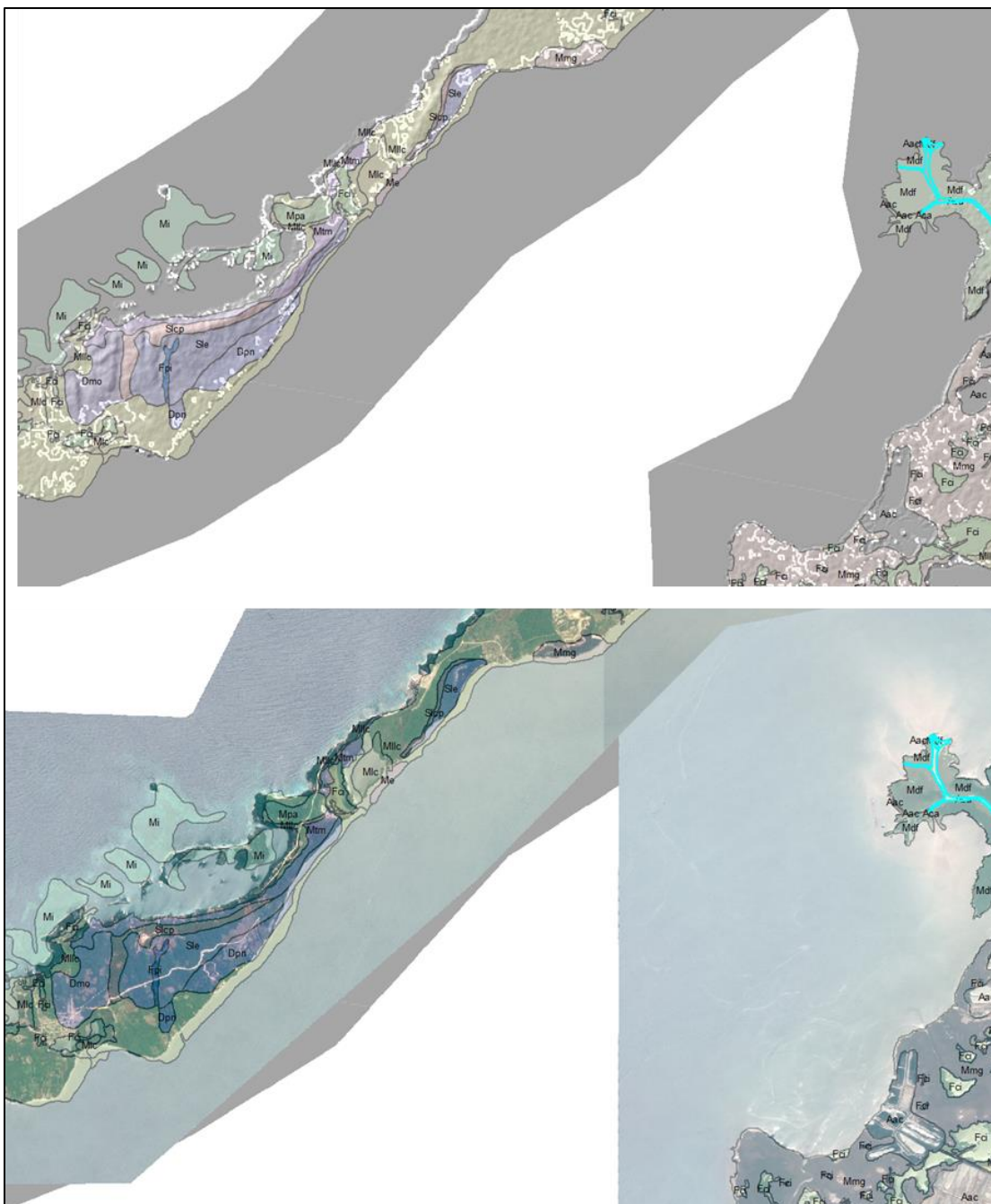
**Figura 3.577. Sector norte correspondiente a territorio del departamento de Atlántico. Para su interpretación se recurrió al MDT de la NASA de 12,5 m de resolución al igual que imagen Spot y Rapideye.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.578. Sector norte correspondiente a territorio del departamento de Bolívar.**  
Para su interpretación se recurrió al MDT de la NASA de 12,5 m de resolución al igual  
que imagen Spot y Rapideye.



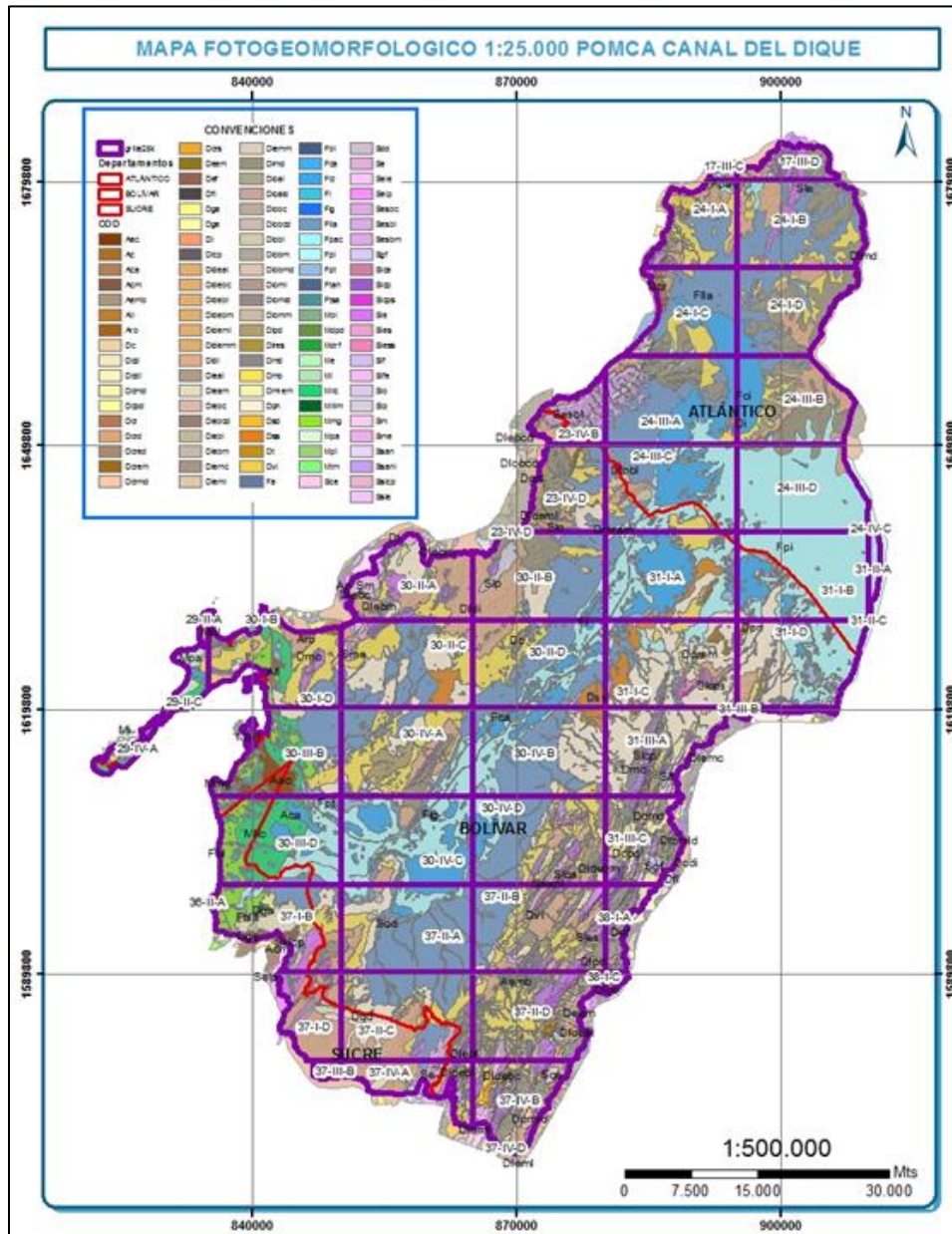
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con base en las unidades geomorfológicas identificadas y los procesos caracterizados en el paso anterior se deben generar salidas cartográficas preliminares 1:25.000 de los procesos morfodinámicos identificados tales como: Erosión, MM, Torrencialidad e Inundaciones, (PMA, 2007); Parra (1998) y las Unidades geomorfológicas para control de

campo identificadas, definidos por Zinck (2012) y definidas en la propuesta de estandarización geomorfológica de Carvajal (2011), como categoría “Subunidades”.

Los resultados que se presentan a continuación se enmarcan dentro de los avances del estudio de ajuste del POMCA de la Cuenca Canal del Dique. Para definir las Unidades y Subunidades geomorfológicas a escala 1:25.000, en el 40% de la cuenca, se realizó el análisis y la interpretación clásica de imágenes satelitales y posteriormente se integró con la geomorfología elaborada por el SGC en el departamento de Bolívar para la cuenca respectiva **Figura 3.579**.

**Figura 3.579. Foto geomorfología a escala 1:25000 de la Cuenca Canal del Dique.**

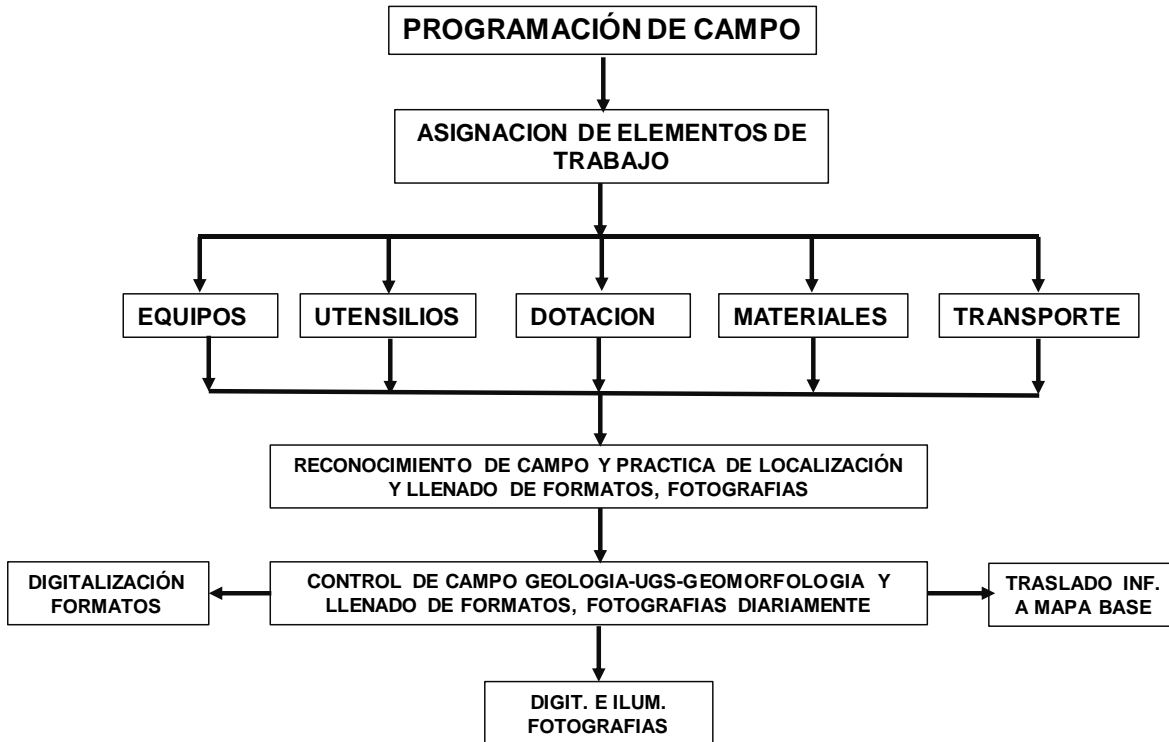


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.1.5 Actividades de Campo

Estas actividades del día a día solicitadas por la interventoría, se fundamenta en la localización en oficina de los puntos de control, elaboración de la programación día a día, con el talento humano asignado, entrega de elementos de campo tales como: mapas, formatos, tablas guías para el llenado de los formatos, tablas de soporte, útiles y el equipo técnico (GPS, brújula, martillo, lupas, penetrometros, HCl, distanciómetro laser), la dotación (impermeable, paraguas y botas), traslado, reconocimiento de la cuenca y practica de estación de control y llenado de formatos correspondientes (ver **Figura 3.580**).

**Figura 3.580. Esquema conceptual para la ejecución de las actividades de campos actividades de campo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Día a día, los geólogos e ingenieros participantes diligencian el punto de estación en el mapa base, digitalizan los formatos e iluminan las fotografías correspondientes, **Figura 3.581**, **Figura 3.582** y **Figura 3.583**.

Los formatos de campo consolidados en una base de datos se encuentran en el **Anexo 3.9.2**, los formatos originales de campo se encuentran en el **Anexo 3.9.3** y la programación de campo para el muestreo se encuentra en el **Anexo 3.9.4**.





### 3.9.1.6 Análisis de Información

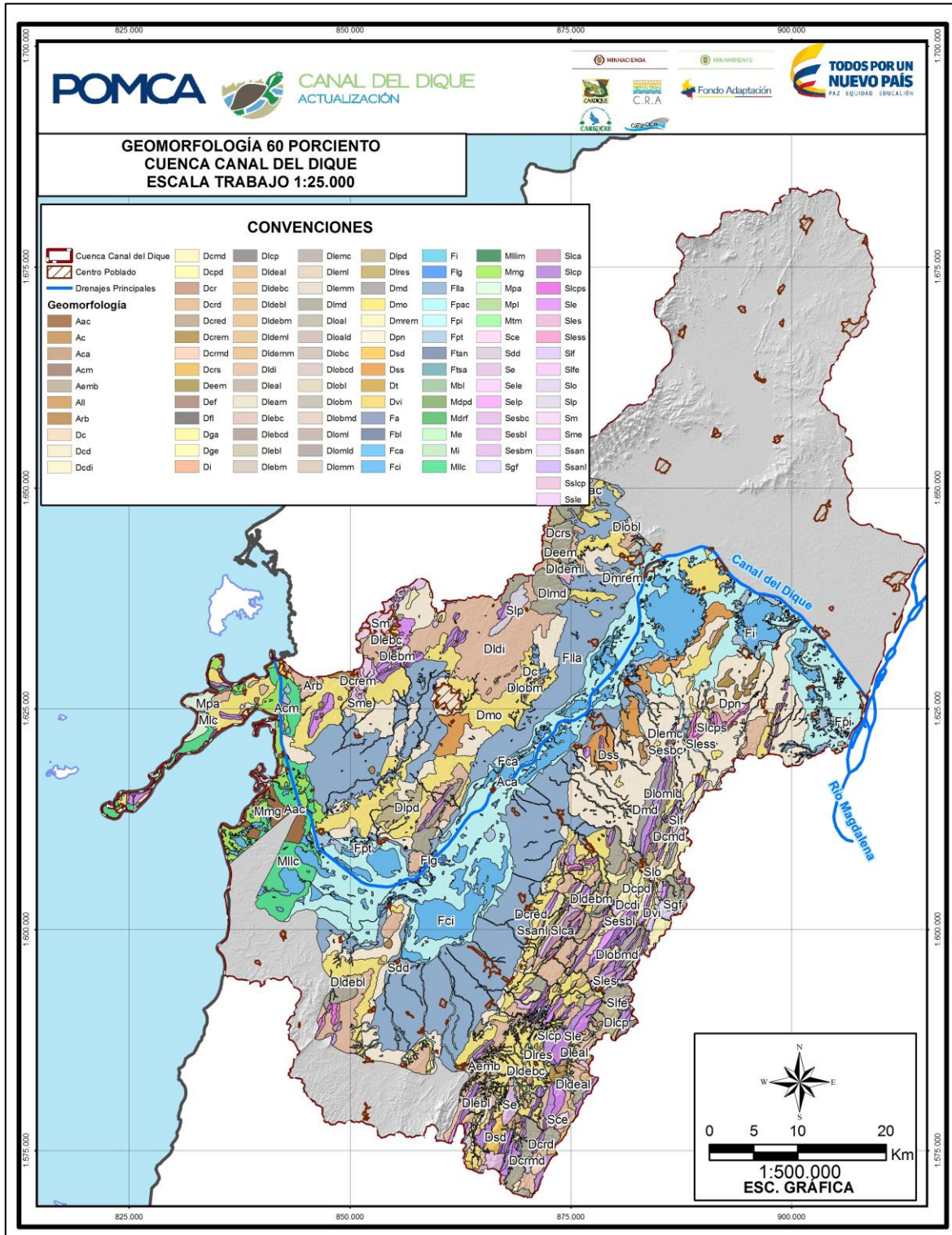
Se compilo la información disponible en el SGC, definida en la fase de aprestamiento, información que se analizó y es la fuente básica para el desarrollo de la fase de diagnóstico (ver **Tabla 3.260**). Con base en lo anterior, se identificó que el 60% del área de la cuenca tiene información oficial del SGC para Geomorfología a escala 1:25000 (ver **Figura 3.584**); mientras que el 40% restante no cuenta con información. Por lo tanto, la información fue elaborada en esta etapa de Diagnostico.

**Tabla 3.260. Información entregada y analizada.**

TITULO	AÑO	AUTOR	CONTENIDO	ANEXOS	ESCALA
Unidades Geológicas Superficiales y Geomorfológicas en un Área de la Jurisdicción de CARDIQUE a Escala 1:25.000.	2015	CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 005 DE 2015	Marco geológico regional, Unidades Geológicas Superficiales y Geomorfológicos.	Mapas UGS y Geomorgología	1:25.000

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.584. Geomorfología a escala 1:25000 área de influencia CARDIQUE.**

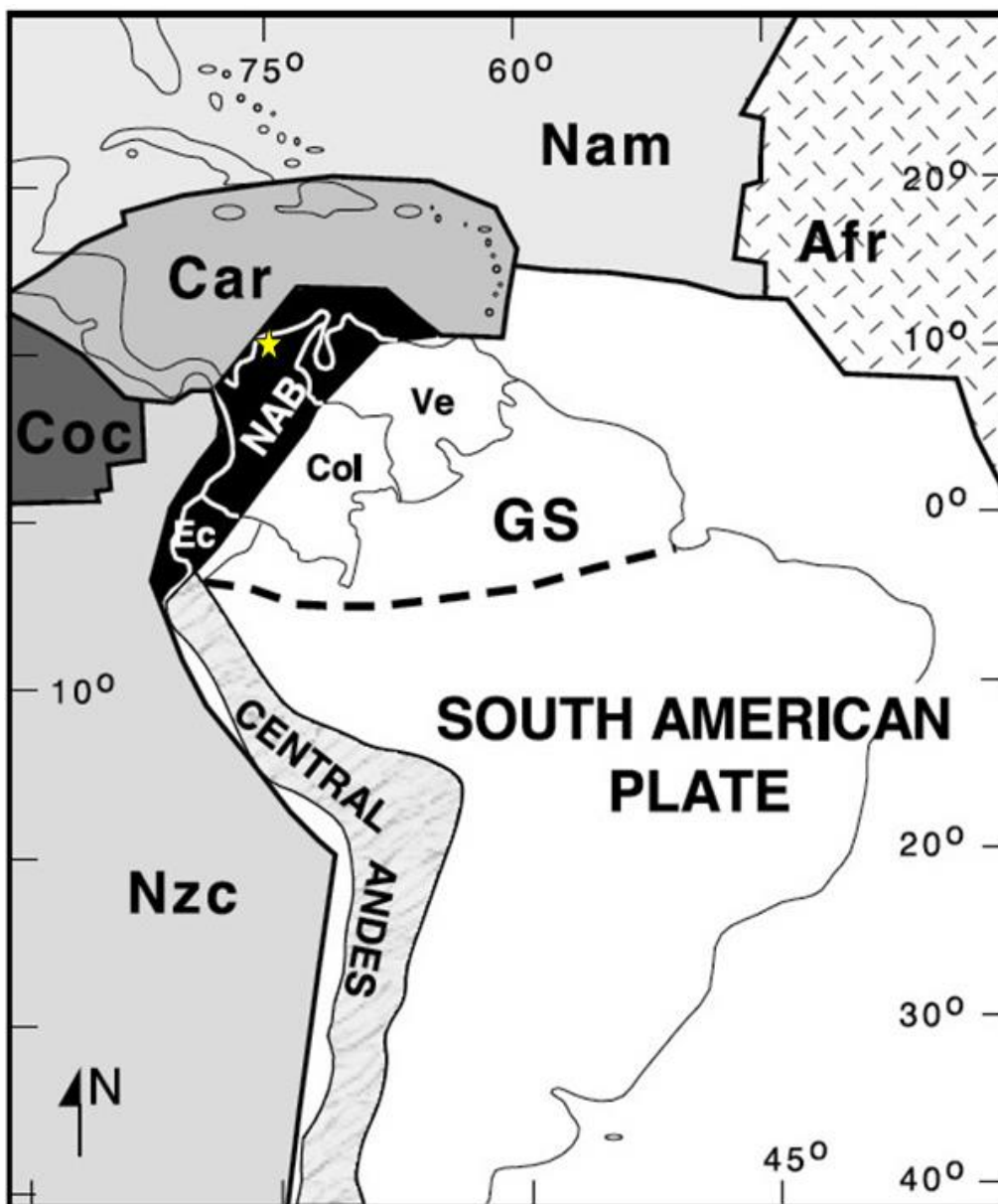


Fuente: SGC, 2015.

### 3.9.1.7 Marco Geológico Regional

Geológicamente Colombia se localiza sobre la esquina Norte del segmento suramericano de la Cordillera de Los Andes, región que difiere notoriamente de los Andes Centrales Suramericanos, Cediel et. Al., (2003). En la configuración tecto-estratigráfica de Colombia influyen directamente las placas de Nazca (Nzc), del Caribe (Car) y el Escudo de la Guayana (GS), que hacen parte de la gran placa suramericana. En este marco geológico, la Cuenca Canal del Dique está localizado aproximadamente en el límite entre el Bloque Andino Norte (NAB) y la placa Caribe (CAR) (ver **Figura 3.585**).

**Figura 3.585. Esquema de los Segmentos Norte y Central de los Andes Suramericanos y la ubicación Cuenca Canal del Dique (estrella amarilla).**



Fuente: Modificado de Cediel et. al (2003).

El marco geológico regional de la placa Caribe colombiana en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique, no puede entenderse sin hacer referencia a la evolución geológica de la esquina noroccidental de Suramérica y su relación con el origen de la placa caribe.

El territorio colombiano, situado en el borde noroccidental de la placa suramericana, es un vértice clave en la evolución geológica de Suramérica. Las unidades geológicas se depositaron en fondos de sedimentación relacionados con la margen de dos provincias: una provincia con basamento oceánico al occidente y la otra con basamento continental al este.

La reconstrucción del movimiento oblicuo de las placas en la esquina noroccidental de Sur América, sugiere una amplia influencia de la ocurrencia de un desplazamiento dextro-lateral en el borde occidental de Colombia, que también afecta el borde del Caribe colombiano; esta aproximación oblicua de la placa se reconoce que ha tenido una influencia muy importante, durante el Mesozoico-Cenozoico (Meissner et al., 1976; Feininger and Bristol, 1980), indicando que las rocas del Mesozoico formadas en la margen occidental de Colombia pudieron haber sido generadas en el W-SW, y acrecionadas a la cadena montañosa de los Andes, gracias a un movimiento de fallas dextro-laterales (Nivia, A. 1987, 1989).

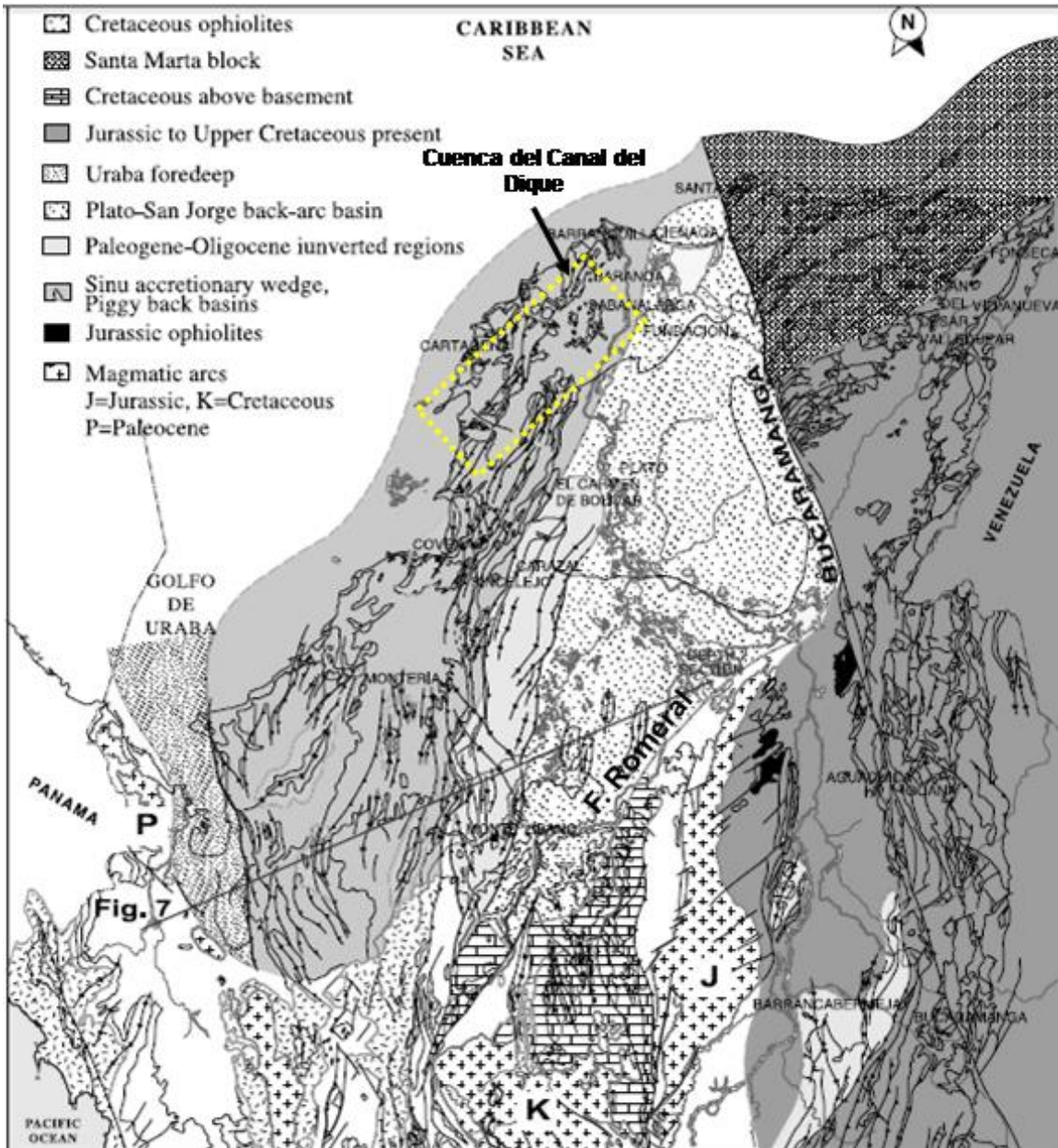
Los elementos claves del noroccidente colombiano como la Sutura de Romeral, el lineamiento de Sinú, el arco de Magangué-Cicuco y las fallas de Santa Marta-Bucaramanga y Oca, juegan un papel importante en la evolución tectono-estratigráfica desde el Cretácico superior hasta la actualidad, donde se fueron modelando los fondos de sedimentación que en el área del Caribe de Colombia, hacen parte de los cinturones el cinturón plegado del Sinú, el cinturón plegado de San Jacinto y las cuencas de San Jorge y Plato, términos definidos por Duque-Caro (1979), **Figura 3.586**.

La Cuenca Canal del Dique hace parte del borde interno del cinturón plegado Sinú-San Jacinto (CPSSJ), cinturones que ha sido interpretados como resultado de un prisma de acreción relacionado a la subducción de la placa Caribe bajo la de Suramérica (Kellogg y Bonini, 1982; Toto y Kellogg, 1992; Van der Hilst y Mann, 1994; Taboada et al., 2000; Mantilla-Pimiento, 2007; Cardona et al., 2010<sup>a</sup>, Alfaro & Holz 2014), Flinch & Castillo (2015), caracterizado por un sistema imbricado de fallas de bajo ángulo del Eoceno-Oligoceno (Molina, Pelgrain y Giraldo, 1990–Burke y otros, 1984, en Carvajal J. H (2011)), **Figura 3.587**.

Las estructuras del cinturón plegado de Sinú y San Jacinto-CPSSJ se asocian con la Orogenia Andina y la colisión del Arco de Panamá (Duque-Caro, 1978). Algunos autores (Malfait y Dinkelman, 1972; Jordan, 1975; Pindell y Dewey, 1982) sugieren para el Caribe y el Noroccidente de Suramérica, la existencia de un margen transpresivo activo del Paleoceno al Eoceno Tardío, que experimentó un desplazamiento de hasta 1000 km durante la convergencia NW-SE de los últimos 45 m.a.



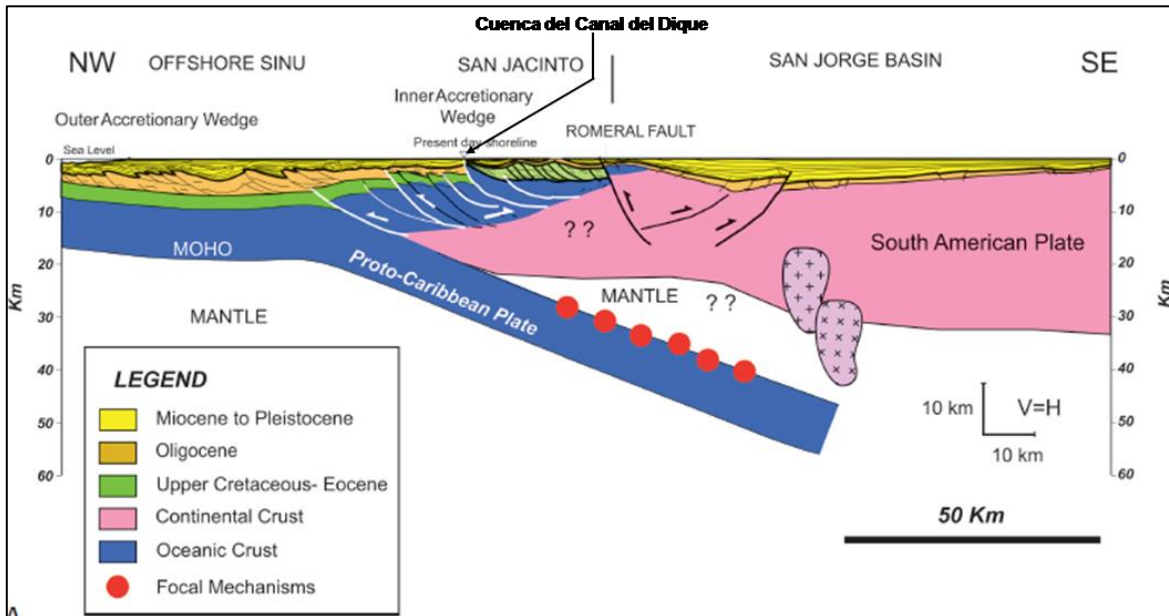
**Figura 3.586. Cuenca Canal del Dique en el marco del mapa tectónico del Norte de Colombia.**



Fuente: Modificado de Flinch, (2003).

De igual manera, para el área se ha sugerido la obducción durante el Cretácico Superior y subducción durante el Terciario entre las placas Caribe y Suramericana (Flinch, 2003). Otras hipótesis indican la presencia de un proceso de Ríft de tipo pasivo durante el Mesozoico y eventos de inversión tectónica del cenozoico para el noroccidente de América del Sur (Walper, 1981; Audemard, 2002; Caro y Spratt, 2003).

**Figura 3.587. Corte geológico de la cuenca de San Jorge y el cinturón acrecionado del Sinú, en donde se ubica la Cuenca Canal del Dique en el marco tectónico regional.**



Fuente: Tomado de Flinch & Castillo (2015).

Tectónicamente en la región central del Caribe Colombiano, se identifican tres grandes rasgos geológicos: la Sutura de Romeral (Barrero et al., 2007), el lineamiento del Sinú y el arco de Magangué que han jugado un papel importante en la evolución tectónico-estratigráfica durante el cretácico hasta la actualidad (Duque, 1979). La Sutura Romeral marca el límite entre la cuenca del Sinú–San Jacinto y la parte más septentrional de la Serranía de San Lucas; correspondiendo a una paleosutura que separa dos grandes provincias, una con basamento continental al oriente y otra con corteza oceánica al occidente. El lineamiento del Sinú, marca el límite entre el cinturón plegado del Sinú-CPS y el cinturón plegado de San Jacinto-CPSJ.

El modelo plantea que el CPS y el CPSJ, hacen parte de la cuña o prisma de acreción del Caribe, que se extiende desde la región de Urabá hasta Venezuela, a lo largo de la margen Sur del Mar Caribe (Flinch, 2003). Según este modelo, hacia la parte interna del prisma, se encuentran las rocas más antiguas, mientras que en las partes más externas se encuentran las rocas más jóvenes, **Figura 3.587**.

El CPSJ representa la parte interior del prisma de acreción, que contiene los estratos deformados del Cretáceo y el Paleoceno, mientras que el CPS, representa la parte más joven que consiste principalmente en imbricaciones de cuñas de rocas de edad Eoceno y Oligoceno, suprayacidos por cuencas piggyback. Laverde (2000, en Flinch, 2003), destaca el papel de las fallas rumbo-deslizantes transversales (“*cross-cutting strike-slip faults*”) en el área de Sinú-San Jacinto, **Figura 3.586**.

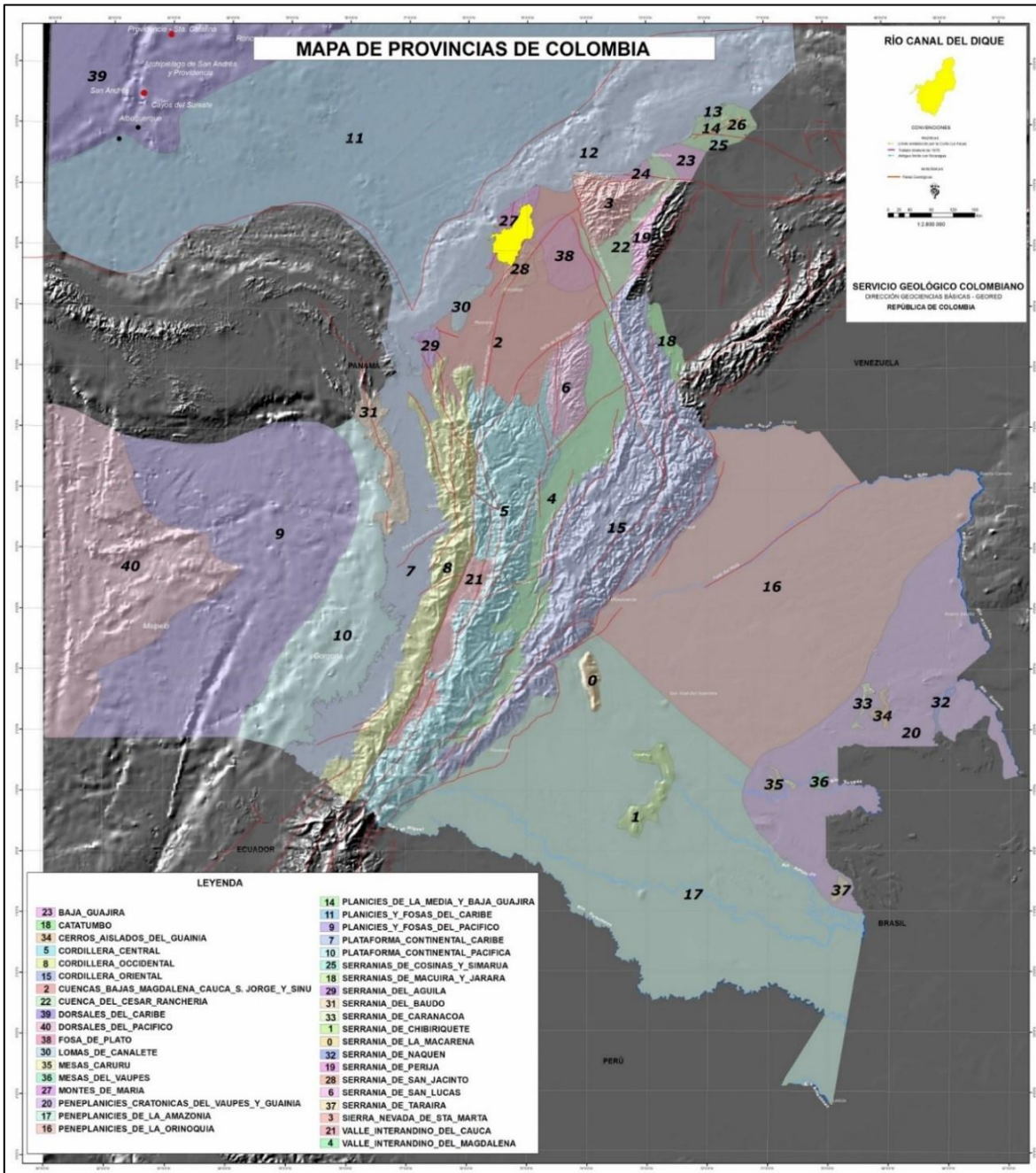




3.9.1.8.2 Provincia

La Cuenca Canal del Dique hace parte de las provincias de los Montes de María y la Serranía de San Jacinto (ver **Figura 3.589**).

**Figura 3.589. Mapa de Provincias de Colombia y la Ubicación de la Cuenca Canal del Dique.**



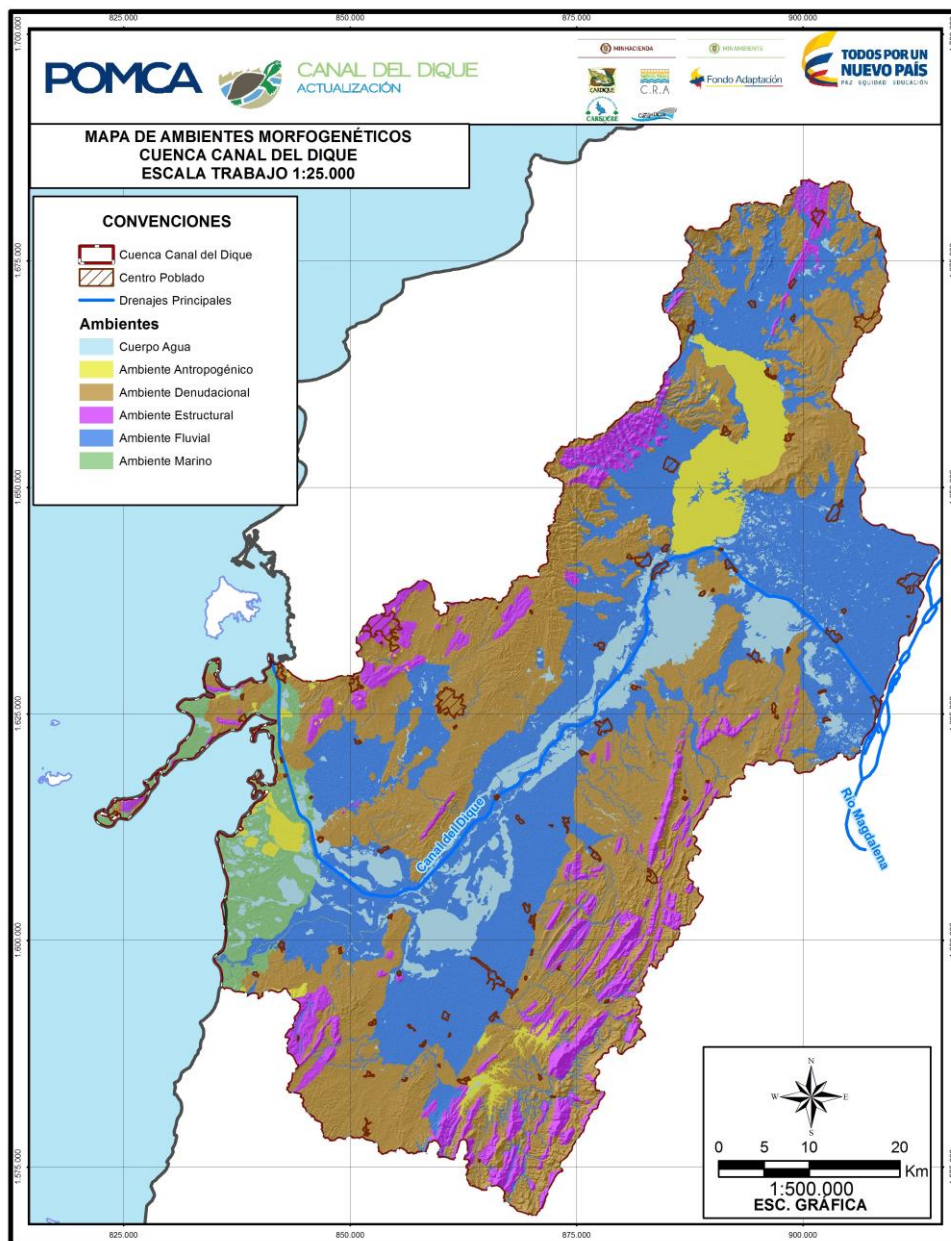
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.9.1.8.3 Regiones

En la Cuenca Canal del Dique se presentan ambientes Morfogenéticos estructurales, denudacionales, deposicionales y Antrópicos (ver **Figura 3.590**).

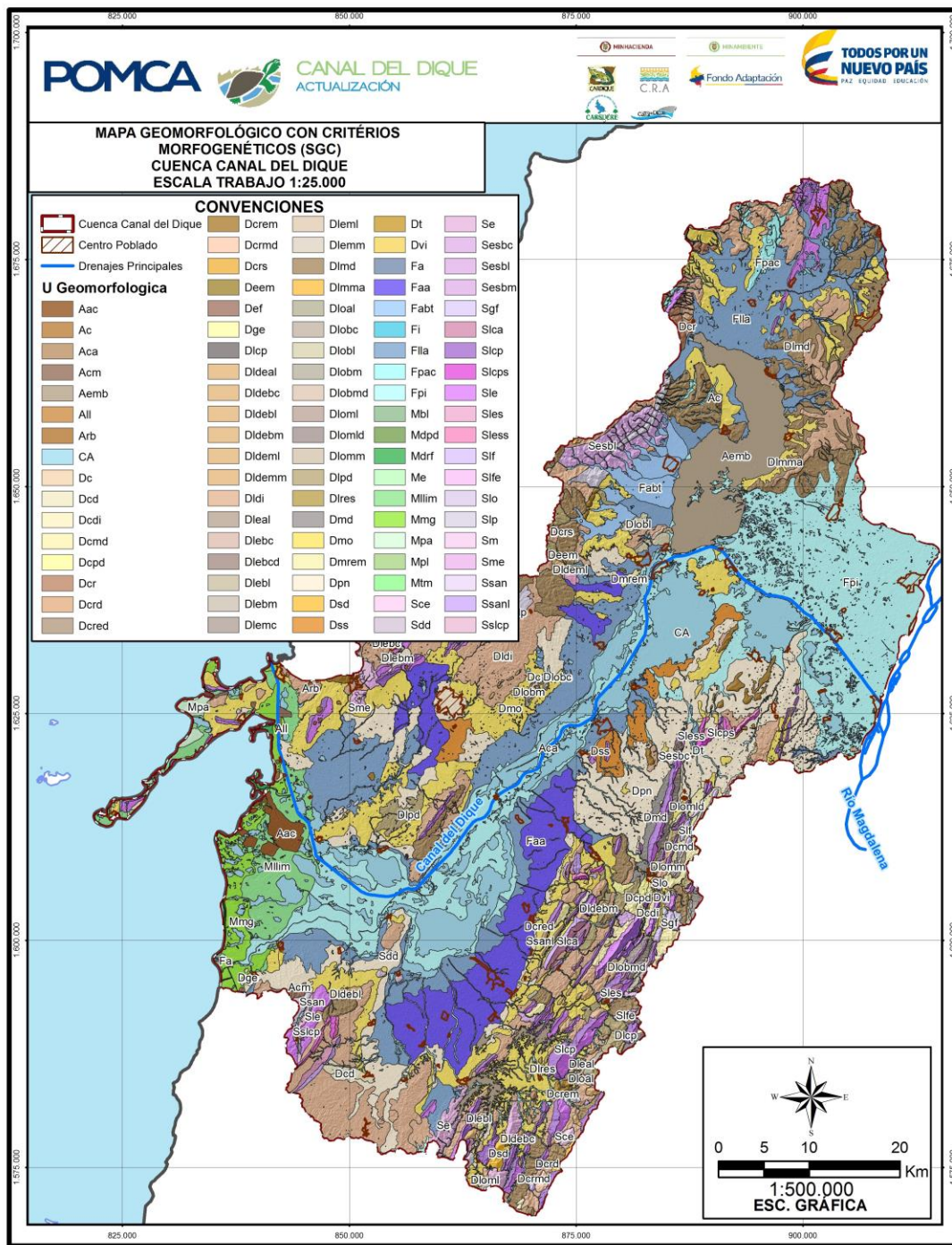
**Figura 3.590. Mapa de Ambientes Morfogenéticos Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las unidades y subunidades identificadas en la cuenca se relacionan en la **Figura 3.591** y en la **Tabla 3.261**, con su respectiva nomenclatura, mapa que se encuentra en el **Anexo 3.9.1**.

Figura 3.591. Mapa Geomorfológico SGC Cuenca Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La descripción de las Unidades y Subunidades se inicia a partir de las regiones (Ambientes MorfoGenéticos), siguiendo la estructura de la **Tabla 3.261**. La leyenda se encuentra en **Anexo 3.9.6**.

Tabla 3.261. Leyenda Geomorfología Cuenca Canal del Dique- SGC, escala 1:25.000.

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
OROGÉNICO COSTERO	SERRANÍA DE SAN JACINTO Y MONTES DE MARÍA	Estructural	Cerro Estructural	Cerro estructural	Sce	Geoforma de morfología colinada de cimas plana y redondeadas, cuyo límites son laderas de longitudes larga de forma irregular y cuya disección es leve por drenajes subdentríticos, con pendientes muy abruptas. Esta geoforma se encuentra aislada de la zona montañosa por fallamiento.
			Espinazo Estructural	Espinazo Estructural	Se	Geoforma de morfología alomada, simétrica o asimétrica, con una cresta aguda a redondeada, con laderas de pendientes escarpada a muy escarpada, de forma irregular, disectadas por drenajes de tipo subparalelo, desarrolla laderas con estratos a favor y en contra de la pendiente. Se desarrolla sobre rocas Blanda e Intermedia.
			Espolón	Espolón bajo de longitud corta	Sesbc	Salientes estructurales de morfología alomada, con cimas angostas y alargadas, con laderas de forma cóncava convexa, desarrollando drenaje tipo subparalelo, este tipo de geoformas están dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con una longitud del eje principal menor a 250m. Se desarrollan en rocas Intermedias.
				Espolón bajo de longitud larga	Sesbl	Salientes estructurales de morfología alomada, con cimas angostas y alargadas, con laderas de forma cóncava convexa, desarrollando drenaje tipo subparalelo, este tipo de geoformas están dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con una longitud del eje principal mayor a 1000m. Se desarrollan en rocas Blandas e Intermedias.
				Espolón bajo de longitud media	Sesbm	Salientes estructurales de morfología alomada, con cimas angostas y alargadas, con laderas de forma cóncava convexa, desarrollando drenaje tipo subparalelo, este tipo de geoformas están dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con una longitud del eje principal entre 250 a 1000m. Se desarrollan en rocas Intermedias.
Volcán de Lodo	Domo Diapírico	Sdd	Estructura redondeada de morfología alomada o colinada con cimas planas a redondeadas limitadas por laderas cortas, las cuales se encuentran disectadas. Se evidencia ventosas por la cuales fluye el			



GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
						lodo Diapírico. Su origen está dado por el empuje vertical por diapirismo de lodo.
			Plegamientos	Ladera de contrapendiente de sinclinal	Slcps	Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes inclinadas a escarpadas, cuya longitud es larga, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura sinclinal. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
				Ladera estructural de sinclinal	Sless	Laderas con estratos dispuestos a favor de la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes inclinadas a escarpadas, cuya longitud es larga, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura sinclinal. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
				Sierra anticlinal	Ssan	Geoforma de morfología alomada, de cimas elongadas limitada por laderas de inclinación abrupta de forma recta y de longitud corta, el eje de la estructura esta arqueada y genera una estructura anticlinal plegada.
				Ladera de contrapendiente de anticlinal	Slca	Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes abruptas a muy escarpadas, cuya longitud es larga, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura anticlinal. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
				Ladera estructural de anticlinal	Ssanl	Laderas con estratos dispuestos a favor de la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes abruptas a muy escarpadas, cuya longitud es larga, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura anticlinal. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
				Ladera de contrapendiente	Slcp	Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes suavemente inclinadas a escarpadas, cuya longitud es larga a extremadamente larga. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
				Ladera estructural	Sle	Laderas con estratos dispuestos a favor de la pendiente, de forma irregular a escalonada, de pendientes suavemente inclinadas a escarpadas, cuya longitud es larga a extremadamente larga. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.



GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				Ladera escalonada	Sles	Ladera con estratos a favor de la pendiente formando escalones, con pendientes escarpadas, y de longitudes moderadamente largas, definida por patrones estructurales
				Ladera de contrapendiente de sierra	Sslcp	Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de formas rectas a convexas, de pendientes abruptas a muy abruptas, de longitudes cortas a media, dichas laderas se encuentran relacionadas con Sierras de morfología montañosa. Se desarrollan sobre rocas Blanda e Intermedia.
			Estructuras Neotectónicas	Escarpe de línea de falla	Slife	Superficie plana vertical a subvertical, de longitud corta a muy corta, de formas rectas a irregular, de pendientes abrupta a escarpada. Su origen esta definido por el truncamiento de estructuras afectadas por fallamiento.
				Gancho de flexión	Sgf	Saliente estructural de morfología alomada, con cimas angostas y alargadas limitadas por laderas de pendientes inclinadas a escarpadas, de formas rectas a irregular, disectadas por drenajes subparalelo, en vista de planta se observa en forma de gancho, por efecto del desplazamiento lateral de una falla de rumbo.
				Lomo de falla	Slf	Geoforma de morfología alomada, con cima angosta y limitada por laderas de longitud muy corta a cortas, de pendientes abruptas a muy abruptas, están localizados a lo largo de una falla de rumbo, y se caracterizan por el alto fracturamiento. Se desarrollan en rocas blandas e intermedias.
				Lomo de obturación	Slo	Geoforma de morfología alomada, con cima angosta y limitada por laderas de pendientes abruptas a muy abruptas, de forma irregular. Se encuentra dispuesta paralelamente al trazo de una falla de rumbo, la cual desplaza vertical y lateralmente que bloquea parcial o totalmente una corriente de agua.
				Lomo de Presión	Slp	Geoforma de morfología montañosa, de cima elongada limitada por laderas de pendientes abruptas a escarpadas, con drenajes de tipo subparalelo, de longitud moderadamente larga, de forma irregular, asociadas a fallamiento inverso.
			Meseta	Meseta estructural	Sm	Estructura de morfología colinada de cima plana limitada por escarpes abruptos a muy abruptos, de longitud muy corta y de formas rectas,

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
						disectadas por drenaje de tipo subparalelo. Originadas por procesos de erosión diferencial.
				Escarpe de meseta	Sme	Plano de longitud corta a moderada, con pendientes abrupta a muy abrupta de forma recta, disectadas por drenajes de tipo subparalelo, asociadas a los límites de la meseta estructural. Cuyo origen esta dado por procesos de erosión diferencial.
		Denudacional	Cima	Cima	Dc	Superficie de forma plana a convexa, amplia, desarrollada sobre lomos en franjas alargadas, de pendientes plana a levemente inclinadas, con medidas de 50 a 500m de longitud, se encuentran restringida laderas de inclinaciones moderadas a escarpadas.
			Colina	Colina Denudada	Dcd	Geoforma de morfología colinada de cimas angostas y redondeadas a planas, de alturas de 50-200m con respecto al nivel base local, con laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, desarrollando drenaje tipo subparalelo afectadas por procesos erosivos moderados. Se desarrollan sobre roca Blanda.
				Colina Disectada	Dcdi	Geoforma de morfología colinada de cimas angostas y de formas redondeadas a planas, de alturas de 50-200m con respecto al nivel base local, con laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presenta disección moderada de drenaje tipo subparalelo. Se desarrollan sobre roca Blanda y Dura.
				Colina muy disectada	Dcmd	Geoforma de morfología colinada de cimas angostas y de formas redondeadas a planas, de alturas de 50-200m con respecto al nivel base local, con laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presenta disección fuerte de drenaje tipo subparalelo. Se desarrollan sobre roca Blanda e Intermedia.
				Colina poco disectada	Dcpd	Geoforma de morfología colinada de cimas angostas y de formas redondeadas a planas, de alturas de 50-200m con respecto al nivel base local, con laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presenta disección leve de drenaje tipo subparalelo Se desarrollan sobre roca Blanda.

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				Colina residual	Dcr	Geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con altura de 50 a 200m de altura con respecto a el nivel de base local, compuesta de laderas de longitud cortas a medias, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, de formas convexa. Están afectadas por fuertes procesos denudativos y altos grados de meteorización diferencial, además presentan una disección moderadas de drenajes subparalelo y subdentriticos. Desarrollada sobre roca Blanda e Intermedia.
				Colina residual disectada	Dcrd	Geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con altura de 50 a 200m de altura con respecto a el nivel de base local, compuesta de laderas de longitud cortas a medias, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, de formas convexa. Presentan una disección moderadas de drenajes subparalelo y subdentriticos. Desarrollada sobre roca Blanda e Intermedia.
				Colina residual muy disectada	Dcrmd	Geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con altura de 50 a 200m de altura con respecto a el nivel de base local, compuesta de laderas de longitud cortas a medias, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, de formas convexa. Presentan una disección muy fuerte de drenajes subparalelo y subdentriticos. Desarrollada sobre roca Blanda e Intermedia.
				Colina Remanente Disectada	Dcred	Geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con alturas de 50 a 200m con respecto a el nivel de base local, compuesta de laderas de longitud cortas a medias, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, de formas convexas, se encuentran aislado de la topografía existente por procesos denudativos intensos. Desarrollada sobre rocas Blanda. Se encuentra moderadamente disectada por drenajes de tipo subparalelo.
				Colina remanente o relicto	Dcrem	Geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con alturas de 50 a 200m con respecto a el nivel de base local, compuesta de laderas de longitud cortas a medias, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, de formas convexas, se encuentran aislado de la topografía existente por procesos denudativos intensos. Desarrollada sobre rocas Blanda, Intermedia y Dura.
			Cerro	Cerro residual	Dcrs	Geoforma de morfología alomada, de cima estrecha y redondeada, con alturas de 50-200m con respecto al nivel base local, con laderas rectas

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
						a convexas, de pendientes abruptas a escarpadas, de longitudes largas a muy largas, se encuentran afectadas por procesos denudativos intensos. Se desarrollan sobre rocas Blandas.
			Escarpe	Escarpe de erosión mayor	Deem	Superficie en declive de inclinación escarpada a muy escarpada, de longitud moderadamente larga, de forma recta, desarrollada sobre rocas Intermedias. Su origen esta dado por procesos erosivos o socavación lateral.
				Escarpe facetado	Def	Superficie en declive de pendientes escarpada a muy escarpada, desarrollando formas triangulares cuya base es amplia y se va angostando hacia el tope, se evidencia en zonas de mucha actividad estructural y se desarrollan sobre roca blanda.
			Lomo	Lomo denudado alto de longitud larga	Dldeal	Geoforma de morfología alomada, con un relieve mayor a 1000m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión mayor a 1000m, con laderas de pendientes escarpadas a muy escarpada, de formas convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrollan en rocas intermedias.
				Lomo denudado bajo de longitud corta	Dldebc	Geoforma de morfología alomada, con un relieve entre 50-100m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión menor a 250m, con laderas de pendientes escarpadas a muy escarpada, de formas convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrolla en roca blandas
				Lomo denudado bajo de longitud larga	Dldebl	Geoforma de morfología alomada, con un relieve entre 50-100m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión mayor a 1000m, con laderas de pendientes escarpadas a muy escarpada, de formas convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	Geoforma de morfología alomada, con un relieve entre 50-100m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión entre 250 - 1000m, con laderas de pendientes abrupta a muy abrupta, de formas convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas blanda.
				Lomo denudado	Dldeml	Geoforma de morfología alomada, con un relieve entre 100-150m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión mayor a 1000m, con laderas de pendientes inclinadas a muy inclinadas, de formas



GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				moderado de longitud larga		convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Lomo denudado moderado de longitud media	Dldem m	Geoforma de morfología alomada, con un relieve entre 100-150m de su nivel base, y cuyo eje tiene una extensión entre 250 a 1000m, con laderas de pendientes abruptas a muy abruptas, de formas convexas a rectas y presenta un drenaje de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas blandas.
			Ladera Erosiva	Ladera erosiva alta de longitud larga	Dleal	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto al nivel base superior a 200m y una longitud de 500m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera erosiva baja de longitud corta	Dlebc	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto al nivel base inferior a 100m y una longitud menor a 250m. Se desarrollan sobre rocas blandas, intermedias y duras.
				Ladera erosiva baja de longitud corta disectada	Dlebcd	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos y de disección por efecto de los drenajes, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto al nivel base inferior a 100m y una longitud menor a 250m. Se desarrollan sobre rocas blandas.
				Ladera contra-pendiente denudada	Dlcp	Superficie de morfología escalonada a ondulada, con estratos dispuestos en contra de la pendiente, con un alto grado de denudación, de pendientes abruptas a muy abruptas con longitudes largas a muy largas.
				Ladera erosiva baja de longitud larga	Dlebl	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto al nivel base inferior a 100m y una longitud mayor a 500m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera erosiva baja de longitud media	Dlebm	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto a el nivel base menor a 100m y una longitud entre 250-500m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera erosiva	Dlemc	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				moderada de longitud corta		con respecto a el nivel base entre 100m-200m y una longitud menor a 250m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera erosiva moderada de longitud larga	Dleml	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto a el nivel base entre 100m-200m y una longitud mayor a 500m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera erosiva moderada de longitud media	Dlemm	Superficie de formas rectas a convexa, con intensos procesos erosivos, con pendientes abruptas a muy escarpada, con una altura con respecto a el nivel base entre 100m-200m y una longitud entre 250-500m. Se desarrollan sobre rocas blandas e intermedias.
			Ladera Ondulada	Ladera ondulada alta de longitud larga	Dloal	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base mayor a 200m y una longitud mayor a 500m. Sobre rocas blandas e intermedias.
				Ladera ondulada baja de longitud corta	Dlobc	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base menor a 100m y una longitud menor a 250m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo.
				Ladera ondulada baja de longitud larga	Dlobl	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base menor a 100m y una longitud mayor a 500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo.
				Ladera ondulada baja de longitud media	Dlobm	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base menor a 100m y una longitud entre 250-500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo.
				Ladera ondulada baja de longitud media disectada	Dlobmd	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base menor a 100m y una longitud entre 250-500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo disectandola fuertemente.

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				Ladera ondulada moderada de longitud larga	Dloml	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base entre 100-200m y una longitud mayor a 500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo.
				Ladera ondulada moderada de longitud larga disectada	Dlomld	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base entre 100-200m y una longitud mayor a 500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo disectandola fuertemente.
				Ladera ondulada moderada de longitud media	Dlomm	Superficie de morfología alomada a colinada, desarrollando pendientes inclinadas a escarpadas, de altura con respecto al nivel base entre 100-200m y una longitud entre 250 - 500m. Sobre rocas blandas e intermedias. Presenta drenaje subparalelo.
			Lomeríos	Lomerio poco disectado	Dlpd	Lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50-200m, cuya longitud de las laderas es corta a larga, presenta procesos denudativos con un bajo grado de disección de drenajes subdentriticos a subparalelo y erosión suave a moderada.
				Lomerio disectado	Dldi	Lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50-200m, cuya longitud de las laderas es corta a larga, presenta procesos denudativos con un grado moderado de disección de drenajes subdentriticos a subparalelo y erosión.
				Lomerio muy disectado	Dlmd	Lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50-200m, cuya longitud de las laderas es corta a larga, presenta procesos denudativos con un grado fuerte de disección de drenajes subdentriticos a subparalelo, erosión severa y movimientos en masa.
				Lomo residual	Dlres	Geoforma de morfología alomada, con fuertes procesos de erosión y meteorización diferencial, con laderas cortas a moderadamente largas y una diferencia con el nivel base de 50 a 200m, de drenajes subparalelo a subdentriticos.
			Montículos	Montículos disectados	Dmd	Geoforma de morfología colinada con una diferencia de nivel base de 50m de altura y con laderas de onduladas de pendientes suaves, de longitudes corta, con procesos de disección moderadas de drenajes tipo subdentriticos.

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
				Montículos y ondulaciones	Dmo	Geoforma de morfología colinada con una diferencia de nivel base de 50m de altura y con laderas de onduladas de pendientes suaves, de longitudes corta.
				Montículo remanente o relicto	Dmrem	Geoforma de morfología colinada, aislada por fuertes procesos erosivos, con un nivel base menor a 50m de altura y con laderas onduladas de pendientes suaves y de longitudes cortas. Estas geoformas se producen por intensos procesos denudativos y están aislados de la morfología actual.
			Planicies	Peniplanicie	Dpn	Superficie de terreno extensa levemente ondulada, con pendientes suavemente inclinadas a inclinadas, con drenaje de tipo subdentritico a subparalelo, se desarrollan sobre rocas Blanda.
				Superficie subhorizontal	Dss	Superficie de extensión regional de forma plana, presentan pendientes planas a suavemente inclinadas, con drenajes de tipos subdentriticos, se forman por la acción intensa de procesos denudativos y se desarrollan sobre rocas blandas y alguna intermedia.
			Sierra	Sierra denudada	Dsd	Geoforma de morfología montañosa y simétrica, con cimas angostas y alargadas limitadas por laderas moderadamente largas a largas, con formas complejas, desarrollando pendientes abruptas a escarpadas, disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Sobre rocas blanda e intermedia.
			Cono de Deslizamiento	Lóbulo de Movimiento en Masa Activo	Dlmma	Lóbulos de tierra o roca de morfología media a baja, Sus principales características morfológicas son pendientes cóncavas y convexas, nichos semicirculares, pendientes escalonados, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambio súbito de pendiente, generados por procesos de Movimientos en masa ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante.
			Glacis	Talus	Dt	Superficies en forma de cono encontrada en la base de los escarpes y laderas muy escarpadas, formada generalmente por caída de bloques y cantos que no han sufrido mucho desplazamiento, se presentan en pendientes suavemente inclinadas a inclinada.
				Glacis de erosión	Dge	Superficies de erosión de longitudes larga a muy larga, cóncava y suavemente inclinada, generalmente se localizan en zonas de



GEOMORFOLOGÍA SGC							
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD	
						pedimonte, por procesos de erosión laminar en condiciones climáticas áridas a semiáridas, se caracteriza por desarrollar carcavamiento y tierras malas. Desarrollada sobre roca blandas.	
			Valle intramontano	Valle intramontano	Dvi	Superficie plana que se encuentra restringida por zonas de morfología muy elevada, con pendientes plana a suavemente inclinada, se forma por la intensa disección de corrientes de agua, se desarrollan sobre rocas blanda e intermedia.	
		Agradacional	Fluvial	Valle	Isla	Fi	Porción de tierra firme de morfología plana a levemente ondulada, rodeada completamente por cuerpo de aguas fluviales, de longitudes cortas, de pendientes suavemente inclinadas. Están compuestas por depósitos aluviales principalmente por arenas y limos.
					Albardones	Fa	Estructura en forma de cresta compuesta por un banco de arena muy fina, con una altura de 1 a 2m y 3 a 4m de ancho, se encuentra localizada en las riberas de los cauces en este caso del Canal del Dique, se forman en épocas de inundación.
					Abanico Aluvio-Torrencial	Fabt	Geoforma en forma de abanico ampliamente explayado de varios kilómetros de extensión, de laderas rectas o cóncavas y con suaves pendientes. Su origen está asociado con acumulación de material aluvial en una zona plana o un valle amplio, a la salida de un valle tributario. presentan gradación invertida.
					Abanico Aluvial	Faa	Geoforma en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas rectas o cóncavas y con suaves pendientes. Su origen está asociado con acumulación de material aluvial en una zona plana o un valle amplio, a la salida de un valle tributario.
					L llanura Aluvial o Penillanura	Flla	Geoforma de morfología plana, son zonas extensas de varios de kilómetros, desarrollado por los aluviones depositados por cursos fluviales.
					Planicie aluvial confinada	Fpac	Franja de terreno plana, de forma angosta la cual se encuentra limitada por zonas estrechas de relieve montañosa y colinada, que bordean los cauces aluviales.
					Canal o planicie de inundación	Fpi	Franja de terreno plana baja de morfología levemente ondulada, eventualmente inundable. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos con abundante materia orgánica producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial.

GEOMORFOLOGÍA SGC							
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD	
				Planicie Costera	Playa	Mpl	Superficie angosta y alargada en la línea de costa, desarrollan pendientes suaves, y de longitudes de kilómetros, su origen esta dado por la depositación del oleaje y la marea, esta compuesta principalmente por arenas, gravas y fragmentos bioclásticos.
					Espiga	Me	Geoforma de morfología ondulada, en vista de planta se observa en forma de gancho, son elongadas en la dirección de la derive litoral, con un extremo en tierra firme y el otro extremo propagándose en forma de curva por efecto del oleaje.
					Barras litorales	Mbl	Cuerpo compuesto de arenas y gravas, los cuales se encuentran semisumergidos en la línea de costa con forma elongada, formados por la acción conjunta de las olas y las corrientes de ríos.
					Llanuras intramareales y marismas	Mllim	Zonas de morfología plana o levemente inclinada. Su origen obedece al efecto combinado del ascenso de la marea. Los encontramos en zonas protegidas del oleaje marino, bordeando lagunas costeras o en la parte interna de las espigas.
				Planicie Deltaica	Lóbulos y llanuras deltaicas	Mdpd	Superficie de morfología plana de aspecto aterrazado con escarpes de 1 -1.5m, ligeramente ondulados y dispuestos en forma de lóbulos elongados en la dirección de los canales distributarios.
					Manglar	Mmg	Superficie predominante de vegetación halófila, de morfología plana a suavemente ondulada, se encuentra en la zona intermareal, en donde hay un intercambio de agua salada proveniente del mar y agua dulce por escurrimiento.
					Delta de flujo de marea	Mdrf	Lóbulo en forma de pata de pato, que se localizan en la parte interna de las bocas que comunican al mar con las lagunas costeras, se componen principalmente de materiales finos como arenas y limos y de abundantes conchas.
				Terraza Fluiomarina	Terraza marina	Mtm	Superficie plana a ligeramente ondulada, la cual presenta una ligera inclinación generando unos escapes de 0,5 a 3m de altura, los cuales se generan generalmente en depósitos de fragmentos de coral.
					Plataforma de abrasión	Mpa	Superficie de roca la cual ha sido meteorizada por acción del oleaje, generando una costa acantilada de 1 a 2 m de altura, que generan morfologías planas y ligeramente inclinadas hacia al mar.

GEOMORFOLOGÍA SGC						
GEOMOR- ESTRUC.	PROVINCIA	REGIÓN (AM)	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOM	DEFINICIÓN DE LA SUBUNIDAD
		Antrópico	Superficie Explanada o de Relleno	Acueducto	Aac	Superficie explanada, con zonas de acumulación de agua en piscinas para el bombeo de agua del acueducto.
				Cantera	Ac	Huecos de gran extensión y de profundidad variada entre 2- 20 m, hechos de manera manual o con maquinaria pesada, Son de paredes verticales y son producto de la explotación de Areniscas y Calizas Arrecifales.
				Canal artificial	Aca	Canal construido para el abastecimiento de agua derivada del Rio Magdalena lo que actualmente constituye el Canal del Dique.
				Camaronera	Acm	Superficie plana y excavada para ser posteriormente inundada en forma de piscinas para el cultivo industrial de camarones.
				Embalse	Aemb	Acumulación de agua producida por la obstrucción de un río o arroyo cerrando parcialmente el cauce. Se utiliza generalmente para abastecer distritos de riego en la zona de estudio.
				Lleno Antrópico	All	Superficie plana que ha sido rellenada y explanada por materiales de rellenos para la construcción de viviendas compuesto principalmente de gravas, arenas y bloque bien compactadas generalmente proveniente de desechos de construcción.
				Relleno de basura o relleno sanitario	Arb	Superficie aterrazada compuesta principalmente por la acumulación de desechos orgánicos o industriales, dispuestos manual o mecánicamente.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.1.8.3.1 Ambiente Estructural

Incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente a plegamientos y fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica es definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades.

#### **Cerro Estructural (Sce)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto y San Juan Nepomuceno, en las planchas 37IVB y 37IIB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada de cimas planas y redondeadas, limitada por laderas de longitud larga de forma cóncavas a irregular, de pendientes muy abruptas, se encuentran disectadas levemente por drenajes de tipo subdendrítico. Esta geoforma se encuentra aislada de la zona montañosa por fallamiento y se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano y Cansona compuestas principalmente por Areniscas, lodolitas, caliza y chert.

#### **Espinazo (Se)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Onofre, María la Baja, en las planchas 37IVB, 37IID, 37IICM 37IVA y 37IIC. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, simétricas o asimétricas, con una cresta aguda a redondeada, limitada por laderas de longitud media a larga de forma irregulares, de pendientes escarpada a muy escarpada, se encuentran disectadas por drenajes de tipo sub-paralelo y son afectadas por procesos erosivos de tipo laminar, presenta estratos a favor y en contra de la pendiente. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas y conglomerados.

#### **Espolón Bajo de Longitud Corta (Sesbc)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates y Arroyohondo en la plancha 31IC. Se caracteriza por ser una Saliente Estructural de morfología Alomada, con cimas angostas y alargadas, limitada por laderas de longitudes variables de forma cóncava convexa, de pendientes inclinadas a abruptas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con respecto al nivel base con una longitud del eje principal menor a 250m, este tipo de geoforma se encuentran dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano compuesto principalmente por areniscas.

#### **Espolón Bajo de Longitud Larga (Sesbl)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Repelón, María la Baja, San Juan Nepomuceno, Repelón y Villanueva en las planchas 37IIB, 31IIC, 30IVD, 23IVB y 24IIIA. Se caracteriza por ser una Saliente Estructural de morfología Alomada, con cimas angostas y alargadas, limitada por laderas de longitudes variables de forma cóncava convexa, de pendientes inclinadas a abruptas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo, estas laderas se encuentran afectadas por procesos erosivos de tipo laminar. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con respecto al nivel base con una



longitud del eje principal mayor a 1000m, este tipo de geoforma se encuentran dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Perdices, Hibácharo y Péndales soportadas principalmente por areniscas, lodolitas y arcillolitas.

### **Espolón Bajo de Longitud Media (Sesbm)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Juan Nepomuceno, sobre la plancha 31IIIC. Se caracteriza por ser una Saliente Estructural de morfología Alomada, con cimas angostas y alargadas, limitada por laderas de longitudes variables de forma cóncava y convexa, de pendientes inclinadas a abruptas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo; estas laderas se encuentran afectadas por procesos erosivos de tipo laminar. Presentan un relieve relativo entre 50-100m de altura con respecto al nivel base con una longitud del eje principal entre 250m a 1000 m, este tipo de geoforma se encuentran dispuestas perpendicularmente a la tendencia estructural regional. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Domo Diapírico (Sdd)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de María la Baja, Cartagena de Indias y Turbaco sobre las planchas 37IIA, 30ID y 30IIA. Se caracteriza por ser una estructura redondeada de morfología alomada o colinada de cimas planas a redondeadas limitadas por laderas de longitudes cortas, de forma irregulares, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo radial. Se evidencias geoformas en cono, con un cráter por donde fluye el lodo Diapírico y su origen es atribuido al empuje vertical por diapirismo de lodo, generado por la tectónica de placas, (**Fotografía 3.26**). Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y La Popa compuestas principalmente por areniscas, liditas, chert y calizas arrecifales.

### **Fotografía 3.26. Edificio volcánico, evidenciando flujo de lodo Diapírico (Sdd) en el corregimiento de Cañaveral.**



E=861248

N=1641587

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Ladera de Contrapendiente de Sinclinal (Slcps)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de María la Baja, San Onofre, Mahates y Arroyohondo sobre las planchas 37ID, 37IB, 30IVD, 31IC y 31ID. Se caracteriza por ser Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de longitudes largas y de formas irregular a escalonada, de pendientes inclinadas a escarpadas, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura Sinclinal. Se encuentran disectadas por drenajes de tipo subdendrítico a subparalelo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas y conglomerados.

### **Ladera Estructural de Sinclinal (Sless)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de María la Baja, San Onofre, Mahates y Arroyohondo sobre las planchas 37ID, 37IB, 30IVD, 31IC y 31ID. Se caracteriza por ser Laderas con estratos dispuestos a favor de la pendiente, de longitudes largas y de forma irregular a escalonada, de pendientes inclinadas a escarpadas, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura Sinclinal. Se encuentran disectadas por drenajes de tipo paralelo a subparalelo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas, limolitas y conglomerados.

### **Sierra Anticlinal (Ssan)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Onofre en la plancha 37IB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con cimas elongada limitada por laderas de longitud corta, de forma rectas de pendientes abrupta, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo. El eje de la estructura esta flexurada y genera una estructura anticlinal combada. Se desarrollan sobre rocas de las Formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas.

### **Ladera de Contrapendiente de Anticlinal (Slca)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de María la Baja, San Onofre, San Juan Nepomuceno y Mahates en las planchas 37ID, 37IIB y 30IVD. Se caracteriza por ser Laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de longitud larga de forma irregular a escalonada, de pendientes abruptas a muy escarpadas, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura Anticlinal. Se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Mucacal y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Ladera Estructural de Anticlinal (Ssanl)**

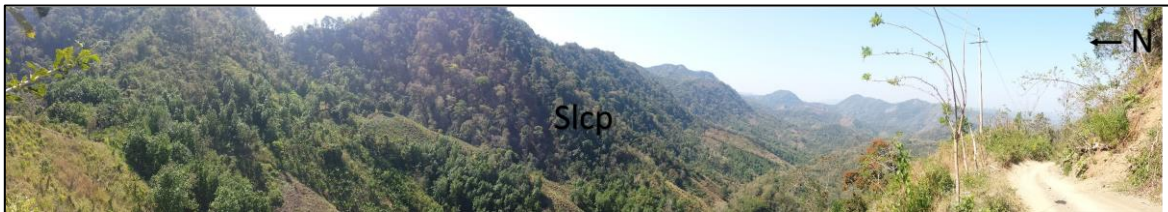
Esta geoforma se encuentra en el municipio de María la Baja, San Onofre y Mahates en las planchas 37ID, 37IIB, 30IVD y 37IB. Se caracteriza por ser laderas con estratos a favor de la pendiente, de longitud larga de forma irregular a escalonada, de pendientes abruptas a muy escarpadas, dichas laderas se encuentran relacionadas con los flancos de una estructura Anticlinal. Se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Se

desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Mucacal y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Ladera Contrapendiente (Slcp)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, María La Baja, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, Cartagena de Indias, Arroyohondo, Calamar, Turbaná, Turbaco, Sabanalarga, San Onofre y Usiacurí en las planchas 37IVB, 37IVA, 37IID, 37IIC, 37IIB, 38IA, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 38IC, 30IVD, 31IIIC, 31IIIA, 31IIIB, 31IC, 30IVB, 29IIC, 24IB, 24ID Y 17IIID. Se caracteriza por ser laderas con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de longitudes largas a extremadamente larga, de formas irregulares a escalonada, de pendientes suavemente inclinadas a escarpadas, disectadas por drenajes de tipo subparalelo (**Fotografía 3.27**). Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Cansona, Maco, San Cayetano, La Popa, Chengue, San Jacinto, Hibácharo, Tubará y Arjona, compuestas principalmente por arenisca, arcillolita, caliza arrecifal, limolita y conglomerado.

### **Fotografía 3.27. Ladera de contrapendiente, en una estructura mayor de Espinazo estructural, en el municipio de San Jacinto.**



E= 877683

N= 1583365

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Ladera Estructural (Sle)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, María La Baja, San Juan Nepomuceno, Mahates, El Carmen de Bolívar, Luruaco, Arjona, Cartagena de Indias, Arroyohondo, Calamar, Turbaná, Turbaco, Sabanalarga, San Onofre y Usiacurí sobre las planchas 37IVB, 37IVA, 37IID, 37IIC, 37IIB, 38IA, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 38IC, 30IVD, 31IIIC, 31IIIA, 31IIIB, 31IC, 30IVB, 29IIC, 24IB, 24ID Y 17IIID. Se caracteriza por ser laderas con estratos dispuestos a favor de la pendiente, de longitudes largas a extremadamente larga, de formas irregulares a escalonada, de pendientes suavemente inclinadas a escarpadas, disectadas por drenajes de tipo subparalelo, estas laderas se encuentran afectadas por procesos de erosión laminar, (**Fotografía 3.28**). Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Cansona, Maco, San Cayetano, La Popa, Chengue, San Jacinto, Hibácharo, Tubará y Arjona, compuestas principalmente por arenisca, arcillolita, caliza arrecifal, limolita y conglomerado.

**Fotografía 3.28. Ladera estructural y lomeríos disectados en el corregimiento de San Antonio de Mesa.**



E=863011

N=1584528

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Ladera Escalonada (Sles)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Mahates y San Estanislao en las planchas 37IVA, 38IC, 37IIB, 38IA, 31IIIC, 31IIIA, 30IIB Y 23IVD. Se caracteriza por ser una ladera con estratos a favor de la pendiente formando escalones, de longitud moderadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes escarpadas, definida por patrones estructurales, disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

**Ladera de Contrapendiente de Sierra (Sslcp)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar y San Onofre en las planchas 37IVA, 37IVB, 37IB Y 37ID. Se caracteriza por ser una Ladera con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, de longitud corta a media, de forma recta a convexa, de pendientes abruptas a muy abruptas, disectadas por drenajes de tipo subparalelo; laderas que se encuentran relacionadas con una Sierra de morfología Montañosa, cuyas cimas son elongadas y estrechas. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas.

**Escarpe de Línea de Falla (Slfe)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, Arroyohondo y Mahates en las planchas 37IIB, 38IA y 31IC. Se caracteriza por ser una superficie plana vertical a subvertical, cuya longitud varia de corta a muy corta, de forma recta a irregular, de pendientes abrupta a escarpada, se encuentra disectada por drenaje tipo subparalelo. Su origen está definido por el truncamiento de estructuras afectadas por el fallamiento en donde se destaca la falla Huamanga. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano, compuesta principalmente por una intercalación de areniscas y lodolitas.

**Gancho de Flexión (Sgf)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno y Mahates en las planchas 31IIIC, 31IIIA y 31IC. Se caracteriza por ser una saliente estructural de morfología alomada, con cimas angostas y alargadas limitadas por laderas de longitud moderada a larga, con pendientes inclinadas a escarpadas de formas recta a irregular las cuales se encuentran disectadas pro drenaje de tipo subparalelo, en vista de planta se observa en



forma de gancho por efecto del desplazamiento lateral de una falla de rumbo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco y San Cayetano compuestas principalmente por areniscas, lodolita y conglomerado.

### **Lomo de Falla (Slf)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno y Mahates en las planchas 37IVB, 37IID, 31IIIC, 38IA, 30IVD y 31IIIA. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con cima angosta y limitada por laderas de longitud muy corta a corta, de pendientes abrupta a muy abruptas, de formas irregulares, disectadas por drenaje de tipo subparalelo. Están localizados a lo largo de una falla de rumbo y se caracterizan por el alto fracturamiento. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Cansona, San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas caliza, chert y conglomerado.

### **Lomo de Obturación (Slo)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, Arroyohondo y Mahates sobre las planchas 31IIIC, 31IIIA y 23IVD. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, de cima angosta y limitada por laderas de longitud corta a media de forma irregular con pendientes que van de abruptas a muy abruptas y disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Se encuentran dispuestas paralelamente al trazo de una falla de rumbo, la cual la desplaza vertical y lateralmente bloqueando parcialmente o totalmente una corriente de agua. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Hibácharo y San Cayetano compuestas principalmente por arenisca, lodolitas y arcillolitas.

### **Lomo de Presión (Slp)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Turbaná, Turbaco, el Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Arjona, Arroyohondo, San Estanislao, Villanueva, Repelón y Luruaco, en las planchas 37IVA, 37IID, 31IIIC, 30IIIB, 30IVA, 31IIIA, 30IIB, 23IVB, 23IVD, 24IIIA y 24IC. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología montañosa, de cima elongadas y alargada limitada por laderas de longitud moderadamente larga, de forma irregular de pendientes abruptas a escarpadas, disectadas por drenajes de tipo subparalelo y afectada además por procesos de erosión laminar moderada. Esta geoforma está asociada principalmente a fallamiento inverso, **Fotografía 3.29**. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Maco, Arjona, Péndales compuestas principalmente de areniscas, limolita, lodolitas, conglomerados y arcillolitas.

**Fotografía 3.29. Lomo de Presión (Slp) al Sur de San José del playón afectado por falla inversa.**



E=862451

N=1583162

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Meseta Estructural (Sm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Turbaná y Turbaco en las planchas 30IIC y 30IIA. Se caracteriza por ser una estructura de morfología colinada de cima plana a ligeramente ondulada limitada por laderas (escarpes) de longitud muy corta, de forma recta con pendientes abruptas a muy abrupta, las cuales están disectadas por drenajes de tipo subparalelo, originadas por procesos de erosión diferencial. Se desarrollan sobre rocas de la formación Popa compuesta por caliza arrecifal y forma la meseta de Turbaná.

### **Escarpe de Meseta (Sme)**

Esta geoforma se observa en los municipios de Turbaná y Turbaco sobre las planchas 30IIC y 30IIA. Se caracteriza por ser un plano de longitud corta a moderada, con pendientes abrupta a muy abrupta de forma recta, disectadas por drenajes de tipo subparalelo, asociadas a los límites de la meseta estructural. Se desarrollan sobre rocas de la formación Popa compuesta por caliza arrecifal y hace parte de lo que se conoce como la meseta de Turbaná.

#### 3.9.1.8.3.2 Ambiente Denudacional

Incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos.

### Cima (Dc)

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Arjona en la plancha 30IID. Se caracteriza por ser una superficie de forma plana a convexa, amplia, desarrollada sobre lomos en franjas alargadas, de pendientes plana a levemente inclinadas, con longitudes que varía de los 50 a 500 m; se encuentran limitadas por laderas de inclinaciones moderadas y disectadas por drenajes de tipo subparalelo. Se desarrollan sobre las areniscas de la formación San Cayetano.

### Colina Denudada (Dcd)

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, San Onofre y María la Baja en las planchas 38IA, 37ID, 37IIC y 37IB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada de cimas angostas y redondeadas a planas, limitada por laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, desarrollando un drenaje de tipo subparalelo y afectada por procesos erosivos moderados principalmente de tipo laminar. Presenta una diferencia de altura de 50 a 200 m., con respecto a su nivel base local, (**Fotografía 3.30**). Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Mucacal compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y arcillolitas.

**Fotografía 3.30. Colinas con denudación moderada y llanura aluvial, en el corregimiento la Barce.**



E=839623

N=1595612

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Colina Disectada (Dcdi)

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno y el Carmen de Bolívar en las planchas 37IVB, 38IA, 38IC y 31IIIC. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada de cimas angostas y redondeadas a planas, limitada por laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presentando una disección moderada de drenaje de tipo subparalelo y afectada por procesos erosivos moderados principalmente de tipo laminar. Presenta una diferencia

de altura de 50 a 200 m., con respecto a su nivel base local. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente de areniscas y lodolitas.

### **Colina Muy Disectada (Dcmd)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de María la Baja, San Juan Nepomuceno, Mahates, Calamar y Arroyohondo en las planchas 37IIB, 38IA, 31IIIC, 39IVD, 31IIIA. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada de cimas angostas y redondeadas a planas, limitada por laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presentando una disección fuerte de drenajes tipo subparalelo y afectada por procesos erosivos moderados principalmente de tipo laminar. Presenta una diferencia de altura de 50 a 200m con respecto a su nivel base local. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco compuesta principalmente por areniscas, lodolitas, limolitas y conglomerado.

### **Colina Poco Disectada (Dcpd)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Juan Nepomuceno y Mahates en las planchas 37IVA, 31IIIC y 30IVD. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada de cimas angostas y redondeadas a planas, limitada por laderas de longitudes cortas a largas, de forma recta a cóncava y de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presentando una disección leve a moderada de drenajes tipo subparalelo y afectada por procesos erosivos moderados principalmente de tipo laminar. Presenta una diferencia de altura de 50 a 200 m., con respecto a su nivel base local. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Colina Residual (Dcr)**

Esta geoforma se presenta en los municipios del Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Luruaco y Piojo en las planchas 37IVB, 37IID, 24IC y 24IA. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con alturas con respecto al nivel de base local de 50 a 200m, cuyas laderas son de longitud corta a medias, de forma rectilínea a convexa cuyas pendientes van de inclinadas a abruptas. Están afectadas por fuertes procesos denudativos y altos grados de meteorización diferencial. Además, presenta una disección leve de drenajes de tipo subparalelo a sub-dendrítico y desarrollo de suelo residual. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Arroyo de Piedra, Perdices, Hibácharo y Péndales, compuestas principalmente por areniscas, arcillolitas y lodolitas.

### **Colina Residual Disectada (Dcrd)**

Esta geoforma se presenta en los municipios del Carmen de Bolívar, Mahates y Repelón en las planchas 37IVB, 30IVD y 24IIIA. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con alturas con respecto al nivel de base local de 50 a 200 m., cuyas laderas son de longitud corta a medias, de forma rectilínea a convexa, cuyas pendientes van de inclinadas a abruptas. Están afectadas por fuertes procesos denudativos y altos grados de meteorización diferencial, además presenta una disección moderada de drenajes de tipo sub-paralelo a sub-dendrítico y desarrollo de suelo residual.



Se observan sobre rocas de las formaciones Hibácharo, San Cayetano, Maco y Cansona compuestas principalmente por arenisca, lodolita, caliza, chert y arcillolitas.

### **Colina Residual Muy Disectada (Dcrmd)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio del Carmen de Bolívar en la plancha 37IVB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, con alturas con respecto al nivel de base local de 50 a 200 m., cuyas laderas son de longitud corta a medias, de forma rectilínea a convexa, con pendientes desde inclinadas a abruptas. Están afectadas por fuertes procesos denudativos y altos grados de meteorización diferencial. Además, presenta una disección muy alta de drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico y desarrolla suelo residual. Se presentan sobre rocas de la Formación Cansona compuesta principalmente por arenisca, lodolita, caliza y chert.

### **Colina Remanente Disectada (Dcred)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de María la Baja en las planchas 30IVD y 37IIB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, limitada por laderas de longitud corta a media, de forma convexa a recta, con pendientes que van de inclinadas a abruptas, con alturas con respecto al nivel de base local de 50 a 200 m. Se encuentran aislados de la topografía actual por procesos denudativos intensos y por una disección moderada de drenaje de tipo subparalelo a dendrítico. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Colina Remanente o Relicto (Dcrem)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Arjona, Cartagena de Indias, Arroyohondo, Mahates, Turbaná, Calamar, Soplaviento, San Estanislao y Villanueva en las planchas 37IID, 37IIB, 30IVA, 30IIB, 31ID, 31IC, 31IIIA, 30ID, 31IB, 31IA, 23IVD y 24IIIC. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada, de cimas angostas y redondeadas, limitada por laderas de longitud corta a media, de forma convexa a recta, con pendientes que van de inclinadas a abruptas y alturas con respecto al nivel de base local de 50 a 200 m. Se encuentran aislados de la topografía actual por procesos denudativos intensos y por una disección moderada de drenaje de tipo subparalelo a dendrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Arjona, La Popa, San Jacinto, Maco, Hibácharo y Chengue, compuestas principalmente por calizas arrecifales, limolitas, areniscas, calizas, conglomerado y arcillolitas.

### **Cerro Residual (Dcrs)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Villanueva y San Estanislao en la plancha 23IVD. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada a redondeada, de cima estrecha y redondeada, con una altura con respecto al nivel base local que varía entre 50 a 200 m. Presenta laderas de longitud larga a muy larga, de forma recta a convexas, con pendientes abruptas a escarpada, disectadas por drenajes de tipo dendrítico. Están afectadas por procesos denudativos intensos. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Escarpe de Erosión Mayor (Deem)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto y San Estanislao en las planchas 37IID y 23IVD. Se Caracteriza por ser una superficie en declive de longitud moderadamente larga, de forma recta a ligeramente ondulada, con pendientes escarpada a muy escarpada. Presenta altura con respecto al nivel de base local mayor a 20 m., se encuentran disectada por drenajes de tipo sub-paralelo, su origen está relacionado a procesos erosivos o socavación lateral. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerado.

### **Escarpe Faceteado (Def)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Juan Nepomuceno, en la plancha 38IA. Se caracteriza por ser una Superficie en declive de longitud corta, y de pendientes escarpada a muy escarpada, desarrollan forma triangular cuya base es amplia y se va reduciendo hacia el tope, con disección de drenajes de tipo sub-paralelo. Se presentan en zonas de actividad estructural. Se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano compuesta por una intercalación de areniscas y lodolitas.

### **Lomo Denuado Alto de Longitud Larga (Dideal)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Jacinto en la plancha 37IID. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve mayor con respecto al nivel base de 1000 m., de altura y su eje tiene una extensión mayor a 1000 m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes escarpada a muy escarpada, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Cansona, San Cayetano y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, caliza, chert y conglomerados.

### **Lomo Denuado Bajo de Longitud Corta (Dldebc)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto y el Carmen de Bolívar en las planchas 37IVB y 37IID. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve con respecto al nivel base que varía entre 50 a 100 m., de altura y su eje tiene una extensión menor a 250 m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes escarpada a muy escarpada, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Lomo Denuado Bajo de Longitud Larga (Dldebl)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen del Bolívar, María la Baja, San Juan Nepomuceno, San Jacinto y Arjona sobre las planchas 37IVB, 37IVD, 37IVA, 37IID, 38IC, 37IIB, 37IIA Y 30 IID. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve con respecto al nivel base que varía entre 50 a 100m de altura y su eje tiene una extensión mayor a 1000m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes escarpada a muy escarpada, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan

sobre rocas de las formaciones Maco, San Cayetano y Arjona compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Lomo Denuado Bajo de Longitud Media (Dldebm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Mahates, María la Baja, Arjona y San Estanislao sobre las planchas 37IVB, 37IID, 37IIB, 30IVD, 30IVA, 30IIIB, 30IID Y 23IVD. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve con respecto al nivel base que varía entre 50 a 100 m., de altura y su eje tiene una extensión entre 250 m a 1000 m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes abrupta a muy abrupta, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Maco y Arjona compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Lomo Denuado Moderado de Longitud Larga (Dldeml)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto, San Juan Nepomuceno y San Estanislao en las planchas 37IID, 37IVB y 23IVD. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve con respecto al nivel base que varía entre 100 m a 150 m., de altura y su eje tiene una extensión mayor a 1000 m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes inclinadas a muy inclinadas, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Hibácharo, San Cayetano, Tubará y Cansona compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, calizas, chert y arcillolitas.

### **Lomo Denuado Moderado de Longitud Media (Dldemm)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Jacinto en la plancha 37IID. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada, con un relieve con respecto al nivel base que varía entre 100 m a 150 m., de altura y su eje tiene una extensión entre 250 m a 1000 m. Presenta cimas estrechas y planas a redondeadas limitada por laderas de pendientes abruptas a muy abruptas, de formas recta a convexas, se encuentran disectadas por drenajes de tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano compuesta principalmente por una intercalación de areniscas y lodolitas.

### **Ladera Erosiva Alta de Longitud Larga (Dleal)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto y San Juan Nepomuceno en la plancha 37IID. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud de 500 m., presenta disección por drenaje de tipo subparalelo, además de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base superior a 200m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco y San Cayetano compuestas principalmente por areniscas, conglomerados y lodolitas.

### **Ladera Erosiva Baja de Longitud Corta (Dlebc)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arroyohondo, Turbaco, Turbaná, San Estanislao y Repelón, en las planchas 37IVB, 37IVD, 31IIIC y 31IIIA. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud menor a 250 m, presenta disección por drenaje de tipo subparalelo, además de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base menor a 100 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco, Chengue, San Jacinto, San Cayetano, la Popa, Hibácharo y Tubará, compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, conglomerados, limolitas, arcillolitas y calizas.

### **Ladera Erosiva Baja de Longitud Corta Disectada (Dlebcd)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Arroyohondo en la plancha 31IC. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud menor a 250 m. Presenta una alta disección por drenaje de tipo sub-paralelo. Además, de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base menor a 100 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente de intercalaciones de areniscas, arcillolitas y limolitas.

### **Ladera de Contrapendiente Denuada (Dlcp)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, San Jacinto y San Onofre en las planchas 38IC, 37IID y 37IB. Se caracteriza por ser una superficie de morfología escalonada a ondulada, con estratos dispuestos en sentido contrario a la pendiente, con un alto grado de denudación, con laderas de longitudes largas a muy largas, con pendientes abruptas a muy abruptas, desarrollan disección por drenaje de tipo dentrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Maco y Mucacal compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, y conglomerados.

### **Ladera Erosiva Baja de Longitud Larga (Dlebl)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar y María la Baja en las planchas 37IIC y 37IIB. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud mayor a 500 m, presenta una disección por drenaje de tipo sub paralelo. Además de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base menor a 100 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco, compuestas principalmente de areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Ladera Erosiva Baja de Longitud Media (Dlebm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates, Arroyohondo, Calamar, Turbaco, Repelón y San Estanislao en las planchas 31IIIA, 31IC, 30IIA Y 24IIIC. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud entre 250 m a 500 m, presenta una disección por drenaje de tipo subparalelo, además de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto



al nivel base menor a 100 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, La Popa, Tubará e Hibácharo, compuestas principalmente por areniscas, arcillolita, lodolita y calizas.

### **Ladera Erosiva Moderada de Longitud Corta (Dlemc)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Arroyohondo y Mahates en la plancha 31IC. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud menor a 250 m, presenta una disección por drenaje de tipo subparalelo, además de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base de 100 m a 200 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano, compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Ladera Erosiva Moderada de Longitud Larga (Dleml)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Calamar sobre la plancha 31IIIA. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud mayor a 500 m., presenta una disección por drenaje de tipo subparalelo, además de intensos procesos erosivos y una diferencia de altura con respecto al nivel base de 100 m a 200 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la Formación Maco compuesta principalmente por areniscas y conglomerados.

### **Ladera Erosiva Moderada de Longitud Media (Dlemm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Villanueva en las planchas 38IA, 31IIIC, 31IIIA, 31IC y 23IVB. Se caracteriza por ser una superficie de forma recta a convexa, con pendientes abruptas a muy escarpada, una longitud entre 250 m a 500 m, presenta una disección por drenaje de tipo subparalelo. Además, de intensos procesos erosivos, y una diferencia de altura con respecto al nivel base de 100 m a 200 m. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Chengue y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Ladera Ondulada Alta de Longitud Larga (Dloal)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Jacinto y San Juan Nepomuceno en las planchas 37IID Y 37IVB. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud mayor a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base mayor a 200 m de altura, está disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco y San Cayetano, compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerados.

### **Ladera Ondulada Baja de Longitud Corta (Dlobc)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates, San Juan Nepomuceno, Arjona y San Estanislao en las planchas 31IIIC, 30IID, 30IIB y 23IVD. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a

escarpada, de longitud menor a 250 m y un desnivel con respecto al nivel base menos a 100 m de altura, esta disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la Formación San Cayetano compuesta principalmente por una intercalación de areniscas y lodolitas.

### **Ladera Ondulada Baja de Longitud Larga (Dlobl)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates, Arroyohondo, San Estanislao y Repelón en las planchas 31IIIA, 31IC, 24IIIC y 23IVD. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud mayor a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base menor a 100 m de altura, esta disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Hibácharo y Tubará compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y arcillolitas.

### **Ladera Ondulada Baja de Longitud Media (Dlobm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Juan Nepomuceno, Arroyohondo y Arjona en las planchas 37IVB, 38IA, 31IIIC, 31IIIA, 31IC y 30IID. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud entre 250 m a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base menor a 100 m de altura, esta disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y Maco, compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y conglomerado.

### **Ladera Ondulada Baja de Longitud Media Disectada (Dlobmd)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Juan Nepomuceno en la plancha 38IA. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud entre 250 m a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base menor a 100 m de altura, está muy disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano, compuesta principalmente por una intercalación de areniscas y lodolitas.

### **Ladera Ondulada Moderada de Longitud Larga (Dloml)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio del Carmen de Bolívar en las planchas 37IVA y 37IVB. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud mayor a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base entre 100 m a 200 m., de altura, esta disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por areniscas y lodolitas.

### **Ladera Ondulada Moderada de Longitud Larga Disectada (Dlomld)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, Calamar, Mahates y Arroyohondo en las planchas 38IA, 31IIIC y 31IIIA. Se caracteriza por ser una

superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud mayor a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base entre 100 m a 200 m de altura; está muy disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Chengue y Maco compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, lidita, caliza y conglomerado.

### **Ladera Ondulada Moderada de Longitud Media (Dlomm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno y Mahates en las planchas 38IA y 31IIIC. Se caracteriza por ser una superficie ondulada, de morfología alomada a colinada con pendientes inclinadas a escarpada, de longitud entre 250 m a 500 m y un desnivel con respecto al nivel base entre 100 m a 200 m de altura, esta disectada por drenaje de tipo subparalelo. Las laderas no están asociadas a una geoforma y estructura mayor. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco, San Cayetano, Chengue y San Jacinto, compuestas principalmente por areniscas, limolitas, conglomerados y lodolitas.

### **Lomerío Poco Disectado (Dlpd)**

Esta geoforma se observa en los municipios de María la Baja, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, Arroyohondo, San Estanislao y Villanueva, planchas 37IID, 37IIC, 37IIB, 38IA, 38IC, 30IVD, 31IIIC, 31IIIA, 39IVA, 31IC, 30IIB y 23IVD. Se caracteriza por ser un conjunto de lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50 a 200 m, presenta una cima amplia y plana limitada por laderas de longitud corta a larga, de forma convexas, con pendientes inclinadas a abruptas presenta denudación moderada y un grado leve de disección de drenajes tipo subdendrítico a subparalelo. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Maco, Arjona, Hibácharo y Tubará compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, conglomerado y arcillolitas.

### **Lomerío Disectado (Dldi)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Onofre, San Jacinto, María la Baja, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, Calamar, Arroyohondo, Cartagena de Indias, Turbaná, Turbaco, Soplaviento, Villanueva, San Estanislao, Repelón, Sabanalarga, Luruaco, Usiacurí, Piojo, Manatí, Candelaria en las planchas 37IVB, 37IVA, 37IID, 37IIC, 37IIB, 38IA, 37ID, 37IB, 37IIA, 30IVD, 30IVC, 31IIIC, 31IIIA, 30IVB, 30IVA, 31ID, 31IC, 31IIIB, 29IIC, 30ID, 30IIC, 30IB, 30IIA, 31IA, 23IVD, 30IIB, 30IID, 24IIIC, 23IVB 24ID, 24IC, 24IIIA, 24IB, 17IIID, 24IA, 17IIIC, 24IIIB, 24IIID y 37IIIB. Se caracteriza por ser un conjunto de Lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50 a 200 m, presenta una cima amplia y plana limitada por laderas de longitud corta a larga, de forma convexas, con pendientes inclinadas a abruptas presenta denudación moderada y un grado moderado de disección de drenajes tipo subdendrítico a subparalelo y erosión laminar y en surcos moderada, (**Fotografía 3.31**). Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Casona, Maco, Mucacal, San Jacinto, Rancho, Chengue, Bayunca, La Popa, Arjona, Tubará, Hibácharo, Rotinet, Arroyo de Piedra, Péndales y Perdices compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, caliza, chert, conglomerados, arcillolita, caliza arrecifal y gravas.

**Fotografía 3.31. Lomeríos disectados en el sector de los volcanes en cañaveral.**



E=861248

N=1641587

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Lomerío muy Disectado (Dlmd)**

Esta geofoma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, María la Baja, San Onofre, Mahates, Arjona, Arroyohondo, Calamar, San Estanislao, Villanueva, Turbaco, Santa Catalina, Repelón, Luruaco, Baranoa, Usiacurí, Sabanalarga, Candelaria, Manatí en las planchas 37IVB, 37IVD, 37IID, 37IIB, 38IA, 37IB, 37IIA, 30IVD, 31IIIC, 30IVB, 31IIIA, 30IVA, 30IVC, 23IVD, 30IIB, 23IVB, 24IC, 24IIIA, 17IIID, 24IB, 24ID, 24IIIB, 24IIID y 24IIIC. Se caracteriza por ser un conjunto de Lomos alargados con altura con respecto al nivel base de 50 a 200m, presenta una cima amplia y plana limitada por laderas de longitud corta a larga, de forma convexas, con pendientes inclinadas a abruptas presenta denudación moderada y un grado alto de disección de drenajes tipo subdentríticos a subparalelo y erosión laminar y en surcos moderada. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Cansona, San Cayetano, Maco, Chengue, Arjona, Hibácharo, Rotinet, Péndales, Tubará y perdices compuestas principalmente por areniscas, lodolita, caliza, chert, conglomerado y arcillolita, **Fotografía 3.32.**

**Fotografía 3.32. Lomeríos muy disectados, con erosión laminar, surcos y cárcavas en el municipio San Jacinto de Flechal.**



E=901561

N=1662102

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### **Lomo Residual (Dires)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de María la Baja en la plancha 37IID. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología alomada con fuertes procesos de erosión y meteorización diferencial, con cimas alargadas y subredondeadas limitada por laderas de longitud corta a moderadamente larga, de forma cóncava a convexa, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, presentando una disección por drenajes tipo subparalelo a subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de la formación San Cayetano compuesta principalmente por una intercalación de areniscas y lodolitas, en algunos casos desarrolla suelo residual.

### **Montículos Disectados (Dmd)**

Se encuentra en los municipios de San Juan Nepomuceno, Mahates y Turbaco en las planchas 38IA, 31IIIC, 31IIIA y 30IIA. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología colinada con una diferencia con el nivel base de 50 m., de altura, tiene una cima subredondeada limitada por laderas de longitud corta, de pendientes suave y de forma ondulada, presenta una disección moderada de drenajes tipo subdendrítico. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Chengue y la Popa compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y calizas.

### **Montículos y Ondulaciones (Dmo)**

Se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, María la Baja, San Onofre, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, Cartagena de Indias, Arroyohondo, Calamar, Turbaná, Soplaviento, Turbaco, San Estanislao, San Cristóbal, Villanueva, Repelón, Manatí, Sabanalarga, Luruaco, Piojo y Usiacurí en las planchas 37IVA, 37IVB, 37IID, 37IIC, 37IIB, 30IVD, 31IIIC, 30IVC, 30IVB, 31IIIA, 30IVA, 29IVA, 30IIIBM 31IC, 31ID, 31IIIB, 30ID, 29IIC, 30IIC, 30IID, 30IB, 30IIA, 30IIB, 31IA, 24IIIC, 23IVD, 23IVB, 24IIIB, 24IIIA, 24IC, 24ID, 24IB, 24IA, 37IB y 37IIA. Se caracteriza por ser un conjunto de geoformas de morfologías colinada con una diferencia con el nivel base de 50 m de altura. Tienen cimas sub-redondeada limitada por laderas de longitud corta, de pendientes suaves y de forma ondulada, presenta una disección de drenajes tipo subdendrítico y procesos de erosión laminar, **Fotografía 3.33**. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Mucacal, Maco, La popa, Arjona, Rancho, San Jacinto, Chengue, Bayunca, Tubará Hibácharo Rotinet y Perdices, compuestas principalmente por arenisca, lodolita, limolita, conglomerado, lidita, caliza y gravas.

**Fotografía 3.33. Montículos y ondulaciones en el corregimiento del Palo Alto.**



E=852877

N=1577572

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Montículo Remanente o Relicto (Dmrem)**

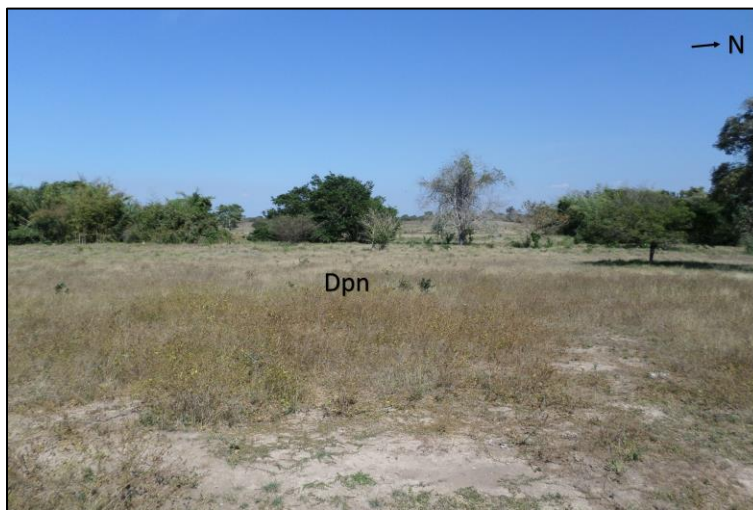
Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates, Turbaco y San Estanislao en las planchas 31IIIA, 31IIIC, 30IIA, 24IIIC, 30IIB, 31IA y 23IVD. Se caracteriza por ser un conjunto de geoforma de morfología colinada con una diferencia con el nivel base de 50 m de altura, tiene una cima subredondeada limitada por laderas de longitud corta, de pendientes suave y de forma ondulada, presenta una disección de drenajes tipo subdendrítico y meteorización alta y erosión laminar. Estas geoformas se producen por intensos procesos denudativos y están aislados de la morfología actual. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, La Popa y Tubará, compuestas principalmente por areniscas, lodolitas y caliza arrecifal.

**Peniplanicie (Dpn)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, María la Baja, San Onofre, San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, Cartagena de Indias, Arroyohondo, Turbaná, Calamar, Soplaviento, Turbaco, San Estanislao en las planchas 23IVD, 24IIICM 29IVA, 30ID, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 30IID, 30IIIB, 30IVA, 30IVB, 30IVD, 31IA, 31IB, 31IC, 31ID, 31IIIA, 31IIIB, 31IIIC, 37IB, 37ID, 37IIA, 37IIB, 37IIC, 37IID, 37IVA, 37IVB y 38IA. Se caracteriza por ser una superficie de terreno extensa, levemente ondulada, con pendientes que van de suavemente inclinadas a inclinadas, de formas cóncavas a convexa, desarrollan drenajes de tipo subdendrítico a subparalelo presentan erosión laminar. Se originan por intensos procesos denudativos y un ligero aplanamiento de la morfología, (**Fotografía 3.34**).

Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Mucacal, Maco, Arjona, La Popa, Bayunca, San Jacinto, El Carmen, Rancho, Hibácharo y Tubará compuestas principalmente por arenisca, lodolita, arcillolita, caliza y conglomerado.

**Fotografía 3.34. Peniplanicie en el corregimiento de Ñanguma.**



E=848582

N=1596868

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Superficie Sub-Horizontal (Dss)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Mahates, Arjona, Soplaviento, Calamar, San Cristóbal, y Soplaviento en las planchas 30IIC, 30IID, 30IVA, 30IVB, 31IA, 31IC Y 31IIIA. Se caracteriza por ser una superficie de extensión regional de forma plana, presentan pendientes que varían de planas a suavemente inclinadas, disectadas por drenajes de tipo subdentríticos, se forman por la acción intensa de procesos denudativos. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones Maco, Arjona y San Cayetano compuestas principalmente por areniscas, lodolitas, arcillolitas y conglomerados.

### **Sierra Denudada (Dsd)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar y San Jacinto, en las planchas 37IVA y 37IVB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología montañosa y simétrica, con cimas angostas y alargadas limitada por laderas de longitud moderadamente largas a larga, de forma compleja e irregular, con pendientes abruptas a escarpadas, se encuentran disectada por drenajes de tipo subparalelo y afectadas moderadamente por procesos denudativos. Se desarrollan sobre rocas de las formaciones San Cayetano, Cansona y Maco.

### **Lóbulo de Movimiento en Masa Activo (Dimma)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Manatí y Repelón en el corregimiento de las Tablas, en las planchas 24IIIB y 23IVB. Se caracterizan por ser lóbulos de tierra o roca de morfología media a bajar, con pendientes cóncavas a convexas, nichos semicirculares, relieve irregular, formación de grietas y cambio súbito de pendiente, generados por procesos de movimiento en masa ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante. Se desarrollan sobre las formaciones Rotinet y San

Cayetano, compuestas principalmente de areniscas, gravas de caliza, chert y rocas volcánicas.

### **Talus (Dt)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Arroyohondo, Mahates y Turbaco, en las planchas 30IIA, 31IC y 31IIIA. Se caracteriza por ser superficies en forma de cono encontrada en la base de los escarpes y laderas muy escarpadas, formada generalmente por caída de bloques y cantos que no han sufrido desplazamiento, se presentan con pendientes suavemente inclinadas a inclinadas. Presenta un índice de relieve de montículo disectados por un padrón de drenaje subparalelo. Desarrollan un depósito coluvial compuesto por cantos y bloques de areniscas embebidos en una matriz areno-limosa.

### **Glacis de Erosión (Dge)**

Esta geoforma se observa en los alrededores del municipio de San Onofre en la plancha 37IB. Se caracteriza por ser una superficie de erosión de longitud larga a muy larga, de forma cóncava y de pendiente suavemente inclinada, generalmente se localizan en zonas de piedemonte, por procesos de erosión laminar en condiciones climáticas áridas a semi áridas. Desarrollan cárcavamiento y tierras malas. Se desarrollan sobre la formación Mucacal compuesta por arcillolitas y areniscas.

### **Valle Intramontano (Dvi)**

Se encuentran en los municipios de San Juan Nepomuceno, María la Baja, Mahates y Arroyohondo en las planchas 30IVD, 31C, 31ID, 31IIIA, 31IIIC, 37IIB, 37IID y 38IA. Se caracteriza por ser una superficie plana a ligeramente ondulada, la cual se encuentra restringida por zonas de morfología muy elevada, presenta pendiente plana a suavemente inclinada, de forma irregular. Se forma por la intensa disección de corrientes de agua, dejando aflorando rocas de las formaciones San Cayetano, Maco, Chengue y San Jacinto compuesta principalmente por areniscas, lodolitas, liditas, calizas, limolitas y conglomerados.

#### 3.9.1.8.3.3 Ambiente Fluvial

Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre.

### **Isla (Fi)**

Esta geoforma se observa en los municipios de María la Baja, Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Arjona, Mahates, Arroyohondo, Calamar, Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, Cartagena de Indias, San Onofre y Repelón en las planchas 24IIIA, 24IIIB, 24IIIC, 30ID, 30IIB, 30IID, 30IIIB, 30IVA, 30IVB, 30IVC, 31IA, 31IB, 31IC, 31ID, 37IIA, 37IIC y 37IID. Se caracteriza por ser una porción de tierra firme de morfología



plana a levemente ondulada, rodeada completamente por cuerpo de aguas fluviales, de longitudes cortas, de pendientes suavemente inclinadas. Están compuestas por depósitos aluviales principalmente por arenas y limos.

### **Albardón o Diques Naturales (Fa)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Onofre, en la plancha 37IB. Se caracteriza por ser una estructura en forma de cresta, compuesta por un banco de arena muy fina, con una altura de 1 a 2 m y de 3 a 4 m., de ancho, se forman en la riera de los cauces en este caso del Canal del Dique. Se forman en época de inundación o son construidas por el hombre.

### **Abanico Aluvio-Torrencial (Fabt)**

Esta geoforma se encuentra al Oeste del municipio de Repelón, en las planchas 23IVB, 23IVD, 24IIIA y 24IIIC. Se caracteriza por ser una geoforma en forma de abanico ampliamente explayado, de varios kilómetros de extensión, con laderas de forma rectas a cóncavas, y con pendientes suaves. Su origen está asociado con la acumulación de material aluvial en una zona de piedemonte, plana o a la salida de un valle tributario. En algunos casos presentan gradación invertida, evidenciando su torrencialidad (**Fotografía 3.35**). En la zona apical dominan bloques y cantos de conglomerados, arenisca calcárea, chert y calizas dispuestas en forma caótica.

### **Fotografía 3.35. Abanico fluviotorrencial al SW del municipio de Repelón.**



E=880450

N= 1642960

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Abanico Aluvial (Faa)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de San Estanislao, Arjona, Turbaná, Turbaco, María la Baja y Mahates, en las planchas 23IVD, 24IIIC, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 30IVA, 30IVB, 30IVD, 31IA, 37IIA, 37IIB y 37IIC. Se caracteriza por ser una geoforma en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas rectas, pendientes suaves. Su origen está asociado con acumulación de material aluvial en una zona palana a la salida de un valle

tributario. Son de morfología plana aterrazada, soportadas en gravas gruesas con intercalaciones de arenas y arcilla.

### **Llanura Aluvial o Penillanura (Flla)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Onofre, María la Baja, Mahates, Arjona, Turbaná, Calamar, Arroyohondo, San Estanislao, Repelón, Usiacurí, Baranoa, Sabanalarga, Piojo, Luruaco y Villanueva, en las planchas 17IIID, 23IVB, 23IVD, 24IA, 24IB, 24IC, 24ID, 24IIIA, 24IIIB, 24IIIC, 30ID, 30IIB, 30IIC, 30IID, 30IIIB, 30IIID, 30IVA, 30IVB, 30IVC, 30IVD, 31IA, 31IC, 31ID, 37IB, 37IIA, 37IIB, 37IIC, 37IVA y 37IVB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología plana, son zonas extensas de varios kilómetros, con pendientes suaves y drenajes subparalelo. Se desarrollan en los depósitos aluviales dejados por los cursos fluviales y aluviales, conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas, **Fotografía 3.36**.

**Fotografía 3.36. Llanura aluvial o penillanura en el sector de la Silvia en el municipio de Repelón.**



E=884176

N=1652739

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Planicie Aluvial Confinada (Fpac)**

Se encuentra en el municipio de Piojo, Usiacurí, Repelón, San Onofre y Luruaco, en las planchas 17IIIC, 17IIID, 24IA, 24IB, 24IC, 24IIIA, 37IB y 37ID. Se caracteriza por ser una franja de terreno plano, de forma angosta, limitada por zonas estrechas de relieve montañoso y colinada; se presentan discordantes sobre unidades más antiguas. Se desarrollan en los depósitos aluviales dejados por los cursos fluviales, conformados por materiales finos de arenas lodosas pardas.

### **Llanura de Inundación (Fpi)**

Se encuentra en los municipios del Carmen de Bolívar, San Onofre, San Jacinto, María la Baja, San Juan Nepomuceno, Arjona, Mahates, Cartagena de Indias, Calamar, Arroyohondo, Turbaná, Soplaviento, Turbaco, San Cristóbal, San Estanislao, Villanueva,

Repelón, Manatí, Sabanalarga, Luruaco, Piojo, Baranoa, Usiacurí, Campo de la Cruz, Candelaria, Santa Lucía y Suan, en las planchas 17IIIC, 17IIID, 23IVB, 23IVD, 24IA, 24IB, 24IC, 24ID, 24IIIA, 24IIIB, 24IIIC, 24IIID, 24IVC, 29IVA, 30ID, 30IIA, 30IIB, 30IIC, 30IID, 30IIIB, 30IIID, 30IVA, 30IVB, 30IVC, 30IVD, 31IA, 31IB, 31IC, 31ID, 31IIA, 31IIIA, 31IIIB, 31IIIC, 37IB, 37IDM 37IIA, 37IIB, 37IIC, 37IID, 37IVA, 37IVB, 38IA y 38IC. Se caracteriza por ser una franja de terreno de morfología plana a ligeramente ondulada, estacionalmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales. Presenta un depósito aluvial compuesto por arcillas y limos con abundante materia orgánica, producto de la sedimentación durante los eventos de inundación, **Fotografía 3.37**.

**Fotografía 3.37. Llanura de inundación del arroyo Casa Vieja.**



E=887264 N=1669109

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.9.1.8.3.4 Ambiente Marino

Geoformas originadas por la interacción de los procesos marinos de oleaje y la acción de las mareas sobre los elementos continentales tales como la estructura y la litología local, al igual que, los aportes fluviales deltaicos y las formaciones arrecifales.

**Playa (Mpl)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Cartagena de Indias y San Onofre, en las planchas 29IIC, 29IVA, 30ID, 30IIID y 37IB. Se caracteriza por ser una superficie angosta y alargada en la línea de costa, de longitudes de kilómetros, con pendientes suaves. Su origen es debido a la acción de la erosión-depositación dada por el oleaje y la marea. Se desarrollan sobre los depósitos de playa compuestos principalmente por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises, excepto en la zona de Barú que son blancas, ocasionalmente presentan gravas, con presencia de conchas, **Fotografía 3.38**.



**Fotografía 3.38. Playa de Barú, donde se evidencia el avance de la Erosión Costera.**



E=829570

N=1619140

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Espiga (Me)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Onofre en la plancha 37IB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología ondulada, en vista de planta se observa en forma de gancho, son de forma elongada en la dirección de la deriva litoral, con un extremo en tierra firme y el otro extremo se propaga en forma de curva por efecto del oleaje. Su origen es asignado a procesos de acrecimiento generado por el transporte de sedimentos por la acción de las mareas, el oleaje, el viento, por tormentas o deriva litoral (Carvajal, 2010). Se desarrollan sobre los depósitos de playa compuestos principalmente por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises.

**Barras Litorales (Mbl)**

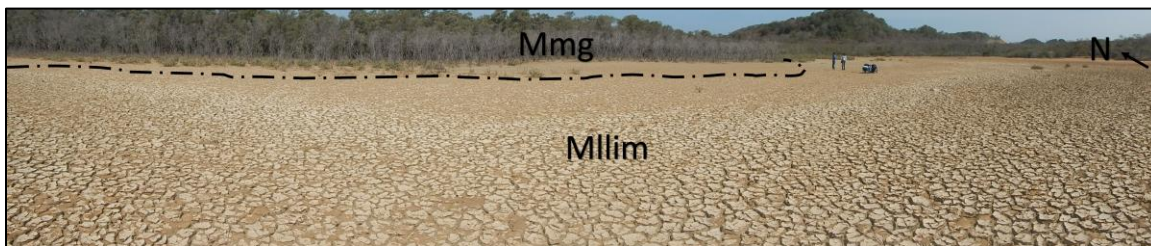
Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Onofre en la plancha 37IB. Se caracteriza por ser un cuerpo de forma alargada y elongada, de pendientes suavemente inclinadas, de longitudes muy largas, compuesto de arenas y gravas, que se encuentran semi-sumergidos en la línea de costa, formados por la acción conjunta de las olas y las corrientes de los ríos. Se desarrollan sobre los depósitos de playa compuestos principalmente por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises.

**Llanuras Intramareales y Marismas (Mllim)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Arjona, Cartagena de Indias, San Onofre y Turbaná, en las planchas 29IIC, 29IVA, 30ID, 30IIIB, 30IIID y 37IB. Se caracteriza por ser una geoforma de morfología plana o levemente inclinada, extensas, limitada por las playas y por zonas topográficamente más levantada principalmente colinas. Su origen obedece al efecto combinado del ascenso de la marea. Se presentan en zonas protegidas del oleaje marino, bordeando lagunas costeras o en la parte interna de las espigas. Compuestas de material tamaño arena fina y arcilla, **Fotografía 3.39.**



**Fotografía 3.39. Llanura intramareal y marisma en el corregimiento de Aracara.**



E=837914

N=1626576

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Lóbulos y Llanuras Deltaicas (Mdpd)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de San Onofre en la plancha 30IIID. Se caracteriza por ser una superficie de morfología plana, de aspecto aterrazado con escarpes de 1 a 1,5 m., ligeramente ondulados y dispuestos en forma de lóbulos elongadas en la dirección de los canales distributarios. Compuestas de material tamaño arena fina y arcilla.

### **Manglar (Mmg)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Cartagena de Indias y San Onofre en las planchas 29IIA, 29IIC, 29IVA, 30IB, 30ID, 30IIIB, 30IIID y 37IB. Se caracteriza por ser una superficie de morfología plana a suavemente ondulada, en donde predomina la vegetación halófila; se presenta en la zona intermareal, con intercambio de agua salada proveniente del mar y agua dulce por escurrimiento. Presenta sedimentación marina por lo que se caracterizan materiales finos como limos, arcilla y arenas muy finas, **Fotografía 3.40.**

**Fotografía 3.40. Manglar en el corregimiento de Barú.**



E=829570

N=1619140

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Delta de Flujo de Marea (Mdrf)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Cartagena de Indias y San Onofre en las planchas 30IB, 30ID y 30IIB. Se caracteriza por ser un lóbulo en forma de pata de pato, localizados en la parte interna de las bocas que comunican al mar con las lagunas costeras o drenajes distributivos, se componen principalmente de materiales finos como arenas y limos y de abundantes conchas.

### **Terraza Marina (Mtm)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Cartagena de Indias, en la plancha 29IVA. Se caracteriza por ser una superficie plana y elevada de morfología alomada, presenta una pendiente ligeramente inclinada en dirección hacia el mar, se encuentra limitada por escarpes de 0,5 a 3 m., de altura de laderas rectas y escarpadas, conformada por fragmentos de coral y conchas.

### **Plataforma de Abrasión (Mpa)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Cartagena de Indias en las planchas 29IVA y 29IIC. Se caracteriza por ser una superficie de roca la cual ha sido meteorizada por acción del oleaje, generando una costa acantilada de 1 a 2m de altura, la longitud es de 500m aproximada, que generan morfologías planas y ligeramente inclinadas hacia el mar. Su origen está dado por el impacto constante de las olas sobre costas acantiladas que erosionan y arrancan el material.

#### 3.9.1.8.3.5 Ambiente Antropogénico

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.

### **Acueducto (Aac)**

Esta geoforma se encuentra al sur del corregimiento de Puerto Bedel sobre las planchas 30IIIB y 30IIID. Se caracteriza por ser una superficie explanada, acondicionada para la acumulación de agua por medio de piscinas utilizada para el bombeo de agua del Acueducto de Cartagena. Están desarrollada sobre depósitos de playa compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises.

### **Cantera (Ac)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de María la Baja, Mahates, Arroyohondo, Turbaná, Cartagena de Indias, Turbaco, San Estanislao y Repelón, en las planchas 24IC, 24IIIA, 24IIIC, 30ID, 30IIA, 30IIC, 30IVD, 31IC y 37IIB. Se caracterizan por ser Hueco o escarpes excavado de extensión moderada y de profundidad variada entre 2 a 20 m, realizados de manera manual o con maquinaria pesada. Son de paredes verticales y se extrae materiales principalmente areniscas y calizas Arrecifales para uso como materiales

de construcción. Presenta erosión lamina y en surcos en las laderas de pendientes escarpadas a muy escarpadas, **Fotografía 3.41**.

**Fotografía 3.41. Cantera de arenisca de la Empresa CEMEX.**



E=890122 N=1659617

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Canal Artificial (Aca)**

Esta geoforma se encuentra atravesando los municipios de María La baja, Cartagena de Indias, Turbaná, Calamar, Manatí, Repelón, San Cristóbal, San Estanislao, Soplaviento, Arjona, Mahates y San Onofre, en las planchas 24IIIC, 30IB, 30ID, 30IID, 30IIIB, 30IIIDM 30IVA, 30IVB, 30IVC, 31IA, 31IB, 31IC, 37IB y 37IIA. Esta geoforma corresponde a lo que actualmente es el Canal del Dique y se caracteriza por ser un canal construido para conectar la Ciudad de Cartagena con el río Magdalena, para navegabilidad y abastecimiento de agua, **Fotografía 3.42**.

**Fotografía 3.42. Canal del Dique en el municipio de Calamar.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



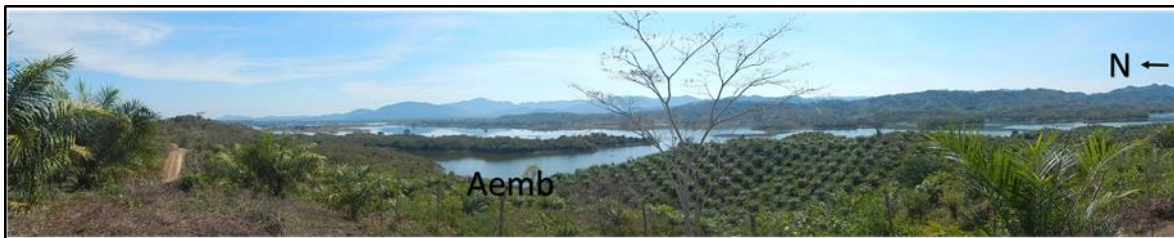
### **Camaronera (Acm)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Cartagena de Indias y San Onofre, sobre las planchas 29IIC, 30ID, 30IIIB y 37IB. Se caracteriza por ser superficies planas y excavada por el hombre que posteriormente son inundadas para el cultivo industrial de Camarones. Se desarrollan sobre zonas planas de formas rectilíneas en donde son afectadas por procesos de erosión laminar. Están desarrollada sobre depósitos de playa compuestos por arenas de grano fino a medianas amarillas ocre a grises.

### **Embalse (Aemb)**

Estas geoformas se encuentran en los municipios de María la Baja y Repelón, y corresponden a los embalses conocidos como el Guájaro, Matuya, Aguas Blancas y el Playón. Se caracteriza por ser una acumulación de agua recolectada por la obstrucción parcial del cauce de un río o quebrada. Construida para el abastecimiento de distritos de riego. Están desarrollados sobre las areniscas y lodolitas de la formación San Cayetano, **Fotografía 3.43.**

#### **Fotografía 3.43. Embalse el Playón en el municipio de María la Baja.**



E=862431

N=1583175

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Lleno Antrópico (All)**

Esta geoforma se encuentra en el municipio de Cartagena de Indias en las planchas 30ID y 30IB. Se caracteriza por ser una superficie plana que ha sido rellena y explanada por materiales de relleno para la construcción de viviendas compuesto principalmente de gravas, arenas y bloques compactadas, generalmente los materiales provienen de desechos de construcción.

### **Relleno de Basura o Relleno Sanitario (Arb)**

Esta geoforma se encuentra en los municipios de Turbaná y Cartagena de Indias, en la plancha 30ID. Se caracteriza por ser una superficie aterrizada, en donde se acumulan desechos orgánicos o industriales, que son dispuestos manual o mecánicamente, formando montículos alomados con pendientes plana a suavemente inclinada.

#### 3.9.1.8.4 Aportes de la Geomorfología para la Implementación de la Gestión del Riesgo

La Cuenca Canal del Dique de una morfología regional tipo batea alargada en sentido NE-SW, ubicada geoestructuralmente en el Orogeno costero, provincia de los cinturones del Sinú y San Jacinto, en una región donde se evidencian ambientes morfogeneticos de tipo



estructural, denudacional, agradacional (fluvial y marino) y antrópico. Ambientes que definen unidades de terreno y subunidades soportadas en rocas sedimentarias samíticas y pelíticas depositadas durante el Terciario y el Cretácico superior, afectadas por un tectonismo compresivo que ha generado estructuras anticlinales y sinclinales amplias y estrechos y un fallamiento de predominancia inversa y de rumbo; rocas que están cubiertas por depósitos coluviales, aluviales y marinos del Cuaternario.

Mediante este análisis geomorfológico se han identificado procesos morfodinámicos de movimientos en masa tipo coronas, cuerpos y la pata de deslizamientos antiguos y activos, erosión fluvial y costera, así como la afectación del territorio por la actividad antrópica tipo canteras que está generando un deterioro del paisaje y contribuyen al transporte de sedimentos con la consecuente colmatación de los cauces de los drenajes mayores y menores de la cuenca.

Además, se han identificado Unidades y Subunidades tipo laderas erosivas, glacis de erosión, abanicos, llanuras y planicies aluviales, llanuras intramareales y marismas, deltas y flujos de marea, terrazas marinas y subunidades generadas por la acción del hombre tales como: explotaciones de materiales para construcción, obras de infraestructura y desarrollo, camaroneras, botaderos de desechos de la construcción y rellenos sanitarios, entre otros.

Todas estas Unidades y Subunidades contribuyen en la delimitación de geoformas propias e indicativas de la potencialidad de generación a corto, mediano y largo plazo de eventos amenazantes de movimientos en masa, torrencialidad e inundaciones en la Cuenca Canal del Dique y la afectación de vidas y bienes de la comunidad, obras de infraestructura y desarrollo y la disminución de la calidad de vida en la cuenca.

Geoformas que son determinantes, indicadores y/o calibradores de los resultados obtenidos de las amenazas determinadas estadísticamente, según las directrices definidas en el protocolo.

En el **Anexo 3.9.7** se incluyen los formatos de los procesos morfodinámicos para el inventario de remoción en masa o procesos erosivos.


### 3.9.2 Procesos Morfodinámicos




Los procesos morfodinámicos identificados en campo en la Cuenca Canal del Dique son un total de 65 se agrupan, en el marco de la Gestión del Riesgo para el POMCA, en Movimientos en Masa y erosión, según se muestra en la **Tabla 3.262** y en el **Anexo 3.9.7**.

Los eventos presentados como procesos morfodinámicos en el siguiente capítulo, son los eventos identificados en la fase de fotointerpretación, en la fase de análisis y verificación en campo, los evaluados por las entidades y planes municipales de gestión de riesgos y desastres (PMGRD), bases de datos de desastres (DesInventar), Servicio Geológico y otras fuentes útiles y los recolectados en la fase de socialización con las comunidades en la cuenca Canal del Dique.




**Tabla 3.262. Procesos Morfodinámicos identificados en Campo.**




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
1	869804	1595938	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
2	872599	1605539	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
3	873884	1607380	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
4	846768	1624285	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
5	894095	1624843	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
6	848851	1626173	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
7	851067	1626663	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
8	851599	1627021	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
9	846452	1628508	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
10	856290	1630012	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	



ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
11	854920	1631468	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
12	855629	1631928	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
13	851009	1633787	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
14	855118	1635143	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
15	854822	1636445	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
16	881871	1640765	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
17	878033	1652443	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de particulas superficiales, por accion de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB 21



ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
22	883246	1657264	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV14 o FV15
25	881207	1655574	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP19-20-3-16
28	879150	1654102	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP12-11 - EM 19-20-21-22






ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
29	899827	1679141	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV5
30	904518	1676455	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV6 o FV4
31	902455	1670729	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV7


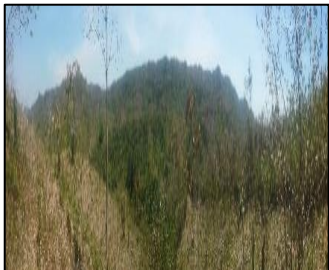

ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
32	894562	1681218	Erosión pluvial	Erosión en Surcos	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		EM1
33	895721	1677962	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV3
35	887261	1669359	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		EM6




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
37	896959	1665327	Erosión pluvial	Erosión en Surcos	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		EM11
38	890794	1658535	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
39	890544	1658712	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
40	890609	1659005	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
41	890244	1659828	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos		LP1
42	889512	1661085	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
43	889557	1660563	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
44	888930	1662011	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
45	885523	1661653	Erosión pluvial	Erosión en Surcos	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		EM8
46	884978	1660920	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
47	884725	1658599	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP2
48	889088	1656968	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideras movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	







ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
50	872384	1652527	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		EM15
63	875310	1655181	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP7
65	905169	1652505	Erosión pluvial	Erosión en Surcos	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		LB3




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
66	842468	1598227	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP26-29
69	861723	1579731	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV18-LB24-LB25
70	853485	1580090	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB 22




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
71	854826	1580691	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB 22
72	853682	1580255	Erosión pluvial	Erosión en Surcos	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		LB 22
73	852581	1582432	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV16




ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
75	898008	1652816	REMoción en masa	Caida de Rocas	Proceso de Desprendimiento y de caída de roca, generados por erosión acentada pluvial, y la acción antropica en canteras y adecuación de vías		LB2
77	874840	1655047	REMoción en masa	Movimiento en masa	Movimiento complejo con movimientos al NE, W y SW. La inestabilidad del terreno obedece a la acción de la Falla denominada Medina, satélite al sistema de falla de repelon.		EM17
79	843250	1629356	Erosión Antrópica	Cantera	Zonas de extracción de material para recebo y construcción, los cuales se consideran movimientos en masa antrópicos	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	
80	853906	1635551	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB29



ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
87	906733	1649915	Erosión pluvial	Erosión en Carcavas	Pequeños canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente 50 a 70cm		LB5o LB3
89	907472	1676768	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV6
90	898342	1681513	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV2
92	901663	1662396	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV9

ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
97	856705	1581687	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP24
104	900593	1650396	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB4
105	898429	1631263	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		FV11

ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
106	839117	1595435	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP25
107	839917	1595112	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LP25
109	904705	1653288	Erosión pluvial	Erosión Laminar	Proceso de arrastre de partículas superficiales, por acción de agua lluvia, sobre laderas con pendientes mayores al 5%		LB3

ID	ESTE	NORTE	TIPO PROCESO	NOMBRE PROCESO	DESCRIPCIÓN	FOTO	FORMATO DE CAMPO
110	901229	1651894	REMoción en masa	Pisada de Vaca	Movimiento en masa ubicado en lomerios soportados por areniscas arcillosas de la formación Tubara. Son asentamientos escalonados producidos por las actividades pecuarias		LB3-4
111	901298	1662383	Erosión pluvial	Erosión en Carcavas	Canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente mayores a 70cm y que dan inicio a los movimientos en masa		FV9
112	904901	1681745	Erosión pluvial	Erosión en Carcavas	Canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente mayores a 70cm y que dan inicio a los movimientos en masa	NO SE PERMITIÓ EL ACCESO	no hay
113	901235	1649412	Erosión pluvial	Erosión en Carcavas	Canales formados por el escurrimiento de agua lluvia de aproximadamente mayores a 70cm y que dan inicio a los movimientos en masa		LB4

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.9.2.1 Movimientos en Masa-Mm

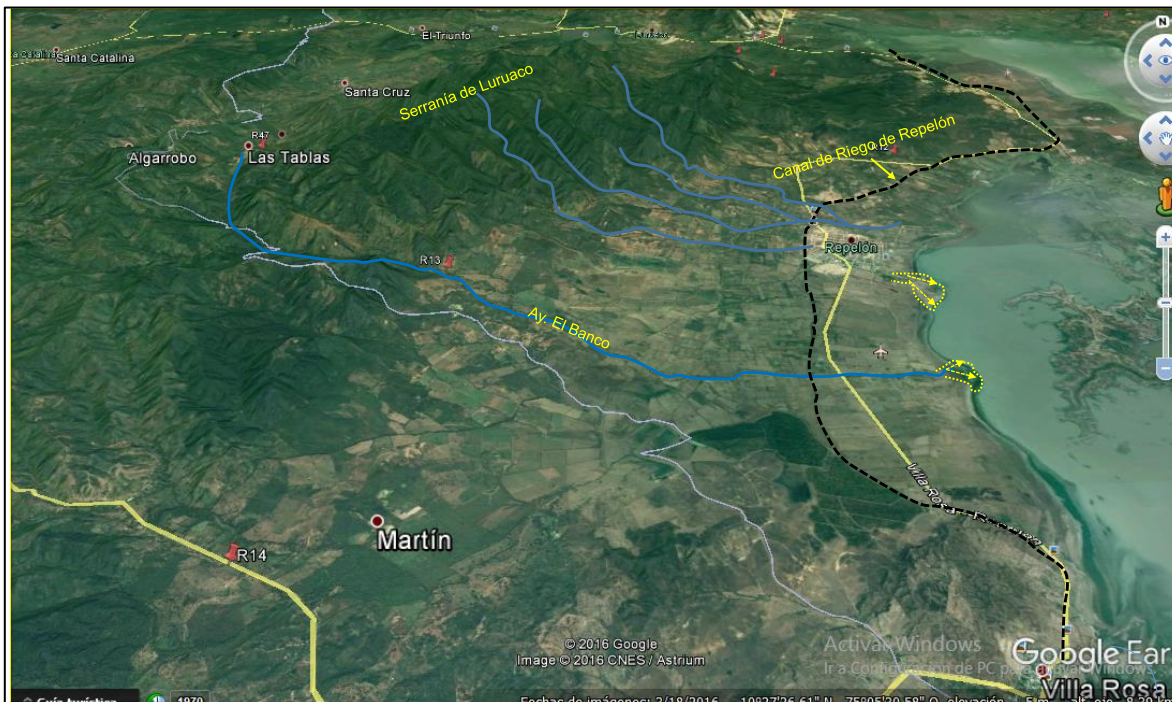
Los Movimientos en Masa localizados en la cuenca, agrupa procesos tales como: deslizamiento, solifluxión, las pisadas de patas de vaca, los flujos de lodo y tierra, y las caídas de roca. Además, se incluyen por las evidencias de campo sitios localizados de canteras que, a pesar de las limitantes para el acceso, son evidentes los cortes que realizan en la explotación generando importantes volúmenes de material de ganga y procesos erosivos marcados que contribuyen en buena parte con el aporte de sedimentos a la Cuenca.

#### 3.9.2.1.1 Deslizamientos

En la cuenca no son abundantes los deslizamientos, sino los desprendimientos de material superficial, que no son de gran extensión, por lo que se referencian como puntos.

Un deslizamiento de alto riesgo (por su actividad) es el del Corregimiento de la Tabla del Municipio de Repelón, ubicado en el límite NW de la Cuenca, en el nacimiento del Arroyo el Banco que vierte sus aguas al embalse del Guajaro, Sur del Municipio, **Figura 3.592**.

**Figura 3.592. Localización Municipio de Repelón y el Corregimiento de la Tabla, embalse del Guájaro y Ay. El Banco.**

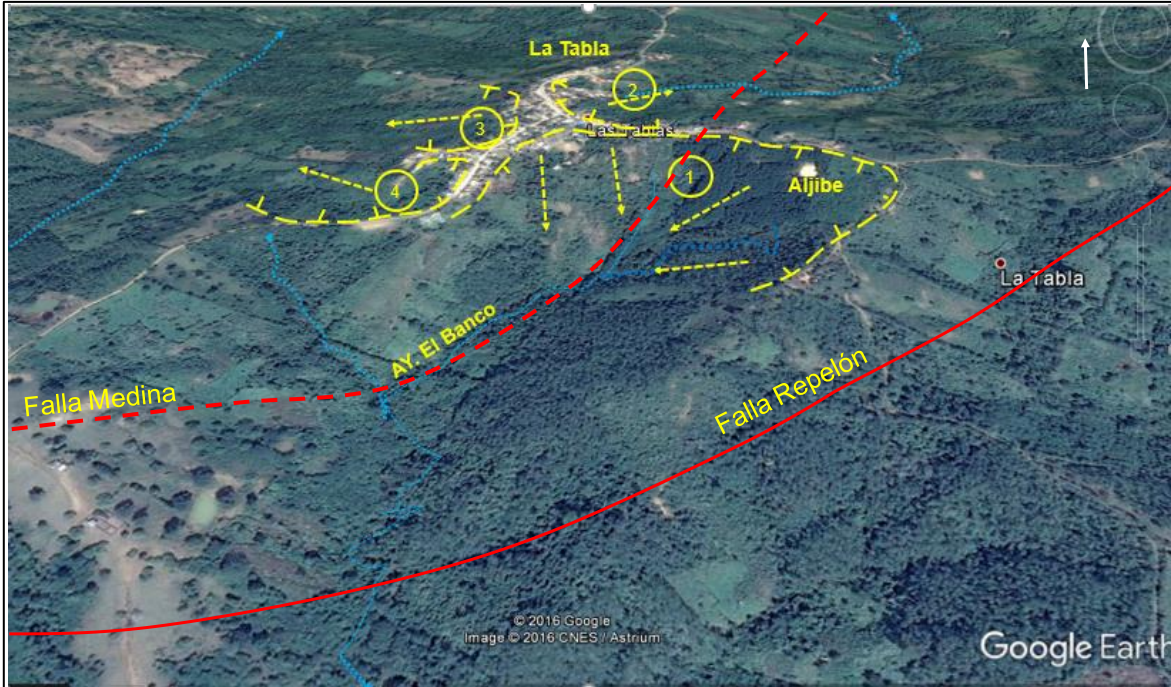


Fuente: modificado de Google Earth, Marzo 25 de 2017.

Este deslizamiento es clasificado como complejo con movimientos al NE, W y SW, dejando el corregimiento en una cuchilla denudada y tectonizada con evidencias de grietas y

desplomes de techos en la viviendas y obras de infraestructura que permiten deducir 4 movimiento pendiente abajo, **Figura 3.593 y Fotografía 3.44.**

**Figura 3.593. Deslizamiento Complejo de la Tabla, los números en círculo, identifican las áreas afectadas y las flechas punteadas la dirección del desplazamiento.**



Fuente: Modificada de Google Earth, Marzo 25 de 2017.

**Fotografía 3.44. a) grietas en viviendas, b) grietas en paredes y pisos del colegio de la Tabla.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La inestabilidad del terreno obedece a la acción de la falla Medina, satélite al sistema de Falla de Repelón, que afecta buena parte de las rocas en donde se asientan las viviendas y el colegio del Corregimiento.

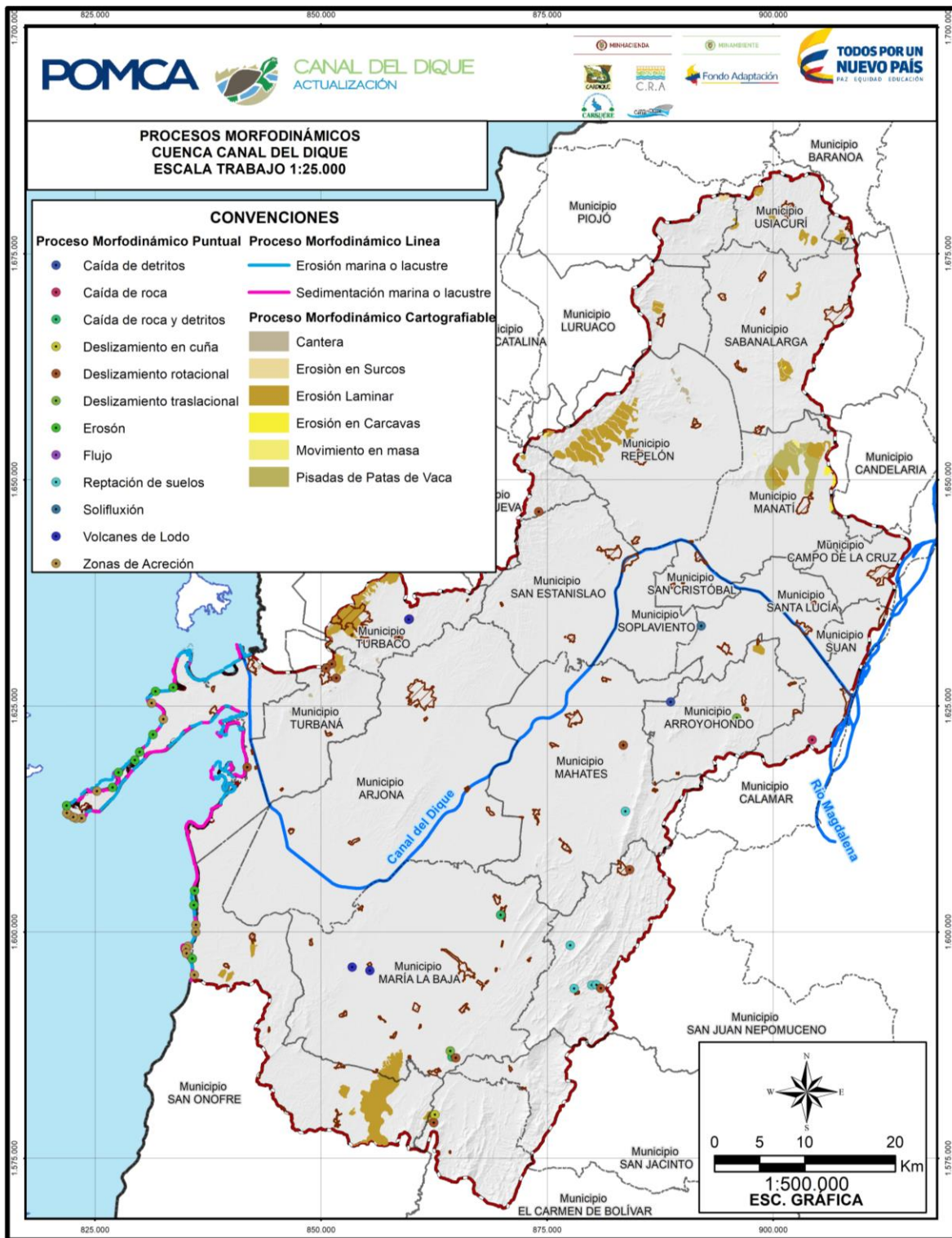


Actualmente se evidencia la actividad en los sitios 1 y 2. Los sitios 3 y 4 son referenciados, por las evidencias de campo como deslizamientos antiguos y estables. Sin embargo, la falta de alcantarillado en el corregimiento, contribuye a la activación del movimiento en su corona y el cuerpo pendiente abajo, así como el aljibe que está localizado en la corona del deslizamiento 1, de la **Figura 3.593**.

Los materiales desprendidos están siendo erodados y transportados por el Ay. El Banco y depositados en el embalse del Guájaro, **Figura 3.592**.

Existen más MM, especialmente en el borde occidental de la Serranía de San Jacinto referenciados como puntos, por su escala, sitios en donde predominan los desprendimientos de materiales superficiales y reptación, **Figura 3.594**, Mapa de Procesos Morfodinámicos.

**Figura 3.594. Mapa de Procesos Morfodinámicos Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Las canteras de explotación para rechos y materiales de construcción existentes en la cuenca son considerados sitios de movimientos en masa, pero dadas las extensiones que presentan son referenciadas como puntos, **Fotografía 3.45**.

**Fotografía 3.45. Cantera de Usiacurí.**



X= 1651507      Y=894305

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.9.2.1.2 Pisadas de Patas de Vaca, Soliflucción, Desprendimientos y Flujos de Lodo

Estos movimientos se ubican especialmente en los lomeríos soportados en areniscas arcillosas muy friables de la Formación Tubara, en el Municipio de Manatí. Se caracterizan por los asentamientos escalonados producidos por las actividades pecuarias, debido a la poca cobertura de pastos protectores del suelo, la acción del ganado que, junto con la meteorización y la pluviosidad, generan pequeños desprendimientos, los asentamientos de soliflucción, y los flujos de lodo, **Fotografía 3.46**.

**Fotografía 3.46 .a) Pisadas de patas de vaca, solifluxión, b) reptación, c) flujos de lodo en los alrededores de Manatí.**



X=1652331 E=905266.

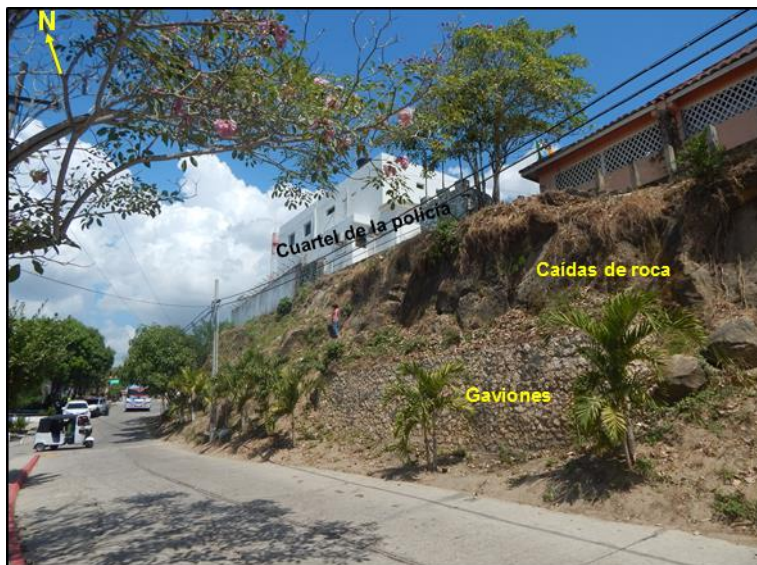
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.2.1.3 Caídas de Roca

Este proceso de desprendimiento y de caídas de roca se presenta en la formación Tubara, especialmente en el Municipio de Usiacuri, y el Corregimiento de Isabel López, generados por erosión acentuada pluvial, tipo socavación y la acción antrópica para la adecuación vial Urbana; generando desplomes de los taludes, que han sido parcialmente intervenidos con gaviones, **Fotografía 3.47**.



**Fotografía 3.47. Caídas de roca y desplomes en el Municipio de Usiacurí.**



X=1680032 Y=901394

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.9.2.2 Erosión

3.9.2.2.1 La Erosión Laminar

Es el proceso dominante en toda la cuenca; se presenta relacionado con pendientes superiores al 5%, en donde la cobertura y uso es de pastos y pecuario que generan erosión laminar moderadas a acentuada, **Fotografía 3.48.**

**Fotografía 3.48. Erosión laminar acentuada al SW del embalse del Guájaro, sector Norte de la Cuenca Canal del Dique.**



X=1656454 Y=901453

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.9.2.2.2 Surcos

La erosión en surcos, aunque no es un proceso generalizado para toda la cuenca, si está iniciándose parcialmente especialmente en el sector Norte de la cuenca, en donde los procesos erosivos acentuados dan inicio a la generación de los surcos, **Fotografía 3.49.**

**Fotografía 3.49. Finca Villa Chile, Municipio de Usiacurí.**



X=1651788 Y=904934

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.2.2.3 Cárcavas

Las cárcavas es un proceso que está iniciándose en la cuenca y su manifestación es puntual. Sin embargo, estos sitios están especialmente asociados con canteras abandonadas y sitios en donde se está generando el corte de la cobertura de rastrojos para ser adecuados como potreros para ganadería, pero son terrenos de suelos muy pobres, que no son aptos para pastos, **Fotografía 3.50.**

**Fotografía 3.50. Carcavamiento. a) Municipio de Manatí; b) Finca Villa Chile, Municipio de Usiacurí; c) San José de Carretal.**



a) X=1649404 Y=901207  
b) X=1651758 Y=904895  
c) X=1646763 Y=908769

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

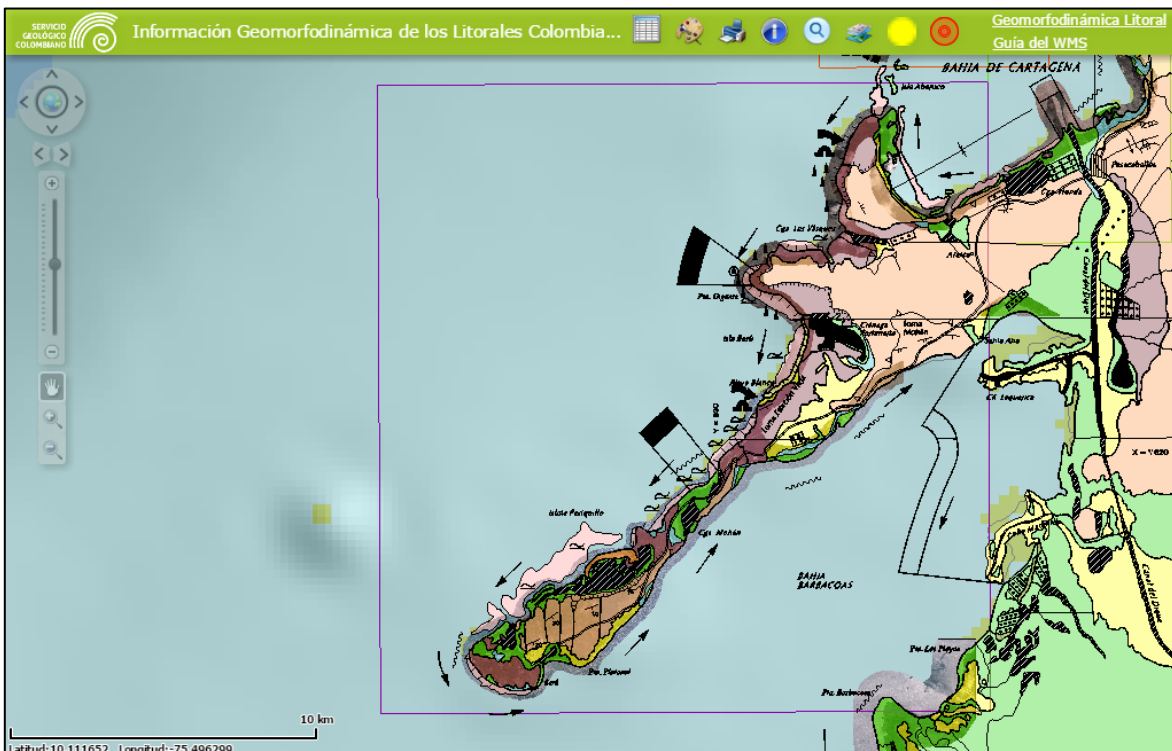


### 3.9.2.3 Erosión Costera

El análisis morfodinámico de la zona litoral de influencia del transecto de línea de costa comprendida entre los sitios de Pasacaballos (Bolívar) y Boca Matuna (Sucre), Colombia, que hace parte de la Cuenca Canal del Dique, es fundamentado en la evaluación efectuada por el SGC-2015, sobre imágenes satelitales multitemporales (Google Earth), así como la generación, a partir del Modelo Digital del Terreno y batimetría (MDT escala 1:12500 del ASTER Global producto de METI de la NASA – 2000) con control de campo, relacionando diversas capas de la geomorfodinámica litoral, que caracterizan la zona de estudio desde el punto de vista de morfometría, morfología y morfodinámica.

El estudio define que el sector comprendido entre Pasacaballos, Porto Nao, Hatillo y Barú está sufriendo erosión costera y depositación como producto de procesos morfodinámicos naturales que afectan la franja costera, así como también factores antrópicos, **Figura 3.595**.

**Figura 3.595. Imagen tomada de la Plataforma de Información Geomorfodinámica (SGC – 2015) en donde se destacan 2 zonas con marcados avances del mar. El más norte en el sector de Punta Gigante y el de la parte media el sector ubicado al sur del Condominio Campestre Estancia del Mar.**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano – Dirección de Geociencias Básicas, 2015.

Sector en donde se han construido obras tipo espolones en concreto o roca para detener la acción del oleaje y generar la acumulación de materiales y sedimentos arrastrados por la deriva litoral. Sin embargo, los efectos pueden ser efectivos en el sitio, pero generan efectos adversos en otros sectores como en la vía que de Pasacaballos conduce al Corregimiento de Barú, donde estas obras no permitir la normal circulación de los sedimentos

transportados por la deriva litoral y generan desequilibrio del entorno y erosión costera marcada que hoy afecta la vía de acceso a Barú, **Fotografía 3.51**.

**Fotografía 3.51. Vía de acceso a Barú, afectada por la trasgresión marina, causando erosión costera acentuada afectando la vía y obras de desarrollo como las de energía eléctrica. Nótese la flecha punteada del antiguo trazado.**



X=1619140 Y=829570

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

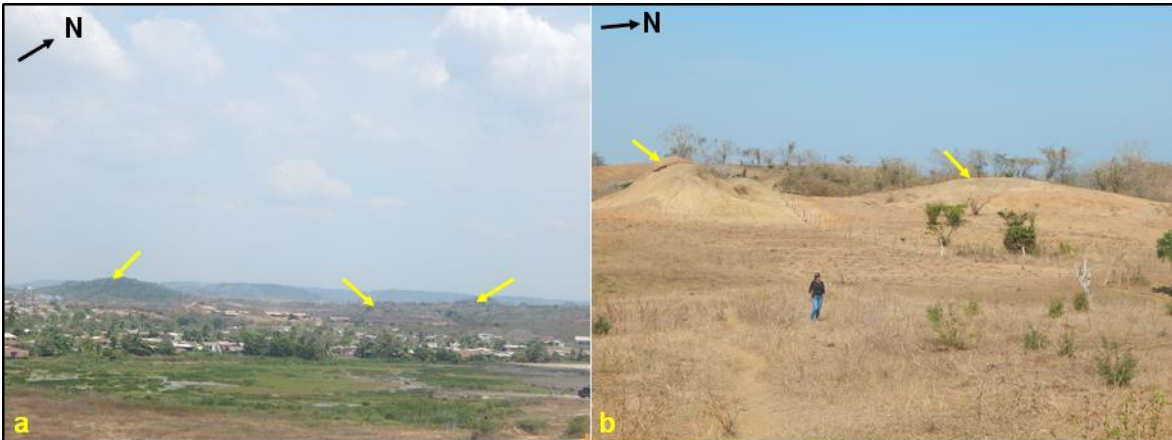
En el control de campo efectuado entre Ararca y Pasacaballos se evidencia un avance del mar y la existencia de espolones que están dispuestos lateralmente protegiendo el puerto de embarque del carbón y obras de desarrollo industrial en el sector. Obras que seguramente rompen el equilibrio de las corrientes litorales generando consecuencias en otros sectores. Esta actividad ha permitido que en el lado Oeste del canal de dique se haya presentado una redistribución de los sedimentos que se habían depositados paralelos al dique, SGC-2016.

Además, “Las grandes construcciones, estructuras portuarias u obras de ingeniería, en el litoral o en el mar, sirven de pantalla a la actividad del viento, hecho que produce variaciones en la circulación de las corrientes y los trenes de oleaje” SGC-2016.

#### 3.9.2.4 Vulcanismo

Existen en la Cuenca Canal del Dique especialmente en la margen occidental geoformas tipo domos, y volcanes de lodo activos, que según las investigaciones efectuadas por Carvajal y Otros (2010), Carvajal et al (2015) son generados por la tectónica de placas, proceso dinámico que facilita los procesos de deformación y movimiento de materiales en profundidad hacia la superficie produciendo geoformas características, **Fotografía 3.52**.

**Fotografía 3.52. Geformas dominas por volcanismo de lodo en a) SE de Cartagena y b) Municipio de Cañaveral (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El diapirismo de lodos es un proceso de empuje de materiales finos de características plásticas presurizados en profundidad, que migran desde zonas de grandes presiones a zonas de baja presión, por el efecto de la diferencia de densidades entre estos materiales y la cobertera superior. La movilización de los materiales diapíricos es inducida igualmente por el contenido de gases (metano), compresión lateral en zonas de tectónica convergente y procesos de deshidratación de arcillas esmectíticas (KOPF, 2002).

El “volcanismo de lodo” se puede considerar geológicamente como una manifestación de diapirismo, fenómeno que ha sido definido como el proceso en el cual materiales profundos de constitución predominantemente arcillosa, intruyen rocas de niveles superiores (O’BIEN 1968, EN DUQUE 1984).

Las rocas donde se presentan con mayor frecuencia fenómenos de “volcanismo de lodos”, están asociadas al llamado Cinturón del Sinú que hace parte de la margen Oeste de la cuenca.

El análisis de la actividad sísmica del 2013 de la región, muestra registros de actividad sísmica cercana a los volcanes allí presentes, con reportes sísmicos de profundidades superficiales a intermedias (0 – 70 km de profundidad, SGC-2016) y de magnitudes entre 1.7 y 3.1 en la escala de Richter en las localidades de Santa Catalina, María La Baja, Villanueva y Arjona, al parecer se encuentran asociados al fracturamiento del cinturón del Sinú, donde son comunes las ocurrencias del volcanismo de lodo, **Figura 3.596**.

**Figura 3.596. Mapa de localización de epicentros recientes, 100 km a la redonda de la localización del “Volcán de Lodo” El Rodeo. Nótese su relación de los lineamientos y fallas de la región con los sismos cercanos señalados con flechas blancas (RSNC, 2013).**



Fuente: RSNC 2013.

### 3.9.2.5 Análisis de los Procesos Morfodinámicos Identificados

Los procesos morfodinámicos identificados en la cuenca evidencian procesos constructivos y denudativos, producto de las condiciones dinámicas producidos por las condiciones Morfogenéticas características de la cuenca. Estos procesos de acuerdo a su magnitud y la escala de trabajo se presentan cartográficamente como puntos y/o líneas y polígonos, **Anexo 3.9.8.**

Los procesos erosivos identificados son desde leves a acentuados y tienen tendencia a degradarse a Movimientos en Masa, en donde los principales agentes detonantes son las condiciones geológicas, topográficas, y la acción del hombre con la tala, uso inadecuado del suelo y buena parte la actividad minera y pecuaria característica de la cuenca.

Los procesos constructivos están asociados a los volcanes de lodo que son producto de una sedimentación en ambiente de pantano, rico en materia orgánica, que, junto con el soterramiento paulatino a través del tiempo geológico y la actividad compresiva de la tectónica de placas, genera un volcanismo de lodos característico de la parte occidental de la cuenca.



Los procesos de movimientos en masa están asociados con áreas de condiciones topográficas abruptas y geológicas acentuadas con fallamientos inversos, alta deforestación y uso inadecuado de la tierra, factores que inciden en la generación de deslizamientos en las microcuencas con la consecuente acumulación de materiales que ante las precipitaciones generan procesos de avenidas torrenciales como se evidencia en el Municipio de Repelón, con una alta potencialidad de afectar obras de infraestructura y desarrollo, así como las viviendas y moradores que habitan en las márgenes de cauces como los arroyos el Banco y lata, entre otros.

### 3.9.2.6 Aportes Contribuyentes de la Geomorfología a la Componente de la Gestión del Riesgo

Las formas del terreno determinadas a nivel de Unidades y Subunidades de cuenca del Canal de Dique siguiendo la metodología del SGC-2012 define geoformas características de ambientes morfogenéticos deposicionales propias de áreas de inundación que contribuyen en la calibración del modelo hidráulico que define las áreas categorizadas de con amenaza alta y medio, tenidas en cuenta para la evaluación del riesgo. Adicionalmente, el mapa morfodinámico define las geoformas del terreno tipo deslizamientos y procesos erosivos que son consideradas amenazantes y decisorias para la evaluación del riesgo y su impacto ambiental en los recursos hídrico y de suelos.

### 3.9.3 Geomorfología de Zinck

El presente documento contiene la metodología para desarrollar el componente de geomorfología de la actualización del POMCA del Canal del Dique. Para la cuenca en ordenación se efectuará una caracterización geomorfológica multipropósito mediante el análisis de información secundaria, cartografía base del IGAC, modelo digital del proyecto y la Nasa (Alos Palsar), interpretación de imágenes de sensores remotos y actividades de campo.

Los objetivos fundamentales del estudio geomorfológico son el análisis genético de las geoformas y el paisaje, y la elaboración de mapas geomorfológicos analíticos en escala 1:25.000, los cuales contienen información sobre morfografía, morfogénesis y morfocronología (Fondo de Adaptación, 2014). Los productos cartográficos semidetallados incluyen geomorfología con criterio edafológico (Zinck, 1988; Zinck, 2012). Los mapas geomorfológicos con criterio edafológico son efectuados de acuerdo a la metodología empleada por el IGAC (Zinck, 1988; Zinck, 2012) para los levantamientos de suelos y representan los insumos básicos para componente de capacidad de uso de las tierras para el POMCA.

#### 3.9.3.1 Alcance

La metodología propuesta permite efectuar la caracterización geomorfológica de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, basada en los lineamientos indicados en los Alcances Técnicos del Proyecto (Fondo de Adaptación, 2014<sup>a</sup>) y el Protocolo para Gestión de Riesgo (Fondo de Adaptación, 2014b). Los insumos disponibles utilizados incluyen información geológica secundaria de estudios previos, cartografía base en escala 1:25.000, imágenes de sensores remotos, productos cartográficos del Convenio No 05 de 2014 de CARDIQUE

- Servicio Geológico Colombiano y datos de campo. Los productos por obtener comprenden mapas semidetallados de geomorfología con criterio edafológico (Zinck, 1988; Zinck, 2012) con su respectiva memoria. Aquellos productos constituyen el insumo básico para el desarrollo de los componentes de capacidad de uso de las tierras y condiciones de riesgo de la fase diagnóstico del ajuste y actualización del POMCA de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

### 3.9.3.2 Metodología Para La Caracterización Geomorfológica

Para el desarrollo del componente geomorfológico del POMCA de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se requiere definir un proceso metodológico enfocado en la caracterización y representación cartográfica semidetallada de geoformas y sus atributos (morfografía, morfogénesis y morfocronología).

La elaboración de la cartografía geomorfológica para el POMCA de Canal del Dique se llevó a cabo siguiendo dos metodologías: Carvajal, 2011 y Zinck, 1988 - Zinck, 2012; sin embargo, en este documento se describe el proceso y los resultados del método propuesto por Alfred Zinck (1988), para el cual se hace necesario contar con información básica y temática, que sirva como insumo para clasificar y definir cada uno de los atributos propuestos por Zinck. El mapa geomorfológico constituye un insumo para definir las unidades geomorfopedológicas y de capacidad de uso de las tierras. En la **Figura 3.597** se presenta el esquema metodológico para la elaboración de los productos cartográficos en escala 1:25.000 de geomorfología con criterio edafológico (Zinck, 1988; Zinck, 2012).

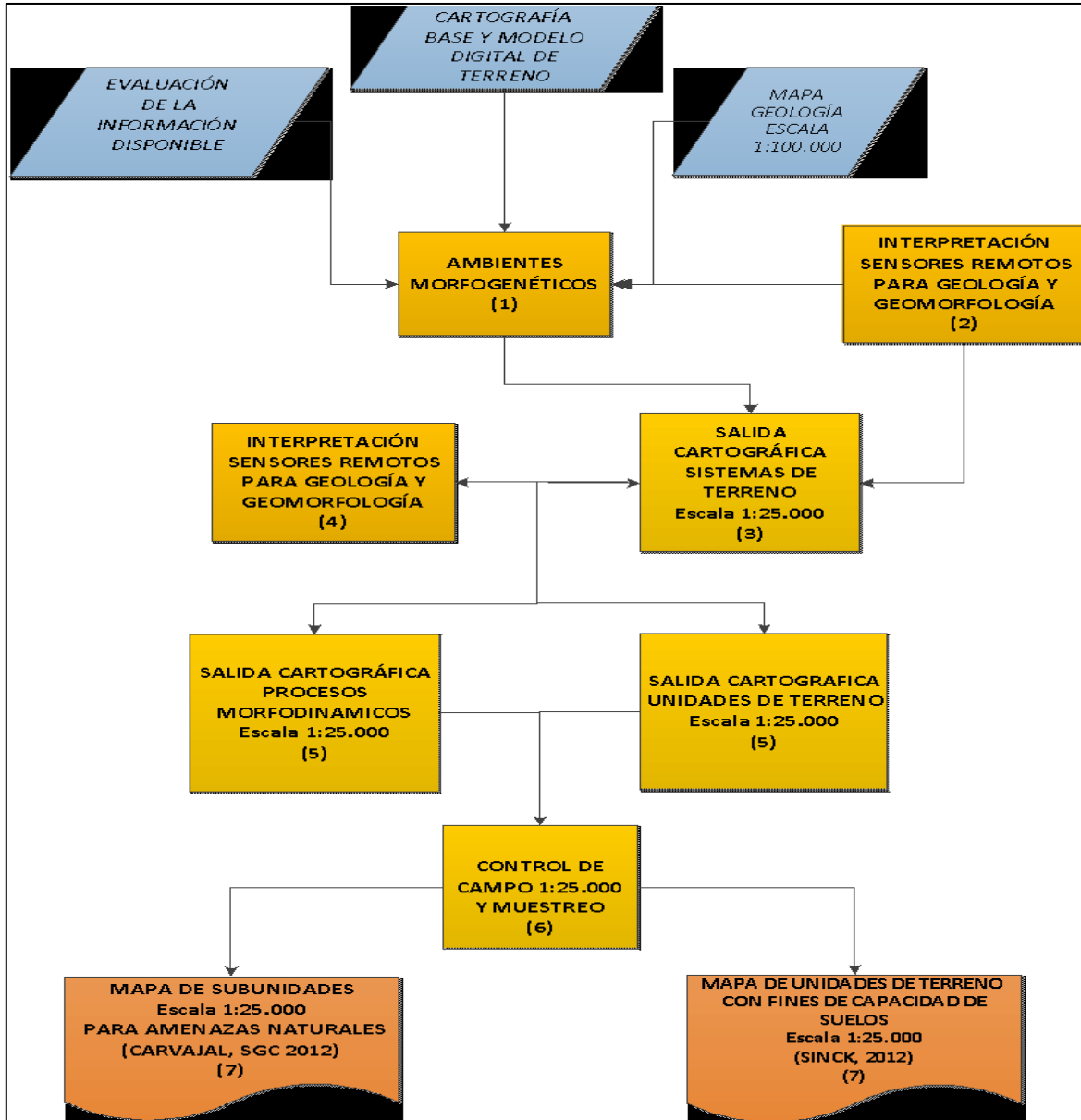
La interpretación del mapa geomorfológico para el Canal Del Dique, fundamentada en los atributos conceptuales de la clasificación y jerarquización definida por Alfred Zinck (1988), es adaptada para Colombia por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC; la cual integra técnicas cualitativas y cuantitativas relacionando las geoformas con la formación de los suelos, definidas en un sistema taxonómico que contiene seis (6) niveles jerárquicos que corresponden a: geoestructura, paisaje geomorfológico, ambiente morfogenético, tipo de relieve, litología/sedimentos y forma del terreno. La clasificación jerárquica propuesta por Zinck (1988) se muestra en la **Figura 3.598**.

Por lo anterior, se hace necesario mencionar que el sistema de clasificación de Zinck (1988) se basa en las siguientes premisas:

1. El objeto de clasificación son las unidades del geopaisaje, denominadas geoformas para todos los niveles categóricos, y formas de terreno para designar las unidades más elementales.
2. Las geoformas se identifican con base en características propias.
3. Los tipos de geoformas se ordenan jerárquicamente, de manera que refleja su nivel de pertenencia al paisaje geomorfológico.
4. La génesis de las geoformas se toma en consideración con preferencia en los niveles inferiores del sistema taxonómico, mientras que para los niveles superiores se prefieren los atributos descriptivos y objetivos.
5. Los rasgos dimensionales son características subordinadas y no son diagnósticas del nivel jerárquico de las geoformas.

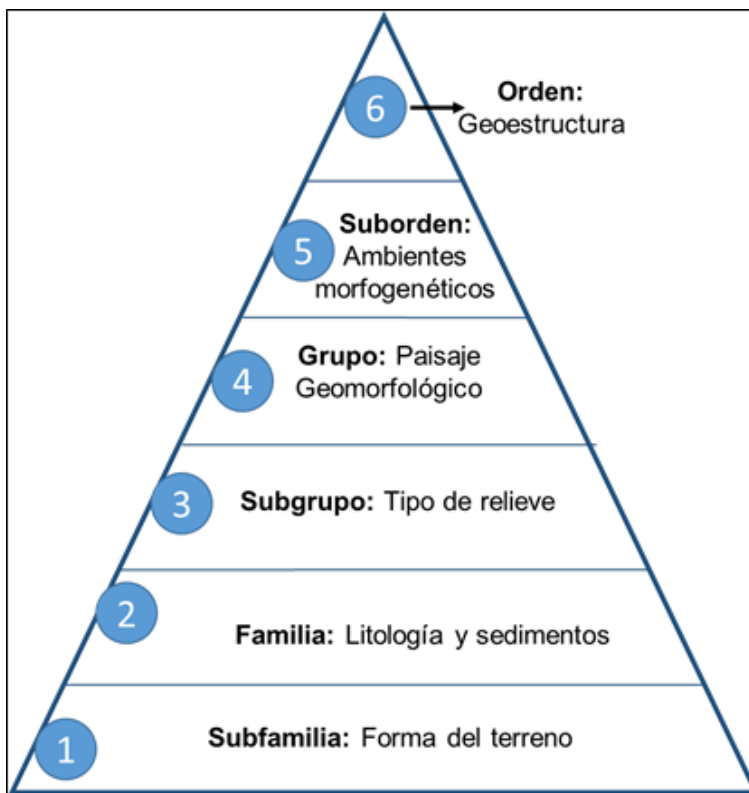
6. Los nombres de las geoformas se derivan del lenguaje común y pueden ser objeto de controversia.
7. La distribución geográfica de las geoformas no es un criterio taxonómico.
8. Las designaciones toponímicas pueden ser utilizadas como fases de las unidades taxonómicas (ejemplo: Serranía San Jacinto).

**Figura 3.597. Diagrama del proceso metodológico para la obtención de productos de Geomorfología requeridos para POMCAS.**



Fuente: Protocolo para la incorporación del Riesgo (Fondo de Adaptación, 2014b).

Figura 3.598. Esquema de jerarquización adaptado por el IGAC.



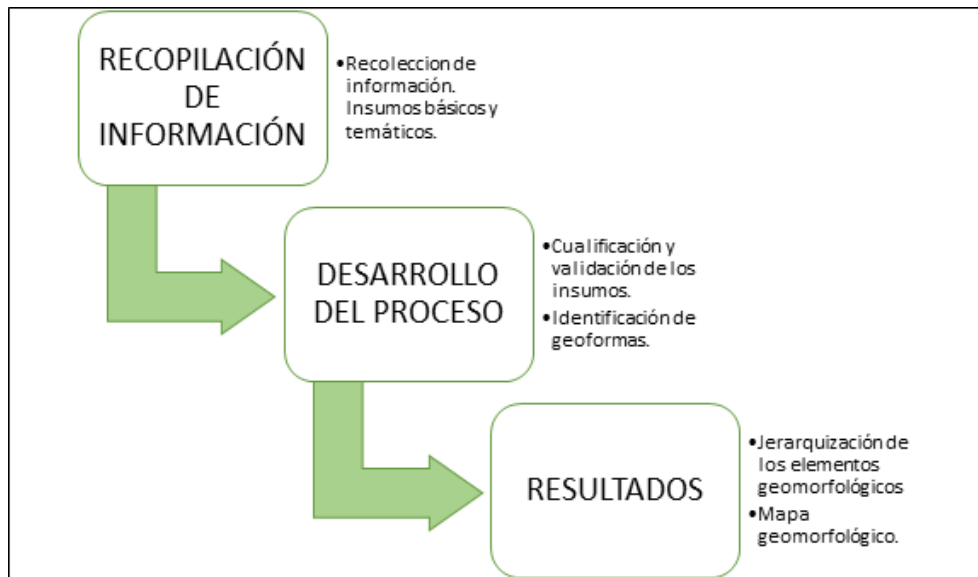
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- **Orden** (Geoestructura): Extensa porción continental caracterizada por su macroestructura geológica (p.e. cordillera, geosinclinal, escudo), según (Zinck, 2012).
- **Suborden** (Ambiente morfogénético): Amplio tipo de medio biofísico originado y controlado por un estilo de geodinámica interna y/o externa (p.e. estructural, deposicional, erosional, etc.), (Zinck, 2012).
- **Grupo** (Paisaje geomorfológico): Gran porción de terreno caracterizada por sus rasgos fisiográficos; corresponde a una repetición de tipos de relieve similares o a una asociación de tipos de relieve disímiles (p.e. valle, altiplanicie, montaña, etc.), (Zinck, 2012).
- **Subgrupo** (Relieve/modelado): Tipo de relieve originado por una determinada combinación de topografía y estructura geológica (p.e. cuesta, horst, etc), (Zinck, 2012).
- **Familia** (Litología y sedimentos): Naturaleza petrográfica de las rocas duras (p.e. neis, caliza, etc.) u origen/naturaleza de las formaciones no consolidadas de cobertura (p.e. periglacial, lacustre, aluvial, etc.), (Zinck, 2012).
- **Subfamilia** (Forma del terreno): Tipo básico de la geoforma caracterizado por una combinación única de geometría, historia y dinámica, (Zinck, 2012).



Definido el enfoque conceptual, en este capítulo se presenta el método y los pasos a seguir para la elaboración de la geomorfología de la Cuenca Canal del Dique bajo criterios edafológicos. La primera parte denominada “recopilación de información”, presenta los insumos compilados y el material disponible para analizar y elaborar la geomorfología de la zona de estudio. La segunda parte es el “desarrollo del proceso”, el cual presenta las características específicas de cada insumo, cómo se procesó y extrajo información importante para analizar los rasgos geomorfológicos del área de estudio y, finalmente están los “resultados” donde se presenta la estructuración y la nomenclatura del mapa geomorfológico. Todo lo anterior se visualiza en la **Figura 3.599**.

**Figura 3.599. Etapas aplicadas para la elaboración del mapa geomorfológico.**



Fuente: Consorcio Canal Del Dique.

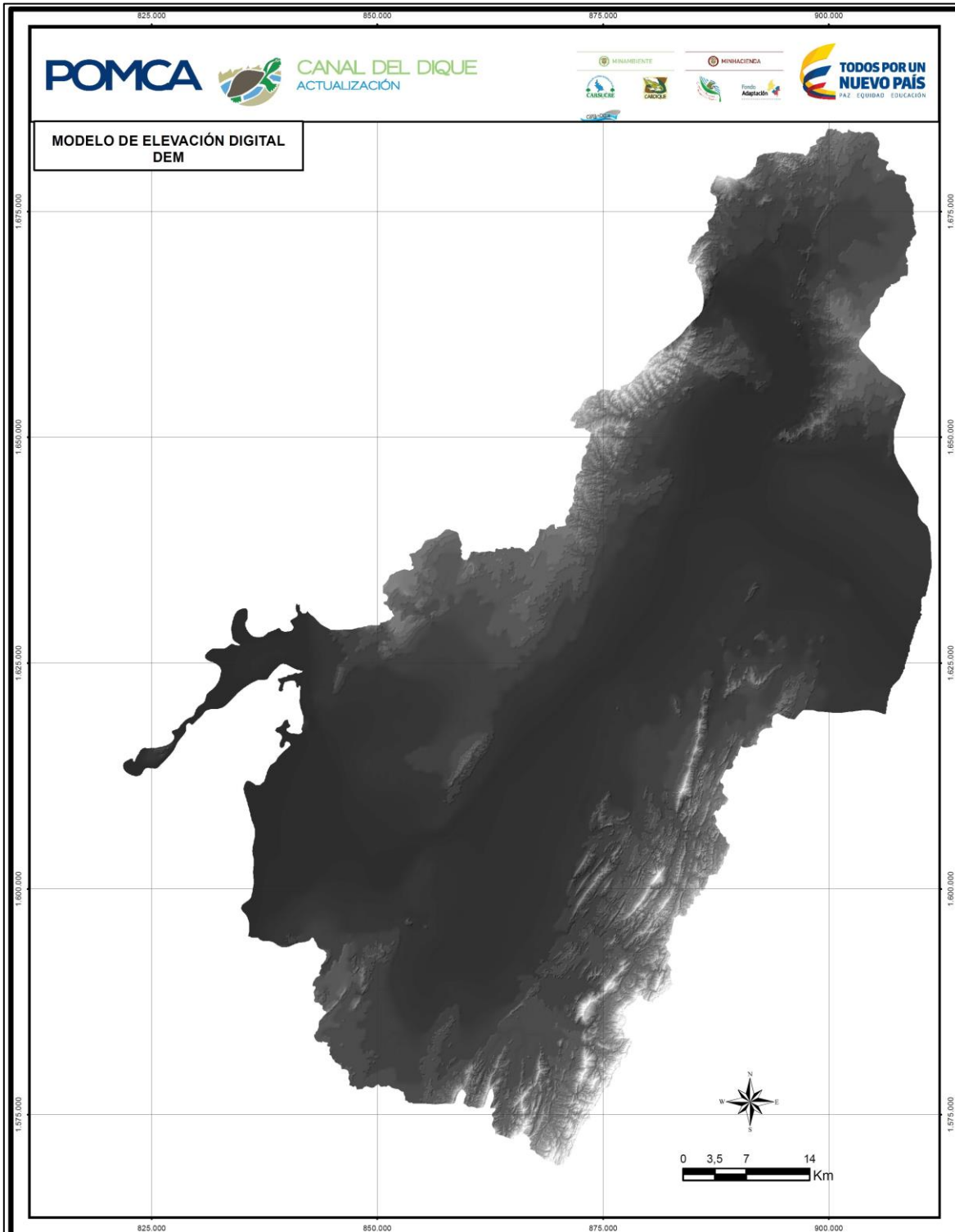
### 3.9.3.2.1 Insumos Básicos Y Temáticos

Para efectuar la caracterización geomorfológica de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se requieren imágenes de satélite, cartografía base topográfica e información disponible en geomorfología y geología de estudios elaborados en fechas anteriores al presente proyecto.

#### 3.9.3.2.1.1 Modelo Digital de Elevación (MDE)

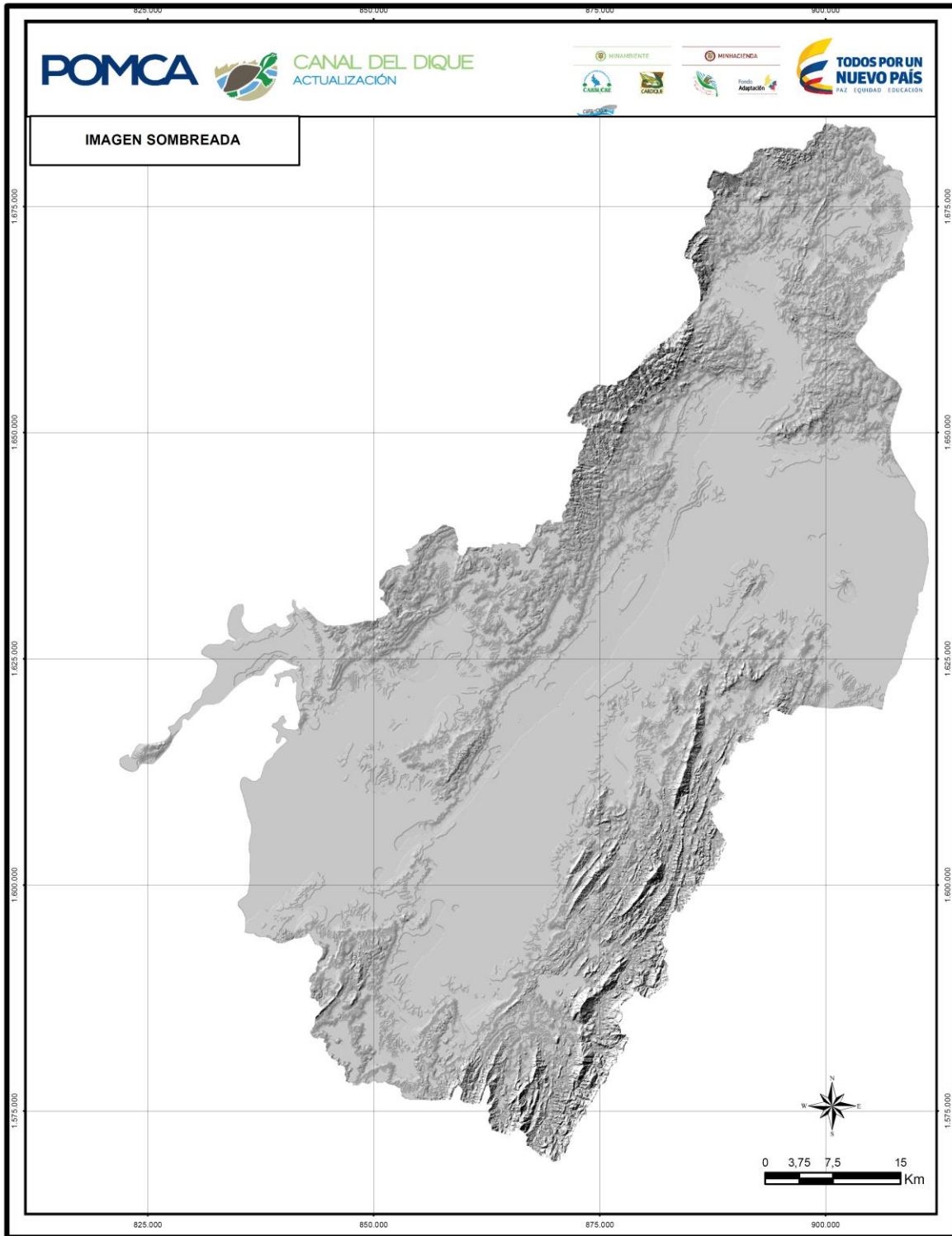
Se trabajó con un Modelo Digital de Elevación (MDE) Palsar ALOS con una resolución espacial de 12,5 metros, debidamente corregido, a partir, de procedimientos matemáticos y procesamiento de la imagen a fin de corregir los ruidos y picos que distorsionan la imagen, representando en la **Figura 3.600**. A partir del (MDE) Palsar ALOS, se obtiene mediante procesamiento del SIG el modelo de pendientes y sombras (ver **Figura 3.601** y **Figura 3.602**); que junto a la información de sensores remotos fue una herramienta importante para identificar las diferentes geoformas y separar las unidades de paisajes.

**Figura 3.600. DEM descargado del mosaico de imágenes de ALOS PALSAR 1.**



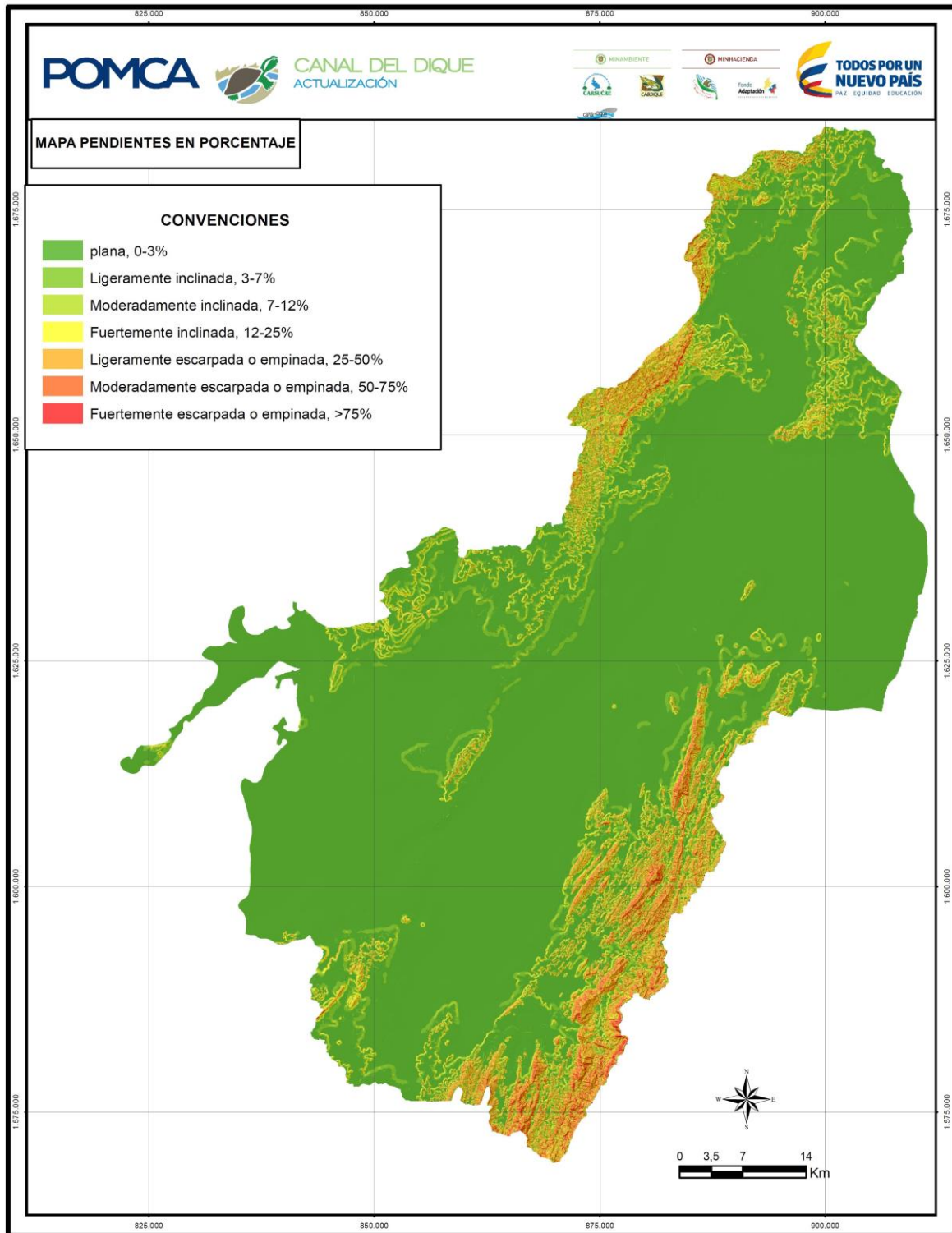
Fuente. ALOST PALSAR.

**Figura 3.601. Imagen sombreada Cuenca Canal del Dique.**



Fuente. Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.602. Mapa de pendientes calculado en porcentaje.**



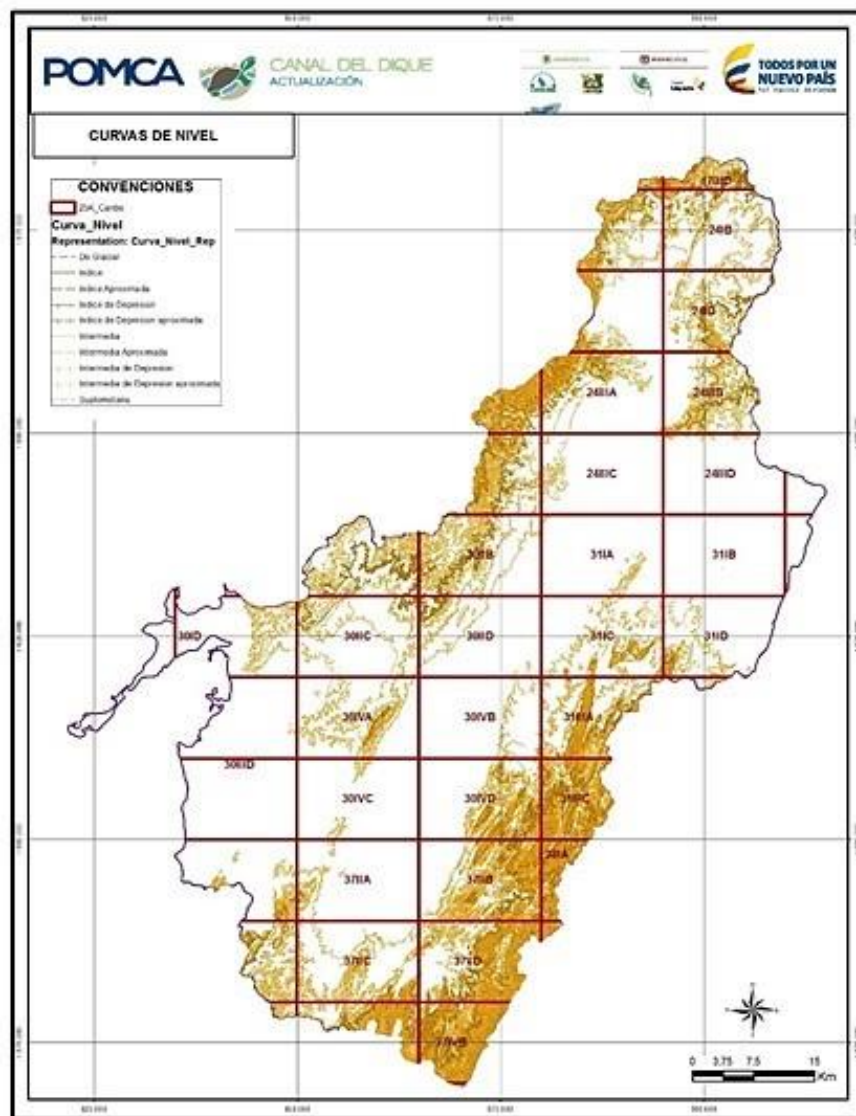
Fuente. Consorcio Canal del Dique.



### 3.9.3.2.1.2 Bases Cartográficas Escala 1:25.000

Se contó con toda la información cartográfica suministrada por el Consorcio Canal del Dique, de la zona de estudio, en la que se encuentra información correspondiente a cobertura vegetal, edificaciones, superficies de agua, vías, relieve, etc. Utilizada como material de apoyo para el proceso de fotointerpretación. Sin embargo, las curvas entregadas por el Consorcio del Canal del Dique, y que es información de la base de datos IGAC ( ver **Figura 3.603**), presenta vacíos hacia la parte Oeste y Este del área de Estudio, en donde se localiza Geográficamente Barú y el municipio de Arroyahondo respectivamente. Estas áreas se referencian en las planchas 17, 30 ID, 30 IIIIB, 30 IIID, 24 IIIC, 24IID, 31 IA, 31 IB a escala 1:25000 del IGAC. En la **Figura 3.603** se relaciona el número de plancha con el área que cubre en la cuenca.

**Figura 3.603. Curvas de nivel Cuenca Canal del Dique.**



Fuente. IGAC, Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.263. Planchas topográficas 1:25.000 del IGAC de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

PLANCHA	ÁREA (HECTÁREAS)	PLANCHA	ÁREA (HECTÁREAS)	PLANCHA	ÁREA (HECTÁREAS)
31-II-C	1.4	37-I-D	6,106.5	30-III-D	13,848.8
36-II-A	3.3	31-III-C	7,851.2	30-II-B	14,373.0
24-IV-C	51.4	37-IV-B	7,911.0	24-III-A	14,873.1
37-IV-D	65.9	24-I-A	7,964.2	30-II-C	14,935.5
29-II-A	69.4	23-IV-D	7,994.6	37-II-B	15,000.0
30-I-B	204.8	24-I-C	10,036.8	37-II-C	15,000.0
38-I-C	439.9	30-II-A	10,438.1	30-IV-D	15,000.0
17-III-C	448.2	31-III-A	10,681.4	37-II-A	15,000.0
31-III-B	483.2	24-I-D	10,917.7	31-I-B	15,000.0
37-III-B	607.1	37-I-B	10,984.0	31-I-C	15,000.0
31-II-A	915.7	30-III-B	11,201.9	30-IV-B	15,000.0
29-IV-A	1,465.4	30-I-D	11,282.2	30-IV-C	15,000.0
29-II-C	2,371.4	24-III-B	11,726.2	31-I-A	15,000.0
38-I-A	3,143.8	37-II-D	13,008.7	30-II-D	15,000.0
17-III-D	3,246.2	31-I-D	13,223.3	30-IV-A	15,000.0
23-IV-B	4,323.1	24-III-D	13,743.6	24-III-C	15,000.0
37-IV-A	5,719.5	24-I-B	13,811.1		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.3.2.1.3 Sensores Remotos y Fotografías Aéreas

El propósito de la interpretación de los insumos de sensores remotos (imágenes RapidEyes, Spot y Pleiades) es delimitar las geoformas, iniciando con las unidades a escala regional de acuerdo con el ambiente morfogenético, para posteriormente trazar las *formas de terreno* y *subunidades* en escala semidetallada, teniendo en cuenta la identificación de procesos geomórficos (Fondo de Adaptación, 2014<sup>a</sup>).

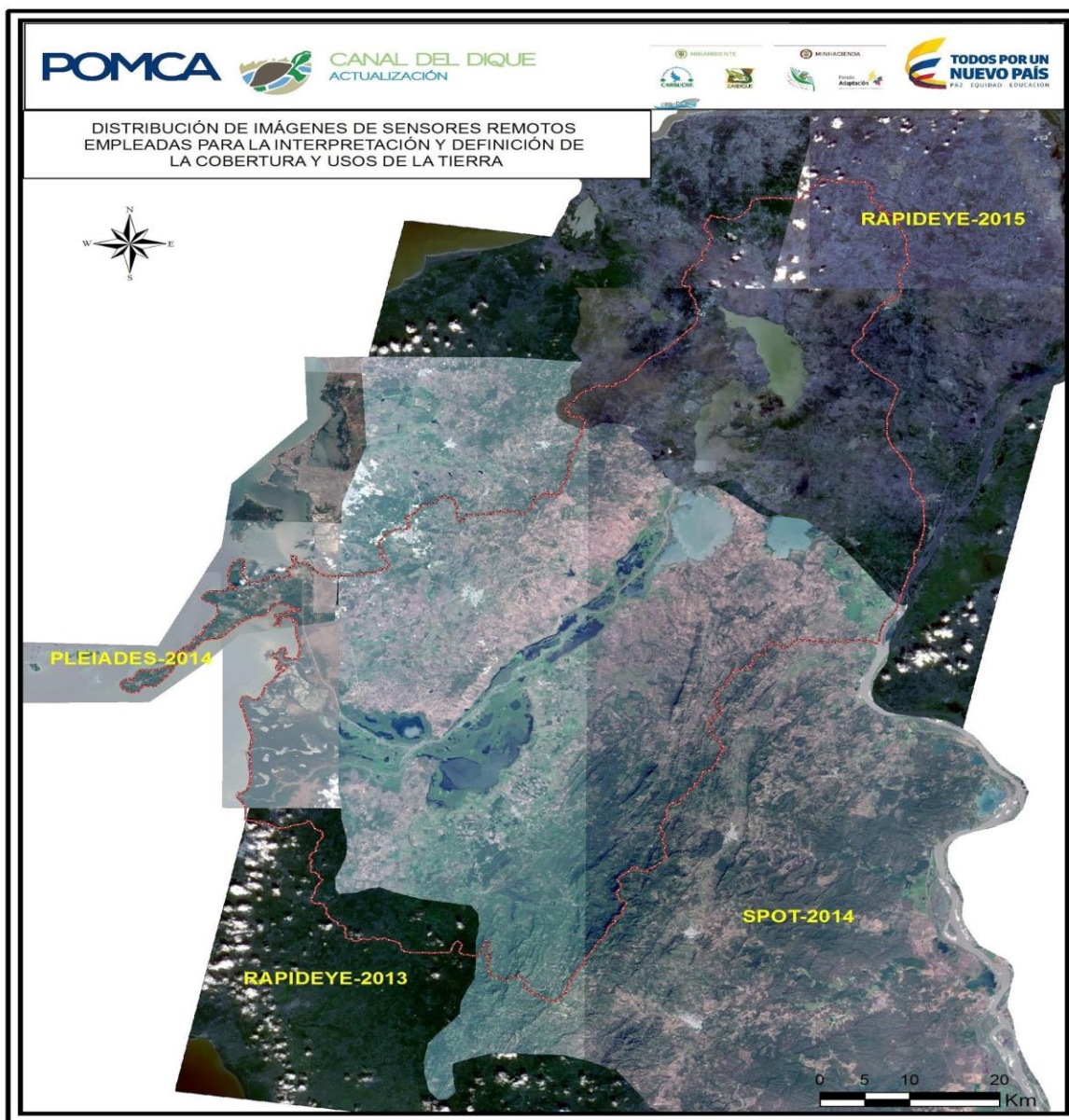
Utilizando de manera combinada la fotointerpretación tradicional y en pantalla con herramientas SIG, se procedió a comparar el Modelo Digital de Elevación, las pendientes del terreno y la información de sensores remotos para reconocer sus rasgos morfológicos principales, lo cual permite identificar paisajes de relieve fuerte como es el paisaje de montaña y topografías más planas asociada con planicies y valles. El complemento de los modelos de elevación son los mapas de pendientes, que permite en muchos casos detallar los límites de estas geoformas. En general, estas técnicas tienen buenos resultados en zonas montañosas y relieves fuertes a moderados pero presentan dificultades para la interpretación de las zonas más planas, por lo cual también se apoya en interpretación de fotografías aéreas.

En las áreas de la cuenca hidrográfica correspondientes a los departamentos de Atlántico y Sucre, se elaboró el mapa final de geomorfología con criterio morfogenético y geomorfología con criterio edafológico, mediante la interpretación de imágenes satelitales, mapas topográficos y modelo digital del terreno. En el sector del Departamento de Bolívar

la interpretación de imágenes satelitales estará enfocada en la elaboración del mapa de geomorfología con criterios edafológicos conforme a la metodología del IGAC (Zinck, 1988; Zinck, 2012).

En la **Figura 3.604** se observa el cubrimiento de las imágenes satelitales utilizadas para la interpretación de la geomorfología. Por otro lado, en la **Tabla 3.264** se presentan las características de cada una de las imágenes.

**Figura 3.604. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.264. Sensores remotos para interpretar la Cuenca Canal del Dique.**

SENSOR	AÑO	MES	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	NUBOSIDAD	AREA (ha)	% DE LA CUENCA
Spot	2014		1,5 m	4 bandas	4%	282,340.5	64.10%
Rapideye	2015		5 m	5 bandas	5%	109,393.5	24.84%
Rapideye	2013	Diciembre	6 m	5 bandas	5%	16,424.8	3.73%
Pleiades	2014		0,5 m	4 bandas	4%	32,315.2	7.34%
<b>Total</b>						<b>440,474.1</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.3.2.1.4 Información Geológica

La caracterización geomorfológica requiere la evaluación de las unidades litológicas (ambiente de formación, composición litológica, expresión geomorfológica) y elementos estructurales (fallas, pliegues, lineamientos) con el propósito de relacionar la geología con unidades geomorfológicas cartografiadas (Fondo de Adaptación, 2014<sup>a</sup>). Para la identificación de determinados tipos de geoformas (estructurales) y el ambiente morfogenético es necesario tener en cuenta la naturaleza de las unidades geológicas y su disposición estructural. Además, los mapas geomorfológicos con criterio edafológico incluyen una categoría de litología / facies en la leyenda geomorfológica con el propósito de obtener una visión integral de la relación entre geología, geomorfología y ambientes de formación de suelos.

Para definir la litología y/o sedimentos, se contó con planchas geológicas a diferentes escalas, como se observa en la **Tabla 3.265**.

Se identificaron las formaciones geológicas de la zona de estudio y se estableció el material dominante o asociado, siendo la fuente de información geológica para la leyenda y la interpretación del mapa geomorfológico para la Cuenca Canal del Dique, para lo cual se elaboró la **Tabla 3.266** que integra dicha información.

**Tabla 3.265. Planchas geológicas y memoria disponibles del Servicio Geológico Colombiano para el área de estudio.**

PLANCHA Y MEMORIA EXPLICATIVA	ESCALA	NÚMERO PLANCHA/SECTOR	AÑO
Mapa Geológico del Cinturones del Sinú y San Jacinto y Borde Oeste del Valle Inferior del Magdalena, Caribe Colombiano.	1:300.000	Cinturones Sinú y San Jacinto	2003
Galerazamba y Barranquilla.	1:100.000	16 & 17	1998-2001
Cartagena y Arjona.	1:100.000	23, 29 & 30	1998-2003
Sabanalarga.	1:100.000	24	1998-2001
María La Baja y San Onofre.	1:100.000	36 & 37	1998
Carmen de Bolívar.	1:100.000	38	1995-1996
Campo de la Cruz.	1:100.000	31	1998-2001



PLANCHA Y MEMORIA EXPLICATIVA	ESCALA	NÚMERO PLANCHA/SECTOR	AÑO
Mapas de Unidades Geológicas Superficiales.	1:25.000	23-IV-B, 23-IV-D, 24-III-A, 24-III-C, 30-I-B, 30-I-D, 30-II-A, 30-II-B, 30-II-C, 30-II-D, 30-III-B, 30-III-D, 30-IV-A, 30-IV-B, 30-IV-C, 30-IV-D, 31-I-A, 31-I-B, 31-I-C, 31-I-D, 31-III-A, 31-III-B, 31-III-C, 37-I-B, 37-I-D, 37-II-A, 37-II-B, 37-II-C, 37-II-D, 37-IV-A, 37-IV-B, 37-IV-D, 38-I-A, 38-I-C.	2014

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.266. Relación de las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio con el material asociado para la interpretación geomorfológica.**

FORMACIÓN GEOLÓGICA	SÍMBOLO	MATERIAL ASOCIADO
Depósitos Coluvio-Aluviales.	Qcal	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio – volcánico.
		Depósitos heterométricos de origen aluvial.
		Depósitos de origen aluvial.
		Depósitos heterométricos de origen coluvio-aluvial.
Depósitos de Llanura Aluvial.	Qlal	Depósitos de origen aluvial.
		Depósitos heterométricos de origen aluvial.
Depósitos Fluviolacustres.	Qfl	Depósitos de origen aluvial.
		Depósitos fluvio-lacustres.
		Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio – volcánico.
Depósitos de Manglar.	Qmm	Depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica).
Depósitos de Playa.	Qmp	Depósitos de arenas, limos, arcillas y bioclastos.
		Depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica).
		Depósitos lacustres.
Formación La Popa.	Qpp	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas.
Formación Gravas de Rotinet.	Qpr	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Mucanal	Ngmu	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Bayunca.	Ngb	Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales.
Formación Tubará.	Ngt	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Hibácharo.	Ngh	Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales.
Formación Rancho.	Ngr	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Las Perdices.	PgNgp	Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales.
Formación Arroyo de Piedra.	Pga	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas.

FORMACIÓN GEOLÓGICA	SÍMBOLO	MATERIAL ASOCIADO
Formación Pendáles.	Pgp	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Carmen.	PgNgc / Tomc	Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales.
Formación San Jacinto.	Pgsj / Tesj	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Chengue / Chenque.	Pgch	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas.
Formación Maco.	Pgma / Tema / Pgm	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación San Cayetano.	Pgsc / Tpsc	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Formación Cansona.	Ksc	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.3.2.1.5 Información Secundaria

Comprende la compilación, análisis e interpretación de la información secundaria obtenida de estudios efectuados por entidades oficiales, centros de investigación y sector académico.

El área de estudio contaba con estudios de geomorfología realizados anteriormente por diferentes entidades, como se observa en la **Tabla 3.267**. Así mismo, se investigó información adicional relacionada con las temáticas de geología, geotecnia, tectónica y metodológica que se usaron como insumo en la interpretación y elaboración de la geomorfología. En la **Tabla 3.268** se presenta dicha información bibliográfica.

**Tabla 3.267. Planchas geomorfológicas y memoria disponibles.**

PLANCHA Y MEMORIA EXPLICATIVA	ESCALA	NÚMERO PLANCHA / ÁREA GEOGRÁFICA	ENTIDAD
Mapa de Unidades Geomorfológicas.	1:100.000	Cuenca Hidrográfica Canal del Dique (SHZ 2903).	Consorcio Canal del Dique.
Mapa de Provincias Geomorfológicas.	1:100.000	Cuenca Hidrográfica Canal del Dique (SHZ 2903).	Consorcio Canal del Dique.
Mapas de Subunidades Geomorfológicas.	1:25.000	23-IV-B, 23-IV-D, 24-III-A, 24-III-C, 30-I-B, 30-I-D, 30-II-A, 30-II-B, 30-II-C, 30-II-D, 30-III-B, 30-III-D, 30-IV-A, 30-IV-B, 30-IV-C, 30-IV-D, 31-I-A, 31-I-B, 31-I-C, 31-I-D, 31-III-A, 31-III-B, 31-III-C, 37-I-B, 37-I-D, 37-II-A, 37-II-B, 37-II-C, 37-II-D, 37-IV-A, 37-IV-B, 37-IV-D, 38-I-A, 38-I-C.	Servicio Geológico Colombiano.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.268. Información bibliográfica y cartográfica adicional.**

ESTUDIO	ENTIDAD / AUTOR	AÑO
Evolución Tectónica de la Región Caribe de Colombia.	López (Servicio Geológico Colombiano).	2005
Geología de los Terrenos Sinú & San Jacinto.	Servicio Geológico Colombiano.	1983
Geología de los Cinturones del Sinú, San Jacinto y Borde Occidental del Valle Inferior del Magdalena, Caribe Colombiano, Escala 1:300.000.	Guzmán, Gómez & Serrano.	2004
Geotectónica y Evolución de la Región Noroccidental Colombiana.	Duque-Caro (Servicio Geológico Colombiano).	1980
Geología del Departamento del Atlántico.	Caro, Hugget, Plaza, Vásquez (Servicio Geológico Colombiano).	1985
Geología de los Departamentos de Bolívar al Norte del Canal del Dique.	Angel, Esquivel, Sarmiento (Servicio Geológico Colombiano).	1985
Estudios y Diseños Definitivos para Construcción de las Obras del Plan de Manejo Hidrosedimentológico y Ambiental del Sistema Canal del Dique: Investigación Geológica y Geotécnica Detallada Obras Definitivas.	Consortio Dique & Fondo de Adaptación.	2016
Lexique Stratigraphique International, Amerique Latine, Colombie (Premiere Partie) Tertiaire et Quaternaire.	Porta.	1974
Review of the Chronostratigraphic Charts in the Sinú-San Jacinto Basin Based on New Seismic Stratigraphic Interpretations.	Alfaro & Holz.	2014
Ciclos Tectónicos y Sedimentarios en el Norte de Colombia y sus Relaciones con la Paleocología.	Duque-Caro (Servicio Geológico Colombiano).	1972

Fuente: **Consortio Canal del Dique.**

El análisis e interpretación de los insumos mencionados permite obtener una visión regional de la geomorfología, geológica y tectónica del área de estudio, incluyendo la identificación y caracterización de *morfoestructuras*, *geoestructuras*, *ambientes morfogenéticos*, *regiones*, *paisajes* y otros componentes de la jerarquía geomorfológica. La información recopilada constituye una guía para el análisis geomorfológico que será efectuado desde el nivel regional hasta la escala de detalle basado en la jerarquización geomorfológica.

### 3.9.3.3 Geomorfología De Cuenca Canal Del Dique

La Cuenca Canal del Dique, en el nivel más regional se encuentra sobre la Provincia Geomorfológica del Litoral Caribe, cubriendo las regiones de los Montes de María y la Serranía de San Jacinto. Cuyo origen obedece a los procesos de evolución que han definido la morfología y el relieve del país, regido por un límite oceánico-continental de convergencia incipiente de la Placa Caribe y por una subducción más marcada de la Placa Nazca por debajo de la Placa Suramericana, reflejando un relieve deformado, lo cual, se expresa en macrorelieves de diferentes ambientes morfogenéticos.

De acuerdo a lo anterior, la zona de estudio presenta ambientes morfogenéticos de diferente origen, entre los que se definen: fluvio-marino y marino en los sectores más cercanos a la costa Caribe; estructural-erosional en las zonas asociadas a los cinturones de Sinú y San Jacinto; y aluvial, que divide los dos cinturones anteriores. Lo anterior, es resumido en la **Tabla 3.276**.

El Sistema de Jerarquización según Zinck (1988), define seis niveles para definir las unidades geomorfológicas con criterios edáficos, hasta identificar el más detallado que corresponde a la forma del terreno. A continuación, se describen cada uno de los atributos del modelo de Zinck, en la Cuenca Canal del Dique.

### 3.9.3.3.1 Geoestructura

Es el nivel más regional, dentro del Sistema de jerarquización definido por Zinck, 1987. La Cuenca Canal del Dique, se encuentra sobre el Sistema Orogénico Costero (ver **Tabla 3.269**).

**Tabla 3.269. Geoestructuras de la Cuenca Canal del Dique.**

GEOESTRUCTURA
Cordillera: Sistema Orogénico Costero
Geosinclinal (o cuenca sedimentaria): Geosinclinal del Caribe

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

### 3.9.3.3.2 Paisaje Geomorfológico

Según (Zinck, 2012), un paisaje es una gran porción de terreno caracterizada por sus rasgos fisiográficos; corresponde a una repetición de tipos de relieve similares o a una asociación de tipos de relieve disímiles (valle, altiplanicie, montaña, etc.).

La Cuenca Canal del Dique presenta una morfología moderada a suave, principalmente, cuyo paisaje predominante es Lomerío, correspondiendo al 46% del área total. De igual modo se identificaron cinco tipos de paisaje adicional a este, definidos a partir, de la caracterización del relieve de la zona. La gran extensión, la variación en la topografía, el origen de geología y la geomorfología; fueron insumos claves para determinar gran variedad de paisajes y a su vez formas del terreno.

Como resultado de la aplicación de la metodología para la elaboración del mapa y la leyenda de geomorfología se identificó los siguientes paisajes para el estudio de la Cuenca Canal del Dique, resumidos en la **Tabla 3.270**.

**Tabla 3.270. Paisajes geomorfológicos de la Cuenca Canal del Dique.**

PAISAJE	
CÓDIGO	CLASE
M	Montaña
L	Lomerío
P	Piedemonte
R	Planicie
V	Valle

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

- **Montaña (M):** corresponde a una gran elevación de terreno de diverso origen, con alturas menores a 200 msnm hasta una altura máxima de 4000 msnm, caracterizada



por pendientes altas a escarpadas ( $25^\circ$  -  $>75^\circ$ ), cimas agudas, laderas largas profundamente disectadas por una red drenajes dendríticos a subdendríticos formando en algunos sectores vallecitos labrando materiales aluvio-coluviales.

Este paisaje solo corresponde al 0,24% del área total de la zona. Fue identificado hacia el sector sureste de la zona de estudio en inmediaciones del municipio del San Juan de Nepomuceno, relacionado con el sistema montañoso del Cinturón de San Jacinto; con alturas que varían entre 176 msnm a 576 msnm; labrando rocas sedimentarias de tipo areniscas de la Formaciones San Cayetano, Maco y San Jacinto definiendo laderas estructurales y erosionales como formas del terreno.

- **Lomerío (L):** corresponde al paisaje predominante en la zona de estudio con un 53.67% del área total, ubicado hacia la parte este y sur de la Cuenca Canal del Dique, así como sobre la zona noroeste; relacionado con los Cinturones de Sinú y San Jacinto. Con alturas máximas de 28 msnm hasta 500 msnm debido a que el límite oriental de la cuenca esta sobre el filo de una ladera del cinturón de San Jacinto, por la cual no es un área lo suficientemente extensa para definir un paisaje de montaña de más área salvo el que se describió anteriormente. Caracterizado por una repetición de lomas y colinas separadas por una densa red de drenajes, con cimas redondeadas para las rocas sedimentarias tipo lodolitas y arcillolitas y agudas para la litología de rocas sedimentarias tipo areniscas, y laderas cortas a moderadamente largas disectadas por corrientes de agua que forman valles estrechos donde se definen planos de terraza y abanicos aluviales.
- **Piedemonte (P):** definido por alturas menores a 10 msnm, localizado al pie de las de las del paisaje lomerío, asociado a ambientes depositacionales de composición heterogénea formado por la sedimentación de materiales coluvio-aluviales (sedimentos moderadamente gruesos, arenas y sedimentos mixtos con fragmentos gruesos.) transportados desde los relieves más abruptos, dando origen a lomas y colinas hasta abanicos aluviales, como tipos de relieve. Cubre el 10.98% del área total de la zona, siendo el tercer paisaje con mayor extensión.
- **Planicie ®:** se refiere a un terreno extenso, de topografía plana, con poca energía de relieve, pendientes suaves a muy suaves (menores a  $2,5^\circ$ ), cuyo cubrimiento es del 25.46% del área total de la zona, siendo el segundo paisaje más extenso y predominante. Limitando hacia ambas márgenes del Canal del Dique; definiendo planos de inundación de diferente origen morfogenético, como aluvial y fluvio-marino, relacionados con depósitos aluviales y fluvio-lacustres.

### 3.9.3.3 Ambientes Morfogéneticos

Los ambientes morfogenéticos se definen por medio de las condiciones biofísicas bajo las cuales se originaron las geofomas, controlados por un estilo de geodinámica tanto interna como externa o una combinación de ambas. En la Cuenca Canal del Dique se identificaron tres ambientes morfogenéticos principales, Estructural-Erosional, Depositacional y Marino; de acuerdo al origen biofísico los dos últimos ambientes, se subdividieron en aluvial, aluvio-coluvial, coluvio-aluvial y fluvio-marino, respectivamente. En la **Tabla 3.271** se relacionan el tipo de ambiente con el código asignado, que corresponde a una letra minúscula.

**Tabla 3.271. Ambientes geomorfológicos de la Cuenca Canal del Dique.**

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	
CÓDIGO	CLASE
s	Estructural-Erosional
e	Erosional
a	Depositacional Aluvial
i	Depositacional Aluvio-coluvial
x	Depositacional-Coluvio-aluvial
f	Fluvio-marino
m	Marino

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

### 3.9.3.3.1 Ambiente Estructural-Erosional

El ambiente Estructural – Erosional está controlado por la geodinámica interna a través de la tectónica (basculamiento, plegamiento, corrimiento, fallamiento) y/o vulcanismo, (Zinck, 2012). Este su vez, presenta procesos de disección y remoción de materiales transportados por agua, viento, hielo, movimientos en masa, o gravedad.

En la Cuenca Canal del Dique, hacia las zonas donde se presentan los cinturones de Sinú y San Jacinto, se destaca un relieve alomado y colinado principalmente, asociados a los paisajes de lomerío y piedemonte, respectivamente; cuyo origen está relacionado con los procesos orogénicos y tectónicos que dieron lugar al relieve actual; formando pliegues anticlinales y sinclinales, labrados por una secuencia de rocas sedimentarias blandas y duras, como, lodolitas, areniscas y calcáreas. De acuerdo a lo anterior, dichos sectores se clasifican en un ambiente de origen estructural-erosional, donde se definen tipos de relieve como espinazos, crestones, lomas y colinas, cuya morfología se caracteriza por presentar laderas cortas a moderadamente largas, cimas aguas a redondeadas, con alta disección de drenaje.

### 3.9.3.3.2 Ambiente Depositacional

El ambiente depositacional está controlado por la acumulación de materiales detríticos, solubles y/o biogénicos, transportados por agua, viento, hielo, movimientos en masa o gravedad. (Zinck, 2012) Dentro del cual se incluye los subambientes definidos en la **Tabla 3.271**, correspondiendo a: Depositacional aluvial, aluvio-coluvial, coluvio-aluvial y fluvio-marino.

La Cuenca Canal del Dique, presenta una extensa red de drenajes, los cuales intervienen en el transporte y disección de los materiales que cubren la zona; que anteriormente han sido erosionados y meteorizados por procesos exógenos. De esta manera, se forma un nuevo relieve de origen depositacional, que varía de acuerdo, a la composición y transporte de los materiales.

### 3.9.3.3.4 Tipos de Relieve o Modelado

Los tipos de relieve son aquellas geoformas determinadas por la combinación dada de topografía, geología y tectónica (Zinck, 2012). El modelado lo constituyen las geoformas determinadas por los procesos exógenos. Como resultado de la aplicación de la metodología se identificaron los siguientes tipos de relieve, citados en la **Tabla 3.272**.

**Tabla 3.272. Tipos de relieve de la Cuenca Canal del Dique.**

TIPOS DE RELIEVE	
CÓDIGO	CLASE
A	Abanico
C	Colinas
T	Crestones
K	Cuestas
S	Espinazos
G	Glacis de Acumulación
L	Lomas
P	Plano de inundación
X	Plano fluvio-deltaico
I	Planicie de marea
j	Terraza marina
F1	Terraza aluvial nivel 1
E	Valle Estrecho
V	Vallecito
AN	Antropico

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

Los tipos de relieve identificados en la Cuenca Canal del Dique se determinan de acuerdo a las características litológicas, topográficas y geológico-estructurales que influyeron en el relieve actual de la zona. Dicha cuenca presenta una gran extensión y a su vez gran diversidad en el relieve.

Teniendo en cuenta dichas condiciones el Canal del Dique se puede dividir en 3 subregiones. De esta manera se pueden reconocer, la región de Sinú y San Jacinto, región llanura de inundación del Canal del Dique y región del Mar Caribe.

- Región Sinú y San Jacinto

De acuerdo a lo anterior, en las zonas donde se destaca un relieve a alomado y colinado, asociado a los orógenos de Sinú y San Jacinto; se definen espinazos crestones y cuestas, relacionados con el plegamiento y fallamiento de las secuencias sedimentarias que afloran en la zona, caracterizados a partir de las del ángulos del buzamiento como se muestra en la **Tabla 3.273** y en la **Figura 3.605**. La densa disección que se presenta en la zona más los procesos denudativos que afectan las formaciones rocosas, generan tipos de relieve menos abruptos, con laderas cortas y cimas redondeadas, características principales que determinan lomas y colinas como otros tipos de relieve.

Los procesos de remoción de materiales asociados a factores exógenos, más la disección de los drenajes y las corrientes de agua, depositados en ambientes aluviales y coluviales, dan origen a abanicos, glaciares de acumulación y valles estrechos, como tipos de relieve, dependiendo si al transporte fue por acción de la gravedad, del agua, por la combinación de ambos, al pie de las laderas del paisaje de lomerío y de piedemonte.

- Región Llanura de inundación del Canal del Dique

Esta región representa la llanura de inundación del Sistema de Canal del Dique. Se caracteriza por la presencia de planicies fluvio-lacustres y fluvio marinas, donde se forman gran variedad de ciénagas de diferente forma y extensión. Su morfología es plana a levemente inclinada en la cual se definen cubetas de desborde, de inundación, brazos deltaicos, napas, entre otros, como formas de terreno, paralelas al canal y al río Magdalena en la parte más alta, asociados a un gran plano de inundación y fluvio-deltaico.

- Región del Mar Caribe

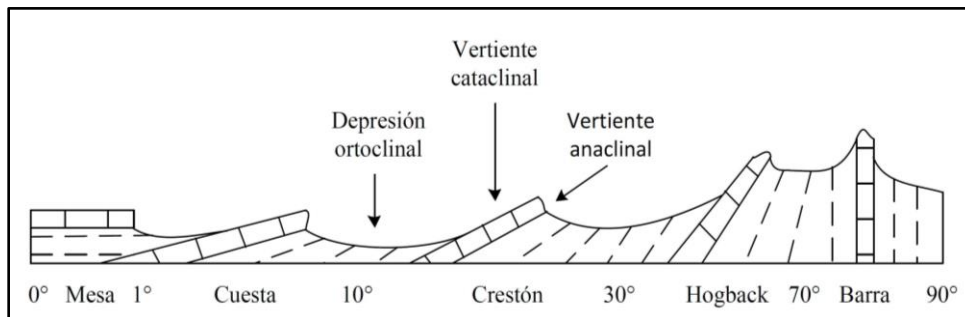
Corresponde a la zona de desembocadura del río Magdalena y la parte final del delta del Canal del Dique, donde hay influencia de las corrientes hídricas continentales y marinas, donde se identifican lagunas costeras y barras de playa limitadas por un cordón litoral, en un relieve de planicie de marea y fluvio-deltaico.

**Tabla 3.273. Relación del tipo de relieve con el ángulo de inclinación del buzamiento de los estratos.**

TIPO DE RELIEVE	ÁNGULO DE BUZAMIENTO
Cuestas	>10°
Crestones	11°-30°
Espinazos	31°-70°
Barras	>70°

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

**Figura 3.605. Clases de relieve monoclinal determinadas con base en rangos de buzamiento de los estratos de roca sedimentarias.**



Fuente: Tomado y adaptado de Viers, 1967 en Zinck, 2012.



### 3.9.3.3.5 Litología y/o Sedimentos

Se refiere a la naturaleza petrográfica de las rocas (sedimentarias, metamórficas, etc.) u origen / naturaleza de las formaciones no-consolidadas de cobertura (depósito Aluvial, coluvial, antrópico, etc.); Zinck (2012).

Los sustratos rocosos aflorantes en el Canal del Dique, pertenecientes a los orógenos del Sinú y San Jacinto, se presentan como secuencias sedimentarias de rocas blandas a duras, del cretácico, paleógeno y neógeno, de composición variable (lodolitas, areniscas, químicas carbonatadas). De esta manera los tipos de relieve de ambiente estructural-erosional se caracterizan además de los datos estructurales de los estratos, a partir de la litología.

Los procesos denudativos y erosivos relacionados con los factores exógenos, que alteran el macizo rocoso, ya sea por la acción de la gravedad, el agua o el viento, definen nuevos materiales, que finalmente fueron transportados y depositados. De esta manera de acuerdo al agente dominante se distinguen, depósitos aluviales, los cuales están relacionados por corrientes de agua, depósitos coluviales que corresponden a materiales transportados y acumulados por acción de la gravedad; depósitos heterométricos de diferente composición, depósitos fluvio-lacustres formados por la acumulación de material en un lago pero que anteriormente fueron transportados por un cauce; depósitos de playa y de marea, relacionados con influencia marina de la zona, los últimos contienen aporte de materia orgánica. Todo lo anterior se resume en la **Tabla 3.274**.

**Tabla 3.274. Tipo de litologías o facies de la Cuenca Canal del Dique.**

LITOLOGÍA / SEDIMENTOS	
CÓDIGO	CLASE
ai	Depósitos aluvio – coluviales.
aj	Depósitos de origen aluvial.
ad	Depósitos heterométricos de origen aluvial.
c	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio – volcánico.
ah	Depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial.
ca	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas.
la	Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales.
aa	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados.
Ak	Depósitos fluvio-lacustres.
p	Depósitos de playa.
h	Depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica).
g	Depósitos lacustres.

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

### 3.9.3.3.6 Forma Del Terreno

Corresponde al nivel más bajo del sistema jerárquico propuesto por Zinck, por ende, el nivel más detallado, caracterizado por una combinación única de geometría, historia y dinámica

(Zinck, 2012). Las formas del terreno identificadas en la zona de estudio se resumen en la **Tabla 3.275**.

Como se ha nombrado anteriormente, la variedad en el relieve y la topografía del Canal del Dique permite destacar diferentes tipos de ambientes morfogenéticos relacionados con la litología y usos del suelo, además, de estar ubicado en un límite costero, donde se presenta un ambiente continental y marino. Por lo cual se identifican varios tipos de formas de terreno relacionados con dichos modelados.

En las zonas asociadas a los cinturones orogénicos del Sinú y San Jacinto, correspondiendo las zonas topográficamente más altas, se definen laderas estructurales y erosionales, como principal forma del terreno asociadas con la litología y tectónica de la zona; caracterizadas a partir de la disposición de los estratos. La interacción de los factores exógenos junto a la disección de los drenajes, han denudado y erosionado dichas laderas, por lo cual los estratos no se identifican fácilmente, sin embargo, a estos remanentes y secuencias de relieves altamente denudados se caracterizan como lomas y colinas donde se diferencian laderas y cimas de dichos relieves. En los sectores donde las corrientes hídricas intramontanas han denudado y aterrazado el paisaje, se definen valles estrechos para los cuales se identifican el plano de terraza y la vega asociada al principal drenaje.

Al pie de las laderas y las secuencias alomadas y colinadas se encuentran glaciares de acumulación donde se identifica el plano inclinado como forma de terreno; de igual modo el transporte de materiales por medio de corrientes fluviales en forma radial dan como resultado abanicos, los cuales presentan cuatro partes características, siendo la parte más cercana al frente montañoso el ápice y la parte más distal la base, teniendo como parte intermedia el cuerpo, el cual es la de mayor extensión y la zona entre este y la base, el talud.

Sobre la llanura de inundación donde el tipo de relieve destacado es el plano de inundación, se identifican como principales formas del terreno de ambiente aluvial, cubetas de desborde, decantación, meandros y cauces abandonados, napas, brazos deltaicos y un nivel de terraza; cuyo origen está relacionado y se identifican paralelamente con la zona de influencia e inundable del Canal del Dique, un sector menos extenso del río Magdalena cercano al municipio de Calamar y el embalse de Guájaro, que corresponde al mayor cuerpo de agua de la zona.

Así mismo, encontramos una zona de ambiente fluvio-marino que corresponde al sector más bajo del Canal del Dique, incluyendo parte de los municipios de María La Baja, Cartagena de Indias, Arjona, Turbaná y San Onofre, hasta la desembocadura en el Mar Caribe; donde predomina un relieve fluvio-deltaico compuesto por depósitos fluvio-lacustres, donde se identifican cubetas de desborde y decantación dependiendo si su inundación es periódica y permanente. Paralelamente hacia las márgenes del canal se presentan albardones depositados por exceso de carga y brazos deltaicos, así como napas y explayamientos de ruptura, que corresponden a zonas de depositación de materiales a partir de los cauces.

De igual manera se caracteriza por la presencia de numerosos humedales, ejemplo de ellos son el sistema cenagoso de Capote, las ciénagas del Jobo, Matuya, María La Baja; siendo las de mayor extensión e importancia; interpretados como cuerpos de agua; representando una gran oferta hídrica de agua dulce para la zona.

Por otro lado, en las zonas húmedas, donde predominan depósitos de manglar cuya vegetación predominante es herbácea, se interpretan marismas como formas del terreno, los cuales se definen como ecosistemas de tipo superficial.

En las zonas donde las aguas son poco profundas se identifican lagunas costeras, las cuales están divididas de las aguas profundas marinas por un cordón litoral, el cual también fue interpretado.

**Tabla 3.275. Formas del terreno de la Cuenca Canal del Dique.**

FORMAS DEL TERRENO	
CÓDIGO	CLASE
Ñ	Albardón
A	Ápice
B	Base
B	Brazo deltaico
U	Cauce abandonado
C	Cima
C	Cubeta de decantación
D	Cubeta de desborde
Z	Cuerpo
J	Depresión
I	Islote
L	Ladera
R	Ladera erosional
S	Ladera estructural
M	Meandro abandonado
N	Napa
P	Plano de terraza
Y	Plano inclinado
V	Vega

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

En la **Tabla 3.276** se muestra la Leyenda Geomorfológica de la Cuenca Canal del Dique.

Tabla 3.276. Leyenda Geomorfológica de la Cuenca Canal del Dique.

LEYENDA GEOMORFOLOGÍA ZINK CANAL DEL DIQUE 24/07/2017								
PAISAJE	AMBIENTE_M	TIPO_RELIEVE	LITOLOGIA_SEDIMENTOS	FORMA_TERRENO	SIMBOLO	AREA HA	PORCENTAJE %	
Montaña	Deposicional Aluvio - coluvial	Vallecito	Depósitos aluvio - coluviales	Vega	MiVaiV	165,866631	0,037655%	
	Estructural-Erosional	Crestones	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera erosional	MsTaaR	531,829046	0,120735%	
				Ladera estructural	MsTaaS	85,893247	0,019499%	
		Espinazos	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera erosional	MsSaaR	233,294715	0,052962%	
				Ladera estructural	MsSaaS	58,501727	0,013281%	
Lomerío	Deposicional Aluvial	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	LaAadA	1220,207184	0,277010%	
				Base	LaAadB	596,762868	0,135476%	
				Cuerpo	LaAadZ	2086,118296	0,473588%	
				Depresión	LaAadJ	79,612055	0,018073%	
	Deposicional Aluvio - coluvial	Valle Estrecho	Depósitos aluvio - coluviales	Plano de terraza	LiEaiP	4536,361293	1,029838%	
				Vega	LiEaiV	2391,710584	0,542963%	
		Vallecito	Depósitos aluvio - coluviales	Vega	LiVaiV	21460,931639	4,872030%	
	Deposicional Coluvio -aluvial	Glacis de Acumulación	Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial	Plano inclinado	LxGahY	7306,333011	1,658673%	
	Erosional	Colinas	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Ladera	LeCcL	3766,467925	0,855058%	
				Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Cima	LeCcaC	20,449862	0,004642%
					Ladera	LeCcaL	924,410443	0,209858%
				Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Cima	LeCIC	58,860033	0,013362%
Ladera					LeCIL	4473,769683	1,015629%	
Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados				Cima	LeCaC	537,789804	0,122088%	
				Ladera	LeCaL	39200,264771	8,899189%	
Lomas				Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cima	LeLcC	145,777465	0,033094%
	Ladera	LeLcL	582,205631		0,132172%			



**LEYENDA GEOMORFOLOGÍA ZINK CANAL DEL DIQUE 24/07/2017**

PAISAJE	AMBIENTE_M	TIPO_RELIEVE	LITOLOGIA_SEDIMENTOS	FORMA_TERRENO	SIMBOLO	AREA HA	PORCENTAJE %	
			Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Cima	LeLcaC	503,960804	0,114408%	
				Ladera	LeLcaL	4791,042560	1,087656%	
			Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Cima	LeLIC	509,960295	0,115770%	
				Ladera	LeLIL	21662,051887	4,917688%	
			Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Cima	LeLaC	2239,045908	0,508305%	
				Ladera	LeLaL	78610,104642	17,845955%	
		Estructural-Erosional	Crestones	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Ladera erosional	LsTcaR	569,275978	0,129236%
					Ladera estructural	LsTcaS	1353,409239	0,307249%
				Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Ladera erosional	LsTlaR	425,324513	0,096557%
					Ladera estructural	LsTlaS	658,373457	0,149463%
				Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera erosional	LsTaaR	1574,002700	0,357328%
					Ladera estructural	LsTaaS	2402,080597	0,545317%
	Cuestas		Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Ladera erosional	LsKcaR	107,897710	0,024495%	
				Ladera estructural	LsKcaS	274,270120	0,062264%	
			Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Ladera erosional	LsKlaR	60,521437	0,013739%	
	Ladera estructural	LsKlaS		54,356544	0,012340%			
	Espinazos	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Ladera erosional	LsScaR	110,006444	0,024974%		
			Ladera estructural	LsScaS	642,342118	0,145824%		
		Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Ladera erosional	LsSlaR	54,643546	0,012405%		
			Ladera estructural	LsSlaS	76,951543	0,017469%		
		Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Escarpe	LsSaE	128,911348	0,029265%		
Ladera erosional			LsSaaR	10244,630125	2,325721%			
Ladera estructural			LsSaaS	19951,025872	4,529254%			
Piedemonte	Deposicional Aluvial	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	PaAadA	13079,800898	2,969358%	
				Base	PaAadB	8718,222412	1,979199%	
				Cuerpo	PaAadZ	18564,025155	4,214379%	

**LEYENDA GEOMORFOLOGÍA ZINK CANAL DEL DIQUE 24/07/2017**

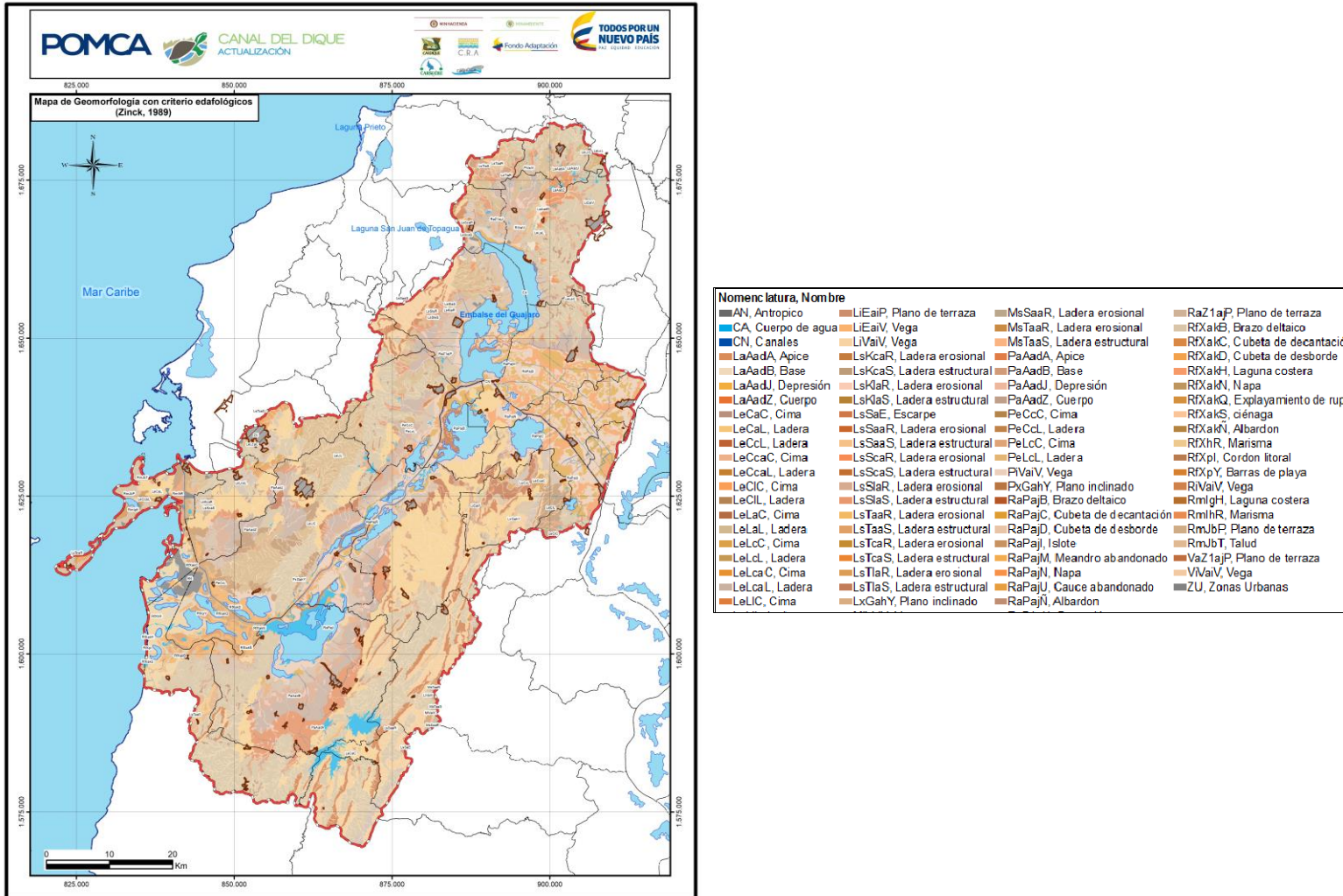
PAISAJE	AMBIENTE_M	TIPO_RELIEVE	LITOLOGIA_SEDIMENTOS	FORMA_TERRENO	SIMBOLO	AREA HA	PORCENTAJE %
				Depresión	PaAadJ	2110,042564	0,479019%
	Deposicional Aluvio - coluvial	Vallecito	Depósitos aluvio - coluviales	Vega	PiVaiV	2980,795303	0,676696%
	Deposicional Coluvio -aluvial	Glacis de Acumulación	Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial	Plano inclinado	PxGahY	270,623640	0,061437%
	Erosional	Colinas	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cima	PeCcC	8,533596	0,001937%
Ladera				PeCcL	2493,148747	0,565991%	
Lomas		Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cima	PeLcC	8,298473	0,001884%	
			Ladera	PeLcL	139,386185	0,031643%	
Planicie	Deposicional Aluvial	Plano de inundación	Depósitos de origen aluvial	Albardon	RaPajÑ	1514,245019	0,343762%
				Brazo deltaico	RaPajB	2340,825718	0,531411%
				Cauce abandonado	RaPajU	1162,568944	0,263925%
				Cubeta de decantación	RaPajC	17999,061160	4,086121%
				Cubeta de desborde	RaPajD	31427,355726	7,134594%
				Islote	RaPajI	231,393937	0,052531%
				Meandro abandonado	RaPajM	53,918390	0,012240%
				Napa	RaPajN	7970,653391	1,809486%
	Terraza aluvial nivel 1	Depósitos de origen aluvial	Depresión	RaZ1ajJ	1938,529575	0,440082%	
			Plano de terraza	RaZ1ajP	18983,258047	4,309552%	
	Deposicional Aluvio - coluvial	Vallecito	Depósitos aluvio - coluviales	Vega	RiVaiV	1899,101088	0,431131%
	Deposicional Fluvio-marino	Plano fluvio - deltaico	Depositos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia organica)	Laguna costera	RfXakH	69,260718	0,015723%
				Marisma	RfXhR	7936,662989	1,801770%
			Depositos de playa	Barras de playa	RfXpY	344,036520	0,078103%
Cordon litoral				RfXpl	97,834805	0,022210%	

LEYENDA GEOMORFOLOGÍA ZINK CANAL DEL DIQUE 24/07/2017

PAISAJE	AMBIENTE_M	TIPO_RELIEVE	LITOLOGIA_SEDIMENTOS	FORMA_TERRENO	SIMBOLO	AREA HA	PORCENTAJE %	
			Depósitos fluvio-lacustres	Albardon	RfXakÑ	951,655167	0,216043%	
				Brazo deltaico	RfXakB	1761,096603	0,399802%	
				Cubeta de decantación	RfXakC	2921,843234	0,663313%	
				Cubeta de desborde	RfXakD	6114,937900	1,388205%	
				Explayamiento de ruptura	RfXakQ	232,054990	0,052681%	
				Napa	RfXakN	1700,222138	0,385982%	
	Depositacional Marino	Planicie de Marea		Depositos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia organica)	Marisma	RmlhR	1847,157882	0,419339%
				Depósitos lacustres	Laguna costera	RmlgH	188,240214	0,042734%
		Terraza marina		Depositos de arenas, limos, arcillas y bioclastos	Plano de terraza	RmJbP	2008,267795	0,455914%
					Talud	RmJbT	453,563006	0,102967%
Antropico	Antropico	Antropico	Antropico	Antropico	AN	2963,584237	0,672789%	
				Canales	CN	2925,438951	0,664129%	
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	CA	30911,395426	7,017461%	
Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	ZU	5703,917110	1,294895%	

Fuente: Consorcio del Canal del Dique.

**Figura 3.606. Geomorfología Zinck.**



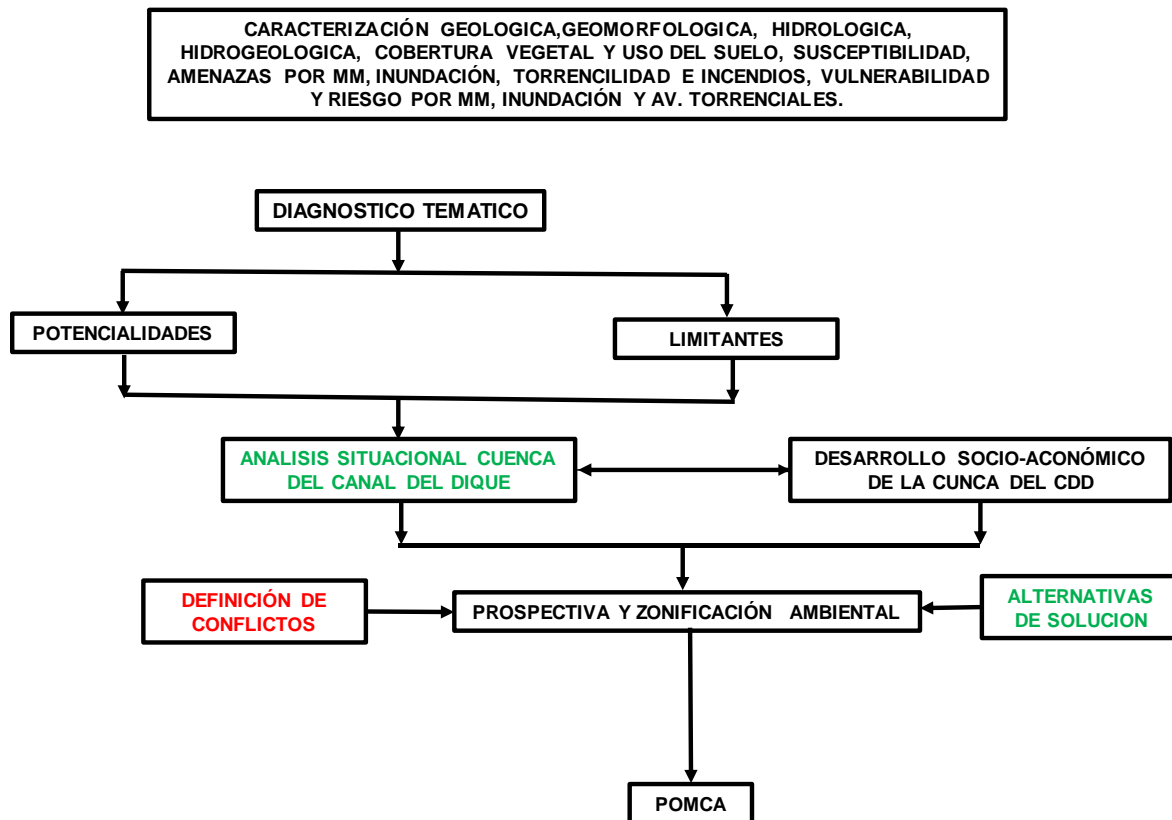
Fuente: Consorcio del Canal del Dique.



### 3.9.4 Análisis Situacional Geología y Geomorfología

El análisis situacional definido para la cuenca del Canal del dique, toma como marco de referencia los resultados obtenidos en el diagnóstico temático de geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología, amenazas por inundación, torrencialidad e incendios forestales, vulnerabilidad y el riesgo por movimientos en masa (MM), inundación y torrencialidad. Temas que definen las potencialidades y limitantes que ofrece la cuenca y con base en el conocimiento de los evaluadores temáticos se construya el escenario deseado de la cuenca, a la luz de su desarrollo socio económico; técnica que permite visualizar las condiciones ambientales de la cuenca y enfocar la intervención del ordenamiento del territorio, a través de los diferentes instrumentos de planificación **Figura 3.607**.

**Figura 3.607. Marco conceptual para la definición del análisis y situacional y ambiental de la cuenca del Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

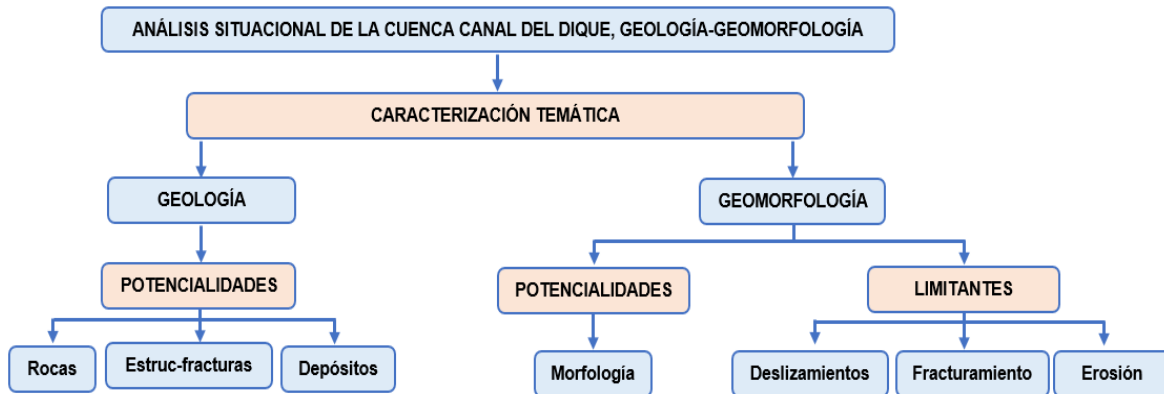
Este ejercicio de análisis situacional se efectuó con base en la visión, definida en el capítulo 2, literales 2.1, 2.2 y 2.3 de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de cuencas Hidrográficas del Minambiente (2013).

### 3.9.4.1 Geología y Geomorfología

Las condiciones litológicas y estructurales geológicamente activas existentes en la cuenca, son factores determinantes y condicionantes de las formas del terreno y junto con los procesos externos determinan las actividades morfodinámicas y de gestión del riesgo que limitan y/o potencializan las bondades o debilidades para el almacenamiento del Recurso hídrico y el uso del suelo en la cuenca del canal del Dique.

Las temáticas de Geología y Geomorfología, que están consideradas en el anexo B de la guía metodológica del Minambiente (2013), son soportes que contribuyen en la fundamentación del análisis situacional de las temáticas de Hidrogeología, y Gestión del Riesgo, así como el análisis ambiental integral tanto del recurso hídrico como sustento del desarrollo económico de la región, **Figura 3.608**.

**Figura 3.608. Esquema conceptual para el análisis situacional de la cuenca del Canal del Dique en Geología y Geomorfología.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.9.4.2 Potencialidades

#### 3.9.4.2.1 Geología

Desde una visión del Recurso hídrico la Cuenca del Canal del Dique está conformada por rocas sedimentarias de tamaños de grano desde areniscas de grano medio a grueso a conglomerados, con porosidad y permeabilidad primaria definida por su granulometría (arenas y gravas) y secundaria (fracturamiento), consideradas como potenciales para la recarga y almacenamiento de agua subterránea en las formaciones Arjona, Mucacal, Pendales, Maco y San Jacinto; así como depósitos cuaternarios aluviales (Qal), coluviales (Qco), llanuras de inundación (Qli), fluvio-lacustres (Qfl) y de playa (Qmp), considerados como no consolidados con porosidad primaria que no son potencialmente altos almacenadores del recurso, pero son alternativos de aprovechamiento parcial ante las temporadas de sequías prolongadas.

- Estructuras y Fallas: las rocas sedimentarias presentan el desarrollo de estructuras locales tales como sinclinales y anticlinales cuyas unidades en las partes topográficamente altas

de la cuenca son consideradas zonas de recarga y/o almacenamiento importante de acuíferos en la cuenca.

Tectónicamente, la cuenca presenta una alta densidad de fracturamiento y desarrollo de fallas regionales inversas en las estribaciones occidentales de la serranía de San Jacinto, la Serranía de Luruaco y los Montes de María, entre las que se destacan las fallas de Paramo, Huamanga, Mandinga, el playón, María la Baja-Bijagual, La Bonga, Prusia, Arroyo Hondo, El limón, La gloria, Jinete, Casa Loma, Buenos Aires, Turbana, Pasacaballos, La Laguna, Hibacharo y Repelón entre otras.

Condiciones que hacen que la cuenca presente un buen potencial para el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea en condiciones económicamente aprovechables para alimentar pozos o corrientes superficiales, clasificados como acuíferos libres o no confinados.

Existe otro potencial importante en la cuenca del Canal del Dique, como es la oferta de materiales de construcción de las rocas existentes en la parte occidental de la cuenca por su friabilidad y poseer los tamaños de grano requeridos por la alta demanda de fuentes de materiales para construcción de viviendas y obras de infraestructura y desarrollo regional, que son recursos no renovables beneficiados especialmente de las formaciones Arjona, San Cayetano y Tubará; situación que ha generado la localización de canteras para explotación de agregados que surten la demanda y son generadores de economía y fuentes de trabajo.

#### 3.9.4.2.2 Geomorfología

La morfología de la cuenca es controlada por la acción dinámica tectónica regional a generado una geoforma regional tipo artesa de orientación Noreste con desarrollo de importantes zonas bajas enmarcadas por cadenas montañosas como las serranías de San Jacinto, Luruaco y montes de María, que hacen que en la cuenca del Canal del Dique se potencialice la presencia del recurso hídrico y se mantenga la producción pesquera, agrícola y ganadera de la región.

La presencia de en la cuenca del Canal del Dique, de ambientes Morfogenéticos estructurales, denudacionales y agradacionales con desarrollo de unidades y subunidades (formas del terreno) hacen de la cuenca una región importante para el almacenamiento del recurso hídrico.

Las formas del terreno con potencialidad para el almacenamiento del recurso hídrico son la en una morfogénesis estructural tipo: Escarpes y silletas de falla; en el ambiente Morfogenéticos denudacional los escarpes facetados y en el ambiente Morfogenéticos agradacional los abanicos aluviales y torrenciales, cauces aluviales, planos lacustres y las planicies aluviales confinadas.

### 3.9.4.3 Limitantes

#### 3.9.4.3.1 Geología

La actividad minera como se está desarrollando actualmente es una limitante geológica para el uso y almacenamiento del recurso hídrico y es el principal agente modificador del paisaje y generador de importantes cantidades de sedimentos finos que son transportados a las partes bajas de la cuenca, disminuyendo la capacidad de almacenamiento y la permeabilidad del Recurso Hídrico.

#### 3.9.4.3.2 Geomorfología

Las limitantes geomorfológicas existentes en la cuenca, están relacionados con la activación de procesos morfodinámicos tipo deslizamientos, flujos y erosión intensa de tipo laminar, surcos y cárcavas, generada por la actividad minera, la acción tectónica, y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera a costa de la tala del bosque en áreas de equilibrio muy frágil, así como el incremento de la construcción de viviendas en zonas de fallas geológicas, como: el deslizamiento de la tabla, en el Municipio de Repelón y los deslizamientos identificados en los municipios de Manatí, Repelón, Carmen de Bolívar, María la Baja, San Juan Nepomuceno, Cartagena, Mahates, Arroyo Hondo, Turbana, Turbaco y Villa Nueva.

### 3.9.5 Conclusiones y Recomendaciones

- El Mapa Geomorfológico elaborado para evaluar la gestión del riesgo en la Cuenca Canal del Dique, identifica 5 ambientes Morfogénicos: Estructural con 22 Subunidades; Denudativo con 50 Subunidades; Fluvial con 7 subunidades; Marino con 9 subunidades y Antropogénico con 7 subunidades.
- El mapa de Procesos Morfodinámicos evidencia la presencia de Movimientos en Masa tipo deslizamientos, desprendimientos, reptación, soliflucción y flujos de lodo; La erosión es de tipo laminar, surcos y cárcavas. Además, se presenta erosión Costera en el sector de Pasacaballos a Barú y geoformas dómicas asociadas a vulcanismos de lodo.
- Un deslizamiento complejo es el mayor evento por movimiento en masa activo encontrado al NW de la cuenca, Corregimiento de la tabla, Municipio de Repelón, generado por la acción de la falla inversa de Repelón y la falla satélite de Medina, aunado al manejo de aguas servidas y lluvias del corregimiento. Esta génesis natural y antrópica está acentuando el proceso de reptación de la capa superficial y afectando las viviendas y el colegio del corregimiento. Además, el material generado está siendo transportado al Embalse del Guájaro.
- Geoformas de abanicos con depósitos torrenciales se presentan en el embalse de Guájaro, sector occidental del Municipio de Repelón.
- El Mapa Geomorfológico elaborado para evaluar el conflicto de uso del suelo en la Cuenca Canal del Dique, identifica paisajes de Montaña, Lomeríos, Piedemontes, Planicies, Peneplanicies, Valles y Antropogénico con ambientes morfogenéticos Mixtos, Deposicionales, Residuales, y Erosionales con Relieves y Modelados



Cuestas, Crestones Espinazos, Mesas, Laderas Escalonadas, Filas y Vigas, Lomas, Domos Volcánicos, Valles, Vallecitos, Cerros Residuales, Abanicos, Glacis, Planos de Inundación, Terrazas, Planos Fluvio-lacustres y Planos de Mare; soportados en areniscas, lodolitas, calizas, depósitos fluviales y aluviales, coluviales, torrenciales, orgánicos y antrópicos.

- Se recomienda efectuar un inventario detallado de los procesos que se están generando en las canteras, dado que en el reconocimiento efectuado en el desarrollo del POMCA, fue muy limitado el acceso a los predios afectados.

### 3.10 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

El suelo es un recurso limitado y no renovable y ya que en las últimas décadas se ha tenido un mayor crecimiento de la población humana, también aumentan los conflictos en torno a su aprovechamiento. Por esto se hace necesario el conocimiento de los recursos naturales, su ubicación, sus características y su potencial, como un prerrequisito para una planificación eficiente que conduzca al desarrollo efectivo.

Definir la capacidad de uso de las tierras tiene como propósito evaluar las características físicoquímicas del recurso suelos, con la finalidad de proporcionar información básica para determinar áreas con potencialidades para el desarrollo agrícola, pecuario, forestal y otros usos. Teniendo como información básica el aspecto edáfico, es decir, las características físicoquímicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos identificados.

La Cuenca Hidrográfica del Canal del Dique, es una principalmente una planicie aluvial conformada por un complejo de humedales en donde habitan una gran biodiversidad de especies terrestres y piscícolas. El recurso hídrico en esta zona es su principal activo ambiental y el eje del sostenimiento económico y cultural de las comunidades asentadas allí. Las principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería y la pesca, predominado la explotación artesanal y de subsistencia. Pese a que esta subregión posee una gran riqueza natural, su gente presenta altos niveles de pobreza por su baja educación, deficiente cobertura de servicios de saneamiento básico y bajos ingresos.

#### 3.10.1 Marco Metodológico

El suelo es la suma de muchos cuerpos edáficos con características internas dinámicas que están determinadas por la posición geomorfológica, las características físicas, químicas y mineralógicas de los materiales que lo componen y por la dinámica biológica que lo formaron y con las que este interactuando, por esto se hace necesario la verificación en campo, para un mejor entendimiento de su dinámica, su vulnerabilidad y potencial productivo.

Realizar una clasificación de tierras en una cuenca hidrográfica a escala 1:25.000 permite reconocer y agrupar de manera adecuada las características de sus suelos sus limitantes y vulnerabilidades generando las bases para su ordenamiento. Con el reconocimiento de unidades de suelo en campo no solo es posible reconocer la diversidad edáfica de la cuenca sino además conocer las interacciones que esta variedad guarda con la geomorfología, el clima, la cobertura que en conjunto dominan las características de una geofoma por esta razón el conocimiento geomorfológico de las formas del terreno es fundamental.

Para el desarrollo de la clasificación de tierras por capacidad de uso el consorcio Canal del Dique implemento la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos (1965), adaptado por el IGAC (2010) a los patrones edáficos, climáticos, topográficos y fisiográficos de Colombia y la directriz trazada por Cortés y Malagón (1.984). A continuación, se describen a detalle cada una de las etapas para obtención del mapa de capacidad de uso de las tierras:

Etapas de recolección, adquisición y evaluación de la información de suelos existente en el área de estudio; principalmente los estudios generales de suelos de los departamentos de

Sucre (1998), Atlántico (2007) y Bolívar (2004), elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- Evaluación de la información entregada por el grupo de interpretación del POMCA acerca de los temas de geología, geomorfología y clima mediante los cuales es posible caracterizar la información de suelos.
- Para cada una de las unidades cartográficas de suelos, se estudió e interpreto las particulares relacionadas con el relieve, el clima ambiental, el material litológico y las zonas de vida.
- Elaboración de la leyenda y mapa geo-pedológico a escala 1: 25.000, para verificar y detallar la información sobre cada una de las unidades cartográficas de suelo.
- Asignación de las zonas piloto y los puntos de muestreo en las zonas de extrapolación de acuerdo a las especificaciones de los alcances técnicos del POMCA.

Una vez terminada la etapa de reconocimiento de suelos en las zonas piloto y de extrapolación, se procedió con el análisis de la base de datos, con el fin de identificar los componentes pedológicos de las diferentes unidades cartográficas y a su vez los perfiles modales a caracterizar. A cada uno de estos perfiles se le realizaron sus respectivos análisis físicos y químicos pertinentes de acuerdo a lo establecido en los alcances técnicos del POMCA.

A partir de esta caracterización se evaluó la fertilidad de los suelos, se estableció un tipo de textura y se verificaron los limitantes químicos, que son factores necesarios para la posterior evaluación de las tierras por su capacidad de uso.

- Calificación de las tierras por la metodología de capacidad de uso elaborada por el USDA, adaptada y modificada por el IGAC, según la cual las unidades se deben calificar teniendo con el factor más limitante.
- Etapa de construcción de la información gráfica temática y alfanumérica, la cual se entrega en tablas con los atributos respectivos en formato Shape.
- A los perfiles de las unidades cartográficas de suelos existentes y con los mapas elaborados, se les actualizo la clasificación taxonómica y verifco el clima ambiental y edáfico, la geomorfología, las pendientes, pedregosidad superficial, Inundabilidad, erosión y coberturas vegetales.
- Con la información de suelos de las observaciones y los perfiles, se detalló la información de las unidades cartográficas de suelo existentes y/o se crearon nuevas unidades cartográficas, haciendo énfasis en las fases por pendiente, erosión y pedregosidad y al nivel de suelos, el drenaje, la profundidad efectiva, las texturas y la evolución de los suelos, aspectos fundamentales para determinar la capacidad de uso y manejo de las tierras en los sectores de la Cuenca Canal del Dique.

### 3.10.1.1 Intensidad de Muestreo

Para el cumplimiento de los términos consignados en la guía técnico científica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2013 para POMCAS, en el área plana se realizaron 4 chequeos cada 100 hectáreas para la zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas

para la zona de extrapolación; en área inclinada se realizaron seis chequeos cada 100 hectáreas en zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas en zona de extrapolación. El estudio de suelos se realizó sobre 294.302 hectáreas correspondientes a pendiente Plana (Menos 12%) y 95.633 hectáreas correspondientes a pendiente Media a alta (Mayor 12%).

La descripción edáfica o del perfil, se hizo mediante la apertura de calicatas en el área de exploración detallada y chequeos de comprobación con barreno en el área de extrapolación. La descripción de los perfiles de suelos se realizó de acuerdo con las directrices trazadas por Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). En cada chequeo de la zona de exploración detallada, se describió la profundidad efectiva, color del suelo, estructura, porosidad). Este sistema garantiza el conocimiento suficiente de los tipos de suelos presentes en cada paisaje, tipo de relieve y formas del terreno existentes en la cuenca.

### 3.10.1.2 Tipos de Observaciones

- **Barrenadas:** Son perforaciones con una profundidad de 120 cm, realizadas con un barreno tipo Edderman, en los sitios previamente ubicados en el terreno. Este tipo de observaciones se utiliza para describir las características morfológicas de los suelos como lo son los diferentes horizontes genéticos, textura, color, condiciones de drenaje, profundidad efectiva, presencia de estratos compactados y permeabilidad (**Fotografía 3.53**).

**Fotografía 3.53. Toma de muestra por barrenada.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- **Cajuelas:** Estas son fosas que tienen una profundidad de aproximadamente 50 cm. Que permite caracterizar detalladamente el estrato superficial y parte del subsuelo. Este tipo de descripción se continúa posteriormente con el barreno (**Fotografía 3.54**).



**Fotografía 3.54. Elaboración de cajuelas de 60 cm de largo x 60 de ancho x 70 cm de profundidad.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- **Calicatas:** Son fosas de aproximadamente 60 cm de ancho por 150 cm de largo y 120 cm de profundidad, las cuales se ubican en los sitios más representativos de las principales unidades cartográficas de suelos (**Fotografía 3.55**).

**Fotografía 3.55. Calicata CD-33, en el Municipio de Arjona, Taxonomía: Typic Humustetps, fina, isohipertermica.**



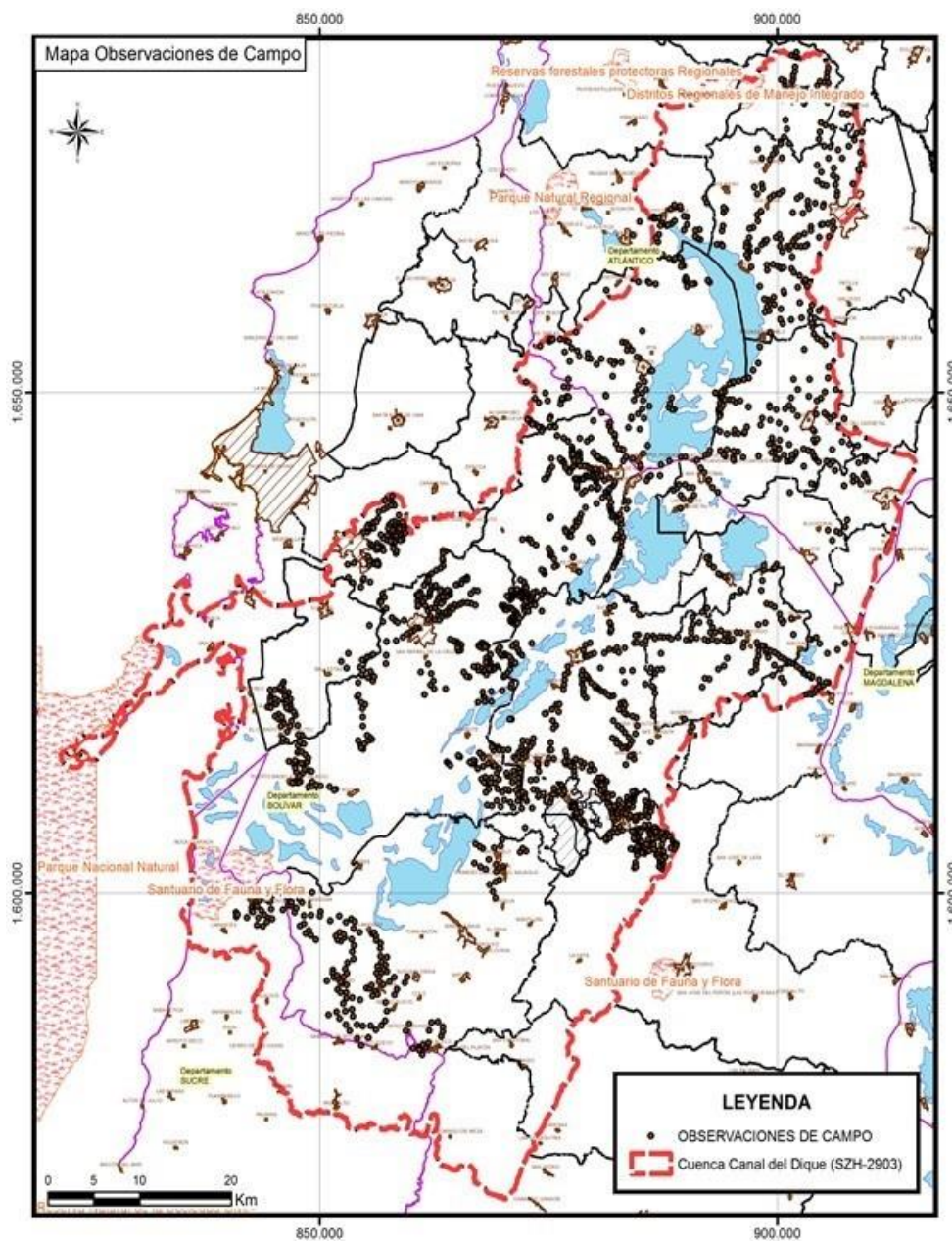
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En donde se realiza una caracterización detallada de cada uno de los horizontes genéticos: espesor de los horizontes, color, textura, estructura, consistencia en húmedo, porosidad, contenido de raíces, límite, pedregosidad, uso actual, tipo de drenaje, erosión. De estas

calicatas se toman muestras respectivamente por cada horizonte genético para análisis físicos y químicos de laboratorio.

En la **Figura 3.609**, se presenta el mapa Ubicación de puntos de observaciones para la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.609. Mapa Ubicación de puntos de observaciones para la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.2 Recolección de Muestras de Suelo para Enviar al Laboratorio

En los suelos modales por sus características internas y externas, se abrieron 90 perfiles (Calicatas) y cateos de comprobación como se observa en la **Fotografía 3.56**.

#### Fotografía 3.56. Levantamiento de perfil modal.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Determinado el suelo modal en cada uno de los ambientes formadores, se seleccionó el sitio óptimo para la descripción de la calicata y toma de muestras. La descripción de los perfiles modales se concentró en aquellas unidades que no cuentan con perfiles descritos previamente en estudios generales y semidetallados de suelos. La metodología empleada en esta actividad fue la consignada en el instructivo de trabajo de campo del (IGAC) para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

El proceso de muestreo se efectuó básicamente con la finalidad de estimar la fertilidad de los suelos; para lo cual, se recolecto 2 Kg de suelo con la debida identificación del sitio (lote, vereda, municipio, departamento) y número de muestra. A dichas muestras se le analizan los parámetros de CIC, Ca, Mg, K, Na, P, Aluminio de cambio, saturación de bases, carbón orgánico, textura, pH y conductividad eléctrica, la conductividad se hará en zonas determinadas como de clima seco (ver **Tabla 3.277**).



**Tabla 3.277. Parámetros fisicoquímicos analizados para cada muestra de suelos.**

PARÁMETRO	UNIDADES
Aluminio intercambiable	meq Al <sup>+3</sup> /100g
Calcio	meq /100g
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100 g
Carbono orgánico total	mg/kg
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>
Potasio	meq/100g
Magnesio	meq/100g
Fosforo disponible	Mg P/Kg
Sodio	meq/100g
pH	Unidades
Saturación de bases	%
Textura clase	-
Textura – arena	%
Textura – limo	%
Textura – arcilla	%
Conductividad eléctrica	mS

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.2.1 Resultados de Laboratorio

El suelo es el resultado de la interacción de la geomorfología, el clima, el material parental y los organismos; por esta razón los suelos cuentan con propiedades químicas y físicas que condiciona su uso y manejo, por esto definir la capacidad de uso de las tierras requiere la valoración de algunas de estas propiedades.

Las propiedades químicas del suelo son caracterizadas en el laboratorio mediante diversos métodos de análisis que establecen: los contenidos de Materia Orgánica por metodología Walkley Black, CIC por Acetato de amonio, pH en agua, los niveles de bases como Mg, Ca, K; entre otros (ver **Tabla 3.279**).

Las metodologías empleadas para el reconocimiento en laboratorio son las indicadas por la USDA para la identificación de la taxonomía de los suelos, entre ellas se realizaron los siguientes análisis.

#### 3.10.2.1.1 Descripción de las Principales Características Físicas y Químicas de los Perfiles Representativos (Calicatas)

Para el análisis de laboratorio, se enviaron 322 (trescientos veintidos) muestras de un (1) kilogramo de suelo, empacadas en doble bolsa plástica, debidamente identificada con el número de la muestra, número del horizonte, localización y georeferencia. En laboratorio se determinaron diferentes características del suelo que le confiere aptitud o vulnerabilidad frente a las actividades antrópicas.



Para el estudio se realizaron 87 (ochenta y siete) calicatas ubicadas en las coordenadas que se relacionan en la **Tabla 3.278**.

**Tabla 3.278. Coordenadas calicatas en campo.**

PERFIL	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
CD-06	905637,5992790	1673474,0314300
CD-21	871091,8454510	1611130,9167200
CD-32	882263,6841140	1589572,2469900
CD-58	864258,2675120	1595685,8868300
CD-82	855585,6793460	1594345,6606900
CD-30	887629,4025140	1605396,2754800
CD-13	887492,9900330	1603651,2695700
CD-26	868919,3904790	1609940,2977000
CD-54	883134,1690300	1613723,0648400
CD-23	865266,9077330	1613635,5285000
CD-71	866769,5282660	1613218,0785100
CD-59	867667,0495640	1613841,6600400
CD-36	867955,8687820	1619461,3863500
CD-19	867353,5918720	1622361,6302000
CD-16	865127,2732150	1624161,7210800
CD-52	854110,3368850	1619620,1304400
CD-27	857301,8792260	1625126,7513800
CD-33	846360,3630860	1618488,3496100
CD-79	857831,0971300	1630293,8744300
CD-28	861583,5174510	1629455,2564000
CD-03	898001,2216250	1626736,2630900
CD-07	893781,1442460	1626138,7568800
CD-45	900004,1101900	1632932,5243300
CD-25	878799,2222610	1620197,0820200
CD-17	855245,4789880	1636527,9098000
CD-90	883339,8641580	1639062,5155300
CD-69	880359,3324540	1640286,4844600
CD-09	905821,7899660	1647313,9726700
CD-10	905009,5909330	1649163,9152900
CD-65	890193,7539640	1660778,6490400
CD-02	900507,8928970	1673076,9621400
CD-68	889874,8654680	1677752,0620400
CD-63	904587,5774870	1675967,8944200
CD-22	861745,8993130	1614143,7953400
CD-78	854941,8641070	1615984,0827200
CD-39	877682,0375280	1643765,3201300

PERFIL	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
CD-41	896810,9709600	1651004,4725500
CD-61	897536,1207700	1662639,5771100
CD-40	896917,6181280	1666224,5226800
CD-04	905205,1278060	1668375,1207000
CD-38	900226,5492100	1669810,0093900
CD-01	903353,4247390	1680103,9024600
CD-85	849530,4822510	1600593,7426600
CD-20	886028,9371090	1605745,1819200
CD-72	834335,2595480	1625442,2548900
CD-76	864895,7365720	1631249,4157700
CD-70	890670,1229950	1643214,9269300
CD-66	883111,1178820	1655104,6474500
CD-37	898002,8403200	1670252,9859600
CD-64	907087,8340730	1677847,6848000
CD-48	899685,4431950	1647999,8911600
CD-62	898390,3087770	1667685,8956400
CD-57	857182,7663510	1589077,9769000
CD-34	847777,2708830	1611698,9987300
CD-49	873001,2199900	1611167,1033200
CD-80	868808,6255700	1611289,8095700
CD-50	871119,8980580	1612154,1619200
CD-51	852416,7968130	1623084,6363100
CD-83	870833,4810710	1623820,7837400
CD-15	871206,7492410	1626843,3858300
CD-08	894048,1608250	1649411,8354400
CD-84	836110,0255850	1624779,3017500
CD-77	857002,2485840	1636013,5776600
CD-31	882219,5101560	1589384,9386900
CD-56	881986,3322330	1591423,0725500
CD-73	883663,2328450	1609763,9354400
CD-75	883663,2328450	1609763,9354400
CD-81	883663,2328450	1609763,9354400
CD-74	882828,5178180	1605924,8036000
CD-53	882191,7864860	1608631,1251900
CD-14	888430,1610170	1604358,1995000
CD-29	887023,9868360	1604623,7909800
CD-55	881486,4220380	1591341,7269100
CD-42	894713,1802440	1625050,6055200
CD-60	841023,0111370	1626702,3436100
CD-46	898089,6690970	1647331,5867400

PERFIL	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
CD-47	898089,6690970	1647331,5867400
CD-43	881255,2655150	1653122,7238700
CD-18	855388,8788370	1633675,2731000
CD-44	899052,5319930	1673651,6179300
CD-05	898438,9166350	1673255,5058500
CD-67	887675,6480570	1676244,2999800
CD-89	849953,5376100	1600505,9279000
CD-88	866620,3027540	1617275,2136600
CD-35	864969,8703240	1604306,8115600
CD-86	866050,9418540	1618076,3806900
CD-91	882792,2095450	1633621,9950000

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.279. Propiedades químicas analizadas en laboratorio y métodos empleados.**

PROPIEDAD	MÉTODO
Textura	Bouyoucos
Acidez intercambiable (A.I.)	con KCl
Conductividad eléctrica (CE)	en extracto de saturación
Carbón orgánico (C.O.)	Walkley – Black
Fósforo (P) disponible	Bray II
CIC (capacidad intercambio catiónico) y bases intercambiables (calcio, magnesio, potasio y sodio)	Acetato de amonio 1 normal y neutro
Elementos menores: manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu)	extracción con DTPA
Boro (B) disponible	agua caliente
Azufre (S) extractable	Ca (HPO <sub>4</sub> ) 0.008M
Nitrógeno (N) total	Kjeldahl; NO <sub>3</sub> (nitratos) y NH <sub>4</sub> (amonio)
KCl 2N; CaCO <sub>3</sub> (carbonato de calcio)	cualitativo HCl 10%; Cuantitativo: Disolución con HCl 0.5N en caliente y titulación potenciométrica
pH	Potenciométrico suelo, agua

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

A continuación, se discuten algunas de las propiedades de los suelos que fueron analizadas en el laboratorio de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria sede Bogotá. En el **Anexo 3.10.1** se muestran los resultados de los análisis de suelos realizados a los diferentes perfiles modales.

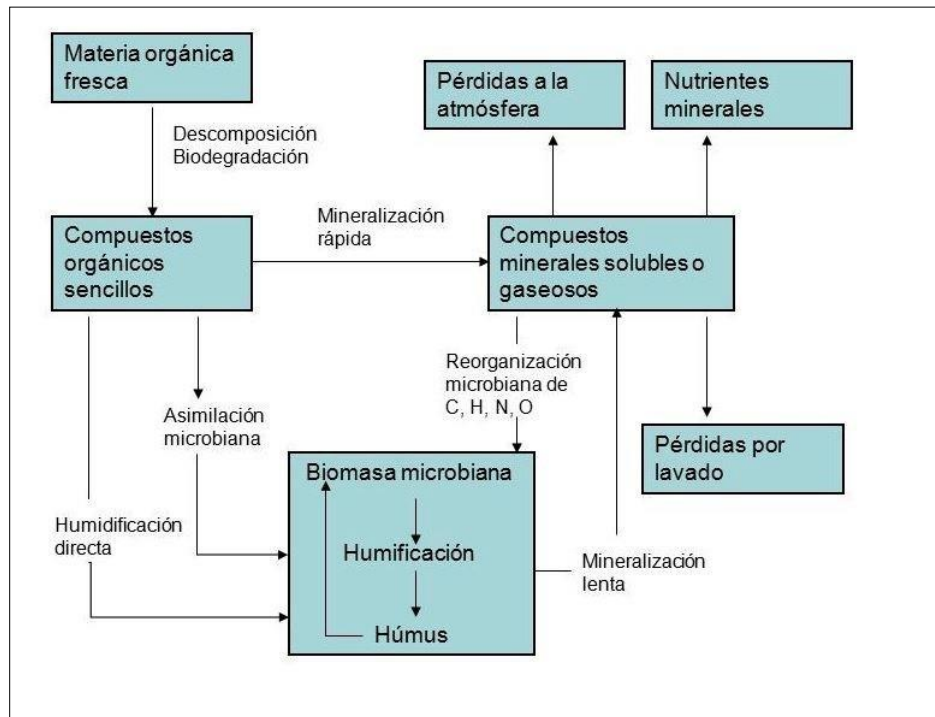
Estamos acostumbrados a oír una y otra vez el término materia orgánica, pero, sin embargo, no siempre se ve el aspecto técnico que rodea el concepto. La materia orgánica no es simplemente la suma de los aportes de materiales en descomposición; es todo un conjunto de elementos orgánicos que interactúan con la fase mineral, determinando algunas de las propiedades del suelo como pH, CIC, entre otras.

El pH es la relación sobre la cual interactúan simultáneamente la materia orgánica y el pH se determinan por la variación del mismo en función de los contenidos de materia orgánica, debido a que los diversos grupos activos, provenientes de la materia orgánica aportan grados de acidez, en función del contenido de nitrógeno entregado en función de la relación C:N, pues este genera un aumento inicial del pH asociado a la formación de  $\text{NO}_4^{+}$  (consumo de protones), mientras que la posterior nitrificación del  $\text{NH}_4^{+}$  en  $\text{NO}_3^{-}$  disminuye el pH pero no permite alcanzar los niveles originales de acidez debido a que la alta concentración de  $\text{NH}_4^{+}$  (Pocknee y Sumner, 1997 citados por Martínez et al, 2008). Complementariamente cuando en suelos con altos contenidos de carbonatos y bicarbonatos (suelos neutros) se realizan aportes de materiales orgánicos con relaciones C: N inferiores a 8, el pH disminuye debido al flujo de energía, dado por la liberación de  $\text{CO}_2$  en la atmosfera del suelo, el cual en contacto con el agua genera ácido carbónico que produce  $\text{H}^+$  acidificando el suelo.

La descomposición de las moléculas de los organismos y su incorporación al suelo se denomina mineralización; está tiene como fin simplificar las uniones orgánicas liberando los minerales que las constituyen. Específicamente la descomposición de materiales y su posterior incorporación al suelo es la humificación (Herody ,1999).

En la **Figura 3.610** se muestra la representación simplificada de la transformación que sufre la materia orgánica en el suelo.

**Figura 3.610. Representación simplificada de la transformación de la materia orgánica en el suelo.**



Fuente: Adaptación Porta,1994.



### 3.10.2.1.2 Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio catiónico es el resultado de la interacción de los coloides y sus superficies de contacto para determinar la cantidad de elementos que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca bajo determinadas condiciones de temperatura, presión, composición de la fase líquida y relación masa-solución; a su vez la CIC varía entre los horizontes del suelo y en cada uno de ellos dependerá del contenido y tipo de minerales de arcilla, así como de la naturaleza y concentración de los componentes orgánicos. (Spósito 1989, citado por Porta et al, 2003).

La variación de la capacidad de intercambio catiónico en los suelos está determinada por la heterogeneidad de los materiales inorgánicos, que son constitutivos del suelo, debido al distinto origen de carga que es aportada por el mineral la cual, a su vez, está regulada por múltiples factores como tamaños de la partícula y tipos de cristalización entre otros, mientras que para el caso de la materia orgánica está regulada por el grado de descomposición-humificación (Porta et al, 2003).

Krull et al., 2004 indican, complementariamente, que la capacidad de intercambio catiónico es una propiedad química del suelo estrechamente vinculada a su fertilidad, que depende de los coloides inorgánicos (arcillas cristalinas, geles amorfos, óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio) y del contenido de materia orgánica.

La interacción entre la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico se presenta mediante las reacciones propias del intercambio catiónico, cuando ocurren grupos carboxílicos cargados negativamente y cationes con cargas positivas (Krull et al., 2004); a su vez Oades et al., (1989), citados por Krull et al., (2004) afirman que el acomplejamiento de los materiales inorgánicos por parte de la MO también afecta la fertilidad del suelo de manera positiva, pues se incrementa la disponibilidad de fósforo mediante el bloqueo o saturación de sitios potenciales de reacción con Fe, Al y Ca, lo que indica que la materia orgánica tiene mayor capacidad de adsorción para la mayoría de los elementos metálicos, exceptuando algunos materiales inorgánicos no cristalinos.

### 3.10.2.1.3 El pH

El pH de los suelos afecta a la disponibilidad de nutrientes de él. Un suelo puede tener gran cantidad de nutrientes, pero ellos deben estar solubles para su absorción. Usar el pH, como medida de la reacción química del suelo, indica el grado de acidez o basicidad presente, aunque por sí sola esta medida no determina las causas químicas que generan la reacción.

La medida de la acidez o la basicidad, en los horizontes del suelo está relacionada con la afectación a diversas propiedades químicas, físicas y biológicas como:

- Dispersión y floculación de coloides.
- Estructura.
- Porosidad y aireación.
- Meteorización química.
- Movilidad de elementos.

- Disponibilidad de nutrientes.
- Descomposición de la MO.
- Adsorción de aniones.
- Neo formación de minerales de arcilla.
- Población de microorganismos.
- Humificación.
- Fijación de Nitrógeno.
- Movilidad y absorción de nutrientes.

En la mayoría de los suelos de Colombia la medida de la acidez, proviene del aluminio, el cual en solución acuosa se hidroliza generando iones  $H_3O^+$  los cuales desequilibran la doble capa, lo que provoca una disminución del pH, saturando las superficies de intercambio e impidiendo la entrada de cationes.

A pesar del amplio uso y la practicidad (procedimental y cuantitativa) de la medición del pH por los análisis de laboratorio, no es adecuado interpretar simplemente el valor.

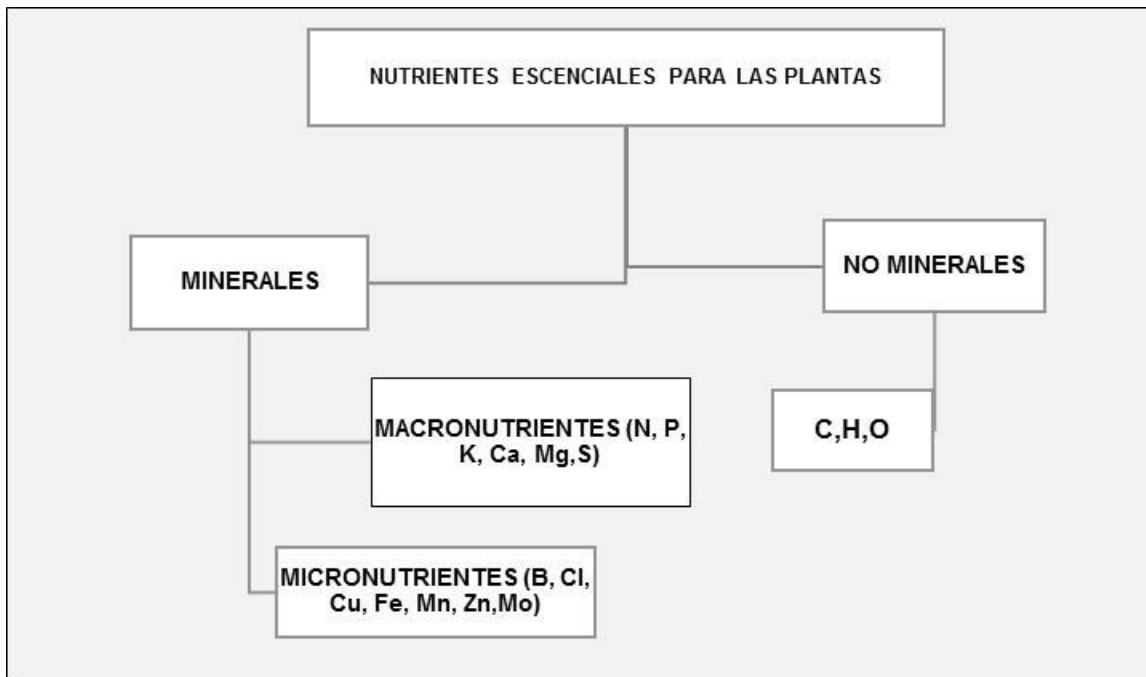
#### 3.10.2.1.4 Elementos Caracterizados en Laboratorio

Todas las plantas requieren más de 16 elementos que se consideran esenciales para su crecimiento. Los niveles de elementos disponibles para las plantas en el suelo son el resultado de la interacción de las fracciones orgánicas e inorgánicas que conforman el complejo de cambio. La **Figura 3.611** presenta los nutrientes esenciales para las plantas que, según su origen, se pueden clasificar en:

- **No minerales:** *Proceden principalmente de la atmosfera y del agua.*
- **Minerales:** *Principales en el suelo absorbido por las raíces de las plantas en su forma inorgánica; de acuerdo con la cantidad requerida los elementos minerales se clarifican con:*
  - *Macronutrientes (nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre).*
  - *Micronutrientes (hierro, cobre, manganeso, boro, molibdeno, zinc, cloro).*

La cantidad requerida de nutrientes por las plantas varía de acuerdo a las características de los cultivos, factores climáticos, propiedades de los suelos, y de los manejos de los cultivos.

**Figura 3.611. Representación de los nutrientes esenciales para las plantas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En relación con los elementos disponibles y caracterizados mediante los análisis químicos es importante determinar que la habilidad del complejo órgano mineral está en mantener los enlaces activos y pasivos, siendo los primeros aquellos que permiten reacciones rápidas y reversibles, mientras que los segundos son los estabilizadores de los sitios de unión; la dinámica de ambos tipos de enlaces está determinada por el hierro (el cual permite los enlaces activos) y los alcalinotérreos (Ca y Mg). (Herody, 1999). A continuación, se presentan algunos conceptos que fundamentan los contenidos de elementos disponibles en el suelo, ya sea a partir de su fracción mineral u orgánica.

#### 3.10.2.1.4.1 Fósforo

Los contenidos de fósforo en el suelo provienen fundamentalmente de depósitos orgánicos acumulados a partir de restos de organismos marinos y de zonas de acumulación de deyecciones de aves cerca al mar. (Bhon et al 2001). La concentración del elemento varía entre rocas sedimentarias del 0.03 al 0.08% y en rocas ígneas del 0.1 a 0.3%, las cuales, desde la fase mineral, mediante su degradación, aportan los mayores contenidos del elemento (inclusiones apatíticas).

El fósforo no se encuentra como elemento libre en el suelo, pues se presenta en uniones con compuestos de calcio y de hierro-aluminio, siendo más importantes para las plantas los compuestos asociados de Calcio-Fósforo; entre los cuales podemos encontrar, Flúor apatito  $(PO_4)_2Ca_3F_2Ca$ , fosfato tricálcico:  $(PO_4)_2Ca_3$ , Fosfato bicálcico  $(PO_4)_2H_2Ca_2H_2O$  y fosfato monocálcico  $(PO_4H_2)_2CaH_2O$ , siendo el más soluble el flúor apatito, sin embargo las formas disponibles para las plantas son aportadas por los fosfatos mono y bicálcicos. Navarro et al (2000).

En suelos ácidos, los fosfatos de hierro y aluminio son dominantes y se encuentran comúnmente hidroxilados, siendo evidentes en algunos casos mediante acumulación de películas rojizas en la superficie de los cristales de arcilla. (Navarro et al 2000).

#### 3.10.2.1.4.2 Calcio

Los niveles disponibles de calcio en el suelo provienen de manera casi exclusiva de la fracción mineral, y fluctúan dependiendo de la acumulación, entre el 0.1 y el 0.2% en suelos pobres hasta el 25% en suelos calcáreos; a su vez, por la naturaleza propia de los carbonatos, se generan pérdidas por lixiviación en zonas húmedas y adsorción en zonas secas (Navarro et al, 2000). Sin embargo, todos los suelos presentan contenidos nativos de calcio procedentes de la fracción mineral y esto se ve reflejado en su contenido en la saturación de bases.

El calcio es fundamental en el suelo, debido a que forma enlaces con arcillas y ácidos húmicos, logrando crear puentes que soportan los agregados del suelo, lo que permite la conservación de la estructura y el uso de los suelos mediante procesos de mecanización; e incide indirectamente en la sanidad y calidad de la microfauna y la aireación del suelo (Sanabria, 2008).

El calcio es tomado por la planta en forma  $Ca^{2+}$  y es parte esencial de la solución del suelo; así en suelos tendientes a la neutralidad logra dominar hasta un 70% del complejo de cambio; sin embargo, en suelos ácidos es desplazado por el  $Al^{3+}$  generando inconvenientes en su toma y disponibilidad.

Cuando se presentan altas saturaciones de  $Al^{3+}$  se requieren aplicaciones de enmiendas (principalmente calcáreas) que desplacen al aluminio del complejo de cambio con lo cual se buscan mayores contenidos de calcio y magnesio en el suelo disponibles para la planta.

Sin embargo, las anteriores consideraciones discuten exclusivamente el rol del calcio como insumo, mas no su crucial papel en el suelo como estabilizador de las uniones del complejo mineral y la fracción orgánica; estas uniones que son posibilitadas por el hierro solamente son estables en presencia de Calcio, generando un pH tampón, debido a que es menos móvil que otras bases reactivas pero monovalentes (Na y K), y más móvil que los elementos metálicos.

#### 3.10.2.1.4.3 Potasio

El potasio presente en el suelo, generalmente se presenta por degradación y descomposición de las rocas ricas en minerales potásicos como feldspatos potásicos ( $Si_3O_8AlK$ ), Moscovita ( $(SiO_4)_3H_2Al_3K$ ) o Biotita ( $(SiO_4)_3Al_2(MgFe)_2(HK)_2$ ), entre otros, siguiendo una secuencia de contenidos nativos así Feldspato>Moscovita>Biotita. También es común encontrarlo en otros minerales como Silvina, Silvinita, Carnalita y en minerales intemperizados como vermiculitas y cloritas (Bhonet al 2001). Contrario a otros elementos disponibles, sus contenidos son relativamente altos, fluctuando entre 0.5 y el 3% del total del suelo con una variación en función de las texturas, por lo cual presenta mayores contenidos en suelos arcillosos que en suelos francos o arenosos. (Navarro et al 2000).



#### 3.10.2.1.4.4 Hierro

El hierro es el elemento constitutivo de la corteza terrestre más importante después del silicio y el aluminio; sin embargo, esta cantidad no es necesariamente indicativa de las fracciones disponibles para las plantas; la presencia en el suelo surge de la meteorización de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas como Hematita  $Fe_2O_3$ , Magnetita ( $Fe_3O_4$ ) Siderita ( $CO_3Fe$ ) y Pirita ( $S_2Fe$ ), entre otras, y en algunos otros compuestos minerales como Hidróxidos, Fosfatos, Silicatos, Anfíboles, Piroxenos y Micas; la forma disponible del hierro para las plantas es  $Fe^{+3}$ .

Complementariamente a las funciones fisiológicas, en las cuales se involucra el hierro como catión disponible este es fundamental en la estabilización de las uniones del suelo, debido a su carácter de energía media, puesto que el hierro puede ser reducido u oxidado, siendo más estable que el manganeso, pero menos fuerte que el aluminio, por lo cual logra generar puentes órgano minerales, que se estabilizan en presencia de Calcio y Magnesio; sin embargo, la concentración de los cationes mencionados y del Aluminio pueden determinar la cantidad de puentes posibles, lo que, a su vez, se refleja en el valor del pH del suelo.

### 3.10.3 Determinación Área Efectiva de Trabajo

Teniendo en cuenta los estudios existentes y la caracterización geomorfológica, elaborar un plan de trabajo de acuerdo con la metodología propuesta en la guía (con número de observaciones y sitios a muestrear) para determinar la capacidad de uso de la tierra (clases agrológicas). En todo caso, los requisitos mínimos para muestreo de campo se regirán por las siguientes cantidades: en área plana se harán 4 chequeos cada 100 hectáreas para la zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas para la zona de extrapolación; en área inclinada se harán seis chequeos cada 100 hectáreas en zona piloto y un (1) chequeo cada 250 hectáreas en zona de extrapolación.

Considerando la particularidad de la cuenca, el consultor deberá realizar los estudios de suelos sobre mínimo 294.302 hectáreas de la cuenca que corresponden a pendiente Plana (Menos 12%) y mínimo 95.633 hectáreas de la cuenca que corresponden a pendiente Media a alta (Mayor 12%). En todo caso el consultor en coordinación con el comité técnico de la Comisión Conjunta y la interventoría precisaran dichas áreas de acuerdo con la zonificación de pendientes previamente definida, en la **Tabla 3.280** se presenta la determinación efectiva de trabajo

**Tabla 3.280. Determinación del área efectiva de trabajo.**

DETERMINACIÓN DEL ÁREA EFECTIVA DE TRABAJO	
Área total de la cuenca	441.010,774
Zonas Urbanas	6.126,50247
Cuerpo de agua	33.540,9479
Antropico	2.961,11198
Canales	2.943,15498
Zonas de manejo especial	4.030,05631
<b>Área neta</b>	<b>391.409,001</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.3.1 Ubicación del AED y AEV para Sitios de Muestreo y Verificación

Para la ubicación del Área de Exploración Detallada (AED) se desarrolló una cuadrícula 100 hectáreas y para el Área de Exploración de Verificación (AEV) una cuadrícula de 250 hectáreas.

Teniendo en cuenta, que se tiene una intensidad de cuatro (4) observaciones cada 100 hectáreas en área plana para AED y una (1) observación cada 250 hectáreas para AEV; en área inclinada se harán seis (6) observaciones cada 100 hectáreas en AED y una (1) observación cada 250 hectáreas AEV. Para un total de 3.566 verificaciones distribuidas así: 2.507 en área plana y 1.059 en área inclinada, de las cuales 2.197 en AED y 1.369 en AEV (**Tabla 3.281**).

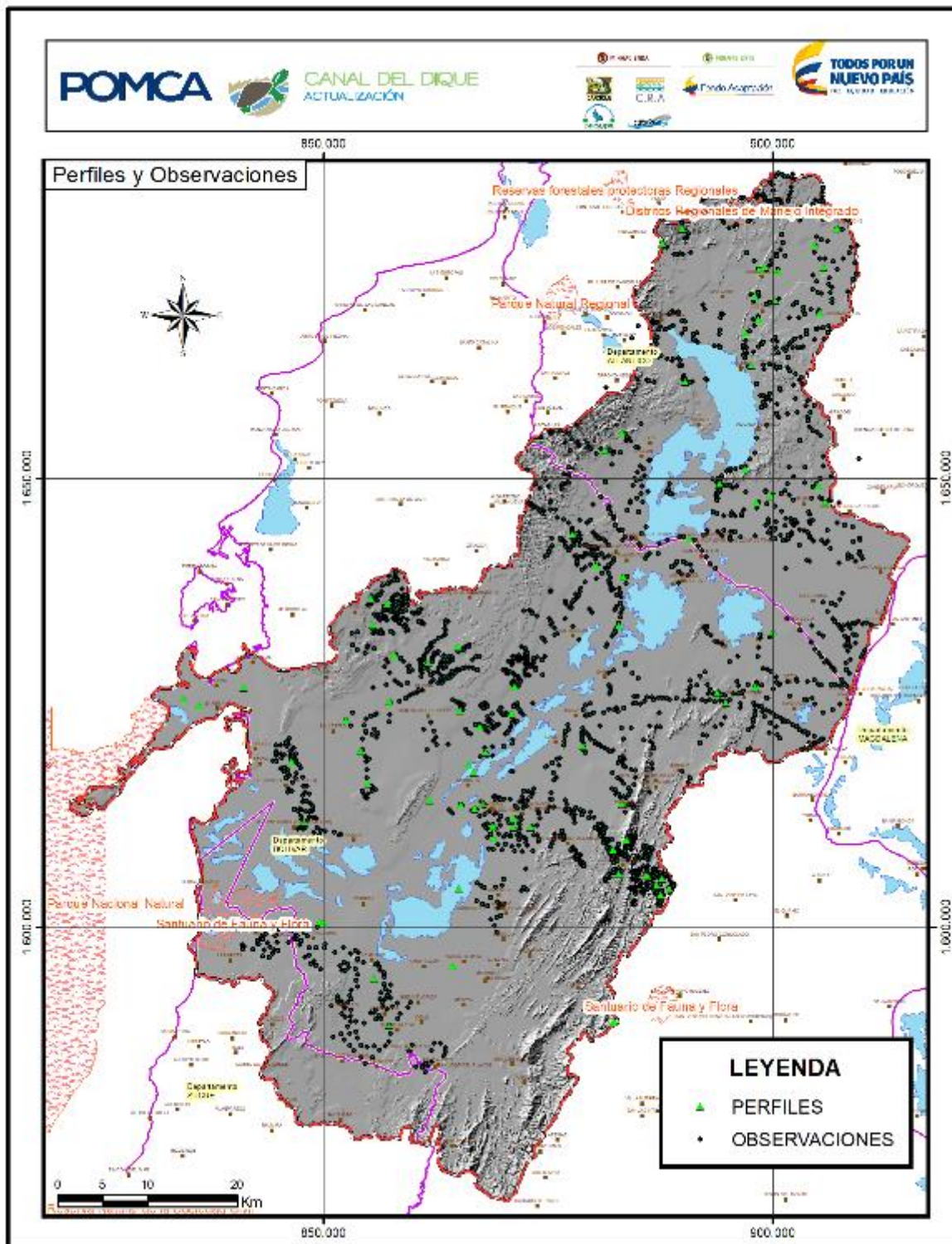
**Tabla 3.281. Densidad de verificaciones AED y AEV.**

	ÁREA	ÁREA PILOTO	ÁREA EXTRAPOLACIÓN	OBS PILOTO	OBS EXTRAPOLACIÓN
<b>PENDIENTE PLANA</b>	295.039	36.879,86	258.159,12	1.475	1.032
<b>PENDIENTE MEDIA A ALTA</b>	96.370	12.046,25	84.323,75	722	337
<b>TOTAL</b>	391.409	48.926	342.483	2.197	1.369
<b>TOTAL OBSERVACIONES (OBS) A DESCRIBIR</b>					3.566

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.612**, se describe la ubicación de los perfiles antes descritos en la **Tabla 3.278** y las observaciones realizadas en pendiente plana y media para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.612. Ubicación de perfiles y observaciones realizadas en la Cuenca Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4 Descripción de las Unidades Cartográficas de Suelos - Geomorfopedológicas

El estudio semidetallado de clasificación por capacidad del uso de las tierras se llevó a cabo en el área de la Cuenca Canal del Dique localizada en los municipios de Usiacurí, Suán, Santa Lucía, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Manatí, Luruaco, Candelaria, Campo De La Cruz, Baranoa en el departamento de Atlántico, Villanueva, Turbaná, Turbaco, Soplaviento, Santa Catalina, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, San Estanislao, San Cristóbal, María La Baja, Mahates, El Carmen De Bolívar, Cartagena De Indias, Calamar, Arroyohondo, Arjona en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, el área de trabajo ocupa una extensión de 441,010 hectáreas.

El área de la cuenca está localizada en los paisajes de Montaña con tipos de relieve espinazos, crestones, valle; paisaje de lomerío con tipo de relieve espinazos, crestones, lomas, colinas, glacis de acumulación, abanico, valle estrecho y vallecito; paisaje de piedemonte con tipos de relieve lomas, colinas, glacis de acumulación, abanico y vallecito; Planicie con tipos de relieve plano de inundación, terraza aluvial nivel 1, plano de marea, plano fluvio deltaico y vallecito. Están ubicados en los climas; cálido seco y cálido muy seco. La precipitación media anual varía entre 500-2000mm.

Los suelos presentan características químicas que están en función del clima y la naturaleza del material parental. La mayoría presenta mediana a alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases, la reacción varía de moderadamente ácida a moderadamente alcalina y la fertilidad entre moderada y alta.

Las unidades de suelos se presentan a continuación, haciendo referencia a los paisajes, climas, tipo de relieve, forma del terreno y material parental, sobre la zona de estudio de la cuenca, las muestras de suelos fueron llevados para los respectivos análisis físicos y químicos al laboratorio de CORPOICA.

Parte de la información se tomó de los levantamientos generales de suelos del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Atlántico (IGAC, 2007) del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Sucre (IGAC, 1998), y del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Bolívar (IGAC, 2004). Para un área efectiva de trabajo de 395439 hectáreas.

#### 3.10.4.1 Descripción de las Unidades de Suelos

Para realizar el estudio de capacidad de uso de las tierras de la Cuenca Canal del Dique se hizo necesario hacer el levantamiento de suelos de esta área, a un nivel semidetallado para obtener un mapa final a escala 1:25.000.

Durante este periodo se analizaron los estudios de suelos realizados por el IGAC de los departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre escala 1.100,000.

- General de suelos a escala 1:100.000 correspondiente al departamento de Atlántico (2007).
- General de suelos a escala 1:100.000) correspondiente al departamento de Bolívar (2004).



- General de suelos a escala 1:100.000) correspondiente al departamento de Sucre (1998).

Al mismo tiempo se recopiló y analizó toda la información de la geología (Servicio nacional geológico), el clima (IDEAM) y vegetación (zonas de vida y formaciones vegetales de Holdridge).

El análisis geomorfológico se hizo en las imágenes de satélite (2015) que cubren la Cuenca Canal del Dique, obteniendo las delimitaciones de tres paisajes: Montaña, Lomerío, Piedemonte y Planicie, cada uno de ellos con diferentes tipos de relieve y sus respectivas formas de terreno.

Posteriormente se efectuó el trabajo de campo, iniciando por el paisaje de montaña, en su parte más alta (500 m.s.n.m), hasta culminar en el paisaje de planicie formado por el río Magdalena, que se encuentra a 0 m.s.n.m en paisaje de planicie.

En el reconocimiento de campo se obtuvo el inventario de suelos, siguiendo el método de zonas piloto, con mapeo libre y transectos previamente determinados en cada geoforma.

Para determinar la distribución geográfica de los suelos se hicieron observaciones de identificación y de comprobación, conociendo el contenido pedológico de cada una de las unidades delimitadas en las imágenes de satélite, con sus respectivas fases por pendiente, erosión, pedregosidad e inundabilidad.

Determinar las unidades cartográficas, con el procedimiento anterior, se procedió a tomar las muestras de suelo de los respectivos perfiles modales (CD) para ello se hicieron calicatas 1.20 x 1.40 x 1.50 m de profundidad, y ellas se caracterizan al detalle los horizontes que forman cada uno de los perfiles.

Se solicitaron los análisis fisicoquímicos necesarios para definir la clasificación taxonómica de cada perfil descrito en el campo, la clasificación taxonómica de cada perfil descrito en el campo, para finalmente evaluar su grado de fertilidad y su capacidad de uso.

Las muestras que se envían al laboratorio de suelos de CORPOICA fueron sometidos a análisis de caracterización taxonómica en el que se determinó los siguientes parámetros: CICA, bases (Ca, Mg, Na, K, P), aluminio de cambio, saturación de bases, carbón orgánico, textura, pH, conductividad eléctrica y densidad aparente.

En el informe técnico se anotan las características geográficas sobresalientes de cada una de las unidades cartográficas de los suelos que las conforman, además se hace un análisis interpretativo de las características físicas y químicas. Todo esto permite hacer un uso y manejo racional del recurso suelo.

La cartografía se obtuvo una vez concluida la extrapolación e interpolación de todos los datos e información obtenida para elaborar el informe técnico del estudio de suelos.

El informe está acompañado del mapa de suelos a escala 1:25.000 el cual contiene los símbolos de las unidades cartográficas y la leyenda respectiva de suelos.

Los símbolos de las unidades de suelos están representados por dos letras mayúsculas, que indican la primera de ella el paisaje y la segunda de ellas el clima ambiental, acompañado de un número arábigo de (2 cifras) que indica el contenido pedológico. Este símbolo está acompañado por subíndices alfanuméricos, que indican rangos de pendiente, grado de erosión, pedregosidad e inundabilidad.

- Letras utilizadas para los paisajes:
  - M: Montaña.
  - L: Lomerío.
  - P: Piedemonte.
  - R: Planicie.
- Letras que indican el clima:
  - W: Cálido seco.
  - X: Cálido muy seco.
- Letras utilizadas para los ambientes morfogenéticos:
  - s: Estructural – erosional.
  - i: Depositacional aluvio coluvial.
  - e: Erosional.
  - x: Depositacional coluvio – aluvial.
  - a: Depositacional aluvial.
  - m: Depositacional marino.
  - f: Depositacional fluvio-marino.
- Letras y números empleados para las siguientes fases:
  - Por pendiente a (1-3%), b (3-7%), c (7-12%) d (12-25%), e (25-50%), f (50-75%), g (>75%).
  - Por erosión ligera (1), moderada (2), severa (3), muy severa (4).
  - Por pedregosidad: P (pedregosidad superficial).
  - Por inundabilidad y/o encharcamiento: i.
  - Por salinidad: s.

Ejemplo de un símbolo de unidad cartográfica de suelos:

- MsX01
  - M: Paisaje de montaña
  - s: ambiente morfogenético estructural erosional
  - X: Clima cálido muy seco
  - 01: Consociación

- f: Pendiente (50-75%)
- 2: Erosión moderada

### 3.10.4.2 Descripción de las Unidades Cartográficas de Suelos

Aquí se describen las UCS con sus respectivos contenidos pedológicos, siguiendo el orden de la leyenda geomorfopedológica (ver **Tabla 3.456**), se analizan las propiedades fisicoquímicas y se comentan los factores que originaron la evolución de los suelos y los procesos de formación de los mismos.

Se discute en cada UCS lo relacionado con sus componentes, localización geográfica, climática y geomorfológica, el material parental, relieve, pendiente, erosión, drenaje natural, grupo textural, vegetación natural, y uso actual.

Los resultados de los análisis químicos de los suelos modales se presentan en **Anexo 3.10.1**.

#### 3.10.4.2.1 Consociación MsX01: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-31

Esta consociación ocurre en las laderas estructurales y erosionales de los espinazos, del paisaje de montaña, ubicado en el parque los colorados y geográficamente se localiza en los municipios de San Juan de Nepomuceno y San Jacinto, del departamento de Bolívar. Presenta un relieve fuertemente inclinado a moderadamente escarpado con pendientes entre 12 al 75%; ocupa un área de 221,86 hectáreas, que corresponden el 0,05% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 478 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a la agricultura con cultivos como aguacate y en algunos sectores se cultiva maíz y frutales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies yurumo y palma.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son muy superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas, afectados por contacto paralítico, erosión ligera y moderada.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-31); y en un 10% Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica MsX01 son d1, d2, e1, e2, f2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.282** y **Fotografía 3.57**.

**Tabla 3.282. Descripción perfil modal CD-31.**

DESCRIPCIÓN	
0 – 17 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura franca arcillo arenosa con 25% de fragmentos de rocas; estructura en bloques subangulares, finos y medias, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medios, irregulares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, claro; pH 7,1 reacción neutra.
Ap	
17 – 32 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura franca arcillo arenosa con 30% de fragmentos de rocas; estructura en bloques subangulares, finos y medias, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medios, irregulares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, claro; pH 6,8 reacción neutra.
Bw	
32 – X cm	Contacto lítico.
CR	
80 – X cm	Contacto paralítico.
Cr	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.57. Perfil modal CD-31.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón.



### 3.10.4.2.1.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.283. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-31.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	AL meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-17	52,35	22,7	24,94	F Ar A	7,1	0,83	5,52	0	Alta
17-32	58,69	20,56	20,74	F Ar A	6,8	0,43	4,86	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da
00-17	31,31	76,7	19,1	4,65	0,16	0,1	-----
17-32	26,22	99,4	20,8	5,01	0,09	0,12	-----

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.1.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales y limitados por presencia de piedra en la superficie.

### 3.10.4.2.1.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación Msx01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, debido a la presencia de calcio alto, este elemento ayuda a mejorar las condiciones físicas del suelo a la vez que es un elemento importante para las plantas, pero una alta concentración en el suelo induce a problemas nutricionales a los cultivos, el magnesio es alto, el fósforo es bajo, el potasio se encuentra en cantidades bajas y el sodio se encuentra bajo en el primer horizonte y normal en el segundo, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.2 Consociación MsX02: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-56

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los crestones, del paisaje de montaña, ubicado en la vereda bajo grande y geográficamente se localiza en el municipio de San Juan de Nepomuceno, del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de ligera a moderadamente escarpado con pendientes entre 25 al 75%; ocupa un área de 68,84 hectáreas, que corresponden el 0,02% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 353 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a la agricultura con cultivos como aguacate y en algunos sectores se cultiva maíz y frutales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Guásimo, Cedro, Palma amarga, vara de humo, Canelete.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son muy superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas con fragmentos de rocas, erosión moderada.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-56); y en un 10% Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica es MsX02 son e, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.284** y **Fotografía 3.58**.

**Tabla 3.284. Descripción perfil modal CD-56.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 22 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); Textura franco-arenosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces muy finas, finas, medianas y gruesas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite claro, plana; pH 6.7, neutro. Cascajo en un 35%.
22 - 76 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); Textura franco-arenosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros muy Finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas, muy finas, finas, medias y gruesas, Vivas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite gradual, plana, pH 6.2. Ligeramente ácido. Cascajo en un 65%.
76 - 122 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/8); franco arenoso; estructura en bloques sub angulares, finos y medios, débil; consistencia en húmedo friable, ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces medias; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.5 ligeramente ácido. Cascajo en un 80%.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.58. Perfil modal CD-56.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón.

### 3.10.4.2.2.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.285. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-56.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-22	60,89	22,54	16,57	F A	6,74	0,67	8,58	0	Alta
22-76	71,19	18,41	10,4	F A	6,22	0,16	3,8	0	
76-122	65,11	24,5	10,39	F A	6,59	0,08	3,71	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-22	16,07	86,7	10,8	3,07	0,06	<0,10	1,09		
22-76	17,16	89,5	12,4	2,8	<0,06	0,16	1,14		
76-122	17,1	84,9	11,4	3	<0,06	0,16			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.2.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, muy superficiales y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

### 3.10.4.2.2.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación MsX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutros en superficie y ligeramente ácido en profundidad, debido a la presencia de calcio alto, este elemento ayuda a mejorar las condiciones físicas del suelo a la vez que es un elemento importante para las plantas, pero una alta concentración en el suelo induce a problemas nutricionales a los cultivos, el magnesio es alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, el fósforo se encuentra bajo, y el sodio se encuentra bajo en el primer horizonte y normal a profundidad, la capacidad de intercambio catiónico es medio y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.3 Consociación MsX03: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-55

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los crestones, del paisaje de montaña, ubicado en la vereda bajo grande y geográficamente se localiza en el municipio de San Juan de Nepomuceno, del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a moderadamente escarpado con pendientes entre 12 al 75%; ocupa un área de 495,9 hectáreas, que corresponden al 0,11% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 266 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a la agricultura con cultivos como aguacate y en algunos sectores se cultiva maíz y frutales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies Caracolí, Canelete, Mataratón, Guásimo, Varasanta, Palma amarga.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas con fragmentos de rocas, erosión moderada.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-55); y en un 10% Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica MsX03 d2, e2 y f2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.286** y **Fotografía 3.59**.



**Tabla 3.286. Descripción perfil modal CD-55.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 24 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); Textura franco-arcillosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos, finos, medianos y gruesos; frecuentes raíces muy finas y finas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite claro, plana; pH 6.8, Neutro. Cascajo en un 20%.
24 - 62 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); Textura franco-arenosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy Finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas, medias y gruesas, Vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, plana, pH 6.8. Neutro. Gravilla en un 25%.
62 - 116 cm	Color en húmedo pardo (7.5YR5/8); franca; estructura en gránulos, finos, débil; consistencia en húmedo friable, ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos, finos, medianos y gruesos; frecuentes raíces muy finas y finas, pocas medias; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual, plana, pH 6,9. Neutro. Gravilla en un 35%.
116 - 139 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); franco-arenosa; estructura en gránulos, finos, débil; consistencia en húmedo friable, ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; frecuentes raíces muy finas y finas, pocas gruesas; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.1. Neutro. Gravilla en un 50%.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.59. Perfil modal CD-55.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón.

### 3.10.4.2.3.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.287. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-55.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-24	37,33	35,41	27,26	F Ar	6,8	0,62	40,2	0	Alta
24-62	56,24	26,98	16,78	F A	6,8	0,22	6,1	0	
62-116	43,89	35,21	20,89	F	6,9	0,13	8,3	0	
116-139	52,09	35,28	12,63	F A	7,1	0,1	10,8	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-24	22,29	99,9	16,6	5,41	0,11	0,15	1,07		
24-62	23,99	89,5	16,1	5,19	0,09	0,13	1,13		
62-116	22,21	SAT	16,4	6,4	0,1	0,14			
116-139	22,71	SAT	15	7,49	0,09	0,14			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.3.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, profundos y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

### 3.10.4.2.3.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación MsX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutros, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, el fósforo se encuentra alto en superficie y bajo en profundidad, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.4 Consociación MiX01: Aquic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-32

Esta consociación ocurre en la vega de los vallecitos, del paisaje de montaña, geográficamente se localiza en el municipio de San Juan de Nepomuceno, del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de ligeramente inclinado con pendientes entre 3 al 7%; ocupa un área de 164,85 hectáreas, que corresponden al 0,04% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 465 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería en pastoreo intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Caracolí, Mataratón, Guásimo, Palma amarga.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio-coluvial; los suelos son moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, de texturas moderadamente finas, inundables.

La consociación está integrada por los suelos Aquic Haplustepts, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-32); y en un 25% Typic Haplustepts, isohipertérmica.

La fase de la unidad cartográfica MiX01 es bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.288** y **Fotografía 3.60**.

**Tabla 3.288. Descripción perfil modal CD-32.**

DESCRIPCION	
00 - 15 cm	Color en húmedo pardo oliva (2.5Y4/3); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos, medios, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular, plano; pH 7.5 reacción ligeramente alcalino.
Ap	
15 – 47 cm	Color en húmedo pardo oliva (2.5YY4/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro, plano, pH 7,9 reacción moderadamente alcalino.
Bw1	
47 – 68 cm	Color en húmedo (2,5Y5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano, irregular; pH 5,1 reacción fuertemente ácido
Bw2	
68 – 89 cm	Colores en húmedo (2.5Y3/3) y 15% de (10YR7/2); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medios, irregulares, continuos; no hay actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH 8.1 fuertemente alcalino.
Ab	
89 – 107 cm	Colores en húmedo (2.5Y4/3) y 20% de (10YR7/3); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medios, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.4 fuertemente alcalino.
2 <sup>a</sup>	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.60. Perfil modal CD-32.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Aquic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón, drenaje moderado.

#### 3.10.4.2.4.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.289. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-32.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-15	48,41	30,85	20,74	F	7,5	1,4	16,1	0	Alta
15-47	31,45	38,45	30,09	F Ar	7,9	0,8	7,9	0	
47-68	12,03	22,46	65,51	Ar	5,1	0,6	9,5	0	
68-89	46,74	26,54	26,72	F Ar A	8,1	0,7	6,7	0	
89-107	54,75	20,49	24,77	F Ar A	8,4	0,5	6,1	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-15	25,37	SAT	14,1	11,1	0,48	0,17	1,18		
15-47	26,86	SAT	17,1	14,5	0,18	0,6	1,18		
47-68	38,7	SAT	13,1	26,5	0,37	14,7			
68-89	22,7	SAT	13,9	12,9	0,1	0,7			
89-107	21,09	SAT	11,1	10,7	0,06	0,74			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.4.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser moderados bien drenados, de texturas moderadamente finas, profundos.

#### 3.10.4.2.4.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación MiX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH alcalinos y muy alcalinos y se encuentra un horizonte fuertemente ácido, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra alto en el primer horizonte y bajo en profundidad, el fósforo se encuentra bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

#### 3.10.4.2.5 Consociación LsW01: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-42

Esta consociación ocurre en la ladera estructural y ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, ubicado en la vereda arroyo hondo y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco), Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar y Arroyohondo) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a moderadamente escarpado con pendientes entre 12 al 75%; ocupa un área de 8679,67 hectáreas, que corresponden al 1,97% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 51 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies Calabazo, Trupillo, Campano, Roble Guásimo.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas con fragmentos de rocas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-42); y en un 25% Lithic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW01 son d, d1, d2, e, e1, e2, f2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.290** y **Fotografía 3.61**.

**Tabla 3.290. Descripción perfil modal CD-42.**

DESCRIPCIÓN	
0-20	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura franco arcillo arenosa; muchos fragmentos rocosos tipo piedra, estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medianos de forma irregulares y continuos;
Ap	frecuentes raíces muy finas y pocas medias y gruesas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difusa de topografía ondulada; pH 5,9 reacción moderadamente ácida.
20-48	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura franco arcillo arenosa; frecuentes fragmentos rocosos tipo piedra, estructura en bloques subangulares, clase fina y gruesa, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos de forma irregulares y continuos;
Bw	pocas raíces finas, medias y gruesas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difusa de topografía ondulada; pH 5.7 reacción moderadamente ácida.
48-102	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura franco-arcillosa; abundantes fragmentos rocosos tipo guijarro; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces, poca actividad de macroorganismos; pH 6,5.
C1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.61. Perfil modal CD-42.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón.

### 3.10.4.2.5.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.291. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-42.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-20	53,03	18,31	28,6	F Ar A	5,9	1,1	6,45	0	Media
20-48	51,17	20,27	28,56	F Ar A	5,7	0,9	77	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-20	14,3	78,7	8,2	2,8	0,12	0,13	-----		
20-48	15,7	56,9	6,8	1,9	0,08	0,15	-----		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.5.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, profundos y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

### 3.10.4.2.5.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácidos, calcio alto, el magnesio alto a medio, el potasio se encuentra en cantidades bajas, el fósforo se encuentra alto en superficie y bajo en profundidad, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es medio y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.6 Consociación LsW02: Typic Calciustolls, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-8

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en la vía agua de pablo y geográficamente se localiza en el municipio de Manatí, departamento de Atlántico. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 782,54 hectáreas, que corresponden al 0,18% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 33 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Guayacán, Trupillo, Pringamoza, Orejaemulo, Tuna.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas gruesas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Calciustolls, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-8); y en un 10%, Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW02 son d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.292** y **Fotografía 3.62**.

**Tabla 3.292. Descripción perfil modal CD-8.**

DESCRIPCIÓN	
0-32 cm	Color en húmedo marrón amarillento opaco (10YR 5/4); textura franca arcillo arenosa; estructura en gránulos, finas, débil; consistencia en seco suelto, en húmedo suelto, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros gruesos; muchas raíces gruesas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción violenta a (HCl); límite claro, ondulado; pH 8.4, moderadamente alcalino.
Ap	
32-70 cm	Color en húmedo amarilleo naranja (10YR7/8); textura arenosa franca; 5% de fragmentos de roca, laja, de forma angular; sin estructura (suelta); consistencia en seco polvosa, en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción violenta a (HCl); límite claro, ondulado; pH 8.7, fuertemente alcalino.
C1	
70-120 cm	Color en húmedo amarillo naranja brillante (10YR8/4); Textura arenosa; consistencia en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; frecuentes hay raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción violenta a (HCl); pH 8.5, fuertemente alcalino.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.62. Perfil modal CD-8.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Calciustolls, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de epipedón molíco.

### 3.10.4.2.6.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Calciustolls, Isohipertérmica

**Tabla 3.293. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-8.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-32	60,5	18	21,9	F Ar A	8,4	0,4	28	0	Media
32-70	82,6	10	7,2	A F	8,7	0,08	36,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB	Ca	Mg	K	Na		
00-32	13,8		SAT	29,6	2,9	0,2	<0,10		
32-70	5,7		SAT	24,6	1,6	<0,06	<0,10		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.6.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, profundos y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

### 3.10.4.2.6.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH muy alcalino, debido a la presencia de calcio alto, este elemento ayuda a mejorar las condiciones físicas del suelo a la vez que es un elemento importante para las plantas, pero una alta concentración en el suelo induce a problemas nutricionales a los cultivos, el magnesio alto a medio, el potasio se encuentra en cantidades de medias a bajas, el fósforo se encuentra en cantidades medias, y el sodio es bajo, la capacidad de intercambio catiónico es medio de a baja y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.7 Consociación LsW03: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-41

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en agua de pablo y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Repelón, Piojo, Manatí y Luruaco) y Bolívar (Municipio de Mahates). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 721,10 hectáreas, que corresponden al 0,16% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 43 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies Calabazo, Trupillo, Guácimo, Campano, Roble.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-41); y en un 10%, Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW03 son d2, d3, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.294** y **Fotografía 3.63**.

**Tabla 3.294. Descripción perfil modal CD-41.**

DESCRIPCIÓN	
0-22	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos y medianos y frecuentes muy finos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces medias y pocas finas en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 7,0. Reacción neutra.
Ap	
22-49	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media y gruesa, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y plástica; muchos poros finos y medianos, frecuentes muy finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite gradual de topografía ondulada; pH 7,1. Reacción neutra.
Bw	
49-88	Color en húmedo pardo amarillento pardusco (10YR6/6); textura franco-arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces, no hay actividad de macroorganismos; pH 8,6, reacción fuertemente alcalina.
C1	
88-120	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (5YR5/2); textura franco-arcillosa; frecuentes fragmentos rocosos tipo piedra, fuerte y frecuentes tipo pedregón con alteración; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces, poca actividad de macroorganismos; pH 8,4. Moderadamente alcalino.
C1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.63. Perfil modal CD-41.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.7.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.295. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-41.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-22	22,01	18,93	59,06	Ar	7	0,6	7,4	0	Alta
22-49	24,4	20,9	54,6	Ar	7,1	0,4	9,8	0	
49-88	30,9	37,5	31,4	F Ar	8,6	0,2	30,8	0	
88-120	37,5	33,2	29,2	F Ar	8,4	0,03	21,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-22	42,3	83,5	19,5	14,5	0,26	1,04	1,07		
22-49	36,4	86,8	16,9	12,9	0,23	1,51	1,54		
49-88	29,6	SAT	32,8	11,8	0,22	2,3			
88-120	29,5	SAT	31,1	12	0,27	2,38			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.7.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas, moderadamente profundos y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

### 3.10.4.2.7.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es neutro en superficie y muy alcalino en profundidad, calcio alto, magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades de medias, el fósforo es bajo en superficie y medio en profundidad, y el sodio es medio, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.8 Consociación LsW04: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-67

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en La Quemada y geográficamente se localiza en el municipio de Piojó, departamento de Atlántico. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 646,11 hectáreas, que corresponden el 0,15% del área de estudio.



Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 132 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, se encuentra bien conservada ya que, esta utilizada en reservas forestales y conservación, y se encuentran especies como Fundación, Quebracho, Zorrocloco, Tuna, Aromo, Bejuco de cadena entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-67); y en un 10%, Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW04 son d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.296** y **Fotografía 3.64**.

**Tabla 3.296. Descripción perfil modal CD-67.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 17 cm	Color en húmedo Pardo grisáceo (2,5Y4/3); Textura Arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los peds; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, de forma plana; pH 5,8 moderadamente ácido.
Ap	
17 - 37 cm	Color en húmedo Pardo amarillento oscuro (10YR4/4); Textura Arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los peds; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, de forma plana; pH 6,7 Neutro.
AB	
37 - 86 cm	Color en húmedo Pardo amarillento (10YR5/4); Textura Arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado Pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los peds; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, de forma plana; pH 5,5 fuertemente ácido.
Bw	
86 - 120 cm	Color en húmedo Pardo oscuro a pardo (10YR4/3); Textura Arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado Muy Pegajosa y muy plástica; pocos poros finos y muy finos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 7,1 Neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.64. Perfil modal CD-67.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.8.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.297. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-67.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-17	32,21	22,5	45,2	Ar	5,8	0,51	6,8	0	Alta
17-37	36,6	20,3	42,9	Ar	6,7	0,29	8,1	0	
37-86	30,2	22,5	47,2	Ar	5,5	0,39	7,8	0	
86-120	26	32,7	41,1	Ar	7,1	0,17	27,4	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-17	20	73,7	8,7	5,3	0,21	0,53	1,67		
17-37	19,7	86,1	9,1	5,6	0,16	2,1	1,88		
37-86	22,8	77,1	8,8	5,7	0,18	2,9			
86-120	22,9	SAT	57,4	7,8	0,22	4,7			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.8.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas, moderadamente profundos y limitados por presencia fragmentos de roca en el suelo.

#### 3.10.4.2.8.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es neutro y moderadamente ácido, calcio alto, magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades de medias y bajas, el fósforo es bajo en superficie y medio en profundidad, y el sodio es medio, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

#### 3.10.4.2.9 Consociación LsW05: Typic Haplusterts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-68

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en Agua vivas y geográficamente se localiza en los municipios de Piojó, Repelón y Manatí del departamento de Atlántico. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 336,01 hectáreas, que corresponden el 0,08% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 170 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, se encuentra bien conservada ya que, esta utilizada en reservas forestales y conservación, y se encuentran especies como, Aromo y calabazo entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-68); y en un 10%, Vertic Haplusteps, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW05 son d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.298** y **Fotografía 3.65**.

**Tabla 3.298. Descripción perfil modal CD-68.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 41 cm	Color en húmedo Pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, plano; pH 5.4, fuertemente ácida.
Ap	
41 – 93 cm	Color en húmedo Pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, plano; pH 4,7 muy fuertemente ácido.
Bw	
93 – 120 cm	Color en húmedo Gris (2.5Y5/1); textura arcillosa; sin estructura (Masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos; sin presencia de raíces; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 5.7, moderadamente ácido.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.65. Perfil modal CD-68.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplusterts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico, condiciones verticas.



3.10.4.2.9.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplusterts, Isohipertérmica

**Tabla 3.299. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-68.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-41	10,7	20,7	68,5	Ar	5,4	0,72	5,8	0	Alta
41-93	11	20,6	68,2	Ar	4,7	0,26	5,9	0	
93-120	13,6	22,5	63,8	Ar	5,7	0,1	8,3	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB	Ca	Mg	K	Na		
00-41	31,9		76,8	9,1	13,2	0,46	1,73		
41-93	29,1		SAT	28,8	13,2	0,33	4,81		
93-120	26		SAT	32,1	14,4	0,28	6,24		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.9.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Vertic Haplusterts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas, profundos y limitados por contenidos altos de arcilla.

3.10.4.2.9.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es fuertemente a moderadamente ácido en profundidad, calcio alto, magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades altas y medias, el fósforo es bajo, sodio de medio a alto, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

3.10.4.2.10 Consociación LsW06: Typic Haplustolls, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-17

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en Laureles y geográficamente se localiza en los municipios de Turbaco, Turbaná, Calamar y Arroyohondo del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 1213,08 hectáreas, que corresponden el 0,28% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 171 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Bonga, Guásimo, Limoncillo, herbazales, rastrojos.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias químicas carbonatas; los suelos superficiales, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustolls, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-17); y en un 25%, Typic Calciustolls, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW06 son d, d2, e.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.300** y **Fotografía 3.66**.

**Tabla 3.300. Descripción perfil modal CD-17.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 35 cm	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura franco arcillo arenosa; con abundantes fragmentos rocosos tipo cascajo, muchos tipo piedra y frecuentes tipo pedregón; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y frecuentes muy finos, de forma irregular, continuos; muchas raíces medias y pocas gruesas, en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacciona ligeramente al HCl; pH 8.1, moderadamente alcalino.
Ap	
35 - X cm	Roca sedimentaria de tipo lodolita calcárea blanca meteorizada, a los 50 cm se encuentra la roca fresca.
R	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.66. Perfil modal CD-17.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustolls, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de epipedón molíco.

### 3.10.4.2.10.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustolls, Isohipertérmica

**Tabla 3.301. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-17.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-35	55,1	18,68	26,2	F Ar A	8,1	2,3	4,4	0	Alta
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-35	20,6	SAT	43,5	1,3	0,2	0,11	-----		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.10.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Calciustolls, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas, superficiales y limitados por altos contenidos de calcio.

### 3.10.4.2.10.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es muy alcalino, calcio alto, magnesio bajo, el potasio se encuentra en cantidades medias, el fosforo es bajo, sodio normal, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.11 Consociación LsW07: Typic Calciusteps, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-7

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, geográficamente se localiza en los municipios de Turbaco, Turbaná, Calamar y Arroyohondo del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 al 50%; ocupa un área de 451,80 hectáreas, que corresponden el 0,10 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 58 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Totumo, Pringamoza, Hoyitodemono, Dormidera.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias químicas carbonatas; los suelos son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Calciusteps, isohipertérmica, en un 80% (perfil modal CD-07); y en un 20%, Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsW07 son d, d2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.302** y **Fotografía 3.67**.

**Tabla 3.302. Descripción perfil modal CD-7.**

DESCRIPCIÓN	
0-32 cm	Color en húmedo marrón (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finas y medias, débil; consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte a (HCl); límite claro, ondulado; pH 8.3, moderadamente alcalino.
Ap	
32-75 cm	Color en húmedo marrón amarillento brillante (10YR6/8); Textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débil; consistencia en seco suelta, en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción violenta a (HCl); límite claro, plano; pH 8.3, moderadamente alcalino.
Bw	
75-115 cm	Color en húmedo marrón amarillento brillante (10YR7/6); con 20% de blanco (WP 4/9); Textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción violenta a (HCl); pH 8.5, moderadamente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.67. Perfil modal CD-7.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Calciusteps, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico y cantidades altas de calcio.

### 3.10.4.2.11.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Calciusteps, Isohipertérmica

**Tabla 3.303. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-07.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-32	10,3	16,8	72,8	Ar	8,3	1	12,9	0	Alta
32-75	9,6	29	61,3	Ar	8,3	0,3	5,6	0	
75-115	11,3	27	61,5	Ar	8,5	0,2	3,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-32	41,3	SAT	57,1	1,6	0,25	0,15	1,06		
32-75	30,7	SAT	51,4	1	0,16	0,21	0,95		
75-115	29,9	SAT	48,6	1,3	0,15	0,19			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.11.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y profundos.

### 3.10.4.2.11.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsW07

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es muy alcalino, calcio alto, magnesio medio en superficie y bajo en profundidad, el potasio es medio y bajo en profundidad, el fósforo es bajo, sodio normal, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.12 Consociación LsX01: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-29

Esta consociación ocurre en las laderas estructural y erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, ubicado en la finca gracias a Dios y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco y Repelón), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, el Carmen de Bolívar, Santa

Catalina y María La Baja) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a fuertemente escarpado con pendientes entre 12 a >75%; ocupa un área de 20.951,79 hectáreas, que corresponden al 4,75% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 167 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por agricultura de cultivos semiperennes. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Totumo, Pringamoza, Dormidera.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas sobre esqueléticas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-29); y en un 25%, Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsX01 son d, d1, d2, e, e1, e2, f1, f2, g2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.304** y **Fotografía 3.68**.

**Tabla 3.304. Descripción perfil modal CD-29.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 22 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 6,9 reacción neutro.
Ap	
22 - 43 cm	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura franco-arcillosa con un 30% de fragmentos de rocas; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 7,1 reacción neutro.
Bw1	
43 – 80 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura arcillosa con 60% de fragmento de rocas; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite difuso, irregular; pH 7,2 reacción neutro.
Bw2	
80 – X cm	Contacto paralítico.
Cr	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.68. Perfil modal CD-29.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.12.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.305. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-29.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-22	34,7	28,8	36,3	F Ar	6,8	1,4	9,7	0	Alta
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB	Ca	Mg	K	Na	Da	
00-22	28,5		87,1	17,2	7,3	0,31	<0,10	1,15	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.12.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y superficiales.

### 3.10.4.2.12.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es neutro, calcio alto, magnesio alto, el potasio es medio, el fosforo es bajo, sodio bajo, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.13 Consociación LsX02: Typic Ustorthents, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-43

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los espinazos, del paisaje de lomerío, geográficamente se localiza en el municipio de Repelón, departamento de Atlántico. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 144,30 hectáreas, que corresponden al 0,03 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 100 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por especies forestales de producción y protección. Quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Bracharia, Trompillo y pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos son moderadamente superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Ustorthents, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-43); y en un 10%, Typic Dystrustepts, isohipertérmica.

Las fases de la unidad cartográfica LsX02 d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.306** y **Fotografía 3.69**.

**Tabla 3.306. Descripción perfil modal CD-43.**

DESCRIPCION	
0-25 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes finos y medianos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces finas y medias en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6,7, reacción neutra.
25-71 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura franca arcillo arenosa, con pocos fragmentos rocosos tipo piedra; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástico, frecuentes poros finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas y muy finas, en estado vivas de distribución



DESCRIPCION	
	normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 7,7, reacción ligeramente alcalina.
71-120 cm	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura franco-arenosa; con muchos fragmentos rocosos tipo piedra; sin estructura, suelta; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros finos y muchos medianos y gruesos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8,7. Reacción fuertemente alcalina.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.69. Perfil modal CD-43.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Ustorthents, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, ausencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.13.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Ustorthents, Isohipertérmica

**Tabla 3.307. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-43.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	PH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-25	50,6	14,3	35	Ar A	6,7	0,9	8,1	0	ALTA
25-71	52,5	22,6	24,8	F Ar A	7,7	0,2	54,3	0	
71-120	63	22,4	14,4	F A	8,7	0,2	4,1	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-25	23,8	75	12,3	5,1	0,22	0,23	-----		
25-71	30,2	79,7	15,7	7,6	0,17	0,61	-----		
71-120	20,6	SAT	34,7	7,4	0,13	0,78			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.13.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Dystrustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y profundos.

### 3.10.4.2.13.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH va de neutro a muy alcalino, calcio alto, magnesio alto, potasio medio en superficie y bajo en profundidad, el fosforo es alto a bajo, sodio, normal, la capacidad de intercambio catiónico es alto y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.14 Consociación LsX03: Vertic Calciusteps, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-66

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, ubicado en la Tronera y geográficamente se localiza en el municipio de Repelón y Manatí, departamento del Atlántico. Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 194.86 hectáreas, que corresponden al 0.04% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por agricultura con cultivos perennes. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies Olivo, Trupillo y pasto cerrado.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Vertic Calciusteps, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-66); y en un 10%, Typic Haplusteps, isohipertérmica.

Las fases para la unidad cartográfica LsX03 d, d2, e, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.308** y **Fotografía 3.70**.

**Tabla 3.308. Descripción perfil modal CD-66.**

DESCRIPCION	
0 - 23 cm	Color en húmedo Pardo oscuro a pardo (10YR4/3); Textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy Pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los pedos; frecuente actividad de macroorganismos; reacción violenta al HCl, no presenta reacción al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro, de forma plana; pH 8,4 Moderadamente alcalino.
23 - 62 cm	Color en húmedo Pardo oliva claro (2,5Y5/4); Textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los pedos; poca actividad de macroorganismos; reacción violenta al HCl, no presenta reacción al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro, de forma plana; pH 7,9 Moderadamente alcalino.
62 - 94 cm	Color en húmedo Amarillo oliva (2,5Y6/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, Moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy Pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los pedos; no hay actividad de macroorganismos; reacción violenta al HCl, no presenta reacción al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro, de forma plana; pH 8,1 Moderadamente alcalino.
94 - 125 cm	Color en húmedo Amarillo pardusco (10YR6/6), con 30 % de moteados color Oliva pálido (5Y6/4); Textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado Muy Pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; reacción violenta al HCl, no presenta reacción al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro, de forma plana; pH 8,3 Moderadamente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.70. Perfil modal CD-66.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Vertic Calciusteps, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico, algunas características verticas y alto contenidos de calcio.

#### 3.10.4.2.14.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Calciusteps, Isohipertérmica

**Tabla 3.309. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-66.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-23	23,3	19,1	57,5	Ar	8,4	1,5	13,9	0	Alta
23-62	9,1	60,4	30,4	F Ar L	7,9	0,3	6,5	0	
62-94	13,4	21,5	64,9	Ar	8,1	0,2	<3,51	0	
94-125	22,2	2,1	75,5	Ar	8,3	0,2	<3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-23	39,7	SAT	46,6	3,6	0,5	0,8	1,63		
23-62	31,7	SAT	93	2,7	0,21	3,6	1,59		
62-94	29	SAT	96	4,4	0,21	7,54			
94-125	35	SAT	69,7	9,5	0,37	18,7			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.14.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y profundos.

#### 3.10.4.2.14.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es muy alcalino, calcio alto, magnesio alto, potasio alto en superficie y medio en profundidad, el fósforo es bajo, sodio va de normal a alto en profundidad, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

#### 3.10.4.2.15 Consociación LsX04: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-14

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los espinazos, del paisaje de lomerío, ubicado en la vereda Naranjal vía San Cayetano-Barreto y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco) y Bolívar (Municipios de Turbaná, San Juan Nepomuceno y Cartagena). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 767,64 hectáreas, que corresponden al 0,17 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 223 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por ganadería en pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies como Teca, Guácimo, Mataratón.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias químicas carbonatas; los suelos son superficiales, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-14); y en un 10%, Lithic Ustorthents, isohipertérmica.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, son el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

Las fases de la unidad cartográfica LsX04 son d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.310**.

**Tabla 3.310. Descripción de perfil modal CD-14.**

DESCRIPCIÓN	
0-18 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medianos, de forma tubular, continuos; muchas raíces finas y pocas medias, en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 7.4, ligeramente alcalino.
18 - 35 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) con moteados color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros medianos y frecuentes poros finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces finas y pocas medias, en estado vivas y muertas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 7.7, ligeramente ácido.
35 - 51 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6) y (10YR5/4); textura franco arcillosa; con pocos fragmentos rocosos tipo piedra; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; con pocas concentraciones de clase polvo, de carbonatos, de forma laminar, tamaño fino y distribución uniforme; pocos poros finos y frecuentes poros medianos, de forma irregular, continuos; pocas raíces finas, en estado muertas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 8.1, moderadamente alcalino.
51 - 120 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6) y gris parduzco claro (10YR6/2); textura franco arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo piedra y guijarro; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; con pocas concentraciones de clase polvo, de carbonatos, de forma laminar, tamaño medio y distribución uniforme; pocos poros finos y frecuentes poros medianos, de forma tubular e irregular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.0, moderadamente ácido.
Cr2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.15.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.311. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-14.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-18	27,2	29,2	43	Ar	7,4	1,7	9,8	0	ALTA
18-35	30,5	29,7	39,6	F Ar	7,7	0,8	6	0	
35-51	33,7	33,5	32,7	F Ar	8,1	0,4	4,6	0	
51-120	50,7	25	24,2	F Ar A	8	0,1	4,7	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-18	34,6	90,4	27,2	3,7	0,28	0,11	1,79		
18-35	31,5	97	27,5	2,8	0,13	0,11	1,79		
35-51	30,5	SAT	40,1	2,4	0,11	<0,10			
51-120	26,9	96	23,8	1,8	0,08	0,14			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.15.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Lithic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y superficiales.

#### 3.10.4.2.15.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH es muy alcalino, calcio alto, magnesio alto, potasio alto en superficie y medio en profundidad, el fósforo es bajo, sodio va de normal a alto en profundidad, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

#### 3.10.4.2.16 Consociación LsX05: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-30

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, ubicado en la finca las palmeras vía San Cayetano-Barreto y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaná, San Juan de Nepomuceno y Cartagena). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 188,78 hectáreas, que corresponden el 0,04% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 168 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por ganadería en pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies como Guácimo, Mataratón.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias químicas carbonatas; los suelos son superficiales, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-30); y en un 10%, Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son d2, e2. Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.312** y **Fotografía 3.71**.

**Tabla 3.312. Descripción de perfil moda CD-30.**

DESCRIPCION	
00 – 23 cm	Color en húmedo gris pardo amarillento claro (10YR6/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH 7,2 reacción neutra.
Ap	
23 – 52 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/8); textura arcillosa con 30% de fragmentos de rocas; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; mucho poros finos y medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular; pH 7,6 reacción ligeramente alcalina.
Bw1	
52 – 78 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR7/8); textura franco-arcillosa con 40% de fragmentos de rocas; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; mucho poros finos y medios, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular; pH 7,4 reacción ligeramente alcalina.
Bw2	
78 – 110 cm	Contacto paralítico.
Cr	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.71. Perfil modal CD-30.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, son el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.



### 3.10.4.2.16.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.313. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-30.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-23	19,7	33,2	47	Ar	7,2	1,2	3,8	0	Alta
23-52	27,8	31,2	40,8	Ar	7,6	0,5	<3,51	0	
52-78	29,6	39,2	31,1	F Ar	7,4	0,3	3,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-23	29,2	SAT	30,3	4,7	0,18	0,16	1,05		
23-52	30	SAT	31,4	4,1	0,12	0,29	1,16		
52-78	27,6	95,7	22,1	3,9	0,1	0,3			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.16.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y moderadamente profundos.

### 3.10.4.2.16.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH va de neutro a alcalino, calcio alto, magnesio alto, potasio bajo, el fosforo es bajo, sodio normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.17 Consociación LsX06: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-44

Esta consociación ocurre en la ladera estructural de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en Isabel López y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí y Sabanalarga), Bolívar (Municipios de San Juan Nepomuceno y María la Baja) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 1622,02 hectáreas, que corresponden el 0,37% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 48 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por ganadería en pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies como Trompillo, pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-44); y en un 10%, Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica d, d1, d2, e2.

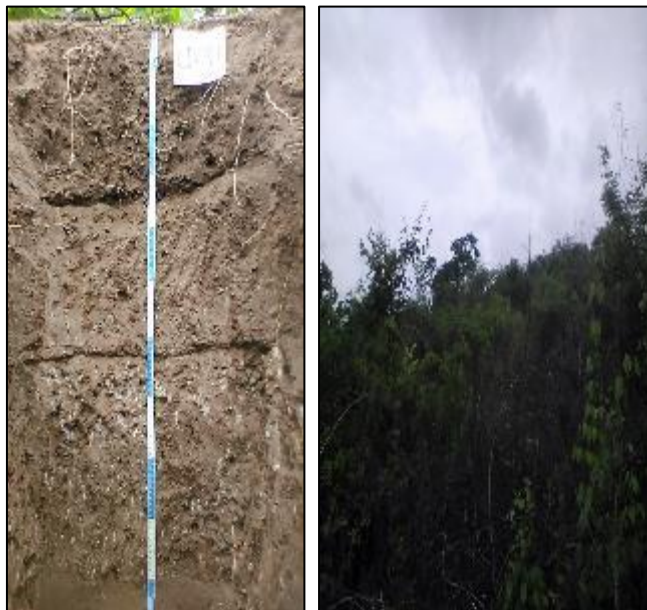
Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.314** y **Fotografía 3.72**.

**Tabla 3.314. Descripción perfil modal CD-44.**

DESCRIPCION	
0 - 29 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura franco arenosa franca; pocos fragmentos de roca tipo pedregón; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros gruesos y frecuentes medianos y gruesos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces medias y finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difusa de topografía ondulada; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.
29-64 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura franco arenosa; con frecuentes fragmentos rocosos tipo piedra; estructura en bloques subangulares, clase fina, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas y medianas, en estado vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite clara de topografía ondulada; pH 6,9 reacción neutra.
64-105	Color en húmedo pardo oscuro (7,5YR4/3); textura franca arcillo arenosa; abundantes fragmentos rocosos tipo piedra y pedregón; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.1, reacción neutra.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.72. Perfil modal CD-44.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, son el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.17.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.315. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-44.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-29	89,7	4	6,22	A F	5,9	0,5	5,3	0	Media
29-64	79,6	10	10,2	F A	6,9	0,3	4,9	0	
64-105	75,5	8	16,3	F A	7,1	0,3	4,4	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-29	8,9	52,5	3,5	1	0,07	0,1	-----		
29-64	11,4	58,1	5	1,4	0,09	0,13	-----		
64-105	14,9	65	7	2,4	0,14	0,14			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.17.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y moderadamente profundos.

### 3.10.4.2.17.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH que va de moderadamente ácido a neutro, calcio es medio en superficie y alto en profundidad, magnesio bajo a medio, potasio bajo, el fósforo es bajo, sodio normal, la capacidad de intercambio catiónico es baja a media en profundidad y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.18 Consociación LsX07: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-05

Esta consociación ocurre en la ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, ubicado en Isabel López y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí y Sabanalarga), Bolívar (Municipios de San Juan Nepomuceno y María la Baja) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 12 a 50%; ocupa un área de 793,44 hectáreas, que corresponden al 0,18% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 27 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por ganadería en pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies como Adamo, Olivo, Ceiba Blanca, Canalete.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-05); y en un 10%, Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son d1, d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.316** y **Fotografía 3.73**.



**Tabla 3.316. Descripción perfil modal CD-05.**

DESCRIPCIÓN	
0-52 cm	Color en húmedo marrón (10YR4/4); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderada; consistencia en seco polvoso, en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; muchas raíces gruesas, vivas, de distribución normal, en horizonte; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ); límite difuso, irregular; pH 7.0, neutro.
52-87 cm	Color en húmedo marrón amarillento opaco (10YR5/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en seco polvosa, húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ); límite difuso, irregular; pH 7.8, ligeramente alcalino.
87-120 cm	Color en húmedo amarillo naranja opaco (10YR6/4); Textura franco-arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, ondulado; pH 7.9, moderadamente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.73. Perfil modal CD-05.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, son el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.18.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.317. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-05.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-52	48	24,3	27,6	F Ar A	7	0,9	50,7	0	Alta
52-87	41,9	28,3	29,6	F Ar	7,8	0,6	16	0	
87-120	44	26,3	29,5	F Ar	7,9	0,4	26,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-52	19,7	85,2	12,1	4,2	0,23	0,25	1,12		
52-87	21,6	92,7	14,2	5,2	0,21	0,41	0,91		
87-120	18,2	85,1	9,8	4,7	0,22	0,77			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.18.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas y moderadamente profundos.

### 3.10.4.2.18.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LsX07

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH que va de neutro a alcalino, calcio alto, magnesio alto, potasio medio, el fósforo es bajo, sodio normal, la capacidad de intercambio catiónico media y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.19 Complejo LeW01: Typic Haplusterts, Isohipertérmica; Perfil CD-15 y Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil CD-16

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, ubicado en las Margaritas vía Arjona- San Estanislao y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Manatí y Baranoa), Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, Soplaviento, San Jacinto, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a moderadamente escarpado con pendientes entre 7 a 75%; ocupa un área de 40052,19 hectáreas, que corresponden al 9,08% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 50 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a pastizales para ganadería de pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Teca, Guásimo, Mataratón, herbazales y rastrojos.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son muy superficiales, bien drenados, de textura finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, isohipertérmica, en un 50% (perfil modal CD-15); y en un 50% Typic Haplustepts, isohipertérmica (perfil CD-16).

Las fases de las unidades cartográficas son c, c1, c2, c3, d, d1, d2, e, e1, e2, f2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.318, Fotografía 3.74, Tabla 3.319 y Fotografía 3.75.**

**Tabla 3.318. Descripción perfil modal CD-15.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 24 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros medianos y frecuentes gruesos, de forma tubular e irregular, continuos y discontinuos; muchas raíces medias y frecuentes medias, en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 5,9 moderadamente ácido.
Ap	
24 - 70 cm	Color en húmedo pardo oscuro (7,5YR3/2) y rojo oscuro (2,5YR6/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase muy gruesa, grado débil; consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma tubular, continuos; pocas raíces finas, en estado muertas de distribución anormal, en grietas; poca actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6,6 neutro.
Bw	
70 - 100 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6) y pardo amarillento claro (10YR6/4); textura arcillosa; con pocos fragmentos rocosos tipo piedra; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6,0 moderadamente ácido.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.74. Perfil modal CD-15.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplusterts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico y condiciones verticas.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.



**Tabla 3.319. Descripción perfil modal CD-16.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 14 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6) y pardo fuerte (7,5YR 5/6); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos y finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces finas, en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.5, ligeramente ácido.
14 - 34 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y pocos gruesos, de forma tubular, continuos; pocas raíces finas y muy finas, en estado muertas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.0, moderadamente ácido.
34 - 78 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/3) y pardo amarillento (10YR5/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y frecuentes medianos, de forma tubular, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.6, neutro.
78 - 100 cm	Color en húmedo amarillo parduzco (10YR6/6); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros medianos y frecuentes finos, de forma tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.2, ligeramente ácido.
100 - 120 cm	Color en húmedo amarillo parduzco (10YR6/8) y pardo amarillento claro (10YR6/4); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y frecuentes medianos, de forma tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 5.6, moderadamente ácido.
Cr	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.75. Perfil modal CD-16.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil.

### 3.10.4.2.19.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplusterts, Isohipertérmica

**Tabla 3.320. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-15.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-24	22,9	33,6	43,3	Ar	5,9	1,1	3,9	0	Alta
24-70	13	17,5	69,4	Ar	6,6	0,2	<3,51	0	
70-100	11,7	19,5	68,6	Ar	6	0,4	3,61	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-24	31	SAT	11,3	8,8	0,31	0,67	1,7		
24-70	43,7	SAT	17,9	19,8	0,19	6,9	1,8		
70-100	45,6	SAT	13,7	13,3	0,2	3,14			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.321. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-16.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-14	58	22,3	19,5	F A	6,5	0,9	8,7	0	Media
14-34	47,7	24,4	17,7	F Ar A	6	0,7	4,7	0	
34-78	36,9	24,7	38,3	F Ar	6,6	0,4	3,8	0	
78-100	25,9	22,8	51,1	Ar	6,2	0,3	4,2	0	
100-120	19,5	39,5	40,8	Ar	5,6	0,1	3,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-14	14,9	68,3	7	2,6	0,41	0,16	1,29		
14-34	18,1	68,3	8,3	3,7	0,13	0,24	1,20		
34-78	22,4	73	10,4	5,5	0,14	0,32			
78-100	28,1	75,9	12,9	7,5	0,19	0,75			
100-120	29,8	71,5	12,5	7,8	0,18	0,84			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.19.2 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácidos a neutros, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.20 Consociación LeW02: Typic Haplusterts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-76

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco, Piojó y Sabanalarga), Bolívar (Municipios de Turbaco, Villanueva, San Estanislao, Arjona y Cartagena). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 7 a 50%; ocupa un área de 10543,89 hectáreas, que corresponden el 2,39 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 112 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a la agroforestería y silvopastoril. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Teca, Guásimo, Mataratón, herbazales y rastrojos.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos son moderadamente profundos, imperfectamente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-76); y en un 25% Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de las unidades cartográficas c, c1, c2, c3, d, d1, d2, d3, e2.

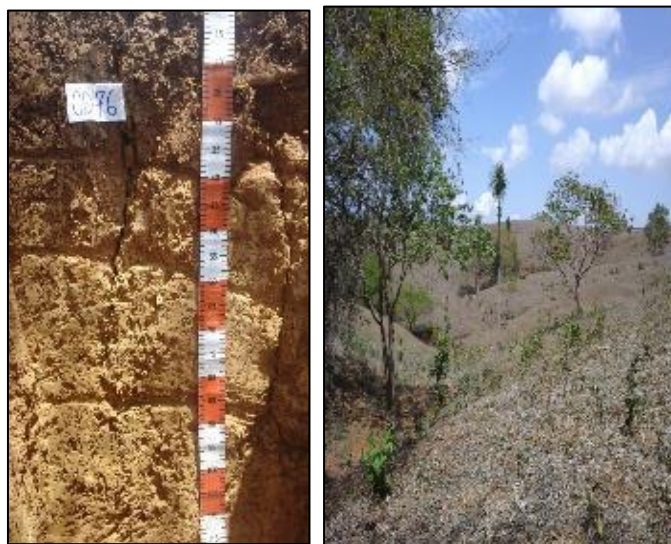
Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.322** y **Fotografía 3.76**.

**Tabla 3.322. Descripción perfil modal CD-76.**

DESCRIPCION	
0 - 38 cm	Color (10YR5/4); Textura franca arcillosa; estructura en bloques subangulares, muy fino a finos, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; Frecuentes poros finos y medios; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; pH 6.4, ligeramente ácido.
38 - 58 cm	Color (10YR6/8); Textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa; frecuentes poros Finos y muy finos; raíces medias y gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.7, neutro.
58 - 85 cm	Color (10YR6/6); Textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite; pH 6.6, neutro.
85 - 120 cm	Color (10YR7/8); Textura franco-arcillosa; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.6, neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.76. Perfil modal CD-76.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplusterts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico y condiciones verticas.

### 3.10.4.2.20.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.323. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-76.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-37	34,1	30,7	35	F Ar	6,4	1,2	4,1	0	Alta
37-58	34,2	30,7	35	F Ar	6,7	0,4	3,56	0	
58-85	30,1	32,7	37	F Ar	6,6	0,3	9	0	
85-120	28,2	34,7	36,9	F Ar	6,6	0,2	<3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-37	23,4	79,8	12	6,3	0,15	0,22	1,69		
37-58	25,4	79,1	12	7,2	0,17	0,72	1,82		
58-85	24,7	86	12	8,3	0,16	0,79			
85-120	26,6	80,1	12	8,2	0,15	0,95			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.20.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Vertic Haplustepts, isohipertérmica.



Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas.

### 3.10.4.2.20.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutros, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.21 Consociación LeW03: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-54

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío, ubicado en la vereda Mandinga y geográficamente se localiza en los departamentos de Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 7 a 50%; ocupa un área de 28900,01 hectáreas, que corresponden al 6,55% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 78 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales para ganadería semi-intensiva. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies de Palma de vino, Palma amarga, Hobo, Guásimo.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente profundos, bien drenados, de textura finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 75% (perfil modal CD-54); y en un 25% Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son c, c1, c2, d, d1, d2, e, e1, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.324** y **Fotografía 3.77**.

**Tabla 3.324. Descripción perfil modal CD-54.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 22 cm	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura franco-arenosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, muy finos, finos, medianos y gruesos; frecuentes raíces muy finas y finas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite gradual, plana; pH 6.7, neutro.
Ap	
22 - 71 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques sub angulares; finos y medios, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas y medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plana pH 7.8, ligeramente alcalino.
Bw	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.77. Perfil modal CD-54.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico.

### 3.10.4.2.21.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.325. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-54.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-22	63,2	22,3	14,4	F A	6,7	0,6	4,2	0	Alta
22-71	48,3	22,6	29	F Ar A	7,8	0,5	<3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-22	15,7	91,9	9,3	4,9	<0,06	0,23	1,20		
22-71	22	93,3	13,7	6,4	0,08	0,35	1,04		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.21.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas, profundos.

### 3.10.4.2.21.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fosforo bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.22 Consociación LeW04: Vertic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-28

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío, geográficamente se localiza en los municipios de Arjona, Calamar, Arroyohondo y Cartagena del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de moderada a fuertemente inclinado con pendientes entre 7 a 25%; ocupa un área de 3658,46 hectáreas, que corresponden el 0,83% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 63 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales para ganadería en pastores extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Cañahuate

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos son profundos, bien drenados, de textura finas.

La consociación está integrada por los suelos Vertic Haplustepts, isohipertérmica, en un 80% (perfil modal CD-54); y en un 20% Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son: c, c1, c3.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.326** y **Fotografía 3.78**.

**Tabla 3.326. Descripción perfil modal CD-28.**

DESCRIPCIÓN	
0 – 21 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios gruesos, fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual, plano; pH 5.8, reacción moderadamente ácida.
Ap	
21 – 36 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas de distribución en todo el horizonte y localizadas en grietas; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, ondulado; pH 6,2 reacción moderadamente ácido.
Bw1	
36 – 66 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); con un 10% de un amarillo rojizo (7,5YR6/6); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte y localizadas en grietas; poca actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 6,5 reacción ligeramente ácido.
Bw2	
66 – 103 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pH 6,5 reacción ligeramente ácida.
Bw3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.78. Perfil modal CD-28.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico y algunas características verticas.

3.10.4.2.22.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Vertic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.327. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-28.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-21	35	18,4	46,4	Ar	5,8	1	53,9	0	Alta
21-36	26,2	20,7	53	Ar	6,2	0,49	<3,51	0	
36-66	14,7	14,6	70,5	Ar	6,5	0,27	<3,51	0	
66-103	23,7	14,5	61,7	Ar	6,5	0,21	<3,51	0	
PROFUNDIDAD CM	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-21	27	67,9	8,7	9,2	0,16	0,27	1,01		
21-36	30	SAT	8,9	23	0,19	0,51	1,02		
36-66	37,4	SAT	9,4	33,9	0,16	1,51			
66-103	33,4	SAT	8	30,17	0,13	2,1			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.328. Descripción perfil modal CD-3.**

DESCRIPCIÓN	
0-59 cm	Color en húmedo negro marrón (10YR2/2); textura arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al (HCl), reacción ligera al (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ); límite gradual, ondulado; pH 8.1, moderadamente alcalino.
Ap	
59-87 cm	Color en húmedo negro (10YR2/1) y moteos del 20% de marrón (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal, en horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al (HCl); límite claro, ondulado; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Bk	
87-110 cm	Color en húmedo marrón amarillento (10YR5/6) con 10% de marrón amarillento opaco (10YR5/3); textura arcillosa; estructura masiva; consistencia en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción violenta al (HCl); pH 8.4, moderadamente alcalino.
Ck	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.79. Perfil modal CD-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Calciustolls, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico y algunas altas cantidades de calcio.

### 3.10.4.2.23.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Calciustolls, Isohipertérmica

**Tabla 3.329. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-3.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-59	48,1	12,6	39,2	Ar A	8,1	1	2,92	0	Alta
59-87	39,6	12,6	47,6	Ar	8,2	1	59,1	0	
87-110	35,2	16,9	47,8	Ar	8,4	0,7	13,8	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-59	37,3	SAT	36,5	1,3	0,16	0,33	1,07		
59-87	40,1	SAT	47,7	1,43	0,15	0,21	0,99		
87-110	43,5	SAT	62,6	1,8	0,16	0,22			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.23.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplusterts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas finas y profundos.

### 3.10.4.2.23.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeW05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH muy alcalino, calcio alto, el magnesio bajo, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo es alto y bajo en profundidad, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.24 Consociación LeW06: Typic Haplusterts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-27

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío, ubicado en Finca el Carreto y geográficamente se localiza en el departamento de Bolívar (Municipios de Turbaná, Soplavientos, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona). Presenta un relieve de moderado a fuertemente inclinado con pendientes entre 7 a 25%; ocupa un área de 3772,90 hectáreas, que corresponden el 0,86% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 50 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).



La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales para ganadería en pastores extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Cañahuate.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio-coluial-torrencial y fluvio volcánico; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, isohipertérmica, en un 80% (perfil modal CD-27); y en un 20% Typic Haplustepts, isohipertérmica.

La fase de las unidades cartográficas de esta unidad es c.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil en como se muestra en la **Tabla 3.330** y **Fotografía 3.80**.

**Tabla 3.330. Descripción perfil modal CD-27.**

DESCRIPCIÓN	
0 – 23 cm	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; mucho poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 5,8 reacción moderadamente ácido.
Ap	
23 – 52 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura franca; estructura en bloques subangulares, finas, medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; mucho poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas muertas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual, ondulado; pH 6,1 reacción ligeramente ácido.
Bw1	
52 – 75 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); con un 20% de un gris claro (10YR7/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, ondulado; pH 5,6 reacción moderadamente ácido.
Bw2	
75 – 110 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); con un 20% de un gris claro (10YR7/2); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, finos, medios, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pH 5,7 reacción moderadamente ácido.
Bw3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.80. Perfil modal CD-27.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplusterts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopédón cámbico y condiciones verticas.

### 3.10.4.2.24.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplusterts, Isohipertérmica

**Tabla 3.331. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-27.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-23	50,3	38,3	11,3	F	5,8	0,4	3,8	0	Media
23-52	42	32,3	25,5	F	6,1	0,3	3,9	0	
52-75	29,7	18,8	51,4	Ar	5,6	0,2	<3,51	0	
75-110	27	22,5	50,4	Ar	5,7	0,1	<3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-23	8,6	45,2	2,6	0,9	<0,06	0,39	1,09		
23-52	11,4	50,9	3,8	1,6	0,07	0,33	1,15		
52-75	21,4	55,1	6,7	4,5	0,1	0,5			
75-110	22,4	56,7	7,4	4,5	0,15	0,64			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.24.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas finas y Profundos.

#### 3.10.4.2.24.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeW06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácido, calcio de bajo a alto, el magnesio es de bajo a alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo es bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es de bajo a alto y saturación de bases de media a alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

#### 3.10.4.2.25 Consociación LeX01: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-74

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Candelaria y Manatí y Baranoa), Bolívar (Municipios de Villanueva, Turbaná, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, San Estanislao, María la baja, El Carmen de Bolívar, Cartagena, Mahates y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 7 a 50%; ocupa un área de 39271,34 hectáreas, que corresponden el 8,90 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 137 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales y cultivos agrícolas y forestales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y árboles con especies de Cañahuate.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados; los suelos son moderadamente profundos, imperfectamente drenados, texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 80% (perfil modal CD-74); y en un 20% Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son: c, c1, c2, d, d1, d2, e1, e2.

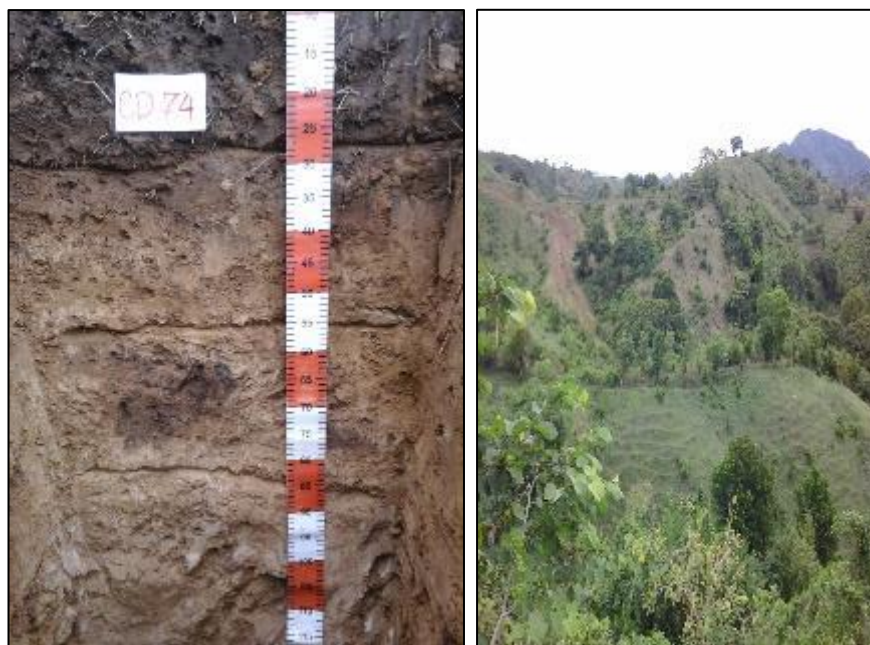
Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra **Tabla 3.332** y **Fotografía 3.81**.

**Tabla 3.332. Descripción perfil modal CD-74.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 28 cm	Color (10YR3/3); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, muy fino a Finos, Moderada; consistencia en húmedo Friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; Frecuentes poros Finos y Medios; Frecuentes raíces finas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; pH 7.1, reacción neutra.
28 - 54 cm	Color (10YR6/6); textura franca; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros finos y muy finos; raíces finas; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.0, reacción moderadamente alcalina.
54 - 84cm	Color (10YR6/8); textura Arenosa franca; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite; pH (8.0, reacción moderadamente alcalina.
84 - 120 cm	Color (10YR7/6); textura franco-arenosa; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.2, reacción moderadamente alcalina.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.81. Perfil modal CD-74.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico.



### 3.10.4.2.25.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.333. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-74.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-25	46,4	26,6	26,8	F Ar A	7,1	1,3	<3,51	0	ALTA
25-57	46	31	22,9	F	8	0,5	<3,51	0	
57-85	79,5	12,1	8,2	A F	8	0,2	6,62	0	
85-120	58,4	24,8	16,7	F A	8,2	0,2	6,5	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-25	22,1	SAT	16,2	7,1	0,1	0,22	1,84		
25-57	24,8	SAT	19,6	10,5	0,1	0,75	1,67		
57-85	15	SAT	9,57	5,38	<0,06	0,54			
85-120	25,3	SAT	16,2	8,9	0,08	0,89			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.25.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Ustorthents, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas finas y superficiales.

### 3.10.4.2.25.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a muy alcalino, calcio alto, el magnesio es alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo es bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.26 Complejo LeX02: Vertic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil CD-78, Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil CD39; Typic Haplusterts, Isohipertérmica

Este complejo ocurre en las cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, ubicado bella cruz y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Piojó, Luruaco y Repelón) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Cartagena y Arjona). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 7 a 50%; ocupa un área de 11671,46 hectáreas, que corresponden al 2,65 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 56 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales y ganadería en pastoreo semi-intensivo, y agro silvopastoril. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Calabazo, Trupillo, Guásimo y Roble.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; los suelos son moderadamente superficiales y moderadamente profundos, moderados e imperfectamente drenados, texturas finas.

El complejo está integrado por los suelos Vertic Haplustepts, isohipertérmica, en un 40% (perfil CD-78); y en un 40% Typic Haplustepts, isohipertérmica (perfil .CD-39) y en un 20% Typic Haplusterts, isohipertérmica.

Las fases de esta unidad cartográfica son c, c1, c2, d, d1, d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.334** y **Fotografía 3.82**.

**Tabla 3.334. Descripción perfil modal CD-78.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 30 cm	Color (10YR5/6); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; frecuentes poros finos y medios; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; pH 7.5, ligeramente alcalino.
30 - 49 cm	Color (10YR6/1); textura franca; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros finos y muy finos; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas, de distribución normal, en el Horizonte; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.0, reacción neutra.
49 - 90cm	Color (10YR5/8); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado Pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite; pH 7.4, ligeramente alcalino.
90 - 120 cm	Color (10YR6/6); textura arenosa franca; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.3, reacción moderadamente alcalina.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.82. Perfil modal CD-78.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Vertic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico, algunas características verticas.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.26.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Vertic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.335. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-78.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	AL MEQ/100G	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-30	46,3	24,6	28	F Ar A	7,5	0,6	4,2	0	ALTA
30-50	45,7	31,1	23	F	7	0,1	3,8	0	
50-85	65,1	24,5	10,3	F A	7,4	0,03	4,3	0	
85-120	87	8	4,2	A F	8,3	0,3	6,1	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB	Ca	Mg	K	Na	Da	
00-30	26,7		84,8	17,2	5,2	0,12	0,12	1,81	
30-50	31,5		69,1	16	5,5	0,12	0,15	1,64	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da
50-85	23,1	72,8	12,9	3,6	0,1	0,22	
85-120	19	77,3	12,2	2,3	<0,06	0,18	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.336** y **Fotografía 3.83**.

**Tabla 3.336. Descripción perfil modal CD-39.**

DESCRIPCIÓN	
0-17	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo piedra; estructura en bloques subangulares, clase media, grado fuerte; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros muy finos y muchos poros medios y gruesos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas, finas y medias, en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite difusa de topografía ondulada; pH 6.1, reacción ligeramente ácida.
Ap	
17-60	Color en húmedo negro (10YR3/1); textura franca arcillo arenosa; con abundantes fragmentos rocosos tipo pedregón; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas en estado muertas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía irregular; pH 6.8, reacción neutra.
Bw	
60-120	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura franca arcillo arenosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.4 reacción moderadamente alcalina.
C1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.83. Perfil modal CD-39.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Vertic Haplusterts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico y características verticas.

### 3.10.4.2.26.2 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.337. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-39.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-17	75,5	8	16,3	F A	6,1	0,6	7,3	0	Media
17-60	65,3	12,1	22,4	F Ar A	6,8	0,2	5,7	0	
60-110	54,9	16,3	28,7	F Ar A	8,4	0,3	4,4	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-17	16	65,1	7	3,1	0,15	0,17	1,41		
17-60	19,1	75,8	8,2	5,8	0,13	0,35	1,47		
60-110	21,4	99,2	10,6	8,9	0,12	1,6			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.26.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos del Complejo LeX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácidos a muy alcalino, calcio alto, el magnesio es alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo es bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.27 Consociación LeX03: Typic Haplustepts, Isohipertérmica; Perfil Modal CD-13

Esta consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, ubicado Vereda naranjal y geográficamente se localiza en el departamento del Bolívar (Municipios de Turbaná, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, El Carmen de Bolívar y Cartagena). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre 7 a 50%; ocupa un área de 2443,02 hectáreas, que corresponden al 0,55 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 225 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 27°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida por pastizales en ganadería extensiva. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles con especies de Guásimo, Teca, Mataratón herbazales y rastrojos.

Los suelos evolucionaron a partir de rocas sedimentarias químicas carbonatadas; los suelos son moderadamente superficiales, bien drenados, texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, isohipertérmica, en un 90% (perfil modal CD-13); y en un 10% Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

Las fases de esta unidad son: c, c1, d, d1, d2, e, e1, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.338**.

**Tabla 3.338. Descripción perfil modal CD-13.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 23 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros gruesos y frecuentes poros finos, de forma tubular, continuos y discontinuos; frecuentes raíces finas y muy finas, en estado vivas y muertas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite gradual de topografía plana; pH 6.7, neutro.
23 - 39 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) con moteados color amarillo parduzco (10YR6/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros medianos y frecuentes poros finos, de forma tubular, continuos y discontinuos; frecuentes raíces finas y muy finas, en estado vivas y muertas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 7.2, neutro.
AB	
39 - 68 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/3) con moteado amarillo parduzco (10YR6/6); textura arcillo limosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros medianos, de forma irregular y continuos; pocas raíces finas, en estado muertas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 8.2, moderadamente alcalino.
68 - 120 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) y pardo (10YR5/3), con moteado amarillo parduzco (10YR6/6); textura franca arcillo limosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.6, fuertemente alcalino.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.27.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Typic Haplustepts, Isohipertérmica

**Tabla 3.339. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-13.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-23	21,2	12,2	66,4	Ar	6,7	2,1	5	0	Alta
23-39	26,6	28,3	44,8	Ar	7,2	1	3,6	0	
39-68	13,2	40,5	46,1	Ar L	8,2	0,4	15	0	
68-120	17,9	42,4	39,5	F Ar L	8,6	0,2	5,3	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-23	28,3	94,4	22	4,3	0,32	0,1	1,81		
23-39	35,2	91,3	27,2	4,6	0,15	0,17	1,79		
39-68	30,6	SAT	39,3	4,2	0,12	0,23			
68-120	27,1	SAT	39,1	4,7	0,11	0,57			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.27.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Vertic Haplustepts, isohipertérmica.

Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas finas y moderadamente superficiales.

### 3.10.4.2.27.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a muy alcalino, calcio alto, el magnesio es alto, el potasio se encuentra en cantidades bajas, fósforo es bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta y saturación de bases es alta.

Las labores de preparación del suelo son fáciles de realizar, pero no es conveniente el uso de maquinaria por el daño que se causa a las propiedades físicas del suelo. Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario la implementación de riego por el déficit de humedad que se encuentra en este clima.

### 3.10.4.2.28 Consociación LeX04: Typic Haplustepts, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-64

Esta Consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí y Baranoa) y Bolívar (Municipio de San Estanislao). Presenta un relieve de moderadamente inclinado a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 7 al 25%; ocupa un área de 673,63 hectáreas, que corresponde al 0,15 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la agricultura con cultivos semi-perennes bienales, en algunos sectores se puede encontrar arboles maderables. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como ciruela, guamacho, trupi y mataratón.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial, torrencial, fluvio volcánico; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica en un 90% (perfil modal CD-64) e inclusiones de Typic Ustorthents en un 10%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: c, c1, c2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra **Tabla 3.340** y **Fotografía 3.84**.

**Tabla 3.340. Descripción perfil modal CD-64.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 41 cm	Color en húmedo pardo oliva claro (10YR4/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los pedrs; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H2O2; límite gradual y plano; pH 5.5, fuertemente ácido.
Ap	
41 - 55 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy Pegajosa y muy plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, vivas, de distribución normal, en los pedrs; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H2O2; límite claro y ondulado; pH 5.4, fuertemente ácido.
AB	
55 - 79 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura franco-limosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces finas, vivas, de distribución normal, en los pedrs; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H2O2; límite gradual y plano; pH 6.8, neutro.
Bw	
79 - 120 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6), con 20 % de moteado color pardo amarillento (10YR5/4); textura franca; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medios; no presenta raíces; sin actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H2O2; pH 7.8, ligeramente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.84. Perfil modal CD-64.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.28.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.341. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-64.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 41	22,75	18,75	58,51	Ar	5,5	1,16	0,61	4,1	0	Alta
41 - 55	25,25	22,79	51,97	Ar	5,4	0,65	0,34	4,9	0	
55 - 79	32,57	65,22	2,21	FL	6,8	0,27	0,14	6,7	0	
79 - 120	40,51	38,86	20,63	F	7,8	0,19	0,1	10,86	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0-41	32,53	75,6	11,91	11,19	0,31	1,17	1.66
41-55	32,41	90,1	15,07	11,18	0,23	2,72	1.59
55-79	20,64	SAT	65,05	7,95	0,18	2,49	
79-120	18,78	SAT	26,9	9,35	0,16	4,28	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.28.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Ustorthents, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales.

3.10.4.2.28.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeX04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente ácido a alcalino, debido a la presencia de altos niveles de calcio dentro del perfil. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.29 Consociación LeX05: Lithic Haplustepts, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-51

Esta Consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en el corregimiento de Ballesta, en los municipios de Turbaná, San Estanislao, Soplavientos, San Juan Nepomuceno, Mahates, el Carmen de Bolívar, Arjona, San Cristóbal y María la Baja del departamento de Bolívar. Presenta un relieve de moderadamente inclinado a ligeramente escarpado, con pendientes que varían del 7 al 50 %; ocupa un área 10675,84 hectáreas, que corresponde al 2,42% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 16 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con el pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guásimo, viva seca, níspero, olivo entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados son profundos, bien drenados, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Lithic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-51) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplusterts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico y el endopedón con propiedades vérticas.

Las fases que se encontraron fueron: c, c1, c2, d, d1, d2, e2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.342** y **Fotografía 3.85**.

**Tabla 3.342. Descripción perfil modal CD-51.**

DESCRIPCIÓN	
00- 17 cm	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (2.5Y5/4) con moteos amarillo oliva (2.5Y6/6) 7%; textura franca arcillo arenosa; estructura en prismas bloques subangulares, gruesos, moderada; consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite gradual e irregular; pH 5.6, moderadamente acida.
Ap	
17 - 72 cm	Color en húmedo negro rojizo (2.5YR5/6) con moteos pardo amarillento (10YR5/6) 7%; textura arcillosa; estructura en prismas y bloques subangulares, gruesos, moderados;

DESCRIPCIÓN	
BSS1	consistencia en húmedo extremadamente firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCL; límite gradual e irregular; pH 7.7, ligeramente alcalina.
72 - 106 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en prismas y bloques angulares, gruesos, moderados; consistencia en húmedo extremadamente firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal en los horizontes; no hay actividad de macroorganismos; reacción violenta al HCL; pH 8.7, fuertemente alcalina.
BSS2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.85. Perfil modal CD-51.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.29.1 Propiedades Físicas del Suelo Lithic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.343. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-51.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 – 17	57,32	20,24	22,44	FArA	5,6	1,42	0,75	4,71	0	Media
17 – 72	29,78	18,54	51,68	Ar	7,7	0,55	0,29	4,41	0	
72 - 106	16,34	27,13	56,53	Ar	8,7	0,32	0,17	6,18	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0-17	18,5	60,9	6,71	4,16	0,11	0,28	1.09			
17-72	30,79	82,7	12,85	11,12	0,17	1,31	1.08			
72-106	30,61	SAT	25,93	13,49	0,18	2,21				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.29.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, pueden ser moderadamente superficiales a profundos.

#### 3.10.4.2.29.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeX05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácido a alcalino, alta saturación de bases. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.30 Consociación LeX06: Typic Ustipsamments, Familia Arenosa Franca, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-52

Esta Consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas, en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda rocha, en los municipios de Arjona y Turbaná del departamento de Bolívar. Presenta un relieve ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 7 al 12%; ocupa un área 1387,20 hectáreas, que corresponde al 0,31 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 21 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como trupi, naranjuelo, guásimo, quebracho, campano, entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales; son profundos, bien drenados, de texturas gruesas y moderadamente gruesas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Ustipsamments, familia arenosa franca, isohipertérmica en un 90% (perfil modal CD-52) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 10%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Ustipsamments, familia arenosa franca, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, la ausencia de endopedón.

Las fases que se encontraron fueron: c, c1, c2



Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.344** y **Fotografía 3.86**.

**Tabla 3.344. Descripción perfil modal CD-52.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 30 cm	Color en húmedo pardo rojizo claro (5YR6/3); textura arenosa franca; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCL; límite gradual y plano; pH 5.3, fuertemente ácido.
Ap	
30 - 61 cm	Color en húmedo gris rosado (5YR7/2); textura arenosa franca; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; pH 5.7, moderadamente ácido, cascajo en un 20%.
C1	
61 - 120 cm	Color en húmedo pardo rojizo claro (5YR6/3); textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos, finos, y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 5.7, moderadamente ácido; cascajo en un 25%.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.86. Perfil modal CD-52.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.30.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustipsamments, Familia Arenosa Franca, Isohipertérmica

**Tabla 3.345. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-52.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 30	81,77	14,05	4,19	AF	5,3	0,8	0,42	4,79	0	Media
30 - 61	85,8	10,02	4,18	AF	5,7	0,19	0,1	4,58	0	
61 - 120	91,77	6,04	2,19	AF	5,7	0,19	0,1	4,58	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 30	26,9	98,3	21,64	4,2	0,39	0,2	
30 - 61	2,65	40,0	0,72	0,18	0,06	0,1	
61 - 120	2,65	44,9	0,84	0,19	0,06	0,1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.30.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, pueden ser moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.30.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LeX06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido, una saturación de base media y baja capacidad de intercambio catiónico. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.31 Consociación LxW01: Typic Haplusterts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-18

Esta Consociación ocurre en plano inclinado del glacis de acumulación, en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda la rosita, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Piojó, Sabanalarga, Manatí y Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, Soplavientos, Mahates, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve ligeramente inclinado a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 25%; ocupa un área 4119,35 hectáreas, que corresponde al 0,93% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 120 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como teca, guásimo, mataratón, entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial; son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, familia franca fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-18) e inclusiones de Typic Haplustolls en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplusterts, familia franca fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico y pH altos.

Las fases que se encontraron fueron: b, b1, b2, b3, c, c1, c2, d, d1, d2, d3.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.346** y **Fotografía 3.87**.

**Tabla 3.346. Descripción perfil modal CD- 18.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 26 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franca arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo cascajo; estructura en bloques subangulares, medios, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros gruesos y frecuentes poros finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces finas y pocas medias, en estado vivas y muertas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; reacción ligeramente al HCl; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Ap	
26 - 46 cm	Color en húmedo gris (10YR5/1); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma tubular, continuos; pocas raíces medias, en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; reacción ligeramente al HCl; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Bw1	
46 - 71 cm	Colores en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2) y pardo amarillento (10YR5/6); textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros gruesos y frecuentes finos, de forma irregular y tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y plano; reacciona ligera al HCl; pH 8.3, moderadamente alcalino.
Bw2	
71 - 106 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franca arcillo arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros medianos y finos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y plano; reacción ligera al HCl; pH 8.1, moderadamente alcalino.
2C1	
106 - 120 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura franca arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos y frecuentes finos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCl; pH 8.5, fuertemente alcalino.
2C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.87. Perfil modal CD-18.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.31.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplusterts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.347. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-18.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 26	51,16	14,47	34,37	FArA	8,24	1,15	0,61	7,29	0	Alta
26 - 46	45,06	24,77	30,18	FArA	8,35	0,88	0,46	4,98	0	
46 - 71	65,94	12,29	21,77	FArA	8,31	0,38	0,2	5,69	0	
71 - 106	65,82	10,28	23,9	FArA	8,13	0,42	0,22	3,82	0	
106 - 120	68,76	17,09	14,15	FA	8,48	0,16	0,08	4,62	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 26	16,38	SAT	27,55	4,56	0,18	0,22	1.9			
26 - 46	22,51	SAT	26,89	4,44	0,17	0,23	1.79			
46 - 71	17,32	SAT	21	3,39	0,1	0,21				
71 - 106	17,36	84,6	11,07	3,31	0,1	0,21				
106 - 120	18,24	SAT	22,02	3,41	0,09	0,24				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.31.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Haplustolls, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, de superficiales a moderadamente profundos, se caracterizan por presentar un epipedón mólico.



### 3.10.4.2.31.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LxW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente alcalino, presenta alta saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico. Es necesario utilización de fertilizantes y otras prácticas agrícolas que ayuden a bajar y neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados en los cultivos que se dispongan.

### 3.10.4.2.32 Consociación LxW02: Typic Haplustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-20

Esta Consociación ocurre en el plano inclinado del glacis de acumulación en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda puerta roja, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Manatí, Repelón y Piojó), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, María La Baja, el Carmen de Bolívar y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve ligeramente a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 25%; ocupa un área 3144,52 hectáreas, que corresponde al 0,71 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 150 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como roble, guásimo, mataratón, entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-20) e inclusiones de Vertic Haplustolls en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico y pH neutros.

Las fases que se encontraron fueron: b, b1, b2, c, c1, c2, d, d1, d2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.348** y **Fotografía 3.88**.

**Tabla 3.348. Descripción perfil modal CD-20.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 23 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros medianos y frecuentes muy finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces medias y pocas finas, vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; pH 6,9 neutro.
Ap	
23 - 40 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces medias y pocas finas, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; pH 7,0 neutro.
Bw1	
40 - 64 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura franca arcillo arenosa; con frecuentes fragmentos rocosos tipo gravilla; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y medianos, de forma irregular y tubular, continuos; pocas raíces medias y muy finas, muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; pH 7,0 neutro.
Bw2	
64 - 120	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2) y amarillo parduzco (10YR6/6); textura franca arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo gravilla y cascajo; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, de forma tubular y continuos; pocas raíces medias, muertas, de distribución anormal, en grietas; no hay actividad de macroorganismos; pH 7,7 ligeramente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.88. Perfil modal CD-20.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.32.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.349. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-20.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 23	36,68	26,88	36,44	FAr	6,9	1,98	1,04	3,64	0	Alta
23 - 40	36,09	27,13	36,78	FAr	7,1	0,95	0,5	3,51	0	

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
40 - 64	49,09	16,54	34,37	FArA	7,1	0,6	0,32	3,5	0	
64 - 120	46,92	18,64	34,43	FArA	7,7	0,51	0,27	3,51	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 23	27,2	83,8	17,63	4,8	0,2	0,16	1.92
23 - 40	26,3	88,9	18,67	4,02	0,14	0,55	1.92
40 - 64	24,07	74,0	13,47	3,59	0,12	0,62	
64 - 120	23,17	77,2	13,36	3,88	0,11	0,54	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.32.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Vertic Haplustolls, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas finas, superficiales a profundos, con un epipedón mólico y posee algunas características vérticas, su pH puede ser de neutro a alcalino.

### 3.10.4.2.32.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LxW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutros, alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.33 Consociación LaW01: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-38

Esta Consociación ocurre en el ápice del abanico, en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda Colombia, de los municipios de Sabana Larga y Usiacurí, en el departamento del Atlántico. Presenta un relieve de ligero a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 25%; ocupa un área 454,84 hectáreas, que corresponde al 0,10% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 50 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como calabazo, guásimo, trupi, entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvial; son moderadamente superficiales, bien drenados, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-38) e inclusiones de Typic Humustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico y pH de neutros a alcalinos.

Las fases que se encontraron fueron: b, b2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.350** y **Fotografía 3.89**.

**Tabla 3.350. Descripción perfil modal CD-38.**

DESCRIPCIÓN	
0-25 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco-arcillosa; con pocos fragmentos rocosos tipo gravilla; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; pocas raíces muy finas, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso y ondulado; pH 7.0, neutro.
Ap	
25-74 cm	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura franca arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo gravilla; estructura en bloques subangulares, finos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 8.4, moderadamente alcalino.
Bw	
74-120 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco arcillo arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.8, fuertemente alcalino.
C1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.89. Perfil modal CD-38.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.33.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.351. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-38.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 25	39,86	22,74	37,4	FAr	7,0	0,68	0,36	32,7	0	Media
25 - 74	55,06	14,24	30,69	FArA	8,4	0,37	0,19	8,6	0	
74 - 120	65,36	14,19	20,45	FArA	8,8	0,16	0,08	6,6	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB %	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 25	24,25		64,9	9,4	5,75	0,43	0,161	1.59		
25 - 74	21,51		92,6	8,42	5,62	0,15	5,72	1.18		
74 - 120	16,54		90,3	3,64	3,72	0,13	7,44			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.33.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Humustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, moderadamente profundos a profundos, poseen un epipedón úmbrico y pH ligeramente ácidos a muy ácidos.

3.10.4.2.33.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente alcalino, presenta alta saturación de bases y una baja capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.34 Consociación LaW02: Typic Ustorthents, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-62

Esta Consociación ocurre en el cuerpo del abanico, en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda arroyo Bran, en los municipios de Sabana Larga y Usiacurí, del departamento del Atlántico. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 700,45 hectáreas, que corresponde al 0,16 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 50 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la agricultura con cultivos semi-perennes bienales, en algunos sectores se puede encontrar árboles frutales o cítricos. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como Tabaco, mango, guásimo, totumo, roble, entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, bien drenados, de textura franca gruesa y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-62) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, la ausencia de endopedón.

Las fases que se encontraron fueron: a, b, b2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.352** y **Fotografía 3.90**.

**Tabla 3.352. Descripción perfil modal CD-62.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 15 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10Y3/1); textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo suelto, en mojado no Pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los pedos; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite difuso y plano; pH 6.5, ligeramente ácido.
Ap	
15 - 47 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10Y3/2); textura arenosa franca; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelto, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los pedos; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y ondulado; pH 6.9, neutro.
C1	

DESCRIPCIÓN	
47 - 78 cm	Color en húmedo pardo oliva claro (2,5Y5/4); textura arenosa franca; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelto, en mojado no Pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los peds; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y plano; pH 7.2, neutro.
C2	
78 - 120 cm	Color en húmedo pardo oliva (2,5Y5/4); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelto, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; no presenta raíces; sin actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 7.4, ligeramente alcalino.
C3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.90. Perfil modal CD-62.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.34.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustorthents, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

Tabla 3.353. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-62.

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURA L	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	AL meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 15	85,76	8,04	6,2	AF	6,5	0,85	0,45	51,62	0	Media
15 - 47	81,73	8,04	10,22	AF	6,9	0,43	0,23	23,21	0	
47 - 78	83,72	8,05	8,23	AF	7,2	0,12	0,06	18,35	0	
78 - 120	93,81	4,01	2,18	A	7,4	0,48	0,25	13,5	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 15	7,7	75,6	3,88	1,56	0,21	0,17	1.86
15 - 47	9,88	66,9	5,04	1,33	0,1	0,14	1.70
47 - 78	7,94	59,7	3,54	0,98	0,07	0,15	
78 - 120	6,27	45,3	2,13	0,55	0,06	0,1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.34.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, moderadamente superficiales a profundos.

#### 3.10.4.2.34.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, presenta una saturación de bases media y baja capacidad de intercambio catiónica.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.35 Consociación LaW03: Typic Haplusterts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-61

Esta Consociación ocurre en la base del glacis de acumulación en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda El Peñol, del municipio de Sabanalarga, en el departamento del Atlántico. Presenta un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 273,55 hectáreas, que corresponde al 0,06% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 80 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como Tabaco, mango, guásimo, totumo, roble entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, de drenaje moderado, de texturas franca gruesas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, familia franca gruesa, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-61) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplusterts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico y los pH alcalinos.

Las fases que se encontraron fueron: a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.354** y **Fotografía 3.91**.



**Tabla 3.354. Descripción perfil modal CD-61.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 15 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los ped; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y plano; pH 6.6, neutro.
Ap	
15 - 61 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura arenosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla de forma irregular en un 15%; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los ped; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite abrupto y plano; pH 6.8, neutro.
AB	
61 - 120 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10Y3/1); textura franco-arenosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla muy finos de forma irregular en 5%; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos y finos; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 7.4, ligeramente alcalino.
Bw	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.91. Perfil modal CD-61.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.35.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplusterts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

**Tabla 3.355. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-61.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURA L	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	AI meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 15	91,80	4,01	4,19	A	6,6	0,5	0,26	12,65	0	Media
15 - 61	89,88	5,97	4,15	A	6,8	0,04	0,02	11,39	0	
61 - 120	69,41	12,16	18,42	FA	7,4	0,3	0,16	11,47	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 15	7,94	52,1	2,44	1,12	0,2	0,38	1.85
15 - 61	7,28	58,2	2,94	0,96	0,06	0,28	1.66
61 - 120	18,66	64,1	6,54	3,48	0,16	1,78	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.35.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.35.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, presenta una saturación de bases media y baja capacidad de intercambio catiónica.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.36 Consociación LaX01: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-01

Esta Consociación ocurre en el ápice del abanico en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la hacienda Lugo, del municipio de Usiacurí y Repelón, en el departamento del Atlántico. Presenta un relieve de ligero a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 25%; ocupa un área de 762,03 hectáreas, que corresponde al 0,17% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 150 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como tabaco, mango, guásimo, totumo, roble entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, drenaje pobre, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, Isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-01) e inclusiones de Typic Haplusterts en un 15% y Typic Calciusterts en un 10%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el Epipedón Úmbrico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: b, b2, d.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.356** y **Fotografía 3.92**.

**Tabla 3.356. Descripción perfil modal CD-01.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 43 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/2); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo ligeramente dura, en mojado pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces medias y finas, vivas, de distribución normal, en grietas; frecuente actividad de macroorganismos; reacción al H2O2 ligera; límite gradual y ondulado; pH 7.1, neutro.
Ap	
43-67 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/3); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo dura, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal, en grietas; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite claro y ondulado; pH 7.1, neutro.
Bw	
67-92 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franco arcillo arenosa; estructura masiva; consistencia en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros finos muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite claro y plano; pH 7.2, neutro.
C1	
92-110 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/6); textura franco-arenosa; consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; pH 7.4, ligeramente alcalino.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.92. Perfil modal CD-01.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.36.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.357. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-01.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 43	34,97	24,68	40,35	Ar	7,1	2,3	1,21	14,6	0	Alta
43 - 67	66,42	10,10	23,48	FArA	7,1	1,23	0,65	9,65	0	
67 - 92	70,51	8,07	21,43	FArA	7,2	0,62	0,33	19,43	0	
92 - 110	78,54	6,06	15,40	FA	7,4	0,41	0,22	17,48	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 43	26,9	98,3	21,64	4,2	0,39	0,2	1.00			
43 - 67	15,71	79,1	10,3	1,82	0,16	0,14	1.03			
67 - 92	14,37	73,9	8,73	1,55	0,15	0,19				
92 - 110	12,05	66,1	6,41	1,31	0,13	0,12				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.36.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 15% de Typic Haplusterts y en un 10% de Typic Calciusterts, estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje moderado, de texturas finas y muy finas, superficiales a moderadamente profundos, presentan propiedades vérticas dentro del perfil.

### 3.10.4.2.36.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, presenta alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico media.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.37 Consociación LaX02: Typic Haplusterts, Familia Muy Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-02

Esta Consociación ocurre en el cuerpo del abanico en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la hacienda la perla, de los municipios de Usiacurí, Sabana Larga y Repelón del departamento del Atlántico. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 1383,80 hectáreas, que corresponde al 0,31 % del área de estudio.



Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como campano, angleton, pasto estrella, entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvial; son moderadamente profundos, drenaje pobre, de texturas muy finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, familia muy fina, Isohipertérmica en un 90% (perfil modal CD-02) e inclusiones de Vertic Haplustepts en un 10%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplusterts, familia muy fina, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico y las propiedades vérticas en el endopedón.

Las fases que se encontraron fueron: a, a2, b, b2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.358** y **Fotografía 3.93**.

**Tabla 3.358. Descripción perfil modal CD-02.**

DESCRIPCIÓN	
0-55 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/1); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, muy gruesos, fuertes; consistencia en seco duro, en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución anormal, en exped; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite difuso y ondulado; pH 7.6, ligeramente alcalino.
Ap	
55-78 cm	Color en húmedo amarillo pardo grisáceo (10YR4/2), con moteados en un 20% de un color negro (10YR2/1); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en seco dura, en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite difuso y ondulado; pH 6.5, ligeramente ácido.
Bw	
78-110 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR5/4), con 30% de un color pardo amarillento grisáceo (10YR4/2); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; pH 8.2, moderadamente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.93. Perfil modal CD-02.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.37.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplusterts, Familia Muy Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.359. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-02.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 55	10,02	19,00	70,98	Ar	7,6	0,92	0,48	20,39	0	Alta
55 - 78	13,14	25,04	61,82	Ar	6,5	0,75	0,39	32,37	0	
78 - 110	26,62	28,84	44,54	Ar	8,2	0,66	0,35	24,02	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 55	28,74	SAT	18,63	10,53	0,42	5,59	0.98
55 - 78	33,09	SAT	15,08	9,76	0,31	11,12	0.94
78 - 110	27,00	SAT	10,97	8,99	0,27	11,57	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.37.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Vertic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas a finas, superficiales a profundos.

3.10.4.2.37.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH de medios a altos, presenta alta saturación de bases y una baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización

de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.38 Consociación LaX03: Typic Haplustepts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-37

Esta Consociación ocurre en la base del abanico en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda Isabel López, de los municipios de Usiacurí, Sabana Larga y Repelón en el departamento del Atlántico. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 396,85 hectáreas, que corresponde al 0,09 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como calabazo, trupillo, guásimo, campano, roble entre otras. Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, drenaje moderado, de texturas francas gruesas y fertilidad baja.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, isohipertérmica en un 90% (perfil modal CD-37) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 10%. Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.360** y **Fotografía 3.94**.

**Tabla 3.360. Descripción perfil modal CD-37.**

DESCRIPCIÓN	
00-21 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura arenosa; con frecuentes fragmentos rocosos, tipo piedra y gravilla; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros medianos y gruesos de forma irregular y continuos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite difuso e irregular; pH 5,8, moderadamente ácido.
Ap	
21-49 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura arenosa; con muchos fragmentos rocosos tipo gravilla y piedra; estructura en bloques subangulares, fina, moderados; consistencia

DESCRIPCIÓN	
Bw	en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros medianos y gruesos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso e irregular; pH 6.0, moderadamente ácido.
49-91 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos y gruesos de forma irregular y continuos; pocas raíces muy finas, muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; limite claro y plano; pH 6.8, neutro.
C1	
91-120 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos y gruesos de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.1, neutro.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.94. Perfil modal CD-37.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.38.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

Tabla 3.361. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-37.

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURA L	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	AI meq/100g	FERTILIDAD	
	Arena	Limo	Arcilla								
0 - 21	93,84	2,17	3,99	A	5,8	0,31	0,16	4,95	0	Baja	
21 - 49	93,12	2,83	4,05	A	6,0	0,07	0,04	5,23	0		
49 - 91	92,62	3,08	4,3	A	6,8	0,76	0,4	5,14	0		
91 - 120	93,15	2,97	3,88	A	7,1	1,11	0,58	6,24	0		
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da				
0 - 21	6,45	62,3	3,04	0,77	0,11	0,1	1.13				
21 - 49	5,75	47,3	2,13	0,43	0,06	0,1	1.16				
49 - 91	5,25	56,0	2,34	0,44	0,06	0,1					
91 - 120	6,71	62,9	3,43	0,63	0,06	0,1					

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.10.4.2.38.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, pueden ser moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.38.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LaX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácidos a neutros, presenta una saturación de bases media y baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.39 Consociación LiW01: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-06

Esta Consociación ocurre en el plano de terraza del valle estrecho en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda loma caballo, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga y Manatí), Bolívar (Municipios de San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Mahates, María la Baja, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 2801,37 hectáreas, que corresponde al 0,64 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como calabazo, mataratón, uvito, kikuyo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de Depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son profundos, bien drenados, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, Isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-06) e inclusiones de Typic Endoaquerts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: a, a2, b, b1, b2, b3.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.362** y **Fotografía 3.95**.

**Tabla 3.362. Descripción perfil modal CD-06.**

DESCRIPCIÓN	
0-26 cm	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura franca arenosa; estructura en gránulos, finos, débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; muchas raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite abrupto plano; pH 6.4, ligeramente ácido.
Ap	
26-41 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franca arenosa, con 30% de cascajo, de forma irregular; estructura en gránulos, finos, débil; consistencia en húmedo, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite claro y plano; pH 6.8, neutro.
Bw1	
41-105 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite claro y plano; pH 7.0, neutro.
Bw2	
105-125 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura franca arenosa, con 40% de piedra, de forma irregular; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; pH 7.0, neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.95. Perfil modal CD-06.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.39.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.363. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-06.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 26	80,69	6,02	13,29	FA	6,4	1,00	0,53	6,25	0	Media
26 - 41	80,66	6,03	13,31	FA	6,8	0,76	0,4	5,4	0	
41 - 105	80,69	4,01	15,30	FA	7,0	0,74	0,39	6,06	0	
105 - 125	82,70	4,01	13,29	FA	7,0	0,58	0,31	10,03	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 26	8,6	65,1	4,1	1,3	0,1	0,1	1.17
26 - 41	10,94	64,6	5,25	1,58	0,09	0,15	1.16
41 - 105	11,38	61,5	5,12	1,66	0,06	0,16	
105 - 125	7,28	72,5	3,52	1,58	0,06	0,12	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.39.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Typic Endoaquerts, estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje pobre, de texturas moderadamente finas a muy finas, superficiales debido a las fluctuaciones del nivel freático.

### 3.10.4.2.39.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, presenta una saturación de bases media y baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.40 Complejo LiW02: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-40, Typic Ustipsamments, Familia Franca Guesa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-04

Este complejo ocurre en la vega del valle estrecho en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda la peña y en la finca sabana zambo, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga y Manatí), Bolívar (Municipios de San Jacinto, San Estanislao,

El Carmen de Bolívar, Calamar, Mahates, María la Baja, Calamar Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 1537,48 hectáreas, que corresponde al 0,35% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como calabazo, trupillo, guásimo, campano, roble entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son profundos, drenaje moderado, de texturas finas y fertilidad alta.

El complejo está integrado por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica (perfil modal CD-40) en un 40%, Typic Ustipsamments, familia franca gruesa, Isohipertérmica (perfil modal CD-04) en un 40% y Typic Ustorthents en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos estos suelos fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico y la ausencia de endopedón en el caso de los entisoles.

Las fases que se encontraron fueron: ai, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil CD-40 como se muestra en la **Tabla 3.364** y **Fotografía 3.96**.

**Tabla 3.364. Descripción del perfil modal CD-40.**

DESCRIPCIÓN	
00-26 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos y gruesos de forma irregular y continuos; pocas raíces medias y gruesas, y frecuentes muy finas y finas en estado vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite difuso y plano; pH 7.7, ligeramente alcalino.
Ap	
26-72 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/2); textura franco arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo piedra; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y medianos, de forma irregular y continuos; pocas raíces finas y medianas en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite difuso y ondulado; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Bw	
72-120 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franco-arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y medianos de forma irregular y continuos; pocas raíces medianas, en estado vivas, frecuente actividad de macroorganismos; pH 8.1, moderadamente alcalino.
C1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.96. Perfil modal CD-40.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.40.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.365. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-40.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 26	44,79	24,46	30,75	FAr	7,7	1,3	0,68	13,4	0	Alta
26 - 72	51,00	20,34	28,66	FArA	8,2	0,64	0,34	14,63	0	
72 - 120	38,35	26,64	35,01	FAr	8,1	0,73	0,38	41,44	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 26	21,03	86,1	12,35	5,01	0,44	0,31	1.43
26 - 72	22,31	86,0	11,34	5,22	0,18	2,45	1.48
72 - 120	23,75	SAT	14,88	6,98	0,26	4,17	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil CD-04 como se muestra en la **Tabla 3.366** y **Fotografía 3.97**.

**Tabla 3.366. Descripción perfil modal CD-04.**

DESCRIPCIÓN	
0-24 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/4); textura arenosa franca; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en seco suelta, en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros medianos; frecuentes raíces gruesas, vivas, de distribución normal, en horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ); límite gradual y ondulado; pH 6.4, ligeramente ácido.
Ap	
24-63 cm	Color en húmedo amarillo claro (10YR6/6); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en seco suelta, en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros gruesos; frecuentes raíces muy medias, vivas, de distribución normal, en horizonte; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite gradual y ondulado; pH 7.2, neutro.
C	
63-95 cm	Color en húmedo amarillo (10YR7/8), con 20% de gris claro (10YR7/2); textura arenosa franca; consistencia en seco suelto, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros gruesos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal, en horizonte; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite gradual y ondulado; pH 7.5, ligeramente alcalino.
Cr1	
95-150 cm	Color en húmedo gris claro (10YR7/2), con 10% de pardo amarillento claro (7.5YR6/8); textura franco-arenosa; sin estructura (masiva); frecuentes poros gruesos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; pH 7.6, ligeramente alcalino.
Cr2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.97. Perfil modal CD-04.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.40.2 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustipsamments, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

**Tabla 3.367. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-04.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 24	86,69	4,02	9,29	AF	6,4	1,22	0,64	7,84	0	Alta
24 - 63	90,71	4,02	5,27	A	7,2	0,27	0,14	10,03	0	
63 - 95	80,59	12,1	7,31	AF	7,5	0,3	0,16	8,13	0	

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
95 - 150	76,48	16,19	7,33	FA	7,6	0,48	0,25	8,95	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 24	12,13	76,4	6,97	2,12	0,06	0,12	0.94
24 - 63	12,11	67,1	5,42	2,48	0,06	0,16	0.99
63 - 95	13,01	82,1	6,98	3,48	0,07	0,15	
95 - 150	17,58	85,5	9,59	5,07	0,09	0,28	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.40.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácido a alcalino, con una saturación de base media y baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a mantener o neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.41 Consociación LiW03: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-77

Esta Consociación ocurre en la vega del vallecito en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda la mina, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Manatí, Luruaco y Baranoa), Bolívar (Municipios de Villanueva, Turbaco, Turbaná, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, María la Baja, Mahates, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 11266,70 hectáreas, que corresponde al 2,55% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo, en algunos sectores se puede encontrar zonas con árboles como conservación. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guásimo, trupi y mataratón entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son moderadamente profundos, de drenaje imperfecto, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-77) e inclusiones de Typic Haplusterts en un 15% y Typic Ustipsamments en un 10%.

La característica diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.368** y **Fotografía 3.98**.

**Tabla 3.368. Descripción perfil modal CD-77.**

DESCRIPCIÓN	
00- 12 cm	color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares muy finos y finos moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; frecuente raíces medias y gruesas, vivas de distribución normal en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 8.0, moderadamente alcalina.
Ap	
12- 37 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no hay actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite difuso; pH 8.2, moderadamente alcalina.
Bw1	
37- 85cm	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos débiles; consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite claro y plano; pH 8.3, moderadamente alcalina.
BC	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.98. Perfil modal CD-77.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



3.10.4.2.41.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.369. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-77.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDA D
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 12	13,26	35,89	50,85	Ar	8,0	5,6	2,95	3,78	0	Alta
12 - 37	17,63	32,44	49,93	Ar	8,2	3,99	2,1	5,49	0	
37 - 86	15,47	32,44	52,09	Ar	8,3	3,09	1,63	6,14	0	
86 - 120	27,9	27,5	44,6	Ar	8,1	1,74	0,92	5,97	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC		SB %	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 12	29,48		SAT	42,3	3,32	0,17	0,64	1.68		
12 - 37	34,37		SAT	45,67	2,82	0,16	0,34	1.63		
37 - 86	37,6		SAT	46,1	3,37	0,14	0,31			
86 - 120	34,97		SAT	35,28	3,73	0,13	0,34			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.41.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 15% de Typic Haplusterts y Typic Ustipsamments en un 10%, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados a moderadamente bien drenados, de texturas gruesas a finas, superficiales a profundos.

3.10.4.2.41.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH alcalinos, presenta alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

3.10.4.2.42 Consociación LiX01: Typic Haplustolls, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-63

Esta Consociación ocurre en el plano de terraza del valle estrecho en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda el platanal, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Baranoa y Repelón), Bolívar (Municipios de San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, María la Baja y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que

varían del 1 al 7%; ocupa un área 1050,47 hectáreas, que corresponde al 0,24% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la agricultura con cultivos semi-perennes bienales, en algunos sectores se puede encontrar cítricos. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guásimo, totumo, roble y mataratón entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son profundos, de drenaje moderado, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-63) e inclusiones de Typic Endoaquerts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico y el epipedón mólico.

Las fases que se encontraron fueron: a, a1, a2, b, b1, b2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.370** y **Fotografía 3.99**.

**Tabla 3.370. Descripción perfil modal CD-63.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 44 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10Y3/2); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los peds; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual y plano; pH 7.4, ligeramente alcalino.
Ap	
44 - 65 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; pocas raíces finas, vivas, de distribución normal, en los peds; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y ondulado; pH 7.6, ligeramente alcalino.
AB	
65 - 81 cm	Color en húmedo pardo oliva claro (10YR4/3); textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y plano; pH 7.7, ligeramente alcalino.
Bw	
81 - 120 cm	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura franco-arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medios; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 7.5, ligeramente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.99. Perfil modal CD-63.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.42.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustolls, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.371. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-63.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 44	79,73	8,04	12,23	FA	7,4	0,8	0,42	10,69	0	Media
44 - 65	83,78	10,03	6,19	AF	7,6	0,3	0,16	3,99	0	
65 - 81	83,77	8,03	8,2	AF	7,7	0,17	0,09	3,82	0	
81 - 120	73,65	10,07	16,28	FA	7,5	0,43	0,23	34,35	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 44	9,42	59,1	3,78	1,11	0,06	0,62	1,75			
44 - 65	6,45	53,6	2,36	0,7	0,06	0,34	1,80			
65 - 81	6,13	47,6	1,96	0,67	0,06	0,23				
81 - 120	8,3	64,3	3,37	1,58	0,09	0,3				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.42.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Typic Endoaquerts, estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje pobre, de texturas finas, superficiales debido a la fluctuación del nivel freático.

3.10.4.2.42.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente alcalino, con una moderada saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización de algunos fertilizantes que ayuden a bajar la alcalinidad del pH.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.43 Consociación LiX02: Typic Haplustepts, Familia Arcillosa Sobre Arenosa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-65

Esta Consociación ocurre en la vega del valle estrecho en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda Rotinet (El Guájaro), en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Baranoa y Repelón), Bolívar (Municipios de San Estanislao, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, Mahates, María la Baja, El Carmen de Bolívar y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 596,11 hectáreas, que corresponde al 0,14% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como aramo, calabaza, totumo, roble, guásimo, zarza entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas a finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia arcillosa sobre arenosa, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-65) e inclusiones de Aquic Ustorthents en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia arcillosa sobre arenosa, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.372** y **Fotografía 3.100**.

**Tabla 3.372. Descripción perfil modal CD-65.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 40 cm	Color en húmedo oliva (5Y5/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas, Vivas, de distribución normal, en los peds; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H2O2; límite claro y plano; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Ap	



DESCRIPCIÓN	
40 - 81 cm	Color en húmedo pardo oliva (2,5Y4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en los peds; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y plano; pH 8.2, moderadamente alcalino.
Bw	
81 - 97 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura franco arcillo arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos; pocas raíces finas, vivas, de distribución normal, en los peds; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite claro y plano; pH 8.3, moderadamente alcalino.
C1	
97 - 120 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura franca arcillo arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos; no presenta raíces; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl ni al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 8.6, fuertemente alcalino.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.100. Perfil modal CD-65.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.43.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Arcillosa Sobre Arenosa, Isohipertérmica

Tabla 3.373. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-65.

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 40	20,52	33,39	46,09	Ar	8,2	1,95	1,03	54,4	0	Alta
40 - 81	25,11	26,98	47,91	Ar	8,2	1,48	0,78	43,59	0	
81 - 97	75,58	4,04	20,38	FArA	8,3	0,42	0,22	36	0	
97 - 120	67,44	10,12	22,44	FArA	8,6	0,76	0,4	57,99	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 40	22,33	SAT	27,95	5,7	0,75	0,81	1.72
40 - 81	29,32	91,7	20,48	4,82	0,58	1,01	1.68
81 - 97	13,27	79,3	8,04	1,84	0,18	0,46	
97 - 120	15,97	SAT	14,48	2,09	0,18	0,46	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.43.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Aquic Ustorthents, estos son suelos jóvenes, se caracterizan por presentar un drenaje pobre a moderado, de texturas moderadamente gruesas a finas, superficiales.

### 3.10.4.2.43.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH alcalino, con una alta saturación de bases y una capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.44 Consociación LiX03: Typic Haplustepts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-53

Esta Consociación ocurre en la vega del vallecito en el paisaje de lomerío. Se encuentra ubicada en la vereda Santa Rita, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Manatí, Repelón y Luruaco), Bolívar (Municipios de Villanueva, Turbaná, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, Mahates, María la Baja, El Carmen de Bolívar Cartagena y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 10334,33 hectáreas, que corresponde al 2,34% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como jobo, trébol, matarotón, guásimo, guamo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial; son profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas a gruesas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-53) e inclusiones de Vertic Haplustepts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico y algunas características de mal drenaje en el perfil.

Las fases que se encontraron fueron: ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.374** y **Fotografía 3.101**.

**Tabla 3.374. Descripción perfil modal CD-53.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 20 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura franco arcillo limoso; estructura en bloques sub angulares, finos y medios; débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCL; límite clara y plano; pH 6.9, neutro.
Ap	
20 - 52 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas y medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCL; límite clara y plano; pH 7.7, ligeramente alcalino.
Bw	
52 - 120 cm	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débil; consistencia en húmedo friable, ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros muy finos, finos, y medianos; pocas raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.7, ligeramente alcalino.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.101. Perfil modal CD-53.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.44.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

**Tabla 3.375. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-53.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 20	15,81	43,03	41,16	ArL	6,9	2,22	1,17	7,95	0	Alta
20 - 52	46,55	32,78	20,67	F	7,7	1,24	0,65	22,31	0	
52 - 120	65,11	20,42	14,47	FA	7,7	0,63	0,33	5,79	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 20	20,48	91,1	12,48	5,72	0,13	0,33	1.08			
20 - 52	17,72	SAT	12,27	5,4	0,1	0,83	1.09			
52 - 120	14,17	97,1	7,73	5,04	0,06	0,93				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.44.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Vertic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas a muy finas, moderadamente superficiales a profundos.

3.10.4.2.44.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación LiX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH alcalino, con una alta saturación de bases y una capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.



No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.45 Consociación PeW01: Typic Humustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-79

Esta Consociación ocurre en las cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda los pollos, de los municipios de Arjona y San Estanislao, en el departamento de Bolívar. Presenta un relieve moderadamente inclinado, con pendientes que varían del 7 al 12%; ocupa un área de 252,62 hectáreas, que corresponde al 0,06% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo, se pueden encontrar algunas zonas en conservación. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como arumo, calabaza, guásimo, zarza entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial, torrencial, fluvio volcánico; son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-79) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el epipedón úmbrico.

La fase que se encontró fue: c.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.376** y **Fotografía 3.102**.

**Tabla 3.376. Descripción perfil modal CD-79.**

DESCRIPCIÓN	
00- 40 cm	color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro(10YR3/2); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares muy finos a finos, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; frecuente raíces medias y gruesas, vivas de distribución normal en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 6.3, moderadamente ácido.
40- 71 cm	

DESCRIPCIÓN	
Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos; no hay actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite difuso; pH 6.2, moderadamente ácido.
71- 104cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no actividad de macroorganismos; no hay raíces; límite abrupto y plano; pH 6.2, moderadamente ácido.
104-120 cm	Color en húmedo gris (10YR5/1); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.5, ligeramente ácido.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.102. Perfil moda CD-79.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.45.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Humustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

Tabla 3.377. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-79.

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD	
	Arena	Limo	Arcilla								
0 - 40	29,9	34,96	35,14	FAr	6,3	2,61	1,37	4,05	0	Media	
40 - 71	17,48	21,11	61,41	Ar	6,2	1,39	0,73	4,33	0		
71 - 104	18,42	22,96	58,62	Ar	6,2	0,79	0,42	5,94	0		
104 - 120	16,24	21,32	62,44	Ar	6,5	0,2	0,11	4,89	0		
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da				
0 - 40	26,46	61,0	12,79	2,98	0,19	0,18	1.62				
40 - 71	32,55	54,8	13,0	4,36	0,18	0,31	1.67				
71 - 104	30,32	59,8	13,45	4,03	0,19	0,47					
104 - 120	31,65	63,7	15,16	4,2	0,2	0,6					

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.45.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, moderadamente superficiales a profundos.

#### 3.10.4.2.45.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PeW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido, con una saturación de bases media y una capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a bajar la cantidad de sales en el suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.46 Consociación PeX01: Typic Haplustepts, Familia Arenosa Sobre Arcillosa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-34

Esta Consociación ocurre en las cimas y laderas de las colinas en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda Puerto Badel, finca Caña Dulce, en los municipios de Arjona, San Estanislao Turbaná, en el departamento de Bolívar. Presenta un relieve moderadamente inclinado, con pendientes que varían del 7 al 12%; ocupa un área de 2318,27 hectáreas, que corresponde al 0,53% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como carito, anón, guásimo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial, torrencial, fluvio volcánico; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia arenosa sobre arcillosa, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-34) e inclusiones de Vertic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia arenosa sobre arcillosa, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: c, c1, c2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.378** y **Fotografía 3.103**.

**Tabla 3.378. Descripción perfil modal CD-34.**

DESCRIPCIÓN	
00 – 19 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4), con 10% de pardo claro (7.5YR6/3); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual y plano; pH 5.9, moderadamente ácido.
Ap	
19 – 58 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6) con 10% de un color pardo fuerte (7.5YR5/6); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 6.3, ligeramente ácido.
AB	
58 – 86 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6), con 20% de un color pardo muy pálido (10YR7/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual e irregular; pH 6.9, neutro.
Bw1	
86 – 110 cm	Color en húmedo amarillo rojizo (7.5YR6/6), con 25% de gris pardusco claro (10YR6/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.7, neutro.
Bw2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.103. Perfil modal CD-34.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.10.4.2.46.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.379. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-34.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDA D
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 19	69,62	22,15	8,23	FA	5,9	0,47	0,25	8,27	0	Media
19 - 58	65,53	22,19	12,28	FA	6,3	0,19	0,1	4,88	0	
58 - 86	34,02	16,45	49,53	Ar	6,9	0,3	0,16	3,51	0	
86 - 110	38,35	20,49	41,16	Ar	6,7	0,11	0,06	3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 19	5,83	64,5	2,51	1	0,06	0,19	1.17			
19 - 58	10,02	35,3	2,3	1,08	0,06	0,1	1.16			
58 - 86	22,73	63,9	9,11	4,83	0,11	0,47				
86 - 110	21,95	65,9	8,49	5,34	0,1	0,53				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.46.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Vertic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados a moderadamente bien drenados, de texturas moderadamente gruesas a finas, moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.46.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PeX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a neutro, presenta una saturación de bases media y baja capacidad de intercambio catiónica. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.47 Consociación PxX01: Oxyaquic Haplustepts, Familia Franca Gruesa Sobre Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-22

Esta Consociación ocurre en el plano inclinado del glacis de acumulación en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda Gambote, vía Campollo, en los municipios de Arjona y San Estanislao, en el departamento del Bolívar. Presenta un relieve moderado a fuertemente inclinado, con pendientes que varían del 7 al 25%; ocupa un área de 268,84 hectáreas, que corresponde al 0,06% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guásimo, campano, mataratón entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial; son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas a finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Oxyaquic Haplustepts, franca gruesa sobre franca fina, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-22) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Oxyaquic Haplustepts, franca gruesa sobre franca fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopedón cámbico y algunas evidencias de mal drenaje en el perfil.

Las fases que se encontraron fueron: b, b1, b2, c2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.380** y **Fotografía 3.104**.

**Tabla 3.380. Descripción perfil modal CD-22.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 12 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y muy fina, grado débil; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos, de forma irregular, discontinuos; frecuentes raíces muy finas y muchas finas, en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plano; pH 5.8, moderadamente ácido.
Ap	
12 - 34 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco arcillo arenosa; con pocos fragmentos rocosos tipo gravilla; estructura en bloques subangulares, clase gruesa, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros medianos y finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces finas y pocas medianas, en estado vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.2, ligeramente ácido.
Bw1	
34 - 80 cm	Color en húmedo gris (10YR5/1) con moteado color rojo amarillento (5YR5/6); textura franco-arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros finos y medianos, de forma tubular, continuos; pocas raíces medianas, en estado muertas de distribución anormal, en grietas; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.3, ligeramente ácido.
Bw2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.104. Perfil modal CD-22.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.47.1 Propiedades Físicas del Suelo Oxyaquic Haplustepts, Franca Gruesa Sobre Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.381. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-22.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 12	62,25	20,27	17,48	FA	5,8	2,51	1,32	5,7	0	Media
12 - 34	55,93	18,34	25,73	FArA	6,2	0,96	0,51	6,7	0	
34 - 80	40,82	20,68	38,5	FAr	6,3	0,55	0,29	3,5	0	
80 - 120	40,93	20,64	38,43	FAr	5,7	0,4	0,21	3,5	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 12	14,4	64,9	4,9	3,8	0,6	0,1	1.98			
12 - 34	15,9	65,6	5,2	4,8	0,1	0,3	1.78			
34 - 80	26,0	66,3	7,1	9,0	0,1	1,0				
80 - 120	22,6	71,2	4,8	8,0	0,1	3,2				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.47.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales a profundos.

3.10.4.2.47.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PxX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeros a moderadamente ácidos, con una saturación de bases media y capacidad de intercambio catiónica moderada. Es

necesario utilización de fertilizantes que ayuden a subir pH del suelo a niveles que los nutrientes sean más asimilables para las plantas.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.48 Consociación PaW01: Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-49

Esta Consociación ocurre en el ápice del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda Lacali, en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Manatí Piojó y Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve ligero a moderadamente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 12%; ocupa un área de 5720,89 hectáreas, que corresponde al 1,30% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, mataratón, roble, vivaseca, Hobo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, bien drenados, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-49) e inclusiones de Typic Ustorthents en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: b, b2, c.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.382** y **Fotografía 3.105**.



**Tabla 3.382. Descripción perfil modal CD-49.**

DESCRIPCIÓN	
00- 25 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, Moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos; frecuentes raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite gradual y plano; pH 6.7, neutra.
Ap	
25 - 65 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual y plano pH 7.2, neutra.
Bw1	
65- 120 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.9, moderadamente alcalino.
Bw2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.105. Perfil modal CD-49.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.48.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Fina, Isohípertermica

**Tabla 3.383. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-49.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 25	23,6	37,08	39,32	FAr	6,7	2,27	1,19	6,03	0	Alta
25 - 65	24,01	36,88	39,11	FAr	7,2	1,16	0,61	3,96	0	
65 - 120	45,09	28,38	26,53	F	7,6	0,43	0,23	8,01	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 25	22,39	SAT	16,36	6,22	0,18	0,2	1.07
25 - 65	22,67	88,0	14,5	5,17	0,019	0,27	1.11
65 - 120	17,54	93,2	11,33	4,45	0,15	0,41	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.48.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Ustorthents, son suelos jóvenes, se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales a moderadamente superficiales.

### 3.10.4.2.48.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a ligeramente alcalinos, una alta saturación de bases. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.49 Consociación PaW02: Typic Endoaquerts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-50

Esta Consociación ocurre en el cuerpo del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda el empuje, en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Manatí, Piojó y Luruaco) y Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 5903,60 hectáreas, que corresponde al 1,34% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, mataratón, roble, platanillo, campano entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son muy superficiales, drenaje pobre, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquerts, familia fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-50) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 15% y Typic Haplustolls en un 10%.

Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Endoaquerts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico y las propiedades vérticas en el perfil.

Las fases que se encontraron fueron: a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.384** y **Fotografía 3.106**.

**Tabla 3.384. Descripción perfil modal CD-50.**

DESCRIPCIÓN	
00- 20 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/3) moteos en 7% de pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos; frecuentes raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite gradual y plano; pH 6.7, neutra.
Ap	
20 - 61 cm	Colores en húmedo rojo débil (2.5Y4/2) y pardo rojizo oscuro (2.5Y5/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL), límite gradual y plano; pH 7.1, neutra.
BSS1	
61 - 86 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/3) y pardo amarillento (10YR5/8); textura arcillosa; estructura en prismas bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 7.4, ligeramente alcalina.
BSS2	
86 - 120 cm	Color en húmedo rojo débil (2.5YR4/2) y pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.7, ligeramente alcalina.
BSS3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.106. Perfil modal CD-50.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.49.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Endoaquerts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.385. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-50.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD	
	Arena	Limo	Arcilla								
0 - 20	16,49	31,25	52,26	Ar	6,7	2,41	1,27	21,48	0	Alta	
20 - 61	12,49	29,11	58,4	Ar	7,1	0,71	0,37	6,77	0		
61 - 86	13,14	28,89	57,97	Ar	7,4	0,58	0,31	4,88	0		
86 - 120	19,48	35,02	45,5	Ar	7,7	0,37	0,19	4,98	0		
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da				
0 - 20	35,7	75,4	17,08	8,72	0,87	0,24	1.09				
20 - 61	29,08	SAT	19,53	10,59	0,32	0,34	1.05				
61 - 86	26,34	SAT	17,61	10,98	0,28	0,59					
86 - 120	23,57	99,2	13,44	9,06	0,2	0,68					

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.49.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos de Typic Haplustepts en un 15% y Typic Haplustolls en un 10%, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas a finas, presentan un epipedón molíco.

### 3.10.4.2.49.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a moderadamente alcalino, con una alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.50 Consociación PaW03: Aerico Humaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-80

Esta Consociación ocurre en la base del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la cruz del viso, en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Manatí y Luruaco) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 3404,23 hectáreas, que corresponde al 0,77 % del área de estudio.



Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo, se pueden encontrar algunas zonas forestales. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, matarotón, roble, vivaseca, Hobo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son moderadamente superficiales, drenaje imperfecto, de texturas finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Aeríc Humaquepts, familia fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-80) e inclusiones de Typic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Aeríc Humaquepts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad acuico, el epipedón úmbrico y el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.386** y **Fotografía 3.107**.

**Tabla 3.386. Descripción perfil modal CD-80.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 30 cm	color en húmedo pardo oscuro (10YR3/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, muy finos a finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas, de distribución normal en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 6.6, neutro.
Ap	
30 - 52 cm	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite abrupto y plano; pH 6.9, neutro.
52 - 91cm	Color en húmedo pardo claro (10YR5/1) con moteados (10YR6/8) en 40 %; textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 6.9, neutro.
91 - 120 cm	Color en húmedo pardo claro (10YR5/1) moteados (10YR5/8) en 40 %; textura franco-arcillosa; sin estructura (masiva), consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.7, neutra.
CG2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.107. Perfil modal CD-80.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.50.1 Propiedades Físicas del Suelo Aeric Humaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.387. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-80.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 30	14,8	39,14	46,06	Ar	6,6	1,31	0,69	34,26	0	Media
30 - 53	16,86	35,58	47,56	Ar	6,9	0,45	0,24	29,36	0	
53 - 85	17,15	37,51	45,34	Ar	6,9	0,43	0,23	15,15	0	
85 - 120	36,2	35,14	28,66	FAr	6,7	0,32	0,17	26,45	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 30	28,72	70,2	12,56	6,72	0,77	0,12	1.58
30 - 53	32,27	76,4	14,95	9,02	0,45	0,24	1.67
53 - 85	29,62	78,4	13,81	8,89	0,28	0,24	
85 - 120	23,23	72,4	10,06	6,36	0,18	0,23	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.50.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente gruesas a finas, moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.50.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a neutro, con una alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.51 Consociación PaW04: Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-21

Esta Consociación ocurre en la depresión del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la cruz del viso, en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga y Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve ligeramente plano, con pendientes que varían del 1 al 3%; ocupa un área de 1201,25 hectáreas, que corresponde al 0,27 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 1000 a 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, mataratón, roble, vivaseca, Hobo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son superficiales, bien drenados, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-21) e inclusiones de Vertic Endoaquepts en un 20%. Las características diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, isohipertérmica, fueron el régimen de humedad acuico, el endopodón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: az.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.388** y **Fotografía 3.108**.

**Tabla 3.388. Descripción perfil modal CD-21.**

DESCRPCIÓN	
00 - 30 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (5Y3/1); textura franco-arcillosa; estructura en bloques angulares, fina, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces medias y pocas finas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite abrupto y ondulado; pH 6.9, neutro.
30 - 64 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (2,5Y5/2), con moteado amarillo parduzco (10YR6/8); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos, de forma tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 7.6, ligeramente alcalino.
64 - 91 cm	Color en húmedo gris verdusco claro (GLE Y1 6/5GY), con moteado amarillo parduzco (10YR6/8); textura franco-arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma irregular y tubular, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y plano; 7.6, ligeramente alcalino.
91 - 120 cm	Color en húmedo gris verdusco (GLE Y1 5/N), con moteado amarillo parduzco (10YR6/8); textura arcillo limosa; con pocos fragmentos rocosos tipo gravilla y cascajo; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y medianos, de forma tubular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; 7.5, ligeramente alcalino.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.108. Perfil modal CD-21.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.51.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.389. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-21.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 30	26,62	43,26	30,12	FAr	6,93	1,6	0,84	12,01	0	Alta
30 - 64	32,43	31,07	36,5	FAr	7,6	0,71	0,37	5,34	0	
64 - 91	34,86	32,96	32,18	FAr	7,6	0,68	0,36	7,5	0	



91 - 120	16,99	41,9	41,11	ArL	7,5	0,96	0,51	5,19	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 30	22,55	75,3	11,82	4,71	0,18	0,27	1.94			
30 - 64	22,67	93,6	14,69	5,98	0,12	0,43	1.92			
64 - 91	21,21	91,7	13,13	5,71	0,11	0,51				
91 - 120	24,25	94,4	14,29	7,96	0,12	0,53				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.51.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Vertic Endoaquepts, estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje pobre, de texturas finas y muy finas, superficiales debido a la fluctuación del nivel freático.

### 3.10.4.2.51.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaW04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a moderadamente alcalino, con una alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.52 Consociación PaX01: Typic Haplustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-57

Esta Consociación ocurre en el ápice del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda retiro nuevo, en los departamentos del Atlántico (Municipios Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojo y Manatí) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve ligero a moderadamente inclinado, con pendientes que varían del 3 al 12%; ocupa un área de 7358,23 hectáreas, que corresponde al 1,67% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi-intensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, matarotón, Hobo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-57) e inclusiones de Vertic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina, isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el endopodón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: b, b1, b2, c, c2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.390** y **Fotografía 3.109**.

**Tabla 3.390. Descripción perfil modal CD-57.**

DESCRIPCIÓN	
00- 18 cm	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, Moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos, pocos gruesos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCL; límite clara y plano; pH 6.8, neutro.
18 - 42 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCL, límite gradual y plano pH 6.8, neutro.
42 - 65 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (7.5YR6/6); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCL, límite gradual y plana; pH 6.9, neutro.
65 - 120 cm	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6), con moteados en 35% de pardo (7.5YR5/3); textura franco-arcillosa; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCL, pH 7.0, neutro.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.109. Perfil modal CD-57.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.52.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustepts, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.391. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-57.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 18	57,18	26,4	16,42	FA	6,8	1,1	0,58	6,48	0	Media
18 - 42	46,65	32,72	20,63	F	6,8	0,65	0,34	5,97	0	
42 - 65	26,03	57,49	16,48	FA	6,9	0,7	0,37	7,35	0	
65 - 120	38,13	32,9	28,97	FAr	7,0	2,21	1,16	12,2	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 18	16,27	78,4	8,69	3,85	0,11	0,1	1.21			
18 - 42	18,46	74,7	9,54	4,08	0,07	0,1	1.24			
42 - 65	16,31	79,2	9,13	3,59	0,08	0,12				
65 - 120	21,73	74,9	10,72	5,25	0,15	0,16				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.52.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Vertic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas moderadamente finas a finas, moderadamente superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.52.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, con una alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a mantener neutro el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.53 Consociación PaX02: Typic Haplustolls, Familia Franca Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-10

Esta Consociación ocurre en el cuerpo del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda Tierra grata, en los departamentos del Atlántico (Municipios Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve ligeramente

plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 12744,94 hectáreas, que corresponde al 2,89% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como trupi, uvito, guácimo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son moderadamente profundos, de drenaje moderado, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, Isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-10) e inclusiones de Typic Endoaquepts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, Isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, el epipedón mólico.

Las fases que se encontraron fueron: a, a2, b, b1.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.392** y **Fotografía 3.110**.

**Tabla 3.392. Descripción perfil modal CD-10.**

DESCRIPCIÓN	
0-42 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/2); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderado; consistencia en seco ligeramente dura, en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; muchas raíces gruesas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite gradual y ondulado; pH 7.6, ligeramente alcalino.
Ap	
42-63 cm	Color en húmedo pardo (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderado; consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución normal, en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite claro, ondulado; pH 6.9, neutro.
AB	
63-85 cm	Color en húmedo amarillo naranja opaco (10YR6/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces finas; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite difuso y plano; pH 5.5, fuertemente ácido.
Bw	
85-110 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/6); textura franco-arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; pH 6.4, ligeramente ácido.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.110. Perfil modal CD-10.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.53.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Haplustolls, Familia Franca Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.393. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-10.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	pH 1:1	MO	C.O %	P ppm	AI meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 42	44,96	16,54	38,5	FAr	7,6	0,82	0,43	11,94	0	Media
42 - 63	42,78	16,57	40,65	FAr	6,9	0,5	0,26	10,08	0	
63 - 85	59,86	10,23	29,91	FAr	5,5	0,3	0,16	10,62	0	
85 - 110	60	14,27	25,73	FAr	6,4	0,23	0,12	11,54	0	

PROFUNDIDAD cm	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 42	23,0	76,5	11,9	4,7	0,3	0,8	1.05
42 - 63	26,6	71,3	11,4	5,0	0,2	2,4	1.11
63 - 85	18,4	72,8	7,8	4,0	0,2	1,4	
85 - 110	14,8	80,9	7,0	3,5	0,2	1,3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.53.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Endoaquepts, estos suelos se caracterizan por presentar mal drenaje, de texturas moderadamente finas a muy finas, superficiales a moderadamente superficiales limitados por fluctuación del nivel freático.

3.10.4.2.53.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácido a alcalino, con una saturación de bases media y una capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.54 Consociación PaX03: Vertic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-09

Esta Consociación ocurre en la base del abanico en el paisaje de Piedemonte. Se encuentra ubicada en la vereda Chacagual, en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Repelón, Manatí, Luruaco y Candelaria) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 5323,81 hectáreas, que corresponde al 1,21 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 87 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería extensiva. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como cerezo, trupi, totumo, olivo, entre otros. Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son moderadamente profundos, de drenaje pobre, de texturas franca finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Vertic Haplustepts, familia fina, Isohipertérmica en un 75% (perfil modal CD-09) e inclusiones de Typic Haplusterts en un 25%.

Las características diagnósticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos Vertic Haplustepts, familia fina, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad rústico, el endopedón cámbico y algunas propiedades vérticas. Las fases que se encontraron fueron: a, a2, b, b1.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.394** y la **Fotografía 3.111**.

**Tabla 3.394. Descripción Perfil Modal CD-09.**

SECUENCIA EN PROFUNDIDAD DE HORIZONTES EN EL PERFIL	
0-44 cm	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 4/4); textura franco-arcillosa; estructura en bloques angulares, grandes, fuerte; consistencia en seco dura, en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; frecuentes raíces finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite gradual y ondulado; pH 6.1, ligeramente ácido.
Ap	
44-83 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, grandes, fuerte; consistencia en seco dura, en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; sin reacción a reactivos; límite difuso y ondulado; pH 5.3, fuertemente ácido.
Bw	

SECUENCIA EN PROFUNDIDAD DE HORIZONTES EN EL PERFIL	
83-110 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura franca arcillo arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción violenta al HCl; pH 5.2, fuertemente ácido.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.111. Perfil Modal CD-09.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.54.1 Propiedades Físicas del Suelo Vertic Haplustepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.395. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-09.**

DESCRIPCIÓN										
PROFUNDIDAD CM	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURA	PH 1:1	C.O %	P PP M	AL MEQ/100 G	FERTILIDAD	PROFUNDIDAD CM
	Arena	Limo	Arcilla							
0-44	44,96	16,54	38,5	FAr	6,08	1,13	0,59	47,39	0	Alta
44-83	42,78	16,57	40,65	Ar	5,34	0,6	0,32	46,86	0	
83-110	59,86	10,23	29,91	FArA	5,24	0,4	0,21	34,07	0	

PROFUNDIDAD CM	CIC	SB %	Ca	Mg	K	Na	Da
0-44	38,24	80,5	11,67	12,97	0,81	5,34	1.06
44-83	34,15	97,1	8,01	12,83	0,84	11,48	1.02
83-110	30,83	SAT	7,77	13,67	0,6	12,42	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.54.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Haplusterts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados a moderadamente bien drenado, de texturas finas, superficiales a moderadamente superficiales.

#### 3.10.4.2.54.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente ácidos, con una alta saturación de bases y una capacidad de intercambio catiónica media. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta de que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.55 Consociación PaX04: Typic Endoaquepts, Vertic Endoaquepts, Perfil Modal CD-58

Esta consociación ocurre en la depresión de los abanicos, del paisaje de piedemonte, ubicado en la vereda la granja la tercera edad y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga y Luruaco) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 912,81 hectáreas, que corresponden el 1,21 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 6 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 28°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agricultura de cultivos anuales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles como Guamo y Roble.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-58); y en un 25% Vertic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica PaX04 son az.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.396** y la **Fotografía 3.112**.

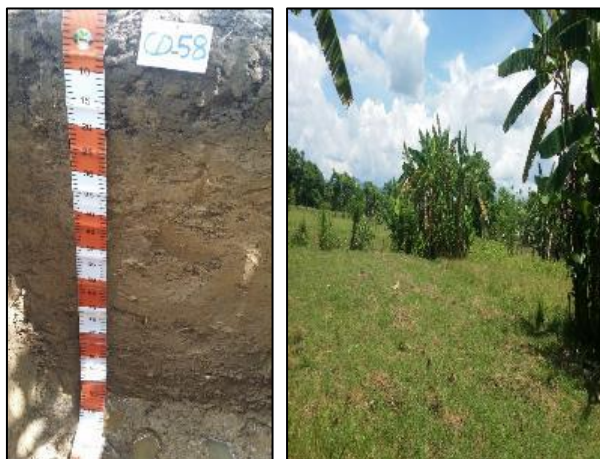


**Tabla 3.396. Descripción perfil modal CD-58.**

DESCRIPCIÓN	
0-18 cm	Color en húmedo gris oscuro (2.5Y4/1), en un 25% pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, Finos y medios, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL); límite clara y plana; pH 7.1, reacción neutra.
Ap	
18 - 42 cm	Color en húmedo pardo fuerte (2.5Y5/3); en un 50% pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillo limosa; estructura en migajones, finos y medios, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy Finos, finos, medianos y gruesos; pocas raíces finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL), límite claro, plana pH 7.1, reacción neutra.
Bg	
42-65 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (2.5Y5/2); textura franca arcillo limosa; estructura en migajones, finos y medios, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces finas; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL), límite gradual y plana; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.
Cg1	
65-120 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y6/4); en un 50% pardo oliva claro (2.5Y5/6); textura franca; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces finas y medias; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al (HCL), pH 8.7, reacción fuertemente alcalina.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.112. Perfil modal CD-58.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Vertic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopodón cámbico.

### 3.10.4.2.55.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts; Vertic Endoaquepts

**Tabla 3.397. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-58.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	AL meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 18	13,93	41,9	44,17	Ar-L	7,1	1,2	12,13	0	Alta
18 - 42	16,18	41,82	16,18	Ar-L	7,1	0,4	11,8	0	
42 - 65	17,12	43,42	39,46	F. Ar - L	7,6	0,37	9,68	0	
65 - 120	40,4	38,93	20,67	F	8,7	0,27	12,6	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 18	23,97	80,6	16,5	7,89	0,39	0,15	1,16		
18 - 42	24,71	SAT	14,3	8,48	0,19	0,16	1,05		
42 - 65	7,86	SAT	14,6	9,11	0,16	0,49			
65 - 120	10,76	78,0	10	7,12	0,07	0,69			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.55.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts y Vertic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.55.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PaX04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a muy Alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fosforo bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta en los horizontes superficiales y baja y media en los horizontes profundos; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.56 Consociación PiW01: Typic Endoaquepts, Typic Haplustepts, Perfil Modal CD-19

Esta consociación ocurre en la vega de los vallecitos, del paisaje de piedemonte, ubicado en la vereda Clarín y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Piojo y Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbaná, San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona) y Sucre (Municipio de San

Onofre). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 1416,89 hectáreas, que corresponden al 0,32% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 2 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 22°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería y pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Viva seca, Guácimo, Mataratón, herbazales, rastros.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluviales; los suelos son moderadamente profundos, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-19); y en un 25% Typic Haplustepts.

Las fases de la unidad cartográfica PiW01 son ai y bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.398** y la **Fotografía 3.113**.

**Tabla 3.398. Descripción perfil modal CD-19.**

DESCRIPCION	
0 - 25 cm	Color en húmedo gris oscuro (5Y4/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, de forma tubular, continuos; frecuentes raíces medias y muchas finas, en estado vivas y muertas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite gradual de topografía plana; pH 6.1, ligeramente ácido.
Ap	
25 - 54 cm	Color en húmedo gris oscuro (2,5Y4/1) con moteados color amarillo parduzco (10YR6/8); textura franco arcillosa; estructura en bloques angulares, clase fina y media, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y frecuentes medianos, de forma tubular e irregular, continuos; frecuentes raíces gruesas y pocas medias, en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.4, ligeramente ácido.
Bw1	
54 - 89 cm	Color en húmedo gris (2,5Y5/1) con moteados de color pardo amarillento (10YR5/8); textura franco-arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros finos y frecuentes medianos, de forma irregular y tubular, continuos; frecuentes raíces medias, en estado muertas, de distribución anormal, en grietas; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.4, ligeramente ácido.
Bw2	
89 - 120 cm	Color en húmedo gris (5Y6/1) con moteado color amarillo parduzco (10YR6/8); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos y finos, de forma tubular y continuos; pocas raíces medias, en estado muertas, de distribución anormal, en grietas; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.9, neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.113. Perfil modal CD-19.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Typic Haplustepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.56.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts;  
Typic Haplustepts

**Tabla 3.399. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 19.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 -25	17,98	33,98	48,04	Ar	6,1	1,84	6,44	0	Alta
25 - 54	28,8	14,13	30,07	F-Ar	6,4	0,66	4,09	0	
54 - 89	24,94	41,58	32,48	F-Ar	6,4	0,73	3,51	0	
89 - 120	18,08	39,28	42,64	Ar	6,9	0,44	3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	SB	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 -25	30,93	75,5	16	6,93	0,26	0,2	1,79		
25 - 54	18,76	67,6	8,36	4,03	0,09	0,2	1,76		
54 - 89	21,33	70,3	9,64	5,04	0,1	0,21			
89 - 120	22,97	82,4	13,1	5,37	0,12	0,38			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.56.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts y Typic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

#### 3.10.4.2.56.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PiW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a neutro, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo bajo, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta en el primer horizonte, media en el segundo y alta en los horizontes profundos; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.57 Consociación PiX01: Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts, Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-69

Esta consociación ocurre en la vega de los vallecitos, del paisaje de piedemonte, ubicado en la vereda Arenal (la pista) y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojó y Manatí) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbaná, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 1598,76 hectáreas, que corresponden el 0,36% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 15 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural se ha conservado con Trupi, naranjito, cereza, uvita.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvio coluviales; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplustepts, en un 75% (perfil modal CD-69); en un 15% Vertic Haplustepts y 10% Typic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica PiW02 son ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.400** y la **Fotografía 3.114**.

**Tabla 3.400. Descripción perfil modal CD-69.**

DESCRIPCIÓN	
0 – 13cm	Color en húmedo Pardo amarillento (10YR5/4); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débil; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite abrupto, plano; pH 8,0, reacción moderadamente alcalina.
Ap	
13 – 85 cm	Color en húmedo Pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; límite gradual, plano; pH 7,4 reacción ligeramente alcalino.
Bw	
85 – 120 cm	Color en húmedo Pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, moderada; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; pH 5.8, reacción moderadamente ácida.
Bw2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.114. Perfil modal CD-69.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts, y Typic Endoaquepts fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.57.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts, Typic Endoaquepts

**Tabla 3.401. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 69.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	AL meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 13	73,51	8,1	18,39	F-A	8	0,17	41,96	0	Alta
13 - 85	11,32	23,18	65,5	Ar	7,4	0,45	28,7	0	
85 - 120	36,19	22,58	41,23	Ar	5,8	0,17	11,8	0	
PROFUNDIDAD CM	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 13	14,75	66,4	6,51	2,78	0,36	0,14	1,87		
13 - 85	45,26	79,1	21,8	12,24	0,45	1,26	1,85		
85 - 120	27,28	80	11,2	7,84	0,21	2,6			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.57.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts, Typic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente drenados, de texturas finas, profundos.

3.10.4.2.57.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación PiX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH alcalino a moderadamente ácido, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a alto y medio respectivamente, el fósforo alto, medio y bajo respectivamente, y el sodio es normal a medio, la capacidad de intercambio catiónico es media en el primer horizonte y alta en los horizontes profundos; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

3.10.4.2.58 Consociación RaW01: Oxyaquic Haplustepts, Fluventic Haplustepts, Perfil Modal CD-70

Esta consociación ocurre en el albardón, del plano de inundación del paisaje de planicie, ubicado en la vereda las compuertas y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Suán, Santa Lucía, Repelón y Manatí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, Soplaviento, San Cristóbal, Calamar, Mahates y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 1098,95 hectáreas, que corresponden al 0,25% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agricultura de cultivos anuales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Guácimo, Uña de gato, Bombaza, Neen, Roble.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son profundos, moderadamente drenados, de texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Oxyaquic Haplustepts, en un 80% (perfil modal CD-70); en un 20% Fluventic Haplustepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaW01 son a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.402** y la **Fotografía 3.115**.

**Tabla 3.402. Descripción perfil modal CD-70.**

DESCRIPCION	
0 - 17 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1) con 5 % de moteados color Pardo amarillento (10YR5/6); textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, muy finos, débil; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos y medios; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite claro, plano; pH 7,0 Neutro.
Ap	
17 - 46 cm	Color en húmedo gris (5Y4/1) con 15 % de moteados color Pardo amarillento (10YR5/6); textura franca; estructura en bloques subangulares, fino, débil; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite gradual, plano; pH 7,0 Neutro.
A2	
46 - 74 cm	Color en húmedo gris (5YR5/1) con 20 % de moteados color Pardo amarillento (10YR6/8); textura franco-limosa; estructura en bloques subangulares, gruesos y medios, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite claro, plano; pH 6,6 Neutro.
Bw	
74 - 120 cm	Color en húmedo gris (10Y6/1) con 30 % de moteados color Pardo amarillento (10YR5/6); textura franca; sin estructura; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros finos; sin presencia de raíces; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; pH 7,0 Neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.115. Perfil modal CD-70.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Oxyaquic Haplustepts, Fluventic Haplustepts fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

#### 3.10.4.2.58.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación, Oxyaquic Haplustepts, Fluventic Haplustepts

**Tabla 3.403. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 70.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 17	57,61	34,17	8,21	F-A	7	0,35	42,48	0	Alta
17 - 46	51,42	40,34	8,24	F	7,2	0,31	24,85	0	
46 - 74	35,28	54,46	10,26	F-L	6,6	0,34	31,06	0	
74 - 120	33,15	44,45	22,4	F	6,9	0,77	32,53	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 17	10,04	70,7	4,97	1,83	0,2	0,1	1,85		
17 – 46	10,04	71,6	5,32	1,68	0,06	0,13	1,74		
46 – 74	10,66	84,4	5,98	2,77	0,06	0,19			
74 - 120	13,55	79,6	7,26	3,19	0,08	0,25			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.58.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Oxyaquic Haplustepts, Fluventic Haplustepts. Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente drenados, de texturas francas, profundos.

### 3.10.4.2.58.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro, calcio medio en los tres primeros horizontes y alto en el horizonte final, el magnesio medio y alto, el potasio se encuentra bajo, el fósforo alto a medio, y el sodio es bajo a normal, la capacidad de intercambio catiónico es media; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer las características físico - químicas del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales.

### 3.10.4.2.59 Consociación RaW02 Typic Endoaquepts, Typic Endoaquerts, Typic Calciaquerts, Perfil Modal CD - 45

Esta consociación ocurre en la cubeta de desborde del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la vereda Pilón y geográficamente se localiza en el municipio de campo la cruz, en el departamento del Atlántico. Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 74,91 hectáreas, que corresponden al 0,02% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 11 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería con pastoreo semi - intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Bracharia, trompillo, pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-45); en un 15% Typic Endoaquerts, y en un 10% Typic Calciaquerts.

Las fases de la unidad cartográfica RaW02 son aiz.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.404** y la **Fotografía 3.116**.

**Tabla 3.404. Descripción perfil modal CD-45.**

DESCRIPCION	
0-21 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (gley1-4/N); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media y gruesa, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes medianos y muchos muy finos y finos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas en estado vivas de
Ap	

DESCRIPCION	
	distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 5.1, reacción fuertemente ácida.
21-54 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderado consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas, medias y gruesas, en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 4.8, reacción muy fuertemente ácida.
Bg	
54-100 cm	Color en húmedo (gley1- 2.5/N); textura arcillosa; Sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; pocas raíces muy finas en estado muertas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; pH 5.0, reacción muy fuertemente ácida.
Cg1	
100-120 cm	Color en húmedo (gley1 3/N); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.116. Perfil modal CD-45.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, Typic Endoaquerts, Typic Calciaquerts, fueron el régimen de humedad ahuico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.59.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts, Typic Endoaquerts, Typic Calciaquerts

**Tabla 3.405. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 45.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 21	13,6	23,13	63,27	Ar	5,1	0,74	8,54	0,58	Alta
21-54	10,8	21,19	68	Ar	4,8	0,66	4,39	0,97	
54-100	11,66	20,99	67,35	Ar	5	0,37	3,59	0	
100-120	20,45	25,74	53,81	Ar	5,9	0,22	3,57	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 21	32,31	60,8	10,7	7,93	0,25	0,74	1,58		
21-54	36,04	66	12,1	9,26	0,28	2,14	1,61		
54-100	31,25	79,8	10,5	10,55	0,18	3,75			
100-120	38,04	87,6	13,2	14,47	0,22	5,41			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.59.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts, Typic Endoaquerts, Typic Calciaquerts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.59.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente a extremadamente ácido y moderadamente ácido, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo y medio, el fósforo bajo, y el sodio es normal a medio, la capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.60 Consociación RaW03: Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-46

Esta consociación ocurre en la cubeta de decantación del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la vereda Pilón y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Suán, Santa Lucía, Sabanalarga, Repelón, Manatí, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona). Presenta un relieve plano con



pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 10626,36 hectáreas, que corresponden al 2,41% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000 mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería y pastoreo semi-intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Bracharia, trompillo, pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son moderadamente superficiales, pobremente drenados, de texturas arcillosas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-46); y en un 25% Typic Epiaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaW03 son aiz.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.406** y la **Fotografía 3.117**.

**Tabla 3.406. Descripción perfil modal CD-46.**

DESCRIPCION	
0-25 cm	Color en húmedo (gley1-5/N); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros finos y medianos y pocos muy finos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces muy finas y finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
25-71 cm	Color en húmedo gris (5Y 5/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina, grado débil consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas, en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
71-110 cm	Color en húmedo pardo oscuro (5Y 7/1); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa plástica; frecuentes poros finos y medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces, no hay actividad de macroorganismos; pH 7.1, reacción neutra.
Cg1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.117. Perfil modal CD-46.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Typic Epiaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.60.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts; Typic Epiaquepts

**Tabla 3.407. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-46.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 25	17	25,48	57,52	Ar	6,3	0,45	7,39	0	Alta
25-71	20,28	23,64	56,07	Ar	6,3	0,18	5,44	0	
71-110	16,66	25,58	57,75	Ar	7,1	0,1	9,54	0	
PROFUNDIDAD CM	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 25	26,96	74	11,2	6,98	0,24	1,54	1,53		
25-71	21,71	SAT	11,7	8,12	0,14	3,48	1,43		
71-110	31,43	SAT	16,7	13,27	0,16	9,55			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.60.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts; Typic Epiaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.60.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a neutro, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo bajo, y el sodio de medio a alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.61 Consociación RaW04: Typic Endoaquepts, Fluvaquentic Endoaquepts, Perfil Modal CD-47

Esta consociación ocurre en los cauces y meandros abandonados del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la vereda palma de vino y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Suán, Santa Lucía, Sabanalarga, Repelón, Manatí, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 20007,85 hectáreas, que corresponden al 4,54% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 11 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a Ganadería, pastoreo semi -intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Bracharia, trompillo, pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son moderadamente superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 90% (perfil modal CD-47); y en un 10% Fluvaquentic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica son aiz.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil de la siguiente forma.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.408** y la **Fotografía 3.118**.

**Tabla 3.408. Descripción perfil modal CD-47.**

DESCRIPCION	
0-22 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/1); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros gruesos y muchos finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces finas y muy finas en estado vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 6.2, reacción ligeramente ácida
22-40 cm Bg1	Color en húmedo (gley1 4/N); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderado consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite abrupto de topografía ondulada; pH 6.6, reacción neutra.
40-61 cm Bg2	Color en húmedo (gley2 4/5PB); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase fina, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos, de forma irregular y continuos; pocas raíces muy finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía plana; pH 6.9, reacción neutra.
61-79 cm Cg1	Color en húmedo pardo grisáceo(2.5Y5/1); textura franca; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 6.9, reacción neutra.
79-120 cm Cg2	Color en húmedo pardo oliva claro (2.5Y5/4); textura arenosa franca; sin estructura, suelta; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.2, reacción neutra.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.118.perfil modal CD-47.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Fluvaquentic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.61.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts, Fluvaquentic Endoaquepts

**Tabla 3.409. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-47.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0-22	42,86	22,38	34,76	F-Ar	6,2	0,55	23,48	0	Alta
22-40	38,79	22,38	38,83	F-Ar	6,6	0,27	10,14	0	
40-61	37,08	30,36	32,56	F-Ar	6,9	0,32	17,61	0	
61-79	51,5	30,2	18,3	F	6,9	0,22	22,61	0	
79-120	87,79	8,03	4,19	A-F	7,2	0,36	20,72	0	
PROFUNDIDAD CM	CIC	SB	CA	MG	K	NA	DA		
0-22	17,4	69	8,6	2,89	0,28	0,23	1,59		
22-40	18,76	68,1	8,97	3,36	0,13	0,31	1,44		
40-61	16,27	71,5	8,07	3,14	0,1	0,32			
61-79	13,53	68,4	6,31	2,59	0,07	0,28			
79-120	8,06	64,6	3,68	1,31	0,06	0,16			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.61.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts, y Fluvaquentic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.61.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente Alcalino a Neutro, calcio alto a medio, el magnesio alto a bajo, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo medio a bajo y medio, y el sodio es normal, la capacidad de intercambio catiónico es media a baja; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.62 Consociación RaX01: Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Haplustepts, Perfil Modal CD-90

Esta consociación ocurre en el Albardón del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la vereda Villa Sor y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipio de Manatí) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 394 hectáreas, que corresponden al 0,09% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a Ganadería y pastoreo semi-intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Bracharia, trompillo, pardillo. Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Fluvaquentic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-90); y en un 25% Typic Haplustepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX01 son a, b.

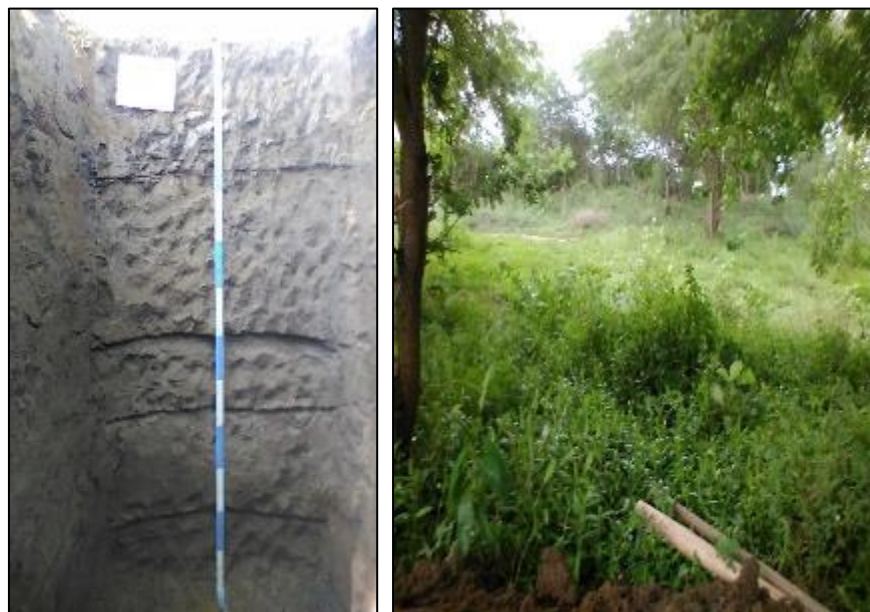
Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.410** y la **Fotografía 3.119**.

**Tabla 3.410. Descripción perfil modal CD-90.**

DESCRIPCION	
0-25 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (gley1-4/N); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, clase media y gruesa, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes medianos y gruesos muchos muy finos y finos de forma irregulares y continuos; frecuentes raíces finas, medias en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 6.6, reacción neutra
25-61 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/1); textura franca; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado débil, consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y plástica; muchos poros finos y medianos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas y finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 7.2, reacción neutra.
Bg	
61-80 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2); textura franco-arenosa; sin estructura, suelta; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.
Cg1	
80-100 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y4/2); textura franco-limosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro de topografía ondulada; pH 7.1, reacción neutra.
100-120 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (2.5Y5/1); textura arcillosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros muy finos y finos, de forma irregular y continuos; no hay raíces no hay actividad de macroorganismos; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.
Cg3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.119.perfil modal CD-90.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Fluvaquentic Endoaquepts, y Typic Haplustepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.62.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Haplustepts

**Tabla 3.411. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-90.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0-25	5,34	36,05	58,62	Ar	6,6	0,74	52,4	0	Alta
25-61	29,47	47,77	22,76	F	7,2	0,42	81,5	0	
61-80	54,67	35,02	10,31	F-A	7,6	0,22	111	0	
80-100	10,35	72,93	16,72	F-L	7,1	0,48	140,8	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0-25	22,39	SAT	16	10,18	0,73	8,55	1,84		
25-61	13,93	SAT	10,4	7,27	0,33	9,13	1,30		
61-80	9,64	SAT	6,27	4,2	0,14	6,58			
80-100	20,34	SAT	19,3	12,65	0,31	18,88			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.62.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

#### 3.10.4.2.62.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a Alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio fluctúa entre alto, medio, bajo y medio respectivamente en cada horizonte, el fósforo Alto, y el sodio es alto, la capacidad de intercambio catiónico fluctúa entre alto, medio, bajo y alto respectivamente en cada horizonte; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.63 Consociación RaX02: Typic Endoaquepts, Vertic Endoaquepts, Perfil Modal CD-59

Esta consociación ocurre en la cubeta de desborde del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en el corregimiento Sincerín y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Repelón, Manatí, Luruaco, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 12189,28 hectáreas, que corresponden al 2,76% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 3 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 28°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agricultura de cultivos anuales. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con árboles de Campano y Naranjuelo.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-59); y en un 25% Vertic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX02 son aiz.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.412** y la **Fotografía 3.120**.



**Tabla 3.412. Descripción perfil modal CD-59.**

DESCRIPCION	
0 - 17 cm Ap	Color en húmedo gris oscuro (Gley 1 4/10Y), en un 50% pardo amarillento (10YR5/8); textura arcillosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte $\alpha$ dypiridil; límite gradual y plana; pH 5.1, reacción fuertemente ácida.
17 - 65 cm Bg	Color en húmedo gris (Gley 1 4/N); en un 50% pardo fuerte (7.5YR5/6); textura Arcillosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera $\alpha$ dypiridil, límite gradual, irregular pH 5.3, reacción fuertemente ácida.
65 - 97 cm	Color en húmedo Gley 1 4GY; en un 50% pardo fuerte (7.5YR5/6); textura Arcillosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al $\alpha$ dypiridil, límite gradual, irregular; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
Cg1	
97 - 121 cm	Color en húmedo Gley 1 5/10GY; en un 50% pardo oliva claro (2.5Y5/6); Textura Arcillosa; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al $\alpha$ dypiridil, pH 7.3, reacción neutra.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.120.perfil modal CD-59.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Vertic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.63.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts; Vertic Endoaquepts

**Tabla 3.413. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-59.**

PROFUNDIDAD CM	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	PH 1:1	C.O %	P PPM	AL MEQ/100G	FERTILIDAD
	AREN A	LIMO	ARCILL A						
00-17	18,76	19,71	61,52	Ar	5,1	1,79	21,97	0,18	Alta
17-65	11,32	23,74	64,94	Ar	5,3	0,89	19,24	0	
65-97	11,69	27,94	60,37	Ar	6,3	0,49	11,38	0	
97-121	5,42	24,15	70,44	Ar	7,3	0,26	9,99	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-17	31,29	95,9	12,9	13,98	0,34	2,82	1,03		
17-65	33,47	SAT	18,3	13,69	0,43	4,53	1,05		
65-97	31,65	SAT	14,1	14,37	0,48	5,57			
97-121	33,03	SAT	18,6	17,21	0,24	6,85			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.63.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts; Vertic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.63.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuerte a extremadamente ácido; ligeramente ácido y neutro, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio, alto y medio, el fósforo de medio a bajo, y el sodio es medio a Alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta, saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.64 Consociación RaX03: Typic Endoaquepts, Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-36

Esta consociación ocurre en la cubeta de decantación del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la finca la Wandia y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Repelón, Manatí, Luruaco, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre

0 al 3%; ocupa un área de 8013,74 hectáreas, que corresponden al 1,82% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 4 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería, pastoreo extensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con arbustos de Henea y Zarza.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-36); y en un 25% Typic Endoaquents.

Las fases de la unidad cartográfica RaX03 son aiz.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.414** y la **Fotografía 3.121**.

**Tabla 3.414. Descripción perfil modal CD-36.**

DESCRIPCION	
0 - 20 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y6/3) y moteados en un 15% de un color oliva pálido (5YR4/6); textura arcillosa; consistencia en mojado friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros muy finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 4.6, reacción muy fuertemente ácida.
Ap	
20 - 52cm	Color en húmedo pardo amarillento claro(2.5Y6/4) y moteados en 20% de un color oliva (5YR4/4); textura arcillosa; consistencia en mojado friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 6.2, reacción ligeramente ácida.
Bg1	
25 – 53 cm	Color en húmedo amarillo oliva (2.5Y6/6); textura arcillosa; consistencia en mojado friable pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, muertas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; límite claro, ondulado; pH 5.1, reacción fuertemente ácida.
Bg2	
53 – 83 cm	Color en húmedo amarillo oliva(2.5Y6/8); textura arcillosa; consistencia en mojado friable pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, muertas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; pH 6,4 reacción ligeramente ácida.
Bg3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.121.perfil modal CD-36.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Vertic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.64.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts; Typic Endoaquepts

**Tabla 3.415. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD – 36.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00 - 20	19,45	26,06	54,49	Ar	4,6	0,96	6,55	1,43	Alta
20 - 52	10,83	17,8	71,38	Ar	6,2	0,25	4,72	0	
52 - 81	13,63	19,89	66,48	Ar	5,1	0,39	5,37	0,15	
81 - 114	4,79	17,68	77,53	Ar	6,4	0,24	4,16	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	mg	K	Na	Da		
00 - 20	32,19	68,3	10,6	10,64	0,33	0,4	-----		
20 - 52	33,57	SAT	15,4	24,24	0,15	1,93	-----		
52 - 81	32,03	SAT	14,9	18,92	0,19	0,9			
81 - 114	34,21	SAT	16,1	27,5	0,15	2,9			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.64.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts; Typic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático e inundaciones frecuentes.

#### 3.10.4.2.64.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX03

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuerte a extremadamente ácido y ligeramente ácido, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo bajo, y el sodio fluctúa entre normal y medio entre horizontes respectivamente, la capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.65 Consociación RaX04: Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-91

Esta consociación ocurre en el brazo deltaico del Plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en los departamentos del Atlántico (Municipio de Repelón) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Calamar y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 2352,22 hectáreas, que corresponden al 0,53% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 11 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería, pastoreo semi-intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con matorrales y arboles como Bracharia, trompillo y pardillo.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas moderadamente finas.

La consociación está integrada por los suelos Fluvaquentic Endoaquepts, en un 90% (perfil modal CD-91); y en un 10% Typic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX04 son ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.416** y la **Fotografía 3.122**.

**Tabla 3.416. Descripción perfil modal CD-91.**

DESCRIPCION	
0-21 cm	Color en húmedo (gley1-4/N); textura franco-limosa; estructura en bloques subangulares, clase media, grado moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes medianos y muchos muy finos y finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas y finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 7.0, reacción neutra.
21-56 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/1); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, clase fina y media, grado moderado consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregulares y continuos; pocas raíces muy finas y finas en estado vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite difuso de topografía ondulada; pH 7.0, reacción neutra.
Bg	
56-80 cm	Color en húmedo pardo oscuro (2,5Y3/2); textura franco-limosa; sin estructura, suelta; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos y medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.5, reacción ligeramente alcalina.
Cg1	
80-120	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/2); textura limosa; sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.5, reacción ligeramente alcalina.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.122. Perfil modal CD-91.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Fluvaquentic Endoaquepts, y Typic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.65.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Endoaquepts

**Tabla 3.417. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-91.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P Ppm	Al Meq/100G	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0-21	14,95	78,7	6,35	F-L	7	0,7	40,54	0	Alta
21-56	9,27	53,74	36,99	F.Ar-L	7,2	0,74	41,34	0	
56-80	40,58	51,15	8,27	F-L	7,5	0,37	44,33	0	
80-120	10,51	87,24	2,24	L	7,5	0,59	56,62	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0-21	13,29	SAT	31,3	8,45	0,15	5,83	1,57		
21-56	15,73	SAT	21,7	8,5	0,17	4,42	1,47		
56-80	11,24	SAT	24,3	4,11	0,06	4,21			
80-120	21,45	SAT	34,3	8,78	0,09	9,33			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.65.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.65.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a Alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra bajo, el fósforo alto, y el sodio es de medio a alto, la capacidad de intercambio catiónico es media a alta; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.66 Consociación RaX05: Fluvaquentic Endoaquepts, Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-71

Esta consociación ocurre en los cauces y meandros abandonados del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en la Finca Acapulco y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios Repelón, Manatí, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de Soplaviento y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 316,95 hectáreas, que corresponden al 0,07% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 0 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería, pastoreo semi-intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con árboles como Roble, zarza.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Fluvaquentic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-71); y en un 25% Typic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX05 son ais.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.418** y la **Fotografía 3.123**.

**Tabla 3.418. Descripción perfil modal CD-71.**

DESCRIPCION	
0 - 11cm	Color en húmedo gris verdoso (5GY5/2) con 30 % de moteados color Pardo fuerte (7.5YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, media, moderado; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite claro, plano; pH 4.2, reacción extremadamente ácida.
Ap	
11 – 46 cm	Color en húmedo gris verdoso (5GY5/2) con 10 % de moteados color Pardo fuerte (7.5YR5/8); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medio, moderado; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; frecuentes poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite claro, plano; pH 4.2 reacción extremadamente ácido.
Bw	
46 – 92 cm	Color en húmedo gris verdoso oscuro (10Y4/1) con 20 % de moteados color Pardo fuerte (7.5YR5/6); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; límite claro, plano; pH 5.6, reacción moderadamente ácida.
C1	
92 – 120 cm	Color en húmedo gris (5Y5/1) con 40 % de moteados color Pardo amarillento (10YR5/6); textura franco-arcillosa; sin estructura; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; sin presencia de raíces; no hay actividad de macroorganismos; no presenta reacción al HCl como tampoco al H2O2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.123. Perfil modal CD-71.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Fluvaquentic Endoaquepts y Typic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.66.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Fluvaquentic Endoaquepts; Typic Endoaquepts

**Tabla 3.419. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-71.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 11	31,86	23,36	44,78	Ar	4,2	2,45	19,5	2,52	Alta
11. - 46	14,25	22,96	62,79	Ar	4,2	0,98	17,93	3,02	
46 - 92	23,32	28,95	47,73	Ar	5,6	0,62	8,58	0	
92 - 120	28,24	32,72	39,04	F-Ar	7,4	0,18	6,25	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 11	29,04	78	13,2	8,44	0,28	0,69	1,67		
11. - 46	30,22	70,4	11,1	9,23	0,31	0,64	1,72		
46 - 92	26,54	87,8	12,1	9,78	0,39	1,02			
92 - 120	24,01	SAT	17	10,43	0,15	1,33			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.66.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Fluvaquentic Endoaquepts; Typic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por drenaje.

#### 3.10.4.2.66.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH de fuerte a extremadamente ácido; moderadamente ácido a alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo bajo, y el sodio es normal a medio, la capacidad de intercambio catiónico es alta, saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.67 Complejo RaX06; Typic Ustipsamments, Familia Arenosa, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-23, Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-48 y Typic Haplustepts

Este complejo ocurre en las napas del plano de inundación en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en la vereda Gambote, en los departamentos del Atlántico (Municipios Suán, Santa Lucía, Sabanalarga, Repelón, Manatí, Candelaria y Campo de la Cruz) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona). Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 8296,26 hectáreas, que corresponde al 1,88% % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en el clima cálido seco y muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo intensivo y algunos sectores se utilizan para la agricultura con cultivos transitorios. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como guácimo, campano, mataratón, entre otros.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son superficiales, de drenaje pobre, de texturas gruesas y fertilidad alta.

Este complejo está integrado por los suelos Typic Ustipsamments, familia arenosa, Isohipertérmica en un 40% (perfil modal 23), Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica (perfil modal 48) en un 40% y Typic Haplustepts en un 20%.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos Typic Ustipsamments, familia arenosa, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, la ausencia de endopedón. Para el suelo Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad acuico y el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: ai, ais, bi, bis.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil 23 como se muestra en la **Tabla 3.420** y la **Fotografía 3.124**.

**Tabla 3.420. Descripción perfil modal CD-23.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 29 cm	Color en húmedo gris amarillento (5Y8/1); textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos, de forma irregular, continuos; frecuentes raíces medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 7,1 neutro.
Ap	
29 - 48 cm	Color en húmedo gris pardusco claro (2,5Y6/2) y gris oscuro (10YR4/1); textura franca; estructura en bloques subangulares, fina, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos, de forma tubular, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 7,4 ligeramente alcalino.
AC	
48 - 70 cm	Color en húmedo gris pardusco claro (2,5Y6/2) y gris amarillento (5Y8/1); textura arenosa franca; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo suelta, en mojado en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos, de forma irregular, continuos; pocas raíces finas, muertas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 8,0 moderadamente alcalino.
C1	
70 - 91 cm	Color en húmedo gris pardusco claro (10YR6/2) y gris amarillento (5Y8/1); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medianos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y ondulado; pH 5,3 fuertemente ácido.
C	
91 - 120 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franco arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y muy finos, de forma tubular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7,0 neutro.
2C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.124. perfil modal CD-23.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.67.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustipsammets, Familia Arenosa, Isohipertérmica

**Tabla 3.421. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-23.**

PROFUNDIDAD CM	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	PH 1:1	M.O	C.O %	P PPM	AL MEQ/100G	FERTILIDAD
	ARENA	LIMO	ARCILLA							
0 - 29	76,72	18,03	5,25	AF	7,1	0,56	0,29	28,23	0	Alta
29 - 48	39,09	45,24	15,67	F	7,4	1,68	0,88	19,21	0	
48 - 70	86,69	8,04	5,27	AF	8,0	0,46	0,24	31,14	0	
70 - 91	22,52	36,87	40,61	Ar	5,3	2,92	1,54	36,04	0	
91 - 120	64,21	28,43	7,36	FA	7,0	1,00	0,53	32,2	0	
PROFUNDIDAD CM	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 29	11,28	56,5	4,86	1,31	0,08	0,12	1.83			
29 - 48	16,92	65,7	8,74	2,1	0,06	0,21	1.78			
48 - 70	9,82	90,2	7,6	1,03	0,06	0,17				
70 - 91	19,02	70,9	9,6	3,35	0,1	0,44				
91 - 120	12,63	63,8	6,22	1,52	0,06	0,26				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil 48 como se muestra en la **Tabla 3.422** y la **Fotografía 3.125**.

**Tabla 3.422. Descripción perfil modal CD-48.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 25 cm	Color en húmedo (gley1-3/N) con moteados (7.5YR 6/8) en 5%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes raíces muy finos y finos, y muchos medianos y gruesos, de forma irregular y continuos; frecuentes raíces finas, medias y muchas muy finas en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso y ondulado; pH 6.1, moderadamente ácido.
A	
25 - 60 cm	Color en húmedo (gley2 2.5/N) con moteados (7.5YR 6/8) en 10%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos y medios y frecuentes muy finos, de forma irregular y continuos; frecuentes raíces finas, en estado vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 7.0, neutro.
Bg	
60-85 cm	Color en húmedo (gley1 4/N) con moteados (7.5YR 6/6) en 10%; textura arcillo limosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos de forma irregular y continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; pH 7.0, neutro.
Cg1	
85-120 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (2.5Y5/2) con moteados (7.5YR 6/6) en 30%; textura arcillo limosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos y finos, de forma irregular y continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.0, neutra.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.125. Perfil modal CD-48.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.67.2 Propiedades Físicas del Suelo Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.423. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-48.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 25	12,92	16,96	70,12	Ar	6,1	1,11	0,58	22,3	0	Alta
25 - 60	18,89	29,05	52,06	Ar	7,0	0,67	0,35	9,19	0	
60 - 85	22,24	36,75	41,01	Ar	7,0	0,62	0,33	14,5	0	
85 - 120	14,23	38,72	47,05	Ar	7,0	0,75	0,39	36,2	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 25	36,04	69,1	15,7	7,87	0,82	0,52	1.34			
25 - 60	30,08	79,5	15,45	7,28	0,3	0,89	1.38			
60 - 85	17,06	SAT	11,93	5,46	0,2	0,9				
85 - 120	18,72	97,6	10,86	6,15	0,11	1,16				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.67.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos del Complejo RaX06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutros, alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónica media.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que uno posee una buena capacidad para retención de humedad y el otro por el contrario por su textura arenosa el agua se infiltra rápidamente, luego por ser un complejo se debe tener cuidado con estos suelos al momento de utilizarlos con cultivos o para pastoreo.

### 3.10.4.2.68 Consociación RaX07: Typic Endoaquepts, Fluvaquentic Endoaquepts, Perfil Modal CD-35

Esta consociación ocurre en el islote del plano de inundación, del paisaje de planicie, ubicado en los departamentos del Atlántico (Municipio de Sabanalarga) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Calamar y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 230,53 hectáreas, que corresponden al 0,05% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 1 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agricultura, cultivos perennes. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con Henea y Zarza.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 75% (perfil modal CD-35); y en un 25% Fluvaquentic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX07 son ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.424** y la **Fotografía 3.94**.

**Tabla 3.424. Descripción perfil modal CD-35.**

DESCRIPCION	
0 – 13 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (2.5Y3/1); textura franca; consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH 5.7, reacción moderadamente ácida.
Ap	
13 – 25 cm	Color en húmedo gris pardusco oscuro (2.5Y6/2); textura franca; consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH 5.6, reacción moderadamente ácida.
Bg1	
25 - 53cm	Color en húmedo amarillo oliva (2.5Y6/6) con 10% de moteados de un color pardo amarillento claro (5YR6/4); textura franco-arcillosa; consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH 6.6, reacción neutra.
Bg2	
53 - 83cm	Colores en húmedo (2.5Y6/6) y moteados en un 20% de un color amarillo oliva (5YR6/8); textura franca; consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular; pH 7.3, reacción neutra.
Bg3	
83 – 120 cm	Colores en húmedo gris pardusco claro (2.5Y6/2) y 25% de un color amarillo oliva (5YR6/8); textura franco-arenosa; consistencia en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.5 reacción ligeramente alcalino.
Cg	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.126.perfil modal CD-35.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, y Fluvaquentic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.68.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts, Fluvaquentic Endoaquepts

**Tabla 3.425. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-35.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	AL MEQ/100G	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00 - 13	42,55	33,62	23,83	F	5,7	11,2	23,1	0	Alta
13 - 25	41,82	33,14	25,04	F	5,6	0,94	15,22	0	
25 - 53	36,19	34,89	28,91	F-Ar	6,6	0,34	10,53	0	
53 - 83	48,78	30,63	20,59	F	7,3	0,09	9,76	0	
83 - 120	65,05	22,5	12,45	F-A	7,5	0,02	14,9	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	mg	K	Na	Da		
00 - 13	44,01	SAT	38,5	17,07	0,23	1,58	-----		
13 - 25	21,29	86,2	11,1	6,3	0,15	0,77	-----		
25 - 53	23,55	98,1	10,6	11,54	0,2	0,75			
53 - 83	18,86	SAT	9,58	13,46	0,07	0,85			
83 - 120	15,37	98	7,52	6,83	0,06	0,66			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.68.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts, Fluvaquentic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático e inundaciones frecuentes.

#### 3.10.4.2.68.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX07

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente ácido, ligeramente ácido, neutro y alcalino, calcio alto, el magnesio alto, el potasio se encuentra de medio a bajo, el fósforo medio a bajo, y el sodio es medio a normal, la capacidad de intercambio catiónico es alta en los horizontes superficiales y media en dos horizontes profundos; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.69 Consociación RaW05: Aeric Endoaquepts, Typic Haplustepts, Vertic Haplustepts, Perfil Modal CD-26

Esta consociación ocurre en el plano de terraza de la terraza aluvial nivel 1, del paisaje de planicie, ubicado en Sincerín sector san Gil y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga y Manatí) y Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, María la Baja, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 5240,76 hectáreas, que corresponden el 1,19% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 4 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agricultura, cultivos perennes. No quedan vestigios de la vegetación natural.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; son superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Aeric Endoaquepts, en un 70% (perfil modal CD-26); en un 20% Typic Haplustepts y Vertic Haplustepts 10 %.

Las fases de la unidad cartográfica RaW01 son a y b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.426** y la **Fotografía 3.127**.



**Tabla 3.426. Descripción perfil modal CD-26.**

DESCRIPCION	
0 -23 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2); con un 20% de un amarillo rojizo (5YR6/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; frecuentes A32raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite difuso, plano; pH 6,5 reacción ligeramente ácido.
Ap	
23 -44 cm	Color en húmedo oliva (5Y4/3); con un 20% pardo rojizo (2.5YR4/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular; pH 6.6 reacción neutro.
Bw1	
44 – 74 cm	Color en húmedo pardo amarillento claro (2,5Y6/4); con un 20% de un rojo amarillento (5YR5/8); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
Bw2	
74 – 111 cm	Color en húmedo gris (2.5Y6/1); con un 20% de un pardo amarillento (10YR5/8); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; pH 7.2, reacción neutra.
Bw3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.127.Perfil modal CD-26.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Aeric Endoaquepts, Typic Haplustepts y Vertic Haplustepts, fueron el régimen de humedad aqico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.69.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Aerico Endoaquepts, Typic Haplustepts y Vertic Haplustepts

**Tabla 3.427. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-26.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 23	19,95	10,64	69,42	Ar	6,5	0,8	5,47	0	Alta
23 - 44	15,18	29,97	54,85	Ar	6,6	0,47	4,18	0	
44 - 74	12,14	21,63	66,23	Ar	6,3	0,22	4,47	0	
74 - 111	26,76	35,96	37,28	F-Ar	7,2	0,13	9,06	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
00 - 23	32,25	71,4	13,4	8,28	0,15	1,25	1,11		
23 - 44	33,07	80,7	14,4	9,14	0,14	3,07	1,13		
44 - 74	33,57	SAT	16	12,51	0,12	6,6			
74 - 111	25,17	SAT	20,4	10,5	0,06	8,83			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.69.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Aerico Endoaquepts, Typic Haplustepts y Vertic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático e inundaciones frecuentes.

### 3.10.4.2.69.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido a neutro, calcio alto, el magnesio alto, el potasio bajo, el fósforo bajo, y el sodio es medio y alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.70 Consociación RaW06: Typic Haplusterts, Typic Haplustepts, Perfil Modal CD-81

Esta consociación ocurre en la depresión de la terraza Aluvial nivel 1, del paisaje de planicie, ubicado en los departamentos del Atlántico (Municipio de Sabanalarga) y Bolívar (Municipios de María la Baja, Mahates, Calamar y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 439,46 hectáreas, que corresponden al 0,10% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 88 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a la agroforestería, silvopastoril.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son moderadamente profundos, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Haplusterts, en un 90% (perfil modal CD-81); y en un 10% Typic Haplustepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaW02 son az.

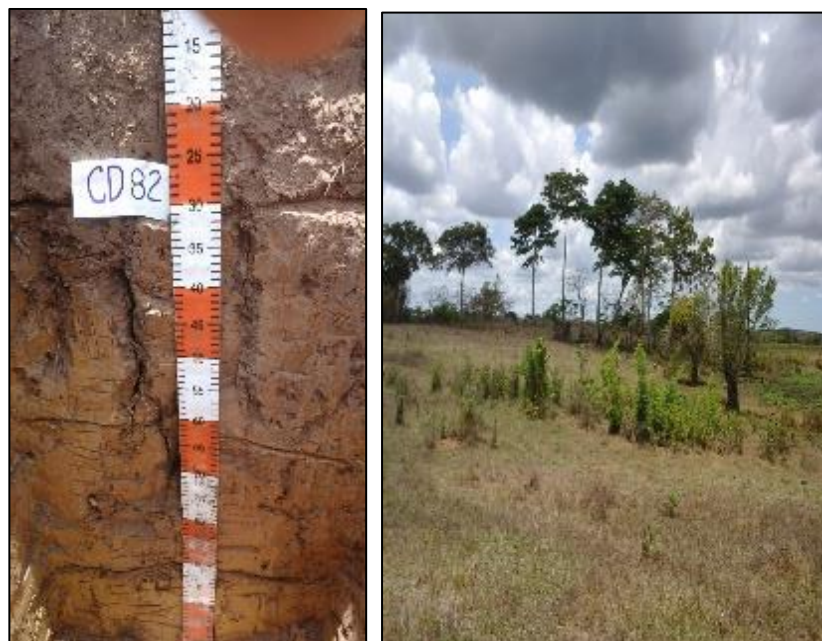
Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.428** y la **Fotografía 3.128**.

**Tabla 3.428. Descripción perfil modal CD-81.**

DESCRIPCION	
0 - 30 cm	Color (10YR4/2); Textura franco-arenosa; estructura en bloques subangulares, Finos, Moderada; consistencia en húmedo Friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; Frecuentes poros Finos y Medios; Frecuentes raíces Medias y Gruesas, Vivas, de distribución normal, en el horizonte; poca actividad de macroorganismos; pH 5.6, reacción fuertemente ácida.
30 - 62 cm	Color ( <b>10YR5/1</b> ); moteado (10YR5/4) en un 40% textura franca arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros Finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
62 - 90 cm	Color ( <b>10YR6/1</b> ); moteado (10YR5/8) en un 40%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado Pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; <b>límite</b> ; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.
90 - 120 cm	Color ( <b>10YR6/8</b> ); textura arcillosa; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.128. Perfil modal CD-81.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos Typic Haplusterts, y Typic Haplustepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.70.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Haplusterts; Typic Haplustepts

**Tabla 3.429. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-81.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 30	71,18	18,61	10,21	F-A	5,5	0,93	40,14	0	Moderada
30 - 63	50,35	14,82	34,82	F.Ar-A	6,3	0,34	7	0	
63 - 92	35,63	23,14	41,23	Ar	6	0,17	4,08	0	
92 - 120	25,37	31,35	43,28	Ar	7,4	0,13	4,46	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 30	11,28	44,2	2,9	1,74	0,25	0,1	1,83		
30 - 63	23,19	64,3	7,44	5,93	0,8	0,75	1,52		
63 - 92	25,33	68,8	7,4	7,38	0,39	2,26			
92 - 120	26,12	80,6	9,27	8,06	0,26	3,46			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.70.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Haplusterts y Typic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas.

#### 3.10.4.2.70.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaW06

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH Moderadamente ácido, Ligeramente ácido y neutro, calcio, bajo a alto, el magnesio medio a alto, el potasio se encuentra de medio alto y medio, el fósforo de alto a bajo, y el sodio es bajo, normal y medio, la capacidad de intercambio catiónico es media a; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.71 Consociación RaX08: Typic Humustepts, Typic Endoaquepts, Perfil Modal CD-33

Esta consociación ocurre en el plano de terraza de la terraza aluvial nivel 1, del paisaje de planicie, ubicado en la finca la Ronconera Puerto Badel y geográficamente se localiza en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga, Repelón, Manatí y Luruaco), Bolívar (Municipios de Turbaná, San Estanislao, María la Baja, Cartagena, Mahates y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre). Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 14392,46 hectáreas, que corresponden al 3,26% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 7 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería, pastoreo intensivo. No quedan vestigios de la vegetación natural.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son profundos, bien drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Humustepts, en un 75% (perfil modal CD-33); y en un 25% Typic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX01 son a, a1, a2, b, b1 y b2.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.430** y la **Fotografía 3.129**.

**Tabla 3.430. Descripción perfil modal CD-33.**

DESCRIPCION	
0 – 32 cm	Colores en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1) con 10% de un color pardo claro (7.5YR6/4); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas de distribución normal en todo el horizonte; mucha actividad de macroorganismos; límite gradual, irregular pH 8,3 reacción moderadamente alcalino.
Ap	
32 - 61 cm	Colores en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3) con 10% de un color pardo claro (7.5YR6/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.
Bw1	
61 – 93 cm	Colores en húmedo (10YR5/6) y 15% de un color pardo pálido (10YR6/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y muertas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; límite claro, irregular; pH 7.0, reacción neutra.
Bw2	
93 – 120 cm	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividades de macroorganismos; pH 7.2 reacción neutro.
BC	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.129.perfil modal CD-33.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Humustepts, y Typic Endoaquepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cámbico.

### 3.10.4.2.71.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Humustepts, Typic Endoaquepts

**Tabla 3.431. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-33.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 32	41,93	33,08	24,99	F	8,3	0,64	8,63	0	Alta
32 - 61	7,58	23,6	68,83	Ar	6	0,48	11,87	0	
61 - 93	8,5	19,11	72,39	Ar	7	0,7	10,63	0	
93 - 120	7,95	21,36	70,69	Ar	7,2	0,52	12,37	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 32	23,73	SAT	14,7	11,98	0,09	0,67	1,08		
32 - 61	36	SAT	13,3	31,81	0,37	27,09	1,07		
61 - 93	34,71	SAT	50,3	33,27	0,37	38,09			
93 - 120	33,15	SAT	175	31,88	0,35	39,8			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.71.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Humustepts, Typic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente drenados, de texturas finas, moderadamente profundos.

### 3.10.4.2.71.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX08

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente alcalino a ligeramente ácido y neutro, calcio alto, magnesio alto, el potasio se encuentra de bajo a medio, el fosforo bajo, y el sodio es normal a alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.72 Consociación RaX09: Fluvaquentic Humustepts, Fluventic Haplustepts, Perfil Modal CD-82

Esta consociación ocurre en la depresión de la terraza aluvial nivel 1, del paisaje de planicie, ubicado en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Repelón y Luruaco) y Bolívar (Municipios de Turbaná, San Estanislao, María la Baja, Mahates, Cartagena y Arjona). Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 1502,66 hectáreas, que corresponden el 0,34% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 4 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 28°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a agroforestería, silvopastoril.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial; los suelos son moderadamente profundos, imperfectamente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Fluvaquentic Humustepts, en un 90% (perfil modal CD-82); y en un 10% Fluventic Haplustepts.

Las fases de la unidad cartográfica RaX02 son az.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.432** y la **Fotografía 3.130**.

**Tabla 3.432. Descripción perfil modal CD-82.**

DESCRIPCION	
0 - 30 cm	Color (10YR3/3); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares, Muy Fino a Finos, Moderada; consistencia en húmedo Friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; Frecuentes poros Finos y Medios; Frecuentes raíces Medias y Gruesas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.
Ap	
30 - 56 cm	Color (10YR4/3); textura franco-Arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros Finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.8, reacción neutra.
Bw1	
56 - 92cm	Color (10YR4/1); moteado (10YR5/4) en un 40% textura Arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado Pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.1, reacción ligeramente ácida.
Bw2	
92 - 120 cm	Color (10YR4/1); moteado (10YR3/3) en un 40%; textura arcillosa; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 6.6, reacción neutra.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.130. Perfil modal CD-82.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Fluvaquentic Humustepts, y Fluventic Haplustepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

3.10.4.2.72.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Fluvaquentic Humustepts; Fluventic Haplustepts

**Tabla 3.433. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-82.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 30	29,85	33,22	36,93	F-Ar	6,3	1,04	11,85	0	Alta
30 - 56	29,98	17,36	52,65	Ar	6,8	0,69	11,39	0	
56 - 92	11,76	19,32	68,92	Ar	6,1	0,49	8,48	0	
92 - 120	11,76	27,65	60,59	Ar	6,6	0,28	6,72	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 30	25,61	80,1	11,3	8,46	0,31	0,44	1,64		
30 - 56	22,25	SAT	13,9	13,18	0,22	2,03	1,61		
56 - 92	31,71	SAT	11,5	22,19	0,32	6,1			
92 - 120	20,54	SAT	10,1	24,92	0,31	9,38			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.72.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Fluvaquentic Humustepts; Fluventic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser imperfectamente drenados, de texturas finas, moderadamente profundos.

#### 3.10.4.2.72.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RaX09

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido, neutro, calcio alto, el magnesio alto, potasio medio, el fósforo bajo, y el sodio es normal, medio y alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta, saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.73 Consociación RmX01: Typic Endoaquepts, Hydric Haplohemists, Perfil Modal CD-60

Esta consociación ocurre en la marisma del plano de marea, del paisaje de planicie, ubicado geográficamente en el municipio de Cartagena, departamento de Bolívar. Presenta un relieve plano con pendientes entre 0 al 3%; ocupa un área de 1833,25 hectáreas, que corresponden al 0,42% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 0 msnm, en clima cálido seco, con temperatura media anual de 28°C y precipitación pluvial inferior a los 2000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T).

La vegetación natural, se ha conservado mediante conservación, control de degradación; existen especies vegetales tales como Mangle, Ceiba roja, mata de lata, palmera.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de Manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica); los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, en un 90% (perfil modal CD-60); y en un 10% Hydric Haplohemists.

Las fases de la unidad cartográfica RmX01 son ais.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.434** y la **Fotografía 3.131**.

**Tabla 3.434. Descripción perfil modal CD-60.**

DESCRIPCION	
0- 12 cm	Color en húmedo gris oscuro (2.5Y4/1), en un 50% pardo amarillento (10YR5/8); textura franco-arcillosa; estructura en bloques sub angulares, finos y medios, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal, en el Horizonte; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al $\alpha$ dypiridil; límite gradual, irregular; pH 6.2, reacción ligeramente ácida.
Ap	
12 - 50 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/2); en un 50% pardo fuerte (2.5Y4/6); textura arcillosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas, de distribución normal, en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al $\alpha$ dypiridil, límite gradual, irregular pH 7.1, reacción neutra.
Bg	
50 - 83 cm	Color en húmedo gris (2.5Y5/1); en un 50% pardo oliva claro (2.5Y5/6); Textura Arcillo limosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al $\alpha$ dypiridil, límite gradual, irregular; pH 7.8, reacción ligeramente alcalina.
Cg1	
83 - 104 cm	Color en húmedo gris a gris claro (2.5Y6/1); en un 50% Rojo (2.5YR5/8); textura arcillosa; estructura en migajones, gruesos, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al $\alpha$ dypiridil, pH 7.7, reacción ligeramente alcalina.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.131.Perfil modal CD-60.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Endoaquepts, e Hydric Haplohemists, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cámbico.

### 3.10.4.2.73.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Endoaquepts, Hydric Haplohemists

**Tabla 3.435. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-60.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 12	30,95	29,22	39,83	F-Ar	6,2	0,74	5,02	0	Alta
12. - 50	24,26	29,38	46,36	Ar	7,1	0,39	4,65	0	
50 - 83	27,05	24,25	48,7	Ar	7,8	0,16	5,44	0	
83 - 104	23,96	23,84	52,2	Ar	7,7	0,09	4,26	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 12	22,05	SAT	3,35	11,8	0,93	29,91	1,13		
12. - 50	21,39	SAT	3,12	11,01	1,2	27,42	1,03		
50 - 83	24,11	SAT	3,9	12,23	1,33	29,08			
83 - 104	26,56	SAT	3,16	11,29	1,32	23,53			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.73.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Endoaquepts, Hydric Haplohemists.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

### 3.10.4.2.73.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RmX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente ácido, neutro y alcalino, calcio medio, el magnesio alto, el potasio alto, el fósforo bajo, y el sodio es alto, la capacidad de intercambio catiónico es alta, saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

### 3.10.4.2.74 Consociación RmX02: Typic Calciustolls, Typic Haplustepts, Perfil Modal CD-72

Esta consociación ocurre en el plano de terraza de terraza nivel 1, del paisaje de planicie, ubicado Pasacaballo en el municipio Cartagena, departamento de Bolívar. Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 2457,44 hectáreas, que corresponden al 0,56% del área de estudio.



Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 28 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural, ha sido sustituida para dar paso a ganadería, pastoreo semi-intensivo. Aún quedan vestigios de la vegetación natural con especies vegetales tales como Mataratón, Guácimo, Roble, uva seca.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de arenas, limos, arcillas y bioclastos de origen marino; los suelos son muy superficiales, moderadamente drenados, de texturas finas.

La consociación está integrada por los suelos Typic Calciustolls, en un 90% (perfil modal CD-72); y en un 10% Typic Haplusteps.

Las fases de la unidad cartográfica RmX02 son a, b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.436** y la **Fotografía 3.132**.

**Tabla 3.436. Descripción perfil modal CD-72.**

DESCRIPCION	
0 – 19 cm	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura franco arcillo arenosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla fina de forma irregular en un 10%; estructura en migajones, media, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; con reacción violenta al HCl no presenta reacción al H2O2; límite claro, plano; pH 8.3, reacción moderadamente alcalino.
Ap	
19 – 44 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco arcillo arenosa, gravillosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla de forma irregular en un 20%; estructura en bloques migajones, muy finos, débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros finos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal en todo el horizonte; poca actividad de macroorganismos; con reacción violenta al HCl no presenta reacción al H2O2; límite claro, plano; pH 8,4 Moderadamente alcalino.
AC	
44 – 72 cm	Color en húmedo pardo oscuro (10Y3/3) con 20 % de segunda matriz color blanco (7.5YR9,5/1); textura franca, gravillosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla de forma irregular en un 60%; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos y finos; no presenta raíces; sin actividad de macroorganismos; con reacción violenta al HCl no presenta reacción al H2O2; límite claro, plano; pH 8.5, reacción fuertemente alcalino.
C1	
72 – 115 cm	Color en húmedo blanco (7.5YR9,5/1); textura franca, gravillosa, con fragmentos de rocas tipo gravilla de forma irregular en un 60%; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos y finos; sin presencia de raíces; no hay actividad de macroorganismos; con reacción violenta al HCl no presenta reacción al H2O2; pH 8.6, reacción fuertemente alcalina.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.132. Perfil modal CD-72.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvo en cuenta para clasificar los suelos como Typic Calciustolls, y Typic Haplustepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopedón cálcico.

3.10.4.2.74.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Calciustolls, Typic Haplustepts

**Tabla 3.437. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-72.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	PH 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
0 - 19	47,02	24,37	28,61	F.Ar-A	8,3	2,36	23,85	0	Alta
19 - 44	47,2	22,26	30,53	F.Ar-A	8,4	1,55	3,82	0	
44 - 72	43,64	30,1	26,26	F	8,5	0,4	3,82	0	
72 - 115	41,53	32,16	26,31	F	8,6	0,22	3,51	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
0 - 19	20,14	SAT	38,7	2,46	1,29	0,11	1,73		
19 - 44	16,94	SAT	39,1	1,15	0,31	0,1	1,79		
44 - 72	7,88	SAT	33,2	0,57	0,12	0,1			
72 - 115	6,51	SAT	30,6	0,42	0,07	0,1			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.74.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Calciustolls, Typic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente drenados, de texturas franca finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

#### 3.10.4.2.74.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RmX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH muy Alcalino, calcio alto, el magnesio medio y bajo, el potasio se encuentra alto, medio y bajo, el fósforo medio a bajo, y el sodio es normal a bajo, la capacidad de intercambio catiónico es alta, media y baja respectivamente; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

#### 3.10.4.2.75 Complejo RfX01; Hydric Haplohemists, Orgánico, Isohipertérmica, Perfil Modal PR-4, Aerico Fluvaquents, Familia Arenosa Sobre Franco Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal PS-52

Este complejo ocurre en las marismas del plano fluvio–deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en los municipios de Turbaná, Arjona, Cartagena, María la baja en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve ligeramente plano, con pendientes que varían del 1 al 3%, ocupa un área de 7.500.91 hectáreas, que corresponden al 0,56% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 1 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la protección y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente. Se encuentran especies de vegetación natural como mangle.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica); son muy superficiales, de drenaje pobre y fertilidad.

Este complejo está integrado por los suelos; Hydric Haplohemists, orgánico, Isohipertérmica en un 50% (perfil modal PR-4) y Aerico Fluvaquents, familia arenosa sobre franco fina, Isohipertérmica (perfil modal PS-52) en un 50%.

Las características diagnósticas que se tuvo en cuenta para clasificar el suelo Aerico Fluvaquents, familia arenosa sobre franco fina, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad acuico y la ausencia de endopedón.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.438**.

**Tabla 3.438. Descripción perfil modal PR-4.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 10 cm	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura franca; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; muchas raíces, medias; pH 5,0, reacción muy fuertemente ácida.
A	
10 – 40 cm	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/2); orgánico; sin estructura (masiva); consistencia pegajosa y no plástica; abundantes raíces, medias; límite gradual y plano; pH 4,5, reacción muy fuertemente ácida.
O e1	
40 – 70 cm	Color en húmedo gris muy oscuro (5YR3/1); orgánico; sin estructura (masiva); consistencia ligeramente pegajosa; abundantes raíces, medias; pH 4,5, reacción muy fuertemente ácida.
Oe2	
70 – X cm	Color en húmedo gris muy oscuro (5YR3/1); material orgánico descompuesto.
Oe3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.75.1 Propiedades Físicas del Suelo Hydric Haplohemists, Orgánico, Isohipertérmica

**Tabla 3.439. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PR-4.**

PROFUNDIDAD D cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0-10	46	30	24	F	5,0	26,8	14,1	30	0	Alta
10-40	Orgánico			4,5	64,4	33,9	40	0		
40-70	Orgánico			4,5	76,4	40,2	70	0		
70-X	Orgánico			4,0	77,9	41,0	20	0		
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0-10	54	33,9	16,3	1,4	0,5	0,1	1.77			
10-40	98	24,7	21,3	1,9	0,4	0,6				
40-70	96	40,1	32,5	5	0,4	0,6				
70-X	94	53,3	43,7	5,3	0,4	0,7				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.440**.



**Tabla 3.440. Descripción Perfil Modal PS-52.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 20 cm	Color en húmedo gris rojizo oscuro (5YR4/2); textura franco arenosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros medios y gruesos; poca actividad de macroorganismos; abundantes raíces finas y medias, límite claro y plano; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.
A	
20 - 45 cm	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros medios y gruesos; poca actividad de macroorganismos; pocas raíces finas, frecuentes medias; límite gradual y ondulado; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.
Cg1	
45 - 150cm	Color en húmedo gris oscuro (5Y4/1); textura franco arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no ligeramente y ligeramente plástica; pocas raíces finas; pH 5.2, reacción fuertemente ácida.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.75.2 Propiedades Físicas del Suelo Aerico Fluvaquents, Familia Arenosa Sobre Franco Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.441. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PS-52.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 20	75	14	11	FA	6,0	5,0	2,6	140	0	Muy Alta
20 - 45	94	1	5	A	6,4	2,2	1,2	88	0	
45 - 150	38	22	40	FAr	5,2	0,5	0,2	46	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 20	10,4	SAT	17,1	34,8	1	29,7	1.63			
20 - 45	51,5	85,2	7,7	16,2	1,3	18,7	1.81			
45 - 150	7,6	76,3	1	1,8	0,1	2,9				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.75.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos del Complejo RfX01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente a extremadamente ácidos, alta a baja saturación de bases, altos contenidos de materia orgánica, fertilidad alta, texturas gruesas, alto contenido de fósforo, muy pobremente drenados.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.76 Consociación RfX02; Aquic Ustipsamments, Familia Arenosa, Isohipertérmica Perfil Modal PS-53

Esta Consociación ocurre en las barras de playa y cordones litorales del plano fluvio – deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en la vereda Bocana del caño, Doña Luisa, del municipio de San Onofre, en el departamento de Sucre y en el municipio de Arjona en el departamento de Bolívar. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 789,02 hectáreas, que corresponde al 0,18% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 3 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la conservación, no tienen un uso definido, debido a que son tierras inundables que poseen un mal drenaje. Se encuentran algunas especies de vegetación natural típicos de suelos con humedad como manglar. La unidad está limitada para el uso agropecuario por la condición de drenaje muy pobre a pantanoso, inundaciones frecuentes y presencia de sales.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de sedimentos gruesos; son muy superficiales, de drenaje imperfectos, de texturas arenosas y fertilidad.

La consociación está integrada por los suelos Aquic Ustipsamments, familia arenosa, Isohipertérmica en un 75% (perfil modal PS-53) e inclusiones de Typic Halaquepts en un 25%.

La característica diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Aquic Ustipsamments, familia arenosa, Isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, la ausencia de endopédón y el drenaje imperfecto.

Las fases que se encontraron fueron: ais y bis.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el como se muestra en la **Tabla 3.442**.

**Tabla 3.442. Descripción perfil modal PS-53.**

DESCRIPCIÓN	
00 - 10 cm	Color en húmedo pardo oscuro(10YR4/3); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros medios, frecuentes gruesos; frecuente actividad de macroorganismos; abundantes raíces finas y medias; límite claro y ondulado; pH 7.7, reacción ligeramente alcalina.
Ap	
10 - 20 cm	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura arenosa; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros gruesos; frecuente actividad de macroorganismos; pocas raíces finas; límite gradual y ondulado; pH 8.0, reacción moderadamente alcalina.
C	
20- 40cm	Color en húmedo gris oliva claro (5Y6/2) con manchas pardo amarillentas oscuras (10YR4/4) y rojo amarillentas (5YR5/6); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros gruesos; poca
Cg1	

DESCRIPCIÓN	
	actividad de macroorganismos; pocas raíces finas; límite gradual y ondulado; pH 7.9, reacción moderadamente alcalina.
40-120 cm	Color en húmedo gris (5Y5/1); textura arenosa; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pH 5.0, reacción muy fuertemente ácida.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.76.1 Propiedades Físicas del Suelo Aquic Ustipsamments, Familia Arenosa, Isohipertérmica

**Tabla 3.443. Propiedades químicas y granulométricas del perfil PS-53.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 10	97	1	2	A	7,7	0,9	0,5	126	0	Alta
10 - 20	97	1	2	A	8,0	1,1	0,6	122	0	
20 - 40	96	1	3	A	7,9	0,6	0,3	88	1	
40 - 120	97	2	1	A	5,0	0,7	0,4	27	2	

PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na
0 - 10	6,5	86,2	2,3	1,5	0,3	1,5
10 - 20	5,1	SAT	3,9	2	0,3	0,5
20 - 40	4,8	66,7	1	1,5	0,2	0,5
40 - 120	3,5	85,7	2,1	0,7	0,1	0,1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.76.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Typic Ustorthents, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales.

### 3.10.4.2.76.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX02

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente ácido a moderadamente alcalino, con alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio catiónico. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo debido al gran desequilibrio en el que se encuentra.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

Están limitados por las inundaciones frecuentes y el nivel freático alto.

### 3.10.4.2.77 Consociación RfX03; Typic Ustifluvents, Familia Arenosa, Isohipertérmica, Perfil Modal CA-32

Esta Consociación ocurre en el albardón del plano fluvio – deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en la vereda Santa Lucia, al sur del corregimiento de calamar, Campeche del municipio de Arjona, Cartagena, Turbaná en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área 944,9 hectáreas, que corresponde al 0,21 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la agricultura con cultivos transitorios utilizados como pan coger. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como cedro, roble, ciruela, trupi y mataratón.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen fluvio-marino; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Ustifluvents, familia arenosa, Isohipertérmica en un 75% (perfil modal CA-32) e inclusiones de Udifluventic Haplustepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Ustifluvents, familia arenosa, Isohipertérmica, fueron el régimen de humedad ústico, y la ausencia de endopodón.

Las fases que se encontraron fueron: a y b.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.444**.

**Tabla 3.444. Descripción Perfil Modal CA-32.**

DESCRIPCIÓN	
00- 23 cm	Color en húmedo pardo (10YR5/3) con moteos rojo amarillento (5YR4/8) 20%; textura franca; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos; frecuentes raíces finas y pocas medianas; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCl; límite claro y gradual; pH 7.3, reacción neutra.
Ap	
23 - 38cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR5/2); textura franco arenosa; estructura en bloques subangulares y angulares finos, débiles (menos del 50%); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros finos; frecuentes raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCl; límite claro y plano; pH 6.1, reacción ligeramente ácida.
C1	
38 - 122cm	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay poros; frecuentes raíces finas; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al HCl; límite plano y difuso; pH 7.1, reacción neutra.
C2	



DESCRIPCIÓN	
122-150 cm	Color en húmedo gris (10YR5/1) con moteos pardo amarillento (10YR5/8); textura arenosa franca; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay poros; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al HCl; pH 8.0, reacción moderadamente alcalina.
C3	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.77.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustifluvents, Familia Arenosa, Isohipertérmica

**Tabla 3.445. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CA-32.**

PROFUNDIDAD D cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 23	40	38	22	F	7,3	1,44	0,76	85	0	Moderada
23 - 38	72	16	12	FA	6,1	1,71	0,9	85	0	
38 - 39	92	6	2	A	7,1	0,25	0,13	1,6	0	
39 - 40	80	14	6	AF	8,0	0,38	0,2	8,6	0	

PROFUNDIDAD CM	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da
0 - 23	16	SAT	14,6	5	0,04	0,7	1.76
23 - 38	11,8	SAT	9,9	4,5	0,3	0,2	1.71
38 - 39	6,1	SAT	3,6	2,8	0,2	0,1	
39 - 40	9,3	SAT	8,9	2,4	0,04	0,8	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.77.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Udifluventic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas, superficiales a profundos.

### 3.10.4.2.77.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX03

Los análisis químicos indican que estos suelos tienen reacción ligeramente ácida a moderadamente alcalina; capacidad catiónica de cambio de media a baja, saturación de bases muy alta, contenido de carbón orgánico bajo, de fósforo alto y fertilidad moderada.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.78 Consociación RfX04; Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal CD-85

Esta Consociación ocurre en las cubetas del plano fluvio – deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en la vereda Sincerín, finca Acapulco, de municipios de Arjona, Cartagena, María la baja, Turbaná, en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve ligeramente plano, con pendientes que varían del 1 al 3%; ocupa un área 8827,90 hectáreas, que corresponde al 2,0 % del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como zarza de agua, bijao, enea y cortadera entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen fluvio-marino; son profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica en un 80% (perfil modal CD-85) e inclusiones de Typic Endoaquepts en un 20%.

La característica diagnósticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica fueron el régimen de humedad acuico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: aizs.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la y la **Tabla 3.446** y la **Fotografía 3.133**.

**Tabla 3.446. Descripción perfil modal CD-85.**

DESCRIPCIÓN	
0 - 23 cm	Color en húmedo pardo oliva (2.5Y4/4) con moteos en 15% de color rojo amarillento(5YR4/8); textura franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas y finas, vivas de distribución normal en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al alfa dipiridil; límite gradual e irregular; pH 5.0, muy fuertemente ácido.
Ap	
23- 75 cm	Color en húmedo rojo pálido(2.5Y6/3) con moteos en 25% de color rojo (2.5Y4/8); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas y finas vivas de distribución normal en el horizonte; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al alfa dipiridil; límite gradual y ondulado; pH 5.0, muy fuertemente ácido.
Bg	
75 - 122cm	Color en húmedo gris (Gley 1 7/10Y) con moteos en 30% de color rojo (2.5YR4/8); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos y finos; pocas raíces medias; no hay actividad de
Cg1	

DESCRIPCIÓN	
	macroorganismos; no hay reacción al alfa dipiridil; límite gradual y ondulado; pH 4.9, muy fuertemente ácido.
122 - 150 cm	Color en húmedo gris claro (Gley 1 7/N10) con moteos en 15% de color rojo amarillento (5YR5/6) y amarillo (10YR7/8); textura arcillosa; sin estructura(masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al alfa dipiridil; pH 5.0, muy fuertemente ácido.
Cg2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Fotografía 3.133. Perfil modal CD-85.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.78.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica

Tabla 3.447. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-85.

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 23	60,89	20,2	18,91	FA	5,0	2,74	1,44	12,7	0,2	Alta
23 - 75	36,08	22,98	40,94	Ar	5,0	0,72	0,38	5,62	0,2	
75 - 122	27,81	29,14	43,05	Ar	4,9	0,74	0,39	5,03	0,4	
122 - 150	29,73	25,1	45,17	Ar	5,0	0,78	0,41	4,71	0,2	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 23	10,54	61,6	3,75	1,93	0,17	0,64	1.70			
23 - 75	13,15	90,3	4,85	5,21	0,15	1,67	1.58			
75 - 122	16,88	77,3	4,56	6,27	0,09	2,13				
122 - 150	14,73	99,6	5,05	6,57	0,1	3,0				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.78.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 20% de Typic Endoaquents, estos suelos se caracterizan por ser poseer muy superficiales, un drenaje pobre, de texturas finas y con ausencia de endopedón.

#### 3.10.4.2.78.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX04

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH fuertemente ácido, con una saturación de bases media y una capacidad de intercambio catiónica baja. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a bajar la cantidad de sales en el suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.79 Consociación RfX05; Typic Ustifluents, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica, Perfil Modal BL-129

Esta Consociación ocurre en el brazo del plano fluvio – deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada en los municipios de Arjona, Cartagena, María la baja, Turbaná en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve ligeramente plano, con pendientes que varían del 1 al 3%; ocupa un área 1763,51 hectáreas, que corresponde al 0,40% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como trompillo, pardillo, aroma, uvito entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen fluvio-marino; son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas franca finas y fertilidad media.

La consociación está integrada por los suelos Typic Ustifluents, familia franca gruesa, Isohipertérmica en un 90% (perfil modal BL-129) e inclusiones de Fluventic Haplustepts en un 10%. Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Ustifluents, familia franca gruesa, Isohipertérmica fueron el régimen de humedad ústico, la ausencia de endopedón.

Las fases que se encontraron fueron: ai.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.448**.



**Tabla 3.448. Descripción perfil modal BL-129.**

DESCRIPCIÓN	
00- 22 cm	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2) con moteado pardo amarillento(10YR5/6); textura franco arenosa; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos, irregulares discontinuos; frecuentes raíces finas; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.
Ap	
22 - 60cm	Colores en húmedo pardo (10YR5/3) con moteado rojo amarillentos (5YR5/6); textura franca; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y pocos medios; poca actividad de macroorganismos; frecuentes raíces finas, pocas medias; límite claro y plano; reacción fuerte al HCl; pH 8.1, reacción moderadamente alcalina.
Ck1	
60 - 80cm	Colores en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) textura franco arenosa; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros finos y medios irregulares, discontinuos; no actividad de macroorganismos; pocas raíces medias; límite claro y plano; reacción fuerte al HCl; pH 8.1, reacción moderadamente alcalina.
Ck2	
80 - 98 cm	Color en húmedo pardo (10YR5/3) con moteo rojo amarillento(5YR5/8); textura franca; sin estructura(masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios; pocas raíces medias; no hay actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 8.2, reacción moderadamente alcalina.
Ck3	
98 - 130 cm	Colores en húmedo pardo oscuro (10YR4/3); textura franco arenosa; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces medias; reacción fuerte al HCl; pH8.5, reacción moderadamente alcalina.
Ck4	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.79.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Ustifluvents, Familia Franca Gruesa, Isohipertérmica

**Tabla 3.449. Propiedades químicas y granulométricas del perfil BL-129.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 22	40	32	28	FA	7,6	0,95	0,5	18,0	0	Media
22 - 60	42	26	32	FAr	8,1	0,42	0,22	26,0	0	
60 - 80	42	32	26	FA	8,1	0,19	0,1	36,0	1	
80 - 98	42	42	16	F	8,2	0,29	0,15	41,0	2	
98 - 130	26	62	12	FA	8,5	0,21	0,11	28,0	3	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 22	10,6	SAT	7,8	3,1	0,2	0,2	1.58			
22 - 60	17,1	94,7	12,2	3,1	0,4	0,5	1.63			
60 - 80	11,4	SAT	8,6	3,1	0,4	0,5				
80 - 98	14,3	SAT	14,3	3,3	0,5	0,7				
98 - 130	10,2	97,1	6,3	3	0,3	0,3				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.4.2.79.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 10% de Fluventic Haplustepts, estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, de texturas variadas y poseer decrecimiento de carbono orgánico.

#### 3.10.4.2.79.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX05

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH moderadamente alcalino, alta saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido de carbono orgánico. Es necesario utilización de fertilizantes que ayuden a neutralizar el pH del suelo.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una baja capacidad para retención de humedad, es necesario un riego supletorio, establecer riego por goteo, para poder aprovechar de manera efectiva el recurso agua y lograr buenos resultados agrícolas.

#### 3.10.4.2.80 Consociación RfX06; Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica, Perfil Modal ATL-14

Esta Consociación ocurre en las napas del plano fluvio – deltaico en el paisaje de planicie. Se encuentra ubicada al sur de pasacaballos en los municipios de Cartagena, Arjona, Turbaná en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve de ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes que varían del 1 al 7%; ocupa un área de 1698,2 hectáreas, que corresponde al 0,39% del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 10 msnm, en el clima cálido muy seco, con temperatura anual promedio mayor a 24°C y precipitación pluvial de 500 a 1000 mm anuales; pertenece a la zona de vida del bosque muy seco tropical (bsm-T).

El uso actual se enfoca en la ganadería, con pastoreo semi extensivo. Aun se pueden encontrar algunas especies de vegetación natural como trompillo, pardillo entre otras.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos heterométricos de origen fluvio-marino; son muy superficiales, de drenaje pobre, de texturas finas y fertilidad alta.

La consociación está integrada por los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica en un 75% (perfil modal ATL-14) e inclusiones de Typic Endoaquepts en un 25%.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos Typic Endoaquepts, familia fina, Isohipertérmica fueron el régimen de humedad acuico, el endopedón cámbico.

Las fases que se encontraron fueron: ais y bis.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.450** y en la **Fotografía 3.134**.

**Tabla 3.450. Descripción perfil modal ATL-14.**

DESCRIPCIÓN	
00- 09 cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, fuertes; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros finos y medios; abundantes raíces finas, medias y gruesas vivas, de distribución normal en el horizonte; frecuente actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 5.2, reacción fuertemente ácida.
Ap	
09 - 55 cm	Colores en húmedo gris(10YR5/1) y pardo amarillento (10YR5/6); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos y medios; poca actividad de macroorganismos; abundantes raíces finas, medias y gruesas; límite difuso; pH 6.2, reacción ligeramente ácida.
Bw1	
55 - 98cm	Colores en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6) y gris (10YR6/1); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; no actividad de macroorganismos; frecuentes raíces medias; límite claro y plano; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina.
Bw2	
98-120 cm	Colores en húmedo gris pardusco claro(10YR6/2) y pardo amarillento(10YR5/6); textura arcillosa; sin estructura(masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; pocas raíces medias; no hay actividad de macroorganismos; límite difuso; pH 7.9, reacción moderadamente alcalina.
C	
120 - 160 cm	Colores en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2) y pardo oliva claro (2.5Y5/6); textura arcillo-limosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; poros frecuentes finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; límite claro e irregular; pH 8.1, reacción moderadamente alcalina.
C2	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.134.Perfil modal ATL-14.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.80.1 Propiedades Físicas del Suelo Typic Endoaquepts, Familia Fina, Isohipertérmica

**Tabla 3.451. Propiedades químicas y granulométricas del perfil ATL-14.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	M.O	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla							
0 - 9	10	30	60	Ar	5,2	2,93	1,54	53	0	Alta
9 - 55	2	26	72	Ar	6,2	0,74	0,39	5,9	0	
55 - 98	22	44	34	FAr	7,4	0,46	0,24	54,5	0	
98 - 120	8	32	60	Ar	7,9	0,46	0,24	51,4	0	
120 - 160	4	42	54	ArL	8,1	0,21	0,11	59,5	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb %	Ca	Mg	K	Na	Da			
0 - 9	27,1	81,5	6,81	11,62	0,51	3,14	1.62			
9 - 55	24,1	SAT	8,44	10,95	0,34	7,06	1.64			
55 - 98	16,3	SAT	8,22	7,6	0,24	5,41				
98 - 120	25,3	SAT	8,87	10,23	0,33	10,44				
120 - 160	22,4	SAT	6,38	9,23	0,29	8,43				

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.4.2.80.2 Inclusiones

Esta consociación tiene inclusiones de suelos en un 25% de Typic Endoaquepts, estos suelos se caracterizan por ser superficiales, tener un drenaje pobre, de texturas finas y carecen de endopodón.

### 3.10.4.2.80.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX06

Químicamente presentan una reacción fuertemente ácida a moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónica media a alta, saturación de bases mayor al 50%, carbón orgánico medio, bases totales altas, contenido de fósforo alto y fertilidad alta.

No es conveniente el uso de maquinaria agrícola, debido al daño que puede causar a las propiedades físicas del suelo. Por las texturas del suelo, nos damos cuenta que posee una buena capacidad para retención de humedad, luego con un buen riego se pueden lograr buenos resultados agrícolas.

### 3.10.4.2.81 Consociación RfX07: Udifluventic Haplustepts, Perfil Modal A-21

Esta consociación ocurre en el explayamiento de ruptura del vallecito, del paisaje de planicie, ubicado al norte del corregimiento de Santa Lucía en el municipio de Arjona, departamento de Bolívar. Presenta un relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 231,09 hectáreas, que corresponden el 0,05 del área de estudio.



Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 100 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural se encuentra con especies tales como Mangle.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de heterométricos de origen fluvi marino; los suelos son muy superficiales, moderadamente drenados, de texturas franca gruesas.

La consociación está integrada por los suelos Udifluentic Haplustepts, en un 80% (perfil modal A-21); y en un 20% Typic Ustifluvents.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Typic Calciustolls, y Typic Haplustepts, fueron el régimen de humedad ústico, presencia de endopodón cálcico.

Las fases de la unidad cartográfica RfX07 son ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.452**.

**Tabla 3.452. Descripción Perfil Modal A-21.**

DESCRIPCION	
0 - 23 cm	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) con moteos pardo grisáceo muy oscuro (10YUR3/2) 20%; textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros tubulares finos y medios; frecuentes raíces finas y medias, pocas gruesas; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 7.7, reacción ligeramente alcalina.
Ap	
23 - 53cm	Color en húmedo pardo a pardo oscuro (10YR4/3) con moteos gris oscuro (10YR5/1) 20%; textura franco-limosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros tubulares finos y pocos medios; pocas raíces; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 7.0, reacción neutra.
Bw	
53- 81cm	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura franco-limosa; estructura en prismas, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros finos, medios y gruesos; no hay raíces; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH 5.8, reacción moderadamente ácida.
Ab	
81 - 138 cm	Color en húmedo pardo a pardo oscuro (10YR4/3) con moteos pardo grisáceo (10YR5/2) 20%; textura arenosa franca; sin estructura(suelta); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 8.1, reacción moderadamente alcalina.
2C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.81.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Calciustolls, Typic Haplustepts

**Tabla 3.453. Propiedades químicas y granulométricas del perfil A-21.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-23	12	40	47	ArL	7,7	0,31	39	0	Alta
23-53	30	46	16	FL	7,9	0,25	23	0	
53-81	20	59	15	FL	5,8	0,77	16	0	
81-138	71	19	9,2	AF	8,1	0,10	49	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
00-23	14,4	SAT	19,8	3,9	0,5	7,3	-----		
23-53	12,2	SAT	8,8	6,3	0,4	4,7	-----		
53-81	14,4	SAT	13,6	4,7	0,5	2,7			
81-138	6,1	SAT	10,5	4	0,3	5,1			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.4.2.81.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Typic Calciustolls, Typic Haplustepts.

Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente drenados, de texturas franca finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

3.10.4.2.81.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RfX07

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH ligeramente alcalino, calcio alto, el magnesio medio y bajo, el potasio se encuentra alto, medio y bajo, el fósforo medio a bajo, y el sodio es normal a bajo, la capacidad de intercambio catiónico es alta, media y baja respectivamente; saturación de bases muy alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

3.10.4.2.82 Consociación RiW01: Aerico Humaquepts, Perfil Modal CD-83

Esta consociación ocurre en la vega del vallecito, del paisaje de planicie, ubicado al norte del corregimiento de Santa Lucía en el municipio de Arjona, Arroyohondo, Cartagena, Mahates, María la baja, San Cristóbal, San Estanislao, Soplaviento, Turbaná en el departamento de Bolívar, Campo de la Cruz, Luruaco, Manatí, Repelón, Sabanalarga en el departamento del Atlántico y San Onofre en el departamento de Sucre. Presenta un relieve

plano a ligeramente inclinado con pendientes entre 0 al 7%; ocupa un área de 1430,05 hectáreas, que corresponden el 0,32 del área de estudio.

Esta unidad cartográfica aparece en alturas que no sobrepasan los 100 msnm, en clima cálido muy seco, con temperatura media anual de 24°C y precipitación pluvial inferior a los 1000mm anuales; pertenece a la zona de vida de bosque muy seco tropical (bms-T).

La vegetación natural ha estado en estado natural con especies vegetales tales como Mangle.

Los suelos evolucionaron a partir de depósitos de heterométricos de origen fluvio marino; los suelos son muy superficiales, moderadamente drenados, de texturas franca gruesas.

La consociación está integrada por los suelos Aeric Humaquepts, en un 75% (perfil modal CD-83); y en un 25% Fluvaquentic Endoaquepts.

Las fases de la unidad cartográfica RiW01 son ai, bi.

Estos suelos morfológicamente presentan una secuencia en profundidad de horizontes en el perfil como se muestra en la **Tabla 3.454** y en la **Fotografía 3.135**.

**Tabla 3.454. Descripción Perfil Modal CD-83.**

DESCRIPCION	
0 - 22 cm	Color (10YR4/1); moteado (10YR6/8) en un 40%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, Muy Fino a Finos, Moderada; consistencia en húmedo Friable, en mojado ligeramente Pegajosa y ligeramente plástica; Frecuentes poros Finos y Medios; Frecuentes raíces Medias y Gruesas, Vivas, de distribución normal, en el Horizonte; Poca actividad de macroorganismos; pH 7.1, neutro.
Ap	
22 - 59 cm	Color (10YR5/1); moteado (10YR6/8) en un 40%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros Finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.5, ligeramente alcalino.
Bw1	
59 - 92cm	Color (10YR5/1); moteado (10YR7/4) en un 40%; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo Friable, en mojado Pegajosa y plástica; frecuentes poros finos y muy finos; No Hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.0 neutro.
Bw2	
92 - 120 cm	Color (10YR6/1); moteado (10YR7/7) en un 40%; textura arcillosa; sin estructura, consistencia en húmedo fuerte, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muy pocos poros finos y muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; pH 7.0, neutro.
C	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.135. Perfil modal CD-83.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las características diagnosticas que se tuvieron en cuenta para clasificar los suelos como Aeric Humaquepts, fueron el régimen de humedad aquico, presencia de endopodón cámbico.

3.10.4.2.82.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Consociación Typic Calciustolls, Typic Haplustepts

**Tabla 3.455. Propiedades químicas y granulométricas del perfil CD-83.**

PROFUNDIDAD cm	GRANULOMETRÍA (%)			CLASE TEXTURAL	Ph 1:1	C.O %	P ppm	Al meq/100g	FERTILIDAD
	Arena	Limo	Arcilla						
00-22	17	39,6	43,3	Ar	7,1		8,7	0	Alta
22-59	25,3	28,7	45,9	Ar	7,5		6,3	0	
59-92	23,1	28,7	48	Ar	7		5,0	0	
92-120	29	28	41	Ar	7		8,7	0	
PROFUNDIDAD cm	CIC	Sb	Ca	Mg	K	Na	Da		
00 - 22	24,4	92,2	12,0	8,2	0,69	1,6	1,71		
22 - 5925,3	25,3	88,5	9,2	8,8	0,4	4	1,82		
59 - 92	19,8	SAT	8,2	11,1	0,18	6,9			
92 - 120	20,7	SAT	8,1	10,7	0,20	7,3			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



#### 3.10.4.2.82.2 Inclusiones

La consociación tiene inclusiones de suelos Fluvaquentic Endoaquepts.

Estos suelos se caracterizan por ser pobremente drenados, de texturas franca finas, superficiales a muy superficiales limitados por nivel freático.

#### 3.10.4.2.82.3 Resumen de las Propiedades de los Suelos de la Consociación RiW01

Los suelos de esta unidad cartográfica presentan pH neutro a ligeramente alcalino, calcio alto, el magnesio alto, potasio alto, el fósforo bajo, y el sodio es normal a bajo, la capacidad de intercambio catiónico alta; saturación de bases alta.

En estos suelos es conveniente una intervención moderada y regulada por un profesional en el área para mejorar la estructura del suelo y favorecer el drenaje del mismo, Para cualquier siembra de cultivos o pastizales es necesario moderar el riego teniendo en cuenta las temporadas de mayor humedad que se encuentren en este clima.

En la **Tabla 3.456**, se presenta la leyenda de suelos.

Tabla 3.456. Leyenda de suelos.

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONÓMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
Montaña - Estructural-Erosional	Cálido muy seco	Espinazos	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural y erosional	<b>Consociación</b>			<b>MsX01</b>	d1, d2, e1, e2, f2	221,80	0,05
					Typic Haplustepts	90	CD-31				
					Typic Ustorthents	10					
		Crestones	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural	<b>Consociación</b>			<b>MsX02</b>	e, e2	68,91	0,02
					Typic Haplustepts	90	CD-56				
				Ladera erosional	<b>Consociación</b>			<b>MsX03</b>	d2, e2, f2	495,85	0,11
Typic Haplustepts	90	CD-55									
Montaña - Depositacional Aluvio - coluvial		Vallecito	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial	Vega	<b>Consociación</b>			<b>MiX01</b>	bi	164,85	0,04
					Aquic Haplustepts	75	CD-32				
Lomerío - Estructural-Erosional	Cálido seco	Espinazos	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural y erosional	<b>Consociación</b>			<b>LsW01</b>	d, d1, d2, e, e1, e2, f2	8672,65	1,97
					Typic Haplustepts	75	CD-42				
					Lithic Ustorthents	25					
		Crestones	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural	<b>Consociación</b>			<b>LsW02</b>	d2, e2	781,89	0,18
					Typic Calciustolls	90	CD-8				
				Ladera erosional	<b>Consociación</b>			<b>LsW03</b>	d2, d3, e2	723,01	0,16
Typic Haplustepts	90	CD-41									
Typic Ustorthents	10										

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%		
			Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Ladera estructural	<b>Consociación</b>			<b>LsW04</b>	d2, e2	644,92	0,15		
					Typic Haplustepts	90	CD-67						
					Typic Ustorthents	10							
				Ladera erosional	<b>Consociación</b>			<b>LsW05</b>	d2, e2	335,67	0,08		
					Typic Haplusterts	90	CD-68						
					Vertic Haplustepts	10							
			Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Ladera estructural	<b>Consociación</b>		<b>LsW06</b>	d, d2, e	1217,96	0,28			
					Typic Haplustolls	75					CD-17		
					Typic Calciustolls	25							
				Ladera erosional	<b>Consociación</b>			<b>LsW07</b>	d, d2	451,87	0,10		
					Typic Calciustepts	80	CD-7						
					Typic Haplustepts	20							
			Cálido muy seco	Espinazos	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural y erosional	<b>Consociación</b>			<b>LsX01</b>	d, d1, d2, e, e1, e2, f1, f2, g2	20954,08	4,75
							Typic Haplustepts	75	CD-29, (CD-73)				
Typic Ustorthents	25												
Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Ladera estructural	<b>Consociación</b>				<b>LsX02</b>	d2, e2	144,27	0,03				
		Typic Ustorthents			90					CD-43			
		Typic Dystrustepts			10								
Ladera erosional	<b>Consociación</b>					<b>LsX03</b>	d, d2, e, e2	194,79	0,04				
	Vertic Calciustepts	90			CD-66								
	Typic Haplustepts	10											
						<b>Consociación</b>			<b>LsX04</b>	d2, e2	766,51	0,17	

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%					
			Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Ladera estructural	Typic Haplustepts	90	CD-14									
					Lithic Ustorthents	10										
				Ladera erosional	<b>Consociación</b>								<b>LsX05</b>	d2, e2	188,17	0,04
					Typic Haplustepts	90	CD-30					Vertic Haplustepts				
		Crestones		Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Ladera estructural	<b>Consociación</b>				<b>LsX06</b>	d, d1, d2, e2	1626,21	0,37			
						Typic Haplustepts	90	CD-44	Typic Ustorthents					10		
						<b>Consociación</b>										
					Ladera erosional	<b>Consociación</b>				<b>LsX07</b>	d1, d2, e2	794,00	0,18			
						Typic Haplustepts	90	CD-05	Typic Ustorthents					10		
						<b>Complejo</b>										
Lomerío - Erosional	Cálido seco	Lomas	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Cimas y Ladera	<b>Complejo</b>				<b>LeW01</b>	c, c1, c2, c3, d, d1, d2, e, e1, e2, f2	40049,01	9,08				
					Typic Haplustepts	50	CD-15	Typic Haplusterts					50	CD-16		
					<b>Consociación</b>											
				Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>				<b>LeW02</b>	c, c1, c2, c3, d1, d2, d3, e2	10537,95	2,39				
					Typic Haplusterts	75	CD-76	Vertic Haplustepts					25			
					<b>Consociación</b>											
		Colinas		Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>				<b>LeW03</b>	c, c1, c2, d, d1, d2, e1, e2	28914,42	6,56			
						Typic Haplustepts	75	CD-54, (CD-75)	Vertic Haplustepts					25	CD-25	
						<b>Consociación</b>										
						<b>Consociación</b>								<b>LeW04</b>	c, c1, c3	3659,94
Vertic Haplustepts	80	CD-28														



PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
		Lomas y colinas	Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Cimas y Ladera	Typic Haplustepts	20		LeW05	c, c1, c2, d, d1, d2, e1, e2	4032,45	0,91
					<b>Consociación</b>						
					Typic Calcicustolls	75	CD-3				
			Typic Haplusterts	25							
		Colinas	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>			LeW06	c	3774,59	0,86
					Typic Haplusterts	80	CD-27				
				Typic Haplustepts	20						
	Cálido muy seco	Lomas	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>			LeX01	c, c1, c2, d, d1, d2, e1, e2	39310,52	8,91
					Typic Haplustepts	80	CD-74				
					Typic Ustorthents	20					
			Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Cimas y Ladera	<b>Complejo</b>			LeX02	c, c1, c2, d, d1, d2, e2	11673,39	2,65
					Vertic Haplustepts	40	CD-78				
					Typic Haplustepts	40	CD-39				
						Typic Haplusterts	20				
			Rocas sedimentarias químicas carbonatadas	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>			LeX03	c, c1, d, d1, d2, e, e1, e2	2444,97	0,55
					Typic Haplustepts	90	CD-13, (CD-84)				
						Vertic Haplustepts	10				
			Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>			LeX04	c, c1, c2	673,39	0,15
Typic Haplustepts					90	CD-64					
			Typic Ustorthents	10							
Colinas	Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados	Cimas y Ladera	<b>Consociación</b>			LeX05	c, c1, c2, d, d1, d2, e2	10677,05	2,42		
			Lithic Haplustepts	80	CD-51						

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
			Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales	Cimas y Ladera	Typic Haplustepts	20		LeX06	c, c1, c2	1388,04	0,31
					<b>Consociación</b>						
					Typic Ustipsamments	90	CD-52				
Lomerío - Deposicional Coluvio-aluvial	Cálido seco	Glacis de Acumulación	Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial	Plano inclinado	<b>Consociación</b>			LxW01	b, b1, b2, b3, c, c1, c2, d, d1, d2, d3	4114,45	0,93
					Typic Haplusterts	75	CD-18				
					Typic Haplustolls	25					
	Cálido muy seco	Glacis de Acumulación	Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial	Plano inclinado	<b>Consociación</b>			LxW02	b, b1, b2, c, c1, c2, d, d1, d2	3132,09	0,71
					Typic Haplustepts	75	CD-20				
					Vertic Haplustolls	25					
Lomerío - Deposicional Aluvial	Cálido seco	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	<b>Consociación</b>			LaW01	b, b2	454,52	0,10
					Typic Haplustepts	75	CD-38				
					Typic Humustepts	25					
				Cuerpo	<b>Consociación</b>			LaW02	a, b, b2	701,50	0,16
					Typic Ustorthents	75	CD-62				
					Typic Haplustepts	25					
	Base	<b>Consociación</b>			LaW03	a, b	273,87	0,06			
		Typic Haplusterts	75	CD-61							
		Typic Haplustepts	25								
	Cálido muy seco	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	<b>Consociación</b>			LaX01	b, b2, d	761,64	0,17
					Typic Haplustepts	75	CD-01				
					Typic Haplusterts	15					

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
				Cuerpo	Typic Calciusterts	10		LaX02	a, a2, b, b2	1386,43	0,31
					<b>Consociación</b>						
					Typic Haplusterts	90	CD-02				
				Base	Vertic Haplustepts	10		LaX03	a, b	397,08	0,09
					<b>Consociación</b>						
					Typic Haplustepts	90	CD-37				
Lomerío - Deposicional aluvio - coluvial	Cálido seco	Valle Estrecho	Depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial	Plano de terraza	<b>Consociación</b>			LiW01	a, a2, b, b1, b2, b3	2795,89	0,63
					Typic Haplustepts	80	CD-06				
					Typic Endoaquerts	20					
				Vega	<b>Complejo</b>			LiW02	ai, bi	1444,52	0,33
					Typic Haplustepts	40	CD-40				
					Typic Ustipsamments	40	CD-04				
	Vega	Typic Ustorthents	20		LiW03	ai, bi	11243,05	2,55			
		<b>Consociación</b>									
		Typic Haplustepts	75	CD-77							
	Cálido muy seco	Valle Estrecho	Depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial	Vega	Typic Haplusterts	15		LiX01	a, a1, a2, b, b1, b2	1048,98	0,24
					Typic Ustipsamments	10					
					<b>Consociación</b>						
Typic endoaquerts					20						
Plano de terraza					Typic Haplustolls	80	CD-63				
Typic endoaquerts					20						
Vega	<b>Consociación</b>			LiX02	ai, bi	614,89	0,14				
	Typic Haplustepts	80	CD-65								

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
		Vallecito	Depósitos heterométricos de origen aluvio coluvial	Vega	Aquic Ustorthents	20		LiX03	ai, bi	10339,70	2,34
					<b>Consociación</b>						
					Typic Haplustepts	80	CD-53				
Piedemonte - Erosional	Cálido seco	Lomas y colinas	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cimas y Ladera	Vertic Haplustepts	20		PeW01	c	252,35	0,06
					<b>Consociación</b>						
					Typic Humustepts	75	CD-79				
	Cálido muy seco	Colinas	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico	Cimas y Ladera	Typic Haplustepts	25		PeX01	c, c1, c2	2321,09	0,53
					<b>Consociación</b>						
					Typic Haplustepts	75	CD-34				
Piedemonte - Depositacional Coluvio-aluvial	Cálido muy seco	Glacis de Acumulación	Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial	Plano inclinado	Vertic Haplustepts	25		PxX01	b, b1, b2, c2	269,18	0,06
					<b>Consociación</b>						
Piedemonte - Depositacional-Aluvial	Cálido seco	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	Oxyaquic Haplustepts	80	CD-22	PaW01	b, b2, c	5728,54	1,30
					Typic Haplustepts	20					
					<b>Consociación</b>						
				Cuerpo	Typic Endoaquerts	75	CD-50	PaW02	a, b	5908,55	1,34
					Typic Haplustepts	15					
					Typic Haplustolls	10					
				Base	<b>Consociación</b>			PaW03	a, b	3407,74	0,77
					Aeric Humaquepts	75	CD-80				



PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%	
				Depresión	Typic Haplustepts	25		PaW04	az	1192,76	0,27	
					<b>Consociación</b>							
					Typic Endoaquepts	80	CD-21					
		Cálido muy seco	Abanico	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Apice	Vertic Endoaquepts	20		PaX01	b, b1, b2, c, c2	7359,84	1,67
						<b>Consociación</b>						
						Typic Haplustepts	75	CD-57				
					Cuerpo	Vertic Haplustepts	25		PaX02	a, a1, a2, b, b1, b2	12750,82	2,89
						<b>Consociación</b>						
						Typic Haplustolls	80	CD-10				
					Base	Typic Endoaquepts	20		PaX03	a, a2, b, b1	5324,28	1,21
						<b>Consociación</b>						
					Vertic Haplustepts	75	CD-09	PaX04	az	905,65	0,21	
					Typic Haplusterts	25						
					Depresión	<b>Consociación</b>						
Typic Endoaquepts	75	CD-58										
	Cálido seco	Vallecito	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluviales	Vega	Vertic Endoaquepts	25		PiW01	ai, bi	1421,68	0,32	
					<b>Consociación</b>							
Piedemonte - Depositacional Aluvio - coluvial	Cálido muy seco	Vallecito	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluviales	Vega	Typic Haplustepts	75	CD-19	PiX01	ai, bi	1581,65	0,36	
					<b>Consociación</b>							
					Vertic Haplustepts	15						

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
					Typic Endoaquepts	10					
Planicie - Depositacional- Aluvial	Cálido seco	Plano de inundación	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Albardón	<b>Consociación</b>			RaW01	a, b	1097,59	0,25
					Oxyaquic Haplustepts	80	CD-70				
					Fluventic Haplustepts	20					
				Cubeta de desborde	<b>Consociación</b>			RaW02	aiz	75,12	0,02
					Typic Endoaquepts	75	CD-45				
					Typic Endoaquerts	15	CD-88				
				Cubeta de decantación	<b>Consociación</b>			RaW03	aiz, aizs	10591,69	2,40
					Typic Endoaquepts	75	CD-46				
				Cauces y meandros abandonado	Typic Epiaquepts	25					
	<b>Consociación</b>				RaW04	ai, ais	20053,14	4,55			
	Typic Endoaquepts	90	CD-47								
	Fluvaquentic Endoaquepts	10									
	Cálido muy seco	Plano de inundación	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Albardón	<b>Consociación</b>			RaX01	a, b	394,55	0,09
					Fluvaquentic Endoaquepts	75	CD-90				
					Typic Haplustepts	25					
Cubeta de desborde				<b>Consociación</b>			RaX02	aiz, aizs	12202,35	2,77	
				Typic Endoaquepts	75	CD-59					
Vertic Endoaquepts				25							
Cubeta de decantación	<b>Consociación</b>			RaX03	aiz, aizs	7998,90	1,81				
	Typic Endoaquepts	75	CD-36								

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONÓMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%			
	Cálido seco y muy seco			Brazo deltáico	Typic Endoaquepts	25	CD-86	RaX04	ai, bi	2355,92	0,53			
					<b>Consociación</b>									
					Fluvaquentic Endoaquepts	90	CD-91							
							Cauces y meandros abandonado	<b>Consociación</b>			RaX05	ais	315,41	0,07
				Fluvaquentic Endoaquepts	75	CD-71								
				Typic Endoaquepts	25									
					Napa	<b>Complejo</b>			RaX06	ai, ais, bi, bis	8300,76	1,88		
				Aquic Ustipsamments		40	CD-23							
				Typic Endoaquepts		40	CD-48							
					Islote	<b>Consociación</b>			RaX07	ai, bi	226,19	0,05		
	Typic Endoaquepts	75	CD-35											
	Fluvaquentic Endoaquepts	25												
	Cálido seco	Terraza aluvial nivel 1	Depósitos heterométricos de origen aluvial	Plano de terraza	<b>Consociación</b>			RaW05	a, b	5241,13	1,19			
					Aeric Endoaquepts	70	CD-26							
					Typic Haplustepts	20								
Vertic Haplustepts					10									
Depresión				<b>Consociación</b>			RaW06	az	437,52	0,10				
				Typic Haplusterts	90	CD-81								
			Plano de terraza	<b>Consociación</b>			RaX08		14404,82	3,27				

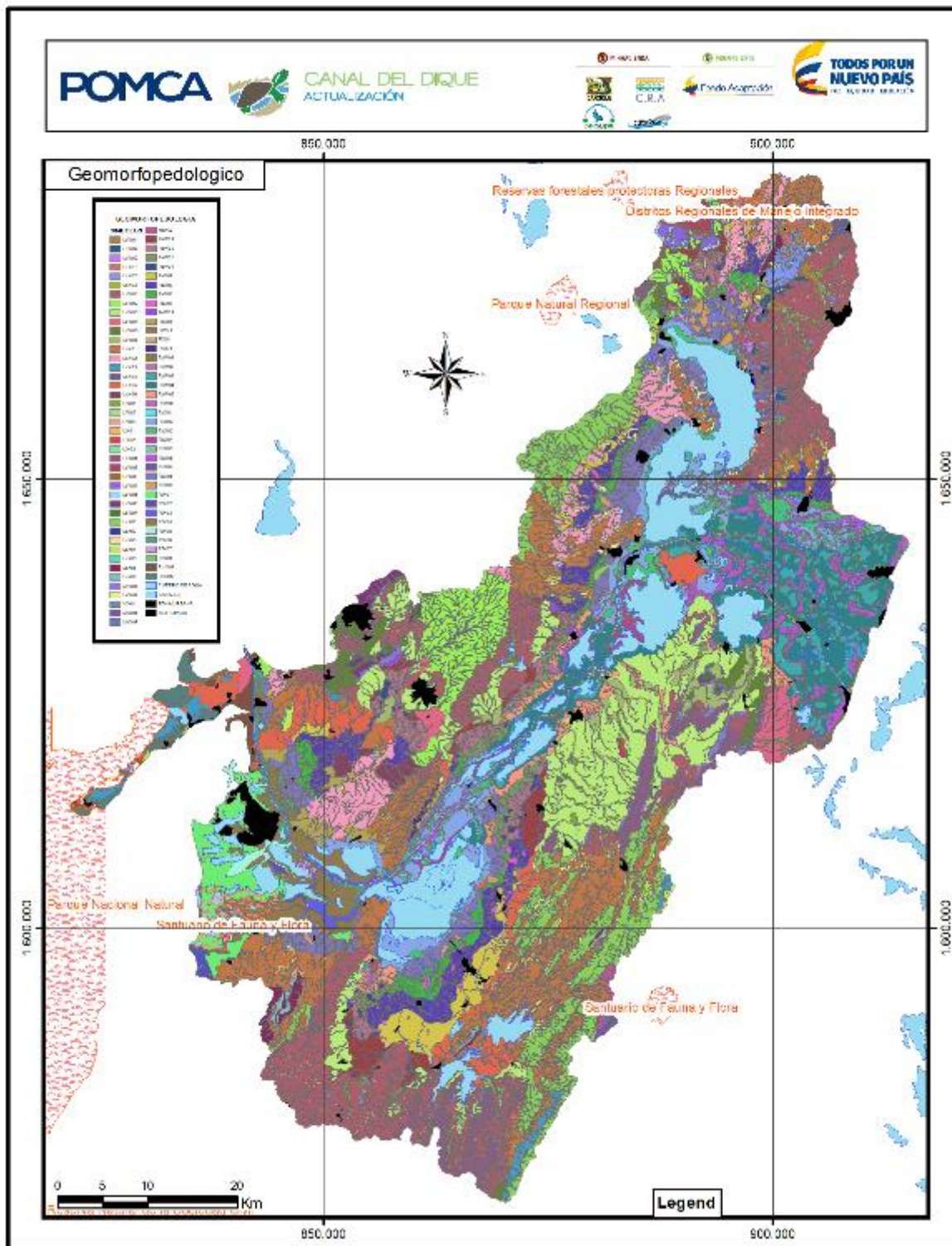
PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%		
	Cálido muy seco	Terraza aluvial nivel 1	Depósitos heterométricos de origen aluvial		Typic Humustepts	75	CD-33		a, a1, a2, b, b1, b2				
					Typic Endoaquepts	25							
				Depresión	<b>Consociación</b>				<b>RaX09</b>	az	1494,18	0,34	
					Fluvaquentic Humustepts	90	CD-82	Fluventic Haplustepts					10
Planicie - Deposicional Marino	Cálido seco y muy seco	Plano de Marea	Depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica)	Marisma	<b>Consociación</b>			<b>RmX01</b>	ais	1833,44	0,42		
					Typic Endoaquepts	90	CD-60					Hydric Haplohemists	10
					<b>Consociación</b>								<b>RmX02</b>
		Typic Calciustolls	90	CD-72	Typic Haplustepts	10							
		<b>Complejo</b>				<b>RfX01</b>	ais	7507,89	1,70				
		Hydric Haplohemists	50	PR-4	Aeric Fluvaquents					50	PS-52		
<b>Consociación</b>				<b>RfX02</b>	ais, bis					789,20	0,18		
Aquic Ustipsamments	75	PS-53	Typic Halaquepts			25	PS-39						
<b>Consociación</b>						<b>RfX03</b>	a, b	1212,11	0,27				
Typic Ustifluvents	75	CA-32	Udifuventic Haplustepts	25	A-21								
<b>Consociación</b>				<b>RfX04</b>	aizs					8551,68	1,94		
Typic Endoaquepts	80	CD-85 (CD-89)											



PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	LITOLOGIA Y/O SEDIMENTOS	FORMA DEL TERRENO	UCS Y COMPONENTE TAXONOMICO	%	PERFIL	SIMBOLO_2	FASES	AREA	%
					Typic Endoaquents	20					
				Brazo deltáico	<b>Consociación</b>			<b>RfX05</b>	ai	1759,36	0,40
					Typic Ustifluents	90	BL-129				
				Fluventic Haplustepts	10						
				Napa	<b>Consociación</b>			<b>RfX06</b>	ais, bis	1699,08	0,39
					Typic Endoaquepts	75	ATL-14				
				Typic Endoaquents	25						
				Explayamiento de ruptura	<b>Consociación</b>			<b>RfX07</b>	ai, bi	231,54	0,05
					Udifluventic Haplustepts	80	A-21				
				Typic Ustifluents	20						
Planicie - Deposicional aluvio - coluvial	Cálido seco y muy seco	Vallecito	Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial	Vega	<b>Consociación</b>			<b>RiW01</b>	ai, bi	1504,83	0,34
					Aeric Humaquepts	75	CD-83				
					Fluvaquentic Endoaquents	25					
Zonas Urbanas								ZU		6141,97	1,39
Cuerpo de agua								CA		33507,90	7,60
Antropico								AN		2959,31	0,67
Canales								CN		2948,71	0,67
<b>Total General</b>										<b>441010,77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.613. Mapa de suelos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.5 Capacidad de Uso de las Tierras

Teniendo como información básica el componente edáfico, es decir, las características físicoquímicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos identificados, así como el ambiente en que se desarrollan, se determinó su capacidad de uso de las tierras y con ello el posible comportamiento de las mismas. La clasificación de las tierras implica la expresión en unidades de mapeo, que reflejan su idóneo potencial de las mismas sea para fines agrícolas, pecuarias, forestal, así como su uso práctico de manejo y conservación que eviten su deterioro.

Esta categorización agrupa suelos que presentan características y cualidades similares en cuanto a su competitividad para la producción ya sea de cultivos en limpio o intensivos, permanentes, pastos, producción forestal y de protección.

#### 3.10.5.1 Descripción de Unidades de Capacidad de Uso de las Tierras

Para lograr clasificar las tierras con base en su capacidad de uso, se requiere de información previa como el conocimiento y distribución de los suelos, la descripción de sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas y por supuesto, el análisis y discusión de los factores que en una u otra medida interfieren en la utilización de las mismas.

Para definir las unidades primero se hizo un recuento de los factores que limitan el uso y manejo de las tierras a partir de la información recolectada durante las diferentes etapas de reconocimiento en campo, posteriormente se hace la descripción de cada una de las unidades de la clasificación de tierras por capacidad de uso en la cuenca. Para tal fin se seguirán las pautas de la metodología definidas por el Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos (1965), adaptado por el IGAC (2010), donde define ocho clases agrologicas, en la cual se presentan unidades generales identificadas con los números 1 al 8 establecidas de acuerdo con grados descendentes según las calidades de los suelos en los cuales la capacidad de uso disminuye a medida que aumenta la numeración.

Las diferentes unidades cartográficas se concentran, conformando clases, subclases y grupos de manejo que tienen limitaciones similares y responden en igual forma a las mismas prácticas de manejo. La clasificación se hace tanto para fines agropecuarios como para identificar zonas necesarias de protección y conservación, en ella se relacionan todos los aspectos que fijan el uso más indicado para cada suelo, las prácticas recomendadas y las principales limitaciones, por esto compone una herramienta básica para el desarrollo de una región.

La organización del sistema de clasificación comprende 3 categorías: Clases, Subclases y Grupos de Manejo o Unidades de Capacidad, las cuales se utilizan por categorías de acuerdo con el nivel de detalle requerido.

##### 3.10.5.1.1 Clase

Agrupar suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Estas clases, que se conocen comúnmente como clases agrologicas, son ocho. En términos

generales, estas clases se han delimitado de acuerdo con la actividad en las que puedan ser utilizadas teniéndose así la siguiente agrupación, las clases 1 a 4 se han catalogado como agrícolas ya que son capaces de producir cultivos bajo buenas condiciones de manejo, los de las clases 5, 6 y 7 son adecuados para plantas nativas o adaptables, pastos y cultivos especiales u ornamentales. Las tierras de la clase 8 no son adecuadas para las actividades agropecuarias ni forestales con fines comerciales.

#### 3.10.5.1.1.1 Clase 1

Dentro de esta clase se incluyen tierras con pocas o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona. dichos terrenos pueden necesitar de un acondicionamiento inicial pequeño, tal como nivelación y prácticas conducentes a un mejor drenaje estacional. Se asume que las prácticas de manejo consideradas usuales para el mantenimiento de la productividad, se realizarán. Entre ellas tenemos: Uso de fertilizantes, encalado, incorporación de materia orgánica y rotación de cultivos.

#### 3.10.5.1.1.2 Clase 2

Las tierras de estas clase presentan leves limitantes las más usuales de esta clase, incluyen ya en forma aislada o combinada los siguientes factores: Pendientes suaves; moderada susceptibilidad a la erosión, o efectos ligeramente adversos por erosión pasada; profundidad, inferior a la ideal, estructura y laborabilidad desfavorable, contenido de sales o sodio que afecta ligeramente los cultivos comunes, fácil de corregir pero posible de aparecer de nuevo daños ocasionados por inundaciones y excesos de humedad corregibles por drenaje; aunque con moderadas limitaciones permanentes, ligeras limitaciones climáticas. Estas limitantes solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación del suelo.

#### 3.10.5.1.1.3 Clase 3

Las tierras de esta clase presentan limitaciones moderadas solas o combinadas, que restringe la elección de los cultivos. Dichas limitaciones pueden incluir uno más de los siguientes factores: Pendientes moderadamente fuertes, alta susceptibilidad a la erosión o efectos de la ya ocurrida; poca profundidad efectiva; muy baja fertilidad del subsuelo o fertilidad de difícil corrección, baja capacidad de retención de humedad, moderada cantidad de sales y/o sodio que afecta a los cultivos, frecuentes inundaciones o sobresaturación que permanece aún luego del drenaje, condiciones climáticas moderadamente limitantes Para desarrollar los cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.

#### 3.10.5.1.1.4 Clase 4

Las tierras de esta clase presentan fuertes limitantes, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Las limitaciones incluyen factores tales como pendientes muy fuertes, severa susceptibilidad o daños causados por la erosión, suelos superficiales, baja capacidad de retención de humedad, frecuentes inundaciones y/o



excesiva humedad alto contenido de sales y/o sodio que afecta seriamente los cultivos y moderados efectos adversos al clima. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente de forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas.

#### 3.10.5.1.1.5 Clase 5

Las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, generalmente se incluyen suelos casi planos, pero con limitaciones solas o combinadas como, suelos húmedos, inundables, pedregosas, con severas limitaciones climáticas para la estación de crecimiento; por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.

#### 3.10.5.1.1.6 Clase 6

Las tierras que están dentro de esta clase son utilizadas para la producción forestal, cultivos permanentes como frutales y café. Las limitaciones más usuales de esta clase son: Pendientes muy fuertes alta susceptibilidad a la erosión o ya muy erosionados, alta pedregosidad, suelos superficiales, excesiva humedad, factores climáticos adversos, etc. Se considera que en los terrenos de esta clase se practica su mejoramiento para su uso en pastos o bosques, a través de la introducción de pastos mejorados, fertilizantes, control de aguas, aunque requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.

#### 3.10.5.1.1.7 Clase 7

Las tierras de esta clase tienen severas limitantes por lo cual solo se permite el manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos donde el uso actual diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración forestal. Ninguno de los cultivos agronómicos es posible de ser utilizado, salvo cultivos muy especiales y prácticas nada comunes.

#### 3.10.5.1.1.8 Clase 8

Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para la actividad de producción agropecuaria o forestal alguna. Las limitaciones pueden incluir las de otras clases, pero en mayor grado. Se incluyen generalmente: Áreas de afloramientos rocosos, playas de arena, pantanos, áreas gravemente erosionadas, Las tierras de estas clases tienen utilidad solo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética.

#### 3.10.5.1.2 Subclase

Es una categoría del sistema, que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para la Unidades Cartográficas de Suelos. Es decir, la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

Las limitaciones pueden ser en algunos casos temporales, por ejemplo, algunos encharcamientos o fertilidad natural, las cuales que pueden corregirse con buenos drenajes

y prácticas de fertilización o ambos. La mayoría de los limitantes son de carácter permanente, como son las pendientes muy abruptas, la poca profundidad efectiva de los suelos o el clima desfavorable. De la misma manera una clase puede estar afectada por una o varias limitaciones.

Es importante mencionar, que en esta clasificación no se tienen en cuenta consideraciones legales derivadas de la asignación de categorías especiales de reservas naturales y parques nacionales naturales que puedan existir en la cuenca. En todo caso, las mismas priman sobre cualquier uso alternativo que se plantee.

### 3.10.5.1.3 Grupos de Manejo

Pertencen a la tercera categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso; en esta categoría se agrupan las tierras de una misma subclase, y que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas comunes, potencialidades similares y lo más importante que tienen una respuesta similar a las prácticas de manejo que se deben aplicar para poder ser utilizados de manera adecuada.

De esta manera se tiene que suelos de diferentes unidades cartográficas de suelos que tienen ciertas limitantes clasifican en una **clase** por capacidad; se agrupan los suelos por limitantes similares para obtener la **subclase**, al agrupar los suelos que responden a un mismo tratamiento y una misma practica de conservación se obtienen los grupos de manejo.

A continuación, se presentan las características y límites de variaciones de las tierras (ver **Tabla 3.457**).

Tabla 3.457. Características y límites de variaciones de las tierras.

Clase	Pendiente (°) %	Paisaje Ambiental		DEGRADACION (s)		HUMEDAD (n)		SUELO (r)							CLIMA (t)								
		Pendiente (p) %	Creción grado	Erosión grado	Mov. Masa	Drenaje natural	Inundaciones o embalsamientos		Profundidad efectiva (cm)	Clase por tamaño de partículas	Fragmentos en el suelo % por vol.	Pedregosidad superficial (%)	Alfombr. rorizos Raícesidad (%)	Fertilidad	Características químicas			Distribución de lluvias	Pico térmico	Condición de humedad	Temperatura Heladas		
							Frecuencia	Duración							% de área afectada	Salina	Sódica					Relación Calcio	Saturación Aluminio %
1	0-1 1-3 0-3	N.A.	N.A.	No hay	No hay	Bien drenado	No hay	No	> 100	Fines finos	< 5	< 0.1	< 0.1	Muy alta Alta Media	No	No hay	No hay	Normal	0-30	1,2	Cálido Templado Frio	Húmedo a seco	> 12
2	0-1 1-3 0-3 3-7	N.A.	N.A.	No hay ligera	No hay	Bien drenado Moderado	Raras	Ext. corto Muy corto	> 100 75-100	Fines finos limosa fina con arcillas	< 5	< 0.1	0.1-2	Muy alta Alta Media	< 5	No Si No Si	No Si	Caliza > 50 cm de profundidad	0-30	1,2	Cálido Templado Frio	Húmedo a seco	> 12
3	0-1 1-3 0-3 3-7 7-12	N.A.	N.A.	No hay ligera	No hay +5	Bien drenado Moderado Impropio Pobre (d.a.)	Ocasional	Ext. corto Muy corto Corto	> 100 75-100 50-75	Fines finos limosa fina limosa gruesa limosa gruesa fina perlas de conchas	15-15	0.1-3	0.1-2 2-10	Muy alta Alta Media Baja	< 5	No Si No Si Si No	No Si	Estroza < 40 cm de profundidad Impropio a 50 cm de profundidad	30-60	1,2,3	Cálido Templado Frio	Húmedo a seco	> 12
4	0-1 1-3 0-3 3-7 7-12 12-20	0-1 1-3 0-3 3-7	ligera	No hay ligera moderada	5-25	Mod. excesivo Bien drenado Moderado Impropio Pobre Muy pobre (d.a.)	Frecuentes	Ext. corto Muy corto Corto Largo	> 100 75-100 50-75 50-25	Armasa limosa fina limosa gruesa limosa gruesa fina muy fina con arcillas	15-35	15-15	0.1-2 2-10 10-20	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	15-30	No Si No Si Si No	No Si	Invasión < 50 cm de profundidad	60-90	1,2,3,4	Cálido Templado Frio	Muy húmedo a seco	> 12
5	0-1 1-3 0-3 3-7	0-1 1-3 0-3 3-7	ligera	No hay Ligera	< 5	Cualquiera	Muy frecuentes	Ext. corto Muy corto Corto Largo Muy largo	Cualquiera	Fines finos limosa fina limosa gruesa fina con arcillas	3-15 15-35	3-15 15-50	0.1-2 2-10 2-10	Cualquiera	< 75	No Si No Si Si No	No Si	Cualquiera	Cualquiera	1,2,3,4,5,8	Cálido Templado Frio	Muy húmedo a muy seco	> 12
6	25-50	7-12	ligera	No hay ligera moderada	25-50	Exceso Mod. excesivo Bien drenado Moderado Pobre Muy pobre	Frecuentes	Muy corto Corto Largo Muy largo	> 100 75-100 50-75 50-25 < 25	Armasa limosa fina limosa gruesa limosa gruesa fina muy fina con arcillas	35-60	15-50	0.1-2 2-10 10-25 25-50	Cualquiera	> 50	No Si No Si Si No Si No	No Si	Cualquiera	> 90	1,2,3,4,5,6,8	Cálido Templado Muy frío	Muy húmedo a muy seco	> 8
7	50-75	12-25 25-50	Moderada	No hay ligera moderada severa	50-75	Exceso Mod. excesivo Bien drenado Moderado Pobre Muy pobre	Frecuentes	Ext. largo	Cualquiera	Armasa limosa fina limosa gruesa limosa gruesa fina muy fina con arcillas	> 60	50-80	0.1-2 2-10 10-25 25-50 50-80	Cualquiera	> 75	No Si No Si Si No Si No	No Si	Cualquiera	> 90	1,2,3,4,5,6,7,8	Cálido Templado Frio Muy Frio Ext. Frio	Pluvial a semiárido	> 4
8	> 75	> 50	Moderada	Muy severa > 75% del área	> 75	Cualquiera	Muy frecuentes	Ext. largo	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera (fragmental)	> 80	0.1-2 2-10 10-20 25-50 50-80 > 80	Cualquiera	> 75	No Si No Si Si No Si No	No Si	Cualquiera	Cualquiera	1,2,3,4,5,6,7,8	Cálido Templado Frio Muy Frio Sub-árido	Pluvial a árido	Cualquiera

Fuente: IGAC, 2013.

### 3.10.5.2 Proceso Metodológico para la Obtención de las Unidades de Capacidad de Uso de las Tierras

La metodología para clasificar las tierras por su capacidad de uso es desarrollada por la USDA, utilizada y modificada por el IGAC, con el fin de determinar, la cual tiene como base las limitantes de los suelos, unas características de uso y manejo de las tierras en función de cinco elementos básicos: clima, suelo, relieve, erosión y humedad. Estos criterios permiten establecer usos y limitaciones, por lo cual se adoptan como parámetros de ordenamiento.

La estructura del sistema de clasificación comprende tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo o unidades de capacidad, las cuales se utilizan categorizadamente de acuerdo con el nivel de detalle.

La agrupación de las unidades cartográficas de suelos (Consociaciones de familias) en grupos de capacidad de uso, se hizo mediante la interpretación de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y el análisis de las características externas. Esta información se obtuvo del mapa y del levantamiento detallado de suelos. Como el contenido edafológico de las consociaciones tiende a la homogeneidad, se adoptó para la clasificación el suelo dominante.

Una vez identificadas e interpretadas las características de los componentes edáficos dominantes de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos, de relieve, inclinación de las pendientes y clima se procedió a agruparlas en clases, subclases y grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y los parámetros contenidos en la metodología del IGAC para clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

Para la agrupación de los suelos de la zona la Cuenca Canal del Dique por su capacidad de uso, se siguió la siguiente secuencia:

- Selección de los perfiles modales en cada una de las unidades cartográficas de suelos.
- Elaboración de una tabla con todas las características de evaluación: erosión, grado de pendiente, textura, profundidad efectiva, pedregosidad superficial y dentro del suelo, rocosidad, inundabilidad, fertilidad, saturación de aluminio, acidez y alcalinidad, drenaje y clima de cada uno de los diferentes perfiles modales que componen las unidades cartográficas.
- Comparación y calificación de las características seleccionadas en cada perfil modal con las tablas de clasificación y determinación de las clases de capacidad de uso de acuerdo con el grado de las limitaciones generales dominantes.
- Establecer las subclases según el grado, o los grados de afectación y el número de limitaciones.
- Elaboración de una tabla de semejanza de las unidades de suelos con las subclases.



- Elaboración de la leyenda de clasificación de las tierras por capacidad de uso de la cuenca, que contiene información relacionada con los símbolos de las clases, subclase y los grupos de manejo, los símbolos de las unidades cartográficas de suelos, características de las tierras, factores limitantes, usos recomendados y prácticas de manejo.
- Descripción de cada una de las unidades de tierras por capacidad de uso.
- Las unidades de capacidad de uso de las tierras se representan por símbolos formados por números arábigos y letras minúsculas. El primer número indica la clase por capacidad, las letras minúsculas representan la subclase y el número arábigo que continúa, separado por un guion, está relacionado con el grupo de manejo.
- Los grupos de manejo no tienen significado y se representan por un número arábigo a continuación de la subclase separado por un guion.

### 3.10.5.2.1 Elaboración de Leyenda de Capacidad de Uso de las Tierras

La leyenda reúne la información relacionada con los símbolos de las clases, subclases, los grupos climáticos, los símbolos de las unidades cartográficas de los suelos que forman los grupos de manejo, características de las tierras, principales limitantes, usos potenciales (ver **Tabla 3.458**).

Para la nomenclatura de las clases se le designan números arábigos de 1 a 8; en estas calificaciones, los riesgos de daños al suelo o sus limitaciones en el uso se hacen progresivamente mayores a medida que se sube en la clase; es decir los suelos de la clase 1 no tiene limitantes mientras que los de la clase 8 presentan limitantes severas.

La subclase es una categoría, que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para las unidades cartográficas de suelos. Es decir, la subclase agrupa tierras que poseen los mismos factores o limitantes. Estas se clasifican en cinco rangos y se designan con letras minúsculas que se agregan al número de la clase; estas son:

p: pendiente

e: erosión actual

h: exceso de humedad en el suelo por tabla de agua o encharcamientos e inundaciones

s: limitaciones físicas o químicas del suelo

c: clima adverso

Los grupos de manejo se identifica con un número arábigo, comenzando con el número 1 colocado a continuación de la subclase y separado por un guion (-); estos se determinan para dar un uso y manejo específico a los suelos.

### 3.10.5.3 Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso de las Tierras hasta Nivel Subclase

#### 3.10.5.3.1 Grupo de Manejo 3ps-1

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LeW02c, LeW02c1, PaW01c, con una extensión de 1475,49 ha (0,33 % del área de estudio), localizadas en los municipios de Luruaco y Piojó en el departamento del Atlántico, municipios de Turbaco, Villanueva, Arjona, San Estanislao en el departamento de Bolívar se encuentran en el ápice del abanico en el paisaje de Piedemonte y cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados y depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.136**.

#### **Fotografía 3.136. Grupo de manejo 3ps-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente moderadamente inclinada (7-12%), profundidad superficial, drenaje natural imperfecto). Estos suelos requieren prácticas mecanizadas mínimas con aperos poco profundos, fertilización fraccionada según requerimiento del cultivo, aplicación de materia orgánica y rotación de cultivos. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos Permanentes Intensivos (CPI).

#### 3.10.5.3.2 Grupo de Manejo 3ps-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LeW06c, LeW05c, LeW05c1, con una extensión de 6001,09 has (1,36% del área de estudio), localizadas en los municipios Luruaco, en el departamento del Atlántico, municipios de Turbana, Turbaco, Calamar, Soplavientos, Mahates, Arjona, y Arroyohondo en el departamento de Bolívar, se encuentran en cimas y laderas de las lomas y colinas, del paisaje de lomerío con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental Rocas sedimentarias químicas carbonatadas y Depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico. Ver **Fotografía 3.137**.

**Fotografía 3.137. Grupo de manejo 3ps-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente moderadamente inclinada (7-12%), texturas finas, profundidad efectiva moderada. Estos suelos requieren prácticas como implementar sistemas de riego, mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia orgánica, siembras en curvas de nivel, labranza mínima, variedades seleccionadas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

**3.10.5.3.3 Grupo de Manejo 3ps-3**

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades PeW01c, LeW04c, LeW04c1, con una extensión de 3882,38ha (0,88% del área de estudio), localizadas en los municipios de San Estanislao, Arjona, Calamar, Arroyohondo y Cartagena en el departamento de Bolívar, se encuentran en cimas y laderas de las lomas y colinas en el paisaje de piedemonte, cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio - volcánico y rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales. Ver **Fotografía 3.138**.

**Fotografía 3.138. Grupo de manejo 3ps-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente moderadamente inclinada (7-12%), texturas finas. Estos suelos requieren prácticas como encalamiento y fertilización fraccionada, adición de materia orgánica o abonos verdes, rotación de cultivos, siembras en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

#### 3.10.5.3.4 Grupo de Manejo 3hs-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades PaW03a, PaW03b, con una extensión de 3407,75 ha (0,77 % del área de estudio), localizadas en los municipios de Sabanalarga, Manatí y Luruaco en el departamento de Atlántico y los municipios San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona en el departamento de Bolívar, se encuentran en la base del abanico en el paisaje de Piedemonte, con pendientes que varían del 0 al 7%. Formados a partir de material parental depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.139**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son drenaje imperfecto, texturas finas. Estos suelos requieren prácticas como fertilización técnica, realización y mantenimiento de drenajes, aplicación de materia orgánica. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

#### **Fotografía 3.139. Grupo de manejo 3hs-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.5.3.5 Grupo de Manejo 3s-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LaW02a, LaW02b, LaW01b, RaW05a, RaW05b, con una extensión de 6369,27 ha (1,44% del área de estudio), localizadas en los municipios de Sabana Larga, Manatí y Usiacurí, en el departamento de Atlántico y los municipios Soplaviento, San Estanislao, María la Baja, Mahates, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, se encuentran en el ápice y cuerpo del abanico, en el paisaje de lomerío, plano de terraza de la terraza aluvial nivel 1, del paisaje de planicie,



con pendientes que varían del 0 al 7%. Formados a partir de material parental depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver

**Fotografía 3.140. Grupo de manejo 3s-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las texturas finas. Estos suelos requieren prácticas como implementar sistemas de riego, mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia orgánica, labranza mínima, variedades seleccionadas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

3.10.5.3.6 Grupo de Manejo 3s-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades PaW01b, con una extensión de 6291,88ha (1,42 % del área de estudio), localizadas en los municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Manatí Piojó y Luruaco, en el departamento de Atlántico y los municipios Turbaco, Turbana, San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en ápice del abanico en el paisaje de piedemonte, con pendientes que varían del 3 al 7%. Formados a partir de material parental depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.141**.

**Fotografía 3.141. Grupo de manejo 3s-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la fertilidad baja. Estos suelos requieren prácticas como aplicación técnica de fertilizantes, riego supletorio, implementación de enmiendas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

**3.10.5.3.7 Grupo de Manejo 4p-1**

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LeW02d1, con una extensión de 482,47 ha (0,10% del área de estudio), localizadas en los municipios de Luruaco, Piojó y Sabanalarga, en el departamento de Atlántico y los municipios Turbaco, Villanueva, San Estanislao, Arjona y Cartagena en el departamento de Bolívar, se encuentran cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental de rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales. Ver **Fotografía 3.142**.

**Fotografía 3.142. Grupo de manejo 4p-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como siembras en curvas de nivel, proteger los drenajes naturales, labranza mínima, acequias de ladera, riego supletorio por goteo. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

#### 3.10.5.3.8 Grupo de Manejo 4pe-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LeW01d2, LsW01d2, con una extensión de 9541,01ha (2,1% del área de estudio), localizadas en los municipios Usiacurí, Luruaco, Sabanalarga, Manatí y Baranoa, en el departamento de Atlántico y los municipios Turbaco, Turbana, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, María la baja, Mahates, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran ladera estructural y ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados (**Fotografía 3.143**).

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas como en las zonas que presentan erosión moderada establecer barreras vegetativas, cultivos cobertores, siembras en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

#### **Fotografía 3.143. Grupo de manejo 4pe-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.10.5.3.9 Grupo de Manejo 4ps-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LsW07d, LeW05d, LxW01d, LeW05d1, LxW01d1, con una extensión de 1667,97ha (0,37% del área de estudio), localizadas en los municipios Piojó, Sabanalarga, Manatí y Luruaco, en el departamento de Atlántico y los

municipios Turbaco, Turbana, Soplavientos, Mahates, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar y Arroyohondo en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas y colinas, del paisaje de lomerío, plano inclinado del glacis de acumulación, en el paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental rocas sedimentarias químicas carbonatadas y depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.144**.

**Fotografía 3.144. Grupo de manejo 4ps-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente fuertemente inclinada (12-25%), alta saturación de aluminio. Estos suelos requieren prácticas como aplicar enmiendas como cal agrícola, siembras en contorno, barreras vivas a nivel, adición de materia orgánica, incorporación de residuos vegetales. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvopastoriles (ASP).

3.10.5.3.10 Grupo de Manejo 4ps-2

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LeW01d, LsW01d, LeW01d1, LsW01d1, con una extensión de 5742,98 ha (1,3 % del área de estudio), localizadas en los municipios Usiacurí, Luruaco, Sabanalarga, Manatí y Baranoa, en el departamento de Atlántico y los municipios Turbaco, Turbana, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, María la baja, Mahates, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran ladera estructural y ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental rocas sedimentarias químicas carbonatadas y depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.145**.



**Fotografía 3.145. Grupo de manejo 4ps-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente fuertemente inclinada (12-25%), texturas muy finas. Estos suelos requieren prácticas como aplicar enmiendas como cal agrícola, incorporación de residuos vegetales. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvopastoriles (ASP).

3.10.5.3.11 Grupo de Manejo 4pes-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LsW03d2, LsW04d2, LsW05d2, LeW02d2, LsW02d2, LsW07d2, LeW05d2, LxW01d2, con una extensión de 6629,77 ha (1,5 % del área de estudio), localizadas en los municipios Repelón, Piojo, Manatí, Sabanalarga y Luruaco, en el departamento de Atlántico y los municipios Mahates, Turbaco, Turbana, Calamar, Arroyohondo Villanueva, San Estanislao, Soplavientos, El Carmen de Bolívar, Arjona y Cartagena en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran ladera estructural y ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, y en el plano inclinado del glacis de acumulación del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados, rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales, rocas sedimentarias químicas carbonatadas, depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.146.**

**Fotografía 3.146. Grupo de manejo 4pes-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión moderada, fertilidad muy baja. Estos suelos requieren prácticas como aplicar enmiendas como cal agrícola, establecer siembras en contorno, barreras vivas, evitar que el suelo se encuentre descubierto, incorporación de residuos vegetales, proteger los drenajes naturales. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvopastoriles (ASP).

**3.10.5.3.12 Grupo de Manejo 4e-1**

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LaW01b2, LaW02b2, PaW01b2, LxW01b2, con una extensión de 2203,94 ha (0,50% del área de estudio), localizadas en los municipios Sabana Larga, Usiacurí, Manatí Piojó y Luruaco en el departamento de Atlántico y los Turbaco, Turbana, San Estanislao, María la Baja, Mahates, El Carmen de Bolívar, Calamar, Soplavientos, Arroyohondo, y Arjona en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en el ápice y cuerpo del abanico del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, y en el ápice del abanico del paisaje de piedemonte con pendientes que varían del 3 al 7%. Formados a partir de material parental de depósitos heterométricos de origen aluvial, depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.147**.

**Fotografía 3.147. Grupo de manejo 4e-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son erosión moderada, pendiente moderadamente inclinada (7-12%). Estos suelos requieren prácticas como mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia orgánica, siembras en curvas de nivel, labranza mínima, variedades seleccionadas, establecer barreras vivas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvícola (AGS).

**3.10.5.3.13 Grupo de Manejo 4e-2**

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LeW02c2, con una extensión de 5113,29 ha (1,15 % del área de estudio), localizadas en los municipios Luruaco, Piojó y Sabanalarga en el departamento de Atlántico y los municipios Turbaco, Villanueva, San Estanislao, Arjona y Cartagena en el departamento de Bolívar, se encuentran, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental de Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas. Ver **Fotografía 3.148.**

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son erosión moderada, pendiente moderadamente inclinada (7-12%). Estos suelos requieren prácticas como labranza mínima, variedades seleccionadas, establecer barreras vivas, aislar áreas erosionadas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvícola (AGS).

**Fotografía 3.148. Grupo de manejo 4e-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.14 Grupo de Manejo 4es-1

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LeW05c2, LxW01c2, LeW01c2, con una extensión de 13620,20 ha (3,0% del área de estudio), localizadas en los municipios, Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Manatí y Baranoa en el departamento de Atlántico y los municipios Turbana, Turbaco, El Carmen de Bolívar, Cartagena, Calamar, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, Arjona y Arroyohondo en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en las cimas y laderas de las lomas y colinas del paisaje de lomerío y el plano inclinado del glacis de acumulación del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental de rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados, rocas sedimentarias químicas carbonatadas, depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.149**.

**Fotografía 3.149. Grupo de manejo 4es-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique



Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son erosión moderada, profundidad superficial, texturas muy finas. Estos suelos requieren prácticas como proteger la vegetación existente, evitar las talas y las quemas, construir obras de manejo de aguas de escorrentía, establecer barreras vivas o muertas, establecer especies adaptadas a las condiciones ecológicas, sembrar en curvas de nivel, aislar las áreas erosionadas con pendientes (>7%). Esta unidad de manejo tiene aptitud para los sistemas agrosilvopastoriles (ASP).

#### 3.10.5.3.15 Grupo de Manejo 4hs-1

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades RaW01a, RaW01b, con una extensión de 1097,59 ha (0,24 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Suan, Santa Lucía, Repelón y Manatí en el departamento de Atlántico y los municipios San Estanislao, Soplaviento, San Cristóbal, Calamar, Mahates y Arjona en el departamento de Bolívar, se encuentran en el albardón, del plano de inundación del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 0 al 7%. Formados a partir de material parental de depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.150**.

#### **Fotografía 3.150. Grupo de manejo 4hs-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son drenaje natural moderado, encharcamientos frecuentemente cortos, texturas moderadamente gruesas. Estos suelos requieren prácticas como establecer sistemas de drenaje, rotación de cultivos, aplicación de enmiendas (cal). Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

#### 3.10.5.3.16 Grupo de Manejo 4hs-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades RaW06az, con una extensión de 437,51 ha (0,09 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Sabanalarga en el departamento de Atlántico y los municipios María la Baja, Mahates, Calamar y Arjona en el

departamento de Bolívar, se encuentran en el albardón, del plano de inundación del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 0 al 3%. Formados a partir de material parental de depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.151**.

**Fotografía 3.151. Grupo de manejo 4hs-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son drenaje natural imperfecto, texturas muy finas. Estos suelos requieren prácticas como control de encharcamientos con obras de pequeña ingeniería, establecer drenajes superficiales, aplicación de cales, fertilización técnica. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

3.10.5.3.17 Grupo de Manejo 4hs-3

Pertencen a este grupo de manejo las unidades PaW04az, con una extensión de 1192,76 ha (0,27 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Sabanalarga y Luruaco en el departamento de Atlántico y los municipios Turbana, María la Baja, Mahates y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en la depresión del abanico en el paisaje de piedemonte, con pendientes que varían del 0 al 3%. Formados a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.152**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son drenaje natural pobre, texturas finas, encharcamientos frecuentes cortos. Estos suelos requieren prácticas como control de encharcamientos con obras de pequeña ingeniería, establecer drenajes superficiales, fertilización técnica, aplicación de materia orgánica. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

**Fotografía 3.152. Grupo de manejo 4hs-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.18 Grupo de Manejo 4s-1

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LaW03a, LaW03b, con una extensión de 274,01 ha (0,06% del área de estudio), localizadas en los municipios, Sabanalarga en el departamento de Atlántico, se encuentran en la base del glacis de acumulación en el paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 0 al 7%. Formados a partir de depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.153**.

**Fotografía 3.153. Grupo de manejo 4s-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son texturas moderadamente gruesas. Estos suelos requieren prácticas como aplicación de materia orgánica, establecimiento de cultivos que se adapten a las condiciones de suelo, riego por goteo. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).

### 3.10.5.3.19 Grupo de Manejo 4s-2

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LxW01b, LxW01b1, con una extensión de 2183,01 ha (0,49 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Piojó, Sabanalarga, Manatí y Luruaco en el departamento de Atlántico, los municipios de Turbaco, Turbana, Soplavientos, Mahates, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en el plano inclinado del glacis de acumulación, en el paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 3 al 7%. Formados a partir de depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial. Ver **Fotografía 3.154**.

#### **Fotografía 3.154. Grupo de manejo 4s-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son suelos superficiales, texturas moderadamente gruesas, erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como baja capacidad de carga por hectárea, rotación de potreros. Esta unidad de manejo tiene aptitud para pastoreo extensivo (PEX).

### 3.10.5.3.20 Grupo de Manejo 4s-3

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LxW01c, LxW01c1, con una extensión de 241,76 ha (0,05 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Piojó, Sabanalarga, Manatí y Luruaco en el departamento de Atlántico, los municipios de Turbaco, Turbana, Soplavientos, Mahates, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en el plano inclinado del glacis de acumulación, en el paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial. Ver **Fotografía 3.155**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son suelos moderadamente profundos, erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como aplicación técnica de fertilizantes, riego supletorio. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).



**Fotografía 3.155. Grupo de manejo 4s-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.21 Grupo de Manejo 4s-4

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LeW01c, LeW01c1, con una extensión de 12100,3ha (2,7 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Usiacurí, Sabanalarga, Manatí y Baranoa en el departamento de Atlántico, los municipios de Turbaco, Turbana, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.156**.

**Fotografía 3.156. Grupo de manejo 4s-4.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son profundidad efectiva superficial, texturas muy finas, erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como siembras en curvas de nivel, labranza mínima, variedades

seleccionadas, establecer barreras vivas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Sistemas agrosilvícola (AGS).

### 3.10.5.3.22 Grupo de Manejo 6p-1

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LsW01e, LeW01e, LsW01e1, LeW01e1, LeW05e1, con una extensión de 2066,7 ha (0,46 % del área de estudio), localizadas en los municipios, Usiacurí, Sabanalarga, Luruaco, Manatí y Baranoa en el departamento de Atlántico, los municipios de Turbaco, Turbana, Soplavientos, María la baja, Mahates, San Jacinto, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Cartagena, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en cimas y laderas de las lomas y colinas, del paisaje de lomerío, y la ladera estructural y ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío con pendientes que varían del 25 al 50%. Formados a partir rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados, rocas sedimentarias químicas carbonatadas. Ver **Fotografía 3.157**.

#### **Fotografía 3.157. Grupo de manejo 6p-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como realizar siembras de árboles frutícolas y maderables en curvas de nivel o a tres bolillos o con terrazas tipo escalonado. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Cultivos permanentes intensivos (CPI).

### 3.10.5.3.23 Grupo de Manejo 6p-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LsW01e2, LsW03e2, LsW04e2, LsW05e2, LeW01e2, LeW02e2, LeW05e2, LsW02e2, con una extensión de 5350,6ha (1,21% del área de estudio), localizadas en los municipios, Repelón, Piojó, Luruaco y Usiacurí, Sabanalarga, Manatí y Baranoa en el departamento de Atlántico, los municipios de Villanueva, Turbaco, Turbana, Soplavientos, San Jacinto, San Estanislao, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar, Cartagena, Arjona y Arroyohondo en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en la ladera

estructural y ladera erosional de los crestones, del paisaje de lomerío, ladera estructural y ladera erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, las cimas y laderas de las lomas y colinas del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 25 al 50%. Formados a partir rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados, rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales. Ver **Fotografía 3.158**.

### Fotografía 3.158. Grupo de manejo 6p-2.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas como reforestar con especies adaptadas a las condiciones ecológicas, establecer cercas vivas y hacer las siembras en contorno para evitar la erosión. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Sistema forestal protector (FPR).

#### 3.10.5.3.24 Grupo de Manejo 6ps-1

Pertencen a este grupo de manejo las LsW06e, LeW03e1, con una extensión de 22,9 ha (0,05 % del área de estudio), localizadas en los municipios de Turbaco, Turbaná, Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en las cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío y la ladera estructural de los crestones, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 25 al 50%. Formados a partir rocas sedimentarias químicas carbonatas y rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.159**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), profundidad efectiva superficial, erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como hacer rotación de cultivos y potreros, establecer cercas vivas y hacer siembras en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Sistemas agrosilvopastoriles (ASP).

**Fotografía 3.159. Grupo de manejo 6ps-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.25 Grupo de Manejo 6ps-2

Pertenecen a este grupo de manejo LeW03e2, con una extensión de 58,3ha (0,013 % del área de estudio), localizadas en los municipios Turbaco, Turbana, Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, se encuentran en cimas y laderas de las colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 25 al 50%. Formados a partir rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.160**.

**Fotografía 3.160. Grupo de manejo 6ps-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), profundidad efectiva superficial, erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas como establecimiento de plantaciones forestales comerciales, prohibir la tala y quema de árboles. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Sistema forestal productor (FPD).



### 3.10.5.3.26 Grupo de Manejo 6pc-1

Pertencen a este grupo de manejo MsX02e, LsX01e, LsX03e, LeX03e, MsX01e1, LsX01e1, LeX01e1, LeX03e1, con una extensión de 1369,01 ha (0,31 % del área de estudio), localizadas en los municipios de Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Candelaria y Manatí y Baranoa en el departamento de Atlántico, y los municipios de Villanueva, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, el Carmen de Bolívar, Santa Catalina, María la Baja, Turbana, Cartagena, Arjona y San Jacinto en el departamento de Bolívar, y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre, laderas estructurales y erosionales de los espinazos, del paisaje de montaña, ladera estructural de los crestones, del paisaje de montaña, laderas estructural y erosional de los espinazos, del paisaje de lomerío, cimas y laderas de las lomas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 25 al 50%. Formados a partir rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados, rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales, rocas sedimentarias químicas carbonatadas. Ver **Fotografía 3.161**.

#### **Fotografía 3.161. Grupo de manejo 6pc-1.**



**Fuente:** Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año, erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas como establecer sistemas de riego por goteo, siembra de especies frutícolas y maderables en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para Cultivos permanentes intensivos (CPI).

### 3.10.5.3.27 Grupo de Manejo 6pc-2

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LsX06e2, MsX01e2, MsX02e2, MsX03e2, LsX01e2, LsX02e2, LsX03e2, LsX04e2, LsX05e2, LsX07e2, LeX01e2, LeX02e2, LeX03e2, LeX05e2, con una extensión de 19014,42 ha ( 4,31% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Piojó, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Villanueva, El Carmen de Bolívar, San Estanislao, Turbana, San Jacinto, María la Baja, Mahates, Cartagena, San Juan de Nepomuceno y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, erosional, cimas y laderas, del tipo de relieve de espinazos, crestones, lomas, del paisaje de montaña y lomerío, con pendientes que varían del 25 al 50%.

Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerado, Rocas sedimentarias tipo arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales y rocas sedimentarias químicas carbonatadas. Ver **Fotografía 3.162**.

**Fotografía 3.162. Grupo de manejo 6pc-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las pendientes ligeramente escarpadas (25 – 50%), deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año y la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con hacer siembras en contorno con especies resistentes a las sequias y con alta retención de humedad, hacer rotación de cultivos y de potreros. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Agro-Silvo-Pastoril (ASP).

3.10.5.3.28 Grupo de Manejo 6hs-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades RaX06ai, RaX07ai, RfX07ai, RaX06bi, RaX07bi, RfX07bi, RfX05ai, RaX04ai, RaX04bi, RaW04ai, con una extensión de 30006,90 ha ( 6,8% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Campo la Cruz, Candelaria, Sabanalarga, Suan, Santa Lucia, Piojó, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Arroyohondo, San Estanislao, Turbana, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Sopla viento, Cartagena, Calamar y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de las napas, islotes, explayamiento de ruptura, brazos deltaicos, cauces y meandros abandonados, de los tipos de relieve del plano de inundación y el plano fluvio-deltaico, del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como depósitos heterométricos de origen aluvial y fluvio-marino. Ver **Fotografía 3.163**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las inundaciones frecuentes, drenaje muy pobre, profundidad efectiva muy superficial. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Establecimiento de canales de drenaje, controlar las inundaciones con obras civiles, fertilización técnica, construcción de canales de escorrentía. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS).

**Fotografía 3.163. Grupo de manejo 6hs-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.29 Grupo de Manejo 6hs-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades RaX06ais, RmX01ais, RaX06bis, RfX01ais, RfX02ais, RfX04aizs, RfX06ais, RaW04ais, RaW03aizs, RaX02aizs, RaX03aizs, RaX05ais, RfX02bis, RfX06bis, con una extensión de 19894,03 ha (4,51% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Campo la Cruz, Candelaria, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Turbana, María la Baja, Cartagena, Soplaviento, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de las cubetas de desborde, decantación, marismas, barras de playa, cordones litorales, cauces y meandros abandonados, del tipo de relieve del plano de inundación y plano fluvio-deltaico, del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como depósitos heterométricos de origen aluvial, depósitos de manglar (arenas finas, limos, lodos y materia orgánica) y depósitos de sedimentos gruesos. Ver **Fotografía 3.164.**

**Fotografía 3.164. Grupo de manejo 6hs-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el drenaje muy pobre, inundaciones frecuentes cortas, profundidad efectiva muy superficial, suelos salinos. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Implementar cultivos agrícolas y forestales adaptados a la zona,

implementar riego para el manejo de las sales, establecimiento de canales de drenaje, siembra de especies maderables, controlar las inundaciones con obras civiles. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistemas Agro-Silvícolas (AGS).

### 3.10.5.3.30 Grupo de Manejo 6hs-3

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades RaX03aiz, RaW02aiz, RaW03aiz, RaX02aiz, con una extensión de 30672,90 ha (6,96% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Campo de la Cruz, Sabanalarga, Candelaria, Santa Lucía, Repelón, Manatí y Suan) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, Turbana, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Arroyohondo, Calamar, Soplaviento y Arjona), se encuentran en las formas de terreno de las cubetas de desborde y decantación, en el tipo de relieve del plano de inundación, del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 1 al 3%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.165**.

### **Fotografía 3.165. Grupo de manejo 6hs-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las inundaciones y encharcamientos frecuentes largos, drenaje muy pobre, profundidad efectiva muy superficial. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Implementar cultivos agrícolas adaptados a la zona, establecimiento de canales de drenaje, controlar las inundaciones con obras civiles, fertilización técnica. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS).

### 3.10.5.3.31 Grupo de Manejo 6hs-4

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades PaX04az, RaX09az, con una extensión de 2399,82 ha (0,54% del área de estudio), localizadas en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Repelón y Luruaco) y Bolívar (Municipios de Turbana, San Estanislao, María la Baja, Mahates, Villanueva, Cartagena y Arjona), se encuentran en las formas de terreno de la depresión, del tipo de relieve del abanico y la terraza aluvial nivel 1, de los paisaje de piedemonte y planicie, con pendientes que varían del 1 al 3%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.166**.



**Fotografía 3.166. Grupo de manejo 6hs-4.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son encharcamientos frecuentes, drenaje pobre, texturas finas. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con implementar canales de drenaje, establecer cultivos adaptados a las condiciones de drenaje pobre. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Intensivos (CPI).

3.10.5.3.32 Grupo de Manejo 6s-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades PaW02a, PaW02b, con una extensión de 5908,55 ha (1,34% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios Sabanalarga, Luruaco, Manatí y Piojó) y Bolívar (Municipios de Turbana, Turbaco, San Estanislao, María la Baja, Mahates y Arjona), se encuentran en las formas de terreno del cuerpo, del tipo de relieve del abanico, del paisaje de piedemonte, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.167**.

**Fotografía 3.167. Grupo de manejo 6s-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la profundidad efectiva superficial, pendiente plana y ligeramente inclinada (0-3, 3-7%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con evitar la utilización de maquinaria pesada, el laboreo intensivo y el monocultivo. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS).

### 3.10.5.3.33 Grupo de Manejo 6s-2

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LeW03c, LeW03c1, con una extensión de 21896,82 ha (4,97% del área de estudio), localizada en los departamentos de Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbana, Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la cimas y laderas, del tipo de relieve de colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.168**.

### Fotografía 3.168. Grupo de manejo 6s-2.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la profundidad efectiva superficial y la erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con establecer cultivos de poca profundidad radicular, hacer rotación de cultivos, mantener los potreros con poca capacidad de carga. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Agro-Silvo-Pastoril (AGP).

### 3.10.5.3.34 Grupo de Manejo 6s-3

Pertencen a este grupo de manejo la unidad LeW03c2, con una extensión de 6668,36 ha (1,51% del área de estudio), localizada en el departamento de Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbana, San Estanislao, San Cristóbal, María la baja, Mahates, El Carmen de Bolívar, Arroyohondo y Arjona), se encuentran en las formas de terreno de la cimas y laderas, del tipo de relieve de colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental como las rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.169**.

**Fotografía 3.169. Grupo de manejo 6s-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la profundidad efectiva superficial y la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con suspender o eliminar toda actividad agropecuaria, reforestar con especies nativas y hacer siembras en contorno Implementar prácticas para el control de la erosión. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Protector (FPR).

3.10.5.3.35 Grupo de Manejo 6s-4

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LsW06d, LeW03d, LeW03d1, con una extensión de 1345,45 ha (0,31% del área de estudio), localizada en los departamentos de Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbana, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, las cimas y laderas, del tipo de relieve de los crestones y colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerados y rocas sedimentarias químicas carbonatadas. Ver **Fotografía 3.170**.

**Fotografía 3.170. Grupo de manejo 6s-4.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la profundidad efectiva superficial y la pendiente fuertemente inclinada (12-25%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con evitar talas y quemas, construir obras de manejo de agua de escorrentía, establecer barreras vivas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Productor (FPD).

### 3.10.5.3.36 Grupo de Manejo 6s-5

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LsW06d2, LeW03d2, con una extensión de 145,45 ha (0,31% del área de estudio), localizada en el departamento de Bolívar (Municipios de Turbaco, Turbana, Mahates, El Carmen de Bolívar y Arroyohondo), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, las cimas y laderas, del tipo de relieve de los crestones y colinas, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerados y rocas sedimentarias químicas carbonatadas. Ver **Fotografía 3.171**.

#### **Fotografía 3.171. Grupo de manejo 6s-5.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la profundidad efectiva superficial, la erosión moderada y las pendientes fuertemente inclinadas (12-25%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con recuperar las especies nativas no muy frondosas, hacer siembras en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Protector (FPR).

### 3.10.5.3.37 Grupo de Manejo 6c-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LaX02a, LaX03a, LaX02b, LaX03b, LxX01b, con una extensión de 1701,03 ha (0,39% del área de estudio), localizada en los municipios de Repelón, Sabanalarga, Usiacurí, se encuentran en las formas de terreno del cuerpo, base y plano inclinado, del tipo de relieve del abanico y glacis de acumulación, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial y coluvio-aluvial. Ver **Fotografía 3.172**.



**Fotografía 3.172. Grupo de manejo 6c-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con implementación de riego, establecimiento de cultivos agrícolas y pastos adaptados a las condiciones climáticas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistemas Agro-Silvo-Pastoril (ASP).

3.10.5.3.38 Grupo de Manejo 6c-2

Pertenecen a este grupo de manejo las unidades LaX02a2, LaX02b2, LxX01b2, con una extensión de 82,49 ha (0,02% del área de estudio), localizada en los municipios de Usiacurí, Sabana Larga y Repelón del departamento del Atlántico, se encuentran en las formas de terreno del ápice, cuerpo y plano inclinado, del tipo de relieve del abanico y glacis de acumulación, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial y coluvio-aluvial.

**Fotografía 3.173. Grupo de manejo 6c-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) y la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo

relacionadas con siembras en contorno, barreras vivas en curvas de nivel, adición de materia orgánica, establecimiento de especies forestales adaptadas a la zona. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Protector (FPR).

### 3.10.5.3.39 Grupo de Manejo 6c-3

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LxX01d1, LxX01d2, con una extensión de 958,28 ha (0,22% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Repelón, Sabanalarga y Manatí), Bolívar (Municipios de San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, María la Baja y Villanueva) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno del plano inclinado, del tipo de relieve del glacis de acumulación, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen coluvio – aluvial. Ver **Fotografía 3.174**.

### **Fotografía 3.174. Grupo de manejo 6c-3.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año), las pendientes fuertemente inclinadas (12–25%) y la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con establecimiento de especies forestales adaptadas a las condiciones climáticas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Protector (FPR).

### 3.10.5.3.40 Grupo de Manejo 6c-4

Pertencen a este grupo de manejo las unidades PaX02a, PaX03a, RaX01a, RfX03a, RaX08a1, PaX02a1, RaX08a, con una extensión de 18882,12 ha (4,28% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí) y Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbana, Soplaviento, María la Baja, Mahates, Cartagena y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno del ápice, cuerpo, albardón y el plano de terraza, de los tipos de relieve del abanico, plano de inundación, terraza aluvial nivel 1 y plano fluvio deltaico, de los paisaje de piedemonte y planicie, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como depósitos heterométricos de origen aluvial y fluvio marino. Ver **Fotografía 3.175**.

**Fotografía 3.175. Grupo de manejo 6c-4.**



**Fuente:** Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) y la erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Implementación de sistemas de riego supletorio, establecimiento de cultivos agrícolas y pastos adaptados a las condiciones climáticas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistemas Agro- Silvo-Pastoril (AGS).

**3.10.5.3.41 Grupo de Manejo 6c-5**

Pertencen a este grupo de manejo las unidades PaX02a2, PaX03a2, RaX08a2, con una extensión de 476,52 ha (0,11% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga, Repelón y Manatí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao y María la Baja), se encuentran en las formas de terreno del cuerpo, base y el plano de terraza, del tipo de relieve del abanico y la terraza aluvial nivel 1, del paisaje de piedemonte y planicie, con pendientes que varían del 1 al 3%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver

**Fotografía 3.176. Grupo de manejo 6c-5.**



**Fuente:** Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2



semestres del año) y la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Siembras en contorno barreras vivas a nivel, adición de materia orgánica, establecimiento de especies forestales adaptadas a la zona. Esta unidad de manejo tiene aptitud para el Sistema Forestal Protector (FPR).

#### 3.10.5.3.42 Grupo de Manejo 6c-6

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LaX01b, PxX01b, PaX01b, PaX02b, PaX03b, RaX01b, RaX08b, RfX03b, PxX01b1, PaX01b1, PaX02b1, PaX03b1, RaX08b1, LeX01c, LeX02c, LeX03c, LeX04c, LeX05c, LeX06c, PeX01c, PeX01c1, PaX01c, LeX01c1, LeX02c1, LeX03c1, LeX04c1, LeX05c1, LeX06c1, LxX01c, LxX01c1, LxX01b1, con una extensión de 38844,90 ha (8,81% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Baranoa, Candelaria, Luruaco, Piojó, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbana, Soplaviento, San Cristóbal, María la Baja, Mahates, Cartagena y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno del ápice, plano inclinado, plano de terraza, albardón, cimas y laderas, del tipo de relieve de abanico, glacis de acumulación, plano de inundación, plano fluvio deltaico, terraza aluvial nivel 1, lomas y colinas, del paisaje de lomerío y piedemonte, con pendientes que varían del 3 al 12%. Formados a partir de material parental como depósitos heterométricos de origen aluvial, coluvio-aluvial y fluvio marino. Ver **Fotografía 3.177**.

#### **Fotografía 3.177. Grupo de manejo 6c-6.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) y la erosión ligera. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con la implementación de especies agrícolas adaptadas a la zona, implementación de riego por goteo, siembra de especies frutícolas y maderables en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Semi-Intensivos (CPS).



### 3.10.5.3.43 Grupo de Manejo 6c-7

Pertencen a este grupo de manejo la unidad LaX01b2, PxX01b2, PaX01b2, PaX02b2, RaX08b2, con una extensión de 1359,76 ha (0,31% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga, Usiacurí, Repelón y Manatí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao Cartagena, Mahates, Arjona, Villanueva y María la Baja), se encuentran en las formas de terreno del ápice, plano inclinado, plano de terraza y cuerpo, del tipo de relieve de abanico, glacis de acumulación, del paisaje de lomerío y piedemonte, con pendientes que varían del 3 al 7%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.178**.

#### **Fotografía 3.178. Grupo de manejo 6c-7.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año), la erosión moderada. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con siembras en contorno, adición de materia orgánica, establecimiento de especies forestales adaptadas a la zona. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

### 3.10.5.3.44 Grupo de Manejo 6c-8

Pertencen a este grupo de manejo la unidad LeX01c2, LeX02c2, LeX04c2, LeX05c2, LeX06c2, PeX01c2, PxX01c2, PaX01c2, LxX01c2, con una extensión de 20717,15 ha (4,70% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Baranoa, Candelaria, Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbana, San Jacinto, María la Baja, Mahates, Cartagena, San Juan de Nepomuceno y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno del plano inclinado, ápice, cimas y laderas, del tipo de relieve de las lomas, colinas, glacis de acumulación y abanico, del paisaje de lomerío y piedemonte, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerados, arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales, rocas sedimentarias químicas carbonatadas, depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial - torrencial y fluvio – volcánico. Ver **Fotografía 3.179**.

**Fotografía 3.179. Grupo de manejo 6c-8.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año), la erosión moderada y las pendientes moderadamente inclinadas (7-12%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Implementar sistemas de control de erosión como barreras vivas, protección de drenajes naturales, establecer zanjas de escorrentía. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

3.10.5.3.45 Grupo de Manejo 6c-9

Pertencen a este grupo de manejo la unidad LeX01d, LsX01d, LsX03d, LsX06d, LeX02d, LeX03d, LeX05d, LaX01d, MsX01d1, LsX01d1, LsX06d1, LsX07d1, LeX01d1, LeX02d1, LeX03d1, LeX05d1, LxX01d, con una extensión de 2815,84 ha (0,64% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, Turbana, María la Baja, Mahates, Cartagena, El Carmen de Bolívar San Juan de Nepomuceno y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, erosional, ápices, plano inclinado, en las cimas y laderas, del tipo de relieve de lomerío y montaña, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental como Rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerados, arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales, Rocas sedimentarias químicas carbonatadas, depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.180**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año), la erosión ligera y las pendientes fuertemente inclinadas (12-25%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con establecer sistema de riego por goteo, siembra de especies frutícolas o maderables en contorno. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Cultivos Permanentes Semi-Intensivos (CPS).

**Fotografía 3.180. Grupo de manejo 6c-9.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.46 Grupo de Manejo 6c-10

Pertenecen a este grupo de manejo la unidad MsX01d2, MsX03d2, LsX01d2, LsX02d2, LsX03d2, LsX04d2, LsX05d2, LsX06d2, LsX07d2, LeX01d2, LeX02d2, LeX03d2, LeX05d2, con una extensión de 31720,56 ha (7,19% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Candelaria, Luruaco, Usiacurí, Sabanalarga, Repelón y Manatí), Bolívar (Municipios de Villanueva, El Carmen de Bolívar, San Estanislao, Santa Catalina, Turbana, San Jacinto, María la Baja, Mahates, Cartagena, San Juan de Nepomuceno y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, erosional, ápices, plano inclinado, en las cimas y laderas, del tipo de relieve de lomas, espinazos, crestones, abanico y glacis de acumulación, del paisaje de lomerío y montaña, con pendientes que varían del 12 al 25%. Formados a partir de material parental como Rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerados, arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales, Rocas sedimentarias químicas carbonatadas, depósitos heterométricos de origen aluvial. Ver **Fotografía 3.181**.

**Fotografía 3.181. Grupo de manejo 6c-10.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son el clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año), la erosión moderada y las pendientes fuertemente inclinadas (12-25%).

Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Realizar siembras en curvas de nivel, establecer barreras vivas, reforestar las áreas erosionadas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

#### 3.10.5.3.47 Grupo de Manejo 7p-1

Pertenecen a este grupo de manejo la unidad LsX01f1, con una extensión de 103,57 ha (0,02% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco y Repelón), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, el Carmen de Bolívar, Santa Catalina y María la Baja) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural y erosional, del tipo de relieve de espinazo, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 50 al 75%. Formados a partir de material parental como Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerado. Ver **Fotografía 3.182**.

#### **Fotografía 3.182. Grupo de manejo 7p-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con hacer siembras en contorno, proteger la vegetación natural. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

#### 3.10.5.3.48 Grupo de Manejo 7p-2

Pertenecen a este grupo de manejo la unidad MsX01f2, MsX03f2, LsW01f2, LsX01f2, LeW01f2, con una extensión de 1320,28 ha (0,30% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco), Bolívar (Municipios de Soplaviento, San Estanislao, María la baja, Mahates, el Carmen de Bolívar, Calamar y Arroyohondo) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural, erosional, cimas y laderas, del tipo de relieve de espinazos, crestones y lomas, del paisaje de montaña y lomerío, con pendientes que varían del 50 al 75%. Formados a partir de material parental como Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.183**.



**Fotografía 3.183. Grupo de manejo 7p-2.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con establecimiento y manejo de la vegetación natural con especies nativas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

**3.10.5.3.49 Grupo de Manejo 7e-1**

Pertencen a este grupo de manejo la unidad LeW02c3, LeW02d3, LeW01c3, LeW04c3, LsW03d3, LxW01b3, LxW01d3, con una extensión de 844,50 ha (0,19% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipio de Luruaco, Piojó y Sabanalarga) y Bolívar (Municipios de Turbaco, Villanueva, San Estanislao, Arjona y Cartagena), se encuentran en las formas de terreno de las cimas y laderas, plano inclinado y la ladera erosional, del tipo de relieve de lomas, colinas y glacis de acumulación, del paisaje de lomerío, con pendientes que varían del 7 al 12%. Formados a partir de material parental como Rocas sedimentarias tipo areniscas, conglomerado, arcillolitas, limolitas, lodolitas, lutitas y shales y Depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial. Ver **Fotografía 3.184**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos es la Erosión severa. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con Implementar prácticas para el control de la erosión, evitar prácticas agrícolas y pecuarias, controlar la tala y quema de árboles, reforestar con especies nativas. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistema Forestal Protector (FPR).

**Fotografía 3.184. Grupo de manejo 7e-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.50 Grupo de Manejo 7s-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades RmX02a, RmX02b, con una extensión de 2458,60 ha (0,56% del área de estudio), localizada en el municipio Cartagena, departamento de Bolívar, se encuentran en las formas de terreno del plano de terraza, del tipo de relieve de terraza nivel 1, del paisaje de planicie, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como depósitos de arenas, limos, arcillas y bioclastos de origen marino. Ver **Fotografía 3.185**.

**Fotografía 3.185. Grupo de manejo 7s-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son los fragmentos de rocas en el perfil del suelo mayor al 60%, la alcalinidad. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con hacer rotación de cultivos, hacer siembras en curvas de nivel, proteger los drenajes naturales. Esta unidad de manejo tiene aptitud para los Sistemas Agro-Silvícolas.

### 3.10.5.3.51 Grupo de Manejo 8p-1

Pertenece a este grupo de manejo la unidad LsX01g2, con una extensión de 28155,79 ha (6,38% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco y Repelón), Bolívar (Municipios de Villanueva, San Estanislao, San Juan Nepomuceno, Mahates, el Carmen de Bolívar, Santa Catalina y María la Baja) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la ladera estructural y erosional, del tipo de relieve de espinazos, del paisaje de lomerío, con pendientes mayores al 75%. Formados a partir de material parental como rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados. Ver **Fotografía 3.186**.

#### **Fotografía 3.186. Grupo de manejo 8p-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estas tierras se ubican en el clima cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son las pendientes fuertemente escarpadas (mayores a 75%). Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con reforestar con especies nativas, siembra en curvas de nivel, Implementar prácticas para el control de la erosión. Esta unidad de manejo tiene aptitud en las áreas para la conservación y la recuperación de la naturaleza (CRE).

### 3.10.5.3.52 Grupo de Manejo 8h-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades LiW02ai, LiW02bi, LiW03ai, LiW03bi, LiX02ai, LiX02bi, LiX03ai, LiX03bi, PiW01ai, PiW01bi, PiX01ai, PiX01bi, RiW01ai, RiW01bi, con una extensión de 127,93 ha (0,03% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Sabanalarga y Manatí), Bolívar (Municipios de San Jacinto, San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Mahates, María la Baja, Calamar Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno de la vega, del tipo de relieve de valle estrecho, vallecito, del paisaje de lomerío, piedemonte y planicie, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvio-coluvial. Ver **Fotografía 3.187**.

Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son lo susceptible a las inundaciones muy frecuentes. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con restringir el uso agrícola y pecuario, evitar talas y quemas, no hacer construcciones rurales en estas zonas. Esta unidad de



manejo tiene aptitud en las áreas para la conservación y la recuperación de la naturaleza (CRE).

**Fotografía 3.187. Grupo de manejo 8h-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.10.5.3.53 Grupo de Manejo 8s-1

Pertencen a este grupo de manejo las unidades MiX01bi, LiW01a, LiW01a2, LiW01b, LiW01b1, LiW01b2, LiW01b3, LiX01a, LiX01a1, LiX01a2, LiX01b, LiX01b1, LiX01b2, con una extensión de 4009,74ha (0,91% del área de estudio), localizada en los departamentos del Atlántico (Municipios de Usiacurí, Sabanalarga y Manatí), Bolívar (Municipios de San Estanislao, El Carmen de Bolívar, Calamar, Mahates, María la Baja, Arroyohondo y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre), se encuentran en las formas de terreno del plano de terraza, vega, del tipo de relieve de vallecito, valle estrecho, del paisaje de montaña y lomerío, con pendientes que varían del 1 al 7%. Formados a partir de material parental como los depósitos heterométricos de origen aluvio - coluvial. Ver **Fotografía 3.188**.

**Fotografía 3.188. Grupo de manejo 8s-1.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Estas tierras se ubican en el clima cálido seco y cálido muy seco. Las limitaciones de uso y manejo para este tipo de suelos son la pedregosidad abundante mayor al 90%. Estos suelos requieren prácticas de manejo relacionadas con utilizar especies nativas para reforestar, restringir el acceso a estas zonas, proteger áreas con problemas de erosión, restringir el uso agrícola y pecuario y la tala y quema de árboles. Esta unidad de manejo tiene aptitud en las áreas para la conservación y la recuperación de la naturaleza (CRE).

En la **Tabla 3.458**, se presenta la leyenda de capacidad de uso.

Tabla 3.458. Leyenda Capacidad de Uso de las tierras.

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
3ps-1	LeW02c, LeW02c1, PaW01c	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> <li>•Profundidad superficial</li> <li>•Drenaje natural imperfecto</li> </ul>	Cultivos Permanentes Intensivos	CPI	Practicas mecanizadas minimas con aperos poco profundos Fertilizacion fraccionada según requerimiento del cultivo, Aplicación de materia organica y Rotacion de cultivos	1.470,07	0,33%
3ps-2	LeW06c, LeW05c, LeW05c1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> <li>•Texturas finas</li> <li>•Profundidad efectiva moderada</li> </ul>	Cultivos transitorios semi-intensivos.	CTS	Implementar sistemas de riego Mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia organica Siembras en curvas de nivel Labranza minima. Variedades seleccionadas.	82,38	0,02%
3ps-3	PeW01c, LeW04c, LeW04c1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> <li>•Texturas finas</li> </ul>	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Encalamiento y fertilizacion fraccionada Adicion de materia organica o abonos verdes. Rotacion de cultivos. Siembras en contorno	9.876,05	2,24%
3hs-1	PaW03a, PaW03b	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drenaje imperfecto</li> <li>•Texturas finas</li> </ul>	Cultivos transitorios Semi-intensivos	CTS	Fertilización tecnica Realización y mantenimiento de drenajes Aplicación de materia orgánica	3.407,74	0,77%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
3s-1	LaW02a, LaW02b, LaW01b, RaW05a, RaW05b	•Texturas finas	Cultivos transitorios semi-intensivos.	CTS	Implementar sistemas de riego Mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia orgánica Labranza mínima. Variedades seleccionadas.	6.369,19	1,44%
3s-2	PaW01b	•Fertilidad baja	Cultivos transitorios semi-intensivos.	CTS	Aplicación técnica de fertilizantes Riego supletorio.. Implementación de enmiendas	6.291,89	1,43%
4p-1	LeW02d1	•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) •Erosión ligera	Cultivos transitorios semi-intensivos .	CTS	Siembras en curvas de nivel Proteger los drenajes naturales Labranza mínima. Acequias de ladera Riego supletorio por goteo	482,47	0,11%
4pe-1	LeW01d2, LsW01d2	•Pendiente fuertemente inclinado (12-25%) •Erosión moderada	Cultivos permanentes semiintensivos	CPS	En las zonas que presentan erosión moderada establecer barreras vegetativas Cultivos cobertores Siembras en contorno	9.541,00	2,16%
4ps-1	LsW07d, LeW05d, LxW01d, LeW05d1, LxW01d1	•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) •Alta saturación de aluminio	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	Aplicar enmiendas como cal agrícola Siembras en contorno barreras vivas a nivel . Adición de materia orgánica; Incorporación de residuos vegetales	1.667,97	0,38%
4ps-2	LeW01d, LsW01d, LeW01d1, LsW01d1	•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%) •Texturas muy finas	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	Aplicar enmiendas como cal agrícola	5.744,07	1,30%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
					Incorporación de residuos vegetales		
4pes-1	LsW03d2, LsW04d2, LsW05d2, LeW02d2, LsW02d2, LsW07d2, LeW05d2, LxW01d2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%)</li> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Fertilidad muy baja</li> </ul>	Sistema agrosilvopastoril	ASP	Aplicar enmiendas como cal agrícola Establecer siembras en contorno Barreras vivas . Evitar que el suelo se encuentre descubierto. Incorporación de residuos vegetales Proteger los drenajes naturales	6.628,07	1,50%
4e - 1	LaW01b2, LaW02b2, PaW01b2, LxW01b2,	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> </ul>	Sistema agrosilvícola.	AGS	Mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia orgánica; Siembras en curvas de nivel Labranza mínima. Variedades seleccionadas. Establecer barreras vivas	2.199,61	0,50%
4e - 2	LeW02c2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> </ul>	Sistema agrosilvícola.	AGS	Labranza mínima Variedades seleccionadas Establecer barreras vivas Aislar áreas erosionadas	5.113,30	1,16%



GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
4es-1	LeW05c2, LxW01c2, LeW01c2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Profundidad superficial</li> <li>•Texturas muy finas</li> </ul>	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	Proteger la vegetación existente Evitar las talas y las quemas Construir obras de manejo de aguas de escorrentía Establecer barreras vivas o muertas, Establecer especies adaptadas a las condiciones ecológicas. Sembrar en curvas de nivel Aislar las areas erosionadas con pendientes (>7%).	13.619,92	3,09%
4hs-1	RaW01a, RaW01b	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drenaje natural moderado</li> <li>•Encharcamientos frecuentemente cortos</li> <li>•Texturas moderadamente gruesas</li> </ul>	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Establecer sistemas de drenaje Rotacion de cultivos. Aplicación de enmiendas (cal)	1.097,59	0,25%
4hs-2	RaW06az	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drenaje natural imperfecto</li> <li>•Texturas muy finas</li> </ul>	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Control de encharcamientos con obras de pequeña ingeniería Establecer drenajes superficiales Aplicación de cales Fertilización técnica	437,52	0,10%
4hs-3	PaW04az	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drenaje natural pobre</li> <li>•Texturas finas</li> <li>•Encharcamientos frecuentes cortos</li> </ul>	Cultivos Permanentes semi Intensivos	CPS	Establecer drenajes superficiales Fertilización técnica Aplicación de materia organica	1.192,76	0,27%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
4s-1	LaW03a, LaW03b	•Texturas moderadamente gruesas	Cultivos transitorios Semi-intensivos	CTS	Aplicación de materia orgánica Establecimiento de cultivos que se adapten a las condiciones de suelo Riego por goteo	273,87	0,06%
4s-2	LxW01b, LxW01b1	•Suelos Superficiales •Texturas moderadamente gruesas •Erosión ligera	Pastoreo extensivo	PEX	Baja capacidad de carga por hectarea Rotación de potreros	2.179,08	0,49%
4s-3	LxW01c, LxW01c1	•Suelos moderadamente profundos •Erosión ligera	Cultivos transitorios semi-intensivos.	CTS	Aplicación técnica de fertilizantes Riego supletorio.	241,76	0,05%
4s-4	LeW01c, LeW01c1	•Profundidad efectiva superficial •Texturas muy finas •Erosión ligera	Sistema agrosilvícola.	AGS	Siembras en curvas de nivel Labranza mínima Variedades seleccionadas Establecer barreras vivas	12.097,41	2,74%
6p-1	LsW01e, LeW01e, LsW01e1, LeW01e1, LeW05e1	•Pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%). •Erosión ligera	Cultivos Permanentes Intensivos	CPI	Realizar siembras de árboles frutícolas y maderables en curvas de nivel o a tres bolillos o con terrazas tipo escalonado.	2.066,77	0,47%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
6p-2	LsW01e2, LsW03e2, LsW04e2, LsW05e2, LeW01e2, LeW02e2, LeW05e2, LsW02e2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%)</li> <li>•Erosión moderada</li> </ul>	Sistema Forestal Protector	FPR	Reforestar con especies adaptadas a las condiciones ecologicas. Establecer cercas vivas y hacer las siembras en contorno para evitar la erosion.	5.350,62	1,21%
6ps-1	LsW06e, LeW03e1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%).</li> <li>•Profundidad efectiva superficial.</li> <li>•Erosión ligera</li> </ul>	Sistema Agrosilvopastoril	ASP	Es necesario hacer rotacion de cultivos y potreros. Establecer cercas vivas y hacer siembras en contorno.	22,94	0,01%
6ps-2	LeW03e2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%).</li> <li>•Profundidad efectiva superficial.</li> <li>•Erosión moderada</li> </ul>	Sistema Forestal Productor	FPD	Establecimiento de plantaciones forestales comerciales Prohibir la tala y quema de arboles.	58,38	0,01%
6pc-1	MsX02e, LsX01e, LsX03e, LeX03e, MsX01e1, LsX01e1, LeX01e1, LeX03e1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%).</li> <li>•Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año.</li> <li>•Erosión ligera</li> </ul>	Cultivos Permanentes Intensivos	CPI	Establecer sistemas de riego por goteo Siembra de especies fruticolas y maderables en contorno.	1.369,01	0,31%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
6pc-2	LsX06e2, MsX01e2, MsX02e2, MsX03e2, LsX01e2, LsX02e2, LsX03e2, LsX04e2, LsX05e2, LsX07e2, LeX01e2, LeX02e2, LeX03e2, LeX05e2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pendientes ligeramente escarpadas.</li> <li>•Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año.</li> <li>•Erosión moderada</li> </ul>	Sistema Agrosilvopastoril	ASP	Hacer siembras en contorno con especies resistentes a las sequias y con alta retencion de humedad Hacer rotacion de cultivos y de potreros.	19.013,98	4,31%
6hs-1	RaX06ai,RaX07ai,RfX07ai,RaX06bi,RaX07bi, RfX07bi, RfX05ai, RaX04ai, RaX04bi, RaW04ai	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inundaciones frecuentes</li> <li>•Drenaje natural muy Pobre</li> <li>•Profundidad efectiva muy superficial</li> </ul>	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Establecimiento de canales de drenaje Controlar las inundaciones con obras civiles Fertilización tecnica Contruccion de canales de escorrentia	30.005,27	6,80%
6hs-2	RaX06ais, RmX01ais, RaX06bis, RfX01ais, RfX02ais, RfX04aizs, RfX06ais, RaW04ais, RaW03aizs, RaX02aizs, RaX03aizs, RaX05ais, RfX02bis, RfX06bis	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drenaje pobre</li> <li>•Inundaciones frecuentes cortas</li> <li>•Profundidad efectiva muy superficial</li> <li>•Suelos salinos</li> </ul>	Sistema agrosilvicola	AGS	Implementar cultivos agricolas y forestales adaptados a la zona. Implemetar riego para el manejo de las sales. Establecimiento de canales de drenaje . Siembra de especies maderables. Controlar las inundaciones con obras civiles	19.892,64	4,51%



GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
6hs-3	RaX03aiz, RaW02aiz, RaW03aiz, RaX02aiz	•Inundaciones y encharcamientos frecuentes largos •Drenaje muy Pobre •Profundidad efectiva superficial	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Implementar cultivos agrícolas adaptados a la zona Establecimiento de canales de drenaje Controlar las inundaciones con obras civiles Fertilización técnica	30.670,88	6,95%
6hs-4	PaX04az, RaX09az	•Encharcamientos frecuentes •Drenaje pobre •Texturas finas	Cultivos Permanentes Intensivos	CPI	Implementar canales de drenaje Establecer cultivos adaptados a las condiciones de drenaje pobre	2.399,82	0,54%
6s-1	PaW02a, PaW02b	•Profundidad efectiva superficial. •Pendiente plana y ligeramente inclinada (0-3, 3-7%)	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Evitar la utilización de maquinaria pesada, el laboreo intensivo y el monocultivo.	5.908,55	1,34%
6s-2	LeW03c, LeW03c1	•Profundidad efectiva superficial. •Pendiente moderadamente inclinada (7-12%) Erosión ligera	Sistema Agrosilvopastoril	ASP	Establecer cultivos de poca profundidad radicular. Hacer rotación de cultivos Mantener los potreros con poca capacidad de carga.	21.894,70	4,96%
6s-3	LeW03c2	•Profundidad efectiva superficial. •Erosión moderada •Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)	Sistema Forestal Protector	FPR	Suspender o eliminar toda actividad agropecuaria, Reforestar con especies nativas . Hacer siembras en contorno Implementar prácticas para el control de la erosión.	6.665,09	1,51%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
6s-4	LsW06d, LeW03d, LeW03d1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Profundidad efectiva superficial.</li> <li>•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%)</li> </ul>	Sistema Forestal Productor	FPD	Evitar talas y quemas Construir obras de manejo de agua de escorrentia Establecer barreras vivas.	1.345,43	0,31%
6s-5	LsW06d2, LeW03d2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Profundidad efectiva superficial.</li> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%)</li> </ul>	Sistema Forestal Protector	FPR	Recuperar las especies nativas no muy frondosas . Hacer siembras en contorno.	145,84	0,03%
6c-1	LaX02a, LaX03a, LaX02b, LaX03b, LxX01b	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Pendiente Plana a ligeramente inclinada (0-3, 3-7%).</li> </ul>	Sistema agrosilvopastoril	ASP	Implementación de riego Establecimiento de cultivos agrícolas y pastos adaptados a las condiciones climáticas	1.701,01	0,39%
6c-2	LaX02a2, LaX02b2, LxX01b2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión Moderada</li> <li>•Pendientes planas a ligeramente inclinadas (0-3,3-7%)</li> </ul>	Sistema forestal Protector	FPR	Siembras en contorno Barreras vivas en curvas de nivel Adición de materia orgánica Establecimiento de especies forestales adaptados a la zona	82,49	0,02%
6c-3	LxX01d1, LxX01d2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión moderada y ligera</li> </ul>	Sistemas forestales protector	FPR	Establecimiento de especies forestales adaptadas a las condiciones climáticas Aplicación de riego suplementario	958,28	0,22%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
		•Pendientes planas a ligeramente inclinadas (0-3,3-7%)					
6c-4	PaX02a,PaX03a, RaX01a, RfX03a, RaX08a1,PaX02a1, RaX08a	•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) •Erosión ligera •Pendiente plana (0-3%)	Sistema agrosilvopastoril	AGS	Implementación de sistemas de riego supletorio. Establecimiento de cultivos agrícolas y pastos adaptados a las condiciones climáticas.	18.881,87	4,28%
6c-5	PaX02a2, PaX03a2, RaX08a2	•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) •Erosión moderada •Pendiente plana (0-3%)	Sistema forestal Protector	FPR	Siembras en contorno barreras vivas a nivel Adición de materia orgánica Establecimiento de especies forestales adaptados a la zona	476,52	0,11%
6c-6	LaX01b, PxX01b, PaX01b, PaX02b, PaX03b, RaX01b, RaX08b, RfX03b, PxX01b1, PaX01b1, PaX02b1, PaX03b1, RaX08b1, LeX01c, LeX02c, LeX03c, LeX04c, LeX05c, LeX06c, PeX01c, PeX01c1,PaX01c, LeX01c1, LeX02c1, LeX03c1, LeX04c1, LeX05c1, LeX06c1,LxX01c, LxX01c1, LxX01b1	•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año) •Erosión ligera •Pendiente moderadamente inclinada (7-12%) .	Cultivos permanentes semiintensivos	CPS	Implementación de especies agrícolas adaptadas a la zona, implementación de riego (goteo). Siembra de especies frutícolas y maderables en contorno.	38.840,85	8,81%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
6c-7	LaX01b2, PxX01b2, PaX01b2, PaX02b2, RaX08b2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente ligeramente inclinada (3-7%).</li> </ul>	Sistema forestal Protector	FPR	Siembras en contorno Adición de materia orgánica Establecimiento de especies forestales adaptados a la zona.	1.359,66	0,31%
6c-8	LeX01c2, LeX02c2, LeX04c2, LeX05c2, LeX06c2, PeX01c2, PxX01c2, PaX01c2, LxX02c2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente moderadamente inclinada (7-12%)</li> </ul>	Sistema forestal Protector	FPR	Implementar sistemas de control de erosion como barreras vivas, proteccion de drenajes naturales . Establecer zanjas de escorrentia .	20.711,52	4,70%
6c-9	LeX01d, LsX01d, LsX03d, LsX06d, LeX02d, LeX03d, LeX05d, LaX01d, MsX01d1, LsX01d1, LsX06d1, LsX07d1, LeX01d1, LeX02d1, LeX03d1, LeX05d1, LxX01d	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión ligera</li> <li>•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).</li> </ul>	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	CPS	Establecer sistema de riego por goteo Siembra de especies frutícolas o maderables en contorno.	2.851,66	0,65%
6c-10	MsX01d2, MsX03d2, LsX01d2, LsX02d2, LsX03d2, LsX04d2, LsX05d2, LsX06d2, LsX07d2, LeX01d2, LeX02d2, LeX03d2, LeX05d2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año)</li> <li>•Erosión moderada</li> <li>•Pendiente fuertemente inclinada (12-25%).</li> </ul>	Sistema Forestal Protector	FPR	Realizar siembras en curvas de nivel Establecer barreras vivas Reforestar las áreas erosionadas	31.721,39	7,19%

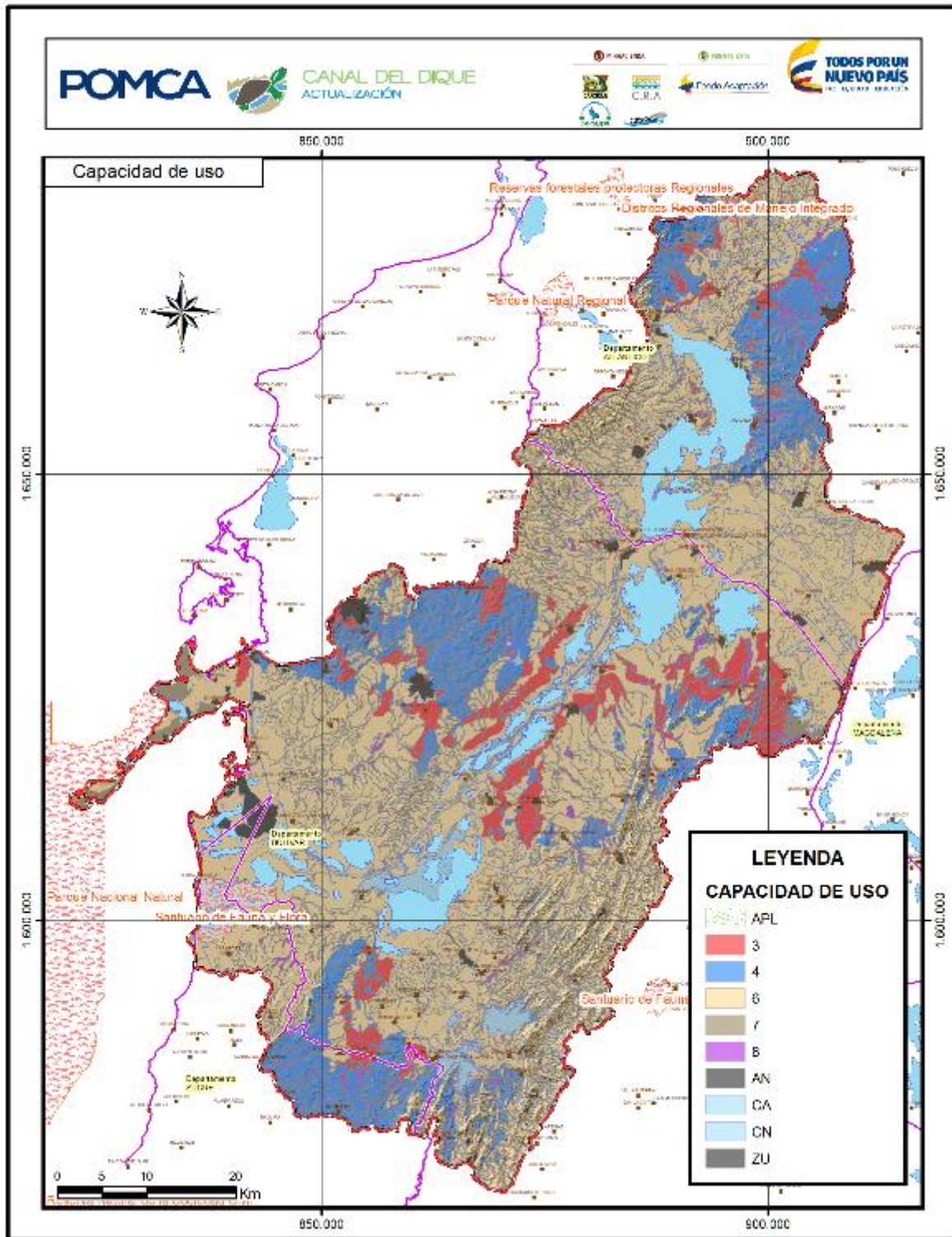


GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
7p-1	LsX01f1	•Pendiente moderadamente escarpada (50 - 75%).	Sistema Forestal Protector	FPR	Hacer siembras en contorno. Proteger la vegetación natural	103,57	0,02%
7p-2	MsX01f2, MsX03f2, LsW01f2, LsX01f2, LeW01f2	•Pendiente moderadamente escarpada (50 - 75%).	Sistema Forestal Protector	FPR	Establecimiento y manejo de la vegetación natural con especies nativas.	1.320,28	0,30%
7e-1.	LeW02c3, LeW02d3, LeW01c3, LeW04c3, LsW03d3, LxW01b3, LxW01d3	•Erosion severa.	Sistema Forestal Protector	FPR	Implementar practicas para el control de la erosión, evitar prácticas agrícolas y pecuarias , controlar la tala y quema de arboles. Reforestar	844,50	0,19%
7s-1	RmX02a, RmX02b	•Fragmentos de rocas en el perfil del suelo mayor al 60% •Alcalinidad.	Sistemas Agro Silvicolas	AGS	Hacer siembras en curvas de nivel Proteger los drenajes naturales.	2.458,60	0,56%
8p-1	LsX01g2	•Pendientes fuertemente escarpadas (mayor a 75%).	Areas para la conservación y la recuperación de la naturaleza	CRE	Reforestar con especies nativas Siembra en curvas de nivel Implementar practicas para el control de la erosion.	127,93	0,03%
8h-1	LiW02ai, LiW02bi, LiW03ai, LiW03bi, LiX02ai, LiX02bi, LiX03ai, LiX03bi, PiW01ai, PiW01bi, PiX01ai, PiX01bi, RiW01ai, RiW01bi	•Suceptible a las inundaciones muy frecuentes	Areas para la conservación y la recuperación de la naturaleza	CRE	Restringuir el uso agrícola y pecuario Evitar talas y quemas. No hacer contrucciones rurales en estas zonas.	28.150,33	6,38%

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS(UCS)	LIMITACIONES (PRINCIPALES)	USO RECOMENDADO	SÍMBOLO	PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES	ÁREA (HA)	%
8s-1	MiX01bi, LiW01a, LiW01a2, LiW01b, LiW01b1, LiW01b2, LiW01b3, LiX01a, LiX01a1, LiX01a2, LiX01b, LiX01b1, LiX01b2	•Pedregosidad abundante mayor al 90%.	Areas para la conservación y la recuperación de la naturaleza	CRE	Utilizar especies nativas para reforestar Restringir el acceso. Proteger áreas con problemas de erosión Restringir el uso agrícola y pecuario y la tala y quema de arboles.	8.037,16	1,82%
				ZU	Zonas Urbanas	6.141,97	1,39%
				CA	Cuerpo de agua	33.507,90	7,60%
				AN	Antropico	2.959,31	0,67%
				CN	Canales	2.950,32	0,67%
				<b>Total General</b>			

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.614. Mapa Capacidad de uso de las tierras.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.6 Descripción de las Unidades de Uso Principales Recomendados

Para obtener el uso más adecuado de las tierras en la Cuenca Canal del Dique, fueron considerados, aspectos del relieve, climáticos, edáficos, y de degradación con el fin de establecer alternativas sostenibles de utilización de la tierra, para conocer su potencial de explotación y las limitaciones de uso, aquí se busca obtener el uso adecuado del recurso suelo y en ocasiones la recuperación de los recursos naturales.

En este trabajo se busca agrupar unidades de tierra con vocaciones similares; de tal manera que el uso propuesto sea óptimo de acuerdo con las características internas y externas de los suelos y con el desarrollo socioeconómico de la zona.

El mapa de uso principal recomendado se presenta a escala 1:25.000 con su respectiva leyenda explicativa, consta de cinco grandes grupos: las áreas para la producción agrícola, ganadera, agroforestal, forestal y las áreas para la conservación y la protección ambiental.

#### 3.10.6.1 Proceso Metodológico para la Obtención de las Unidades de Usos Propuestos

Existen varios métodos para evaluar la vocación actual de uso de las tierras. El más conocido y generalizado es la Clasificación de Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, denominada comúnmente como Clasificación Agrológica, estructurada para clases de uso y sistemas de manejo propios de ese país.

El método empleado en el presente trabajo consiste en analizar y evaluar una serie de características biofísicas estables en el tiempo y en el espacio, que influyen en la selección y desempeño de los usos agropecuarios y forestales principalmente, con requerimientos implícitos de protección y conservación de los recursos naturales.

##### 3.10.6.1.1 Fase 1. Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras de la Cuenca del Río Canal del Dique






Durante esta fase se evaluaron los aspectos relacionados con el relieve, el clima ambiental, la erosión la pedregosidad, la fertilidad y las características fisicoquímicas del suelo con el fin de determinar la clasificación agrológica por capacidad de uso de las tierras a nivel de grupo de manejo de las diferentes unidades cartográficas de suelos.

##### 3.10.6.1.2 Fase 2. Evaluación de las Tierras para la Determinación de su Uso Actual.

A partir de la clasificación por capacidad de uso y las principales limitantes para el uso del suelo se seleccionó el uso principal que más se adaptaba a dichas características, teniendo como referencia la tabla de usos principales propuestos del suelo.



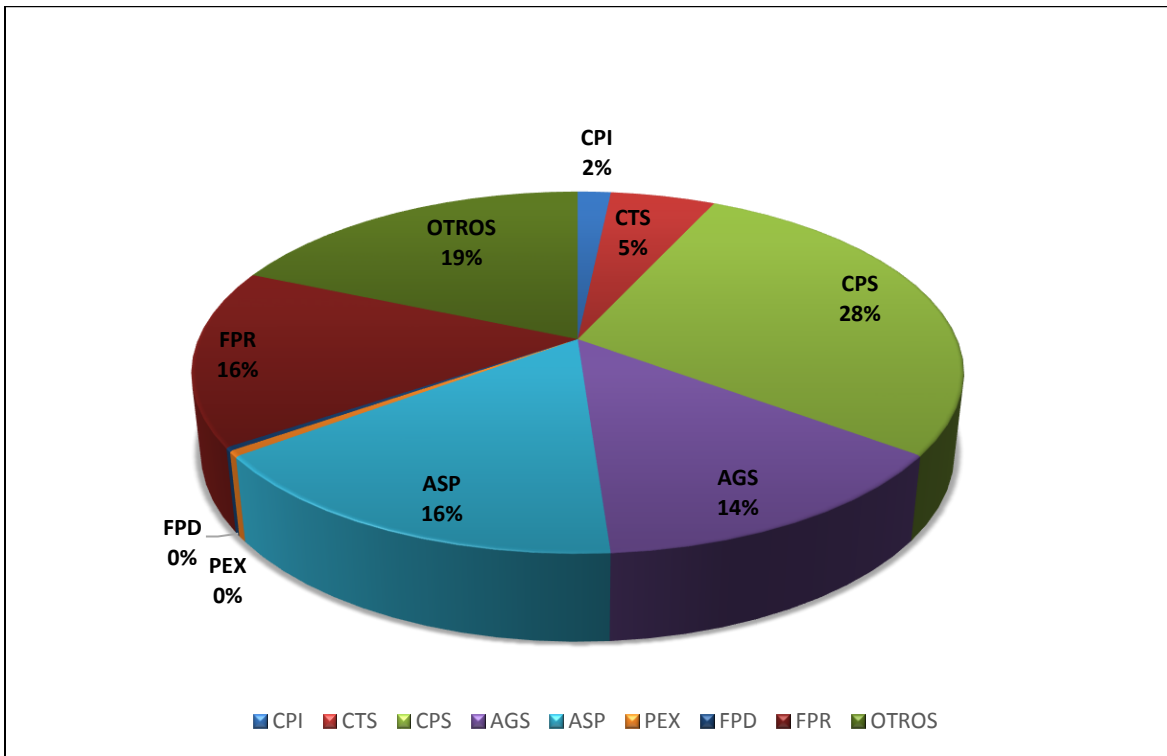
**Tabla 3.459. Tipos de uso Principal Propuesto del suelo.**

CLASE	COLOR	DESCRIPCIÓN	USO PRINCIPAL PROPUESTO
CLASE 1		Los suelos que no presentan o tienen muy pocas limitaciones para el uso agropecuario. Por su calidad, son aptas para todas las actividades agropecuarias intensivas adaptadas a las condiciones climáticas y ecológicas de la cuenca.	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI).
CLASE 2		Suelos con algunas limitaciones que restringen la o requieren prácticas moderadas de conservación.	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI). Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS).
CLASE 3		Suelos con limitaciones importantes que restringen la elección de las plantas o requieren prácticas especiales de conservación.	Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS) Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS) Pastoreo Intensivo (PIN).
CLASE 4		Suelos con limitaciones muy importantes que restringen la elección de los cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso.	Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS) Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS) Pastoreo Intensivo (PIN). Pastoreo Extensivo (PEX). Sistemas Agrosilvícolas (AGS). Sistemas AgrosilvoPastoriles (ASP). Sistemas SilvoPastoriles (SPA).
CLASE 5		Suelos que tienen limitaciones severas para el uso que son factibles de modificar, disminuir o eliminar, con diferentes grados de dificultad y generalmente con altos costos económicos.	Pastoreo Extensivo (PEX). Sistemas AgrosilvoPastoriles (ASP). Sistemas Silvopastoriles (SPA). Sistemas Forestales Protectores (SFP).
CLASE 6		Suelos con limitaciones muy severas que, en términos generales los hacen aptos únicamente para algunos cultivos semi-perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos.	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI). Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS) Sistemas Agrosilvícolas (AGS). Sistemas AgrosilvoPastoriles (ASP). Sistemas silvopastoriles (SPA) Sistemas Agrosilvícolas (AGS). Sistema Forestal Protector (FPR) Sistema Forestal Productor (FPD).
CLASE 7		Suelos con limitaciones muy importantes, impropios para el cultivo, su uso principal es el forestal en el cual el bosque debe tener carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer cultivos agroforestales como café.	Sistema Forestal Protector (FPR) Sistema Forestal Productor (FPD) Sistemas Agrosilvícolas (AGS).
CLASE 8		Suelos que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.	Sistema Forestal Protector (FPR) Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación (CRE).

Fuente: IGAC, 2013.

De acuerdo con la **Figura 3.615** se puede observar el porcentaje del área ocupada por cada unidad de uso principal así: el porcentaje del área de estudio dedicada a las actividades agrícolas es del 35%, el uso en ganadería es del 1%, las tierras en sistemas agrosilvopastoriles son del 30%, en tierras de áreas forestales son del 16%, en áreas de conservación el 7% y para el resto de la zona de estudio se encuentran en un 11%.

**Figura 3.615. Porcentaje de área ocupada por cada unidad de uso principal de suelos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.10.6.1.2.1 Tierras para la Agricultura

Bajo este concepto se encuentran todas las tierras que por sus características climáticas, de suelos y pendientes permiten, el establecimiento de sistemas de producción agrícola, con plantas cultivadas de diferentes ciclos de vida y de productos.

Estas tierras presentan capacidad para soportar actividades agrícolas intensivas y semi-intensivas o cualquier otro tipo de uso intensivo que quiera implementarse en ellas como la forestal de producción comercial y con fines industriales, ganadería estabulada y semi-estabulada entre otras, manteniendo como prioridad la actividad agrícola.

Los usos principales que componen la vocación agrícola involucran las tierras aptas para establecer sistemas productivos así: Cultivos permanentes intensivos (CPI), Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), Cultivos permanente semi-intensivos (CPS). Ocupan un total 154.870 hectáreas que representan el 35,12% del área de estudio (ver **Fotografía 3.189**, **Fotografía 3.190** y **Fotografía 3.191**).

### **Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)**

Son tierras para cultivos con ciclo de vida mayor de un año que requieren para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. No necesitan laboreo frecuente del suelo, ni lo dejan desprovisto de cobertura vegetal por periodos largos de tiempo, Los suelos aptos para este tipo de cultivos deben ser bien a moderadamente bien drenados, puede ocurrir erosión ligera y la profundidad efectiva supera los 50 cm; la fertilidad oscila entre baja y alta; admiten poca pedregosidad e inundaciones ocasionales o menores de corta duración en la cuenca presenta una extensión de 7.306 ha, representando el (1,66% del área total de la cuenca). En la **Fotografía 3.189** se puede observar este tipo de cultivo.

#### **Fotografía 3.189. Tierras aptas para los Cultivos Permanentes Intensivos (CPI).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Esta unidad de uso propuesto se encuentran en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Repelón, Piojó, Manatí y Sabanalarga) y Bolívar (Municipios de Cartagena, San Estanislao, Turbana, Turbaco, San Juan de Nepomuceno, San Jacinto, María la Baja, Mahates, Arroyohondo, El Carmen de Bolívar, Villanueva y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre).

### **Cultivos Transitorios Semi-Intensivos (CTS)**

Estos cultivos se caracterizan por tener un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; rara vez se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad varía de bajo a alto; no hay erosión, ni problemas de sales; puede ocurrir poca pedregosidad; el relieve es plano a moderadamente inclinado u ondulado con pendientes inferiores al 25%. La cuenca tienen una extensión de 23.143 ha que

corresponden al 5.25 % del área total de estudio. En la **Fotografía 3.190** se presenta un ejemplo de este cultivo.

**Fotografía 3.190. Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Esta unidad de uso propuesta se encuentran en los municipios de Luruaco, Manatí, Piojó, Repelón, Sabanalarga, Usiacurí en el departamento del atlántico, los municipios de Arjona, Arroyohondo, Calamar, El Carmen de Bolívar, Mahates, María La Baja, San Estanislao, Soplaviento, Turbaco, Turbana, Villanueva en el departamento de Bolívar y El municipio de San Onofre en el departamento de Sucre.

**Cultivos Permanentes Semi-Intensivos (CPS)**

Son tierras aptas para el establecimiento de cultivos que tienen un ciclo de vida mayor de un año y requieren para su establecimiento inversión moderada de capital, tecnología adecuada y mano de obra calificada. Los suelos aptos para este tipo de uso deben tener las siguientes características: drenaje bueno a imperfecto, profundidad efectiva mayor de 25 cm, fertilidad baja o mayor, erosión moderada o menor, inundaciones ocasionales, pedregosidad moderada y salinidad ligera; el relieve puede ser quebrado con pendientes del 50% o menores. La cuenca tiene una extensión de 124.426 ha, representando el 28,21% del área total de la cuenca, en la **Fotografía 3.191** se observa un ejemplo de este tipo de cultivo.



**Fotografía 3.191. Tierras aptas para los Cultivos Permanentes Semi-Intensivos (CPS).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Esta unidad de uso propuesta se encuentran en los departamentos del Atlántico (Municipios de Baranoa, Luruaco, Campo la Cruz, Candelaria, Repelón, Piojó, Manatí, Sabanalarga, Santa Lucía, Suan y Usiacurí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, Turbana, Turbaco, San Cristóbal, San Juan de Nepomuceno, San Jacinto, Soplaviento, María la Baja, Mahates, Arroyohondo, Cartagena, El Carmen de Bolívar, Calamar, Villanueva y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre).

**3.10.6.1.2.2 Tierras Para la Ganadería**

Las tierras con vocación ganadera son aquellas cuyas características de suelos, presentan limitaciones moderadas, especialmente para el desarrollo de una agricultura intensiva.

La escasa o irregular distribución de lluvias, el relieve plano cóncavo, así como la dificultad presente en los suelos para la profundización de las raíces y baja fertilidad, son algunos de los aspectos más importantes que determinan la vocación ganadera. Otras características importantes son la presencia de predregosidad en superficie o en el suelo y las inundaciones, las cuales limitan el establecimiento de sistemas agrícolas permanentes, dados los riesgos de pérdidas económicas y de infraestructura para la producción por lo cual la ganadería bien mejorada es la mejor opción para estas tierras

**Pastoreo extensivo (PEX)**

En esta unidad se utiliza algunos paquetes que aseguran, al menos, mínimos rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con baja y muy baja capacidad de carga, generalmente menor de una res por cada dos hectáreas; requiere prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con aplicación de fertilizantes y controles fitosanitarios adecuados. Las características que limitan el uso del suelo a pastoreo extensivo son la pendiente del terreno (25-50%) y/o la baja productividad de las tierras. el drenaje oscila desde excesivo a pobre, la profundidad efectiva es mayor de 25 cm, pueden ocurrir inundaciones frecuentes, abundante

pedregosidad y contenido medio de sales. La cuenca tiene una extensión de 2.179 ha correspondiente al 0,49% del área total de la cuenca. (Ver **Fotografía 3.192**).

**Fotografía 3.192. Pastoreo extensivo (PEX).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Este tipo de unidad se encuentran se encuentra en los municipios de Luruaco, Manatí, Piojó, Sabanalarga en el departamento de Atlántico, los municipios de Arjona, Arroyohondo, Calamar, El Carmen de Bolívar, Mahates, María la Baja, San Estanislao, Soplaviento, Turbaco y Turbana en el departamento de Bolívar y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre.

3.10.6.1.2.3 Tierras para la Agroforestería

Las tierras con vocación agroforestal son aquellas que por sus características biofísicas (clima, relieve, material parental, suelos, erosión, etc.), no permiten la utilización exclusiva de usos agrícolas o ganaderos. Estas tierras deben ser utilizadas bajo sistemas combinados donde deliberadamente se mezclen actividades agrícolas, ganaderas y forestales, en arreglos tanto espaciales como temporales.

Algunas de las limitantes de estas tierras son el exceso y/o ausencias de lluvias, las fuertes pendientes, la afectación por erosión en diferentes grados, presencia de zurales, inundaciones, presencia de sales y la presencia de altos contenidos de aluminio (ver **Fotografía 3.193** y **Fotografía 3.194**).

**Tierras Aptas para el Sistema Agro Silvo Pastoriles (ASP)**

Son tierras que corresponde a actividades agrícolas, forestales y ganaderas combinadas en cualquiera de las siguientes opciones: cultivos y pastos en plantaciones forestales, cultivos y pastos arbolados, cultivos y pastos protegidos por barreras rompe vientos y cercas vivas. Igualmente, otras como cultivos transitorios, bosque productor y ganadería intensiva, cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semi-intensiva, cultivos transitorios, bosque protector productor y ganadería extensiva, cultivos permanentes,

bosque productor y ganadería intensiva. La cuenca tienen una extensión de 70.292 ha, representando el 15,94% del área total de estudio. En la **Fotografía 3.193** se observa este tipo de uso principal propuesto.

**Fotografía 3.193. Tierras aptas para el Sistema Agro Silvo Pastoriles (ASP).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Este uso propuesto se encuentran en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Baranoa, Sabanalarga, Repelón, Piojó, Manatí y Usiacurí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, San Jacinto, San Cristóbal, San Juan de Nepomuceno, Turbana, Turbaco, María la Baja, Mahates, Arroyohondo, Villanueva, Cartagena, El Carmen de Bolívar, Calamar, Soplaviento y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre).

**Tierras Aptas para el Sistema Agro Silvícola (AGS).**

Son tierras aptas que corresponde a la combinación de cultivos transitorios y/o permanentes con especies forestales para producir alimentos en suelos muy susceptibles al deterioro. El drenaje es bueno a imperfecto, pueden presentarse inundaciones ocasionales, pero la profundidad efectiva supera los 50 cm. Las opciones para establecer sistemas agros silvícolas son varias: cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosque protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor. En la tienen una extensión de 60.643 ha, representando el 13,75% del área total de estudio.



**Fotografía 3.194. Tierras aptas para el Sistema Agro Silvícola (AGS).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Este uso principal recomendado se encuentran en los departamentos del Atlántico (Municipios de Luruaco, Campo de la Cruz, Sabanalarga, Candelaria, Repelón, Piojó, Manatí y Usiacurí) y Bolívar (Municipios de San Estanislao, Turbana, San Cristóbal, San Juan de Nepomuceno, María la Baja, Mahates, Arroyohondo, Cartagena, El Carmen de Bolívar, Calamar, Soplaviento y Arjona) y Sucre (Municipio de San Onofre).

3.10.6.1.2.4 Tierras Forestales

Son aquellas tierras que, por sus condiciones de clima, pendientes, suelos y riesgos erosivos, deben aprovecharse con sus usos de protección o producción forestal, sea con especies nativas o exóticas; las tierras no admiten ningún tipo de uso agrícola o pecuario, excepto cuando se definan para uso forestal de producción, el cual es compatible con usos agroforestales; de lo contrario debe predominar el propósito de protección de los recursos naturales.

Actualmente se reconoce en el país y en el mundo que la actividad forestal de producción es tan elegible como la actividad agropecuaria siempre y cuando forme parte de un plan integral del uso del suelo.

Las tierras con vocación forestal pueden estar o no actualmente cubiertas por bosque la reforestación debe efectuarse no solo con especies exóticas si no también nativas, con el fin de que se puedan sobre guardar, manteniendo la diversidad ecológica propia. Cuando se habla de producción maderera, no solo se hace referencia a arboles valiosos por su madera, si no que se incluye la protección del ecosistema en general, su mantenimiento y conservación, de lo contrario difícilmente podrá haber una producción maderable continua (ver **Fotografía 3.195** y **Fotografía 3.196**).



### **Sistema Forestal Productor (FPD)**

Estos sistemas forestales están destinados a satisfacer la demanda industrial de productos derivados del bosque; este tipo de productos está relacionado con maderas, pulpas y materias primas farmacéuticas y de perfumería. Las tierras de vocación forestal, en general, son aquellas que por la topografía quebrada y escarpada con pendientes superiores al 25% necesitan cobertura vegetal permanente como escudo contra la acción de los procesos erosivos; la plantación forestal meramente productora se ubica en los suelos de ladera con pendientes 25-50-75%, bien drenados, moderadamente profundos y con un nivel bajo o mayor de fertilidad. Esta cuenca tiene una extensión de 1404 ha (0,32% del área total de la cuenca). En la **Fotografía 3.195** se puede observar este uso principal recomendado.

### **Fotografía 3.195. Sistema forestal productor (FPD).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Este uso recomendado se encuentra en los municipios de Arroyohondo, Calamar, El Carmen de Bolívar, Mahates, San Jacinto, Turbaco, Turbana del departamento de Bolívar y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre.

### **Sistema Forestal Protector (FPR)**

En estas tierras pueden realizarse aprovechamientos, primarios relacionados con la extracción de madera y secundarios como la extracción de gomas, resinas, colorantes y frutas, lo cual conlleva planes de manejo silviculturales. Estos aprovechamientos deberán ser avalados por las Corporaciones Regionales correspondientes o por el Ministerio del Medio Ambiente. En la cuenca existe una extensión de 69.739 ha (15,81% del área total de la cuenca). (Ver **Fotografía 3.196**).

**Fotografía 3.196. Sistema forestal protector (FPR).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Este uso principal recomendado se encuentra en los municipios de Baranoa, Candelaria, Luruaco, Manatí, Piojó, Repelón, Sabanalarga, Usiacrí en el departamento del atlántico, los municipios de Arjona, Arroyohondo, Calamar, Cartagena, Mahates, María La Baja, San Estanislao, San Jacinto, San Juan de Nepomuceno, Santa Catalina, Turbaco, Turbana y Villanueva en el departamento de Bolívar y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre.

3.10.6.1.2.5 Tierras para la Conservación.

Las tierras destinadas a la conservación comprenden todas aquellas que, debido a sus características biofísicas e importancia ecológica, tienen como función principal la protección de los recursos naturales con el propósito de garantizar el bienestar social, económico y cultural de la humanidad en el corto, mediano y largo plazo; permiten intervención antrópica limitada y dirigida especialmente en actividades de investigación, ecoturismo, protección de flora y fauna silvestre y recuperación para la protección.

Para estas tierras la recomendación general es la de conservarlas en su estado natural, en el caso de no haber sido intervenidas, o la de inducir o permitir su recuperación natural y rehabilitación ecológica, cuando han sido afectadas con usos que las han degradado (Ver **Fotografía 3.197**).

**Áreas para la Conservación y/o para Recuperación de la Naturaleza (CRE)**

Estas áreas forman parte de ecosistemas frágiles y estratégicos para la generación y la regulación del agua como es el caso de los páramos. Las segundas corresponden a tierras degradadas por procesos erosivos, de contaminación y sobreutilización por lo que requieren acciones de recuperación y rehabilitación. La cuenca cuenta con una extensión de 36.318 ha (8.24 % del área total de la cuenca).

**Fotografía 3.197. Áreas para la conservación y/o para recuperación de la naturaleza (CRE).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Estos usos propuestos se encuentra en los municipios de Baranoa, Campo de la Cruz, Luruaco, Manatí, Piojó, Repelón, Sabanalarga y Usiacurí en el departamento de Atlántico y los municipios de Arjona, Arroyohondo, Calamar, Cartagena, El Carmen de Bolívar, Mahates, María La Baja, San Cristóbal, San Estanislao, San Jacinto, San Juan de Nepomuceno, Soplaviento, Turbaco, Turbana y Villanueva en el departamento de Bolívar y el municipio de San Onofre en el departamento de Sucre..

En la **Tabla 3.460** se presenta la Leyenda de Usos Principales del POMCA Canal del Dique y en la **Figura 3.616**, se muestra el mapa de usos.

**Tabla 3.460. Leyenda de usos principales POMCA Canal del Dique.**

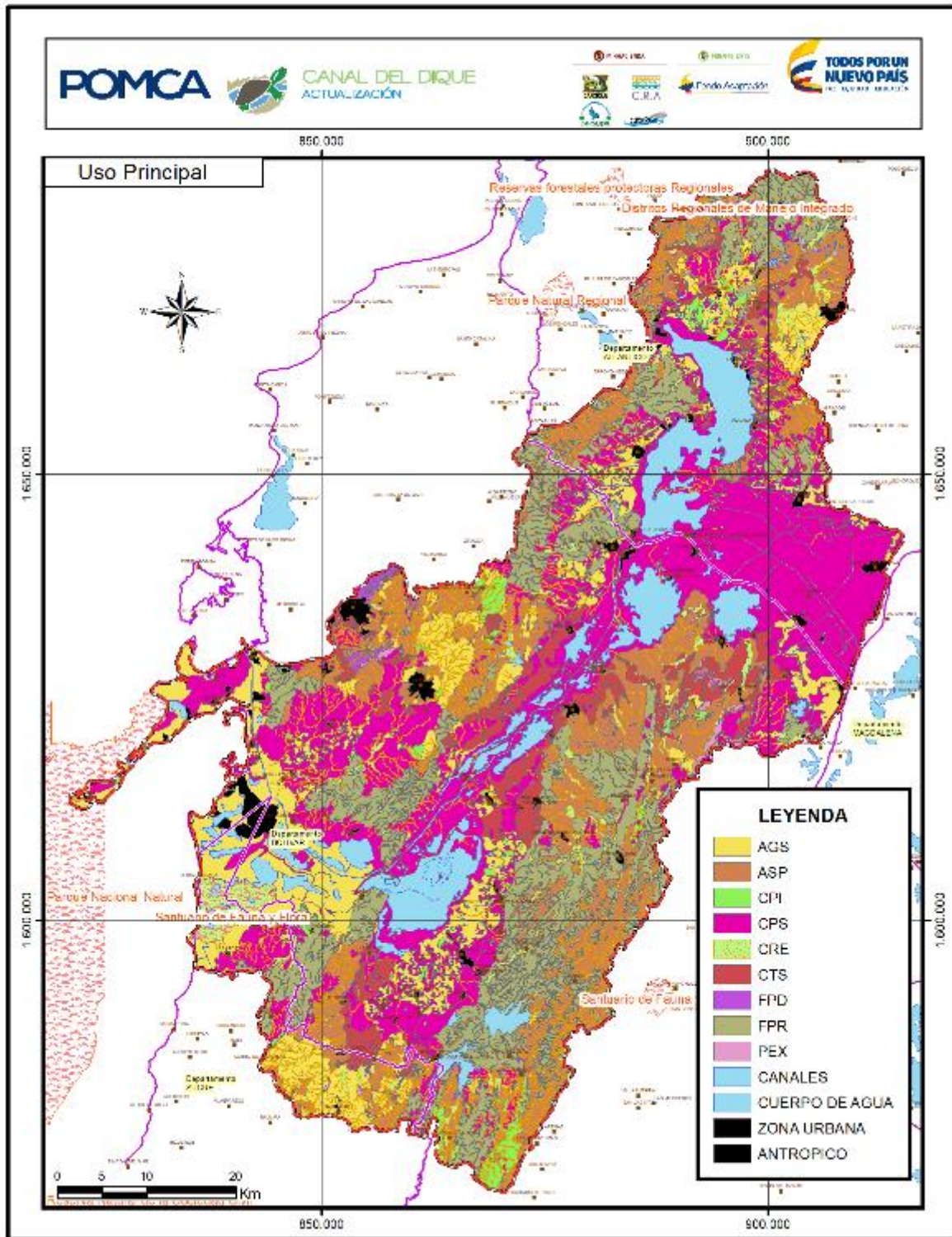
GRUPO	LIMITANTES	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	AREAS_Ha	%
3ps-1, 6hs-4, 6p-1, 6pe-1	Pendiente moderadamente inclinada (7-12%); Profundidad superficial; Drenaje natural imperfecto	Agricultura con cultivos permanentes intensivos; Practicas mecanizadas minimas con aperos poco profundos Fertilizacion fraccionada según requerimiento del cultivo, Aplicación de materia organica y Rotacion de cultivos	CPI	7.305,68	1,66%
3ps-2, 3ps-3, 3hs-1, 3s-1, 3s-2, 4p-1, 4s-1, 4s-3	Pendiente moderadamente inclinada (7-12%); Profundidad efectiva superficial	Cultivos transitorios semi-intensivo; Implementar sistemas de riego; Mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia organica; Siembras en curvas de nivel; Labranza minima; Variedades seleccionadas	CTS	23.142,97	5,25%
3ps-4, 4pe-1, 4hs-1, 4hs-2, 4hs-3, 6h-1, 6hs-3, 6s-1, 6c-1, 6c-9	Pendiente moderadamente inclinada (7-12%); Texturas finas	Cultivos Permanentes Semi-intensivos; Encalamiento y fertilizacion fraccionada; Adicion de materia organica o abonos verdes; Rotacion de cultivos; Siembras en contorno	CPS	124.425,86	28,21%
4e-1, 4e-2, 4s-4, 6hs-2, 6c-4, 7s-1	Pendiente entre moderadamente inclinada y fuertemente inclinada (7-12%) (12-25%); Erosión moderada; Fertilidad muy baja	Labranza minima; Variedades seleccionadas; Establecer barreras vivas; Aislar áreas erosionadas; Mejorar la fertilidad del suelo con el uso de abonos y adición de materia organica; Siembras en curvas de nivel; Labranza minima; Variedades seleccionadas;	AGS	60.643,43	13,75%
4ps-1, 4ps-2, 4pes-1, 4es-1, 6ps-1, 6pc-2, 6c-2, 6c-1	Pendiente fuertemente inclinada (12-25%); Texturas muy finas; Erosión moderada; Fertilidad muy baja; Profundidad superficial	Aplicar enmiendas como cal agricola; Siembras en contorno barreras vivas a nivel; Adición de materia orgánica; Incorporación de residuos vegetales; Proteger los drenajes naturales; en algunos sectores se presenta erosión severa	ASP	70.292,66	15,94%
4s-2	Suelos Superficiales; Texturas moderadamente gruesas; Erosión ligera	Establecer asociaciones árbol - pasto - ganado, realizando una elección de la especie forestal adecuada para la cuenca. Llevar a cabo la preparación del terreno similar a la de cualquier cultivo agricola; y finalmente garantizar un sombreadamiento meno	PEX	2.179,08	0,49%
6ps-2, 6s-4	Pendiente ligeramente escarpada a moderadamente escarpadas; Profundidad efectiva superficial;	Emplear especies arboreas que se adapten a las condiciones climaticas ,favorecer la regeneración natural y evitar las talas y las quemas, siembras en contorno y el tres bolillo, fertilización técnica con aplicación de cales, Conservar la vegetación	FPD	1.403,81	0,32%



GRUPO	LIMITANTES	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	AREAS_Ha	%
6p-2,6s-3, 6s-5, 6c-2, 6c-3, 6c-5, 6c-7, 6c-8, 6c-10, 7p-1, 7p-2, 7e-1	Clima cálido muy seco (Deficiencias de lluvias durante los 2 semestres del año); Erosión Moderada, Pendientes planas a ligeramente inclinadas 3 a 12%, 12 a 25%, 50 a 75%	Mantener el suelo cubierto con material vegetal, siembras en contorno, evitar la ganadería, evitar la sobre carga y el sobre pastoreo, implementar barreras vivas, proteger los nacimientos de agua y siembra en curvas de nivel, Reforestación con especies	FPR	69.739,75	15,81%
8p-1, 8h-1, 8s-1, incluye (Áreas Protección Legal)	Pendiente fuertemente escarpada (mayor a 75%); pedregocidad abundante mayor al 90%; Suceptible a las inundaciones muy frecuentes;	Área para la conservación y recuperación de la naturaleza	CRE	32.287,98	7,32%
CA	CUERPOS DE AGUA	CUERPOS DE AGUA	CA	33.507,90	7,60%
ZU	ZONAS URBANAS	ZONAS URBANAS	ZU	6.141,97	1,39%
CN	CANALES	CANALES	CN	2.950,32	0,67%
AN	ANTROPICO	ANTROPICO	AN	2.959,31	0,67%
EL CORCHAL EL MONO HERNADEZ (SPN)	EL CORCHAL EL MONO HERNADEZ (SISTEMA DE PARQUES NACIONALES)	EL CORCHAL EL MONO HERNADEZ (SISTEMA DE PARQUES NACIONALES)	CRE	4.030,06	0,91%
<b>Total general</b>				<b>441.010,77</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.616. Mapa de usos principales propuestos.**



Fuente. Consorcio Canal del Dique.

### 3.11 COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA

El presente documento contiene la descripción de las coberturas y usos actuales de la tierra representados en los respectivos mapas en escala 1:25.000, elaborados en el marco de la fase diagnóstica del ajuste y actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. Un objetivo fundamental del proyecto es la incorporación del componente de gestión del riesgo como determinante ambiental del ordenamiento territorial en los procesos de formulación y/o actualización de planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas afectadas por el fenómeno de la niña 2010-2011.

La Cuenca Hidrográfica Canal del Dique presenta un área total de 441.010 hectáreas pertenecientes a los departamentos de Bolívar, Atlántico y Sucre. El componente cobertura y usos de la tierra en el marco del POMCA requieren la elaboración de mapas actualizados de cobertura de la tierra en escala 1:25.000 de acuerdo con la metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia, un mapa en escala 1:100.000 de análisis multitemporal de las coberturas, los respectivos documentos técnicos, y el cálculo de los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio de coberturas naturales, índice de fragmentación, índice de ambiente crítico, índice del estado actual de las coberturas naturales y tasa de cambio de coberturas naturales, conforme con la metodología del IDEAM (2014).

#### 3.11.1 Metodología

La metodología general del presente documento se desarrolla en dos partes: la primera corresponde a la metodología de la cobertura de la tierra y la segunda parte se refiere a la metodología para el análisis multitemporal.

##### 3.11.1.1 Insumos

Para efectuar la caracterización de las coberturas y usos de la tierra de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se emplearon imágenes de satélite y cartografía base en escala 1:25.000. Los principales insumos requeridos son resumidos en la **Tabla 3.461**, **Tabla 3.462**, **Figura 3.617** y la **Figura 3.618**.

**Tabla 3.461. Sensores remotos para interpretar la Cuenca Canal del Dique.**

SENSOR	AÑO	MES	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	NUBOSIDAD	AREA (Ha)	% DE LA CUENCA
Spot	2014		1,5 m	4 bandas	4%	282,340.5	64.10%
Rapideye	2015		5 m	5 bandas	5%	109,393.5	24.84%
Rapideye	2013	Diciembre	6 m	5 bandas	5%	16,424.8	3.73%
Pleiades	2014		0,5 m	4 bandas	4%	32,315.2	7.34%
<b>Total</b>						<b>440,474.1</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

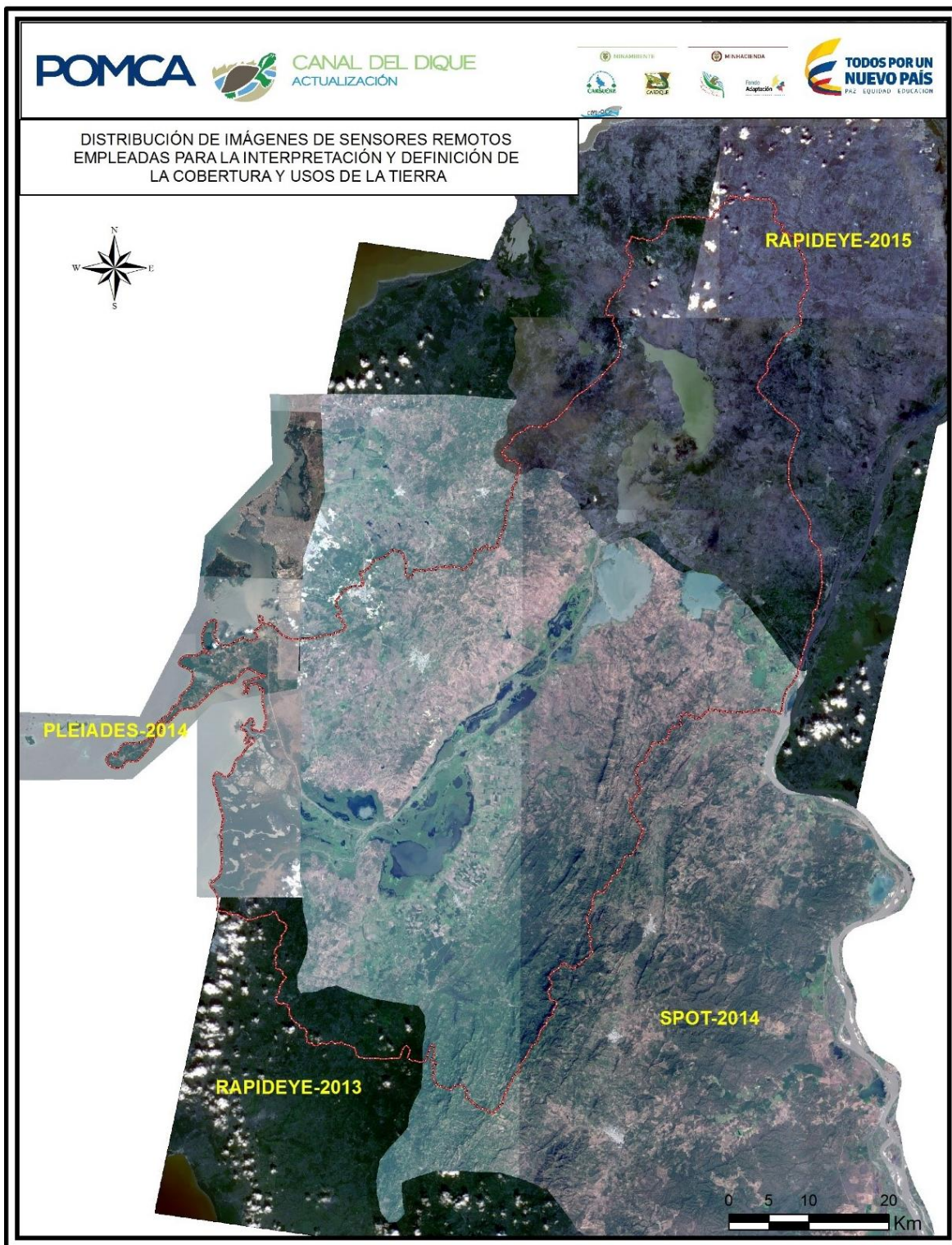
**Tabla 3.462. Planchas topográficas 1:25.000 del IGAC de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

PLANCHA	AREA (HECTAREAS)	PLANCHA	AREA (HECTAREAS)	PLANCHA	AREA (HECTAREAS)
31-II-C	1.4	37-I-D	6,106.5	30-III-D	13,848.8
36-II-A	3.3	31-III-C	7,851.2	30-II-B	14,373.0
24-IV-C	51.4	37-IV-B	7,911.0	24-III-A	14,873.1
37-IV-D	65.9	24-I-A	7,964.2	30-II-C	14,935.5
29-II-A	69.4	23-IV-D	7,994.6	37-II-B	15,000.0
30-I-B	204.8	24-I-C	10,036.8	37-II-C	15,000.0
38-I-C	439.9	30-II-A	10,438.1	30-IV-D	15,000.0
17-III-C	448.2	31-III-A	10,681.4	37-II-A	15,000.0
31-III-B	483.2	24-I-D	10,917.7	31-I-B	15,000.0
37-III-B	607.1	37-I-B	10,984.0	31-I-C	15,000.0
31-II-A	915.7	30-III-B	11,201.9	30-IV-B	15,000.0
29-IV-A	1,465.4	30-I-D	11,282.2	30-IV-C	15,000.0
29-II-C	2,371.4	24-III-B	11,726.2	31-I-A	15,000.0
38-I-A	3,143.8	37-II-D	13,008.7	30-II-D	15,000.0
17-III-D	3,246.2	31-I-D	13,223.3	30-IV-A	15,000.0
23-IV-B	4,323.1	24-III-D	13,743.6	24-III-C	15,000.0
37-IV-A	5,719.5	24-I-B	13,811.1		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

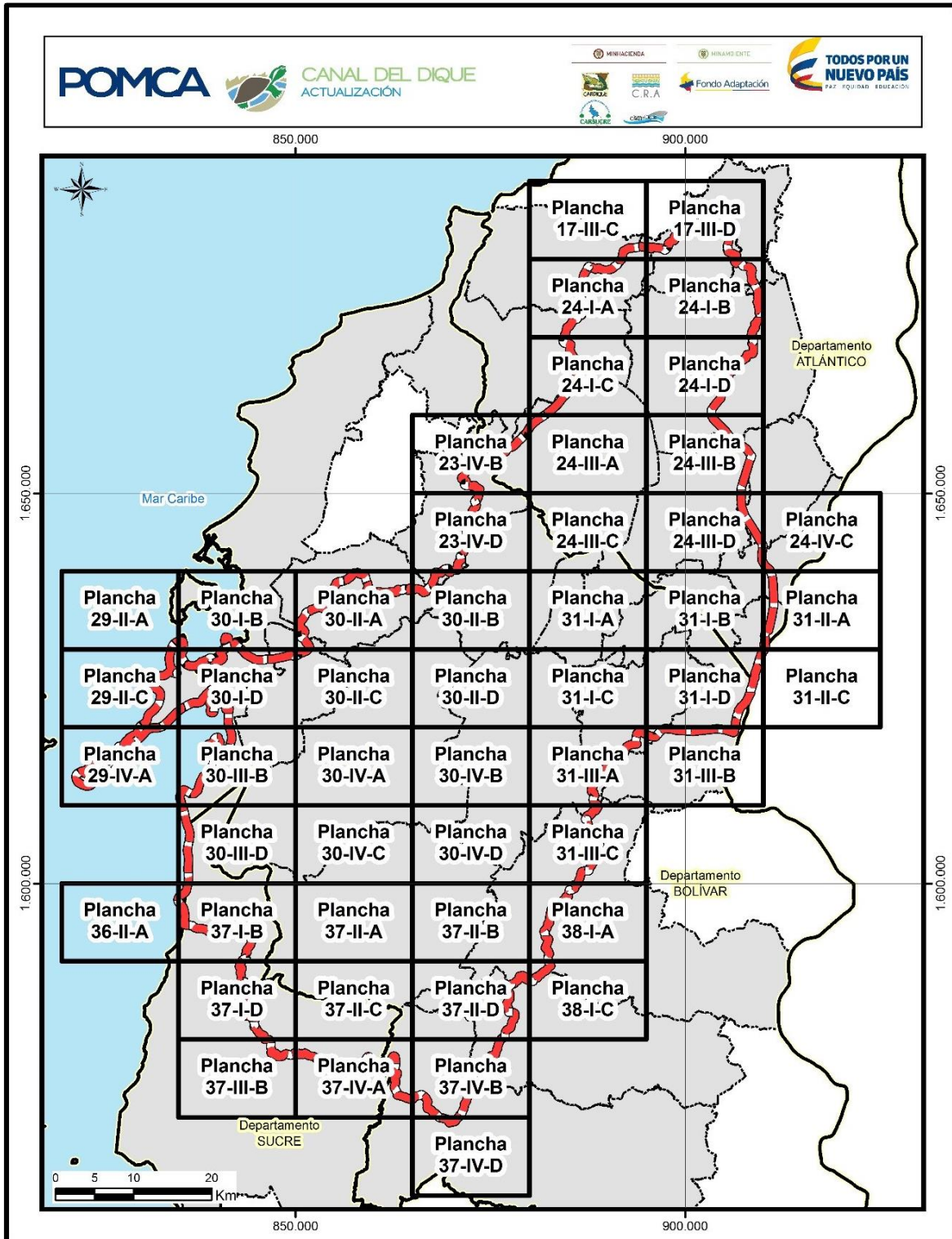


**Figura 3.617. Distribución de imágenes de sensores remotos empleadas para la interpretación y definición de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.618. Planchas topográficas en escala 1:25.000 que cubren la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.11.1.2 Preparación de Imágenes Satelitales

Para la preparación de las 16 imágenes Rapideye de los años 2014 a 2016, se realizaron los siguientes pasos:

#### 3.11.1.2.1 Revisión de la Georreferenciación

En este paso se revisó el corregistro de todas las imágenes principalmente en las zonas de empalme, con el fin de poder realizar un mosaico que permita trabajar de manera unificada y se verificó la georreferencia de cada imagen con la cartografía base en escala 1:25.000. Esta verificación se realizó tomando varios puntos de la imagen y la cartografía base que sean fácilmente identificables en ambas fuentes, revisando que el error máximo no supere los 8,3 metros para la escala 1:25.000.

#### 3.11.1.2.2 Generación de Mosaico

El mosaico de imágenes es generado con el propósito de unificar la información de las imágenes, lo cual permite efectuar el análisis e interpretación en un solo conjunto de datos. Para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se elaboró un mosaico con imágenes RapidEyes, Pleiades y Spot mediante el empleo del sistema de información geográfica Quantum GIS (Qgis).

#### 3.11.1.2.3 Segmentación

Una vez elaborado el mosaico de imágenes, se realiza el proceso de segmentación para identificar los diferentes objetos que contienen las imágenes y así poder diferenciar cada una de las coberturas de la tierra. La segmentación final resulta luego de realizar diferentes pruebas de ensayo y error para encontrar y determinar los valores radiométricos que puedan diferenciar de manera concreta los diferentes objetos encontrados en las imágenes.

A partir de los objetos segmentados se establecen diferentes estadísticas en cada uno de los segmentos, tales como media, desviación estándar, brillo y contraste en cada una de las bandas del mosaico. Con lo anterior se establecen rangos de diferenciación a través de la toma de muestras de objetos referenciados en cada una de las clases que se pretenden organizar dentro de la cobertura. Este proceso se realiza para identificar el nivel general, es decir las coberturas como pastos limpios, bosques, cuerpos de agua, y otras coberturas generales, con las cuales se crea el mapa preliminar de cobertura de la tierra.

Una vez se establecen las muestras se genera el proceso de clasificación el cual recoge las muestras tomadas para cada clase y a partir de las estadísticas, se agrupan los segmentos para generar la capa de cobertura inicial.

Posteriormente, se inicia el proceso de edición paso a paso; primero se generan nuevas clases vacías con el fin de generar en mayor detalle las capas generales, por ejemplo, el arbustal denso y el arbustal abierto, así como los pastos limpios diferenciarlos de los pastos enmalezados, o el bosque denso diferenciarlo de la vegetación secundaria, y así sucesivamente en cada una de las capas generales. El proceso de edición se realiza de manera manual identificando visualmente los objetos que se necesitan detallar de manera

visual y también los que se necesitan cambiar de clase, haciendo esta revisión, detalle y reclasificación para toda la cuenca en ordenación. En el siguiente paso a la capa editada se le genera eliminación de segmentos menores a una hectárea para eliminar objetos que proporcionan basuras, para la escala 1:25.000.

Finalmente, la capa editada se exporta del formato raster y se convierte al formato vector a través de herramientas que vectorizan los objetos determinados en cada clase y los convierten en polígonos, generando un shapefile con las diferentes clases. Este shape es utilizado para iniciar la interpretación visual, polígono a polígono, como se explica en el siguiente capítulo.

### 3.11.1.3 Metodología de la Interpretación de la Cobertura de la Tierra

La metodología para obtener la cobertura de la tierra en escala 1:25.000 para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, consta de tres componentes: los insumos, los procesos y los productos (ver **Figura 3.619**). Los insumos y los procesos del mosaico ya se describieron en el capítulo anterior, los procedimientos se explican a continuación.

El área de estudio es definida conforme con los límites de la cuenca en ordenación descrito en el componente de Hidrografía. A partir de los límites de cuenca en ordenación se define un área buffer de 500 m que permita calcular posteriormente las áreas naturales y antropizadas para obtener la fragmentación (según metodología Steenmans & Pinborg, 2000).

Luego de establecer el área de trabajo, se definen los insumos a utilizar teniendo en cuenta la completitud de los sensores remotos y las siguientes condiciones:

- Resolución espacial adecuada para la escala 1:25.000, es decir, igual o menor a 8,3 m.
- El año de la imagen satelital debe ser del 2013 o más reciente. En este caso, se emplearon imágenes de los años 2014, 2015 y 2016.
- Bajo contenido de nubes o sombras significativas en el área de trabajo seleccionado para cada sensor (menos del 1%).

Para cada imagen seleccionada se verificó la georreferenciación para que satisfaga la escala 1:25.000 empleando la cartografía base del IGAC. Una vez georreferenciada y organizada en un mosaico de las 16 imágenes, se hace un proceso de segmentación que incluye formas y reglas de agrupación. Se obtiene la segmentación de la imagen, es decir, los polígonos diferenciados por tipos o rangos de respuestas espectrales de cada imagen y se obtienen los polígonos diferenciados para la escala 1:25.000, como se explicó en el capítulo anterior.

Luego, las unidades identificadas son codificadas conforme la nomenclatura *Corine Land Cover* adaptada para Colombia, basado en la interpretación visual y de manera manual (polígono por polígono, calificado por cada interprete). Además, se efectúa la edición de los polígonos que presenten incoherencias identificadas mediante la interpretación visual (barrido sistemático), como son división o corte de polígonos o unión o pegado de



polígonos. Adicionalmente se editan vías y ríos, que generen un área cartografiable en la escala 1:25.000.

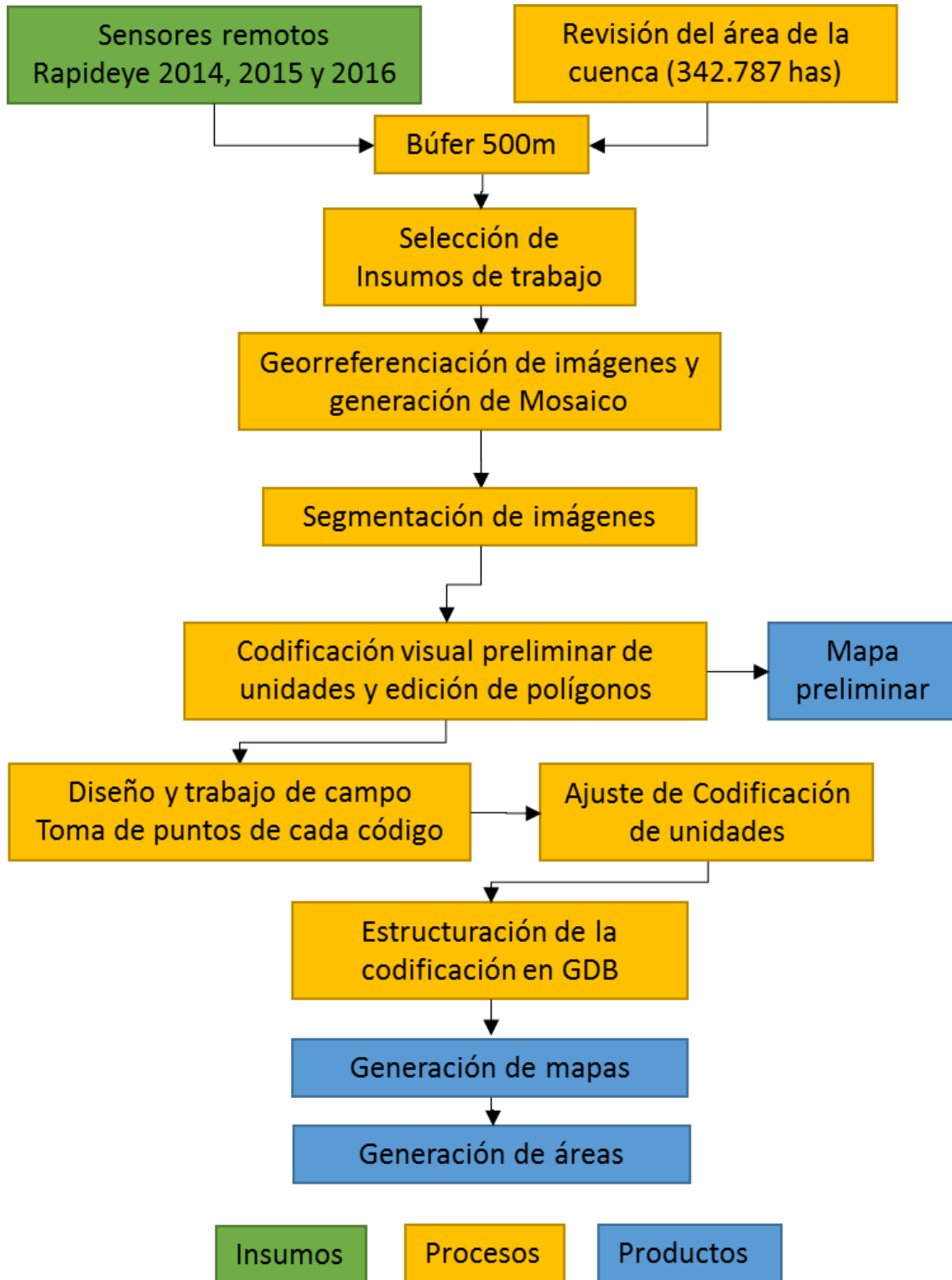
Una vez los polígonos son codificados, se genera el mapa preliminar de coberturas de la tierra, el cual es empleado como apoyo para diseñar el trabajo de campo. Para cada tipo de codificación se ubican puntos de control de campo distribuidos en diferentes partes de la cuenca, con un número representativo para la cuenca alta, otros para la cuenca media y otros para la cuenca baja. Particularmente se tomarán puntos específicos donde existan dudas en la interpretación y codificación.

Con la malla de puntos definidos se busca verificar y ajustar la codificación tanto a nivel particular (codificación dudosa con cada punto verificado), como la codificación general. or ejemplo, algunos polígonos codificados como arbustales, en campo se observaron cómo vegetación secundaria baja, para un sector de la cuenca.

Una vez revisado todos los polígonos mediante barrido sistemático, se procede a la estructuración del archivo en formato shapefile, verificando y ajustando topología, y se revisa la unidad mínima de mapeo adecuada para la escala 1:25.000. La unidad mínima de mapeo de los niveles 2 al 4, es de 1 hectáreas; para el código 1 y 5 del primer nivel de *Corine Land Cover* corresponde a 0.3 hectáreas.

Finalmente, se genera el mapa preliminar con los colores correspondiente de cada cobertura, y se calculan las respectivas áreas para la cuenca, tipo de cuenca (alta, media y baja), subcuenca y por municipio.

**Figura 3.619. Metodología para interpretar cobertura y usos de la tierra para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.1.4 Metodología para el Análisis Multitemporal

Para generar el análisis multitemporal se emplean imágenes satelitales del año 2000 (promedio) en escala 1:100.000 (IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI & IIAP, 2007) y el mapa en escala 1:25.000 de cobertura obtenida de imágenes recuents (2014, 2015) en la actualización del POMCA. La cobertura actual se deberá homologar a la escala 1:100.000 mediante la generalización de polígonos y de leyenda, teniendo en cuenta el código de 2 dígitos de *Corine Land Cover*, para obtener un mapa de cobertura en escala 1:100.000, representativo de los años 2014 y 2015. Los mapas de coberturas actual y antigua son comparados para obtener cambios en las coberturas y clasificarlos conforme a las categorías mostradas en la **Tabla 3.463**. En la **Figura 3.620** se presenta el proceso metodológico para el análisis multitemporal de las coberturas de la tierra.

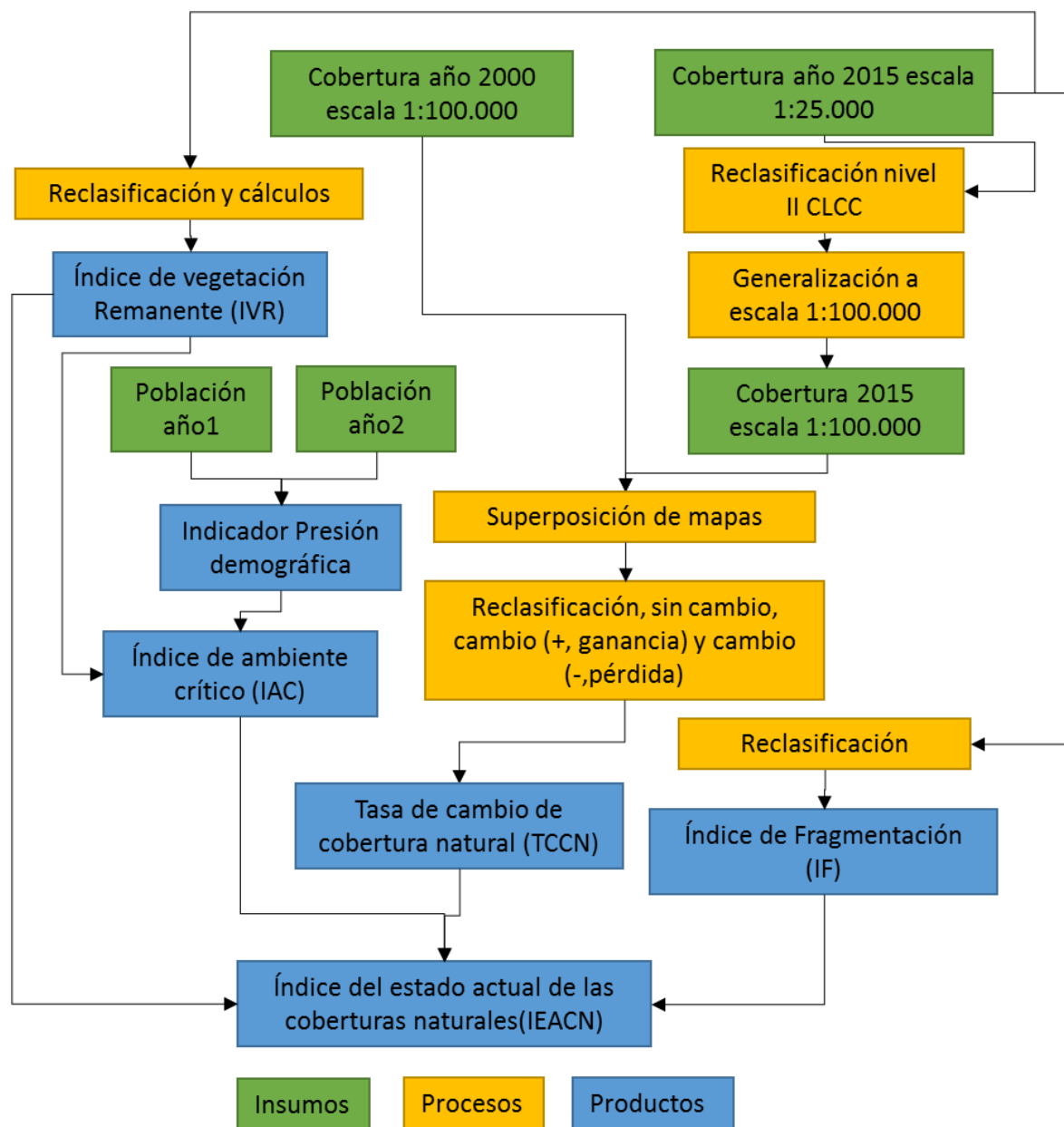
**Tabla 3.463. Calificación en el análisis multitemporal de cobertura de la Cuenca Canal del Dique.**

CAMBIO
Ganancia severa
Ganancia moderada
Sin Cambio
Pérdida moderada
Pérdida severa
Sin Cambio Natural

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con esta información del análisis multitemporal se calcula el Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la tierra (TCCN).

**Figura 3.620. Metodología para generar el análisis multitemporal, índices e indicadores de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.1.5 Metodología para el Cálculo de Indicadores para la Definición del Estado Actual de las Coberturas Naturales

Para elaborar el mapa de fragmentación para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se tiene en cuenta la metodología de Steenmans & Pinborg (2000) sugerida por la Guía Técnica para la Formulación de POMCA'S (MADS, 2014). Según la metodología mencionada, los mapas de cobertura de la tierra en escala 1:25.000 son el insumo principal



para el cálculo del índice del estado actual de las coberturas naturales. A continuación, se describen los procedimientos implementados y resultados obtenidos.

### 3.11.1.5.1 Reclasificación del Mapa de Cobertura Vegetal

Siguiendo lo expuesto en la metodología de Steenmans & Pinborg (2000), se reclasificó el mapa de cobertura y usos de la tierra en dos categorías: áreas naturales y áreas no naturales (antropizadas). Esta labor se realiza bajo la supervisión del profesional encargado del componente florístico. Cabe aclarar que, cómo lo afirma Triviño et. al. (2007), aunque en el territorio las superficies de agua son espacios naturales, para efectos de estudiar el nivel de fragmentación de las coberturas terrestres, los cuerpos de agua deben clasificarse como espacios antropizados, dado que constituyen una barrera para la conectividad de las coberturas vegetales de tipo de terrestre.

### 3.11.1.5.2 Rasterización del Mapa de Antropización

A partir del archivo en formato shapefile (formato vectorial) del mapa de antropización, se procedió a convertirlo a formato raster con tamaños de celda de 250 metros x 250 metros, conforme a lo exigido por la metodología.

### 3.11.1.5.3 Determinación de los Índices de Fragmentación

Siguiendo la metodología, la zona de estudio de la cuenca se dividió en una grilla de cuadrantes de dos kilómetros de lado. En cada cuadrante de la grilla se estableció cuantos complejos naturales conectados y cuantos complejos naturales no conectados se encuentran. Posteriormente, empleando el filtro binario PEPPSALT, se eliminaron aquellas celdas de áreas naturales que se encontraban aisladas, es decir, sin una de las cuatro conexiones (arriba, abajo, izquierda, derecha) a otro pixel de área natural (**Figura 3.621**). Se obtuvieron los histogramas de cada cuadrante, antes y después de ejecutar el filtro PEPPSALT, para poder establecer exactamente la cantidad de complejos conectados y complejos no conectados que existen en cada cuadrante. Estos resultados fueron consignados en un archivo en formato Excel para finalmente, aplicar la fórmula definida en la metodología y poder calcular el índice de fragmentación de cada cuadrante.

A continuación, se presenta la fórmula matemática empleada para calcular el índice de fragmentación de Steenmans & Pinborg (2000):

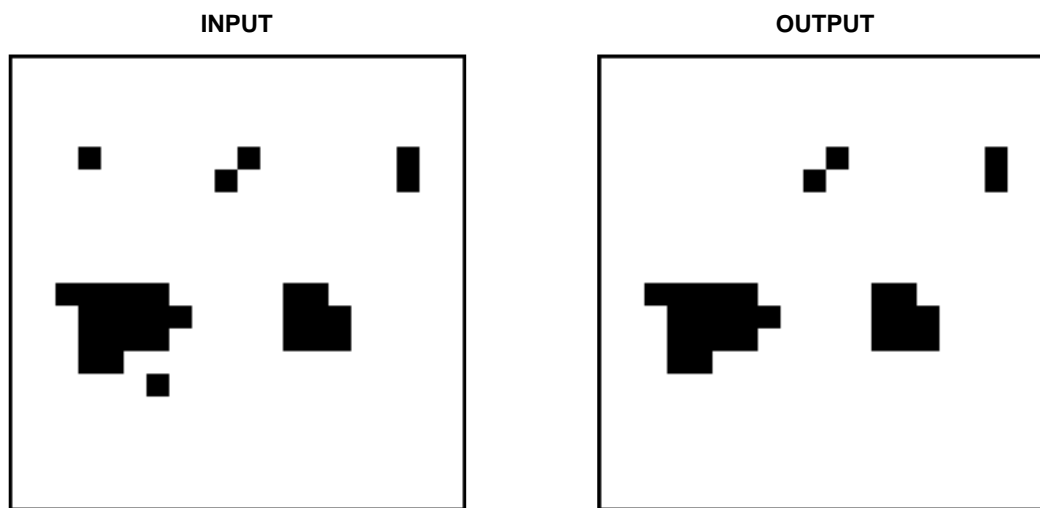
$$\text{Índice de fragmentación} = \text{frecuencia} / ((\text{Cuenta media}/16) * (\text{Suma de áreas naturales}/16))$$

**Frecuencia:** Número de “pixeles sensitivos” (complejos) conectados en cada celda de la grilla.

**Cuenta media:** Tamaño promedio de las clases (clúster) en km<sup>2</sup>.

**Suma de áreas naturales:** Área total de todos los pixeles que son áreas naturales.

Figura 3.621. Ilustración de la forma como opera el filtro binario PEPPSALT.



Fuente: Tomado de [http://spatialanalyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/sec/filter\\_peppsalt\\_sec.htm](http://spatialanalyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/sec/filter_peppsalt_sec.htm).

Cada píxel tiene un tamaño de 250 m, por eso  $4 \times 4 = 16$  píxeles que representan  $1 \text{ km}^2$ .

Los índices calculados permitieron clasificar cada cuadrante de acuerdo a una tipología de fragmentación previamente definida en la metodología empleada. La **Tabla 3.464** muestra los rangos de valores del índice de fragmentación que definen las categorías de fragmentación.

**Tabla 3.464. Tipologías de fragmentación según rangos del índice de Fragmentación de Steenmans & Pinborg (2000).**

TIPO DE FRAGMENTACIÓN	VALOR DEL ÍNDICE
MÍNIMA	Menor a 0,01
POCA	Entre 0,01 y 0,1
MEDIA	Entre 0,1 y 1
MODERADA	Entre 1 y 10
FUERTE	Entre 10 y 100
EXTREMA	Mayor a 100

Fuente: [http://spatialanalyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/sec/filter\\_peppsalt\\_sec.htm](http://spatialanalyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/sec/filter_peppsalt_sec.htm).

De la **Tabla 3.465** a la **Tabla 3.467** se presentan las descripciones y fórmulas para calcular los índices de tasas de cambio de coberturas naturales (TCCN), vegetación remanente (IVR) y fragmentación (IF), respectivamente.

**Tabla 3.465. Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN																		
Nombre y Sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN).																		
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.																		
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002).																		
Fórmula	$TCCN = (\ln ATC_2 - \ln ATC_1) * 100 / (t_2 - t_1)$ .																		
VARIABLES Y UNIDADES	TCNN: Tasa de cambio de las coberturas naturales en (%). ATC <sub>2</sub> : Área total de la cobertura en el momento dos (o final). ATC <sub>1</sub> : Área total de la cobertura en el momento uno (o inicial). (t <sub>2</sub> - t <sub>1</sub> ): Número de años entre el momento inicial (t <sub>1</sub> ) y el momento final (t <sub>2</sub> ). Ln logaritmo natural.																		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.																		
Interpretación de la calificación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>DESCRIPTOR</th> <th>CALIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja</td> <td>menor del 10%</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>entre 11-20%</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Medianamente alta</td> <td>entre 21-30%</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>entre 31-40%</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Muy alta</td> <td>mayor 40%</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORÍA	DESCRIPTOR	CALIFICACIÓN	Baja	menor del 10%	20	Media	entre 11-20%	15	Medianamente alta	entre 21-30%	10	Alta	entre 31-40%	5	Muy alta	mayor 40%	0
	CATEGORÍA	DESCRIPTOR	CALIFICACIÓN																
	Baja	menor del 10%	20																
	Media	entre 11-20%	15																
	Medianamente alta	entre 21-30%	10																
	Alta	entre 31-40%	5																
Muy alta	mayor 40%	0																	
Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.																		

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).

**Tabla 3.466. Indicador de Vegetación Remanente (IVR).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR).
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.
Definición	El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).
Fórmula	$IVR = (AVR / At) * 100$ .
VARIABLES Y UNIDADES	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible.

	DESCRIPTOR	RANGO	CALIFICACIÓN
Interpretación de la calificación	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta.	IVR $\geq$ 70%	20
	PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media.	IVR $\geq$ igual al 50% y < del 69%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja.	IVR $\geq$ a 30% y < del 49%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja.	IVR $\geq$ a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).

**Tabla 3.467. Índice de Fragmentación (IF).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Fragmentación (IF).		
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.		
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 1991). Con el fin, de conocer el índice de fragmentación se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad.		
Fórmula	$\text{Índice de fragmentación} = \frac{\text{psc}}{(\text{ps}/\text{cs} * 16)} * (\text{ps}/16).$ Siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles. 16 es el número de grillas en estudio según artículo original.		
VARIABLES Y UNIDADES	Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100.		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente.		
Interpretación de la calificación	DESCRIPTOR	RANGO	CALIFICACIÓN
	Mínima	<0.01	20
	Media	Entre 0.01 y 0.1	15
	Moderada	Entre 0.1 y 1	10
	Fuerte	Entre 1 y 10	5
Extrema	Entre 10 y 100	0	
Observaciones	Índices de fragmentación con rangos de Fuerte con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat.		

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).



A partir de la información de población de dos años diferentes se obtiene el Indicador de presión demográfica (IPD) (**Tabla 3.468**). El Índice de Ambiente Crítico (IAC) se calcula a partir del indicador de presión demográfica y el índice de vegetación remanente (**Tabla 3.469**). Como se indicó en la **Figura 3.621**, finalmente con el IVR, el IAC, la TCCN y el IF se calcula el Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN) (**Tabla 3.470**).

**Tabla 3.468. Indicador de Presión Demográfica (IPD).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD.	
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.	
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.	
Fórmula	IPD= d*r.	
VARIABLES Y UNIDADES	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal).	
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.	
Observaciones	Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: $N_2 = N_1 \cdot e^{rt}$ Dónde: N1 = Población censo inicial N2 = Población censo final. e = Base de los logaritmos naturales (2.71829). r = Tasa de crecimiento. t = Tiempo transcurrido entre los censos.	
Interpretación de la calificación	RANGO	DESCRIPTOR
	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
	IPD >1 <10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
	IPD >10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta.
	IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.
Observaciones	El índice fue calculado por vereda que incluye el centro poblado.	

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).

**Tabla 3.469. Índice de Ambiente Crítico (IAC).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN				
Nombre y sigla	Índice de ambiente crítico – IAC.				
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica.				
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico), de donde resulta un índice de estado presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación.				
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD.				
Variables y Unidades	IVR e IPD.				
Insumos	Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio.				
Interpretación de la calificación	<b>MATRIZ DE CALIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE AMBIENTE CRÍTICO</b>				
	<b>IVR</b>	<b>RANGO DE DENSIDAD DE POBLACIÓN</b>			
	Categorías	< 1	>1<10	>10<100	>100
	NT	I	I	II	II
	PT	I	I	II	II
	MDT	II	II	III	III
	MT	III	III	IV	IV
	CT	III	III	IV	V
	NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado. I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20). II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (Calificación 15). III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10). IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5). V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0).				
	Observaciones	El IVR utilizado para éste índice es generado para bosque ya que es más sensible.			

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).

**Tabla 3.470. Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN).**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN												
Nombre y Sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN).												
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.												
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra.												
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80.												
VARIABLES Y UNIDADES	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto.												
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.												
Interpretación de la calificación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>CATEGORÍA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mayor de 60</td> <td>Conservada</td> </tr> <tr> <td>Entre 41 y 59</td> <td>Medianamente transformada</td> </tr> <tr> <td>Entre 21 y 40</td> <td>Transformada</td> </tr> <tr> <td>Entre 1 y 20</td> <td>Altamente transformada</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Completamente transformada</td> </tr> </tbody> </table>	RANGO	CATEGORÍA	Mayor de 60	Conservada	Entre 41 y 59	Medianamente transformada	Entre 21 y 40	Transformada	Entre 1 y 20	Altamente transformada	0	Completamente transformada
	RANGO	CATEGORÍA											
	Mayor de 60	Conservada											
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada											
	Entre 21 y 40	Transformada											
Entre 1 y 20	Altamente transformada												
0	Completamente transformada												
Observaciones													

Fuente: Guía técnica para la formulación de POMCAS, MADS (2014).

### 3.11.1.6 Procesamiento de Información

Los índices e indicadores son estimados y categorizados conforme a las formulas y rangos mostrados de la **Tabla 3.465** a la **Tabla 3.470**.

### 3.11.1.7 Análisis de la Información Disponible

La información disponible se describió en el capítulo de herramientas o insumos, donde se definieron las imágenes RapidEye y Spot (con banda infrarroja), las cuales cubren el 100% del área de la cuenca en ordenación, con fecha de toma de 2014 y 2015, y resolución espacial de 5 m, adecuada para escala 1:25.000, conforme a los requerimientos exigidos para el POMCA (MADS, 2014). Las nubes y sombras cubren menos del 1% en la mayor parte de las imágenes; en sectores con significativa nubosidad se emplearon imágenes de Google Earth (2015). En conclusión, existen los insumos adecuados para efectuar la interpretación de coberturas de la tierra en escala 1:25.000 para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

Otro insumo son los mapas de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 del año 2000 (IDEAM, 2007) para efectuar el análisis multitemporal y los mapas de coberturas y usos de la tierra a escala 1:25.000 del Departamento del Atlántico elaboradas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA).

### 3.11.1.8 Fase de Campo

La fase de campo se realizó con la ayuda de dispositivos portátiles de GPS, empleados para la ubicación de puntos de control en los centroides de los polígonos con dudosa codificación. Existen dos tipos de polígonos dudosos identificados mediante interpretación de imágenes satelitales: 1) polígonos únicos con una respuesta del sensor muy particular (color textura y forma), los cuales cada uno requiere verificación en campo; y 2) polígonos de dudosa codificación, definidos mediante patrones que se repiten en diversos sectores de las imágenes satelitales, y con contados puntos ubicados de manera estratégica, es posible extrapolar a otros polígonos con el mismo patrón de color, textura, forma y tamaño. Adicionalmente, se efectúan un control de campo del resto de los polígonos con mayor certeza en su codificación, para verificar y garantizar la calidad de la interpretación.

#### 3.11.1.8.1 Etapa de Aprestamiento

Se emplea un mapa preliminar de coberturas con la ubicación de los puntos de control de campo. El mapa mencionado permitió definir las rutas con acceso más fácil a los puntos preestablecidos. Las actividades de campo incluyen la toma de coordenadas en puntos de control, fotografías de la vegetación, y observaciones del tipo de cobertura presente. En los recorridos se tomarán adicionales puntos de control de campo con el fin de obtener suficiente información y representación de cada tipo de cobertura presente en la cuenca en ordenación.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de la interpretación se efectuó en imágenes de los años 2014, 2015 y 2016, y es posible que la mayoría del paisaje no haya experimentado cambios significativos, especialmente las coberturas naturales como bosques, plantaciones, arbustales, herbazales o seminatural como vegetación secundaria.

#### 3.11.1.8.2 Actividades Puntuales en Campo

Una vez ubicados los puntos de control de campo, se procede a diligenciar el formato mostrado en la **Tabla 3.471**.

**Tabla 3.471. Tabla para registrar información en campo.**

VERIFICADOR:				FECHA:		
PUNTO DE GPS	PUNTO MAPA	TIPO	CLCC MAPA	CLCC TERRENO	FOTOGRAFÍA	OBSERVACIONES

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.1.8.2.1 Verificación de Información en Campo

Se trazaron recorridos para verificar las unidades, de tal manera que quedara cubierta la mayor parte del área de influencia de las subcuencas del Cana del Dique. Definidos los



recorridos para la comprobación de unidades, se realizaron entonces, visitas a sitios donde era posible la visualización y confirmación de las unidades interpretadas previamente sobre las imágenes de satélite.

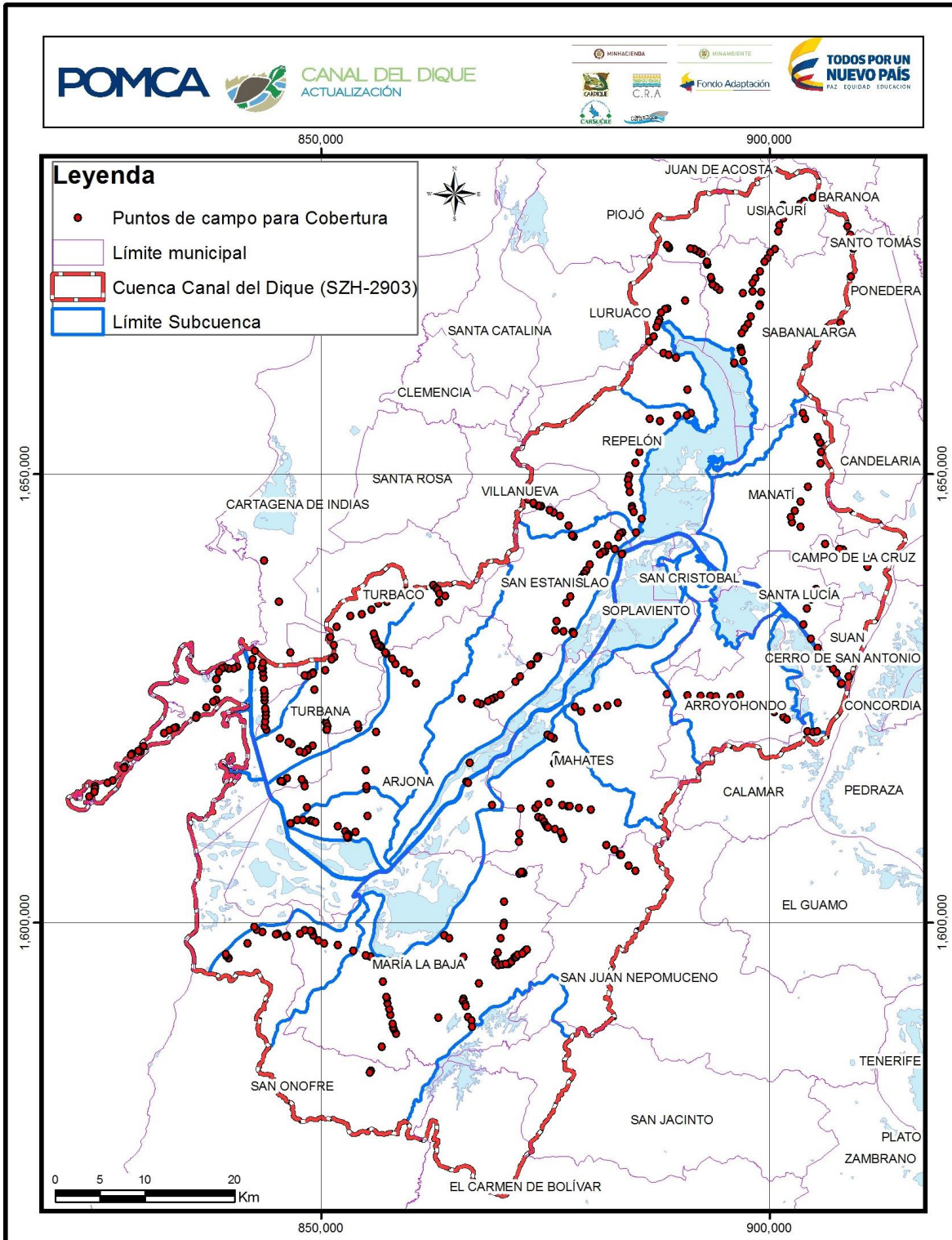
En la actualidad existen varias herramientas especializadas que emplean poderosos algoritmos para el procesamiento de imágenes de satélite, logrando la generación de una clasificación de cobertura vegetal y usos del suelo sin una supervisión en campo, sin embargo, siempre es importante el apoyo de profesionales temáticos que tienen conocimiento de la zona de estudio para comprobar las coberturas interpretadas por los software especializados, las cuales en ocasiones pueden verse alteradas por la presencia de nubes, sombras, distorsiones atmosféricas y la confusión entre coberturas por su similitud, generan confusión en la clasificación, por esta razón, la comprobación en campo de las coberturas interpretadas es una actividad indispensable en esta clase de estudios.

Como resultados de los recorridos, se logró validar en campo 461 puntos ubicados al interior de la Cuenca. Se tomó un total de 598 fotografías, de las cuales 26 corresponden a fotografías panorámicas. Se verificó en campo para cada punto si la cobertura en la cartografía preliminar correspondía a la cobertura observada en campo; se asignó para cada uno un número de fotografía y las observaciones correspondientes. Con esta información, se dio inicio al desarrollo de ajustes correspondientes para la elaboración de la cobertura final de la cuenca, haciendo un barrido a partir de los puntos de campo y extrapolando a otras zonas de similar respuesta espectral.

En el **Anexo 3.11.1**, se presenta el consolidado de los puntos de campo y sus respectivas fotografías, coordenadas, cobertura observada y observaciones.

En la **Figura 3.622**, se presenta el mapa con los recorridos de validación de campo para cobertura y uso de las tierras de la Cuenca Canal del Dique.

**Figura 3.622. Recorridos para validación en campo de la cobertura y usos de la tierra.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.2 Resultados Esperados

A continuación, se mencionan los productos requeridos para la caracterización de las coberturas y usos de la tierra en el marco del POMCA del Canal del Dique (**Tabla 3.472**):

- Documento técnico descriptivo de las coberturas y usos actuales de la tierra identificados en la cuenca.
- Mapa de cobertura y usos actuales de la tierra en escala 1:25.000 con su respectiva leyenda, conforme lo establecido por la metodología de *Corine Land Cover* adaptada para Colombia.
- Documento técnico con los resultados del análisis multitemporal de coberturas naturales de la tierra.
- Salida cartográfica con el análisis multitemporal de coberturas naturales de la tierra, contrastando la información actual (posterior al fenómeno de la niña 2010-2011) con la más antigua posible, homologando su leyenda a la metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia.
- Documento técnico con los resultados del análisis de los indicadores de vegetación remanente (VR), tasa de cambio de coberturas naturales (TCCN), índice de fragmentación (IF), índice de ambiente crítico (IAC), índice de estado actual de las coberturas naturales (IEACN) con sus respectivas salidas cartográficas.

**Tabla 3.472. Productos esperados para la caracterización de cobertura y uso de la tierra para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

PRODUCTO	
<b>A</b>	Mapa de cobertura a escala 1:25.000 en un área de 342.787 hectáreas, según la metodología <i>Corine Land Cover</i> adaptada para Colombia por el IDEAM. Incluye Geodatabase con las capas usadas y generadas en la interpretación (archivos tipo vector).
<b>B</b>	Informe técnico con la descripción de las coberturas y usos actuales de la tierra.
<b>C</b>	Mapa en escala 1:100.000 del análisis multitemporal de coberturas naturales de la tierra.
<b>D</b>	Informe técnico con los resultados del análisis multitemporal.
<b>E</b>	Informe técnico con los resultados del análisis de índices e indicadores.
<b>F</b>	Informe técnico con los resultados de la evaluación del estado de las coberturas naturales y acciones de restauración en cuencas abastecedoras de acueductos municipales y rurales, con las respectivas salidas cartográficas.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.3 Cronograma de Actividades de la Fase

El cronograma de trabajo se muestra en la **Tabla 3.473**, donde se aprecia el tiempo en semanas requerido para la interpretación de imágenes satelitales, análisis multitemporal y generación de índices e indicadores relacionados con las coberturas de la tierra de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

**Tabla 3.473. Cronograma de la cobertura y análisis multitemporal de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

TIEMPO	MES 1				MES 2				MES 3			
ACTIVIDAD	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión de imágenes y área de trabajo	■											
Georreferenciación de imágenes		■										
Interpretación preliminar		■	■	■	■							
Diseño trabajo de campo				■	■							
Trabajo de campo						■	■					
Ajuste codificación							■	■	■			
Topología y estructuración									■	■		
Generación de mapas y áreas										■		
Análisis multitemporal										■	■	
Calculo de índices e indicadores										■	■	■
Informe final												■

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4 Resultados Obtenidos

#### 3.11.4.1 Descripción de las Coberturas y Usos Actuales de la Tierra Identificados en la Cuenca

El conocimiento de la cobertura y uso del suelo constituye uno de los aspectos más importantes dentro del análisis físico biótico para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, por lo cual es indispensable no sólo definir, determinar y cartografiar unidades ecológicas homogéneas, sino también, por su influencia en la formación y evolución de los suelos.

La metodología utilizada para el análisis de cobertura y uso, descrita anteriormente, está basada en la guía metodológica del IDEAM (2010) para la caracterización de las coberturas y usos de la tierra.

A continuación, se presenta una descripción de las unidades de cobertura identificadas en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, de acuerdo con la metodología del IDEAM (2010).

##### 3.11.4.1.1 Territorios Artificializados

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo con fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

Los territorios artificializados corresponden al 1.51 % del área de la cuenca hidrográfica con alrededor de 6.661,72 hectáreas, subdivididos en tres zonas. La primera son las zonas urbanizadas con una representatividad del 1,17%; la segunda son las zonas industriales, comerciales y de redes de comunicación con una representatividad del 0,24%; la tercera



son las zonas de extracción minera con una representatividad de 0,09%; y la cuarta zona son las zonas verdes artificializadas con una representatividad de 0,01%.

A continuación, se describen las clases de cobertura de la tierra que presenta cada una de las zonas que se presentan en los territorios artificializados.

#### 3.11.4.1.1.1 Zonas Urbanizadas

Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano. Se encuentran las siguientes categorías.

##### Tejido Urbano Continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. El sector con tejido urbano continuo (**Fotografía 3.198** y **Fotografía 3.199**) es de 5.108,80 hectáreas, que corresponde al 1,16% de la cuenca hidrográfica. Estos se distribuyen a lo largo de la cuenca alta, media y baja del Canal del Dique.

**Fotografía 3.198. Iglesia María La Baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.199. Málaga.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

##### Tejido Urbano Discontinuo

Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, dado que el resto del área está cubierta por vegetación. El sector con tejido urbano discontinuo (**Fotografía 3.200** y **Fotografía 3.201**) es de 57,22 hectáreas, que corresponde al 0.01% de la cuenca hidrográfica. Estos se ubican a lo largo del área de estudio y corresponden a pequeños caseríos de vivienda.

**Fotografía 3.200. Centro Poblado Campo Cruz.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.201. Centro Poblado Barú.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.1.1.2 Zonas Industriales, Comerciales y Redes de Comunicación

Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad. Se encuentran las siguientes categorías.

#### Zonas Industriales

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales.

Las zonas industriales tienen una extensión (**Fotografía 3.202** y **Fotografía 3.203**) de 288,99 Ha, que corresponde al 0,07% de la cuenca hidrográfica. Estos se ubican a lo largo de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.202. Planta extracción de palma.** **Fotografía 3.203. Ladrillera.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Red Vial y Terrenos Asociados

Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras y autopistas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. La superficie debe ser mayor a cinco hectáreas y el ancho de la vía debe ser superior a 50 metros.

La red vial de la cuenca tiene una extensión (**Fotografía 3.204**) de 758,81 Ha, que corresponde al 0,17% de la cuenca hidrográfica.

#### **Fotografía 3.204. Red vial y terrenos asociados.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Aeropuertos

Comprende la infraestructura donde funciona una terminal aérea. Incluye las pistas de aterrizaje y carreteo, los edificios, las superficies libres, las zonas de amortiguación y la vegetación asociada. Los aeropuertos tienen una extensión de 2,22 hectáreas, y se encuentra en el municipio de Sabanalarga, departamento del Atlántico.

#### 3.11.4.1.1.3 Zonas Extracción Minera y Escombreras

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. Se encuentran las siguientes categorías.

### Zonas de Extracción de Minerales

Son áreas dedicadas a la extracción de minerales en el territorio. Las zonas de extracción de minerales (**Fotografía 3.205** y **Fotografía 3.206**) presentan una extensión de 400,77 hectáreas, que corresponde al 0,09% de la cuenca hidrográfica. Estas zonas se encuentran en la parte alta, media y baja de la cuenca en los municipios de Luruaco, Repelón, Sabanalarga, Manatí, Corregimientos de Cartagena, María La Baja, Arjona, Mahates,



Soplaviento, San Estanislao, San Cristóbal, Calamar, San Cayetano, Arroyohondo, Arjona y Turbaco.

**Fotografía 3.205. Cantera- Extracción de Materiales.** **Fotografía 3.206. Cantera de Extracción de Caliza – Distrito Cartagena.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Zona de Disposición de Residuos (Rellenos Sanitarios)**

Son espacios en los que se depositan restos de construcción, residuos urbanos, desechos industriales y material estéril de minas. Esta cobertura tiene una extensión total de 4,43 hectáreas, y se encuentra en el municipio de Repelón.

3.11.4.1.1.4 Zonas Verdes Artificializadas, No Agrícolas

Comprende las zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida apreciable. En general, estas zonas verdes son áreas resultantes de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad. Se encuentran las siguientes categorías.

**Instalaciones Recreativas (Áreas Turísticas)**

Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano. Las áreas turísticas tienen una extensión de 40,49 hectáreas, que corresponde al 0,01% de la cuenca hidrográfica, se ubican en el municipio de Cartagena.



### 3.11.4.1.2 Los Territorios Agrícolas

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

Los territorios agrícolas tienen una representatividad de 54,09%, lo que corresponde alrededor de 238.550,71 hectáreas del total de 441.010,77 hectáreas de la cuenca hidrográfica. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

Las áreas con cultivos transitorios cuenta con una extensión de 1.259,63 hectáreas equivalente al 0,29% del territorio, las áreas con cultivos permanentes cuenta con una extensión de 8.291,47 hectáreas equivalente al 1,88% del territorio, las áreas de pastos cuenta con una extensión de 199.229,92 hectáreas equivalente al 45,18% del territorio, convirtiéndose de este modo una de las categorías que más se encuentra a lo largo de la cuenca hidrográfica, y las áreas agrícolas heterogéneas representan el 6,75% con una extensión aproximada de 29.769,69 hectáreas.

A continuación, se describen las categorías de cobertura de la tierra que presenta los territorios agrícolas en la cuenca hidrográfica.

#### 3.11.4.1.2.1 Cultivos Transitorios

Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales, los tubérculos, las oleaginosas, la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto. Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Se encuentran las siguientes categorías.

#### **Otros Cultivos Transitorios**

Son las tierras ocupadas por cultivos transitorios no incluidos en los grupos de cereales, oleaginosos, leguminosos, hortalizas y tubérculos.

Las zonas con cultivos transitorios (**Fotografía 3.207** y **Fotografía 3.208**) presentan una extensión de 1.110,31 hectáreas, que corresponde al 0,25% de la cuenca hidrográfica. Estas zonas se encuentran en los municipios de Sabanalarga, Santa Lucía, Mahates y María La Baja.

**Fotografía 3.207.Cultivo ñame.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.208.Otro Cultivo Transitorio.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

## Cereales

Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de gramíneas como arroz, maíz, sorgo, cebada y trigo.

Las zonas con cultivos de cereales (**Fotografía 3.209**) presentan una extensión de 142,83 hectáreas, que corresponde al 0,03% de la cuenca hidrográfica; se extienden en la zona Norte del territorio, entre los municipios de Repelón y Sabanalarga.

**Fotografía 3.209.Cultivos de Maíz.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



## Yuca

Cobertura terrestre propia de las regiones cálidas y húmedas de la zona intertropical. La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un arbusto perenne de la familia de las euforbiáceas. La yuca es cultivada por su raíz almidonosa de alto valor alimentario. Territorios agrícolas que tienen una cobertura vegetal compuesta por plantas herbácea de la familia de las

gramíneas, de unos 2 m de altura, con la raíz fibrosa, hojas grandes y fruto en espiga, que se cultiva como planta forrajera.

Las zonas con cultivo de Yuca (**Fotografía 3.210**) tienen una extensión de 6,50 hectáreas, que se encuentra en el municipio de Arjona.

#### **Fotografía 3.210.Cultivos de Yuca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.4.1.2.2 Cultivos Permanentes

Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos de herbáceas como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales. Se encuentran las siguientes categorías.

#### **Otros Cultivos Permanentes Arbóreos**

Cobertura permanente de cultivos arbóreos de especies que no se encuentran especificadas en los numerales anteriores, es decir, que no corresponden a palma de aceite, cítricos o mangos, y son diferentes a las plantaciones forestales.

Las zonas con otros cultivos permanentes (**Fotografía 3.211**) tienen una extensión de 673,24 hectáreas, que corresponde al 0,15% de la cuenca hidrográfica; se extienden en la zona Norte del territorio, en el municipio de Usiacurí, y en la parte baja del territorio, en los municipios de María La Baja y San Jacinto.



**Fotografía 3.211. Cultivos arbóreos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Palma de Aceite**

Cobertura compuesta por cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*), planta perenne de tronco solitario y hojas pinnadas perteneciente a la familia Arecaceae, que puede alcanzar alturas de hasta 12 m. Su cultivo se desarrolla preferencialmente en terrenos planos a ligeramente ondulados, en tierras situadas por debajo de los 500 msnm, bajo climas cálidos.

Las zonas con cultivo de palma de aceite (**Fotografía 3.212**) presentan una extensión de 7.583,73 hectáreas, que corresponde al 1,72% de la cuenca hidrográfica. Este tipo de cobertura se encuentra especialmente en la parte Sur del territorio, en los municipios de Mahates, Arjona y María La Baja; aunque en el municipio de Repelón también se encuentra una zona del territorio con este tipo de cobertura vegetal.

**Fotografía 3.212. Cultivos de Palma.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Cultivos Confinados**

Comprenden las tierras ocupadas por cultivos bajo infraestructuras de invernaderos, principalmente dedicadas al cultivo de flores, frutales y hortalizas. Incluye toda aquella



estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas.

Las zonas con cultivos confinados tienen una extensión de 34,50 hectáreas, este tipo de cultivos los encontramos en el municipio de Arjona, en la zona Sur occidental, y en el municipio de Santa Lucía, ubicado en la parte centro oriental de la cuenca hidrográfica.

### 3.11.4.1.2.3 Pastos

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace. Se encuentran las siguientes categorías.

#### **Pastos Limpios**

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

Las zonas con pastos limpios (**Fotografía 3.213**) presentan una extensión de 133.716,94 hectáreas, que corresponde al 30,32% del territorio. Esta cobertura vegetal se encuentra distribuida en la parte alta, media y baja de la cuenca, presente en todos los municipios que tiene jurisdicción la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

#### **Fotografía 3.213. Pastos Limpios.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### **Pastos Arbolados**

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma

dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos.

Las zonas con pastos arbolados (**Fotografía 3.214**) presentan una extensión de 30.306,24 hectáreas, que corresponde al 6,87% de la cuenca hidrográfica. Esta cobertura vegetal se encuentra distribuida en la parte alta, media y baja del territorio, especialmente sobre el costado oriental de la misma.

### **Fotografía 3.214. Pastos Arbolados.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Pastos Enmalezados**

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

Las zonas con pastos enmalezados (**Fotografía 3.215**) presentan una extensión de 35.206,74 hectáreas, equivalentes al 7,98% del área de estudio. Esta cobertura se encuentra distribuida homogéneamente en la cuenca hidrográfica, presente en todos los municipios con jurisprudencia de la misma.

**Fotografía 3.215.Pastos Enmalezados.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**3.11.4.1.2.4 Áreas Agrícolas Heterogéneas**

Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra. Se encuentran las siguientes categorías.

**Mosaico de Cultivos**

Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 hectáreas) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

Las zonas con mosaico de cultivos presentan una extensión de 8,23 hectáreas, la cual, se encuentra ubicada en el municipio de Repelón, departamento de Atlántico.

**Mosaico de Pastos y Cultivos**

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 hectáreas) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

Las zonas con mosaico de pastos y cultivos tienen una extensión de 5.982,75 hectáreas, que corresponde al 1,36% de la cuenca hidrográfica; esta cobertura está en la parte Norte de la cuenca, en los municipios de Repelón, Manatí, Campo de la Cruz, Sabanalarga y Usiacurí.



### **Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales**

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Las zonas con mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales (**Fotografía 3.216**) tienen una extensión de 184,75 hectáreas, que corresponde al 0,04% de la cuenca hidrográfica. Se encuentran en la zona occidental de la cuenca, especialmente en el municipio de Cartagena.

#### **Fotografía 3.216. Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Mosaico de Pastos con Espacios Naturales**

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Las zonas con mosaico de pastos con espacios naturales (**Fotografía 3.217**) tienen una extensión de 23.574,51 hectáreas, que corresponde al 5,35% de la cuenca hidrográfica. La



cobertura vegetal se encuentra en los municipios de Sabanalarga, Manatí, Campo de La Cruz, ubicados en la parte oriental del territorio; mientras tanto, en la zona occidental, los municipios de Turbaná, Arjona, Mahates son los que presentan este tipo de cobertura vegetal.

**Fotografía 3.217. Mosaico de Pastos con Espacios Naturales.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Mosaico de Cultivos y Espacios Naturales**

Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea, a veces entremezclada con las áreas de cultivos, dificultando su diferenciación. Las áreas de cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los parches y residuos de espacios naturales están conformados por aquellas áreas cubiertas por relictos de bosque, arbustales, bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria o en transición, zonas pantanosas u otras áreas no intervenidas o poco transformadas que permanecen en estado natural o casi natural.

Las zonas con mosaico de cultivos y espacios naturales presentan una extensión de 19,45 hectáreas, ubicada en el municipio de Repelón.

**3.11.4.1.3 Bosques y Áreas Seminaturales**

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el

resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundaria o en transición.

Los territorios de bosques y áreas seminaturales son los de mayor representatividad con un 29,97%, lo que corresponde alrededor de 132.187,93 hectáreas de la cuenca hidrográfica. Comprende tres categorías distribuidas en áreas de bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y las áreas abiertas sin o con poca vegetación.

Las zonas de vegetación herbácea son las áreas que tienen mayor proporción en el territorio dentro de esta categoría con una extensión de 109.135,13 hectáreas que equivale al 24,75%, lo sigue las áreas de bosque que tiene en total 20.675,60 Ha lo que representa un 4,69% del territorio, y dentro de esta categoría las áreas abiertas son la de menor proporción con 2.377,20 hectáreas que representan tan solo el 0,54% de la cuenca hidrográfica.

A continuación, se describen las categorías de cobertura de la tierra que presenta las áreas de bosque y áreas seminaturales en la cuenca hidrográfica.

#### 3.11.4.1.3.1 Bosques

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida, esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones. Se encuentran las siguientes categorías.

##### **Bosque Denso Alto de Tierra Firme**

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

Las zonas con bosque denso alto de tierra firme (**Fotografía 3.218**) presentan una extensión de 1.112,94 hectáreas, equivalente al 0,25% de la cuenca hidrográfica. La cobertura natural se encuentra ubicada en la parte Sur occidental del territorio, en los municipios de María La Baja, Arjona y Cartagena.

**Fotografía 3.218. Bosque Denso Alto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Manglar Denso Alto**

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en las franjas adyacentes a los cuerpos de agua lóticos, las cuales corresponden principalmente a las vegas de divagación y llanuras de desborde con procesos de inundación periódicos con una duración mayor a dos meses.

Las zonas con manglar denso alto (**Fotografía 3.219**) presentan una extensión de 10.661,22 hectáreas, que corresponde al 2,42% de la cuenca hidrográfica. Se encuentran en la zona Sur occidental del territorio, en los municipios de Cartagena, San Onofre y Arjona.

**Fotografía 3.219. Manglar Denso Alto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Bosque Denso Bajo de Tierra Firme**

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de



la unidad, y con altura del dosel entre 5 y 15 metros, y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

Las zonas de bosque denso bajo de tierra firme (**Fotografía 3.220**), tiene una extensión de 1.590,55 hectáreas, que corresponde al 0,36% de la cuenca hidrográfica. Se encuentran en la zona Norte del territorio, en los municipios de Sabanalarga, Repelón y Manatí.

**Fotografía 3.220. Bosque denso bajo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Bosque Denso Bajo Inundable**

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel entre 5 y 15 metros y que se encuentra localizada en las franjas adyacentes a los cuerpos de agua (lóticos), las cuales corresponden principalmente a las vegas de divagación y llanuras de desborde con procesos de inundación periódicos con una duración superior a dos meses.

Las zonas de bosque denso bajo inundable (**Fotografía 3.221**), presentan una extensión de 51,82 hectáreas, que corresponde al 0,01% de la cuenca hidrográfica. Se encuentran en el municipio de Repelón.



**Fotografía 3.221. Bosque denso bajo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria**

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque.

Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

Las zonas con bosque fragmentado con vegetación secundaria presentan una extensión de 4.674,18 hectáreas, que corresponde al 1,06% de la cuenca hidrográfica. Este tipo de cobertura se encuentra en los municipios de Cartagena, Sabanalarga, San Onofre y Piojó.

**Bosque de Galería y Ripario**

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario.

Las zonas con bosque de galería y ripario (**Fotografía 3.222**) tienen una extensión de 2.498,95 hectáreas, que corresponde al 0,57% de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.222. Bosque Galería.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Plantación Forestal**

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

Las plantaciones forestales (**Fotografía 3.223** y **Fotografía 3.224**) están compuestas por dos grupos, las plantaciones de coníferas y las plantaciones forestales, este grupo tiene una extensión total de 85,93 hectáreas, lo cual equivale al 0,02% de representatividad en el territorio, de las cuales 81,70 Ha corresponden a las plantaciones de coníferas. Este tipo de cobertura se encuentra en la parte central de la cuenca, en los municipios de San Estanislao y Villanueva.

**Fotografía 3.223. Plantación Eucalipto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.224. Plantación Teca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.11.4.1.3.2 Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. Se encuentran las siguientes categorías.

#### **Arbustal Denso**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales.

Las zonas con Arbustal denso (**Fotografía 3.225**) presentan una extensión de 48.123,77 hectáreas, que corresponde al 10,91% de la cuenca hidrográfica. Esta cobertura la podemos visualizar en la parte alta, media y baja de la cuenca, hacia los extremos orientales y occidentales de la misma.

#### **Fotografía 3.225. Arbustal Denso.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### **Arbustal Abierto**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.

Las zonas de arbustal abierta (**Fotografía 3.226**) presentan una extensión de 1.456,53 hectáreas, que corresponde al 0,33% de la cuenca hidrográfica. Los arbustales abiertos se encuentran distribuidos en la parte central de la cuenca.

**Fotografía 3.226. Arbustal Abierto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Vegetación Secundaria Alta**

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o forestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja.

Las zonas con vegetación secundaria alta (**Fotografía 3.227**) presentan una extensión de 46.500,31 hectáreas, que corresponde al 10,54% de la cuenca hidrográfica. Esta cobertura se encuentra uniformemente distribuida a lo largo y ancho del territorio, lo que corresponde a una sucesión de espacios que ha venido ganando la cobertura natural.

**Fotografía 3.227. Vegetación Secundaria Alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### Vegetación Secundaria Baja

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o forestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies.

La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa.

Las zonas con vegetación secundaria baja (**Fotografía 3.228**) presentan una extensión de 13.054,52 hectáreas, que corresponden al 2,96% de la cuenca hidrográfica. Esta cobertura se encuentra distribuida a lo largo de la cuenca, pero en los municipios de Sabanalarga, Usiacurí, Repelón y Manatí hay una gran mancha con este tipo de cobertura vegetal.

#### **Fotografía 3.228. Vegetación Secundaria Baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.4.1.3.3 Áreas Abiertas, Sin o Con Poca Vegetación

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, depósitos arenosos y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve en las partes altas de las cordilleras. Se encuentran las siguientes categorías.

#### Zonas Arenosas Naturales

Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo.

Se encuentran conformando playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. También se incluyen las superficies conformadas por terrenos cubiertos por arenas, limos o guijarros ubicados en zonas planas de los ambientes litoral y continental, que actualmente no están asociadas con la actividad de los ríos, el mar o el viento.

Las zonas arenosas naturales presentan una extensión de 2.037,75 hectáreas, que equivalen al 0,46% del territorio, de las cuales, 2.009,79 hectáreas corresponden a playas y 27,96 hectáreas a arenales. Este tipo de cobertura se encuentra distribuida en la cuenca hacia los extremos orientales y occidentales de la misma.

### **Zonas Quemadas**

Comprende las zonas afectadas por incendios recientes, donde los materiales carbonizados todavía están presentes. Estas zonas hacen referencia a los territorios afectados por incendios localizados tanto en áreas naturales como seminaturales, tales como bosques, cultivos, sabanas y arbustales.

Las zonas quemadas presentan una extensión de 339,45 hectáreas, que corresponde al 0,08% de la cuenca hidrográfica.

#### 3.11.4.1.4 Áreas Húmedas

Comprende aquellas coberturas constituidas por terrenos anegadizos, que pueden ser temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática, localizados en los bordes marinos y al interior del continente.

Las áreas húmedas tienen una extensión de 21.067,52 hectáreas y solo presentan una categoría que son las áreas húmedas continentales. A continuación, se describen las categorías de cobertura de la tierra que presenta las áreas húmedas en la cuenca hidrográfica.

##### 3.11.4.1.4.1 Áreas Húmedas Continentales

Las áreas húmedas hacen referencia a los diferentes tipos de zonas inundables, pantanos y terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente. Se encuentran las siguientes categorías.

### **Zonas Pantanosas**

Esta cobertura comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Comprenden hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos. Dentro de los pantanos se pueden encontrar cuerpos de agua, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática, con tamaño menor a 25 hectáreas, y que en total representan menos de 30% del área total del pantano.

Las zonas pantanosas (**Fotografía 3.229**), tiene una extensión de 13.726,91 hectáreas, que corresponde al 3,11% de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.229. Zonas pantanosas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Vegetación Acuática sobre Cuerpos de Agua**

Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Comprende vegetación biotipológicamente clasificada como Pleustophyta, Rizophyta y Haptophyta.

En Colombia, esta cobertura se encuentra asociada con lagos y lagunas andinos en proceso de eutrofización y en las zonas bajas asociada con cuerpos de agua localizados en las planicies de inundación o desborde.

Las zonas de vegetación acuática sobre cuerpos de agua (**Fotografía 3.230**) presentan una extensión de 7.340,61 hectáreas, que no corresponde a una representatividad en el territorio de 1,66%.

**Fotografía 3.230. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.1.5 Superficies de Agua

Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares.

Las superficies de agua tienen una extensión de 42.542,89 hectáreas que representan el 9,65% de la superficie, distribuida en las aguas continentales y marítimas. A continuación, se describen las categorías de cobertura de la tierra que presenta superficies de agua en la cuenca hidrográfica.

#### 3.11.4.1.5.1 Aguas Continentales

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. Se encuentran las siguientes categorías.

#### **Ríos (50 m)**

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiada aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros.

Las zonas de ríos (**Fotografía 3.231**) presentan una extensión de 134,98 hectáreas, que corresponde al 0,03% de la cuenca hidrográfica.

#### **Fotografía 3.231. Superficies de Agua.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales

Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. En la zona andina hay cuerpos de agua (lagos y lagunas) situados en alta montaña que constituyen las áreas de nacimiento de ríos.

Las lagunas, lagos y ciénagas (**Fotografía 3.232**), tiene una extensión de 26.448,06 hectáreas, que corresponde al 6,00% de la cuenca hidrográfica.

#### **Fotografía 3.232. Ciénaga Natural.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Canales

Cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente, que tiene un ancho mínimo de 50 m y que puede enlazar o no dos masas de agua. Comprende los canales de navegación y los de los distritos de riego.

Los canales (**Fotografía 3.233**), tienen una extensión de 1.378,55 hectáreas, que corresponde al 0,31% de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.233. Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Cuerpos de Agua Artificiales**

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos. Los cuerpos de agua artificial tienen una extensión de 12.354,25 hectáreas, que corresponde al 2,80% de la cuenca hidrográfica. Se distribuye de la siguiente manera.

Los embalses (**Fotografía 3.234**) tienen una extensión de 12.077,01 hectáreas en el área de la cuenca hidrográfica, que representa el 2,74% del territorio.

Los estanques para acuicultura continental (**Fotografía 3.235**) tienen una extensión de 264,13 hectáreas en el área de la cuenca hidrográfica, que representa el 0,06% del territorio.

Las lagunas de oxidación tienen una extensión de 3,63 hectáreas en el área de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.234.Embalse.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.235.Zoo criadero.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.4.1.5.2 Aguas Marítimas

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua natural salada y salobre asociada con mares u océanos que bordean el litoral. Fueron definidas las siguientes unidades para clasificar las aguas marítimas.

#### **Mares y Océanos**

Comprende los cuerpos de agua salada que bordean la zona litoral y que se extienden a partir de la línea de costa en período de bajamar.

Los mares y océanos (**Fotografía 3.236**), tienen una extensión de 176,11 hectáreas, que corresponde al 0,04% de la cuenca hidrográfica.

**Fotografía 3.236.Mar.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Estanques para Acuicultura Marina

Cuerpos de agua artificial destinados a la cría de crustáceos y peces. Se ubican, generalmente, en las regiones adyacentes al mar.

Los estanques para acuicultura marina (**Fotografía 3.237**), tienen una extensión de 2.050,94 Ha, que corresponde al 0,47% de la cuenca hidrográfica.

#### **Fotografía 3.237. Estanque acuicultura marina.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.4.2 Mapa de Cobertura y Usos Actuales de la Tierra en Escala 1:25.000

A continuación, se muestra la síntesis del documento descriptivo de la cobertura y usos actuales de la tierra anteriormente descritos. En la **Tabla 3.474**, se observa cual es la proporción de cada una de las categorías de la metodología que existen en los límites de la cuenca hidrográfica. En la **Figura 3.623** se presenta el mapa de las coberturas de la tierra.

**Tabla 3.474. Leyenda de cobertura de la tierra, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

COBERTURA	COD.	GRUPO USO	USO ACTUAL	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Tejido urbano continuo	111	Sin uso	Residencial	5108,80	1,16
Tejido urbano discontinuo	112	Sin uso	Residencial	57,22	0,01
Zonas industriales	1211	Sin uso	Industrial	288,99	0,07
Red vial y territorios asociados	1221	Infraestructura	Infraestructura y transporte	758,81	0,17
Aeropuertos	124	Infraestructura	Infraestructura y transporte	2,22	0,00
Zonas de extracción minera	131	Otros usos	Materiales de construcción - canteras (arena, arcilla, piedra, rajón y piedras o rocas ornamentales)	400,77	0,09
Relleno sanitario	1324	Silvopastoril	Botadero de Basuras	4,43	0,00

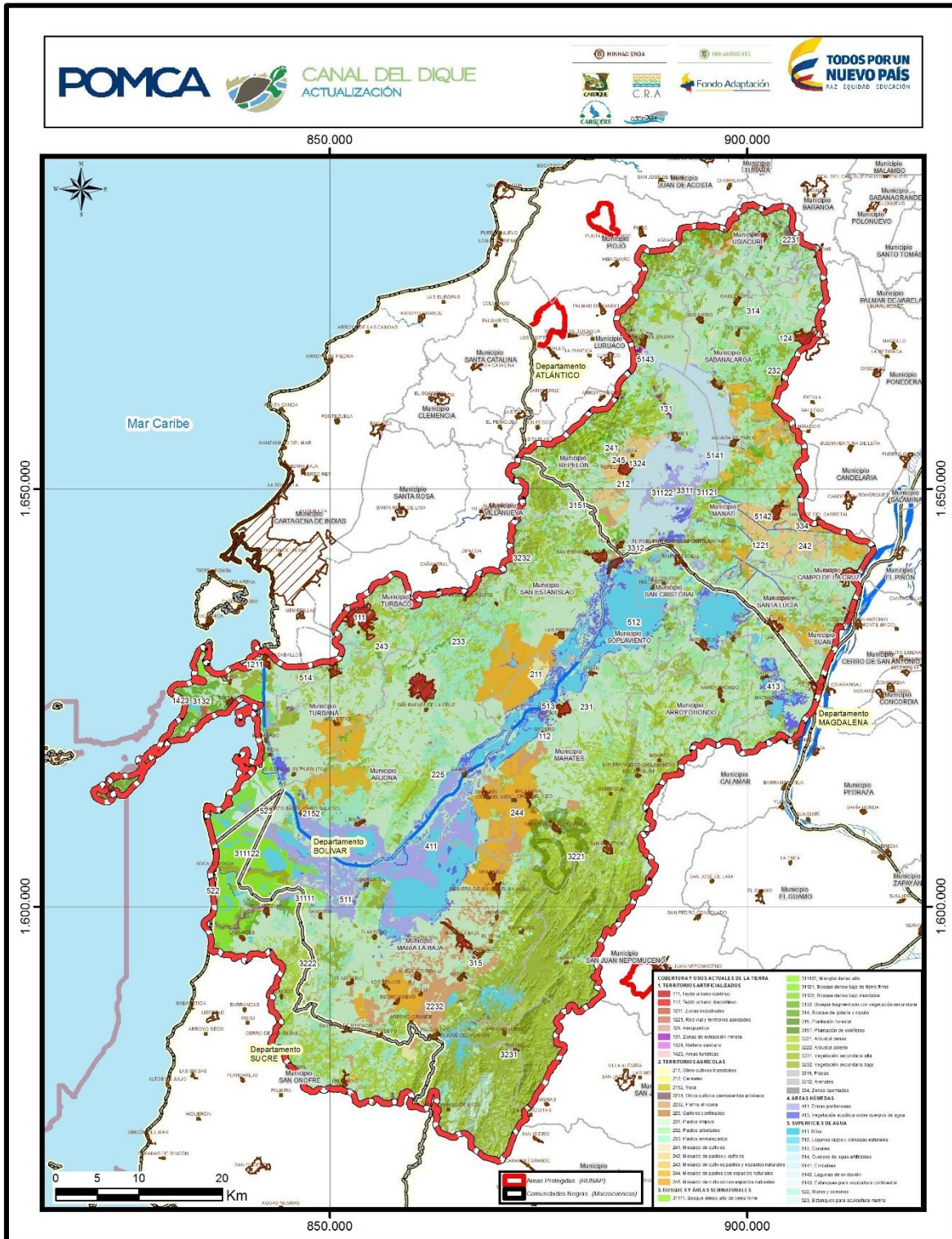


COBERTURA	COD.	GRUPO USO	USO ACTUAL	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Áreas turísticas	1423	Sin uso	Residencial	40,49	0,01
Otros cultivos transitorios	211	Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	1110,31	0,25
Cereales	212	Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	142,83	0,03
Yuca	2152	Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	6,50	0,00
Otros cultivos permanentes arbóreos	2231	Agricultura	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	673,24	0,15
Palma africana	2232	Agricultura	Cultivos Permanentes Semi-intensivos	7583,73	1,72
Cultivos confinados	225	Agricultura	Cultivos Permanentes Intensivos	34,50	0,01
Pastos limpios	231	Agrosilvícola	Pastoreo intensivo	133716,94	30,32
Pastos arbolados	232	Agrosilvícola	Pastoreo semi-intensivo	30306,24	6,87
Pastos enmalezados	233	Agrosilvícola	Pastoreo extensivo	35206,74	7,98
Mosaico de cultivos	241	Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	8,23	0,00
Mosaico de pastos y cultivos	242	Conservación	Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería	5982,75	1,36
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243	Forestería	Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería	184,75	0,04
Mosaico de pastos con espacios naturales	244	Forestal	Sistemas combinados de ganadería y forestería	23574,51	5,35
Mosaico de cultivos con espacios naturales	245	Agrosilvopastoril	Sistemas combinados de agricultura y forestería	19,45	0,00
Bosque denso alto de tierra firme	31111	Minería	Protección	1112,94	0,25
Bosque denso bajo de tierra firme	31121	Minería	Protección	1590,55	0,36
Bosque denso bajo inundable	31122	Minería	Protección	51,82	0,01
Manglar denso alto	311122	Minería	Protección	10661,22	2,42
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3132	Minería	Protección	4674,18	1,06
Bosque de galería y ripario	314	Minería	Protección	2498,95	0,57
Plantación forestal	315	Agropecuaria	Producción	4,24	0,00
Plantación de coníferas	3151	Agropecuaria	Producción	81,70	0,02
Arbustal denso	3221	Minería	Protección	48123,77	10,91
Arbustal abierto	3222	Minería	Protección	1456,53	0,33
Vegetación secundaria alta	3231	Conservación	Restauración	46500,31	10,54
Vegetación secundaria baja	3232	Conservación	Tierras en descanso	13054,52	2,96
Playas	3311	Sin uso	Recreacional, Deportivo o Turístico	2009,79	0,46
Arenales	3312	Sin uso	Recreacional, Deportivo o Turístico	27,96	0,01

COBERTURA	COD.	GRUPO USO	USO ACTUAL	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Zonas quemadas	334	Conservación	Restauración	339,45	0,08
Zonas pantanosas	411	Minería	Protección	13726,91	3,11
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	413	Minería	Protección	7340,61	1,66
Ríos	511	Zoocultura	Protección	134,98	0,03
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	Zoocultura	Protección	26448,06	6,00
Canales	513	Sin uso	Producción	1378,55	0,31
Cuerpos de agua artificiales	514	Sin uso	Producción	9,48	0,00
Embalses	5141	Sin uso	Producción	12077,01	2,74
Lagunas de oxidación	5142	Sin uso	Producción	3,63	0,00
Estanques para acuicultura continental	5143	Ganadería	Producción	264,13	0,06
Mares y océanos	522	Ganadería	Producción	176,11	0,04
Estanques para acuicultura marina	523	Ganadería	Producción	2050,94	0,47
<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>441010,77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.623. Mapa de cobertura y uso de la tierra de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.3 Resultados del Análisis Multitemporal

A continuación, se muestra los resultados del análisis multitemporal de las coberturas naturales de la tierra, para generar el análisis multitemporal se utilizó la cobertura del mapa de ecosistemas del 2007 basado en imágenes 2000-2002 principalmente, este mapa se observa en la **Tabla 3.475** y **Figura 3.624**. La leyenda está en el nivel 2 de *Corine Land Cover* adaptado para Colombia.

**Tabla 3.475. Leyenda de cobertura de la tierra 2002, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

COBERTURA	CCLC	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Áreas urbanizadas	1.1	4.516,97	1,02
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2	660,28	0,15
Zonas de extracción minera y escombreras	1.3	212,80	0,05
Zonas verdes artificializadas no agrícolas	1.4	207,69	0,05
Cultivos transitorios	2.1	2.340,39	0,53
Cultivos permanentes	2.2	1.161,23	0,26
Pastos	2.3	212.832,91	48,26
Áreas agrícolas heterogéneas	2.4	90.302,80	20,48
Bosques	3.1	47.518,33	10,77
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2	24.866,62	5,64
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3	557,95	0,13
Áreas húmedas continentales	4.1	13.532,65	3,07
Áreas húmedas costeras	4.2	780,95	0,18
Aguas continentales	5.1	36.523,16	8,28
Aguas marítimas	5.2	4.996,03	1,13
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>441.010,77</b>	<b>100,00</b>

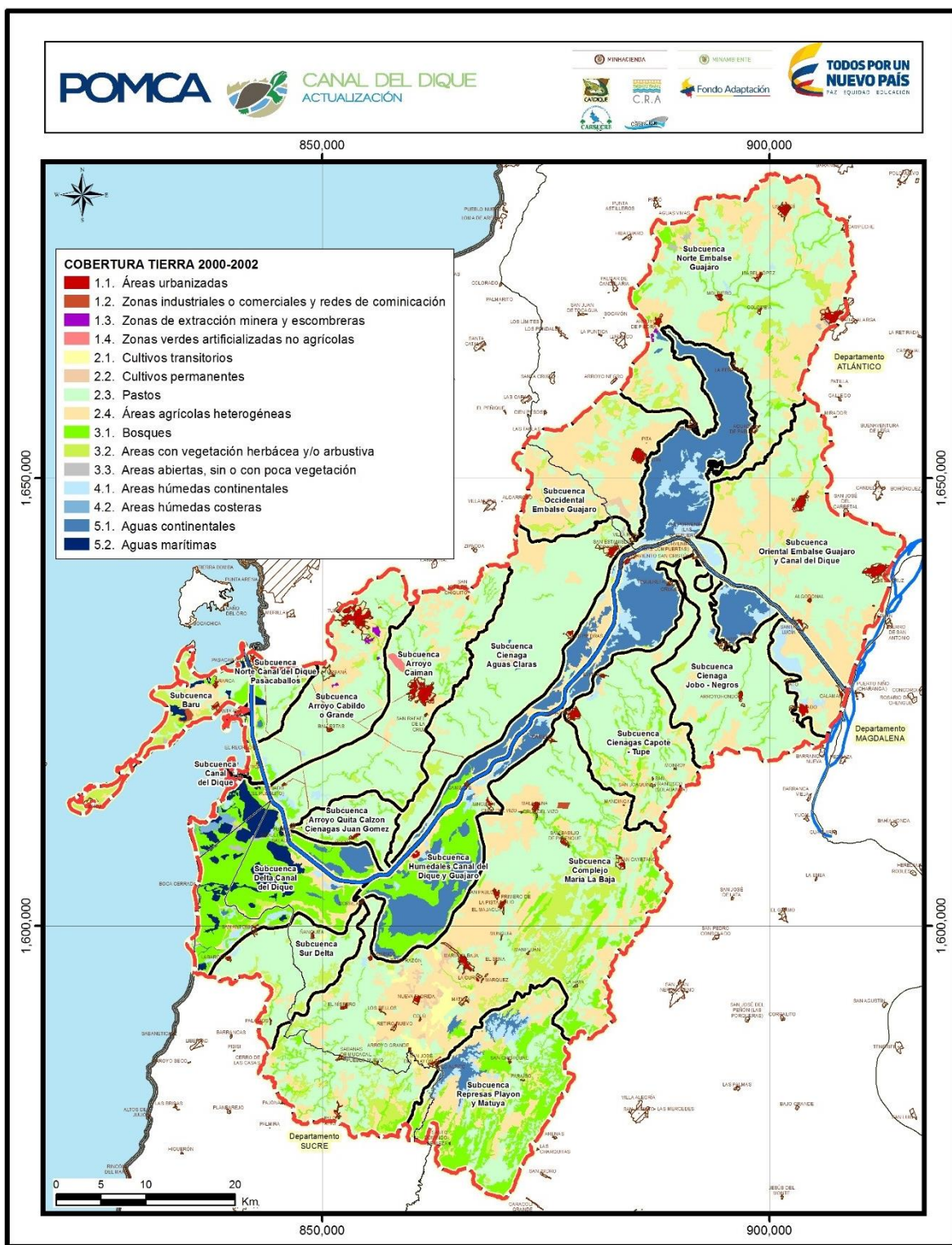
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Según los datos obtenidos de la cobertura para el año 2002 en la cuenca hidrográfica, la cobertura vegetal con mayor proporción en los límites de la cuenca hidrográfica son los pastos con una representatividad del 48.26%, espacialmente se encuentra en los costados orientales y occidentales de la misma, en todos los municipios con influencia en la cuenca hidrográfica.

La siguiente cobertura con mayor proporción dentro la cuenca son áreas agrícolas heterogéneas con un total de 90.302,80 Ha que corresponden alrededor del 21% del territorio, se encuentran en los municipios de María La Baja, Mahates, Turbaco, Turbaná y Usiacurí, principalmente.



**Figura 3.624. Coberturas Vegetal año 2000 – 2002 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para realizar el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica se superpone el mapa de cobertura vegetal anteriormente descrito del año 2002 con el mapa de cobertura descrito en el capítulo anterior, cuyo resultado es obtenido a partir de la clasificación mediante la metodología *Corine Land Cover* con imágenes satelitales de los años 2014 y 2015 a escala 1:25.000, no sin antes ajustar la cobertura a la escala de 1:100.000 para poder hacer el análisis correspondiente.

A continuación, se muestra el ajuste de la cobertura actual año 2014 – 2015 a escala 1:100.000 para poder hacer el análisis multitemporal, este mapa se observa en la **Tabla 3.476** y **Figura 3.625**.

**Tabla 3.476. Leyenda de cobertura de la tierra 2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

COBERTURA	CCLC	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Áreas urbanizadas	1.1	5.142,61	1,17
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2	964,63	0,22
Zonas de extracción minera y escombreras	1.3	411,04	0,09
Cultivos transitorios	2.1	1.197,11	0,27
Cultivos permanentes	2.2	7.945,08	1,80
Pastos	2.3	201.866,46	45,77
Áreas agrícolas heterogéneas	2.4	31.454,04	7,13
Bosques	3.1	20.914,81	4,74
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2	106.863,41	24,23
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3	1.077,90	0,24
Áreas húmedas continentales	4.1	21.072,24	4,78
Aguas continentales	5.1	39.949,11	9,06
Aguas marítimas	5.2	2.152,34	0,49
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>441.010,77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

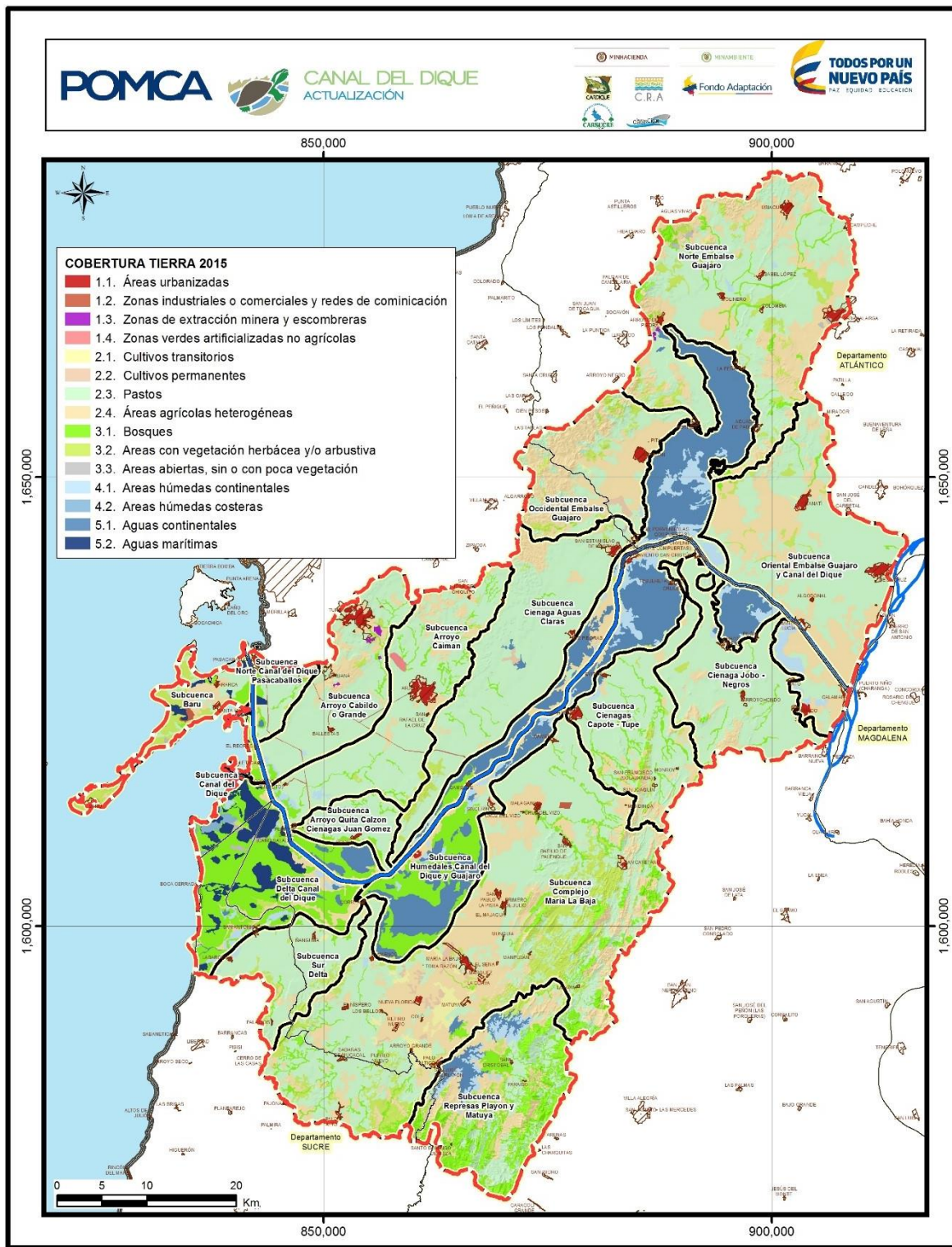
Según los datos obtenidos en el mapa de cobertura vegetal para el año 2015, la cobertura vegetal con mayor proporción en los límites de la cuenca hidrográfica son los pastos con una representatividad del 45.77 %, distribuidos uniformemente en todos los municipios que hacen parte de la cuenca.

La siguiente cobertura con mayor proporción dentro la cuenca son las áreas con vegetación arbustiva y/o herbácea, aunque los encontramos en todos los municipios de la cuenca, los costados orientales y occidentales son donde se encuentran este tipo de cobertura vegetal.

Una vez realizado el cruce de la información entre las coberturas en los diferentes años analizados, se obtiene las coberturas que no cambian (amarillo y café), coberturas que pierden cobertura natural (rojo) y coberturas que gana cobertura natural (verde), principalmente, a continuación, se muestra la matriz del cruce de las coberturas de los dos momentos para observar el cambio de la misma en la cuenca hidrográfica (ver **Tabla 3.477**).



**Figura 3.625. Coberturas Vegetal año 2015 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.477. Matriz cruce cobertura vegetal años 2002 - 2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

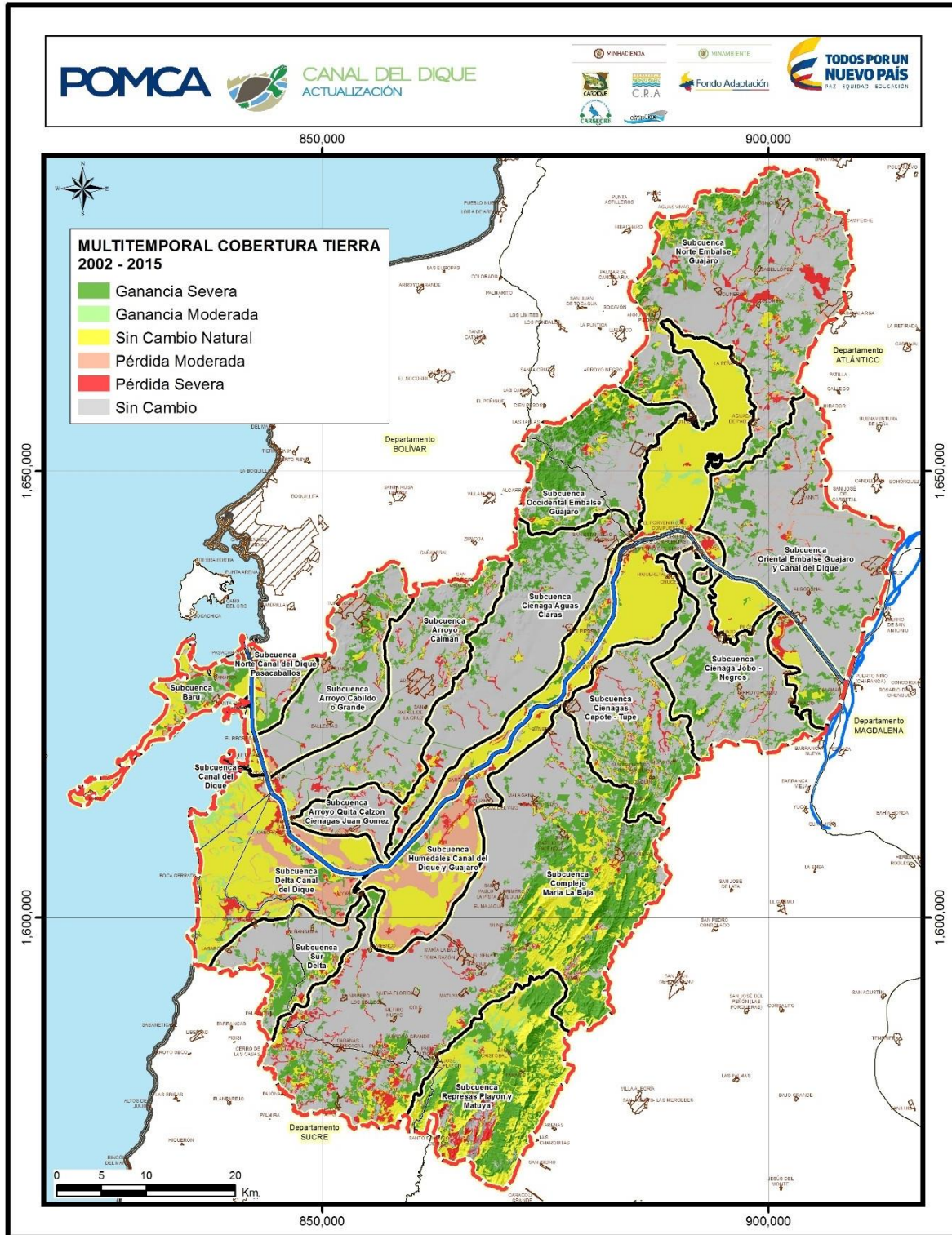
		2000-2002															
	CÓDIGO	COBERTURA	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	41	42	51	52
2 0 1 4 - 2 0 1 5	11	Áreas urbanizadas	3	3			4	4	4	4	5	5	4	5		5	5
	12	Zonas industriales o comerciales y de redes de comunicación	3	3	3		4		4	4	5	5		5		5	5
	13	Zonas de extracción minera y escombreras	3		3				4	4	5	5					
	21	Cultivos transitorios	2						3	3	5	5		5		5	
	22	Cultivos permanentes	2				3	3	3	3	5	5		5		5	
	23	Pastos	2	2	2	3	3	3	3	3	5	5	4	5		5	5
	24	Áreas agrícolas heterogéneas	2	2			3	3	3	3	5	4		5		5	
	31	Bosques	1	1	1	1		1	1	1	6	6	1	2	2	2	2
	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1		1	1	1	1	1	6	6	1	2		2	2
	33	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	1						1	1	5	5				2	
41	Áreas húmedas continentales	1	1				1	1	1	4	4	2	6	6	6	6	
51	Aguas continentales	1	1	1			1	1	1	4	4		6	6	6	6	
52	Aguas marítimas		1			1		1	1	4	4	2	6	6	6	6	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Es importante aclarar que cuando se define que la cobertura esta igual (Sin cambio) es dada por coberturas iguales en el nivel II de *Corine Land Cover* adaptada para Colombia, en color amarillo y Sin Cambio Natural, es que la cobertura natural se mantiene, en color café (**Figura 3.626**).



**Figura 3.626. Mapa con análisis multitemporal de cobertura de la tierra 2002-2015 de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El análisis multitemporal nos muestra que la cuenca hidrográfica (**Tabla 3.478**) no presenta cambios en el segundo nivel de cobertura vegetal con una representatividad del 51%, lo cual es coherente a la vocación agrícola y pecuaria que existe en los municipios de la cuenca.

**Tabla 3.478. Áreas con análisis multitemporal de cobertura de la tierra 2002-2015, Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

CAMBIO	CÓDIGO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Ganancia severa	1	85.803,88	19,46
Ganancia moderada	2	5.452,97	1,24
Sin Cambio	3	223.457,49	50,67
Pérdida moderada	4	15.078,65	3,42
Pérdida severa	5	21.349,26	4,84
Sin Cambio Natural	6	89.868,52	20,38
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>441.010,77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Hay una ganancia severa de cobertura vegetal en el costado suroriental de la cuenca hidrográfica con una representatividad del 19%, se puede apreciar en los municipios de El Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Mahates y Arroyohondo.

Finalmente, la cuenca presenta una zona con pérdida de cobertura natural de alrededor del 9%, entre las categorías de pérdida moderada y severa, estas categorías se presentan de manera dispersa en la zona de estudio.

#### 3.11.4.4 Resultados del Análisis de los Indicadores

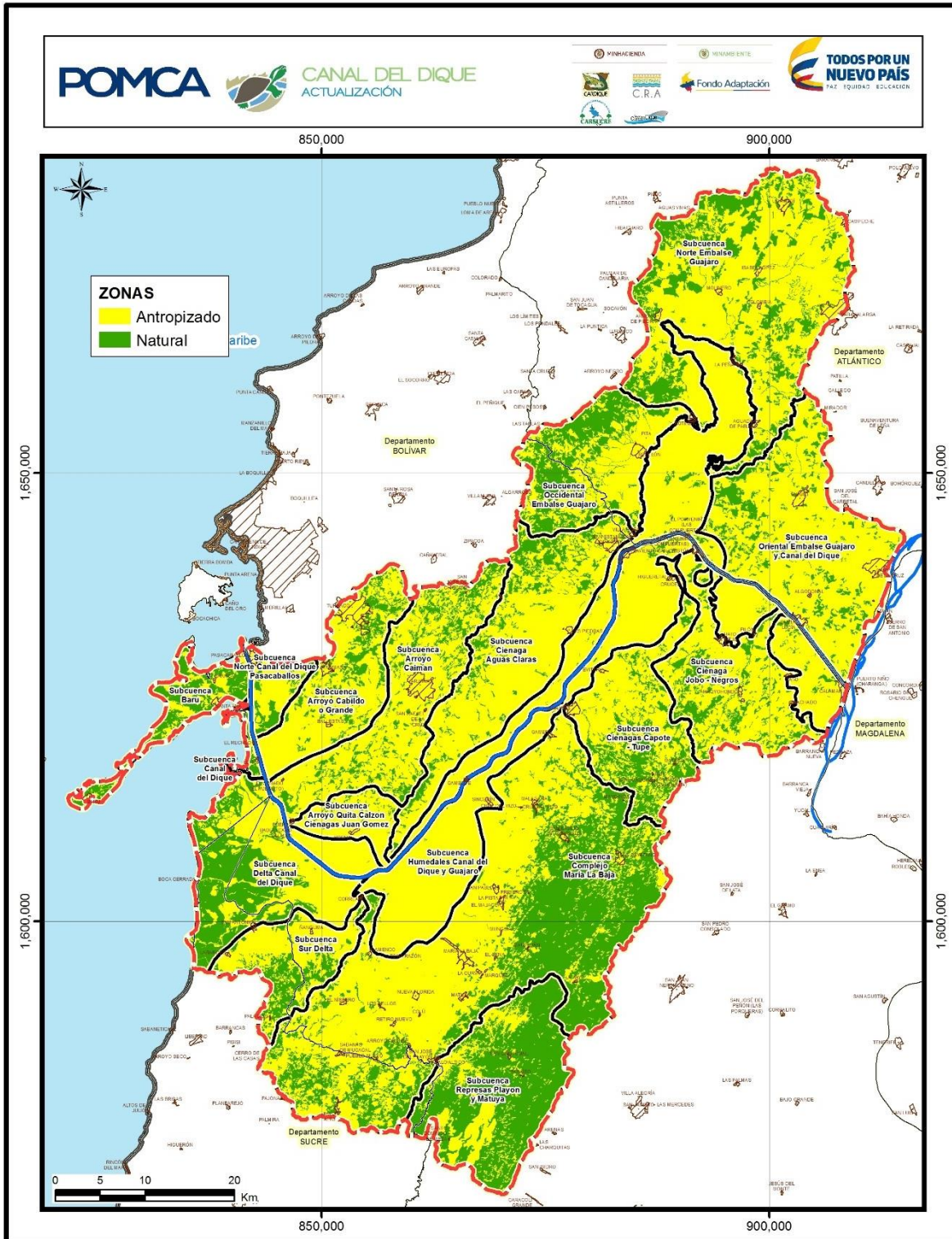
A continuación, se muestran los resultados del análisis de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de coberturas naturales, índice de fragmentación, índice de ambiente crítico e índice del estado actual de las coberturas naturales.

En primera instancia se procedió a reclasificar el mapa de coberturas mostrado en el apartado anterior en dos categorías, áreas naturales y áreas antropizadas (**Figura 3.627**), este proceso se realizó bajo la supervisión del profesional del componente florístico, cabe aclarar que, cómo lo afirma Triviño et al. (2007), aunque en el territorio las superficies de agua son espacios naturales, para efectos de estudiar el nivel de fragmentación de las coberturas terrestres, los cuerpos de agua deben clasificarse como espacios antropizados ya que constituyen una barrera para la conectividad de las coberturas vegetales de tipo de terrestre.

Se procedió a calcular los índices de fragmentación para los cuadrantes que cubren el área de estudio. Una vez calculado el índice, y conforme a lo establecido en la Tabla 16, se clasificó cada cuadrante en el tipo de fragmentación de acuerdo al valor del índice que le corresponde.



**Figura 3.627. Coberturas Naturales y No Naturales de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.4.1 Indicador de Fragmentación (IF)

Permite Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra. Ver **Tabla 3.479** y **Figura 3.628**.

**Tabla 3.479. Resultados del Indicador de Fragmentación (IF), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN																								
Nombre y Sigla	Índice de Fragmentación (IF)																								
Análisis Generales	A continuación, se muestra la síntesis del índice de fragmentación para la cuenca hidrográfica Canal del Dique.																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO FRAGMENTACIÓN</th> <th>CUADRANTES DE 4 km<sup>2</sup></th> <th>ÁREA (ha)</th> <th>ÁREA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Media</td> <td>220</td> <td>88.000,00</td> <td>17,73</td> </tr> <tr> <td>Moderada</td> <td>794</td> <td>317.600,00</td> <td>63,98</td> </tr> <tr> <td>Fuerte</td> <td>29</td> <td>11.600,00</td> <td>2,34</td> </tr> <tr> <td>Extrema</td> <td>198</td> <td>79.200,00</td> <td>15,95</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.241</td> <td>496.400,00</td> <td>100,00</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO FRAGMENTACIÓN	CUADRANTES DE 4 km <sup>2</sup>	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	Media	220	88.000,00	17,73	Moderada	794	317.600,00	63,98	Fuerte	29	11.600,00	2,34	Extrema	198	79.200,00	15,95		1.241	496.400,00	100,00
	TIPO FRAGMENTACIÓN	CUADRANTES DE 4 km <sup>2</sup>	ÁREA (ha)	ÁREA (%)																					
	Media	220	88.000,00	17,73																					
	Moderada	794	317.600,00	63,98																					
	Fuerte	29	11.600,00	2,34																					
Extrema	198	79.200,00	15,95																						
	1.241	496.400,00	100,00																						

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

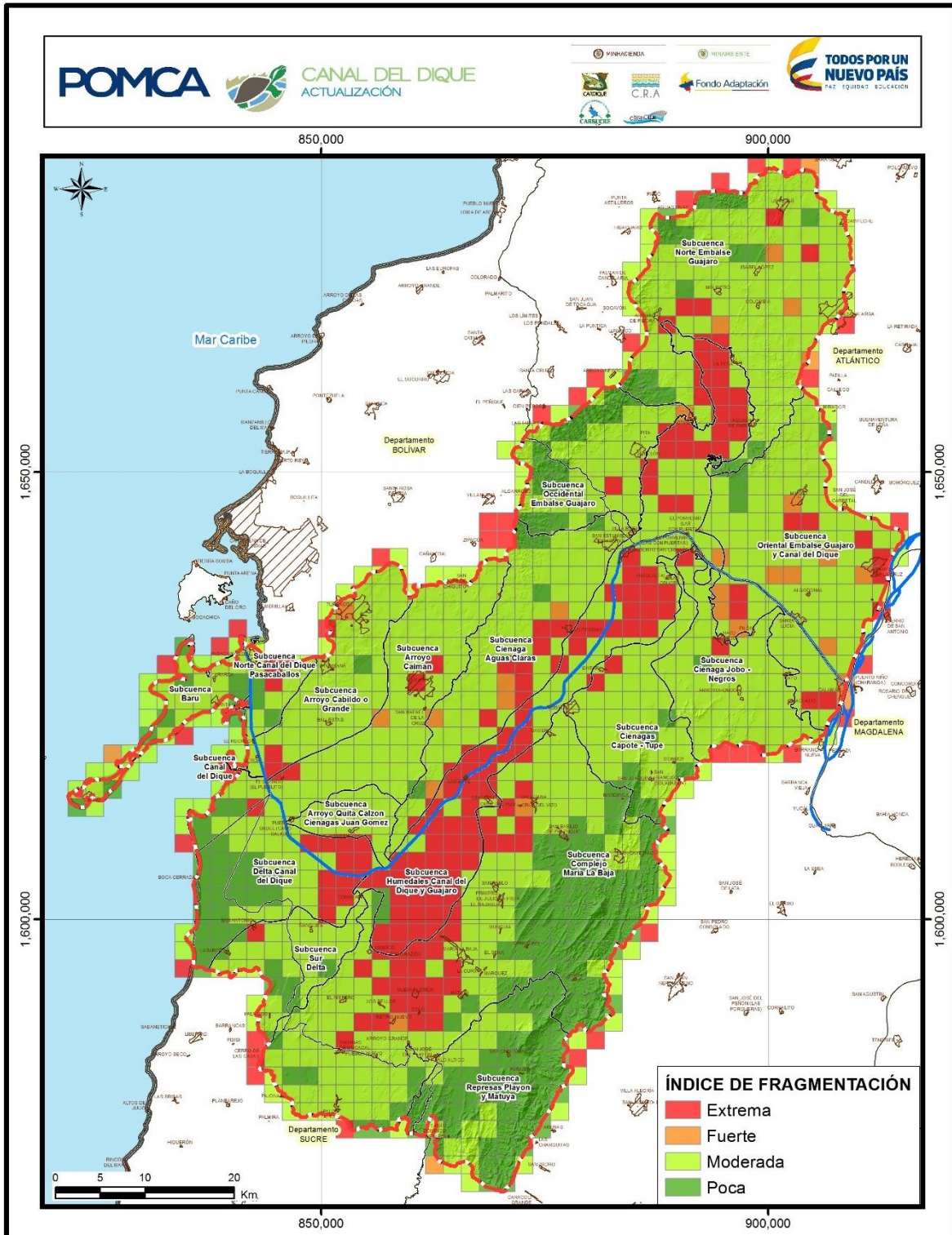
En la **Figura 3.628**, se observan los 1241 cuadrantes de 2 Km x 2 Km (4 Km<sup>2</sup>), con el valor de fragmentación, donde el más representativo es la moderada con un 63.98% del área, espacialmente se encuentra tanto en la parte alta, media y baja de la cuenca.

Encontramos en el suroriente de la cuenca hidrográfica un espacio con fragmentación media con una representativa cercana al 18%, se relaciona con las zonas naturales del territorio y que no tuvieron cambio en la últimas dos décadas, en los municipios de El Carmen de Bolívar, San Jacinto y San Juan Nepomuceno, principalmente.

Las zonas con fuerte y extrema fragmentación se ubican en la parte central de la cuenca de norte a sur, donde se presenta el desarrollo de actividades agropecuarias lo que aumenta la fragmentación de los ecosistemas, espacialmente los ubicamos en los municipios de María La Baja, Arjona, Mahates, Soplaviento, San Estanislao y Repelón.



**Figura 3.628. Mapa del Indicador de fragmentación (metodología de Steenmans y Pinborg, 2000) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.4.2 Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN)

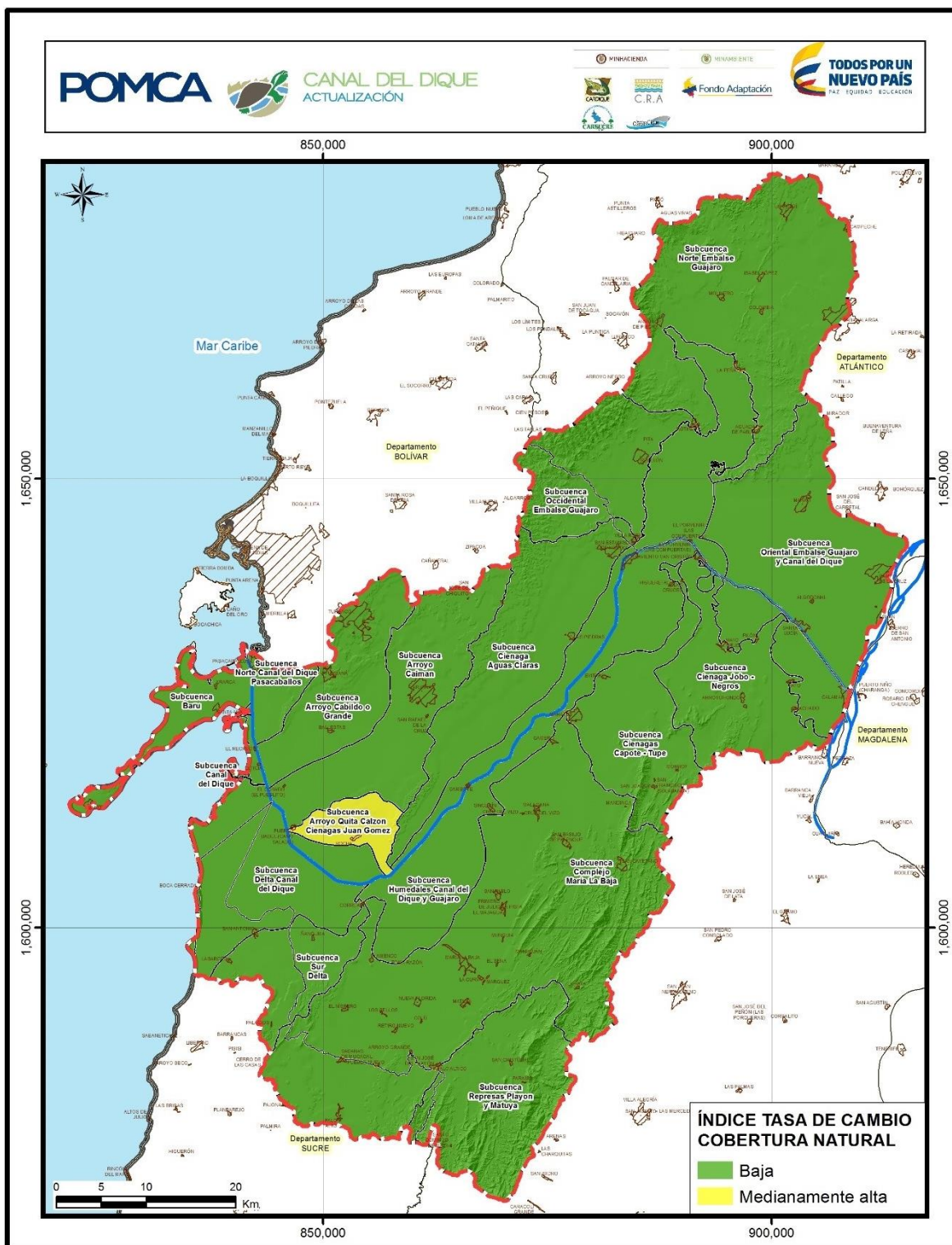
El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, en este caso 11 años y 13 años (bosque no bosque) mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002). Ver **Tabla 3.480** y **Figura 3.629**.

**Tabla 3.480. Resultados del Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Nombre y Sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)			
Análisis Generales	A continuación se muestra la síntesis del índice de tasa de cambio de las coberturas naturales para la Cuenca Canal del Dique.			
	CATEGORÍA	DESCRIPTOR	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
	Baja	-4,41	435.457,56	98,74
	Medianamente Alta	-20,18	5.553,21	1,26
	<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>441.010,77</b>	<b>100,00</b>
Análisis subcuencas Hidrográficas	A continuación, se muestra el valor del indicador por cada una de las 17 subcuencas.			
	SUBCUENCA	CATEGORÍA	DESCRIPTOR	
	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	Medianamente Alta	-20,18%	
	Arroyo Cabildo o Grande	Baja	-8,08%	
	Arroyo Caimán	Baja	-8,27%	
	Barú	Baja	-1,54%	
	Canal del Dique	Baja	-1,71%	
	Ciénaga Aguas Claras	Baja	-5,85%	
	Ciénaga Jobo - Negros	Baja	-4,60%	
	Ciénagas Capote - Tupe	Baja	-3,70%	
	Complejo María La Baja	Baja	-2,11%	
	Delta Canal del Dique	Baja	-2,83%	
	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Baja	-1,96%	
	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Baja	-4,94%	
	Norte Embalse Guájaro	Baja	-6,56%	
	Occidental Embalse Guájaro	Baja	-3,69%	
	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Baja	-8,65%	
	Represas Playón y Matuya	Baja	-0,87%	
Sur Delta	Baja	-5,25%		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.629. Mapa del Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



La Cuenca Hidrográfica Canal del Dique presenta una tasa de cambio baja (-4.41%) de las coberturas naturales para el periodo analizado, cerca del 99% del territorio, lo cual ratifica el resultado obtenido en el análisis multitemporal de los pocos cambios que hubo en estas dos últimas décadas. El área restante se encuentra en la categoría de medianamente alta ubicada en el suroccidente de la cuenca hidrográfica en el municipio de Arjona.

### 3.11.4.4.3 Indicador de Vegetación Remanente (IVR)

El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, modificación). Ver **Tabla 3.481**.

**Tabla 3.481. Resultados del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR)		
Análisis Generales	A continuación, se muestra la síntesis del índice de vegetación remanente para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.		
	<b>CATEGORÍA</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>	<b>ÁREA (%)</b>
	(CT) Completamente transformado	5.553,22	1,26
	(MT) Muy transformado	174.895,59	39,66
	(MDT) Medianamente transformado	140.756,82	31,92
	(PT) Parcialmente transformado	92.954,74	21,08
	(NT) No transformado	26.850,41	6,09
	<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>441.010,77</b>	<b>100,00</b>
Análisis Subcuencas Hidrográficas	A continuación, se muestra el valor del indicador por cada una de las 17 subcuencas.		
	<b>SUBCUENCA</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPTOR</b>
	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	(MT) Muy transformado	20,24%
	Arroyo Cabildo o Grande	(MT) Muy transformado	18,64%
	Arroyo Caimán	(CT) Completamente transformado	6,83%
	Barú	(PT) Parcialmente transformado	68,44%
	Canal del Dique	(NT) No transformado	82,90%
	Ciénaga Aguas Claras	(MT) Muy transformado	17,45%
	Ciénaga Jobo - Negros	(MT) Muy transformado	22,60%
	Ciénagas Capote - Tupe	(MDT) Medianamente transformado	34,59%
	Complejo María La Baja	(MDT) Medianamente transformado	42,02%
	Delta Canal del Dique	(PT) Parcialmente transformado	67,40%
	Humedales Canal del Dique y Guájaro	(PT) Parcialmente transformado	67,43%
Norte Canal del Dique Pasacaballos	(MDT) Medianamente transformado	37,41%	



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
	Norte Embalse Guájaro	(MT) Muy transformado	27,33%
	Occidental Embalse Guájaro	(MDT) Medianamente transformado	45,44%
	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	(MT) Muy transformado	14,17%
	Represas Playón y Matuya	(NT) No transformado	89,16%
	Sur Delta	(MDT) Medianamente transformado	32,85%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.630**, se presenta el resultado de la Tasa de Cambio de las coberturas naturales de la tierra en el periodo estudiado para todas las subcuencas, donde se observa que 16 subcuencas de la zona de estudio están en categoría baja de cambio de la cobertura natural en relación a su área, pasando por todos los municipios de la cuenca hidrográfica.

Finalmente, encontramos la subcuenca de Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez en la categoría de medianamente alta, subcuenca en la cual se presentó un cambio en el análisis multitemporal de Pérdida severa de cobertura natural.

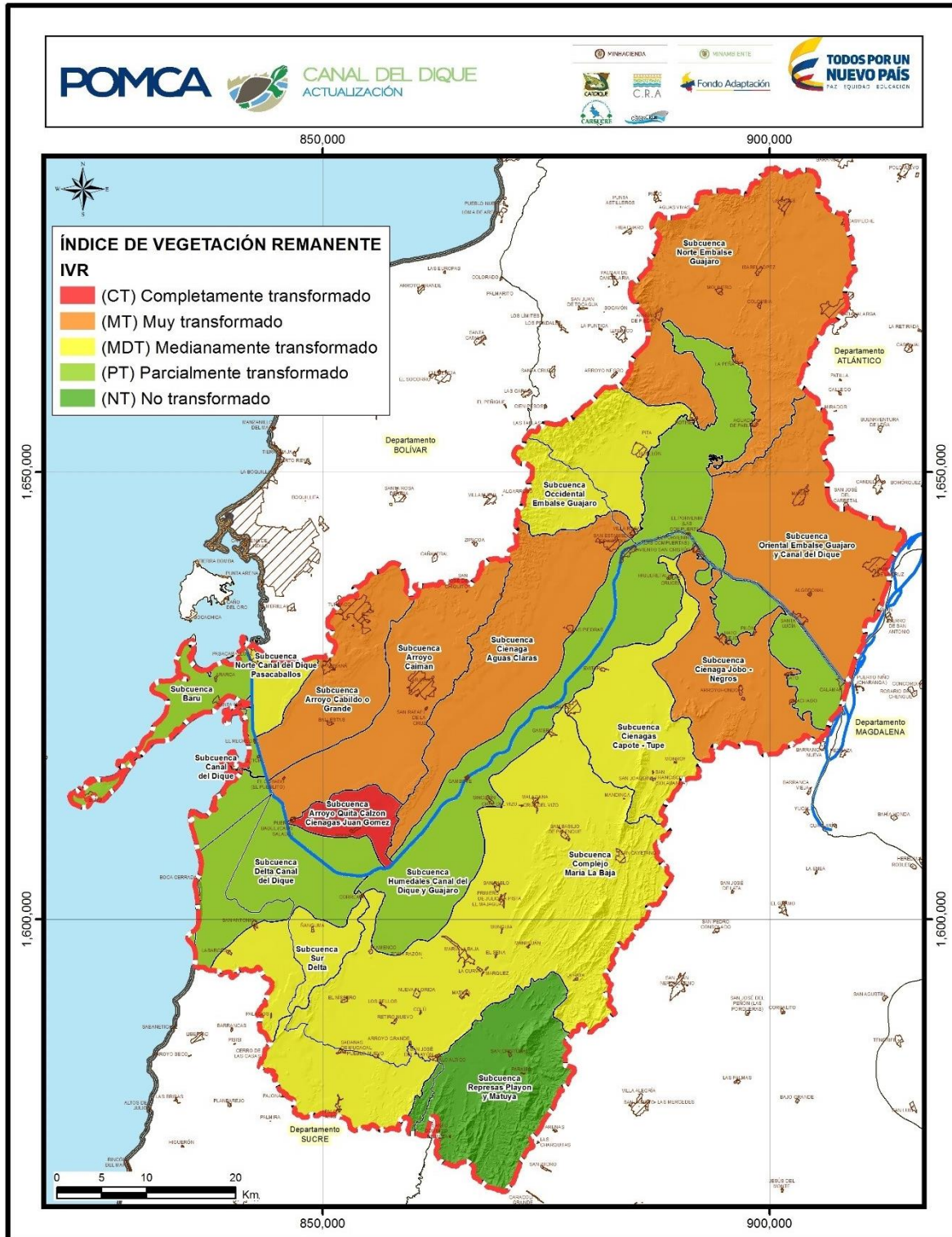
Para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se tomó como vegetación natural las coberturas de bosque denso, bosque de galería y ripario, herbazales, arbustales y vegetación secundaria, para lo cual, la mayor área de la cuenca hidrográfica tuvo un descriptor entre el 10 % y el 30 %, que lo ubica en la categoría de muy transformado, ocupando alrededor del 40% del área que ocupa la cuenca hidrográfica.

Esto se debe a la transformación que ha sufrido la cuenca hidrográfica al albergar un sinfín de actividades económicas principalmente agrícolas y pecuarias en la mayoría de los municipios, esta transformación se observa sobre todo en la parte alta y media de la cuenca.

Además, encontramos que las categorías de medianamente transformada con una representatividad del 32% se ubica principalmente en la parte sur de la cuenca hidrográfica, sitios donde se presentan las zonas naturales de la cuenca hidrográfica.

A nivel de subcuencas, hay 5 unidades con un índice de vegetación muy transformado, las podemos observar en los municipios de Usiacurí, Sabanalarga, Manatí, Campo de la Cruz, San Estanislao, Arjona y Turbaná; le sigue la categoría de medianamente transformado con 5 subcuencas ubicadas en los municipios de San Onofre, María La Baja, y Mahates; encontramos 1 subcuenca en la categoría de completamente transformada ubicada en el municipio de Arjona; y las subcuencas en las categorías de parcialmente transformadas y no transformadas las encontramos en los municipios de San Onofre, Cartagena, El Carmen de Bolívar y San Jacinto, principalmente.

**Figura 3.630. Mapa del Indicador de Vegetación Remanente (IVR) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.11.4.4.4 Indicador de Presión Demográfica (IPD)

Permite medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra. Ver **Tabla 3.482** y **Figura 3.631**.

El índice fue calculado para las subcuencas que hacen parte de la zona de estudio. De acuerdo con este índice la cuenca en general se encuentra en un estado de sostenibilidad o de posibilidad de recuperación alta por efecto de la presión demográfica, lo cual lo cataloga con un índice bajo de presión demográfica y corresponde al 75% del territorio.

El análisis por subcuencas, muestra que hay 5 zonas en la categoría media, ubicadas en la parte noroccidental de la cuenca hidrográfica, en los municipios de Usiacurí, Piojo, Sabanalarga, Repelón, Arjona, Turbaco y Turbaná.

En concordancia con las actividades económicas que se desarrollan en estos municipios, es evidente que se aumenta la presión sobre los bienes y servicios ambientales, y ante todo una mayor demanda de saneamiento ambiental y gestión de residuos, lo que implica que ante esta mayor demanda ambiental y mayor presión sobre la cuenca amenaza la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas.

Finalmente, hay 12 subcuencas en la categoría de presión demográfica baja, sitios en los cuales el desarrollo de actividades económicas es principalmente agropecuario, dejando el sector servicios rezagados a otros municipios con mayor infraestructura hotelera y turística, hecho por el cual la presión sobre los bienes y servicios de estas subcuencas son bajas y con alta posibilidad de sostenibilidad ambiental.

**Tabla 3.482. Resultados del Indicador de Presión Demográfica (IPD), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

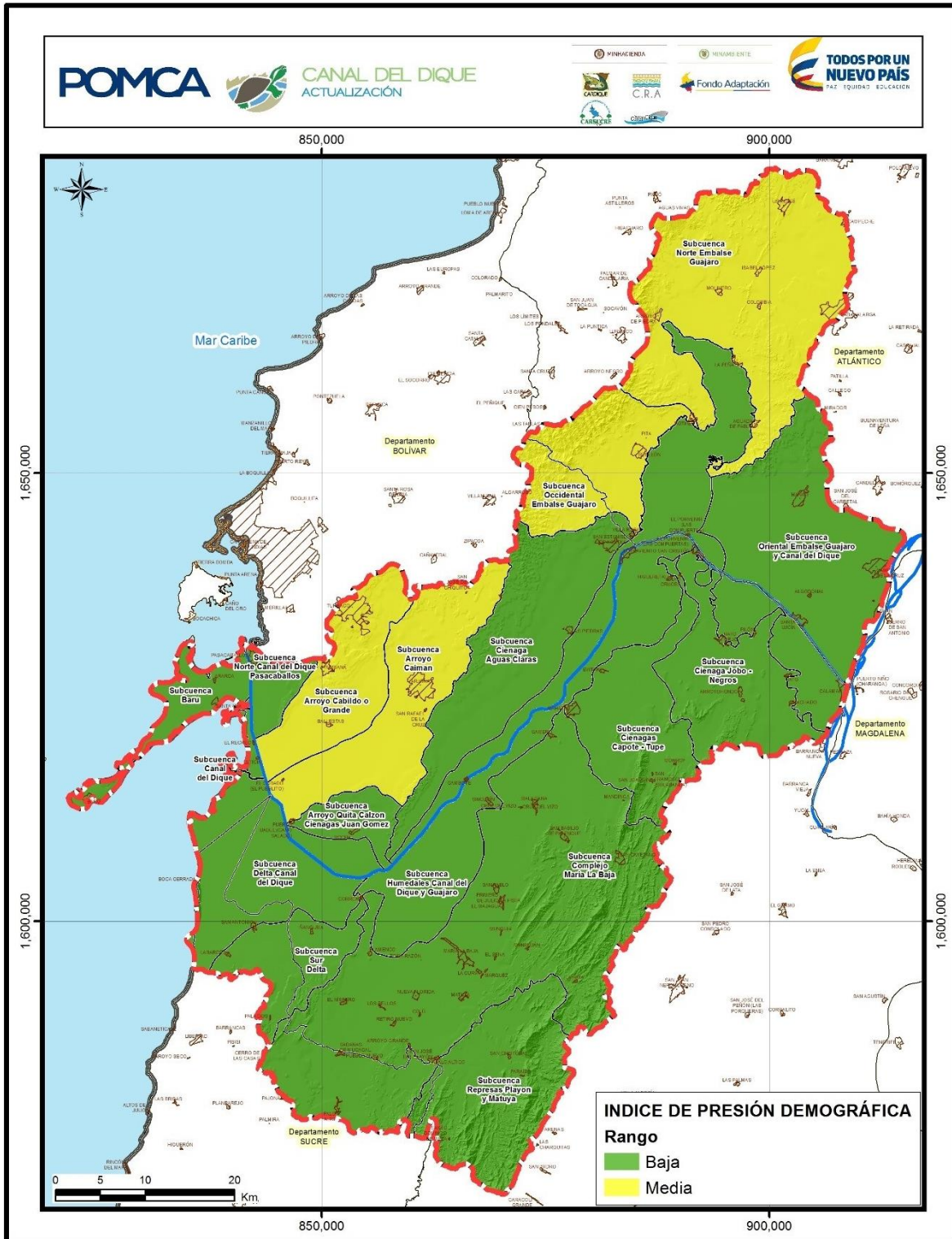
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Indicador de Presión Demográfica (IPD)		
Análisis Generales	A continuación, se muestra la síntesis del índice de vegetación remanente para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.		
	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
	Media	112.915,66	25,60
	Baja	328.095,11	74,40
	ÁREA TOTAL	441.010,77	100,00

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Análisis Subcuencas Hidrográficas	A continuación, se muestra el valor del indicador por cada una de las 17 subcuencas.		
	SUBCUENCA	CATEGORÍA	DESCRIPTOR
	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	Media	>1 - <10
	Arroyo Cabildo o Grande	Media	>1 - <10
	Arroyo Caimán	Baja	<1
	Barú	Baja	<1
	Canal del Dique	Media	>1 - <10
	Ciénaga Aguas Claras	Baja	<1
	Ciénaga Jobo - Negros	Baja	<1
	Ciénagas Capote - Tupe	Baja	<1
	Complejo María La Baja	Baja	<1
	Delta Canal del Dique	Baja	<1
	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Baja	<1
	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Baja	<1
	Norte Embalse Guájaro	Media	>1 - <10
	Occidental Embalse Guájaro	Media	>1 - <10
	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	Baja	<1
Represas Playón y Matuya	Baja	<1	
Sur Delta	Baja	<1	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.631. Mapa del Indicador de Presión Demográfica (IPD) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.4.5 Índice de Ambiente Crítico (IAC)

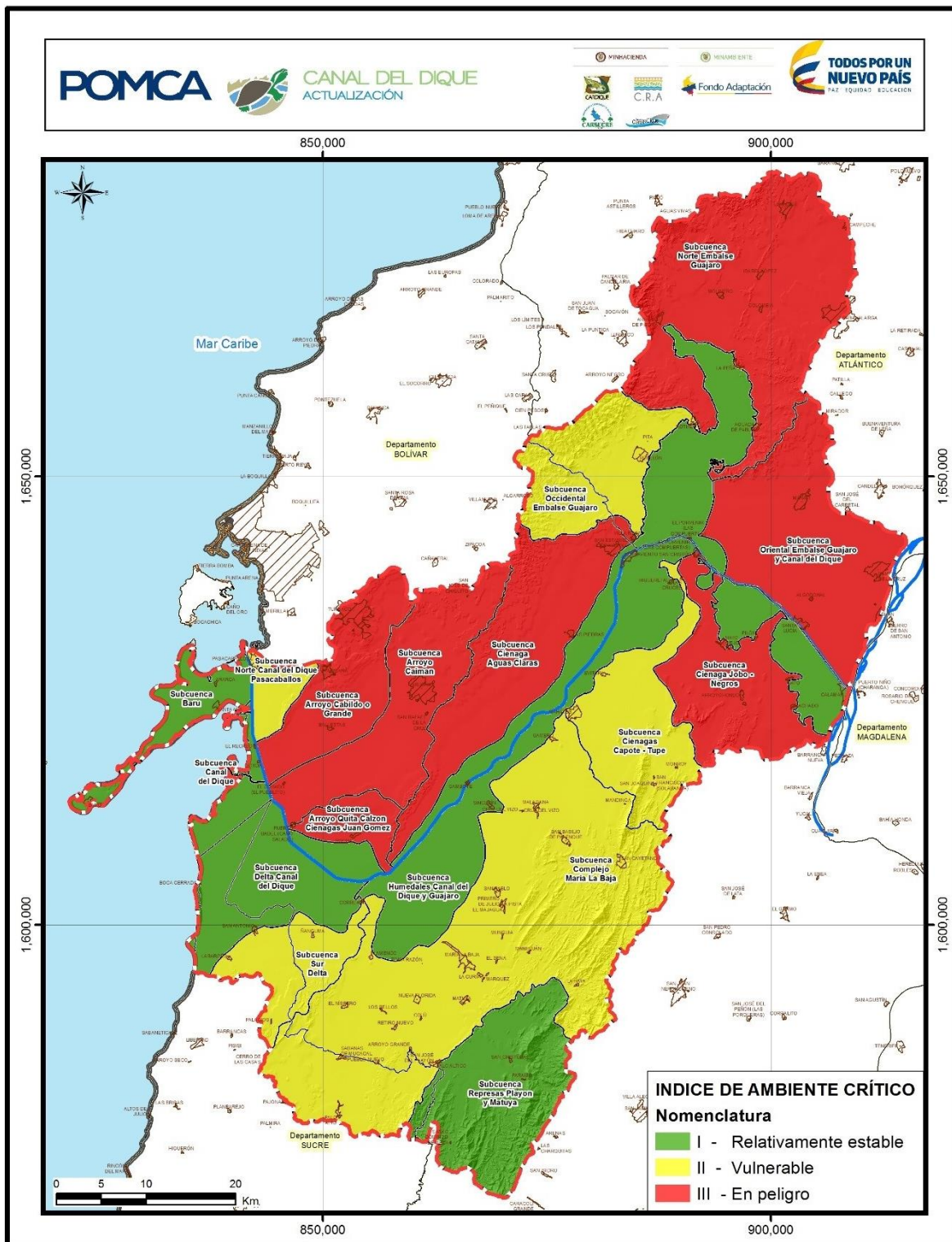
El Índice de Ambiente Crítico (IAC) permite identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica. Ver **Tabla 3.483** y **Figura 3.632**.

**Tabla 3.483. Resultados del Índice de Ambiente Crítico (IAC), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Ambiente Crítico (IAC)		
Análisis Generales	A continuación, se muestra la síntesis del índice de ambiente crítico para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.		
	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
	Relativamente Estable (I)	119.805,14	27,17
	Vulnerable (II)	140.756,82	31,92
	En Peligro (III)	180.448,81	40,92
	ÁREA TOTAL	441.010,77	100,00
Análisis Subcuencas Hidrográficas	A continuación se muestra el valor del indicador por cada una de las 17 subcuencas.		
	SUBCUENCA	CATEGORÍA	DESCRIPTOR
	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez	En peligro	III
	Arroyo Cabildo o Grande	En peligro	III
	Arroyo Caimán	En peligro	III
	Barú	Relativamente estable	I
	Canal del Dique	Relativamente estable	I
	Ciénaga Aguas Claras	En peligro	III
	Ciénaga Jobo - Negros	En peligro	III
	Ciénagas Capote - Tupe	Vulnerable	II
	Complejo María La Baja	Vulnerable	II
	Delta Canal del Dique	Relativamente estable	I
	Humedales Canal del Dique y Guájaro	Relativamente estable	I
	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Vulnerable	II
	Norte Embalse Guájaro	En peligro	III
	Occidental Embalse Guájaro	Vulnerable	II
	Oriental Embalse Guájaro y Canal del Dique	En peligro	III
	Represas Playón y Matuya	Relativamente estable	I
Sur Delta	Vulnerable	II	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.632. Mapa del Índice de Ambiente Crítico (IAC) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



De acuerdo con el grado de transformación y presión poblacional de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, que está dada por la relación existente entre el índice de vegetación remanente y el índice de presión demográfica, la cuenca tiene un alto porcentaje en área de peligro, alrededor del 40% del territorio, lo cual, se evidencia por los cambios que ha sufrido el uso del suelo, especialmente en la parte alta y media de la cuenca hidrográfica.

Estas dinámicas, han ocasionado un gran impacto, en su mayoría de tipo negativo, en las dinámicas de los ecosistemas de la cuenca, lo cual plantea una necesidad imperante de articular los proyectos de interés nacional con la ordenación en torno al recurso hídrico y por ende en torno al paisaje en sí mismo.

Por otro lado, se evidencia que el 32% del territorio se encuentra en la categoría de *vulnerable*, estos se pueden ubicar en los municipios de Cartagena, San Onofre y María La Baja, los cuales tienen en común la presión a los bienes y servicios por actividades económicas y de servicios, concentrándose en estos espacios los cultivos de carácter intensivos.

Finalmente, se observa que las subcuencas que se encuentran en la categoría de *relativamente estable* son las que se encuentran a inmediaciones del Canal del Dique, donde se conservan las zonas de humedales y manglares de la zona, y las actividades económicas que se desarrollan en dichas zonas son de bajo impacto y no tienen un carácter intensivo de uso del suelo.

#### 3.11.4.4.6 Indicador del Estado Actual de las Coberturas Naturales (IEACN)

Con este índice se busca mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico. Ver **Tabla 3.484** y **Figura 3.633**.

La cuenca hidrográfica en su indicador de estado actual de las coberturas naturales muestra una categoría *medianamente transformada* en un 70% de la misma, esta se distribuye en la parte alta, media y baja de la cuenca y pasa por todos los municipios que hacen parte de la cuenca hidrográfica.

Las categorías de menor proporción son las *altamente transformadas* y *transformadas*, las cuales ocupan en el territorio alrededor del 6% del mismo, las podemos encontrar en los municipios de Arjona, Turbana, Sabanalarga y Luruaco, principalmente. En dichas zonas se evidencia el cambio de uso del suelo que ha sufrido la cuenca hidrográfica para actividades agrícolas y ganaderas de uso intensivo.

Finalmente, la categoría *Conservada* con una representatividad de alrededor del 28% se encuentra en las inmediaciones del Canal del Dique y en el suroriente de la cuenca hidrográfica donde la cobertura boscosa se ha mantenido en las dos últimas décadas.

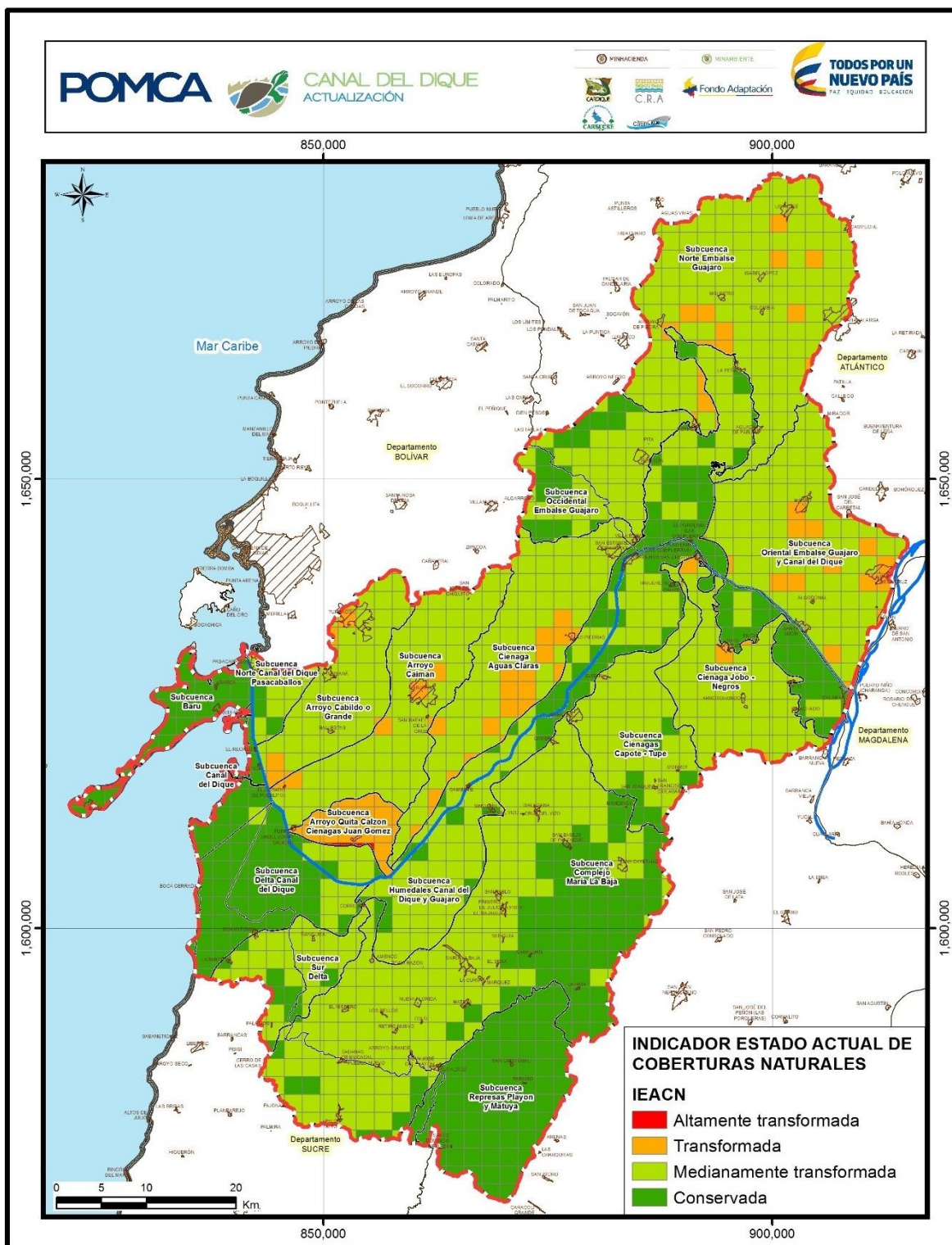


**Tabla 3.484. Resultados del Indicador del estado actual de las coberturas naturales (IEACN), de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN																																																						
Nombre y Sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales (IEACN)																																																						
Análisis Generales	A continuación, se muestra la síntesis del indicador del estado actual de las coberturas naturales para la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.																																																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>ÁREA (Ha)</th> <th>ÁREA (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conservada</td> <td>121.756,26</td> <td>27,61</td> </tr> <tr> <td>Medianamente transformada</td> <td>295.066,64</td> <td>66,91</td> </tr> <tr> <td>Transformada</td> <td>23.992,65</td> <td>5,44</td> </tr> <tr> <td>Altamente transformada</td> <td>195,22</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>ÁREA TOTAL</td> <td>441.010,77</td> <td>100,00</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	Conservada	121.756,26	27,61	Medianamente transformada	295.066,64	66,91	Transformada	23.992,65	5,44	Altamente transformada	195,22	0,04	ÁREA TOTAL	441.010,77	100,00																																				
	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)																																																				
	Conservada	121.756,26	27,61																																																				
	Medianamente transformada	295.066,64	66,91																																																				
	Transformada	23.992,65	5,44																																																				
Altamente transformada	195,22	0,04																																																					
ÁREA TOTAL	441.010,77	100,00																																																					
Análisis Subcuencas Hidrográficas	A continuación, se muestra el valor del indicador por cada una de las 17 subcuencas.																																																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SUBCUENCA</th> <th>CATEGORÍA</th> <th>ÁREA (HA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arroyo Cabildo o Grande</td> <td>Transformada</td> <td>17456,0268</td> </tr> <tr> <td>Arroyo Caimán</td> <td>Transformada</td> <td>25085,1168</td> </tr> <tr> <td>Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gomez</td> <td>Transformada</td> <td>5553,21925</td> </tr> <tr> <td>Barú</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>7311,78991</td> </tr> <tr> <td>Canal del Dique</td> <td>Conservada</td> <td>1312,51989</td> </tr> <tr> <td>Ciénaga Aguas Claras</td> <td>Transformada</td> <td>29122,6239</td> </tr> <tr> <td>Ciénaga Jobo - Negros</td> <td>Transformada</td> <td>19874,4725</td> </tr> <tr> <td>Ciénagas Capote - Tupe</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>19403,148</td> </tr> <tr> <td>Complejo María La Baja</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>86435,9294</td> </tr> <tr> <td>Delta Canal del Dique</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>26443,4795</td> </tr> <tr> <td>Humedales Canal del Dique y Guajaro</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>59199,4666</td> </tr> <tr> <td>Norte Canal del Dique Pasacaballos</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>4094,07579</td> </tr> <tr> <td>Norte Embalse Guajaro</td> <td>Transformada</td> <td>49800,6933</td> </tr> <tr> <td>Occidental Embalse Guajaro</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>19261,2761</td> </tr> <tr> <td>Oriental Embalse Guajaro y Canal del Dique</td> <td>Transformada</td> <td>33557,6153</td> </tr> <tr> <td>Represas Playón y Matuya</td> <td>Conservada</td> <td>25537,8866</td> </tr> <tr> <td>Sur Delta</td> <td>Medianamente transformada</td> <td>11561,5089</td> </tr> </tbody> </table>	SUBCUENCA	CATEGORÍA	ÁREA (HA)	Arroyo Cabildo o Grande	Transformada	17456,0268	Arroyo Caimán	Transformada	25085,1168	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gomez	Transformada	5553,21925	Barú	Medianamente transformada	7311,78991	Canal del Dique	Conservada	1312,51989	Ciénaga Aguas Claras	Transformada	29122,6239	Ciénaga Jobo - Negros	Transformada	19874,4725	Ciénagas Capote - Tupe	Medianamente transformada	19403,148	Complejo María La Baja	Medianamente transformada	86435,9294	Delta Canal del Dique	Medianamente transformada	26443,4795	Humedales Canal del Dique y Guajaro	Medianamente transformada	59199,4666	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Medianamente transformada	4094,07579	Norte Embalse Guajaro	Transformada	49800,6933	Occidental Embalse Guajaro	Medianamente transformada	19261,2761	Oriental Embalse Guajaro y Canal del Dique	Transformada	33557,6153	Represas Playón y Matuya	Conservada	25537,8866	Sur Delta	Medianamente transformada	11561,5089
	SUBCUENCA	CATEGORÍA	ÁREA (HA)																																																				
	Arroyo Cabildo o Grande	Transformada	17456,0268																																																				
	Arroyo Caimán	Transformada	25085,1168																																																				
	Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gomez	Transformada	5553,21925																																																				
	Barú	Medianamente transformada	7311,78991																																																				
	Canal del Dique	Conservada	1312,51989																																																				
	Ciénaga Aguas Claras	Transformada	29122,6239																																																				
	Ciénaga Jobo - Negros	Transformada	19874,4725																																																				
	Ciénagas Capote - Tupe	Medianamente transformada	19403,148																																																				
	Complejo María La Baja	Medianamente transformada	86435,9294																																																				
	Delta Canal del Dique	Medianamente transformada	26443,4795																																																				
	Humedales Canal del Dique y Guajaro	Medianamente transformada	59199,4666																																																				
	Norte Canal del Dique Pasacaballos	Medianamente transformada	4094,07579																																																				
	Norte Embalse Guajaro	Transformada	49800,6933																																																				
	Occidental Embalse Guajaro	Medianamente transformada	19261,2761																																																				
Oriental Embalse Guajaro y Canal del Dique	Transformada	33557,6153																																																					
Represas Playón y Matuya	Conservada	25537,8866																																																					
Sur Delta	Medianamente transformada	11561,5089																																																					

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.633. Mapa del Indicador del estado actual de las coberturas naturales (IEACN) de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.11.4.5 Resultados de la Evaluación del Estado de las Coberturas Naturales y las Acciones de Restauración en Cuencas Abastecedoras de Acueductos Municipales y Rurales

A continuación, se muestra los resultados de la evaluación del estado de las coberturas naturales y las acciones de restauración de las cuencas abastecedoras de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

Este proceso se realiza mediante el análisis de superposición cartográfica apoyada en SIG de la cobertura actual y el análisis multitemporal por cada microcuenca, de esta manera se identifican las áreas boscosas y áreas en recuperación de la cobertura actual y con el análisis multitemporal se evalúa las acciones de restauración que se han llevado en cada y la efectividad de las mismas.

#### 3.11.4.5.1 Microcuenca Abastecedora Acueducto Comunitario de Rotinet

Con los datos de la **Tabla 3.485**, la microcuenca cuenta con espacios boscosos pertenecientes al bosque denso, bosque de galería y vegetación secundaria que corresponden al 23% de la microcuenca; las zonas de preservación y recuperación corresponden a las coberturas de arbustales que corresponde al 16% de la misma.

**Tabla 3.485. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Acueducto Comunitario de Rotinet.**

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio natural	Arbustal denso	83,78	3,09
Sin cambio natural	Bosque de galería y ripario	12,99	0,48
Sin cambio natural	Canales	0,70	0,03
Sin cambio natural	Embalses	5,81	0,21
Sin cambio natural	Estanques para acuicultura continental	5,19	0,19
Sin cambio natural	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	1,28	0,05
Sin cambio natural	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,10	0,00
Sin cambio natural	Pastos enmalezados	5,17	0,19
Sin cambio natural	Pastos limpios	12,18	0,45
Sin cambio natural	Vegetación secundaria alta	165,25	6,10
Sin cambio natural	Vegetación secundaria baja	48,77	1,80
Sin cambio natural	Zonas pantanosas	25,34	0,94
Sin cambio natural	Zonas quemadas	9,60	0,35
Sin cambio	Bosque de galería y ripario	14,23	0,53
Sin cambio	Canales	3,23	0,12
Sin cambio	Estanques para acuicultura continental	8,37	0,31
Sin cambio	Mosaico de pastos con espacios naturales	55,30	2,04
Sin cambio	Mosaico de pastos y cultivos	556,02	20,52
Sin cambio	Pastos arbolados	125,58	4,63
Sin cambio	Pastos enmalezados	211,56	7,81
Sin cambio	Pastos limpios	332,18	12,26
Sin cambio	Red vial y territorios asociados	0,49	0,02

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio	Relleno sanitario	4,43	0,16
Sin cambio	Tejido urbano continuo	27,61	1,02
Sin cambio	Vegetación secundaria baja	15,76	0,58
Pérdida severa	Arbustal denso	1,41	0,05
Pérdida severa	Canales	0,11	0,00
Pérdida severa	Mosaico de pastos y cultivos	33,34	1,23
Pérdida severa	Pastos arbolados	22,04	0,81
Pérdida severa	Pastos enmalezados	25,45	0,94
Pérdida severa	Pastos limpios	30,94	1,14
Pérdida severa	Tejido urbano continuo	2,53	0,09
Pérdida severa	Vegetación secundaria baja	8,36	0,31
Pérdida moderada	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12,62	0,47
Pérdida moderada	Pastos limpios	5,08	0,19
Pérdida moderada	Red vial y territorios asociados	21,48	0,79
Pérdida moderada	Tejido urbano continuo	3,31	0,12
Ganancia severa	Arbustal denso	360,49	13,30
Ganancia severa	Bosque de galería y ripario	30,83	1,14
Ganancia severa	Bosque denso bajo de tierra firme	11,30	0,42
Ganancia severa	Canales	0,81	0,03
Ganancia severa	Estanques para acuicultura continental	39,36	1,45
Ganancia severa	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,05	0,00
Ganancia severa	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,11	0,00
Ganancia severa	Pastos enmalezados	16,48	0,61
Ganancia severa	Pastos limpios	36,50	1,35
Ganancia severa	Playas	1,62	0,06
Ganancia severa	Vegetación secundaria alta	204,43	7,54
Ganancia severa	Vegetación secundaria baja	85,99	3,17
Ganancia severa	Zonas pantanosas	2,00	0,07
Ganancia severa	Zonas quemadas	6,97	0,26
Ganancia moderada	Pastos arbolados	3,98	0,15
Ganancia moderada	Pastos enmalezados	4,20	0,16
Ganancia moderada	Pastos limpios	0,70	0,03
Ganancia moderada	Tejido urbano continuo	1,26	0,05
Ganancia moderada	Vegetación secundaria alta	2,43	0,09
Ganancia moderada	Vegetación secundaria baja	2,63	0,10
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>2.709,74</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con el análisis multitemporal se puede apreciar que la cuenca abastecedora, ha venido ganando de manera severa espacios naturales, del total de la cobertura boscosa de la cuenca abastecedora se ha recuperado el 12.5% del 23% del total de dicha cobertura, lo que evidencia una efectividad en las acciones de restauración que se han llevado a cabo.



Finalmente, las zonas de preservación han venido en aumento en el último tiempo, con una ganancia en el territorio del 13% del 16% del total de dichas coberturas, lo cual indica que, aunque las acciones de restauración han cumplido los objetivos planteados es imperante la necesidad de extender las acciones de restauración en toda la cuenca abastecedora.

De acuerdo con la información suministrada por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLANTICO (CRA) se pudo establecer, que en los últimos años esta Corporación ha implementado acciones de “*RESTAURACION AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL EMBALSE DEL GUAJARO, MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES PROTECTORAS EN LOS MUNICIPIOS DE REPELON Y SABANALARGA, DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO*”, cuyo objetivo general es “Desarrollar acciones para fomentar el establecimiento y manejo de coberturas forestales protectoras, en el entorno del “Embalse del Guájaro”, con el objeto de atenuar los procesos de sedimentación, uso inadecuado del suelo y disminución de la biodiversidad y la falta de empleo productivo en el área rural de dichos municipios. Ver **Tabla 3.486**.

**Tabla 3.486. Acciones en cuencas abastecedoras del Embalse El Guájaro.**

MUNICIPIO	NUMERO DE HECTAREAS REFORESTADAS* (Ha)	ÁREA CUENCA ABASTECEDORA ** (Ha)
Repelón	827,5	84.631
Sabanalarga	400	-
<b>TOTAL</b>	<b>1.227,5</b>	<b>84.631</b>

Fuente: \*Corporación Autónoma Regional del Atlántico - \*\* Consorcio Canal del Dique

#### 3.11.4.5.2 Microcuenca Abastecedora Acueducto de Repelón

Con los datos de la **Tabla 3.487**, la microcuenca cuenta con espacios boscosos pertenecientes al bosque denso, bosque de galería, bosque fragmentado y vegetación secundaria que corresponden al 27% de la microcuenca; las zonas de preservación y recuperación corresponden a las coberturas de arbustales que corresponde al 10% de la misma.

**Tabla 3.487. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Acueducto de Repelón.**

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio natural	Arbustal abierto	1,65	0,03
Sin cambio natural	Arbustal denso	49,51	0,86
Sin cambio natural	Bosque de galería y ripario	8,30	0,14
Sin cambio natural	Bosque denso bajo de tierra firme	10,89	0,19
Sin cambio natural	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	0,83	0,01
Sin cambio natural	Embalses	2,83	0,05
Sin cambio natural	Pastos enmalezados	5,16	0,09
Sin cambio natural	Pastos limpios	5,88	0,10
Sin cambio natural	Vegetación secundaria alta	66,64	1,16
Sin cambio natural	Vegetación secundaria baja	4,07	0,07

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio natural	Zonas pantanosas	5,46	0,09
Sin cambio	Arbustal denso	28,64	0,50
Sin cambio	Bosque de galería y ripario	24,25	0,42
Sin cambio	Bosque denso bajo de tierra firme	19,90	0,35
Sin cambio	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	36,00	0,63
Sin cambio	Cereales	107,02	1,86
Sin cambio	Mosaico de pastos con espacios naturales	83,83	1,46
Sin cambio	Mosaico de pastos y cultivos	630,22	10,95
Sin cambio	Palma africana	137,06	2,38
Sin cambio	Pastos arbolados	249,47	4,34
Sin cambio	Pastos enmalezados	467,01	8,12
Sin cambio	Pastos limpios	1.510,14	26,25
Sin cambio	Red vial y territorios asociados	1,17	0,02
Sin cambio	Tejido urbano continuo	48,19	0,84
Sin cambio	Vegetación secundaria alta	32,69	0,57
Sin cambio	Vegetación secundaria baja	29,93	0,52
Sin cambio	Zonas pantanosas	0,00	0,00
Pérdida severa	Mosaico de pastos y cultivos	20,29	0,35
Pérdida severa	Palma africana	7,20	0,13
Pérdida severa	Pastos arbolados	5,24	0,09
Pérdida severa	Pastos enmalezados	50,40	0,88
Pérdida severa	Pastos limpios	88,91	1,55
Pérdida severa	Vegetación secundaria baja	0,34	0,01
Pérdida severa	Zonas pantanosas	6,04	0,10
Pérdida moderada	Mosaico de pastos con espacios naturales	1,79	0,03
Pérdida moderada	Pastos arbolados	6,71	0,12
Pérdida moderada	Pastos enmalezados	3,60	0,06
Pérdida moderada	Pastos limpios	3,14	0,05
Pérdida moderada	Red vial y territorios asociados	34,53	0,60
Pérdida moderada	Tejido urbano continuo	5,07	0,09
Pérdida moderada	Vegetación secundaria baja	1,87	0,03
Ganancia severa	Arbustal abierto	48,74	0,85
Ganancia severa	Arbustal denso	410,43	7,13
Ganancia severa	Bosque de galería y ripario	37,06	0,64
Ganancia severa	Bosque denso bajo de tierra firme	201,11	3,50
Ganancia severa	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	35,46	0,62
Ganancia severa	Embalses	0,69	0,01
Ganancia severa	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,89	0,02
Ganancia severa	Pastos arbolados	4,85	0,08
Ganancia severa	Pastos enmalezados	20,93	0,36
Ganancia severa	Pastos limpios	110,29	1,92

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Ganancia severa	Vegetación secundaria alta	660,94	11,49
Ganancia severa	Vegetación secundaria baja	414,33	7,20
Ganancia severa	Zonas pantanosas	3,09	0,05
Ganancia moderada	Cereales	1,02	0,02
Ganancia moderada	Pastos enmalezados	0,40	0,01
Ganancia moderada	Pastos limpios	0,73	0,01
Ganancia moderada	Tejido urbano continuo	0,03	0,00
Ganancia moderada	Vegetación secundaria baja	0,55	0,01
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>5.753,41</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con el análisis multitemporal se puede apreciar que la cuenca abastecedora, ha venido ganando de manera severa espacios naturales, del total de la cobertura boscosa de la cuenca abastecedora se ha recuperado el 23% del 27% del total de dicha cobertura, lo que evidencia una efectividad inminente en las acciones de restauración que se han llevado a cabo.

Finalmente, las zonas de preservación han venido en aumento en el último tiempo, con una ganancia en el territorio del 8% del 10% del total de dichas coberturas, lo cual indica que aunque las acciones de restauración han cumplido los objetivos planteados es imperante la necesidad de extender las acciones de restauración en toda la cuenca abastecedora.

Las acciones de restauración implementadas por la CRA para la microcuenca abastecedora del Acueducto de Repelón, se describieron en el numeral 5.5.2.

### 3.11.4.5.3 Microcuenca Abastecedora Acueducto de María La Baja

Con los datos de la **Tabla 3.488**, la microcuenca cuenta con espacios boscosos pertenecientes a vegetación secundaria que corresponde al 77% de la microcuenca; las zonas de preservación y recuperación corresponden a las coberturas de arbustales que corresponde al 3% de la misma.

**Tabla 3.488. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora acueducto de María La Baja**

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio natural	Arbustal denso	69,17	0,97
Sin cambio natural	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	785,27	11,07
Sin cambio natural	Otros cultivos permanentes arbóreos	6,40	0,09
Sin cambio natural	Pastos enmalezados	5,91	0,08
Sin cambio natural	Pastos limpios	53,04	0,75
Sin cambio natural	Tejido urbano continuo	1,63	0,02
Sin cambio natural	Vegetación secundaria alta	2.220,49	31,30
Sin cambio	Otros cultivos permanentes arbóreos	22,79	0,32
Sin cambio	Pastos limpios	97,10	1,37

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio	Vegetación secundaria alta	13,67	0,19
Pérdida severa	Otros cultivos permanentes arbóreos	2,47	0,03
Pérdida severa	Pastos limpios	0,14	0,00
Pérdida severa	Vegetación secundaria alta	0,23	0,00
Pérdida moderada	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	44,38	0,63
Pérdida moderada	Vegetación secundaria alta	0,61	0,01
Ganancia severa	Arbustal denso	162,90	2,30
Ganancia severa	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	102,84	1,45
Ganancia severa	Otros cultivos permanentes arbóreos	8,10	0,11
Ganancia severa	Pastos enmalezados	12,22	0,17
Ganancia severa	Pastos limpios	196,73	2,77
Ganancia severa	Tejido urbano continuo	3,28	0,05
Ganancia severa	Vegetación secundaria alta	2.871,83	40,48
Ganancia moderada	Arbustal denso	1,78	0,03
Ganancia moderada	Pastos enmalezados	0,16	0,00
Ganancia moderada	Pastos limpios	20,94	0,30
Ganancia moderada	Vegetación secundaria alta	390,73	5,51
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>7.094,80</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Con el análisis multitemporal se puede apreciar que la microcuenca abastecedora del Acueducto de María La Baja, ha venido ganando de manera severa espacios naturales, del total de la cobertura boscosa de la cuenca abastecedora se ha recuperado el 46% del 77% del total de dicha cobertura, lo que evidencia una efectividad inminente en las acciones de restauración que se han llevado a cabo en dicha microcuenca, el cual es ratificado por el porcentaje sin cambio en las últimas dos décadas que corresponde al 31%, de esta manera la pérdida de cobertura boscosa para el abastecimiento del territorio es menor que el 1%.

Finalmente, las zonas de preservación han venido en aumento en el último tiempo, con una ganancia en el territorio del 2% del 3% del total de dichas coberturas, lo cual indica que aunque las acciones de restauración han cumplido los objetivos planteados es imperante la necesidad de extender las acciones de restauración en toda la cuenca abastecedora, y de este modo parar las zonas de preservación de la cuenca abastecedora.

De acuerdo con la información suministrada por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE (CARDIQUE) se pudo establecer, que en los últimos años esta Corporación ha venido adelantando el Programa de “Uso y Manejo de Bosques Reforestación y mantenimiento de especies protectora productora en diferentes microcuencas en estado de degradación en los diferentes municipios de la Jurisdicción de CARDIQUE”; para el caso específico de la microcuenca abastecedora del Acueducto de María La Baja, se han desarrollado las siguientes acciones:

- Se realizaron interventorías de plantaciones protectoras-productoras a 35 hectáreas, 4,6 hectáreas de maderables y 9,3 frutales en un sector de las márgenes del arroyo Paso en medio del municipio de MARIA LA BAJA.



- Reforestación con especies protectoras productoras de un sector de las márgenes de la parte alta del arroyo Paso en medio del municipio de MARIA LA BAJA.

#### 3.11.4.5.4 Microcuenca Abastecedora Acueducto de Cartagena - Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez

Con los datos de la **Tabla 3.489**, la microcuenca cuenta con espacios boscosos pertenecientes a bosque de galería y vegetación secundaria que corresponden al 0.5% de la microcuenca; las zonas de preservación y recuperación corresponden a las coberturas de arbustales que corresponde al 10% de la misma.

Con el análisis multitemporal se puede apreciar que la cuenca abastecedora, se ha mantenido en los espacios boscosos que presenta en las últimas décadas, lo cual evidencia que las acciones de restauración no han cumplido con los objetivos planteados.

**Tabla 3.489. Resultados del estado de las coberturas de la microcuenca abastecedora Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez.**

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Sin cambio natural	Arbustal denso	13,61	0,56
Sin cambio natural	Zonas pantanosas	0,03	0,00
Sin cambio	Arbustal denso	143,83	5,92
Sin cambio	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	8,72	0,36
Sin cambio	Mosaico de pastos con espacios naturales	129,73	5,34
Sin cambio	Pastos arbolados	210,61	8,67
Sin cambio	Pastos enmalezados	813,84	33,50
Sin cambio	Pastos limpios	640,73	26,37
Sin cambio	Red vial y territorios asociados	1,09	0,04
Sin cambio	Tejido urbano continuo	28,16	1,16
Sin cambio	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	13,55	0,56
Sin cambio	Vegetación secundaria baja	10,73	0,44
Pérdida severa	Arbustal denso	33,93	1,40
Pérdida severa	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	11,02	0,45
Pérdida severa	Mosaico de pastos con espacios naturales	24,94	1,03
Pérdida severa	Pastos arbolados	21,55	0,89
Pérdida severa	Pastos enmalezados	103,33	4,25
Pérdida severa	Pastos limpios	28,33	1,17
Pérdida severa	Tejido urbano continuo	3,04	0,12
Pérdida moderada	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	10,83	0,45
Pérdida moderada	Tejido urbano continuo	5,60	0,23
Pérdida moderada	Zonas pantanosas	111,00	4,57
Ganancia severa	Arbustal denso	47,67	1,96
Ganancia severa	Bosque de galería y ripario	0,39	0,02
Ganancia severa	Zonas pantanosas	7,45	0,31
Ganancia moderada	Pastos enmalezados	5,97	0,25

MULTITEMPORAL	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Ganancia moderada	Pastos limpios	0,02	0,00
<b>ÁREA TOTAL</b>		2.429,69	100,00

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Finalmente, las zonas de preservación también han presentado una pérdida paulatina, aunque cerca del 5% de este tipo de cobertura vegetal no han presentado cambios en las últimas décadas, estos resultados plantean la necesidad de replantearse los objetivos de las acciones de restauración y las acciones mismas, que deben ser acordes a las condiciones socio ambientales del territorio.

De acuerdo con la información tomada de la página web de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., empresa de Acueducto que se abastece de la Microcuenca Arroyo Quita Calzón Ciénagas Juan Gómez, se menciona, que en los últimos años este Acueducto ha venido desarrollando un Plan de Manejo Ambiental en la captación, aprobado por la Autoridad Ambiental (CARDIQUE), con el fin de mantener y preservar el sistema cenagoso buscando que la actividad de captación no genere conflictos de uso y garantizar el mantenimiento de la fuente de abastecimiento en sus condiciones naturales

En cuanto acciones de reforestación, en su página Web la empresa comunica lo siguiente:

- Programa de Reforestación: Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. viene desarrollando una serie de acciones concordantes con el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, que busca fomentar el establecimiento y manejo de las coberturas vegetales que permitan la restauración y rehabilitación de las coberturas forestales de la microcuencas de los cauces naturales, afluentes del Sistema Lagunar, para contribuir con la mejora de la oferta de bienes y servicios ambientales de la ecorregión y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.
- Se ha desarrollado la reforestación de aprox. 24 Ha. de las zonas protectoras de los arroyos Damasio, Cabrita, Quirón y otros, afluentes de este Sistema en el corregimiento de Rocha, municipio de Arjona con el objeto de mejorar la oferta ambiental y el hábitat para otras especies vegetales y especialmente para la fauna. Estas siembras se realizan con la participación de habitantes del área y se lleva a cabo con especies nativas de rápida adaptación y crecimiento como robles, Caracolí, Camajarú, entre otros, en las zonas más críticas por estar deforestadas o erosionadas.

### 3.12 CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN Y FLORA

La evaluación de las coberturas vegetales presentes en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se aborda inicialmente desde un contexto regional, es decir, la delimitación y descripción de las zonas de vida, los biomas, las provincias biogeográficas y los distritos biogeográficos contenidos en los límites de la cuenca. Una vez conocidas las generalidades del entorno, se analizan posteriormente las particularidades del área, la cual se basa en la caracterización florística de cada cobertura definida, tomando como base la información capturada en campo.

#### 3.12.1 Caracterización de la Vegetación y Flora Existente

##### 3.12.1.1 Metodología de Consecución y Tratamiento de Datos

Para adelantar la caracterización de la vegetación presente en el área de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, se desarrollaron tres etapas; la planeación de actividades, la recolección de la información en campo y la generación del estudio como tal, en el cual se incluye un análisis florístico, estructural y funcional de la vegetación. A continuación, se describe cada una de estas etapas, destacando los aspectos más relevantes.

##### 3.12.1.1.1 Fase de Pre – Campo

Es la fase inicial dentro de la caracterización de la vegetación, esta etapa comprende la organización, revisión y análisis de la información secundaria existente para el área de estudio, estableciendo de esta manera un marco de referencia para las actividades a desarrollar en campo y oficina.

Conocida las características generales de la Cuenca Canal del Dique, se procedió a la identificación y delimitación de las coberturas vegetales presentes, las cuales fueron clasificadas según la metodología de *Corine Land Cover* (IDEAM, 2010).

Una vez actualizado el mapa de cobertura, se definieron los puntos de muestreo, los cuales se ubicaron en áreas naturales y seminaturales, abarcando las coberturas vegetales de tipo boscoso y arbustivo. De igual manera se tuvieron en cuenta las siguientes características para la selección de las áreas a muestrear:

- Accesibilidad.
- Representatividad florística y biológica.
- Identificación de áreas escasamente intervenidas o relictuales consideradas de importancia para la conservación y/o restauración de ecosistemas.
- Priorización de áreas de importancia ambiental y conectividad ecológica y ecosistémica.

El éxito en el desarrollo de un inventario forestal en un tiempo y área geográfica definidos, requiere una planeación adecuada de las actividades, acorde con los objetivos perseguidos y los recursos disponibles; por ello un parámetro importante fue la definición del método a

utilizar para llevar a cabo el muestreo semidetallado de flora, ya que es imposible en un corto plazo obtener un inventario total de las especies forestales situadas dentro de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique. De acuerdo a lo anterior, era necesario optar por una técnica de muestreo que permitiese obtener a corto plazo un resultado representativo, confiable y de buena calidad.

De esta manera se eligió el método de muestreo de plantas leñosas propuesto por Gentry (Gentry A., 1982), (Gentry A., 1986), el cual es aceptado y ampliamente utilizado, además proporciona un rápido conocimiento preliminar de patrones de diversidad en comunidades de bosque o matorral. El análisis de datos permite estudiar la diversidad de una formación vegetal tomando como referencia las especies de tipo biológico arbóreo (Cámara R, 2013).

Así mismo teniendo en cuenta las condiciones del área, el diseño de muestreo a implementar fue de tipo estratificado al azar para plantas leñosas, en donde cada unidad de bosque (cobertura) es un estrato o división en los que se realizan transectos o parcelas al azar, de esta forma existe una representatividad de las muestras.

Como metodología a utilizar en el inventario de campo se definió la Evaluación Ecológica Rápida (EER), cuyos conceptos se adaptan apropiadamente para el área de estudio y dependen de la metodología propuesta por Gentry. El programa de Evaluación Ecológica Rápida fue creado en 1990 por Conservación Internacional con la intención de obtener información biológica de una manera rápida y así proporcionar una herramienta para la conservación de ecosistemas (Guayasamin J., 2013).

Finalmente se diseñó el formato de cartera de campo para la captura de la información y se definió el equipo de trabajo compuesto por dos ingenieros forestales y baqueanos conocedores del área, los cuales se encargaban de facilitar el ingreso a predios, la localización y el acceso a los puntos de muestreo, la delimitación de parcelas, la marcación de los individuos inventariados y proporcionar los nombres comunes de las especies forestales reconocidas por ellos.

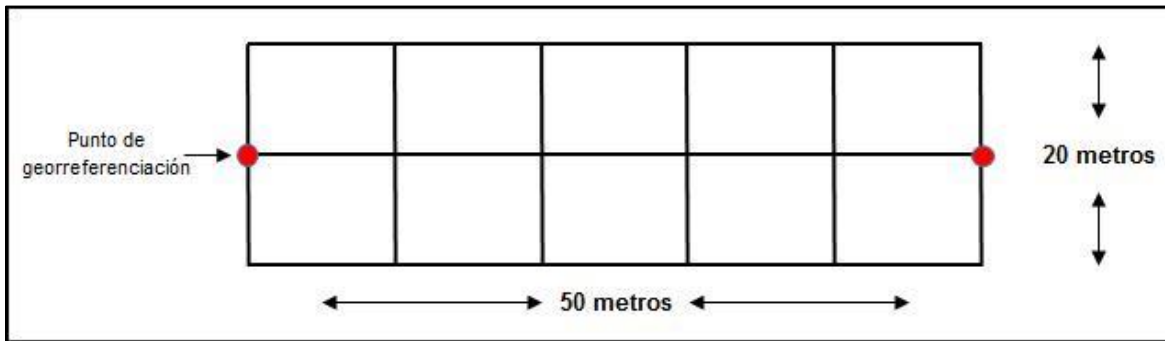
### 3.12.1.1.2 Fase de Campo

Una vez definidos el diseño, técnica y metodología de muestreo, así como el tamaño de las parcelas, se procedió a la recolección de información en campo, actividad realizada el mes de noviembre de 2016.

Para realizar el levantamiento de la vegetación en cada una de las coberturas seleccionadas, una vez ubicado el sitio de muestreo, se localizaron las áreas de mayor representatividad y allí se realizaron parcelas rectangulares de 50 metros de largo x 20 metros de ancho (1.000 m<sup>2</sup>), las cuales fueron a su vez subdivididas en diez (10) subparcelas de 10 x 10 metros (ver **Figura 3.634**).



Figura 3.634. Diseño de parcela.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La configuración de la parcela en campo se hizo por medio de una cuerda dividida en secciones de 5 metros, la cual fue amarrada en uno de sus extremos a un árbol o estaca y posteriormente era extendida hasta los 50 metros; en este punto la cuerda se aseguraba a un árbol o estaca. Una vez definido el eje principal de la parcela, con la ayuda de un decámetro, al mismo tiempo que se iba inventariando los árboles, se corroboraba el ancho de la parcela (ver **Fotografía 3.238**).

Posteriormente se procedió con ayuda de un GPS a la georreferenciación de la parcela, ubicándose en el punto central de la misma, así mismo se tomó el registro fotográfico del sitio de muestreo (**Anexo 3.12.1**); la información de coordenadas y número de fotografías asociadas fue consignada en la respectiva cartera de campo.

Dentro de cada parcela se inventariaron todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (D.A.P) mayor o igual a 10 cm (31,5 cm de circunferencia); (ver **Fotografía 3.239**), registrando para cada uno el nombre común, circunferencia a la altura del pecho (C.A.P), altura total, altura del fuste, diámetro de copa tomado en dos direcciones y alguna observación relevante para el estudio. Para las especies que no se tenía certeza de su nombre científico, se tomaron fotos a las hojas, ramas, fuste y se anotaba alguna característica que permitiera (exudado, olor, espinas, etc.) su posterior identificación mediante la asesoría de un herbario o un especialista en el área (ver **Fotografía 3.240**). Los nombres de las familias y de las especies de los diferentes individuos inventariados, fueron catalogados según el sistema de clasificación APG III.

**Fotografía 3.238. Eje principal de una parcela adelantada en bosque fragmentado.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.239. Medición de CAP.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.240. Rama de Huevo de Burro (*Crateva tapia*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para facilitar la posterior localización en campo de las parcelas adelantadas y los individuos muestreados, cada uno fue marcado con pintura con el correspondiente número de aparición dentro del muestreo (ver **Fotografía 3.241** y **Fotografía 3.242**).

**Fotografía 3.241. Punto de muestreo 28.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.242. Marcación de parcelas e individuos con pintura.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Para la caracterización de las coberturas vegetales presentes en la Cuenca Canal del Dique, se adelantaron 32 parcelas distribuidas en 8 unidades de vegetación. En la **Tabla 3.490** se detallan los aspectos más relevantes de cada unidad de muestreo.

**Tabla 3.490. Parcelas adelantadas en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**

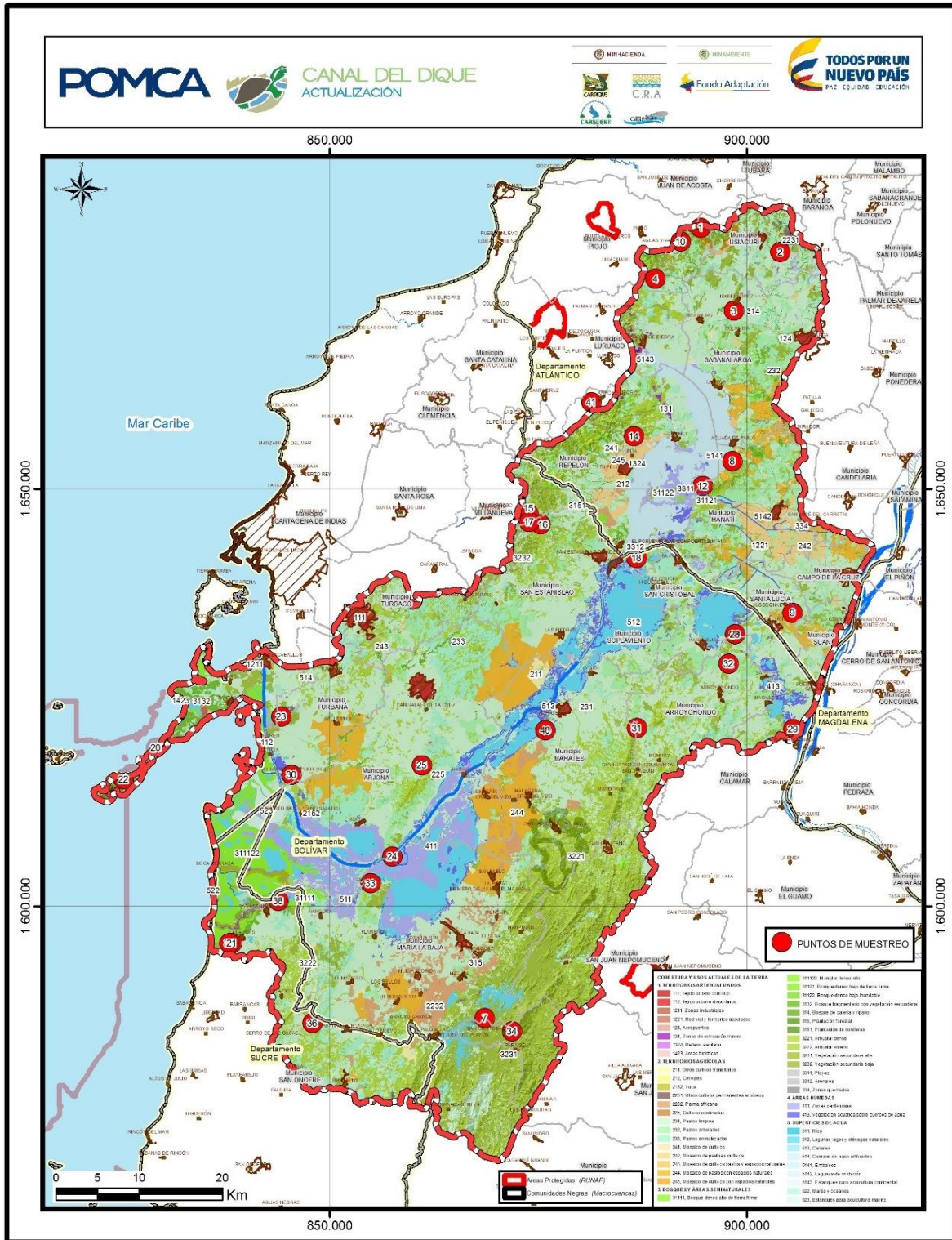
PUNTO DE MUESTREO	X	Y	ALTURA	COBERTURA EVALUADA
01	894404	1681307	233	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
02	903966	1678408	70	Vegetación secundaria baja
03	898434	1671350	27	Bosque de galería y/o ripario
04	888975	1675175	73	Arbustal denso
07	868540	1586612	66	Vegetación secundaria alta
08	898260	1653333	33	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
09	905455	1635179	6	Vegetación secundaria baja
10	892067	1679643	102	Bosque de galería y/o ripario
12	894707	1650356	97	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
14	886457	1656322	45	Plantación forestal
15	873806	1646974	137	Arbustal denso
16	875250	1645756	134	Vegetación secundaria alta
17	873893	1646043	134	Arbustal denso
18	886774	1641727	2	Arbustal denso
20	829168	1618998	-14	Bosque denso alto inundable
21	838266	1595602	2	Bosque denso alto inundable
22	825276	1615220	59	Vegetación secundaria baja
23	844187	1622740	15	Arbustal denso
24	857499	1605970	11	Vegetación secundaria alta
25	861043	1616917	63	Arbustal denso
28	898564	1632598	7	Arbustal denso
29	905539	1621247	18	Vegetación secundaria alta
30	845393	1615762	-4	Bosque denso alto inundable
31	886807	1621350	46	Arbustal denso
32	897795	1629049	16	Bosque de galería y/o ripario
33	854880	1602765	25	Arbustal abierto
34	871810	1585040	56	Vegetación secundaria alta
36	847921	1586007	76	Vegetación secundaria alta
37	837963	1595602	-1	Bosque denso alto inundable
38	843833	1600659	3	Bosque denso alto inundable
40	875839	1621089	-2	Arbustal abierto
41	881340	1660399	110	Bosque de galería y/o ripario

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Figura 3.635** se muestra la ubicación geográfica de las 32 parcelas adelantadas en la Cuenca Canal del Dique.



**Figura 3.635. Localización de las parcelas adelantadas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La localización geográfica de las parcelas inventariadas se puede observar en detalle en el **Anexo 3.12.2**.

En el **Anexo 3.12.3** se presentan los formularios diligenciados en campo donde se recogieron las variables evaluadas a los individuos inventariados en cada punto de muestreo.

### 3.12.1.1.3 Fase Post – Campo

Obtenida la información en campo, se realiza la ordenación, sistematización, compilación y el procesamiento de datos, la cual puede ser consultada detalladamente en el **Anexo 3.12.4** y en el **Anexo 3.12.5**.

Se definió la composición florística, determinando el número de especies, géneros y familias presentes en las parcelas. La estructura vertical y horizontal de las coberturas se evaluó a partir de índices derivados de las variables medidas en campo (Altura, CAP, diámetro de copa, etc.). La riqueza y diversidad se valoró utilizando el coeficiente de mezcla, el índice de Shannon – Weaver, Simpson, Berger Parker, el índice de Margalef y el índice de Menhinick. A continuación, se presentan las definiciones y fórmulas para el cálculo de los índices convencionales para la evaluación de las coberturas vegetales presentes en la Cuenca Canal del Dique.

#### 3.12.1.1.3.1 Composición Florística

En este ítem se determinan el número de familias, géneros y especies encontradas en cada cobertura. El estudio de la composición florística es útil para comparar las unidades vegetales en función de su riqueza de especies y evidenciar aspectos de su ecología.

#### 3.12.1.1.3.2 Análisis Estructural

Tiene por objeto conocer la organización espacial de las especies y el número de individuos en el área objeto de estudio; para el conocimiento estructural del bosque, se utilizan indicadores cuantitativos y cualitativos por medio de los cuales se evalúa la estructura del bosque desde los puntos de vista horizontal, vertical y total; tal como se describe a continuación:

**Estructura horizontal:** Determina la distribución espacial de las especies en la superficie del bosque; esta estructura puede evaluarse a través de indicadores como la abundancia, frecuencia, dominancia e Índice de valor de Importancia (IVI), los cuales expresan la cantidad y ocurrencia de las especies, así como su importancia ecológica dentro del ecosistema. Estos parámetros se describen a continuación:

- **Abundancia:** Es el número de árboles por especie registrados en cada parcela de la cobertura de bosque analizada; puede ser absoluta y relativa.

**Abundancia absoluta (Aa):** Hace referencia al número de individuos por especie contabilizados en el inventario.

**Aa = No. de individuos por especie**

**Abundancia relativa (Ar):** Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de individuos.

$$Ar = (\text{No. de individuos por especie} / \text{No. de individuos en el área muestreada}) \times 100$$

- **Frecuencia:** Es la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo (parcelas) establecidas; puede ser absoluta y relativa.

**Frecuencia absoluta (Fa):** Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo.

$$Fa = \frac{(\text{No. de unidades de muestreo en que ocurre una especie}) \times 100}{\text{No. total de unidades de muestreo}}$$

**Frecuencia relativa (Fr):** Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fr = (Fa \text{ de una especie} / \sum \text{ de todas las Fa}) \times 100$$

Una vez calculadas las frecuencias, Lamprecht (1990), plantea 5 clases donde se agrupan las especies dependiendo del valor de la frecuencia absoluta de cada una. En la **Tabla 3.491** se muestran las categorías establecidas.

**Tabla 3.491. Histograma de frecuencias absolutas.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO
I	1 – 20	Muy poco frecuente
II	20,1 – 40	Poco frecuente
III	40,1 – 60	Frecuente
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente
V	80,1 – 100	Muy frecuente

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

- **Dominancia:** Se refiere al grado de cobertura de las especies en base al espacio ocupado por ellas; se clasifica en absoluta y relativa.

**Dominancia absoluta (Da):** es expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.

$$Da = G_i$$

$$G_i = (\pi/4) * (\sum D.A.P_i)^2$$

Dónde:

$G_i$  = Área basal para la iésima especie.

DAPI = Diámetro a la altura del pecho de los individuos de la iésima especie.

**Dominancia relativa (Dr):** Es el porcentaje de cubrimiento que tiene una determinada especie con respecto al total de las áreas basales de todas las especies inventariadas.

$$Dr = G_i / G_t * 100$$

Dónde:

Gi = Área basal para la iésima especie.

Gt = Área basal total.

- **Índice de Valor de Importancia (IVI):** El IVI es un indicador del peso ecológico de cada especie dentro de la cobertura evaluada, el cual permite deducir aspectos importantes como el dinamismo, la dominancia y las especies más representativas de un ecosistema. Este índice se calcula a partir de la suma de los resultados porcentuales de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa, siendo su máximo 300 y es alcanzado en estratos que presentan una sola especie. La fórmula empleada para su cálculo es la siguiente:

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Dónde:

IVI = Índice de valor de importancia.

Ar = Abundancia relativa.

Fr = Frecuencia relativa.

Dr = Dominancia relativa.

- **Cobertura de copa:** Es obtenido mediante el cálculo en m<sup>2</sup>, del área que proyecta la copa sobre el suelo de cada individuo, esta variable fue obtenida mediante observación directa de cada individuo y su proyección dimensional en los ejes x, y. (Rangel & Velásquez; 1997). La cobertura de la copa se define entonces de la siguiente manera (Prieto; 1994):

$$C1 = \frac{1}{2} (D2 * \frac{1}{2} D1) * 2$$

Dónde:

C1 = Cobertura de copa en m<sup>2</sup>.

D2 = Diámetro mayor.

D1 = Diámetro menor.

- **Densidad (D):** Corresponde al número de individuos registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en la cobertura:

$$D = \text{No. de individuos} / \text{Área total del muestreo en ha}$$

### 3.12.1.1.3.3 Estructura Vertical

La estructura vertical se basa en la estratificación, observando el bosque a partir de las alturas de los árboles y su separación en estratos. Se evalúa por medio de parámetros como el diagrama de dispersión de Ogawa y la posición sociológica; de esta forma es posible determinar la importancia fitosociológica de las especies; pues tendrán un lugar asegurado dentro del ecosistema evaluado, aquellas especies que logren mantenerse con mayor frecuencia en todos los estratos del bosque:



- **Diagrama de dispersión (Ogawa):** el diagrama de Ogawa corresponde a una gráfica cartesiana, donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total para el eje de las ordenadas y las alturas de reiteración en el eje de las abscisas.

Si aparecen conglomerados de puntos aislados, indica el vacío de las copas en los niveles intermedios, denotando un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe continuidad desde el sotobosque hasta el dosel.

- **Posición sociológica absoluta:** la posición sociológica se determinó a partir de la información contenida en las Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales del Ministerio del Medio Ambiente (2002). Las categorías de los estratos definidos se observan en la **Tabla 3.492**.

**Tabla 3.492. Categorías de los estratos de la masa boscosa.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA
Estrato Superior	ES	> 20 metros
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros
Estrato Inferior	EI	< 10 metros

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De esta manera tomando como base las alturas totales, se determina para cada individuo el estrato al cual pertenece, asignándole el símbolo correspondiente y definiendo así que cantidad de individuos por especie existe en cada uno de los estratos indicados. La posición sociológica puede ser absoluta o relativa.

$$Psa = \sum (\text{No. total de individuos por estrato} * \text{No. de individuos de una especie por estrato})$$

$$Psr = (Psa \text{ de una especie} / \sum \text{ de todas las Psi}) * 100$$

#### 3.12.1.1.3.4 Estructura Total

El análisis de la estructura total permite conocer la distribución de los individuos por clase diamétrica y determinar los volúmenes presentes en cada especie.

- **Estructura diamétrica:** Hace referencia al número de individuos ubicados en un determinado rango diamétrico. Para el presente estudio, cada rango o clase diamétrica fue definido cada 10 cm.
- **Volumen:** Es el resultado más importante del inventario forestal, ya que indica el potencial productivo del bosque. El cálculo del volumen de los árboles se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$V = ((\pi/4) * (\sum DAP_i)^2) * h * Ff$$

Dónde:

h = Altura del árbol, puede ser la total o la altura del fuste.

Ff = Factor de forma balanceado (0,65) para especies nativas, en el país (Unión Europea).

### 3.12.1.1.3.5 Grado de Agregación de las Especies

Determina la distribución espacial de las especies y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Ga = Do / De$$

Dónde:

Do = Densidad observada.

Do = Número total de árboles por especie / Número total de subparcelas muestreadas.

De = Densidad esperada.

De = - Ln (1 – (Frecuencia absoluta/100)).

De acuerdo a lo anterior el parámetro se interpreta en la **Tabla 3.493**.

**Tabla 3.493. Grado de agregación.**

GRADO DE AGREGACIÓN	DESCRIPCIÓN
Ga > 2	La especie está agrupada
Ga > 1	La especie presenta tendencia al agrupamiento
Ga < 1	La especie se encuentra dispersa

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.1.1.3.6 Evaluación de la Diversidad de las Coberturas Muestreadas

En este apartado se comparan los distintos índices de diversidad y el cociente de mezcla calculados para las coberturas muestreadas. El objetivo de este capítulo es tener una idea de la variación y abundancia relativa de las especies y tener una medida de la heterogeneidad de las coberturas evaluadas.

#### Cociente de Mezcla

Se expresa como la proporción entre el número de especies encontradas por el total de árboles inventariados.

$$CM = S / N$$

Dónde:

S = Número de especies.

N = Número de individuos.

### Índices de Diversidad Basados en la Abundancia Relativa de Especies

- **Índice de Shannon-Wiener (H')**: mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes.

Entre mayor sea el valor del índice (H'), mayor tendencia a la diversidad presentará la cobertura analizada, es así que la obtención de valores por encima de tres (3) son típicamente interpretados como "diversos", el valor máximo suele estar cerca de 5. La ecuación utilizada para su cálculo se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Shannon-Wiener (H')} = -\sum P_i * \ln P_i$$

Dónde:

P<sub>i</sub>: proporción o probabilidad de la especie i respecto al total de individuos n<sub>i</sub> / N.

Ln: Logaritmo natural.

- **Índice de Simpson (D)**: se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. El valor del índice de Simpson (D) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa". La fórmula de por medio de la cual se calcula el índice de Simpson se muestra a continuación:

$$\text{Simpson (D)} = \sum ((n_i (n_i - 1) / (N (N - 1)))$$

Dónde:

n<sub>i</sub>: Número de individuos por especie.

N: Número total de individuos.

- - **Índice de Berger Parker (d)**: El valor del índice de Berger Parker muestra la dominancia que expresa la especie más abundante. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Berger Parker (d)} = N_{\max} / N = 1 - d \text{ (recíproco)}$$

Dónde:

N<sub>max</sub>: La mayor abundancia de las especies evaluadas.

N: Número total de individuos.

Para la interpretación de los índices de Simpson y Berger Parker, los valores numéricos se expresan en forma recíproca (1/D y 1/d), de esta manera son directamente proporcionales a la diversidad.

### Índices de Diversidad Basados en la Densidad de Especies

- **Índice de Margalef (D<sub>mg</sub>)**: es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra realizada. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Margalef (D}_{mg}) = (S - 1) / \ln N$$

Dónde:

S: Corresponde al número total de especies.

N: Corresponde al número total de individuos.

Ln: Logaritmo natural.

- **Índice de Menhinick ( $D_{mn}$ ):** Al igual que el anterior, los valores obtenidos en el índice de Menhinick son un indicador proporcional de la alta diversidad y riqueza de especies dentro de la cobertura analizada. Se obtiene al hallar la relación entre el número de especies y la raíz cuadrada del número total de individuos, tal como se observa en la siguiente ecuación:

$$\text{Menhinick } (D_{mn}) = S / \sqrt{N}$$

Dónde:

S: Corresponde al número total de especies.

N: Corresponde al número total de individuos.

### 3.12.2 Contexto Regional

En este numeral se destacan las características generales de la vegetación presente en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, la cual ha sido el resultado directo de las condiciones medio ambientales de la región Caribe Colombiana, como son temperaturas superiores a los 24°C, una altitud inferior a los 1.000 m.s.n.m, largos periodos de sequía y relieves que van desde sabanas a terrenos colinados.

#### 3.12.2.1 Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Holdridge Presentes en la Cuenca Canal del Dique

Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, las cuales tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Esas asociaciones definen un ámbito de condiciones ambientales que, junto con los seres vivos, dan un conjunto único de fisonomía de las plantas y actividad de los animales. Aunque es posible establecer muchas combinaciones, las asociaciones se pueden agrupar en cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas (Holdridge, 1967), las cuales determinan la existencia de una vegetación típica, que se diferencia fisionómicamente y florísticamente.

Para la clasificación de las formaciones vegetales o zonas de vida presente en el área de la Cuenca Canal del Dique, se adoptó el sistema de Holdridge aplicado a las condiciones climáticas de Colombia por el IDEAM. Este sistema se basa en el estudio de la biotemperatura y precipitación, y la relación existente entre los tipos de ecosistemas. En la Cuenca Canal del Dique, de acuerdo a las condiciones climáticas de la región, se pueden presentar 3 zonas de vida. A continuación, se destacan las características más relevantes de cada una.



### 3.12.2.1.1 Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)

La formación vegetal de bosque muy seco Tropical (bms-T) en Colombia se encuentra localizada tanto en tierras bajas (cinturón seco del Caribe y los valles secos interandinos por debajo de los 1.000 m de elevación), como en tierras altas (enclaves secos altoandinos de la Cordillera Oriental). En el Caribe, el bms-T se encuentra en el alta y media Guajira, en la parte baja del flanco noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en el litoral de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre (Hernández- C. et al. 1995).

Las características climáticas de esta zona de vida son una temperatura superior a los 24°C, con una precipitación anual entre 300 y 1.000 mm y una altura sobre el nivel del mar inferior a los 1.000 metros.

La vegetación original de esta zona de vida se encuentra altamente alterada a causa de los procesos de ganadería extensiva, la agricultura y en algunos sectores por la explotación del suelo para la extracción de calizas y materiales de construcción. En la **Tabla 3.494** se muestran algunas especies representativas de esta formación vegetal.

**Tabla 3.494. Algunas especies presentes en el bosque muy seco tropical (bms – T).**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) Skeels	Caracolí	ANACARDIACEAE
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	ANACARDIACEAE
<i>Annona glabra</i> L.	Guanábana De Pozo	ANNONACEAE
<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	Cabezona, Gallina Gorda, Guanábana Cimarrona, Guanábana De Cabeza Negra, Guanabanaemonte, Guanabana Matimbá, Guanábanañeca, Guanacona	ANNONACEAE
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Azotacaballo, Barají, Fruta De Burro, Frutoeburro, Pepaeburro	ANNONACEAE
<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	Bola De Berraco, Bola De Puerco, Cojón De Frayle, Cojón De Puerco, Guevaegato, Guevas De Perro, Hueva De Berraco, Huevoeberraco, Lechoso	APOCYNACEAE
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Palma Tamaco, Jabara, Tamaco	ARECACEAE
<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E. Moore	Cañabrava, Castilla, Corocito, Coroza, Corozo, Corozoelata, Gallinaza, Güevoetigre, Latacorozo, Lata Negrita, Lata Sabanera, Palmaecoroza, Palmaelata	ARECACEAE
<i>Bactris major</i> Jacq.	Corozoelata, Lata, Lata, Arroyera, Latacorozo, Macho, Lataesapo, Lata, Sabanera	ARECACEAE
<i>Chamaedorea pinnatiformis</i> (Jacq.) Oerst	Colegallo, Labicá, Macanito	ARECACEAE
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	ARECACEAE
<i>Copernicia tectorum</i> (Kunth) Mart.	Palma Sará, Palmiche, Sará	ARECACEAE
<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Matamba	ARECACEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav) Mart.	Cola De Gallo, Rabo De Gallo, Puerto Rico	ARECACEAE
<i>Sabal mauritiiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. ex H. Wendl.	Palma Amarga, Palma Redonda, Palmito	ARECACEAE
<i>Crescentia cujete</i> L.	Totumo, Totumo Cimarrón	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) Standl.	Alumbre, Coralibe, Puy	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Cañaguata Morado, Polvillo	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus rosea</i> (Bertol) A. DC.	Polvillo, Puy, Roble, Roble Morado	BIGNONIACEAE
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Caballito	BIGNONIACEAE
<i>Bixa orellana</i> L.	Achote	BIXACEAE
<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Bonpl.) Kunth	Macondo, Volado, Volandero, Barrigón	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bonga, Ceiba, Ceiba Blanca, Ceiba Bonga, Ceiba Bruja, Ceiba Colorá	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson	Ceiba, Ceiba Colorá, Ceiba Roja, Ceiba Tolú, Ceiba Tolúa, Tolúa	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Pseudobombax maximum</i> A. Robyns	Cartageno, Ceiba Botella, Ceibo Barrigon, Majagua, Majagua, Colorada	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Guarabilla, Majagua, Majagua Colorá	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Cordia dentata</i> Poir.	Uvito	BORAGINACEAE
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch	Caraña	BURSERACEAE
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Pitajaya	CACTACEAE
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Guamacho, Chupachupa	CACTACEAE
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Cardón	CACTACEAE
<i>Belencita nemorosa</i> (Jacq.) Dugand	Calabacilla	CAPPARACEAE
<i>Capparis eustachiana</i> Jacq.	Arará, Calabacilla	CAPPARACEAE
<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.	Olivo	CAPPARACEAE
<i>Crateva tapia</i> L.	Limoncillo, Mamón De Puerco, Naranjito, Naranjuelo, Toco	CAPPARACEAE
<i>Carica papaya</i> L.	Lechosa, Papaya	CARICACEAE
<i>Hirtella americana</i> L.	Carita De Negro, Garrapato, Pasita	CELASTRACEAE
<i>Parinari pachyphylla</i> Rusby	Pergüétano	CELASTRACEAE
<i>Conocarpus erecta</i> L.	Garbancillo, Mangle Botón, Mangle Garbancillo, Mangle Negro, Mangle Zaragoza, Zaragoza	COMBRETACEAE
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	Mangle Blanco, Mangle Bobo, Mangle Salao, Mangle Amarillo	COMBRETACEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Guayabo León, Vara De León, Trompito	COMBRETACEAE
<i>Muntingia calabura</i> L.	Chitató, Berraquillo, Bocachina, Chitató, Guayuyu, Nigua, Niguito, Niguo, Varadepaloma	ELAEOCARPACEAE
<i>Erythroxylum densum</i> Rusby	Coca, Noseve	ERYTHROXYLACEAE
<i>Croton malambo</i> H. Karst.	Malambo	EUPHORBIACEAE
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão var. <i>stipulosa</i> P. Franco	Coral, Pantano	EUPHORBIACEAE
<i>Phyllanthus elsiae</i> Urb.	Garbancillo, Manzanillo, Pimientillo, Pimentón, Pimiento, Pimentón	EUPHORBIACEAE
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Ñipi, Ñipiñipi, Peñique, Piñique, Piñique, Piñique	EUPHORBIACEAE
<i>Xylosma intermedia</i> (Seem.) Triana & Planch.	Carita De Santo	SALICACEAE
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Banco, Volador	HERNANDIACEAE
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividive, Dividive Negro, Dividivi, Dividivi Negro	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. *	Angelitos, Clavellina, Clavellino, Flor De Muerto	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Cassia fistula</i> L. *	Lluvia De Oro	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Cassia grandis</i> L. f.	Cañafístola, Cañafistula, Cañandong, Cayandong, Delones	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms	Cuico	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf. *	Acacia, Acacia Roja	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil, Brasilete, Brasilito, Rasguño De Tigre	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Libidibia corymbosa</i> (Benth.) Britton & Killip	Ébano, Granadillo	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Sauce, Sauce Guajiro	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Prioria copaifera</i> Griseb.	Aceite, Cativo, Cucharó	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Sin NC.	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart var. <i>niopoides</i>	Guacamayo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Calliandra purpurea</i> (L.) Benth.	Bellota Colorá, Bruja, Copete De Carpintero	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Atupa, Botacuero, Sietecueros	FABACEAE / MIMOSOIDEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>var. vincentis</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Carita, Carito, Guacamayo, Orejero	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	Bocachico, Chicharrón, Crugidor, Rabo De Iguana	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Buche, Gallinero, Payandé	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	Buche, Buche Blanco, Carne Fresca, Maromo, Pata De Vaca, Payandé, Pintacanillo, Pintamono, Tiraco, Blanco, Tiribuche, Tiribuchi	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Algarrobo, Algarrobillo, Campano, Campano, Bleo, Polvillo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Baranó, Baranoa, Chicho, Espino, Guacamayo, Hoja Menuda, Rabiguano, Tachuelo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Vachellia tortuosa</i> (L.) Seigler & Ebinger	Aromo, Cacho De Cabra, Dormidera, Trupillo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Malpighia glabra</i> L.	Cereza	MALPIGHIACEAE
<i>Hibiscus abutiloides</i> Willd.	Sin NC.	MALVACEAE / MALVOIDEAE
<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corrêa	Algodoncillo, Clemón	MALVACEAE / MALVOIDEAE
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Guáimaro	MORACEAE
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuerón	MORACEAE
<i>Ficus pallida</i> Vahl	Pivijay	MORACEAE
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Mora	MORACEAE
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba, Guayaba Dulce	MYRTACEAE
<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Melcocho, Paloprieto, Uvero, Uvito, Uvita, Roja	POLYGONACEAE
<i>Coccoloba obtusifolia</i> Jacq.	Confite, Corraleja, Pastelillo, Tacalao	POLYGONACEAE
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uva De Playa, Uva Playera, Uvero De Playa, Uvita De Playa, Uvito	POLYGONACEAE
<i>Ruprechtia ramiflora</i> (Jacq.) C.A. Mey.	Cocaemico, Paloprieto, Volador, Volaó	POLYGONACEAE
<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta, Varablanca	POLYGONACEAE
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carne, Asada	PROTEACEAE
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle, Mangle Rojo	RHYZOPHORACEAE
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Arrebianca, Guayaba Perulera, Guayabito, Guayabito Montañero, Pasita, Yayaecajón	RUBIACEAE
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Guayabo, Guayabo Colorao, Guayabo Macho, Guayabo Macanillo, Harino, Palosol	RUBIACEAE
<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	RUBIACEAE



ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Citrus medica</i> L. *	Limón	RUTACEAE
<i>Citrus reticulata</i> Blanco *	Mandarina	RUTACEAE
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamón	SAPINDACEAE
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Almendruña, Jaboncillo, Siminduña, Siminuña, Pepo	SAPINDACEAE
<i>Pradosia colombiana</i> (Standl.) Penn. ex T.J. Ayers & Boufford	Mamón de Leche, Mamón de Tigre, Sapote De Monte	SAPOTACEAE
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn. subsp. <i>buxifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Pasito	SAPOTACEAE
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	MALVACEAE / BYTTNERIOIDEAE
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Cacaíto, Cacahuito, Camajón, Camajonduro, Camajorí, Camajorú, Piñón	MALVACEAE / STERCULIOIDEAE
<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Aceituno	VERBENACEAE
<i>Bulnesia arborea</i> (Jacq.) Engl.	Guayacán, Guayacán De Bola, Guayacán Carrapo	ZYGOPHYLLACEAE
<i>Guaiacum officinale</i> L.	Guayacán, Guayacán Negro	ZYGOPHYLLACEAE

Fuente: Néstor David Jiménez – Escobar & Ana Cristina Estupiñan – González. Riqueza de especies arbóreas utilizadas por las comunidades campesinas del Caribe Colombiano.

### 3.12.2.1.2 Bosque Seco Tropical (bs-T)

El Bosque seco Tropical (bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1.000 m de altitud; presenta temperatura superior a los 24° C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 500 y 2.000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Espinal 1985; Murphy & Lugo 1986, IAVH 1997). De acuerdo con Hernández (1990) esta formación corresponde a los llamados bosques higrotropofíticos, bosque tropical caducifolio de diversos autores o bosque seco Tropical de Holdridge.

El bosque seco tropical o bosque tropical caducifolio se desarrolla en áreas donde hay un prolongado período de sequía, durante el cual las plantas experimentan deficiencia de agua y la mayor parte del arbolado tiene adaptaciones para sobrevivir, tales como soltar sus hojas al llegar el verano de ahí el nombre de bosque caducifolio, y su período de defoliación puede prolongarse hasta por cinco o seis meses incluyendo el verano desde diciembre a marzo o abril. La mayoría de las hojas se ponen amarillas y muy rara vez rojas, permitiendo con su caída la iluminación y el desarrollo de especies que se encuentran en los estratos inferiores del bosque que tenían suspendidos sus ciclos vegetativos normales como la fotosíntesis, salvo algunas ramas y troncos que aún lo conservaban. Este fenómeno que ocurre en el dosel, aunque también puede presentarse en la mayor parte del arbolado, es una adaptación de los árboles que les ayuda a evitar la pérdida de agua por transpiración, precisamente durante los períodos más secos y el suelo no tiene reservas de agua para satisfacer las necesidades de éstos.

Para Colombia, así como en otras zonas secas en el Neotrópico, la familia con mayor número de especie en el Bosque seco Tropical, en muestreos de 0.1 ha, es la de las Leguminosas (Fabaceae) seguida de la familia Bignoniaceae. En tercer lugar, se encuentran las familias Sapindaceae y Capparidaceae; para algunas regiones como en Neguanje (Magdalena) las familias Euphorbiaceae y Rubiaceae ocupan el tercer lugar con mayor número especies por unidad de área (Instituto Alexander von Humboldt , 1998).

Al nivel de endemismos para el Caribe de Colombia y Venezuela se encuentran tres géneros de plantas con flores únicos para esta región: Belencita (Capparidaceae), Hecatostemon (Flacourtiaceae) y un género indeterminado de la familia Basellacaceae (Gentry 1995). Al nivel específico en la **Tabla 3.495** se presenta una lista de especies de plantas que son endémicas al Bosque seco.

**Tabla 3.495. Lista de algunas especies de plantas del bosque seco tropical endémicas de Colombia y países aledaños.**

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE VERNÁCULO	DISTRIBUCIÓN
<i>Handroanthus chrysaea</i>	Bignoniaceae	Lumbre	Endémica del Caribe de Colombia y Venezuela
<i>Handroanthus coralibe</i>	Bignoniaceae	Lumbre	Endémica del Caribe colombiano; solo se ha registrado en dos localidades en Bolívar y Atlántico.
<i>Caesalpinia ebano</i>	Caesalpiniaceae	Ebano	Solo se conocen registros para Neguanje y sur de la Guajira y probablemente este restringida a estas localidades
<i>Belencita nemerosa</i>	Capparidaceae	Huevos de burro	Restringida al Caribe de Colombia y parte de Venezuela. En nuestro país se conocen registros con colecciones de Zambrano y Neguanje.
<i>Acidocroton gentryi</i>	Euphorbiaceae		Por primera vez y solamente se ha registrado en bosques secos de Cundinamarca.
<i>Acalypha mutisii</i>	Euphorbiaceae		Al parecer restringida a valles secos interandinos. Se ha registrado para las zonas secas de Cundinamarca, Tolima y Valle del Cauca.
<i>Hecatostemon completus</i>	Flacourtiaceae		Endémico del Caribe colombiano. Solo se registra para Neguanje y la Guajira.
<i>Lecythis minor</i>	Lecythidaceae	Olla de mono	Endémica del Caribe de Colombia y Venezuela
<i>Banisteriopsis hetrostyla</i>	Malpighiaceae	Bejuco colorado, bejuco golondrina	Endémica del Caribe colombiano.
<i>Trichilia sp nov.</i>	Meliaceae	Coya colorado	Solamente se ha colectado en el norte del Tolima y probablemente sea endémica de esta región.
<i>Trichilia sp nov.</i>	Meliaceae	Coya blanco	Solamente se ha colectado en el norte del Tolima y probablemente sea endémica de esta región.
<i>Esenbeckia alata</i>	Rutaceae	Cualacuala	Endémica de los valles interandinos secos del río Cauca y Magdalena.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE VERNÁCULO	DISTRIBUCIÓN
<i>Esenbeckia pentaphylla</i> <i>subsp. australensis</i>	Rutaceae	Loro	Restringida al Caribe colombiano y Los Santos en Panamá. En Colombia se ha registrado solo para Los Colorados (Sucre) y Ariguaní (Magdalena).
<i>Pilocarpus goudotianus</i> <i>subsp. goudotianus</i> <i>var. mollis</i>	Rutaceae		Solamente se conoce para una localidad en el sur de la Guajira.
<i>Pouteria colobiana</i>	Sapotaceae	Mamón de leche	Endémica del Caribe de Colombia y Venezuela. En nuestro país está registrada para Neguanje y la Macuira

Fuente: Lista basada en Gates (1982), Kaastra (1982), Pennington (1990), Gentry (1992), Fernández (1995), Scott et al (1990), Cardiel (1995) y IAVH (1995,1997).

### 3.12.2.1.3 Bosque Húmedo Tropical (bh – T)

En el área de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se pueden encontrar algunas zonas con características ambientales de bosque húmedo tropical, como son precipitaciones entre 2.000 a 4.000 mm, temperaturas mayores a 24°C y una altura inferior a 1.000 m.s.n.m.

En cuanto a la composición florística, los bosques húmedos tropicales son dos tercios más abundantes en especies que los bosques secos (Gentry 1982, 1988, 1995); aunque en general comparten gran cantidad de especies, hay marcadas excepciones como son las familias Cactaceae, Capparidaceae y Zygophyllaceae (Gentry 1995), restringidas a las regiones secas del país. En la **Tabla 3.496** se muestran especies típicas de los bosques húmedos tropicales de la región Caribe.

**Tabla 3.496. Algunas especies presentes en el bosque húmedo tropical (bh – T).**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) <i>Skeels</i>	Caracolí	ANACARDIACEAE
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Gusanero, Gusanero, Morado, Quebracho, Santacruz	ANACARDIACEAE
<i>Mangifera indica</i> L. *	Mango	ANACARDIACEAE
<i>Spondias mombin</i> L.	Cocote, Jobo, Lata	ANACARDIACEAE
<i>Duguetia vallicola</i> J.F. Macbr.	Yaya, Yaya, Blanca	ANNONACEAE
<i>Unonopsis stipitata</i> Diels	Magaletto	ANNONACEAE
<i>Xylopia polyantha</i> R.E. Fr.	Escobillo	ANNONACEAE
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Perillo	APOCYNACEAE
<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) <i>Miers</i>	Bola de Berraco, Bola de Puerco, Cojón de Frayle, Cojón de Puerco, Guevaegato, Guevas de Perro, Hueva de Berraco, Huevoeberraco, Lechoso	APOCYNACEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Pategallina	ARALIACEAE
<i>Astrocaryum malybo</i> H. Karst.	Anchama, Anchambe, Enchama, Enchamba, Lanceta, Malibú, Palma Esterá, Palma Lanceta	ARECACEAE
<i>Astrocaryum standleyanum</i> L.H. Bailey	Güerre	ARECACEAE
<i>Attalea butyraceae</i> (Mutis ex L.f.) Wess. Boer	Corúa, Palma Corúa, Palmarrial, Palmaevino	ARECACEAE
<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E. Moore	Cañabrava, Castilla, Corocito, Coroza, Corozo, Corozuelata, Gallinaza, Güevoetigre, Latacorozo, Lata Negrita, Lata Sabanera, Palmaecoroza, Palmaelata	ARECACEAE
<i>Bactris major</i> Jacq.	Corozuelata, Lata, Lata, Arroyera, Latacorozo, Macho, Lataesapo, Lata, Sabanera	ARECACEAE
<i>Bactris maraja</i> Mart.	Lata, Lata, Montañera	ARECACEAE
<i>Chamaedorea pinnatiformis</i> (Jacq.) Oerst	Colegalo, Labicá, Macanito	ARECACEAE
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	ARECACEAE
<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortés	Anolí, Coroza, Corozo, Corozo de Anolí, Nolí, Ñolí, Palmaecoroza, Palmañolí	ARECACEAE
<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	Maquenque, Tapafrio	ARECACEAE
<i>Geonoma calyptrogynoides</i> Burret.	Cortadera	ARECACEAE
<i>Geonoma cuneata</i> H. Wendl. ex Spruce	Panga, Panga Negra, Panguita	ARECACEAE
<i>Geonoma interrupta</i> (Ruiz & Pav) Mart.	Cola de Gallo, Rabo de Gallo, Puerto Rico	ARECACEAE
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav	Barrigona	ARECACEAE
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Milpesos	ARECACEAE
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	Maquenque	ARECACEAE
<i>Sabal mauritiformis</i> (H. Karst.) Griseb. ex H. Wendl.	Palma Amarga, Palma Redonda, Palmito	ARECACEAE
<i>Socratea hecatonandra</i> (Dugand) R. Bernal	Palma Zancona, Zancona	ARECACEAE
<i>Wettinia hirsuta</i> Burret	Anchava, Lata, Maquenque	ARECACEAE
<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	Gualanday	BIGNONIACEAE
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Chingalé	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Cañaguata, Guayacán Polvillo, Polvillo	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus guayacan</i> (Seem.) Hemsl.	Polvillo	BIGNONIACEAE
<i>Handroanthus rosea</i> (Bertol) A. DC.	Polvillo, Puy, Roble, Roble Morado	BIGNONIACEAE



ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Bonpl.) Kunth	Macondo, Volado, Volandero, Barrigón	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bonga, Ceiba, Ceiba Blanca, Ceiba Bonga, Ceiba Bruja, Ceiba Colorá	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Huberodendron patinoi</i> Cuatrec.	Ardito, Carrá	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balsa, Balso	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson	Ceiba, Ceiba Colorá, Ceiba Roja, Ceiba Tolú, Ceiba Tolúa, Tolúa	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Molenillo Blanco	MALVACEAE / BOMBACOIDEAE
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almásigo, Indioencueros, Resbalamono	BURSERACEAE
<i>Sambucus nigra</i> L.	Saúco	CAPRIFOLIACEAE
<i>Caryocar amygdaliferum</i> Mutis	Cajuy, Genené	CARYOCARACEAE
<i>Garcinia intermedia</i> (Pittier) Hammel	Almendraño, Mamón Chacarú	CLUSIACEAE
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño	CLUSIACEAE
<i>Buchenavia macrophylla</i> Eichler	Varaeleón	COMBRETACEAE
<i>Muntingia calabura</i> L.	Chitató, Berraquillo, Bocachina, Chitató, Guayuyu, Nigua, Niguito, Niguo, Varadepaloma	ELAEOCARPACEAE
<i>Erythroxylum densum</i> Rusby	Coca, Noseve	ERYTHROXYLACEAE
<i>Hippomane mancinella</i> L.	Manzanillo	EUPHORBIACEAE
<i>Hura crepitans</i> L.	Ceiba, Ceiba Amarilla, Ceiba Blanca, Ceiba de Leche, Ceiba Lechosa	EUPHORBIACEAE
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Roble	FAGACEAE
<i>Hernandia didymantha</i> Donn. Sm.	Banco	HERNANDIACEAE
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Sangre De Toro, Papamo	HERNANDIACEAE
<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Canelo	LAURACEAE
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	LAURACEAE
<i>Cariniana pyriformis</i> Miers	Abarco	LECYTHIDACEAE
<i>Gustavia superba</i> (Kunth) O. Berg	Membrillo	LECYTHIDACEAE
<i>Lecythis turyana</i> Pittier	Olletillo, Olleto	LECYTHIDACEAE
<i>Bauhinia picta</i> (Kunth) DC.	Pataevaca	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Brownea rosa-de-monte</i> P. J. Bergius	Arisa, Arizá, Florisandro, Zorro	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Copaifera camibar</i> Poveda, Zamora & Sanchez	Canime	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Angolito, Chicharrón, Tamarindo, Tostao	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Maclobium ischnocalyx</i> Harms	Corazón Colorao	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	Brasilete, Cananeo, Nazareno, Tananeo	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Prioria copaifera</i> Griseb.	Aceite, Cativo, Cucharo	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Tambolero	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Bajagua, Bajaguo, Majagüito	FABACEAE / CAESALPINOIDEAE
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Amargo	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Centrolobium paraense</i> Tul.	Balaustre, Amarillo, Colorado	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Dipteryx oleifera</i> Benth.	Almendrón, Almendro, Choiba	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarratón	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Platymiscium hebestachyum</i> Benth.	Corazonfino, Trébol	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	Arará, Naranjuelo	FABACEAE / FABOIDEAE
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Carita, Carito, Guacamayo, Orejero	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Amansamujer, Dormilón, Rayo	FABACEAE / MIMOSOIDEAE
<i>Magnolia sambuensis</i> (Pittier) Govaerts	Sin NC.	MAGNOLIACEAE
<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	Uvito Morado	MALPIGHIACEAE
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Masábalo	MELIACEAE
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	MELIACEAE
<i>Guarea pyriformis</i> T.D. Penn.	Fremo, Fresno, Premo	MELIACEAE
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	MELIACEAE
<i>Trichilia appendiculata</i> (Triana & Planch.) C. DC.	Gusanero, Blanco	MELIACEAE
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Guáimaro	MORACEAE
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl subsp. <i>occidentale</i> C.C. Berg	Árbolvaca, Caucho, Lecheperra, Perillo	MORACEAE
<i>Castilla elastica</i> Sessé ex Cerv. Subsp. <i>costaricana</i> (Liebm.) C.C. Berg	Caucho, Níspero	MORACEAE
<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.	Castaño	MORACEAE
<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Pittier	Cerezo, Veneno	MORACEAE
<i>Iryanthera hostmannii</i> (Benth.) Warb.	Molenillo, Molinillo, Molinillo, Colorado	MYRISTICACEAE
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Sangrepescao	MYRISTICACEAE
<i>Virola flexuosa</i> A. C. Sm.	Sangrepescao	MYRISTICACEAE
<i>Virola reidii</i> Little	Sangrepescao	MYRISTICACEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Calycolpus moritzianus</i> (O.Berg) Burret	Arrayán, Guayabo	MYRSINACEAE
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Mantequillo	MYRSINACEAE
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Arrayán, Sururo	MYRTACEAE
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba, Guayaba Dulce	MYRTACEAE
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Guayaba Agria	MYRTACEAE
<i>Dulacia candida</i> (Poepp.) Kuntze	Combuto	OLACACEAE
<i>Piper aduncum</i> L.	Cordoncillo	PIPERACEAE
<i>Podocarpus guatemalensis</i> Standl.	Sin NC.	PODOCARPACEAE
<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lambert	Pino Colombiano	PODOCARPACEAE
<i>Prumnopitys harmsiana</i> (Pilg.) de Laub.	Sin NC.	PODOCARPACEAE
<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) de Laub.	Sin NC.	PODOCARPACEAE
<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	Sin NC.	PODOCARPACEAE
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carne, Asada	PROTEACEAE
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle, Mangle Rojo	RHYZOPHORACEAE
<i>Amaioua corymbosa</i> Kunth	Varepiedra	RUBIACEAE
<i>Borojoa claviflora</i> (K. Schum.) Cuatrec.	Borojó	RUBIACEAE
<i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec.	Borojó	RUBIACEAE
<i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg.	Cafetillo	RUBIACEAE
<i>Faramea torquata</i> Müll. Arg.	Colmillo De Danta	RUBIACEAE
<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	RUBIACEAE
<i>Pentagonia pinnatifida</i> Seem.	Crestagallo	RUBIACEAE
<i>Citrus reticulata</i> Blanco *	Mandarina	RUTACEAE
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f. *	Limón	RUTACEAE
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	Pino Real, Mapuritoprieto	RUTACEAE
<i>Cupania hirsuta</i> Radlk.	Guamo De Perro	SAPINDACEAE
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq. subsp. <i>Auratum</i> (Miq.) T.D. Penn.	Caimito	SAPOTACEAE
<i>Manilkara sapota</i> (L.) Van Royen	Nispero, Sapote	SAPOTACEAE
<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Nisperillo	SAPOTACEAE
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk. subsp. <i>Glabra</i> T.D. Penn.	Sapote De Monte	SAPOTACEAE
<i>Simaba cedron</i> Planch.	Cedrón	SIMAROUBACEAE
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	MALVACEAE / BYTTNERIOIDEAE
<i>Pterygota colombiana</i> Cuatr.	Volandra	MALVACEAE / STERCULIOIDEAE

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Theobroma glaucum</i> H. Karst.	Cacaona, Muñeco	MALVACEAE / STERCULIOIDEAE
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Sin NC.	MALVACEAE / GREWIOIDEAE
<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch.	Malagano	MALVACEAE / GREWIOIDEAE
<i>Pentaplaris</i> sp. L.O. Williams & Standl.	Tanané, Varachina	MALVACEAE / MALVOIDEAE
<i>Ureia caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb	Ortigo, Pringamoso	URTICACEAE
<i>Qualea dinizii</i> Ducke	Hermoso	VOCHYSIACEAE

Fuente: Néstor David Jiménez – Escobar & Ana Cristina Estupiñan – González. Riqueza de especies arbóreas utilizadas por las comunidades campesinas del Caribe Colombiano.

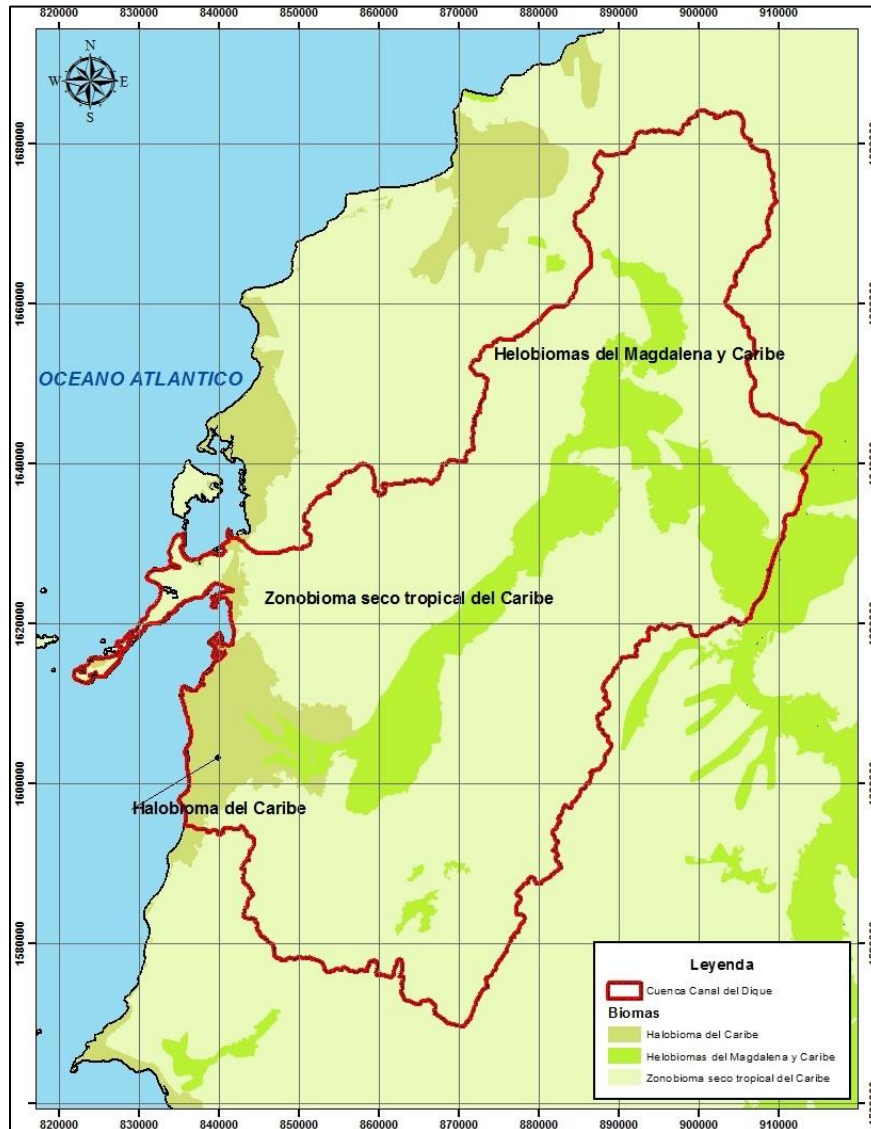
### 3.12.2.2 Biomas

El término bioma fue propuesto por Clements (1916, citado por Domínguez, 1999) para designar una comunidad biótica integrada por plantas y animales. Posteriormente, otros científicos precisaron su significado añadiendo el matiz de que el bioma posee una uniformidad fisonómica determinada por una formación vegetal madura y estable (IDEAM et al, 2007).

Los biomas presentes en la cuenca son el Halobioma del Caribe (ocupa el 6,2%), Helobioma del Magdalena y Caribe (ocupa el 17,2% del área de estudio), y el Zonobioma Seco Tropical del Caribe (se extiende por el 76,6% de la cuenca) (ver **Figura 3.636**).



Figura 3.636. Biomas presentes en la Cuenca Canal de Dique.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.2.2.1 Halobioma del Caribe

Los halobios corresponden a áreas con suelos anegados con influencia salina. Para la cuenca, este bioma se extiende a lo largo de la costa, ocupando 27.229,92 ha, lo que representa el 6,2%.

### 3.12.2.2.2 Helobios del Magdalena y el Caribe

Los helobios son tipos especiales de pedobios que se presentan en lugares con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongado periodo de inundación. Ocupa alrededor del 17,2% de la cuenca (75.635,65 ha).

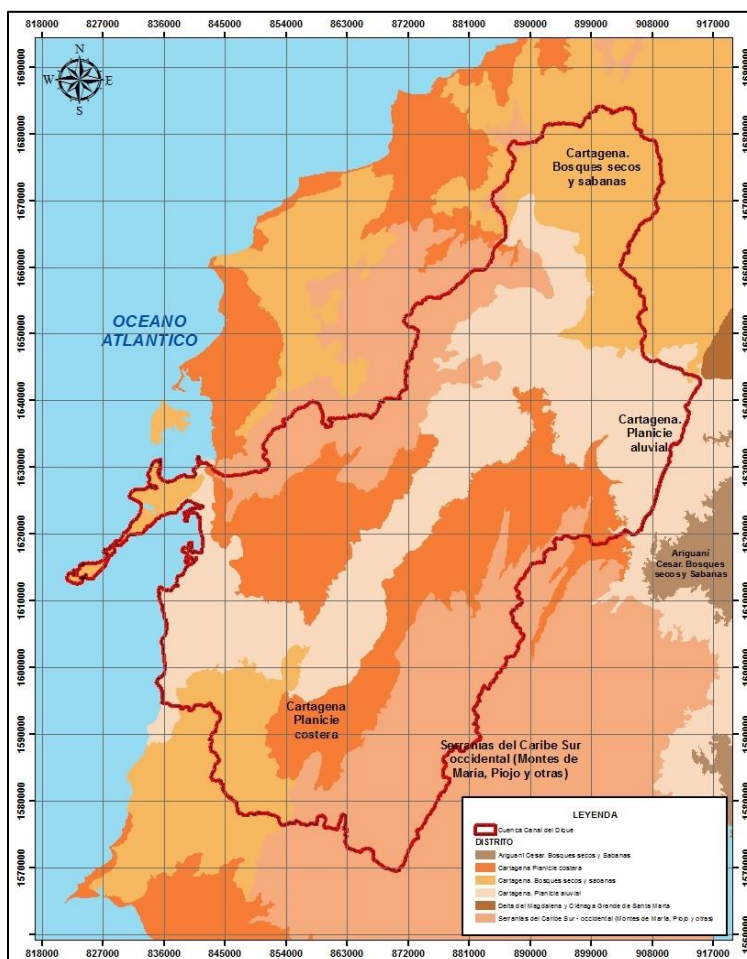
### 3.12.2.2.3 Zonobioma Seco Tropical del Caribe

El zonobioma seco tropical del caribe se extiende por el 76,6% de la cuenca, siendo el de mayor distribución en la zona, se caracteriza por un clima seco y ocupa mayoritariamente las tierras más planas de la región.

### 3.12.2.3 Unidades y Distritos Biogeográficos

Las unidades biogeográficas agrupan zonas con un conjunto de características fisiográficas cuyo componente florístico presenta adaptaciones morfológicas y fisiológicas distintivas y por ende predominan rasgos fisionómicos propios como resultado de la adaptación (SINAP, 2014). La unidad biogeográfica identificada en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique corresponde al Cinturón Árido Pericaribeño, la cual incluye el Distrito Serranías del Caribe Sur - Montes de María y Piojó y el Distrito de Cartagena (Bosques secos y sabanas, Planicie Aluvial y Planicie costera); en la **Figura 3.637**, se presenta la distribución espacial de los distritos mencionados, mientras que a continuación se presenta la descripción de cada uno.

**Figura 3.637. Distritos biogeográficos presentes en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.2.3.1 Cinturón Árido Pericaribeño

Corresponde a las planicies costeras del litoral Caribe y al conjunto de sus serranías, al igual que a los planos de inundación de las Cuencas bajas de los Ríos Magdalena, Cauca y Sinú en el norte del país. La vegetación varía desde matorrales, bosques secos y sabanas a bosques húmedos y manglares en el litoral. La flora y la fauna de estas comunidades muestran gran afinidad con el litoral árido venezolano. El clima es cálido con un régimen de lluvias y periodos prolongados de sequía (Hernández, J. et al, 1992). Esta provincia biogeográfica está representada en la cuenca por el Distrito Cartagena, el cual ocupa el 74.9% del área (329.881,72 ha) y el Distrito Serranías del Caribe Sur - Montes de María y Piojo que tan solo representa el 25,1% y se extiende por 110.556,38 ha.

#### 3.12.2.3.1.1 Distrito de Cartagena – Bosques Secos y Sabana

Comprende el sector central y suroccidental de la provincia Pericaribeña, donde abarca parte de los departamentos de: Atlántico, Magdalena, Bolívar, Sucre y Córdoba. Se encuentra constituido por un relieve plano a colinado, donde predominan un conjunto de lomeríos bajos, interceptados por las planicies aluviales de los ríos Sinú y Magdalena, este último con el brazo del Canal del Dique. Este distrito con condiciones climáticas deficitarias, presenta un régimen de lluvias monomodal, con un periodo de altas precipitaciones entre el mes de Mayo a Noviembre, mientras que en los meses de Diciembre a Abril, presentan una reducción drástica de las lluvias, situación por la cual dominan los climas áridos a semiáridos. El costado noroccidental del distrito es más seco, mientras que al sur las condiciones son más húmedas por la influencia de las montañas cordilleranas en la condensación de las lluvias.

La vegetación dominante en el distrito se encuentra asociada al bosque seco, el cual es alternado en las zonas más planas por sabanas naturales y bosques de galería. Cerca de las planicies inundables y la zona costera se encuentran importantes complejos de zonas lacustres con ciénagas y ríos, mientras que en la franja litoral dominan los bosques de mangle y las playas (SINAP, 2014). Este distrito se desarrolla por 76.516,77 ha, ocupando el 17,4% de la cuenca hidrográfica.

#### 3.12.2.3.1.2 Distrito de Cartagena – Planicies Aluviales de los Ríos Sinú y Magdalena (Canal del Dique)

Localizado en los departamentos de: Atlántico, Magdalena, Bolívar, Sucre y Córdoba, comprende la planicie aluvial de los Ríos Sinú y Magdalena, este último representado por el sector entre el Plato Magdalena y Calamar en Bolívar. También incluye el Canal del Dique, con todo su complejo deltaico. Con una pendiente casi plana, predominan los procesos de inundación y encharcamiento, razón por la cual, dominan los materiales finos (limos y arcillas) en los suelos.

Las planicies de inundación en este distrito presentan numerosas ciénagas y zonas pantanosas que reciben el excedente de los caudales pico de los ríos y constituyen sistemas naturales de amortiguación. Aunque en el distrito predominan las condiciones áridas y semiáridas, el alto nivel freático de los suelos favorece el desarrollo de humedales y zonas lacustres con ciénagas. En la zona litoral, los ríos han formado complejos deltaicos

donde se encuentran bosques de galería y playas (Ibídem). En la cuenca este distrito se extiende por 145.846,52 ha, lo que representa el 33,1% del total del área de la cuenca.

#### 3.12.2.3.1.3 Distrito de Cartagena - Planicie Costera y Superficies de Aplanamiento

Comprende el costado occidental de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre. Corresponde con superficies suavemente inclinadas hacia la costa de origen marino y fluvial, probablemente relacionadas con antiguos niveles del mar en el Cuaternario y/o deformaciones tectónicas regionales.

El relieve es casi plano, la red de drenaje es incipiente, y los suelos presentan mayores contenidos de humedad que los alrededores, por lo cual, predominan las sabanas bien drenadas, alternadas con parches de bosque seco y bosques de galería. En la zona litoral las pendientes se vuelven más planas, facilitando la presencia de complejos de humedales, bosques de mangle y sobre la línea de costa barras de playa. Este distrito ocupa el 24,4% del total del área de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

#### 3.12.2.3.1.4 Distrito Serranías del Caribe Sur Occidental – Montes de María, Piojó y Otras

Al Suroccidente de la provincia biogeográfica Pericaribeña, en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre, se encuentra unos sistemas montañosos de serranías bajas, dentro de las cuales se encuentran: los Montes de María, Abibe, San Jacinto, San Jerónimo y Luruaco, con alturas que no exceden los 300 m. Sus estribaciones alcanzan la costa entre Barranquilla y la Isla de Barú; al sur del Canal del Dique y el litoral occidental del departamento de Córdoba. Estos sistemas montañosos condensan la humedad disponible en el aire, facilitando el desarrollo de vegetación, no obstante, las condiciones predominantes son semiáridas, por lo cual, predomina la vegetación de bosque seco.

En la mayoría de los casos las serranías presentan litologías de origen cárstico, cuyo modelado representativo coincide con formas suaves a onduladas del terreno asociadas con lomeríos y colinas bajas, en cuyas estribaciones se encuentran algunos espejos de agua y cursos hídricos de vital importancia: como los del noroccidente de la serranía de San Jacinto asociados al Canal del Dique y las múltiples ciénagas como las de Monsú, María la Baja y Quintanilla, las cuales hacen parte del distrito Cartagena. La litología cárstica y su modelado suave permitieron la diferenciación de la unidad, en especial en la serranía de San Jacinto, donde la vertiente occidental presenta una mayor disección y degradación asociado a otras litologías, en las cuales no se desarrolló el bosque seco. El distrito antes descrito ocupa 110.566,38 ha, lo que equivales al 25,1% del área de estudio.

### 3.12.3 Caracterización Florística y Estructural

La evaluación florística y estructural tanto horizontal como vertical de las coberturas boscosas encontradas la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, permite conocer el comportamiento dinámico y progresivo de la vegetación considerando, además, que los vegetales nacen, crecen, maduran y mueren, lo cual se manifiesta en los cambios estructurales del bosque según los estados en que estén los individuos, ya sean renuevos, brinzales, latizales o fustales.



La evaluación fisionómica de la vegetación tal y como se dijo anteriormente se convierte en la herramienta ideal para conocer el estado de las coberturas boscosas y de las especies que las conforman, además, desde este punto permite visualizar como es la respuesta de la vegetación a los diferentes agentes ambientales o antrópicos que modifican su comportamiento.

La información con la que se construyó el presente informe fue captura por medio de parcelas 0,1 ha, realizando un total de 32 distribuidas en 8 coberturas vegetales entre naturales y seminaturales. A nivel general se inventariaron un total de 674 árboles, identificando 72 especies pertenecientes a 30 familias botánicas. Las coberturas muestreadas fueron las siguientes:

- Bosque Denso Alto Inundable.
- Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria.
- Bosque de Galería y/o Ripario.
- Plantación forestal.
- Arbustal denso.
- Arbustal abierto.
- Vegetación secundaria Alta.
- Vegetación secundaria baja.

El análisis florístico y estructural de la vegetación presente en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se aborda por separado para cada tipo de cobertura detallada anteriormente, cubriendo en cada una de ellas cuatro partes, la composición florística, el análisis de la estructura horizontal y vertical, la estructura total y el grado de agregación. Los resultados se presentan a continuación.

### 3.12.3.1 Bosque Denso Alto Inundable

Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en las franjas adyacentes a los cuerpos de agua (lóticos y lénticos), las cuales corresponden principalmente a las vegas de divagación y llanuras de desborde con procesos de inundación periódicos con una duración mayor a dos meses (IDEAM, 2010). En la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique esta cobertura se encontró asociado al sistema cenagoso y en zonas con influencia marina como son los manglares (**Fotografía 3.243** y **Fotografía 3.244**).

**Fotografía 3.243. Bosque denso alto inundable en presente el corregimiento de La Barce (San Onofre - Sucre).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.244. Bosque denso alto inundable presente en el corregimiento de Loma de Matunilla (Turbaná – Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.1.1 Composición Florística

Las especies que se registraron en las parcelas adelantadas en esta cobertura se presentan en la **Tabla 3.497**.

**Tabla 3.497. Especies registradas en el bosque denso alto inundable.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	EUPHORBIACEAE
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	FABACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Mangle bobo	<i>Laguncularia racemosa</i>	COMBRETACEAE
Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>	RHIZOPHORACEAE
Mangle prieto	<i>Avicennia germinans</i>	ACANTHACEAE

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erectus</i>	COMBRETACEAE
Palmiche	<i>Copernicia tectorum</i>	ARECACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	FABACEAE
Sapo	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	APOCYNACEAE
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	BIGNONIACEAE
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	FABACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el inventario desarrollado en el bosque denso alto inundable se evaluaron un total de 125 individuos, 13 especies y 10 familias. La familia más abundante en especies fue la Fabaceae con 3 en total, destacando que esta familia incluye las subfamilias Faboideae, Mimosoideae y Caesalpinioideae, la segunda familia en importancia fue la Combretaceae con 2 especies, las restantes 8 familias tan solo registraron una especie cada una. En las **Fotografía 3.245**, **Fotografía 3.246** y **Fotografía 3.247** se muestran algunas especies muestreadas en esta cobertura.

**Fotografía 3.245. Ramas de Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.246. Madera de Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.247. Individuo de Palmiche (*Copernicia tectorum*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.1.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.1.2.1 Estructura Horizontal

Los índices utilizados para evaluar la estructura horizontal del bosque denso alto inundable se presentan en la **Tabla 3.498**.

**Tabla 3.498. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (ARB/HA)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	0,17	6,81	1	0,80	20,0	6,25	13,86	2	113
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0,09	3,53	7	5,60	40,0	12,50	21,63	14	174
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,12	4,82	5	4,00	20,0	6,25	15,07	10	143



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (ARB/HA)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Mangle bobo	<i>Laguncularia racemosa</i>	1,08	42,5	60	48,00	40,0	12,50	103,03	120	816
Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>	0,15	6,01	14	11,20	20,0	6,25	23,46	28	319
Mangle prieto	<i>Avicennia germinans</i>	0,14	5,65	11	8,80	20,0	6,25	20,70	22	162
Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erectus</i>	0,24	9,52	11	8,80	20,0	6,25	24,57	22	423
Palmiche	<i>Copernicia tectorum</i>	0,36	14,2	4	3,20	20,0	6,25	23,67	8	50
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,04	1,43	4	3,20	20,0	6,25	10,88	8	87
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,04	1,61	2	1,60	20,0	6,25	9,46	4	185
Sapo	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	0,05	1,88	2	1,60	20,0	6,25	9,73	4	81
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,02	0,89	1	0,80	20,0	6,25	7,94	2	8
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,03	1,10	3	2,40	40,0	12,50	16,00	6	79
<b>TOTAL</b>		<b>2,55</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>320,0</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>2.637</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

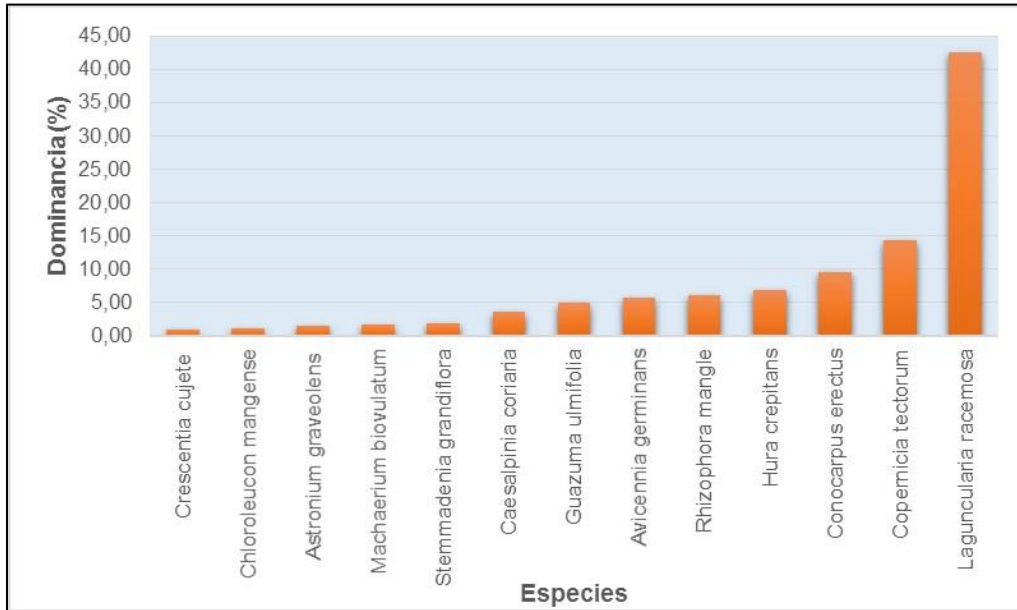
### Dominancia

La especie con la mayor dominancia (área basal) para la cobertura analizada fue el Mangle Bono (*Laguncularia racemosa*) con 1,08 m<sup>2</sup>, lo que equivale al 42,53% del total calculado para el bosque denso alto inundable. Muy por debajo se ubica el Palmiche (*Copernicia tectorum*) con una dominancia relativa del 14,22% (0,36 m<sup>2</sup> de área basal) y el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) con el 9,52% (0,24 m<sup>2</sup> de área basal). El área basal total para el bosque denso alto inundable fue de 2,55 m<sup>2</sup> (**Figura 3.638**).

### Abundancia

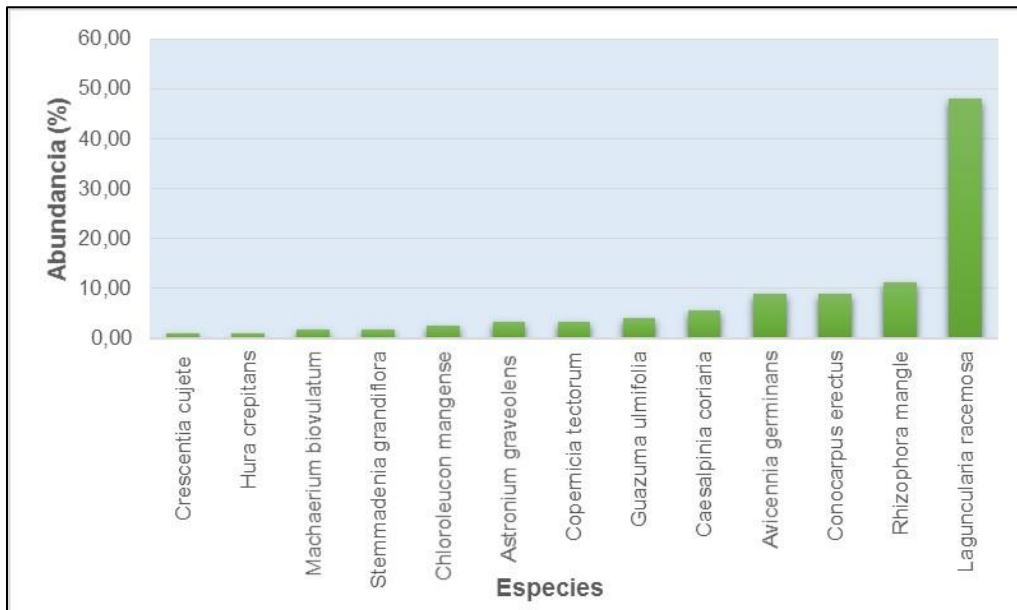
La abundancia hace referencia al número de individuos por especies, siendo el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) la especie más abundante para el bosque denso alto inundable con 60 árboles; luego aparece el Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) con 14 individuos y dos especies presentaron 11 individuos, el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) y el Mangle Prieto (*Avicennia germinans*). En total se inventariaron 125 árboles con una DAP mayor a 10 cm (**Figura 3.639**).

Figura 3.638. Dominancia relativa de las especies en el bosque denso alto inundable.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.639. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.



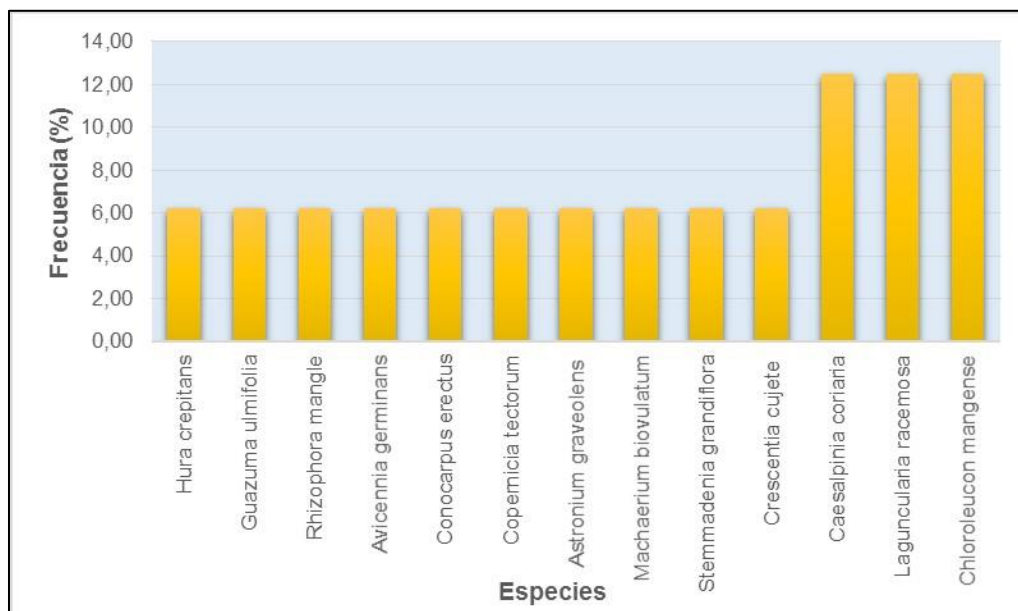
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Frecuencia**

Tres especies presentaron la frecuencia relativa más alta para la cobertura, el Vivaseca (*Chloroleucon mangense*), el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) y el Dividivi

(*Caesalpinia coriaria*) con el 12,50%, lo que significa que estas especies se manifestaron en dos de las cinco parcelas realizadas en el bosque denso alto inundable (**Figura 3.640**).

**Figura 3.640. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para evaluar la uniformidad de la cobertura en estudio, Lamprecht (1990), plantea 5 clases donde se agrupan las especies dependiendo del valor de la frecuencia absoluta de cada una. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 3.499**.

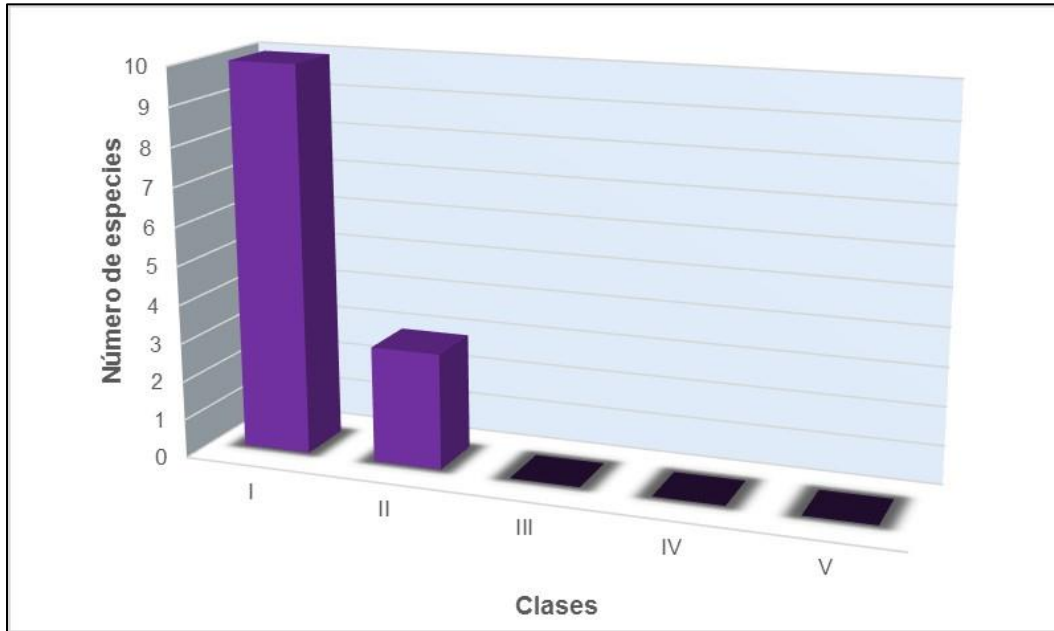
**Tabla 3.499. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	10
II	20,1 – 40	Poco frecuente	3
III	40,1 – 60	Frecuente	0
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	0
V	80,1 – 100	Muy frecuente	0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos expuestos por la **Tabla 3.499** y la **Figura 3.641** muestran que el 76% (10 de 13 especies) de las especies inventariadas son muy poco frecuentes y tan solo 3 especies se consideran como poco frecuentes; dichas especies son: el Vivaseca (*Chloroleucon mangense*), el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) y el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*).

**Figura 3.641. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

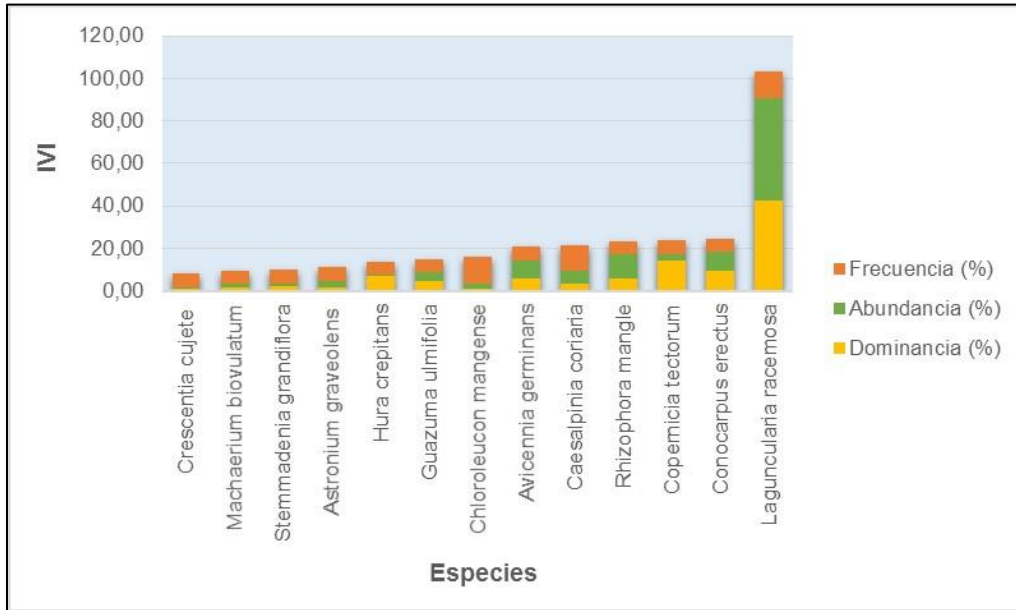
La especie con el mayor peso ecológico dentro del muestreo realizado fue el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con un IVI de 103,03%, resultado esperable ya que fue la especie con la mayor dominancia y abundancia de la cobertura. Otras especies importantes, pero muy por debajo de los registros del Mangle Bobo fueron: el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) con un IVI del 24,57%, el Palmiche (*Copernicia tectorum*) con un IVI del 23,67% y el Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) con un IVI del 23,46% (**Figura 3.642**).

### Densidad

La especie con la mayor densidad para el bosque denso alto inundable fue el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con 120 árboles por hectárea, resultado provocado por su alta abundancia. Otras especies importantes son: El Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) con 28 árboles por hectárea, el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) y el Mangle Prieto (*Avicennia germinans*) con 22 individuos hectárea y el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) con 14 árboles por hectárea. La densidad total para la cobertura es de 250 individuos por hectárea (**Figura 3.643**).

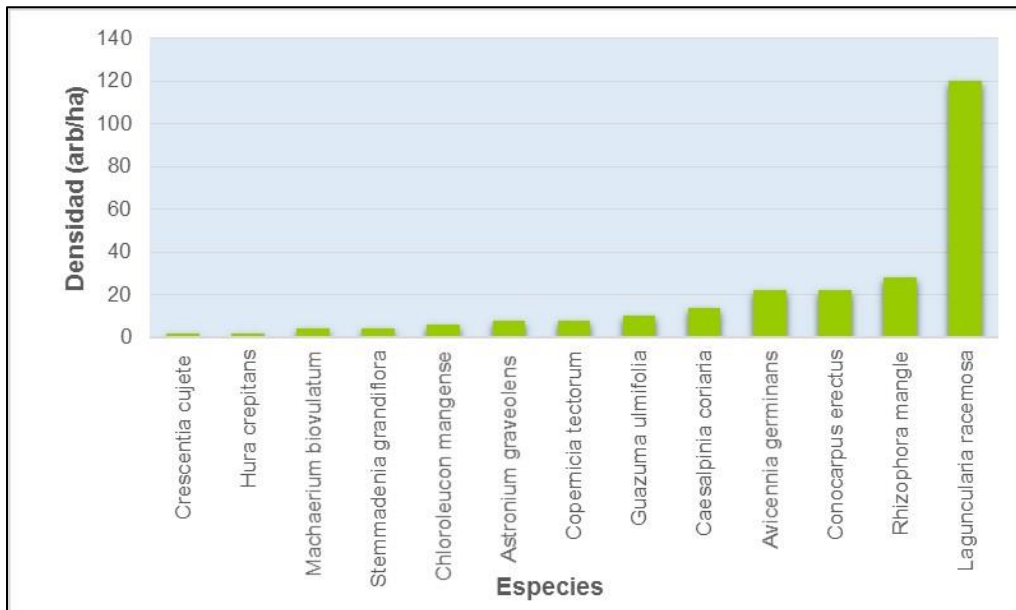


Figura 3.642. IVI de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.643. Densidad de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.



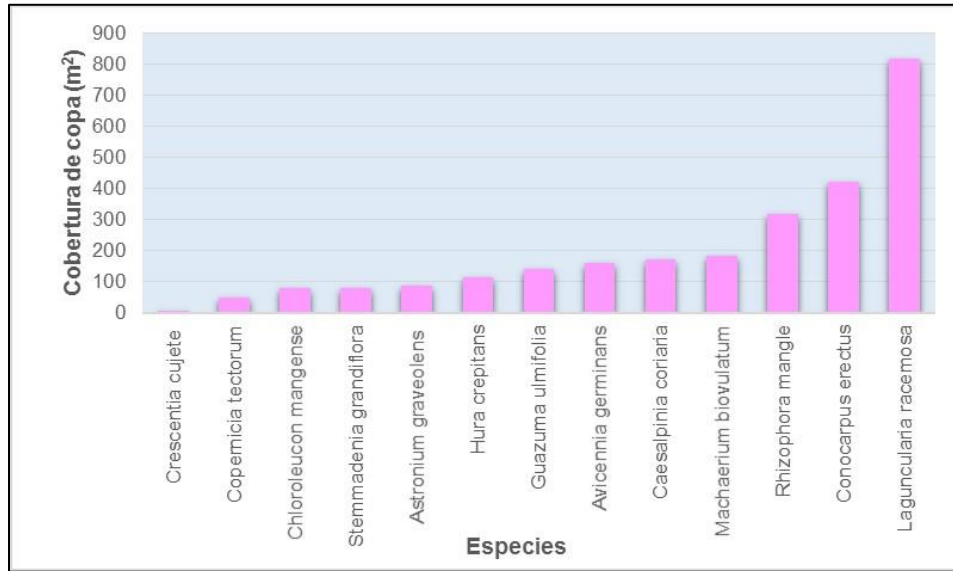
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Cobertura de Copa**

La especie que abarca la mayor área con su copa es el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con 816 m<sup>2</sup>, valor fuertemente influenciado por la cantidad de individuos muestreados. Por debajo del anterior registro se ubican el Mangle Zaragoza (*Conocarpus*

*erectus*) con 423 m<sup>2</sup> y el Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) con 319 m<sup>2</sup>. La cobertura de copa total para el bosque denso alto inundable es de 2.637 m<sup>2</sup> (**Figura 3.644**).

**Figura 3.644. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.1.2.2 Estructura Vertical

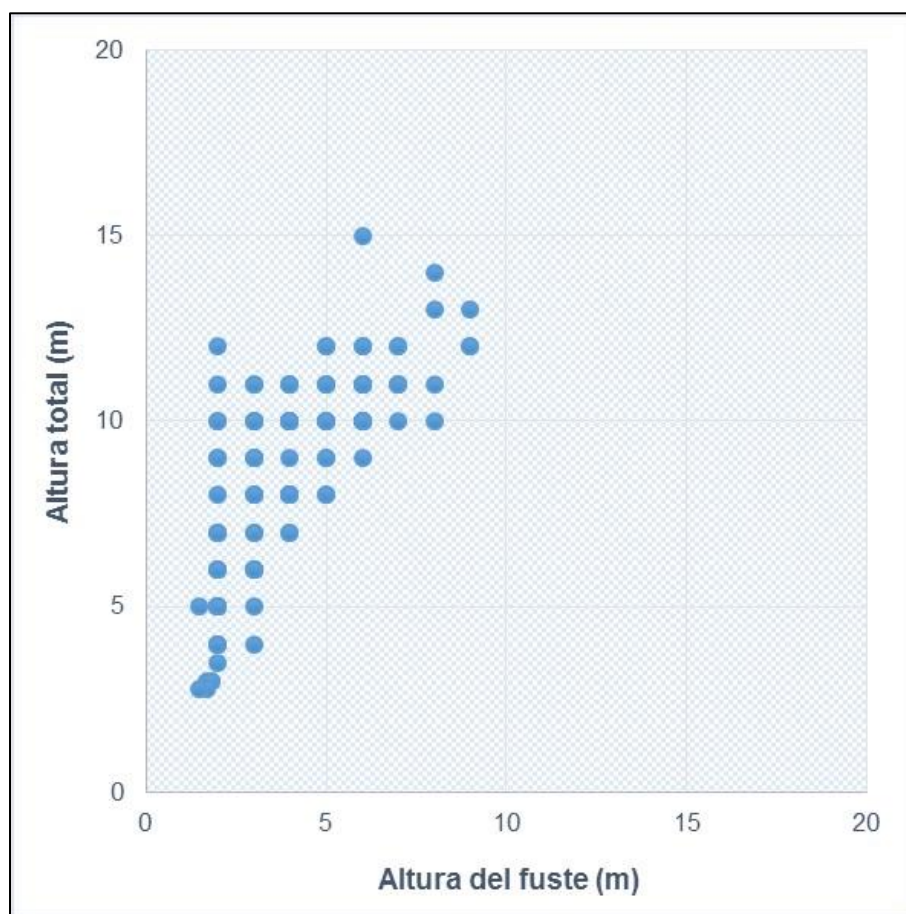
La estructura vertical del bosque denso alto inundable se evaluó mediante el diagrama de Ogawa y la posición sociológica. A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar las dos metodologías.

#### Estratificación de Ogawa

El diagrama de Ogawa corresponde a una gráfica cartesiana, donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total para el eje de las ordenadas (y) y las alturas de reiteración en el eje de la abscisas (x). Los resultados para el bosque denso alto inundable se presentan en la **Figura 3.645**.

La **Figura 3.645** muestra un solo estrato en el bosque denso alto inundable, el cual se ubica entre los 3 metros y 15 metros de altura; en este estrato se ubican la totalidad de los árboles evaluados. Aunque se observan algunos puntos por fuera de la nube principal, la escasa densidad de árboles en estos agregados, no permiten considerar este conglomerado como un nuevo estrato.

**Figura 3.645. Estratificación del bosque denso alto inundable según el método de Ogawa.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Posición Sociológica**

En la **Tabla 3.500** se muestran los resultados obtenidos al agrupar los individuos inventariados en el bosque denso alto inundable en los estratos propuestos.

**Tabla 3.500. Estratificación del bosque denso alto inundable.**

<b>ESTRATO ARBÓREO</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>LÍMITE DE ALTURA</b>	<b>INDIVIDUOS</b>
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	63
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	62

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

A diferencia de la metodología de Ogawa, donde solo se manifiesta un conglomerado de individuos, la estratificación expuesta en la **Tabla 3.500** muestra el bosque denso alto inundable dividido en dos categorías, en el estrato inferior se encuentran 62 individuos, mientras en el estrato medio se ubican 63 árboles. Es importante destacar que en el estrato superior no se registró ningún árbol.

En cuanto a las especies más importantes en el bosque denso alto inundable por su posición sociológica, se destaca el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) como la más relevante con el 48,2%, valor provocado por el alto número de fustes en los estratos inferior y medio. Otras especies destacables son: el Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) con el 11,2%, el Mangle Prieto (*Avicennia germinans*) con el 8,9% y el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) con el 8,7% (ver **Tabla 3.501** y **Figura 3.646**).

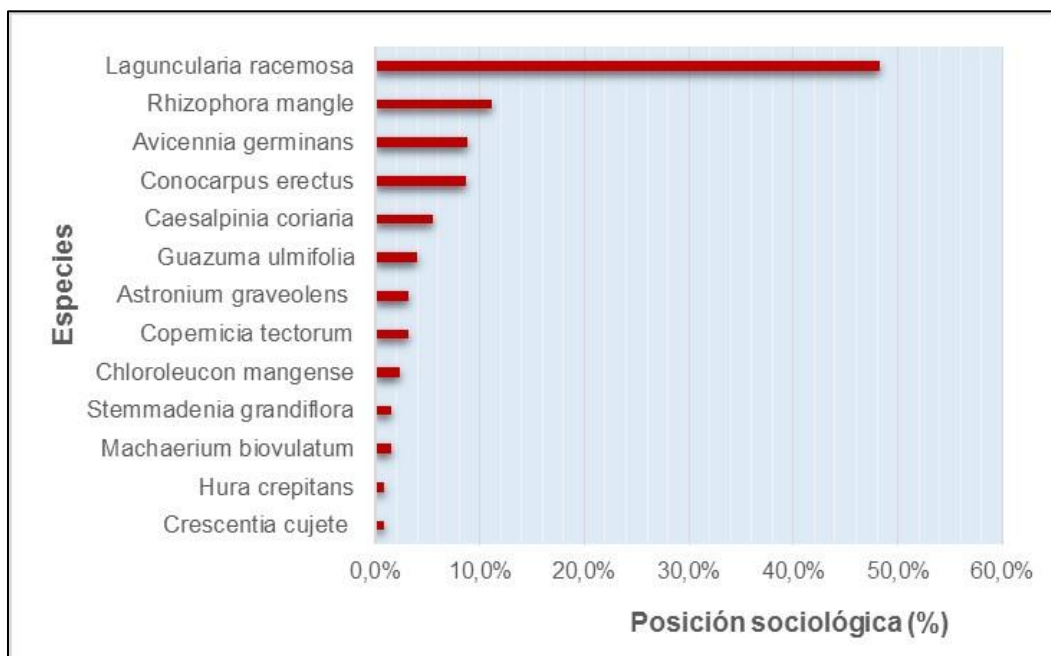
**Tabla 3.501. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 m)	EM (10 A 20 m)	EI (< 10 m)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	0	1	0	0,50	0,8%
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0	0	7	3,47	5,6%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	5	2,48	4,0%
Mangle bobo	<i>Laguncularia racemosa</i>	0	46	14	30,13	48,2%
Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>	0	6	8	6,99	11,2%
Mangle prieto	<i>Avicennia germinans</i>	0	10	1	5,54	8,9%
Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erectus</i>	0	0	11	5,46	8,7%
Palmiche	<i>Copernicia tectorum</i>	0	0	4	1,98	3,2%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0	0	4	1,98	3,2%
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0	0	2	0,99	1,6%
Sapo	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	0	0	2	0,99	1,6%
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0	0	1	0,50	0,8%
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0	0	3	1,49	2,4%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.646. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.1.2.3 Estructura Total

#### Clases Diamétricas

La **Tabla 3.502** agrupa los fustes de las especies inventariadas en clases diamétricas que van en rangos de 10 cm, llegando hasta la clase III, la cual contiene los individuos con diámetros entre 30 y 39,9 cm.

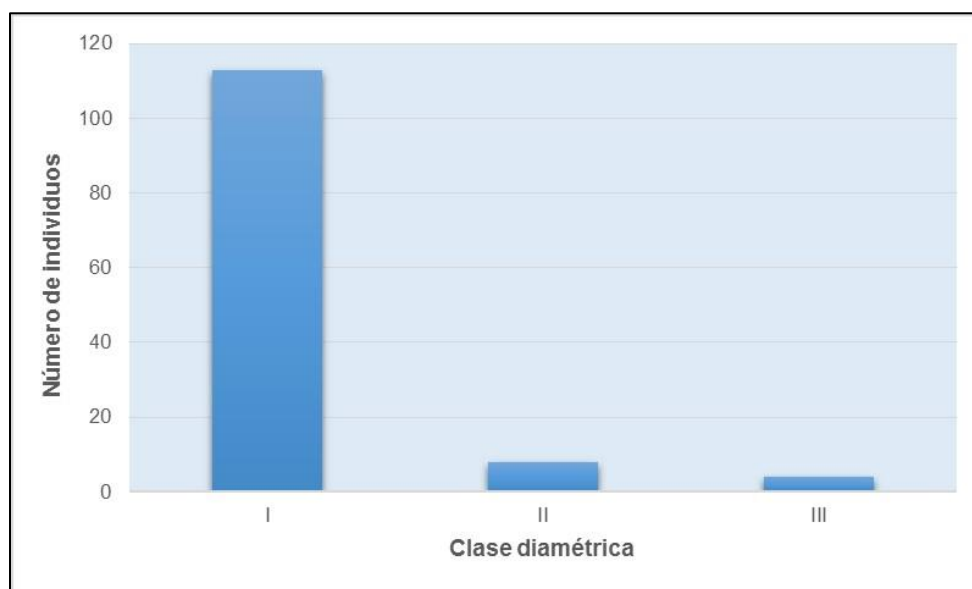
**Tabla 3.502. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque denso alto inundable.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (CM)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	113	90,4%
II	20 - 29,9	8	6,4%
III	30 - 39,9	4	3,2%
<b>TOTAL</b>		<b>125</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos exhibidos por la **Tabla 3.502** muestran que el 90,4% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I, la cual comprende los diámetros entre 10 y 19,9 cm, en importancia le sigue la clase II, la cual contiene el 6,4% de los individuos muestreados y la clase III el 3,2% (**Figura 3.647**). Los resultados exponen que en las áreas donde se hicieron los muestreos, los árboles no manifestaron un desarrollo importante, ya que casi la totalidad de los individuos se encuentra en la primera categoría diamétrica.

**Figura 3.647. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque denso alto inundable.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En cuanto al comportamiento exhibido por la **Figura 3.647**, muestra una distribución diamétrica en J invertida, donde a medida que se aumenta la clase diamétrica, se disminuye el número de fustes. Según Melo (2000), este comportamiento es característico de ecosistemas boscosos heterogéneos o con una alta tendencia a la heterogeneidad.

### Volumen

La **Tabla 3.503** contiene las 13 especies inventariadas en el bosque denso alto inundable, destacando para cada una el volumen comercial y total encontrado en las parcelas desarrolladas, así como su correspondiente valor en una hectárea.

**Tabla 3.503. Volumen de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.**

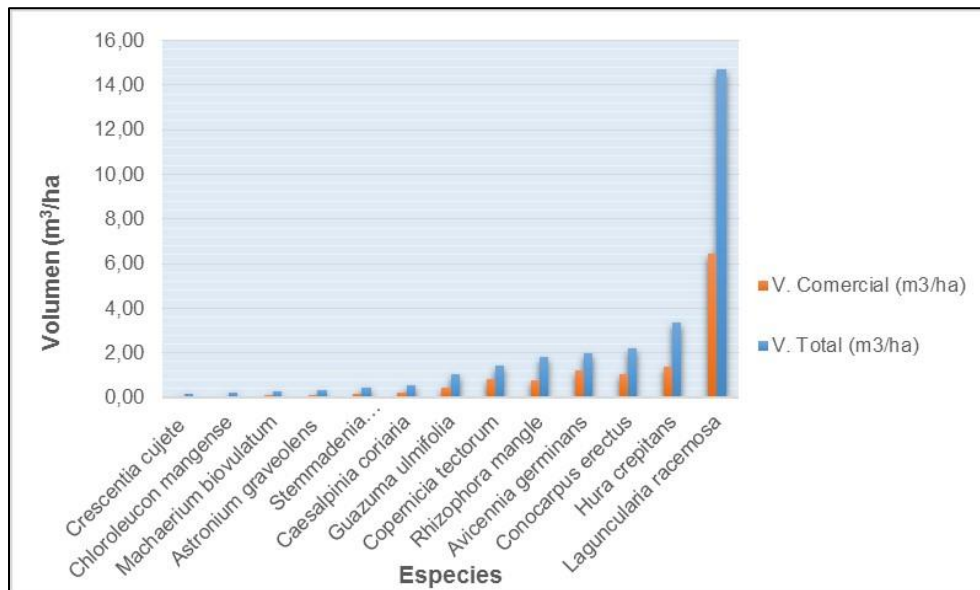
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	1,69	0,68	3,39	1,35
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0,28	0,12	0,56	0,23
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,52	0,22	1,04	0,45
Mangle bobo	<i>Laguncularia racemosa</i>	7,35	3,22	14,71	6,44
Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>	0,91	0,40	1,81	0,79
Mangle prieto	<i>Avicennia germinans</i>	1,00	0,60	2,01	1,19
Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erectus</i>	1,10	0,53	2,19	1,07
Palmiche	<i>Copernicia tectorum</i>	0,72	0,41	1,44	0,83
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,16	0,06	0,32	0,12

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,15	0,05	0,30	0,11
Sapo	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	0,21	0,07	0,41	0,15
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,07	0,03	0,15	0,06
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,10	0,04	0,20	0,07
<b>TOTAL</b>		<b>14,26</b>	<b>6,43</b>	<b>28,52</b>	<b>12,86</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El bosque denso alto inundable tiene un volumen total por hectárea de 28,52 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 12,86 m<sup>3</sup>/ha. Haciendo un análisis por especie, se observa que el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) presenta los mayores valores de volumen, ya que registra un volumen comercial de 6,44 m<sup>3</sup>/ha y un volumen total de 14,71 m<sup>3</sup>/ha. Otras especies importantes son: la Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) con 1,35 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial y 3,39 m<sup>3</sup>/ha de volumen total, el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) con 1,07 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial y 2,19 m<sup>3</sup>/ha de volumen total y el Mangle Prieto (*Avicennia germinans*) con 1,19 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial y 2,01 m<sup>3</sup>/ha de volumen total (Figura 3.648).

Figura 3.648. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque denso alto inundable.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.1.3 Grado de Agregación de las Especies

El grado de agregación evalúa el patrón espacial de las especies; es decir, si estas pueden hallarse al azar en la comunidad, en intervalos regulares o formando manchas (agregado). Cuando el grado de agregación es igual a 1, la especie tiene un patrón aleatorio, si el valor obtenido es inferior a 1 la especie se halla dispersa, se dice que es una especie agrupada

cuando el valor es mayor a uno y presenta una distribución gregaria cuando el valor es mayor a dos. Teniendo en cuenta lo anterior y según los resultados expuestos en la **Tabla 3.504**, el 84,6% de las especies evaluadas revelan un patrón disperso; el Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) obtuvo un grado de agregación de 1,25, por lo cual se afirma que su distribución tiende al agrupamiento y el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con un grado de agregación de 2,35 tiene una distribución gregaria o formando manchas en la cobertura.

**Tabla 3.504. Grado de agregación por especie registrada en el bosque denso alto inundable.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	0,22	0,02	0,09
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0,51	0,14	0,27
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,22	0,10	0,45
Mangle bobo	<i>Laguncularia racemosa</i>	0,51	1,20	2,35
Mangle colorado	<i>Rhizophora mangle</i>	0,22	0,28	1,25
Mangle prieto	<i>Avicennia germinans</i>	0,22	0,22	0,99
Mangle Zaragoza	<i>Conocarpus erectus</i>	0,22	0,22	0,99
Palmiche	<i>Copernicia tectorum</i>	0,22	0,08	0,36
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,22	0,08	0,36
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,22	0,04	0,18
Sapo	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	0,22	0,04	0,18
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,22	0,02	0,09
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,51	0,06	0,12

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.12.3.1.4 Conclusiones

El bosque denso alto inundable en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se encontró asociado a los sistemas cenagosos, las áreas mal drenadas de los cuerpos lóticos y las zonas con influencia marina, como son los manglares.

En las cinco parcelas realizadas en el bosque denso alto inundable se evaluaron un total de 125 individuos, 13 especies y 10 familias, siendo la más abundante la Fabácea.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con un IVI de 103,03%, resultado esperable ya que fue la especie con la mayor dominancia y abundancia dentro del bosque denso alto inundable.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró un solo estrato para la cobertura, mientras que la metodología propuesta exhibe dos estratos, 63 árboles en el medio y 62 en el inferior.

En el bosque denso alto inundable, por su posición sociológica se destaca el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) como la más relevante con el 48,2%, valor provocado por el alto número de fustes en los estratos inferior y medio.



En el bosque denso alto inundable se presentaron tres clases diamétricas (I, II, III), donde el 90,4% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 a 19,9 cm).

El bosque denso alto inundable presenta un volumen total de 28,52 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 12,86 m<sup>3</sup>/ha; donde el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) obtuvo los mayores registros con un volumen comercial de 14,71 m<sup>3</sup>/ha y un volumen total de 6,44 m<sup>3</sup>/ha.

El 84% de las especies inventariadas en el bosque denso alto inundable manifestaron un grado de agregación menor a 1, lo que significa que todas tienden a distribuirse de manera dispersa en la cobertura.

### 3.12.3.2 Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados sucesión vegetal (IDEAM, 2010). En la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique esta cobertura se encontró los terrenos ubicados en lomeríos y zonas de difícil acceso, donde la influencia antrópica no ha sido tan fuerte, lo que favorece su conservación (ver de la **Fotografía 3.248** a la **Fotografía 3.251**).

#### **Fotografía 3.248. Bosque fragmentado con vegetación secundaria en zona rural del municipio de Mahates – Atlántico.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.249. Bosque fragmentado con vegetación secundaria en la vereda Agua Viva (Piojón – Atlántico).**



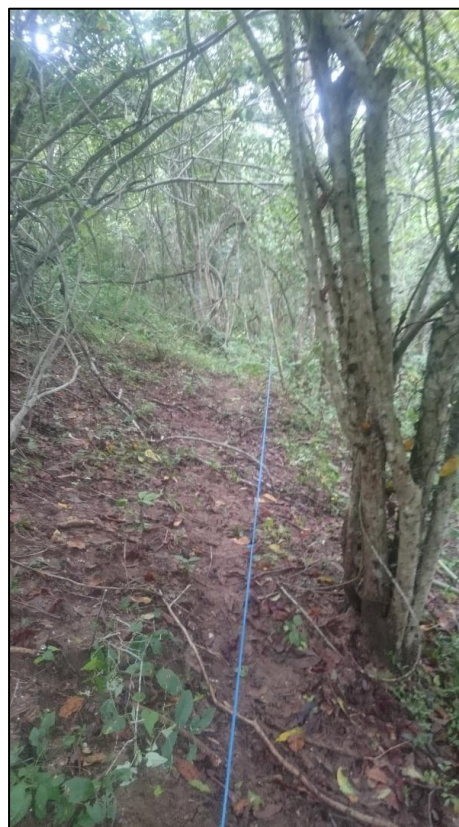
Fuente: Consorcio Canal del Dique

**Fotografía 3.250. Estructura del bosque fragmentado.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.251. Punto de muestreo 08 adelantado en bosque fragmentado.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.2.1 Composición Florística

En la **Tabla 3.505** se muestran las especies encontradas en el muestreo realizado en el bosque fragmentado.

**Tabla 3.505. Especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	FABACEAE
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	MELIACEAE
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	FABACEAE
Canalete	<i>Cordia thaisiana</i>	CORDIACEAE
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	CACTACEAE
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	MALVACEAE
Copé	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	MORACEAE
Flor amarillo - Cañahuate	<i>Handroanthus chrysantha</i>	BIGNONIACEAE



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	FABACEAE
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	CACTACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	ANACARDIACEAE
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>	POLYGONACEAE
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	SAPINDACEAE
Mamón Cotuplí	<i>Licania sp.</i>	CHRYSOBALANACEAE
NN	<i>No identificado</i>	No identificado
Olla de Mono	<i>Lecythis minor</i>	LECYTHIDACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	FABACEAE
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	BIGNONIACEAE
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	FABACEAE
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	FABACEAE
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	POLYGONACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En las tres parcelas levantadas en la cobertura en análisis se encontraron 23 especies (aunque una no fue posible identificar NN), distribuidas en 12 familias, siendo la más abundante la Fabácea con 6 especies (incluye la subfamilia Faboideae con 2 especie y la subfamilia Mimosoidea con 4 especies). En abundancia de especies le siguen: la Anacardiaceae, la Bignoniaceae, la Cactaceae, la Malvaceae y la Polygonaceae con 2 especies cada una. En la **Fotografía 3.252** y la **Fotografía 3.253** se muestran algunas de las especies evaluadas.

**Fotografía 3.252.Árbol de Hobo (Spondias mombin).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.253. Hoja de Canalete (*Cordia thaisiana*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.12.3.2.2 Análisis Estructural

3.12.3.2.2.1 Estructura Horizontal

En la **Tabla 3.506** se resumen los índices calculados para evaluar la estructura horizontal del bosque fragmentado con vegetación secundaria.

**Tabla 3.506. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,03	0,77	2	1,49	33,3	3,57	5,84	7	57
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	0,01	0,24	1	0,75	33,3	3,57	4,56	3	4
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,10	2,76	3	2,24	33,3	3,57	8,58	10	147
Canalete	<i>Cordia thaisiana</i>	0,02	0,58	2	1,49	33,3	3,57	5,65	7	64
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,01	0,30	1	0,75	33,3	3,57	4,62	3	5
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	0,06	1,55	3	2,24	33,3	3,57	7,36	10	87
Copé	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	0,04	1,07	3	2,24	33,3	3,57	6,88	10	38
Flor amarillo - Cañahuate	<i>Handroanthus chrysantha</i>	0,78	21,3	14	10,45	33,3	3,57	35,32	47	307
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,15	3,97	3	2,24	33,3	3,57	9,78	10	150
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	0,75	20,6	27	20,15	66,7	7,14	47,87	90	463
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,06	1,71	4	2,99	33,3	3,57	8,26	13	140

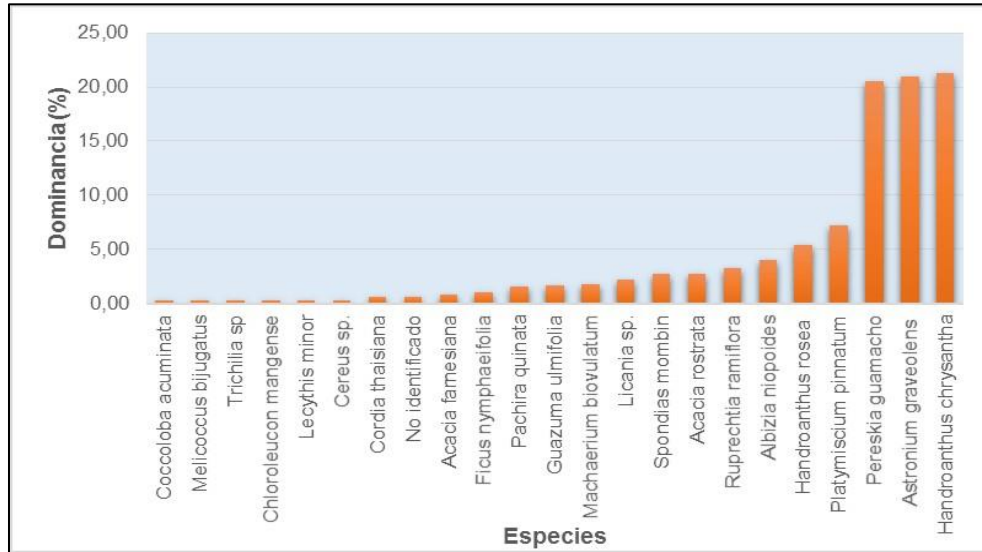
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	0,10	2,72	3	2,24	33,3	3,57	8,53	10	101
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>	0,01	0,22	1	0,75	33,3	3,57	4,54	3	32
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,01	0,24	1	0,75	33,3	3,57	4,55	3	41
Mamón Cotuplí	<i>Licania sp.</i>	0,08	2,20	5	3,73	33,3	3,57	9,51	17	185
NN	<i>No identificado</i>	0,02	0,62	2	1,49	33,3	3,57	5,68	7	64
Olla de Mono	<i>Lecythis minor</i>	0,01	0,28	1	0,75	33,3	3,57	4,60	3	13
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,77	21,0	23	17,16	100,0	10,71	48,89	77	764
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,06	1,71	4	2,99	33,3	3,57	8,27	13	173
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	0,20	5,41	12	8,96	66,7	7,14	21,51	40	384
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,26	7,24	14	10,45	66,7	7,14	24,83	47	351
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,01	0,27	1	0,75	33,3	3,57	4,58	3	18
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,12	3,24	4	2,99	33,3	3,57	9,80	13	42
<b>TOTAL</b>		<b>3,66</b>	<b>100</b>	<b>134</b>	<b>100</b>	<b>933,3</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>447</b>	<b>3.623</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Dominancia

El Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) con 0,78 m<sup>2</sup> de área basal, es la especie más dominante de la cobertura, el valor antes enunciado equivale al 21,30% del total del área basal calculado para el bosque fragmentado. Muy cercana a esta especie se ubica el Quebracho (*Astronium graveolens*) con una dominancia relativa del 21,01% (0,77 m<sup>2</sup> de área basal), posteriormente aparece el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con el 20,58% (0,75 m<sup>2</sup> de área basal). Como se observa en la **Figura 3.649**, las tres especies antes mencionadas presentan valores de dominancia muy cercanos, por lo cual no se puede considerar que una especie domina sobre las demás. El área basal total para el bosque fragmentado fue de 3,66 m<sup>2</sup>.

**Figura 3.649. Dominancia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

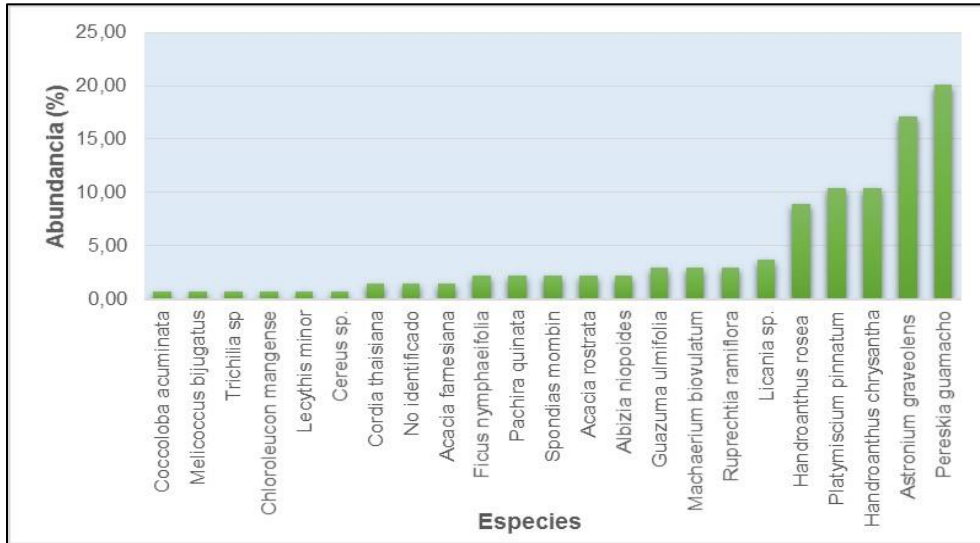
### **Abundancia**

A diferencia de la dominancia, en este ítem se observa una especie destacada sobre las demás, el Guamacho (*Pereskia guamacho*), la cual registro en el muestreo 27 individuos (20.15% de abundancia relativa). Muy cerca a este registro se ubica el Quebracho (*Astronium graveolens*) con 23 árboles y una abundancia relativa del 17,16%. En total en esta cobertura se inventariaron 134 árboles con una D.A.P mayor a 10 cm (**Figura 3.650**).

### **Frecuencia**

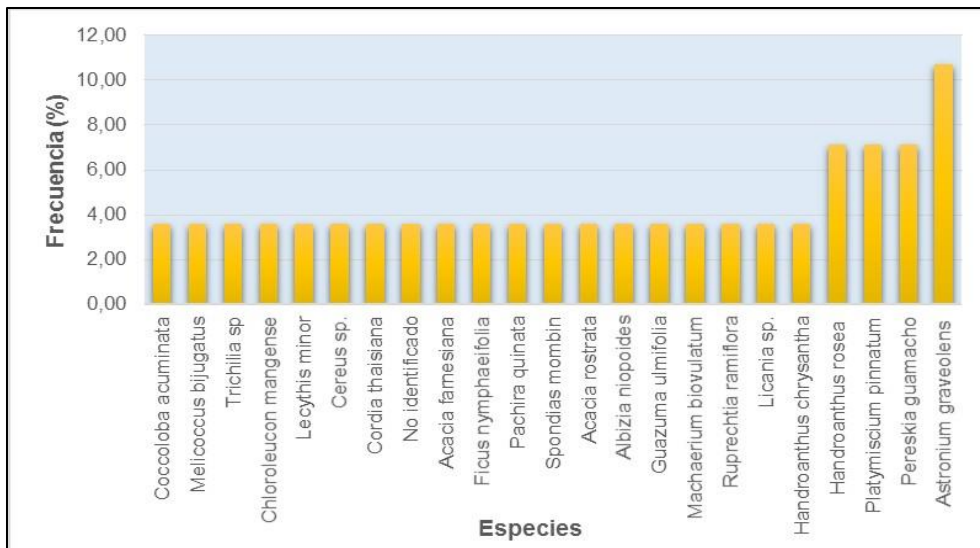
En el bosque fragmentado, el Quebracho (*Astronium graveolens*) fue la especie más frecuente, ya que se inventario en las tres parcelas adelantadas. Otras especies importantes son el Guamacho (*Pereskia guamacho*), el Trébol (*Platymiscium pinnatum*) y el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) con una abundancia relativa del 66,7%. Las restantes 19 especies tan solo aparecieron en una parcela (**Figura 3.651**).

**Figura 3.650. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.651. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para evaluar la uniformidad de la cobertura en estudio, Lamprecht (1990) plantea 5 clases donde se agrupan las especies dependiendo del valor de la frecuencia absoluta de cada una. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 3.507**.



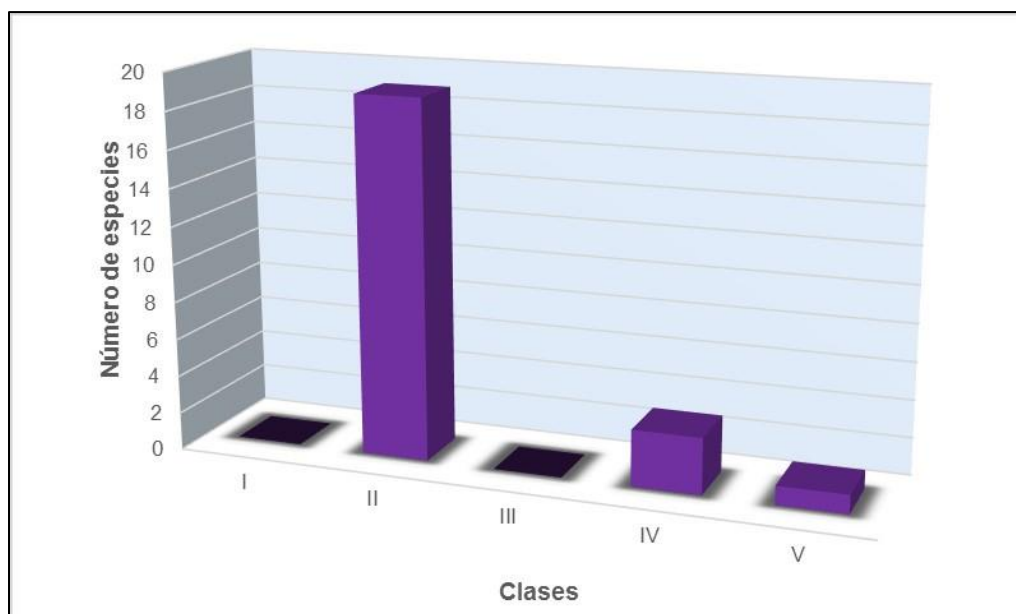
**Tabla 3.507. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	0
II	20,1 – 40	Poco frecuente	19
III	40,1 – 60	Frecuente	0
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	3
V	80,1 – 100	Muy frecuente	1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo a lo mostrado en la **Tabla 3.507** y la **Figura 3.652**, se observa que 19 especies (82% del total) son poco frecuentes, 3 especies son bastante frecuentes (Guamacho, Trébol y Roble Extranjero) y tan solo el Quebracho se considera como muy frecuente.

**Figura 3.652. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

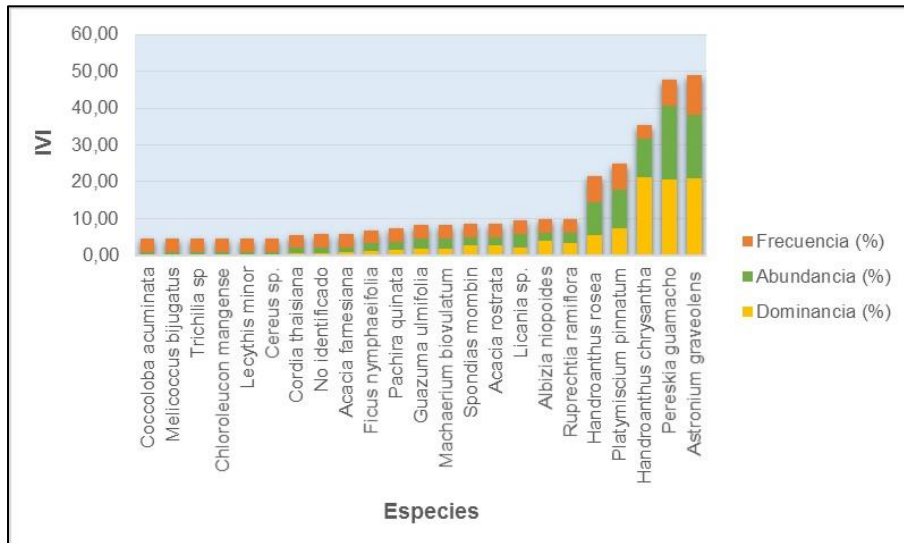


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Dos especies mostraron los mayores valores de IVI para la cobertura, el Quebracho (*Astronium graveolens*) con el 48,89% y el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con 47,87%; la leve diferencia a favor de la primera especie se debe a una mayor frecuencia relativa, ya que en la dominancia su registro fue un poco superior al del Guamacho, pero la abundancia fue más importante para esta última especie. Otras especies importantes son: El Flora Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) con un IVI de 35,32%, el Trébol (*Platymiscium pinnatum*) con un IVI de 24,83% y el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) con un IVI de 21,51% (**Figura 3.653**).

Figura 3.653. IVI de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

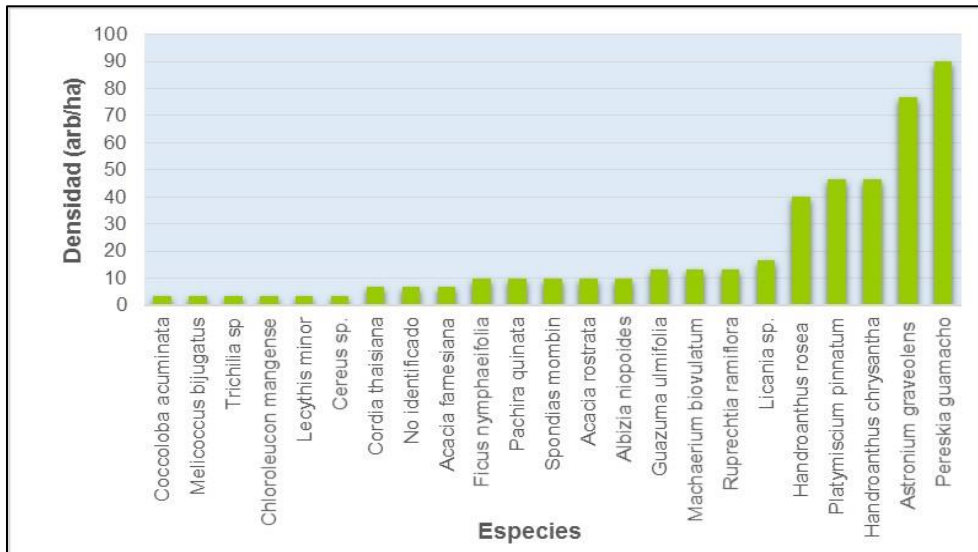
**Densidad**

La especie con la mayor densidad fue el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con 90 árboles por hectárea, luego se ubica el Quebracho (*Astronium graveolens*) con 77 árboles por hectáreas y el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) y el Trébol (*Platymiscium pinnatum*) con 47 árboles por hectárea. La densidad total para la cobertura es de 447 individuos por hectárea (ver **Figura 3.654**).

**Cobertura de Copa**

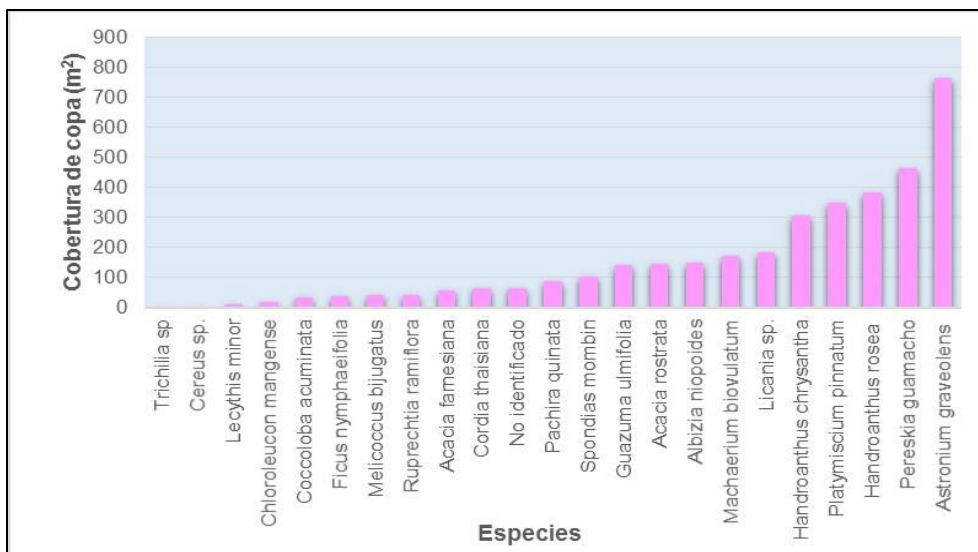
El Quebracho (*Astronium graveolens*) presento el valor más alto de cobertura de copa para el bosque fragmentado, con 764 m<sup>2</sup>, muy por debajo se ubican el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con 463 m<sup>2</sup> y el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) con 384 m<sup>2</sup>. La cobertura de copa total para el bosque fragmentado es de 3.623,5 m<sup>2</sup> (**Figura 3.655**).

Figura 3.654. Densidad de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.655. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

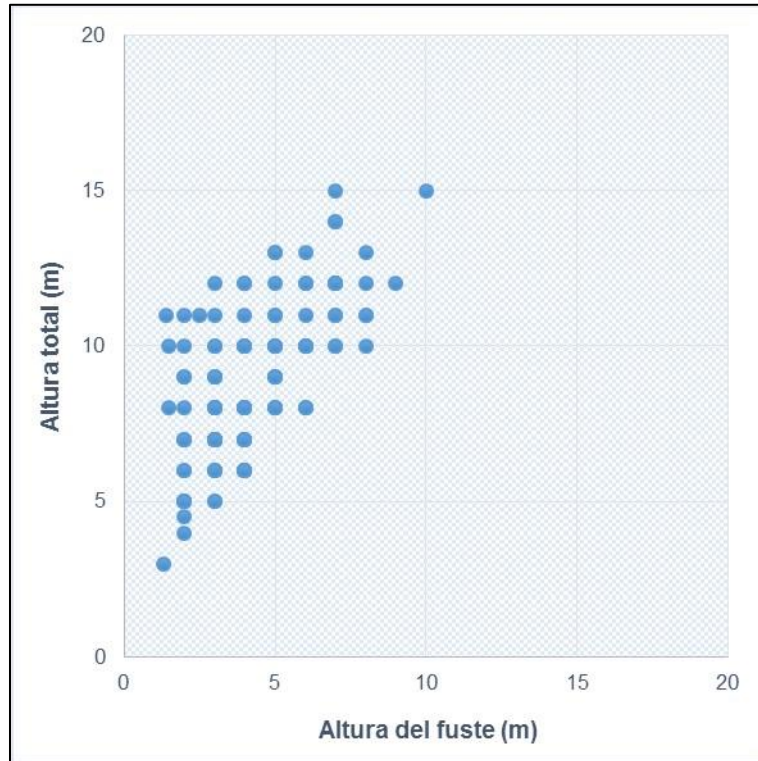
### 3.12.3.2.2 Estructura Vertical

La estructura vertical se evaluó mediante el diagrama de Ogawa y la posición sociológica. Los resultados de estas dos metodologías se muestran a continuación.

**Estratificación de Ogawa**

Los resultados de esta metodología se muestran en la **Figura 3.656**.

**Figura 3.656. Estratificación del bosque fragmentado con vegetación secundaria según el método de Ogawa.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.656** muestra un solo estrato en el bosque fragmentado, el cual se ubica entre los 3 metros y 15 metros de altura; en este estrato se ubican la totalidad de los arboles evaluados. Aunque se observan algunos puntos por fuera de la nube principal, la escasa densidad de árboles en estos agregados, no permiten considerar este conglomerado como un nuevo estrato.

**Posición Sociológica**

La **Tabla 3.508** muestra la estratificación del bosque fragmentado de acuerdo a los rangos establecidos.

**Tabla 3.508. Estratificación del bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA	INDIVIDUOS
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	69
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	31

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



De acuerdo a la metodología propuesta, en el bosque fragmentado solo se manifestaron dos estratos, el inferior (< 10 metros) con 78 individuos, lo que representa el 58% del total de árboles evaluados y el medio con 56 individuos. En el inventario no se encontraron árboles con alturas de más de 20 metros (ver **Tabla 3.509**).

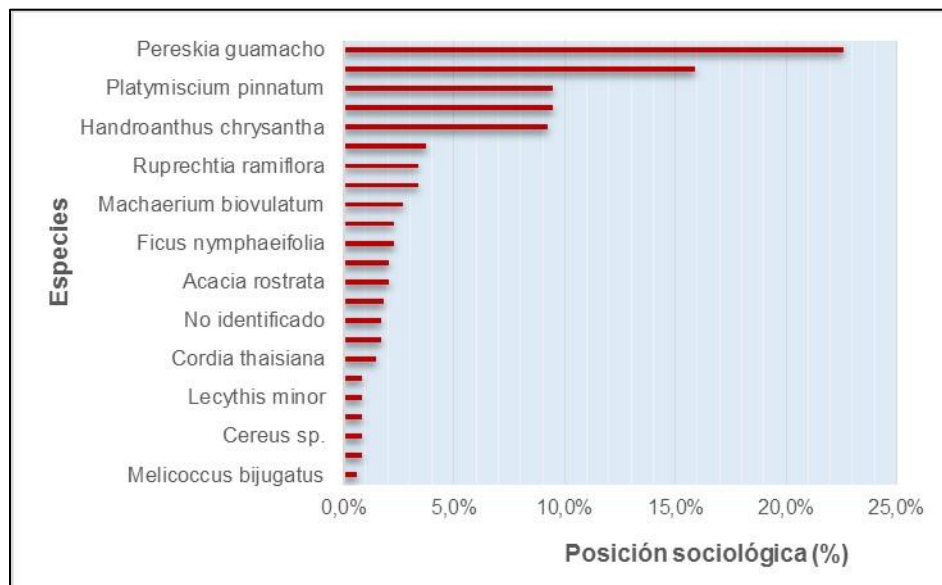
**Tabla 3.509. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 M)	EM (10 A 20 M)	EI (< 10 M)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>			2	1,16	1,7%
Bagre	<i>Trichilia sp</i>			1	0,58	0,8%
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>		2	1	1,42	2,1%
Canalete	<i>Cordia thaisiana</i>		1	1	1,00	1,5%
Cardón	<i>Cereus sp.</i>			1	0,58	0,8%
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>		2	1	1,42	2,1%
Copé	<i>Ficus nymphaeifolia</i>		1	2	1,58	2,3%
Flor amarillo - Cañahuate	<i>Handroanthus chrysantha</i>		11	3	6,34	9,2%
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>		3		1,25	1,8%
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>		1	26	15,55	22,6%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>			4	2,33	3,4%
Hobo	<i>Spondias mombin</i>		1	2	1,58	2,3%
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>			1	0,58	0,8%
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>		1		0,42	0,6%
Mamón Cotuplí	<i>Licania sp.</i>		2	3	2,58	3,8%
NN	<i>No identificado</i>			2	1,16	1,7%
Olla de Mono	<i>Lecythis minor</i>			1	0,58	0,8%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>		15	8	10,93	15,9%
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>		3	1	1,84	2,7%
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>		3	9	6,49	9,4%
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>		10	4	6,51	9,5%
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>			1	0,58	0,8%
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>			4	2,33	3,4%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La especie con el mayor valor de posición sociológica en el bosque fragmentado fue el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con el 22,6%, valor provocado por su alta abundancia y por manifestar árboles en el estrato medio e inferior. Otras especies destacables son: el Quebracho (*Astronium graveolens*) con el 15,9%, el Trébol (*Platymiscium pinnatum*) con el 9,5%, el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) con el 9,4% y el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) con el 9.2% (ver **Figura 3.657**).

**Figura 3.657. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.2.2.3 Estructura Total

#### Clases Diamétricas

La **Tabla 3.510** agrupa los fustes de las especies inventariadas en clases diamétricas que van en rangos de 10 cm, llegando hasta la clase IV, la cual contiene los individuos con diámetros entre 40 y 49 cm.

**Tabla 3.510. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

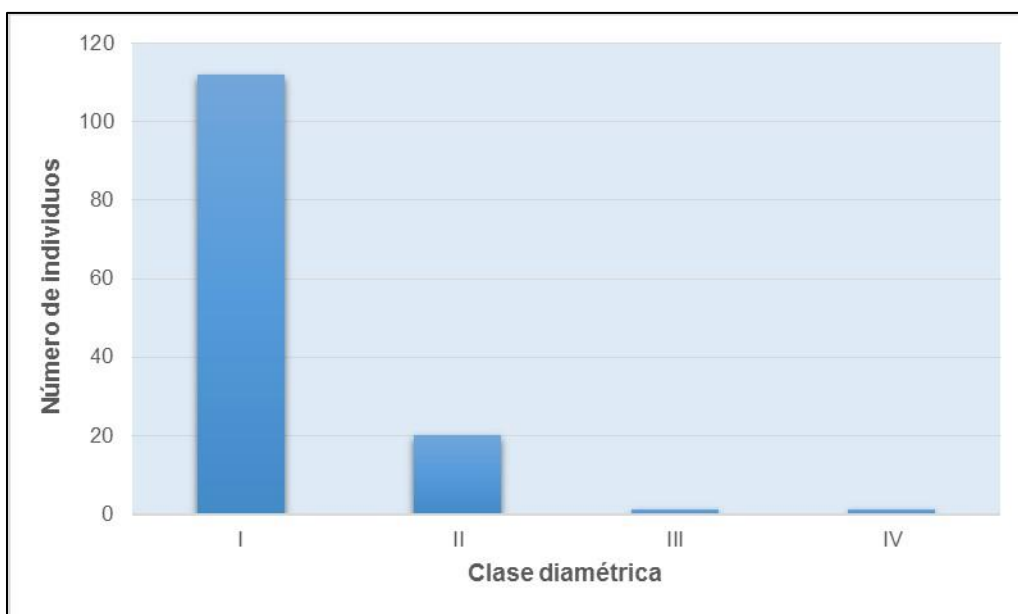
CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (cm)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	112	83,6%
II	20 - 29,9	20	14,9%
III	30 - 39,9	1	0,7%
IV	40 - 49,9	1	0,7%
<b>TOTAL</b>		<b>134</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.658** muestra que en el bosque fragmentado se encontraron cuatro clases diamétricas, siendo la categoría I la que agrupa el 83,4% de los fustes inventariados (112 de 134 fustes); la categoría II agrupa 20 árboles y la categoría III y IV tan solo presentaron un individuo. Los resultados antes expuestos reflejan un poco desarrollo de los árboles muestreados, donde individuos de categorías superiores están ausentes.

En cuanto al comportamiento exhibido por la **0**, muestra una distribución diamétrica en J invertida, donde a medida que se aumenta la clase diamétrica, se disminuye el número de fustes. Según Melo (2000), este comportamiento es característico de ecosistemas boscosos heterogéneos o con una alta tendencia a la heterogeneidad.

**Figura 3.658. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Volumen

La **Tabla 3.511** resume los volúmenes totales y comerciales para cada una de las especies inventariadas en el bosque fragmentado.

**Tabla 3.511. Volumen de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Aromo	Acacia farnesiana	0,12	0,05	0,40	0,16
Bagre	Trichilia sp	0,03	0,02	0,10	0,06
Baranoa	Acacia rostrata	0,75	0,25	2,51	0,84
Canalete	Cordia thaisiana	0,14	0,08	0,47	0,27
Cardón	Cereus sp.	0,03	0,01	0,09	0,05

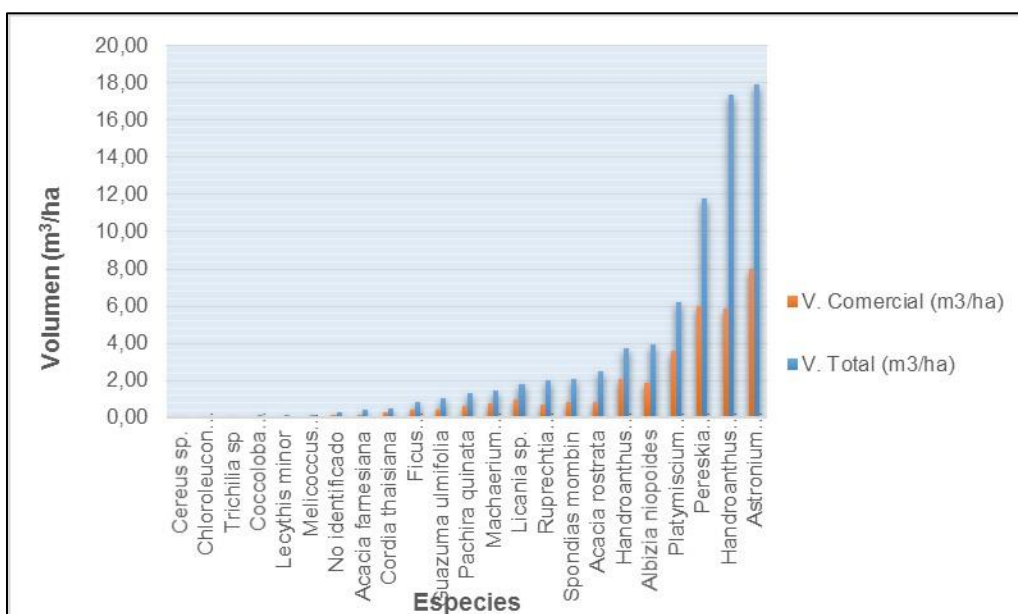
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	0,39	0,20	1,30	0,66
Copé	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	0,25	0,14	0,82	0,46
Flor amarillo - Cañahuate	<i>Handroanthus chrysantha</i>	5,20	1,76	17,34	5,88
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	1,19	0,55	3,96	1,84
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	3,53	1,81	11,76	6,04
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,31	0,13	1,02	0,45
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	0,62	0,25	2,06	0,85
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>	0,04	0,02	0,12	0,05
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,06	0,03	0,19	0,11
Mamón Cotuplí	<i>Licania sp.</i>	0,55	0,29	1,83	0,97
NN	<i>No identificado</i>	0,10	0,04	0,32	0,15
Olla de Mono	<i>Lecythis minor</i>	0,04	0,02	0,13	0,07
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	5,37	2,40	17,89	7,99
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,43	0,24	1,44	0,79
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	1,12	0,61	3,73	2,05
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1,86	1,08	6,21	3,59
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,03	0,01	0,10	0,04
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,60	0,21	2,00	0,70
<b>TOTAL</b>		<b>22,74</b>	<b>10,22</b>	<b>75,80</b>	<b>34,06</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El Quebracho (*Astronium graveolens*) y el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) fueron las especies con los mayores registros de volumen por hectárea para la cobertura, la primera presentó un volumen total de 17,89 m<sup>3</sup> y la segunda 17,34 m<sup>3</sup>. El volumen total por hectárea para el bosque fragmentado fue de 75,80 m<sup>3</sup> (ver **Figura 3.659**).



Figura 3.659. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.2.3 Grado de Agregación de las Especies

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver **Tabla 3.512**) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

Tabla 3.512. Grado de agregación por especie registrada en el bosque fragmentado con vegetación secundaria.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,41	0,07	0,16
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	0,41	0,03	0,08
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,41	0,10	0,25
Canalete	<i>Cordia thaisiana</i>	0,41	0,07	0,16
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,41	0,03	0,08
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	0,41	0,10	0,25
Copé	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	0,41	0,10	0,25
Flor amarillo - Cañahuate	<i>Handroanthus chrysantha</i>	0,41	0,47	1,15
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,41	0,10	0,25
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	1,10	0,90	0,82

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,41	0,13	0,33
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	0,41	0,10	0,25
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>	0,41	0,03	0,08
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,41	0,03	0,08
Mamón Cotuplí	<i>Licania sp.</i>	0,41	0,17	0,41
NN	<i>No identificado</i>	0,41	0,07	0,16
Olla de Mono	<i>Lecythis minor</i>	0,41	0,03	0,08
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	6,91	0,77	0,11
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,41	0,13	0,33
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	1,10	0,40	0,36
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1,10	0,47	0,42
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,41	0,03	0,08
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,41	0,13	0,33

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en el bosque fragmentado muestra que el 98% se encuentran de manera dispersa y tan solo el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) tiende al agrupamiento.

#### 3.12.3.2.4 Conclusiones

En las tres parcelas realizadas en el bosque fragmentado con vegetación secundaria se evaluaron un total de 134 individuos, 23 especies (aunque una no fue posible identificar) y 12 familias, siendo la familiar más abundante la Fabaceae con 6 especies.

En el bosque fragmentado dos especies mostraron los mayores valores de IVI, el Quebracho (*Astronium graveolens*) con el 48,89% y el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con 47,87%; la leve diferencia a favor de la primera especie se debe a una mayor frecuencia relativa, ya que en la dominancia su registro fue un poco superior al del Guamacho, pero la abundancia fue más importante para esta última especie.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa no mostró una estratificación clara el bosque fragmentado con vegetación secundaria, caso contrario ocurrió con la metodología propuesta, donde los estratos hallados fueron el medio con 56 árboles y el inferior con 78 árboles.

En el bosque fragmentado con vegetación secundaria, el Guamacho (*Pereskia guamacho*) con el 22,6% fue la especie con la mayor posición sociológica, valor producto de su alta abundancia y por manifestar árboles en el estrato medio e inferior.

En el bosque fragmentado con vegetación secundaria se presentaron cuatro clases diamétricas (I, II, III y IV), donde el 83,6% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 a 19,9 cm). Los resultados reflejaron un poco desarrollo de los árboles muestreados, donde individuos de categorías superiores están ausentes.

El Quebracho (*Astronium graveolens*) y el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) fueron las especies con los mayores registros de volumen por hectárea para la cobertura, la primera presentó un volumen total de 17,89 m<sup>3</sup> y la segunda 17,34 m<sup>3</sup>. El volumen total por hectárea para el bosque fragmentado fue de 75,80 m<sup>3</sup>.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en el bosque fragmentado muestra que el 98% se encuentran de manera dispersa y tan solo el Flor Amarillo (*Handroanthus chrysantha*) tiende al agrupamiento.

### 3.12.3.3 Bosque de Galería y/o Ripario

Son bosques semidensos o abiertos donde se encuentran algunas especies que alcanzan alturas considerables, por encima de los 18 metros, se aprecian epifitas y lianas asociadas a los árboles que componen esta cobertura; la característica principal de esta unidad es la de ubicarse en los cauces de los caños y arroyos de la región, beneficiándose de las condiciones húmedas del suelo. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales (IDEAM, 2010).

Esta cobertura boscosa es de un altísimo valor debido a que se encuentra alrededor de los cuerpos lóticos, esta vegetación requiere amplios niveles de conservación y recuperación, debido a su importancia estratégica al constituir un papel de protección de los recursos hídricos, del suelo, de la vegetación y de la fauna (ver de la **Fotografía 3.254** a la **Fotografía 3.257**).

#### **Fotografía 3.254. Bosque de galería en la vereda Arroyo Negro (Repelón – Atlántico).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.255. Bosque de galería presente en zona rural del municipio de Piojó (Atlántico).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.256. Punto de muestreo 10 adelantado en bosque de galería.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.257. Fisionomía del bosque de galería en el punto de muestreo 41.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique

### 3.12.3.3.1 Composición Florística

La **Tabla 3.513** resume las especies encontradas en el bosque de galería.

**Tabla 3.513. Especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	FABACEAE
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	MELIACEAE
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	FABACEAE
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	FABACEAE
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	FABACEAE
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	EUPHORBIACEAE
Granadillo	<i>Caesalpinia glabra</i>	FABACEAE
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	FABACEAE

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i>	MALVACEAE
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	FABACEAE
Palo de agua - Arroyero	<i>Bravaisia integerrima</i>	ACANTHACEAE
Purgación - Látigo	<i>Machaerium arboreum</i>	FABACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Tabaco	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	FABACEAE
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	CORDIACEAE
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	FABACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el inventario forestal realizado se encontraron un total de 17 especies, contenidas en 7 familias; siendo la familia con mayor número de especies (10 en total) la Fabaceae, la cual incluye las subfamilias Caesalpinioideae, Faboideae y Mimosoideae. Cabe destacar que el 71% de las familias (5 de 7 familias) evaluadas tan solo presentaron una especie. Algunas de las especies muestreadas se evidencian de la **Fotografía 3.258** a la **Fotografía 3.261**.

**Fotografía 3.258.Árbol de Quebracho (*Astronium graveolens*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.259.Árbol de Granadillo (*Caesalpinia glabra*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.260.Árbol de Ceiba Amarilla (*Hura crepitans*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.261.Árbol de Majagua (*Pseudobombax septenatum*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.12.3.3.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.3.2.1 Estructura Horizontal

La **Tabla 3.514** compila los índices utilizados para el análisis de la estructura horizontal de la vegetación en la cobertura de bosque de galería.

**Tabla 3.514. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**

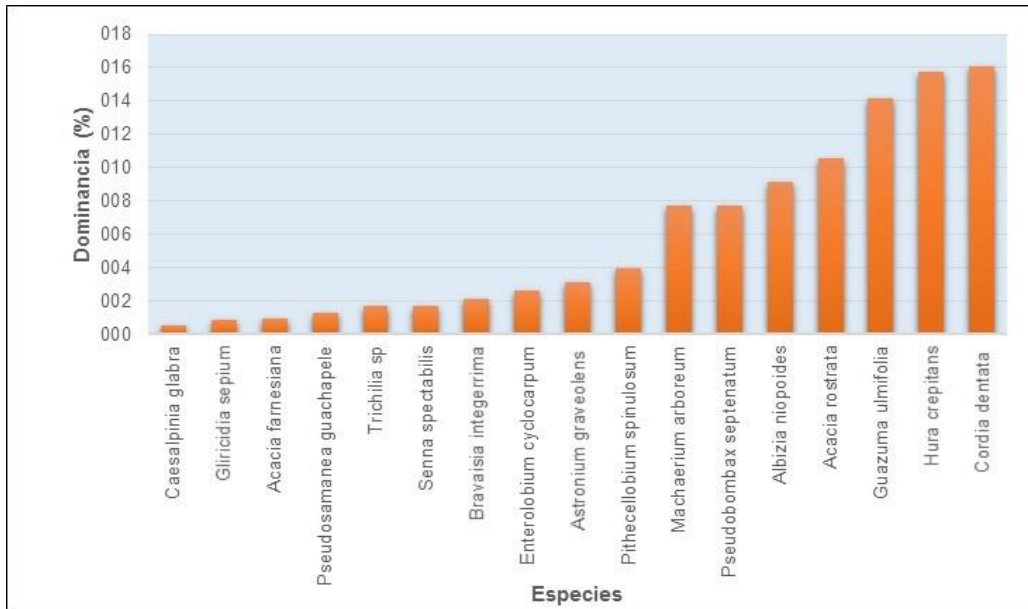
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (Arb/Ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,05	0,94	2	2,00	50,0	6,67	9,61	5	90
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	0,09	1,72	3	3,00	25,0	3,33	8,05	8	44
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,55	10,6	15	15,00	75,0	10,00	35,56	38	564
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	0,21	3,96	13	13,00	25,0	3,33	20,29	33	185
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,14	2,63	1	1,00	25,0	3,33	6,96	3	60
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	0,81	15,7	5	5,00	75,0	10,00	30,71	13	373
Granadillo	<i>Caesalpinia glabra</i>	0,03	0,53	1	1,00	25,0	3,33	4,87	3	50
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,47	9,14	4	4,00	50,0	6,67	19,81	10	453
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,73	14,1	17	17,00	75,0	10,00	41,13	43	320
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0,40	7,71	2	2,00	50,0	6,67	16,38	5	225
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,05	0,89	1	1,00	25,0	3,33	5,22	3	50
Palo de agua - Arroyero	<i>Bravaisia integerrima</i>	0,11	2,15	1	1,00	25,0	3,33	6,49	3	40
Purgación - Látigo	<i>Machaerium arboreum</i>	0,40	7,71	1	1,00	25,0	3,33	12,04	3	200
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,16	3,13	2	2,00	50,0	6,67	11,80	5	121
Tabaco	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,07	1,27	1	1,00	25,0	3,33	5,60	3	15
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,83	16,1	30	30,00	100,0	13,33	59,43	75	710
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	0,09	1,74	1	1,00	25,0	3,33	6,07	3	60
<b>TOTAL</b>		<b>5,18</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>750,0</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>3.556</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Dominancia**

El Uvito (*Cordia dentata*) y la Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) son las especies más dominantes en la cobertura, con el 16,09% (0,83 m<sup>2</sup>) y el 15,71% (0,81 m<sup>2</sup>) respectivamente. Otras especies importantes son el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 14,13%, luego aparece el Baranoa (*Acacia rostrata*) con el 10,56% y el Guacamayo (*Albizia niopoides*) con el 9,14%. El área basal total para el inventario fue de 5,18 m<sup>2</sup> (**Figura 3.660**).

**Figura 3.660. Dominancia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

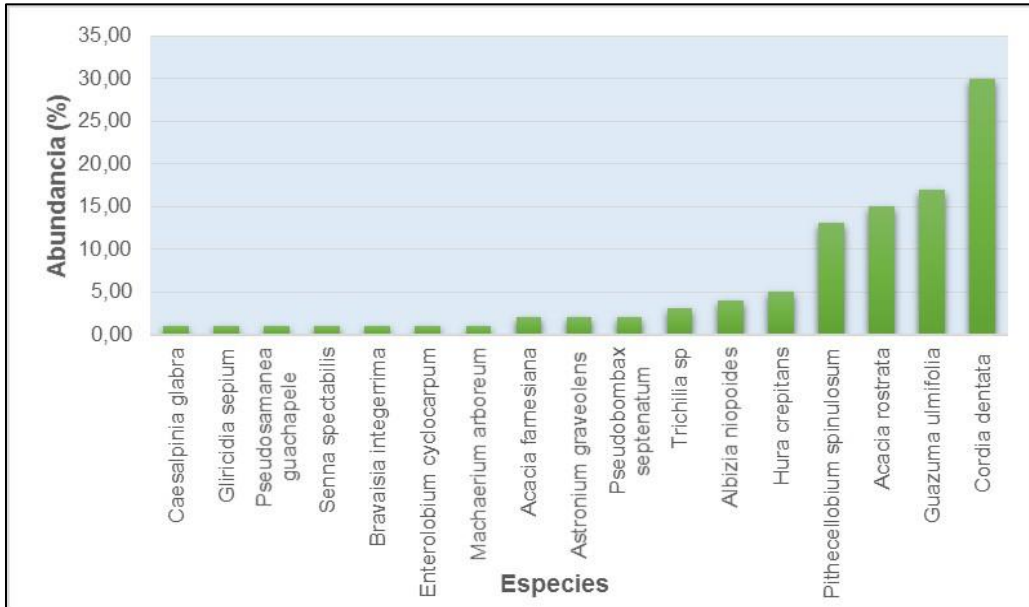
**Abundancia**

En la **Figura 3.661** se aprecia que el Uvito (*Cordia dentata*) es la especie más abundante del bosque de galería, con una abundancia relativa de 30%, lo que equivale a 30 individuos inventariados; muy alejado a este registro se ubica el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 17% o 17 árboles, luego aparece el Baranoa (*Acacia rostrata*) con el 15% y el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) con el 13%. En total se inventariaron 100 individuos con un D.A.P mayor a 10 cm.

**Frecuencia**

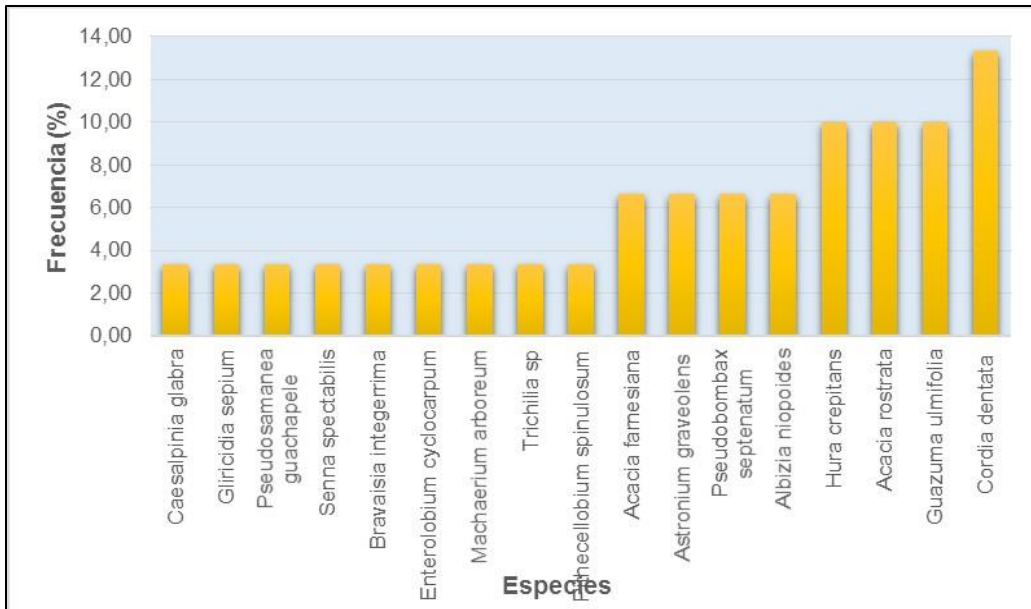
La especie más frecuente en el inventario fue el Uvito (*Cordia dentata*) con el 13,3%, posteriormente aparecen tres especies con la misma frecuencia relativa (10%), el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), Baranoa (*Acacia rostrata*) y la Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) (**Figura 3.662**).

**Figura 3.661. Abundancia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.662. Frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

A continuación, se muestran las categorías de frecuencia absoluta según los grados establecidos por Lamprecht (1990), con lo cual se busca analizar qué tan homogénea es la cobertura analizada. Los resultados se resumen en la **Tabla 3.515**.

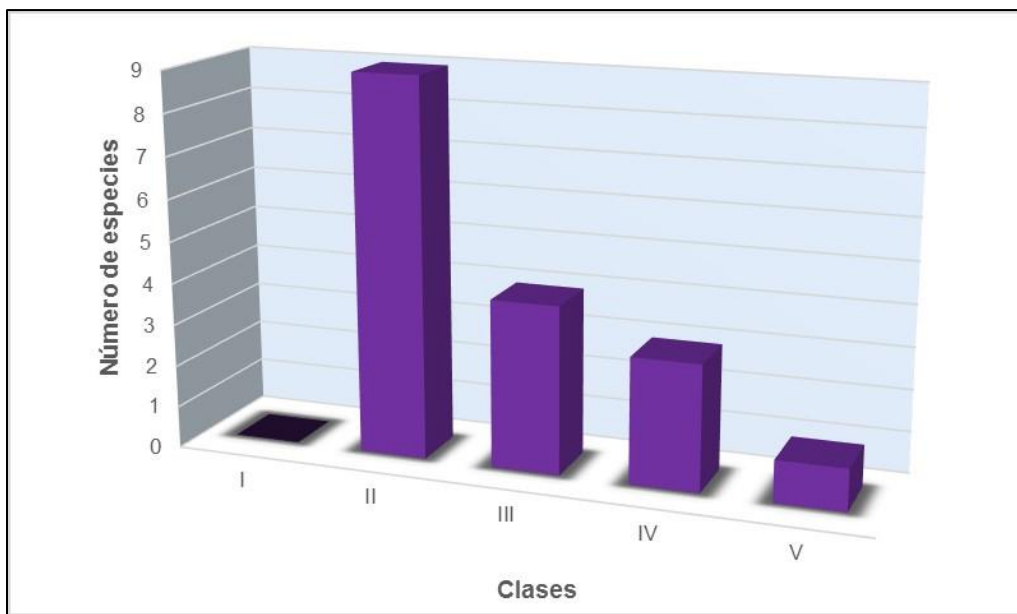
**Tabla 3.515. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	0
II	20,1 – 40	Poco frecuente	9
III	40,1 – 60	Frecuente	4
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	3
V	80,1 – 100	Muy frecuente	1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Según los datos expuestos en la **Tabla 3.515** y la **Figura 3.663**, se observa que 9 especies (53% del total) son poco frecuentes, 4 especies se consideran como frecuentes, tres especies como bastante frecuentes y el Uvito (*Cordia dentata*) como muy frecuente.

**Figura 3.663. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



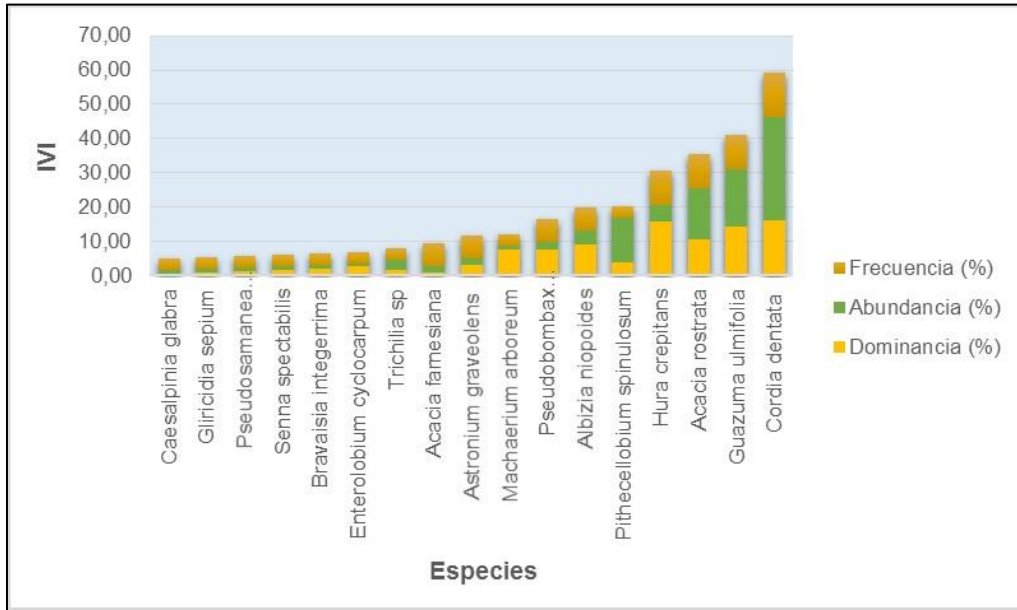
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

El Uvito (*Cordia dentata*) tiene el IVI más alto de la cobertura (59,43%), ya que domino en todos los índices utilizados para evaluar la estructura horizontal de la vegetación. Como segunda especie en importancia se destaca el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con un IVI de 41,13%, seguido por el Baranoa (*Acacia rostrata*) con 35,56% y la Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) con el 30,71% (**Figura 3.664**).



Figura 3.664. IVI de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

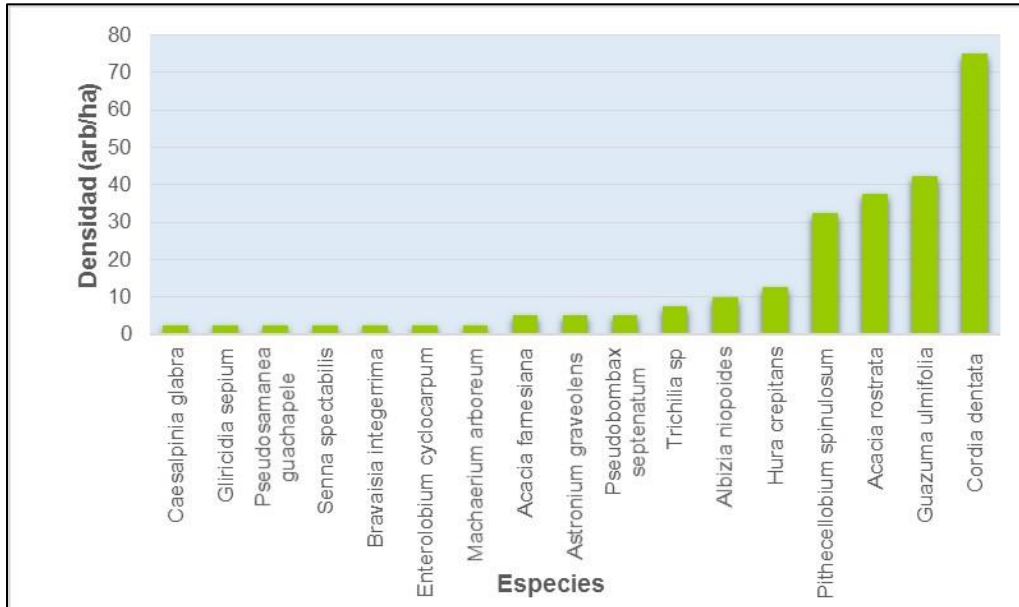
**Densidad**

La densidad hace referencia a la cantidad de individuos por unidad de área (hectárea), donde aquellas especies con la mayor abundancia van a dominar en este ítem, por lo tanto, el Uvito (*Cordia dentata*) presentó una densidad de 75 árboles / ha, la más alta para la cobertura. Por su densidad se destacan las siguientes especies: el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 43 árboles / ha, el Baranoa (*Acacia rostrata*) con 38 árboles / ha y el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) con 33 árboles / ha. Para la cobertura la densidad por hectárea es de 250 árboles (**Figura 3.665**).

**Cobertura de Copa**

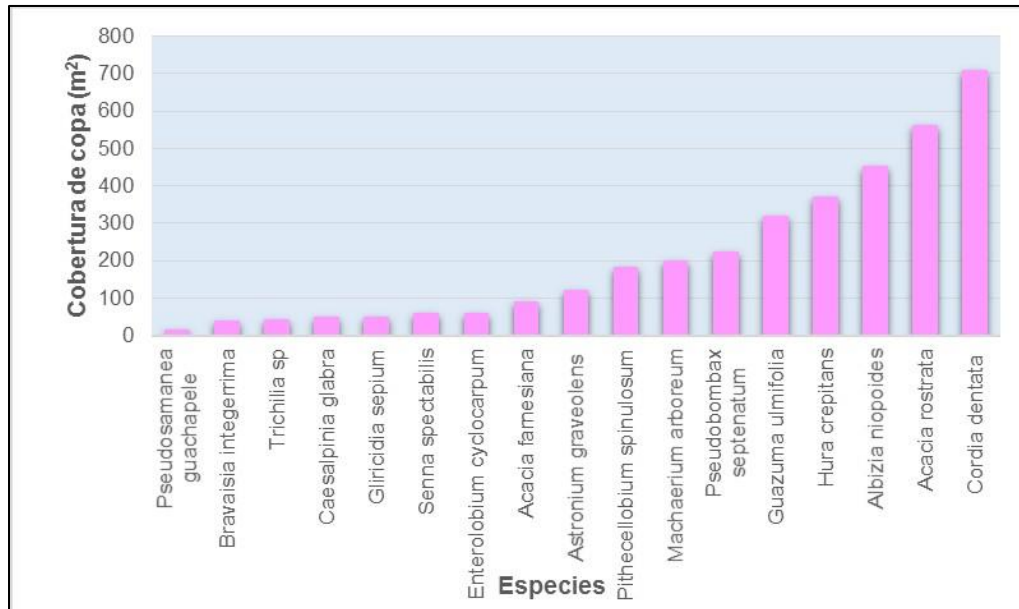
La cobertura de copa se refiere al área ocupada por la proyección de la copa del árbol en el suelo, donde aquellas especies frondosas o con copa aparasoladas van a dominar en este indicador. Para el muestro realizado en el bosque galería, la especie con la mayor cobertura de copa fue el Uvito (*Cordia dentata*) con un valor de 710 m<sup>2</sup>, resultado provocado por su alta abundancia. La cobertura de copa total para el muestreo fue de 3.556 m<sup>2</sup> (**Figura 3.666**).

Figura 3.665. Densidad de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.666. Cobertura de copa de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

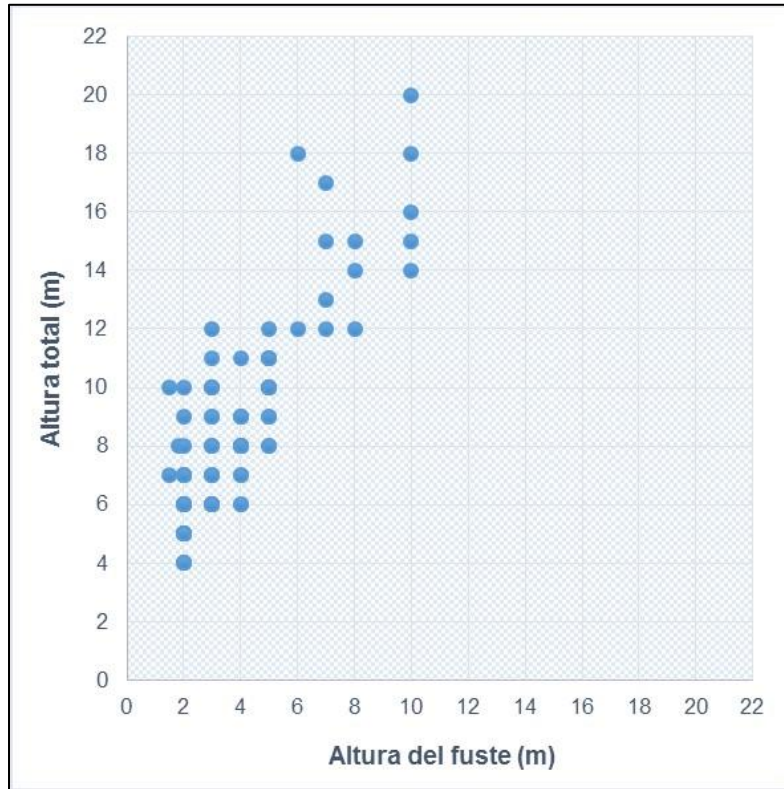
### 3.12.3.3.2 Estructura Vertical

Para evaluar la estructura vertical del bosque galería se utilizó el Método de Ogawa y la posición sociológica. Los resultados de estas dos metodologías aparecen a continuación.

**Estratificación de Ogawa**

La estratificación de Ogawa se expresa mediante un diagrama de dispersión de copas, que para la cobertura de pastos arbolados se presenta en la **Figura 3.667**.

**Figura 3.667. Estratificación del bosque de galería según el método de Ogawa.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Figura 3.667** muestra un solo estrato en el bosque de galería, el cual se ubica entre los 4 metros y 20 metros de altura; en este estrato se ubican la totalidad de los arboles evaluados. Aunque se observan algunos puntos por fuera de la nube principal, la escasa densidad de árboles en estos agregados, no permiten considerar este conglomerado como un nuevo estrato.

**Posición Sociológica**

La posición sociológica permite analizar que especies van a permanecer en la cobertura en estudio, dependiendo de la ausencia o presencia de sus individuos en los diferentes estratos del bosque. En la **Tabla 3.516** se presenta la distribución establecida para el bosque de galería.

**Tabla 3.516. Estratificación del bosque de galería y/o ripario.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA	INDIVIDUOS
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	69
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	31

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El bosque de galería manifestó individuos en los estratos medio e inferior, concentrando la mayoría de árboles (69% del total) en el estrato medio, lo que la diferencia de las otras coberturas analizadas (bosque denso alto inundable y bosque fragmentado), en las cuales la mayoría de árboles se agrupaban en el estrato inferior. (Tabla 3.517).

**Tabla 3.517. Posición sociológica para las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ES (> 20 M)	EM (10 A 20 M)	EI (< 10 M)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>		1	1	1,00	1,7%
Bagre	<i>Trichilia sp</i>		2	1	1,31	2,3%
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>		7	8	7,69	13,4%
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>		3	10	7,83	13,7%
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		1	2	1,69	3,0%
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>		3		0,93	1,6%
Granadillo	<i>Caesalpinia glabra</i>		1		0,31	0,5%
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>		3	1	1,62	2,8%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>		3	14	10,59	18,5%
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i>		2		0,62	1,1%
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>		1		0,31	0,5%
Palo de agua - Arroyero	<i>Bravaisia integerrima</i>		1		0,31	0,5%
Purgación - Látigo	<i>Machaerium arboreum</i>		1		0,31	0,5%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>		1	1	1,00	1,7%
Tabaco	<i>Pseudosamanea guachapele</i>		1		0,31	0,5%
Uvito	<i>Cordia dentata</i>			30	20,70	36,2%
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>			1	0,69	1,2%

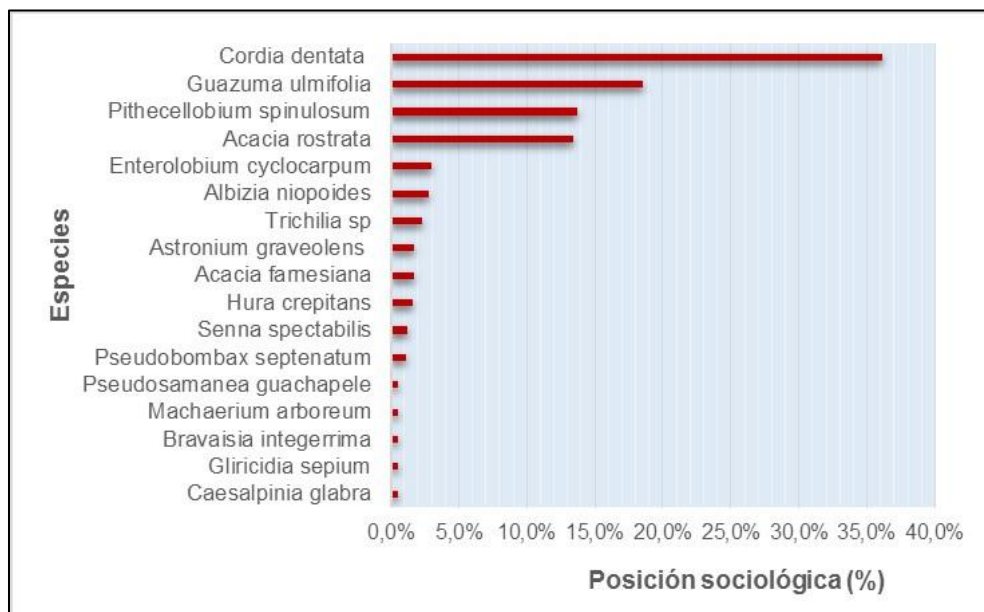
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La especie con la mayor posición sociológica relativa para el inventario fue el Uvito (*Cordia dentata*), con un valor de 36,2%, el cual es producto de su alta abundancia (30 árboles); en



importancia le siguen el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 18,5%, el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) con el 13,7% y el Baranoa (*Acacia rostrata*) con el 13,4% (Figura 3.668).

**Figura 3.668. Posición sociológica de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.3.2.3 Estructura Total

#### Clases Diamétricas

En la **Tabla 3.518** se muestran la distribución de los fustes por clase diamétrica en el bosque de galería.

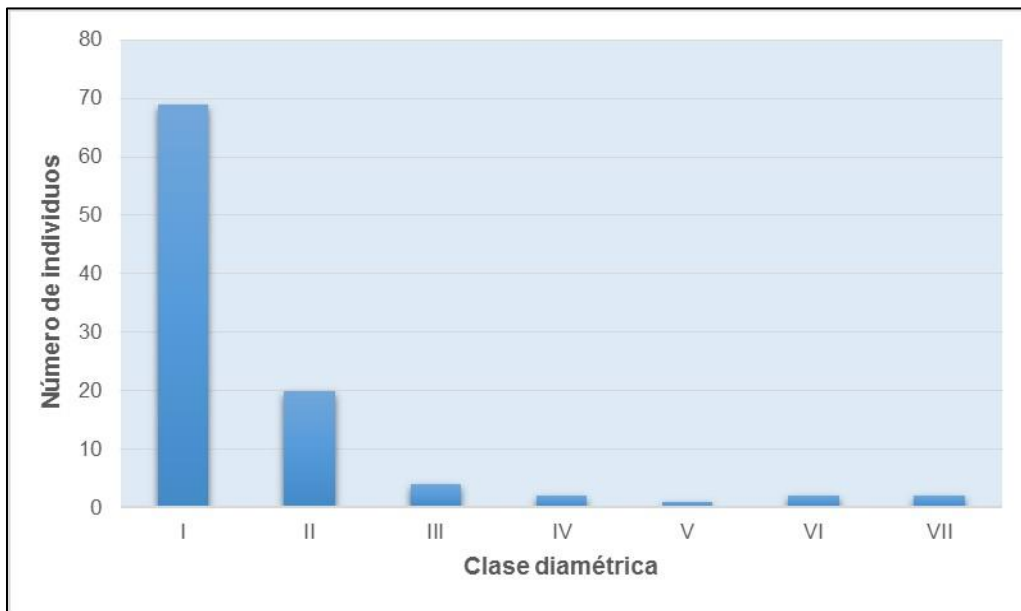
**Tabla 3.518. Número de individuos por clase diamétrica para el bosque de galería y/o ripario.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (cm)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	69	69,0%
II	20 - 29,9	20	20,0%
III	30 - 39,9	4	4,0%
IV	40 - 49,9	2	2,0%
V	50 - 59,9	1	1,0%
VI	60 - 69,9	2	2,0%
VII	70 - 89,9	2	2,0%
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los resultados que exponen la **Tabla 3.518** y la **Figura 3.669** muestran que la distribución de los árboles en el bosque denso alto es en Jota invertida, donde la mayor proporción (el 69% de los fustes) se ubica en la primera categoría de tamaño, disminuyendo paulatinamente a medida que se avanza en la clase diamétrica. El marcado dominio de la categoría I sobre las demás clases, indica la fuerte intervención que ha sufrido esta cobertura, donde los mejores ejemplares se han aprovechado y las especies menos atractivas comercialmente o de menor porte se han dejado.

**Figura 3.669. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Volumen

En la **Tabla 3.519** y la **Figura 3.670** se resumen los volúmenes por especie para las 4 parcelas realizadas en la cobertura y el volumen extrapolado para una hectárea.

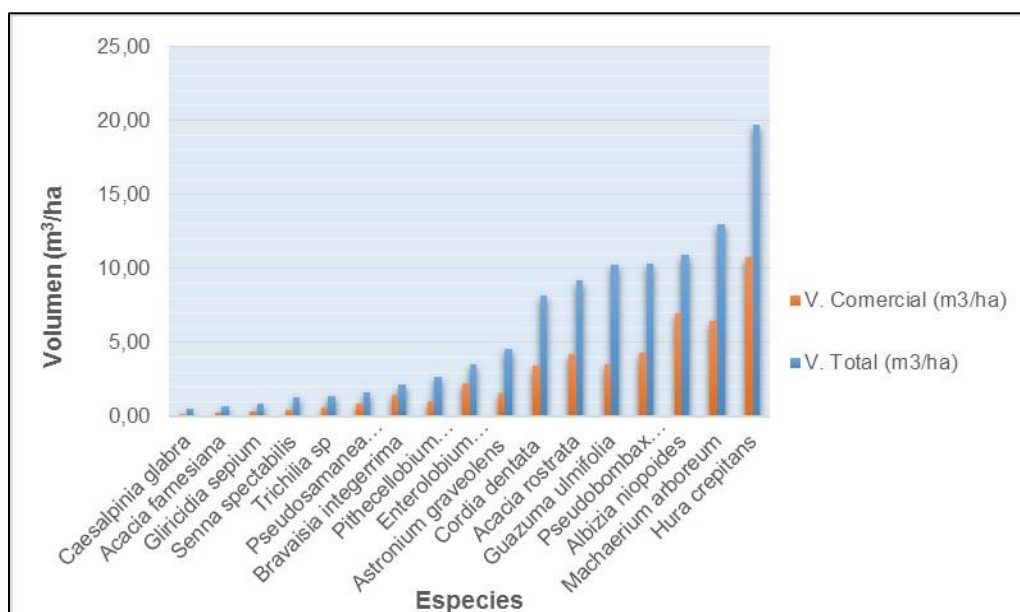
**Tabla 3.519. Volumen de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,28	0,11	0,71	0,28
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	0,55	0,25	1,38	0,61
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	3,67	1,69	9,17	4,21
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	1,08	0,40	2,70	1,00
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1,42	0,88	3,54	2,21
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	7,88	4,30	19,70	10,75
Granadillo	<i>Caesalpinia glabra</i>	0,20	0,07	0,49	0,18
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	4,37	2,79	10,91	6,98
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4,11	1,40	10,27	3,51
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i>	4,12	1,73	10,30	4,33
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,36	0,15	0,90	0,37
Palo de agua - Arroyero	<i>Bravaisia integerrima</i>	0,87	0,58	2,18	1,45
Purgación - Látigo	<i>Machaerium arboreum</i>	5,19	2,60	12,98	6,49
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	1,84	0,62	4,59	1,54
Tabaco	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,64	0,34	1,61	0,86
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	3,27	1,38	8,18	3,45
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	0,53	0,18	1,32	0,44
TOTAL		40,36	19,47	100,91	48,66

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) fue la especie con el mayor registro de volumen total y comercial por hectárea para la cobertura, con 19,70 m<sup>3</sup> y 10,75 m<sup>3</sup> respectivamente; lo que equivale a contener el 19% del total del volumen presente en el bosque de galería. El volumen total por hectárea fue de 100,91 m<sup>3</sup>.

**Figura 3.670. Volumen total y comercial de las especies registradas en el bosque de galería y/o ripario.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.3.3 Grado de Agregación de las Especies

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver **Tabla 3.520**) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

**Tabla 3.520. Grado de agregación por especie registrada en el bosque de galería y/o ripario.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,69	0,05	0,07
Bagre	<i>Trichilia sp</i>	0,29	0,08	0,26
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	1,39	0,38	0,27
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	0,29	0,33	1,13
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,29	0,03	0,09
Ceiba de Agua - Ceiba Amarilla	<i>Hura crepitans</i>	1,39	0,13	0,09
Granadillo	<i>Caesalpinia glabra</i>	0,29	0,03	0,09
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,69	0,10	0,14
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,39	0,43	0,31



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Majagua	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0,69	0,05	0,07
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,29	0,03	0,09
Palo de agua - Arroyero	<i>Bravaisia integerrima</i>	0,29	0,03	0,09
Purgación - Látigo	<i>Machaerium arboreum</i>	0,29	0,03	0,09
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,69	0,05	0,07
Tabaco	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,29	0,03	0,09
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	4,61	0,75	0,16
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	0,29	0,03	0,09

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en el bosque de galería muestra que el 99% se encuentran de manera dispersa y tan solo el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) tiende al agrupamiento.

#### 3.12.3.3.4 Conclusiones

En las cuatro parcelas realizadas en el bosque de galería se evaluaron un total de 100 individuos, 17 especies y 7 familias, siendo la más abundante con 10 especies la Fabaceae la cual incluye las subfamilias Caesalpinioideae, Faboideae y Mimosoideae.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Uvito (*Cordia dentata*) con un IVI de 59,43%, ya que domino en todos los índices utilizados para evaluar la estructura horizontal de la vegetación.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró una nube continua de puntos, sin una estratificación aparente. Este conglomerado de árboles tiene alturas que van desde los 4 metros hasta los 20 metros.

Al igual que lo ocurrido con las otras coberturas analizadas (bosque denso alto inundable y bosque fragmentado), el bosque de galería se divide en dos estratos de altura, el medio con 69 individuos y el inferior con 31 árboles.

En el bosque de galería, la especie con la mayor posición sociológica relativa fue el Uvito (*Cordia dentata*), con un valor de 36,2%, el cual es producto de su alta abundancia (30 árboles).

En el bosque denso alto se presentaron siete clases diamétricas (I, II, III, IV, V, VI y VII), donde el 69% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 a 19,9 cm).

La Ceiba de Agua (*Hura crepitans*) fue la especie con el mayor registro de volumen total y comercial por hectárea para el bosque de galería, con 19,70 m<sup>3</sup> y 10,75 m<sup>3</sup> respectivamente; lo que equivale a contener el 19% del total del volumen presente en la cobertura.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en el bosque de galería muestra que el 99% se encuentran de manera dispersa (grado de agregación menor a 1) y tan solo el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) tiende al agrupamiento (GA = 1,13).

### 3.12.3.4 Plantación Forestal

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de reforestación (IDEAM, 2010). Esta cobertura se distribuye a lo largo de la cuenca, en plantaciones que van desde 1 hectárea hasta más de 10 hectáreas, donde las principales especies cultivadas son el Eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus camaldulensis*), la Teca (*Tectona grandis*), la Ceiba Tolúa (*Pachira quinata*) y la Melina (*Gmelina arborea*). En la **Fotografía 3.262** y la **Fotografía 3.263** se observan áreas con plantaciones forestales.

#### **Fotografía 3.262. Plantación de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) en el municipio de Repelón – Atlántico.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.263. Punto de muestreo 14 desarrollado en plantación forestal.**

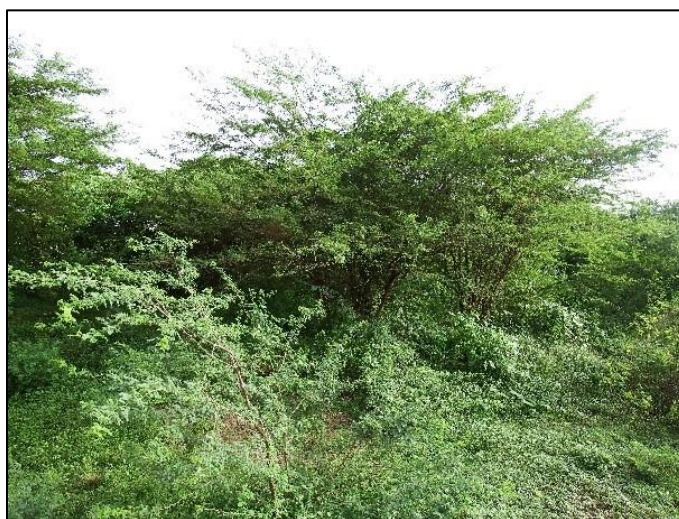


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**3.12.3.5 Arbustal Denso**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999) (ver de la **Fotografía 3.264** a la **Fotografía 3.267**).

**Fotografía 3.264. Arbustal denso monitoreado en el municipio de Soplaviento (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.265. Arbustal denso referenciado en la vereda La Quemada (Piojó – Atlántico).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.266. Punto de muestreo 28 desarrollado en un arbustal denso.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.267. Fisionomía de un arbustal denso (Arrojo Hondo – Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.5.1 Composición Florística

En la **Tabla 3.521** se muestran las especies encontradas en el muestreo realizado en los arbustales densos.

**Tabla 3.521. Especies registradas en los arbustales densos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i>	LAMIACEAE
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	FABACEAE
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	FABACEAE
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	CACTACEAE
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	FABACEAE
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	MALVACEAE
Changao - Tiracó	<i>Pithecellobium dulce</i>	FABACEAE
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	ANACARDIACEAE
Clava Cuchillo	<i>Ampelocera macphersonii</i>	ULMACEAE
Doncello	<i>Maytenus sp.</i>	CELASTRACEAE

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	CACTACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Guayuyo	<i>Trema micrantha</i>	CANNABACEAE
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	ANACARDIACEAE
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	CAPPARACEAE
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	SAPINDACEAE
Mondonguito	<i>Ziziphus angolito</i>	RHAMNACEAE
Ñipiñipi - Piñique	<i>Sapium glandulosum</i>	EUPHORBIACEAE
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	CAPPARACEAE
Palma amarga	<i>Sabal mauritiformis</i>	ARECACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	FABACEAE
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	FABACEAE
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	CORDIACEAE
Vallenato	(en blanco)	(en blanco)
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	FABACEAE
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	POLYGONACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En las 8 parcelas levantadas en la cobertura en análisis se encontraron 27 especies (para el Vallenato no fue posible identificar su nombre científico), distribuidas en 16 familias, siendo la más abundante la Fabácea con 7 especies (incluye la subfamilia Caesalpinoideae y Mimosoideae). En abundancia de especies le sigue: Anacardiaceae con 3 especies y las familias Malvaceae (incluye la subfamilia Bombacoideae, Sterculioideae), Capparaceae y Cactaceae con 2 especies (ver **Fotografía 3.268** y **Fotografía 3.269**).

**Fotografía 3.268. Rama de Guamacho (*Pereskia guamacho*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.269. Rama con fruto de Huevo de Burro (*Crateva tapia*).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.5.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.5.2.1 Estructura Horizontal

En la **Tabla 3.522** se resumen los índices calculados para evaluar la estructura horizontal de los arbustales densos.

**Tabla 3.522. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en los arbustales densos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (Arb/Ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i>	0,05	0,70	1	0,94	12,5	2,22	3,87	1	24
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,12	1,74	3	2,83	37,5	6,67	11,23	4	80
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,08	1,14	2	1,89	12,5	2,22	5,25	3	100
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,17	2,45	11	10,38	12,5	2,22	15,05	14	65
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,49	6,89	2	1,89	25,0	4,44	13,22	3	192
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	1,32	18,7	2	1,89	25,0	4,44	25,06	3	120
Changao - Tiracó	<i>Pithecellobium dulce</i>	0,12	1,66	5	4,72	25,0	4,44	10,82	6	106
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	0,05	0,70	1	0,94	12,5	2,22	3,87	1	32
Clava Cuchillo	<i>Ampelocera macphersonii</i>	0,21	2,96	4	3,77	12,5	2,22	8,96	5	185
Doncello	<i>Maytenus sp.</i>	0,09	1,31	1	0,94	12,5	2,22	4,48	1	72
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	0,02	0,35	1	0,94	12,5	2,22	3,52	1	25
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,24	17,6	15	14,15	62,5	11,11	42,84	19	877
Guayuyo	<i>Trema micrantha</i>	0,03	0,39	1	0,94	12,5	2,22	3,56	1	18
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	0,29	4,15	2	1,89	25,0	4,44	10,48	3	100
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,06	0,86	3	2,83	25,0	4,44	8,13	4	50
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,64	9,10	5	4,72	12,5	2,22	16,04	6	151
Mondonguito	<i>Ziziphus angolito</i>	0,08	1,10	1	0,94	12,5	2,22	4,27	1	50
Ñipiñipi - Piñique	<i>Sapium glandulosum</i>	0,22	3,11	6	5,66	25,0	4,44	13,22	8	69
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,16	2,24	3	2,83	12,5	2,22	7,30	4	103
Palma amarga	<i>Sabal mauritiformis</i>	0,22	3,05	2	1,89	25,0	4,44	9,38	3	18
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,37	5,30	4	3,77	37,5	6,67	15,74	5	135
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0,09	1,26	1	0,94	12,5	2,22	4,42	1	12



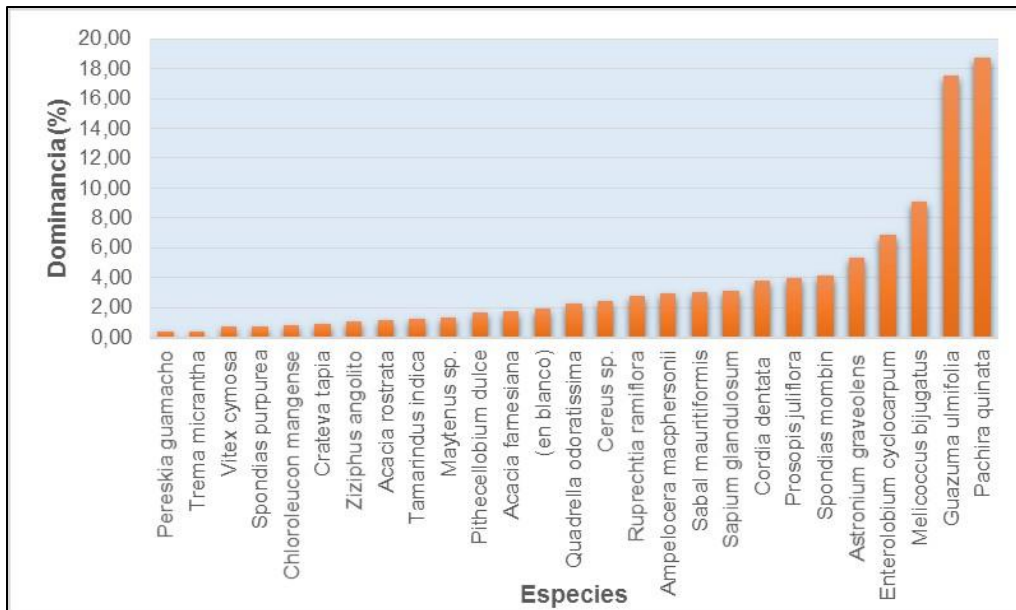
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNECIA	FRECUNECIA (%)	IVI	DENSIDAD (Arb/Ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,28	3,98	8	7,55	25,0	4,44	15,97	10	160
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,27	3,79	6	5,66	37,5	6,67	16,11	8	132
Vallenato	(en blanco)	0,14	1,93	10	9,43	12,5	2,22	13,59	13	201
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,06	0,78	2	1,89	12,5	2,22	4,89	3	44
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,19	2,76	4	3,77	12,5	2,22	8,75	5	83
<b>TOTAL</b>		<b>7,06</b>	<b>100</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>562,5</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>133</b>	<b>3.199</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Dominancia

Según los resultados expuestos en la **Figura 3.671**, la especie con la mayor área basal para la cobertura analizada fue el Cedro Macho (*Pachira quinta*), con 1,32 m<sup>2</sup>, lo que equivale al 18,73% del total calculado para los arbustales densos; seguida a esta especie se ubica el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con una dominancia relativa del 17,58% (1,24 m<sup>2</sup> de área basal), luego, muy por debajo de los anteriores registros, se manifiesta el Mamón (*Melicoccus bijugatus*) con el 9,10% (0,64 m<sup>2</sup> de área basal) y el Carito (*Enterolobium cyclocarpum*) con el 6,89% (0,49 m<sup>2</sup> de área basal). El área basal total para los arbustales densos fue de 7,06 m<sup>2</sup>.

**Figura 3.671. Dominancia relativa de las especies registradas en los arbustales densos.**

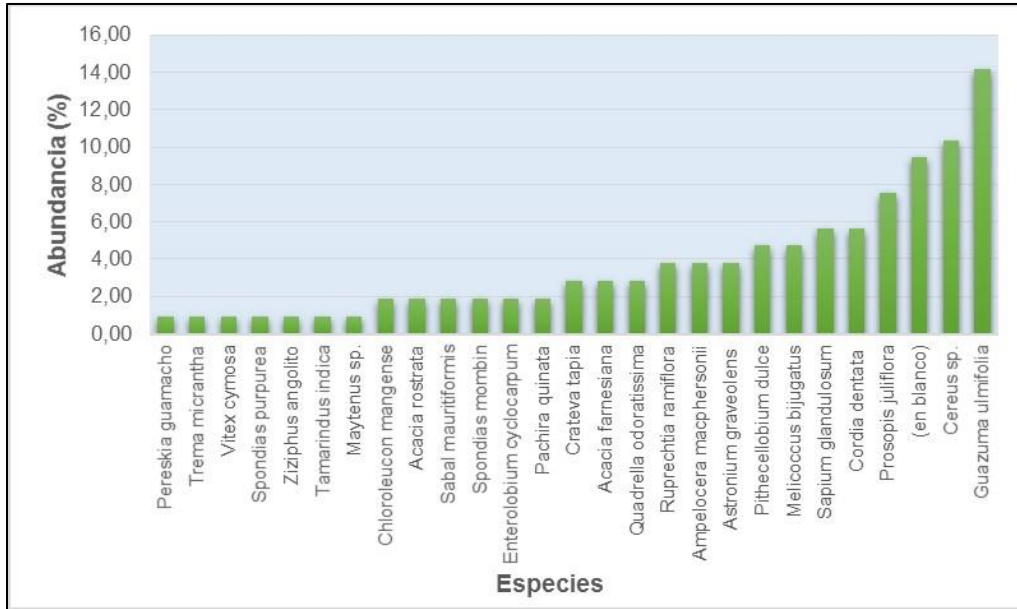


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Abundancia**

La abundancia hace referencia al número de individuos por especies, siendo el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) la especie más abundante con 15 árboles; muy cercano se ubica el Cardón (*Cereus sp*) con 11 individuos y el Vallenato con 10 individuos. En total se inventariaron 106 árboles en las dos parcelas adelantadas en esta cobertura (**Figura 3.672**).

**Figura 3.672. Abundancia relativa de las especies registradas en los arbustales densos.**

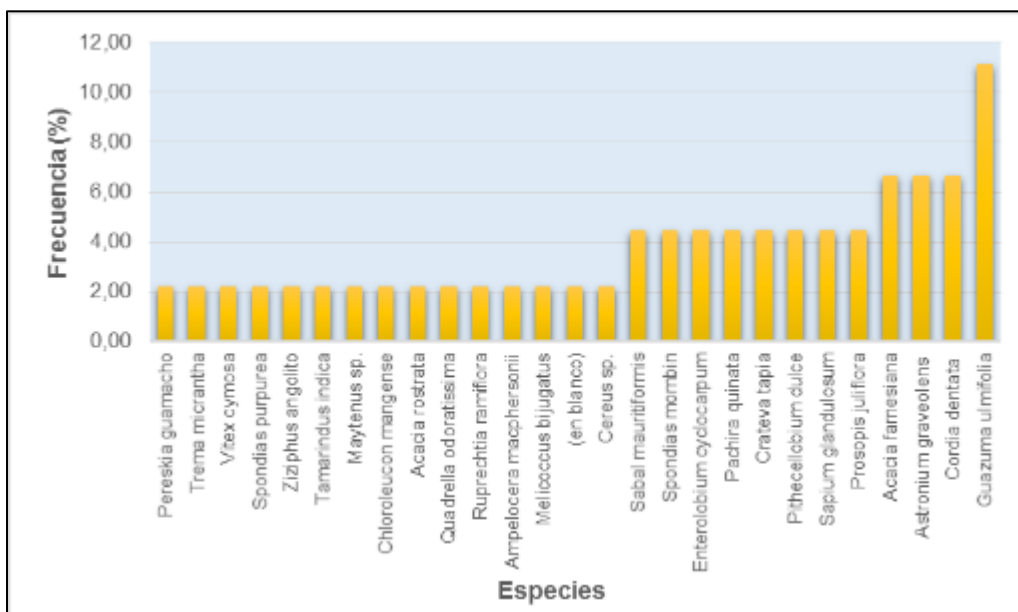


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Frecuencia**

En los arbustales densos el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) fue la especie con el mayor valor de frecuencia relativa con 11,11%, lo que representa haber sido inventariada en 5 de las 8 parcelas adelantadas. Muy por debajo siguen tres especies con el 6,67%, el Uvito (*Cordia dentata*), el Quebracho (*Astronium graveolens*) y el Aromo (*Acacia farnesiana*) (**Figura 3.673**).

**Figura 3.673. Frecuencia relativa de las especies registradas en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para evaluar la uniformidad de la cobertura en estudio, Lamprecht (1990) plantea 5 clases donde se agrupan las especies dependiendo del valor de la frecuencia absoluta de cada una. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 3.523**.

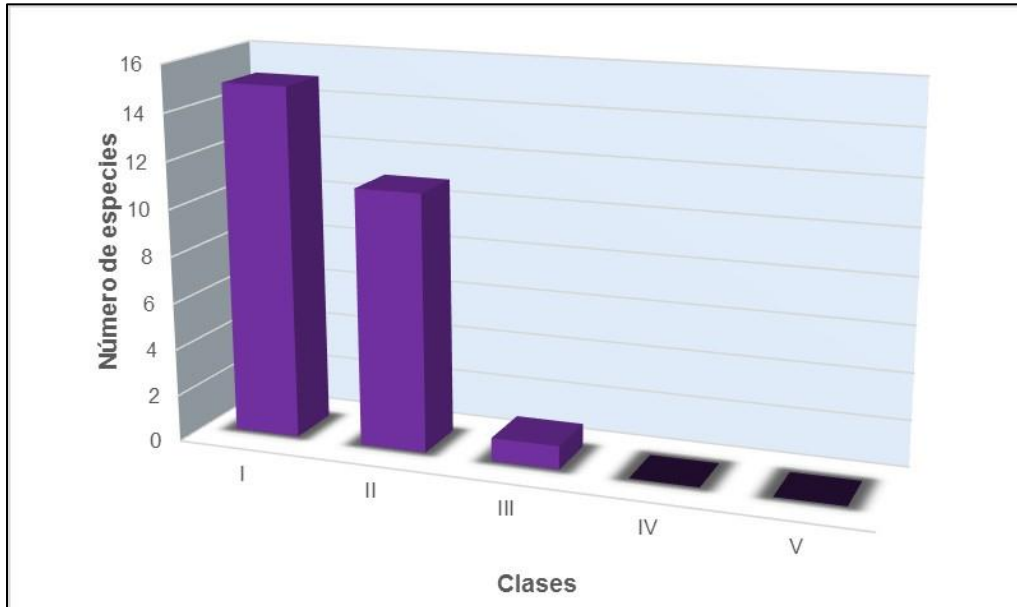
**Tabla 3.523. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en los arbustales densos.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	15
II	20,1 – 40	Poco frecuente	11
III	40,1 – 60	Frecuente	1
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	0
V	80,1 – 100	Muy frecuente	0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo a lo mostrado en la **Tabla 3.523** y la **Figura 3.674**, se observa que 15 especies (55% del total) son muy poco frecuentes, 11 especies se consideran como poco frecuentes y tan solo el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) se considera como frecuente.

**Figura 3.674. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

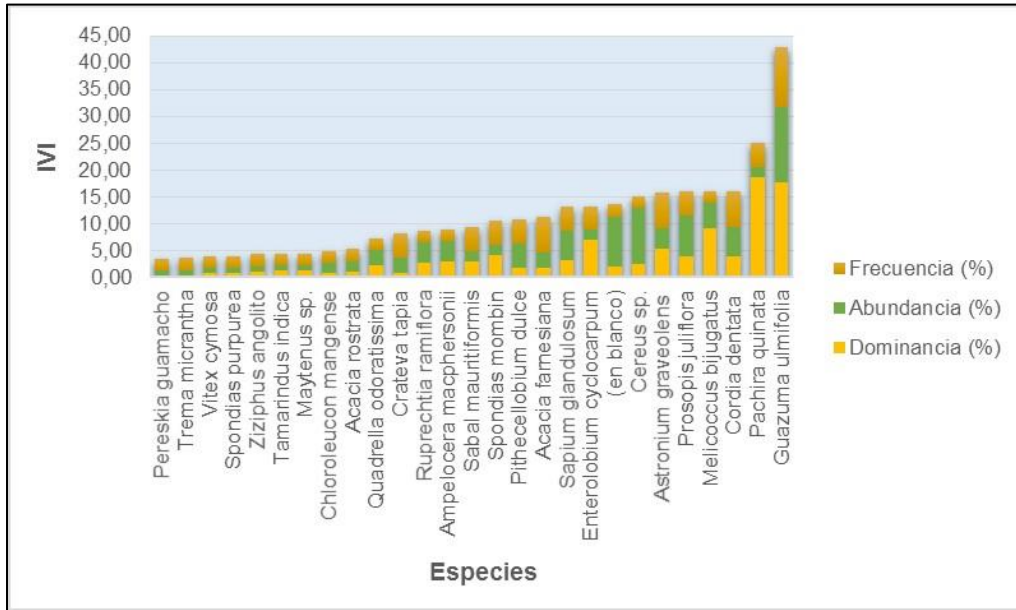
La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), la cual registro un IVI de 42,84%, este valor es fuertemente influenciado por su abundancia y frecuencia, las más altas para los arbustales densos. Otras especies importantes son: Ceiba Roja (*Pachira quinata*) con un IVI de 25,06%, el Uvito (*Cordia dentata*) con un IVI de 16,11% y el Mamón (*Melicoccus bijugatus*) con un IVI de 16,04% (Figura 3.675).

### Densidad

La especie con la mayor densidad para los arbustales densos fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), con 19 árboles por hectárea, posteriormente de este registro se ubica el Cardón (*Cereus sp*) con 14 individuos por hectárea, después está el Vallenato con 13 árboles por hectárea. La densidad total para la cobertura es de 133 individuos por hectárea (Figura 3.676).

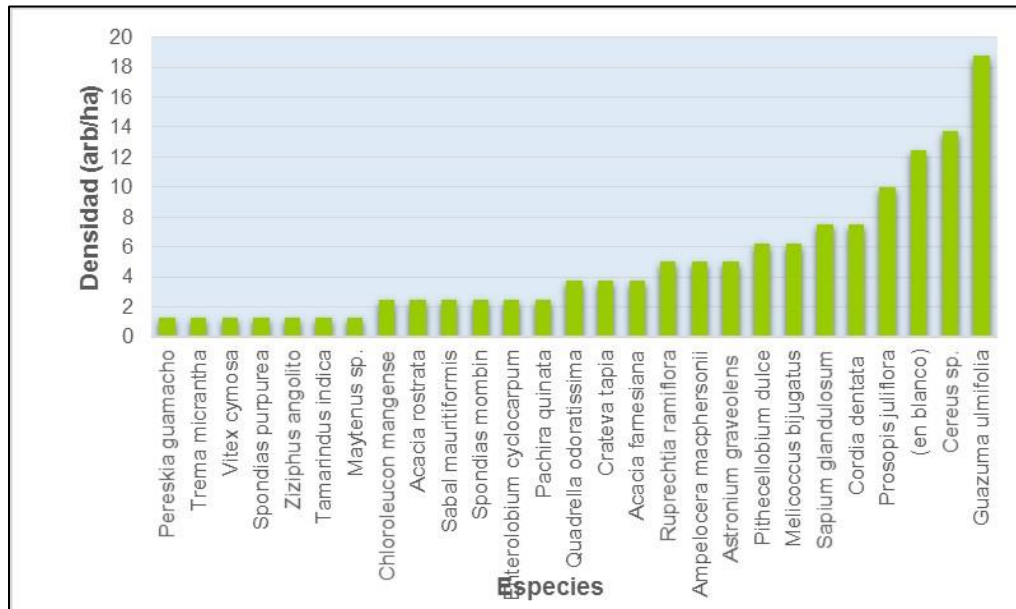


Figura 3.675. IVI de las especies registradas en los arbustales densos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.676. Densidad de las especies registradas en los arbustales densos.

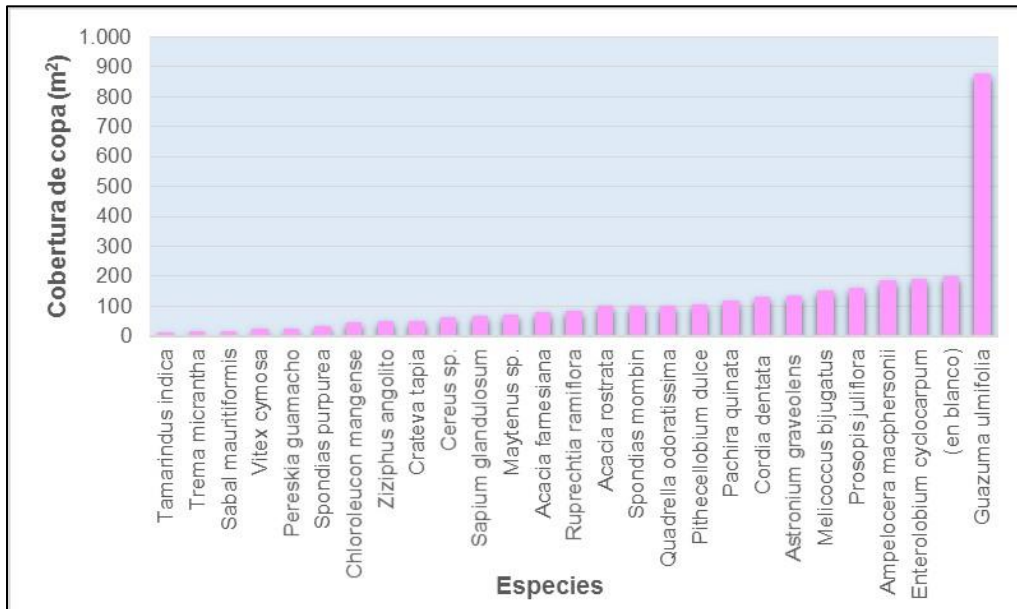


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Cobertura de Copa**

El Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) se destacó ampliamente por su cobertura de copa con un valor de 877 m<sup>2</sup>, lo que representa el 27% del total de este ítem. El valor total de cobertura de copa para este tipo de vegetación fue de 3.199,5 m<sup>2</sup> (Figura 3.677).

**Figura 3.677. Cobertura de copa de las especies registradas en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

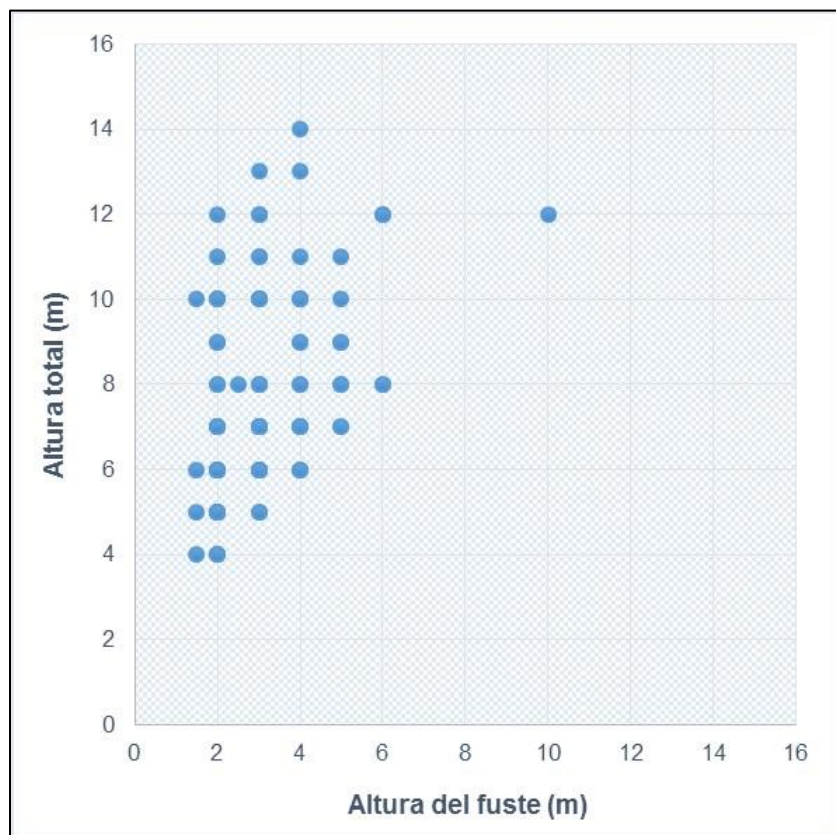
### 3.12.3.5.2.2 Estructura Vertical

Los resultados de la estructura vertical de los arbustales densos se presentan a continuación.

#### Estratificación de Ogawa

Analizando la **Figura 3.678**, se observa una nube continua de puntos que comienza a los 4 metros y termina en los 14 metros de altura, la cual no manifiesta una división clara de estratos. Otro aspecto relevante aportado por la **Figura 3.678**, es la de mostrar una mayor concentración de individuos entre los 4 y 11 metros, con extremos donde la densidad de árboles disminuye, pero tal y como se mencionó anteriormente, no permiten certificar una diferenciación en estratos en la cobertura.

Figura 3.678. Estratificación de los arbustales densos según el método de Ogawa.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Posición Sociológica

La **Tabla 3.524** muestra la estratificación de los arbustales densos de acuerdo a los rangos establecidos.

**Tabla 3.524. Estratificación de los arbustales densos.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA	INDIVIDUOS
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	27
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	69

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En los arbustales densos se manifestaron dos estratos, siendo el inferior el de mayor participación con 69 árboles (74% del total de individuos muestreados); el estrato intermedio está formado por 27 individuos con alturas entre los 10 metros y 20 metros (**Tabla 3.525**).

**Tabla 3.525. Posición sociológica para las especies registradas en los arbustales densos.**

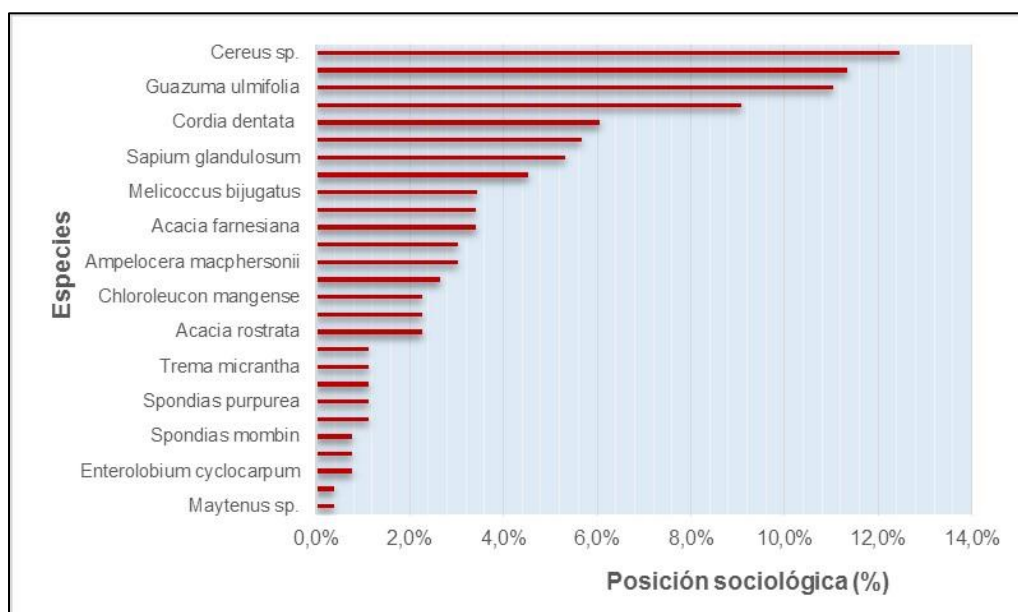
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 M)	EM (10 A 20 M)	EI (< 10 M)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i>			1	0,75	1,1%
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>			3	2,24	3,4%
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>			2	1,49	2,3%
Cardón	<i>Cereus sp.</i>			11	8,20	12,5%
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		2		0,51	0,8%
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>		2		0,51	0,8%
Changao - Tiracó	<i>Pithecellobium dulce</i>			5	3,73	5,7%
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>			1	0,75	1,1%
Clava Cuchillo	<i>Ampelocera macphersonii</i>		2	2	2,00	3,0%
Doncello	<i>Maytenus sp.</i>		1		0,25	0,4%
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>			1	0,75	1,1%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>		8	7	7,25	11,0%
Guayuyo	<i>Trema micrantha</i>			1	0,75	1,1%
Hobo	<i>Spondias mombin</i>		2		0,51	0,8%
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>			3	2,24	3,4%
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>		3	2	2,25	3,4%
Mondonguito	<i>Ziziphus angolito</i>			1	0,75	1,1%
Ñipiñipi - Piñique	<i>Sapium glandulosum</i>		2	4	3,49	5,3%
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>		1	2	1,75	2,7%
Palma amarga	<i>Sabal mauritiformis</i>			2	1,49	2,3%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>		2	2	2,00	3,0%
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>		1		0,25	0,4%
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>			8	5,96	9,1%
Uvito	<i>Cordia dentata</i>		1	5	3,98	6,1%
Vallenato	(en blanco)			10	7,45	11,3%
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>			2	1,49	2,3%
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>			4	2,98	4,5%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En cuanto a las especies más importantes en los arbustales densos por su posición sociológica, tres se destacaron en este ítem, siendo el Cardón (*Cereus sp*) el de mayor registro con 12,5%; le sigue el Vallenato con el 11,3% y el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 11% (**Figura 3.679**).



**Figura 3.679. Posición sociológica de las especies registradas en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.5.2.3 Estructura Total

#### Clases Diamétricas

La **Tabla 3.526** agrupa los fustes de las especies inventariadas en clases diamétricas que van en rangos de 10 cm. Los resultados de la distribución de las clases diamétricas se presenta a continuación.

**Tabla 3.526. Número de individuos por clase diamétrica para los arbustales densos.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (CM)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	69	65,1%
II	20 - 29,9	21	19,8%
III	30 - 39,9	8	7,5%
IV	40 - 49,9	7	6,6%
XII	120 – 129,9	1	0,9%
<b>TOTAL</b>		<b>106</b>	<b>100%</b>

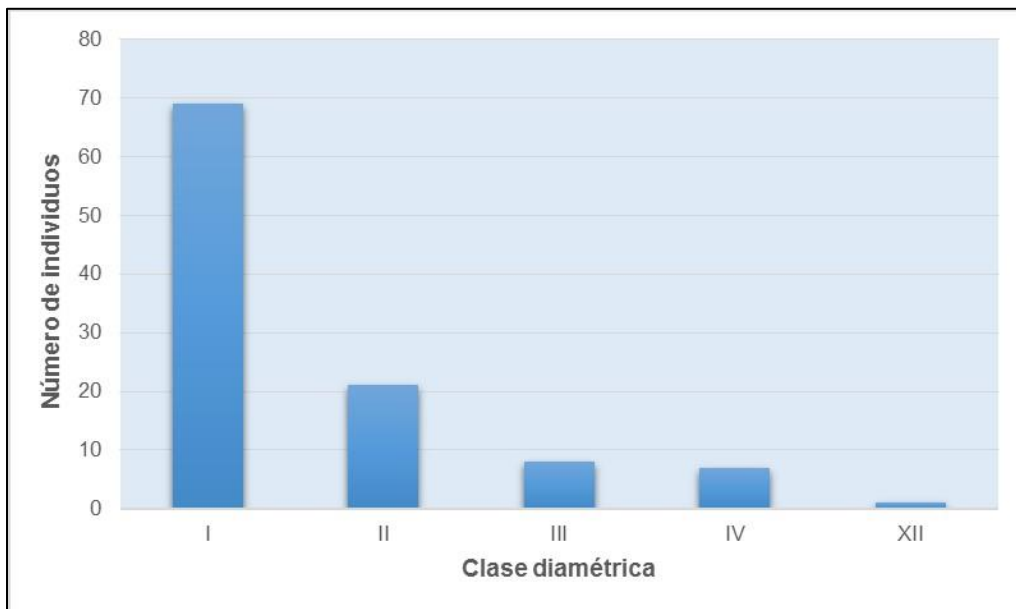
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos expuestos por la **Tabla 3.526** muestran que el 65,1% de los árboles inventariados (69 de 106 árboles) se ubican en la clase diamétrica I (10 – 19,9 cm), lo cual comprueba que la cobertura en estudio está dominada por individuos de bajo desarrollo, donde la aparición de fustales es escasa y aún más los individuos de diámetros superiores a 40 cm.

En cuanto al comportamiento exhibido por la **Figura 3.680**, muestra una distribución diamétrica en J invertida, donde a medida que se aumenta la clase diamétrica, se disminuye

el número de fustes. Según Melo (2000), este comportamiento es característico de ecosistemas boscosos heterogéneos o con una alta tendencia a la heterogeneidad.

**Figura 3.680. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Volumen

La **Tabla 3.527** resume los volúmenes totales y comerciales para cada una de las especies inventariadas en los arbustales densos.

**Tabla 3.527. Volumen de las especies registradas en los arbustales densos.**

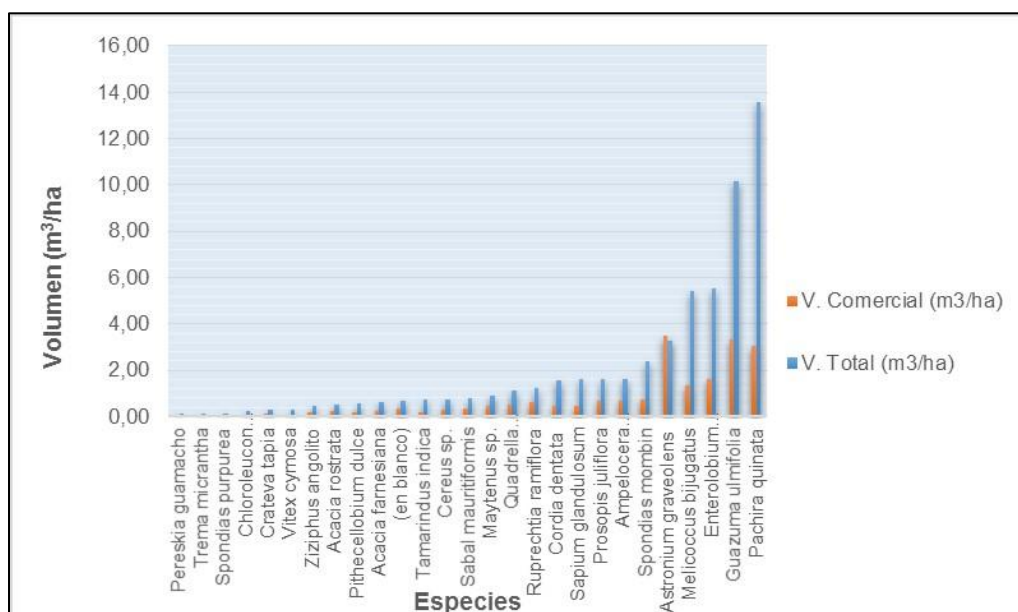
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i>	0,26	0,06	0,32	0,08
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,53	0,20	0,66	0,26
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,42	0,19	0,52	0,24
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,61	0,26	0,76	0,32
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4,42	1,30	5,52	1,63
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	10,84	2,47	13,55	3,08
Changao - Tiracó	<i>Pithecellobium dulce</i>	0,45	0,18	0,56	0,22
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	0,13	0,05	0,16	0,06
Clava Cuchillo	<i>Ampelocera macphersonii</i>	1,32	0,55	1,65	0,69
Doncello	<i>Maytenus sp.</i>	0,72	0,36	0,90	0,45

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	0,10	0,03	0,12	0,04
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	8,14	2,68	10,18	3,35
Guayuyo	<i>Trema micrantha</i>	0,13	0,04	0,16	0,04
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	1,90	0,58	2,38	0,72
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,23	0,13	0,28	0,16
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	4,34	1,07	5,43	1,33
Mondonguito	<i>Ziziphus angolito</i>	0,35	0,15	0,44	0,19
Ñipiñipi - Piñique	<i>Sapium glandulosum</i>	1,30	0,36	1,63	0,45
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,92	0,43	1,15	0,54
Palma amarga	<i>Sabal mauritiformis</i>	0,66	0,28	0,82	0,35
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	2,60	2,81	3,26	3,52
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0,58	0,17	0,72	0,22
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	1,32	0,56	1,65	0,70
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	1,24	0,36	1,55	0,46
Vallenato	(en blanco)	0,56	0,29	0,71	0,36
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,22	0,07	0,27	0,09
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,97	0,51	1,21	0,64
<b>TOTAL</b>		<b>45,24</b>	<b>16,15</b>	<b>56,55</b>	<b>20,19</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Dos especies se destacan ampliamente por su volumen en la cobertura analizada, la Ceiba Roja (*Pachira quinata*) con volumen total de 13,55 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 3,08 m<sup>3</sup>/ha, dato destacable ya que con 2 individuos obtuvo el registro más alto, por otro lado, el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) también se destaca con un volumen total de 10,18 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 3,35 m<sup>3</sup>/ha. El volumen total para los arbustales densos fue de 56,55 m<sup>3</sup>/ha (**Figura 3.681**).

**Figura 3.681. Volumen total y comercial de las especies registradas en los arbustales densos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.5.3 Grado de Agregación

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver 0) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en los arbustales densos muestra que el 96% se encuentran de manera dispersa y tan solo el Cardón (*Cereus sp.*) tiende al agrupamiento (Tabla 3.528).

**Tabla 3.528. Grado de agregación por especie registrada en los arbustales densos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Aceituno	<i>Vitex cymosa</i>	0,13	0,01	0,09
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,47	0,04	0,08
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,13	0,03	0,19
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,13	0,14	1,03
Carito - Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,29	0,03	0,09
Ceiba roja - Cedro Macho	<i>Pachira quinata</i>	0,29	0,03	0,09
Changao - Tiracó	<i>Pithecellobium dulce</i>	0,29	0,06	0,22



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	0,13	0,01	0,09
Clava Cuchillo	<i>Ampelocera macphersonii</i>	0,13	0,05	0,37
Doncello	<i>Maytenus sp.</i>	0,13	0,01	0,09
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	0,13	0,01	0,09
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,98	0,19	0,19
Guayuyo	<i>Trema micrantha</i>	0,13	0,01	0,09
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	0,29	0,03	0,09
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,29	0,04	0,13
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,13	0,06	0,47
Mondonguito	<i>Ziziphus angolito</i>	0,13	0,01	0,09
Ñipiñipi - Piñique	<i>Sapium glandulosum</i>	0,29	0,08	0,26
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,13	0,04	0,28
Palma amarga	<i>Sabal mauritiformis</i>	0,29	0,03	0,09
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,47	0,05	0,11
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0,13	0,01	0,09
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,29	0,10	0,35
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,47	0,08	0,16
Vallenato	(en blanco)	0,13	0,13	0,94
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,13	0,03	0,19
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	0,13	0,05	0,37

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.5.4 Conclusiones

En las 8 parcelas realizadas en los arbustales densos se evaluaron un total de 106 individuos, 27 especies y 16 familias, siendo la familiar más abundante la Fabaceae con 7 especies. Es importante mencionar que para el Vallenato no fue posible identificar su nombre científico.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), la cual registro un IVI de 42,84%, este valor es fuertemente influenciado por su abundancia y frecuencia, las más altas para los arbustales densos.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró un solo estrato para los arbustales densos, a diferencia de la estratificación propuesta, en la cual las especies se distribuyen en dos rangos, el inferior (< 10 metros) 69 árboles y en el medio (10 a 20 metros) 27 árboles.

En los arbustales densos, la especie con la mayor posición sociológica relativa fue el Cardón (*Cereus sp*) con 12,5%, valor provocado directamente por su alta abundancia.

En los arbustales densos se presentaron cinco clases diamétricas (I, II, III, IV y XII), donde el 65,1% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 – 19,9 cm).

Dos especies se destacan ampliamente por su volumen en la cobertura analizada, la Ceiba Roja (*Pachira quinata*) con volumen total de 13,55 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 3,08 m<sup>3</sup>/ha y el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con un volumen total de 10,18 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 3,35 m<sup>3</sup>/ha.

El grado de agregación calculado para las especies evaluadas en los arbustales densos muestra que el 96% se encuentran de manera dispersa y tan solo el Cardón (*Cereus sp*) tiende al agrupamiento.

### 3.12.3.6 Arbustal Abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IDEAM, 2010) (**Fotografía 3.270 y Fotografía 3.271**).

#### **Fotografía 3.270. Arbustal abierto presente en el municipio de Mahates (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.271. Punto de muestreo 33 adelantado sobre un arbustal abierto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.12.3.6.1 Composición Florística

Las especies encontradas en las dos parcelas realizadas en los arbustales abiertos se muestran en la **Tabla 3.529**.

**Tabla 3.529. Especies registradas en los arbustales abiertos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	FABACEAE
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	CAPPARACEAE
Matapalo - Higo	<i>Ficus pallida</i>	MORACEAE
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	FABACEAE
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	CAPPARACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	BIGNONIACEAE
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	FABACEAE
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	FABACEAE
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	CORDIACEAE
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	FABACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el muestreo forestal realizado se encontraron un total de 11 especies, contenidas en 6 familias; siendo la familia con mayor número de especies la Fabácea con 5 en total, esta familia incluye las subfamilias Faboideae y Mimosoidea. Otra familia relevante fue la Capparaceae con 2 especies, las restantes 4 familias tan solo presentaron 1 especie.

### 3.12.3.6.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.6.2.1 Estructura Horizontal

La **Tabla 3.530** resume los índices utilizados para el análisis de la estructura horizontal de los arbustales abiertos.

**Tabla 3.530. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en los arbustales abiertos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,05	2,54	2	8,33	50,0	8,33	19,20	10	64
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,11	5,87	4	16,67	50,0	8,33	30,87	20	70
Matapalo - Higo	<i>Ficus pallida</i>	0,83	45,5	1	4,17	50,0	8,33	58,03	5	70
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,07	3,62	2	8,33	50,0	8,33	20,29	10	23
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,01	0,70	1	4,17	50,0	8,33	13,20	5	25
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,23	12,5	2	8,33	50,0	8,33	29,19	10	83
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,04	2,48	3	12,50	50,0	8,33	23,31	15	25
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,09	5,12	1	4,17	50,0	8,33	17,62	5	18
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,04	1,98	1	4,17	50,0	8,33	14,48	5	32
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,17	9,25	5	20,83	100,0	16,67	46,75	25	125
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,19	10,39	2	8,33	50,0	8,33	27,06	10	28
<b>TOTAL</b>		<b>1,81</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>600,0</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>120</b>	<b>561</b>

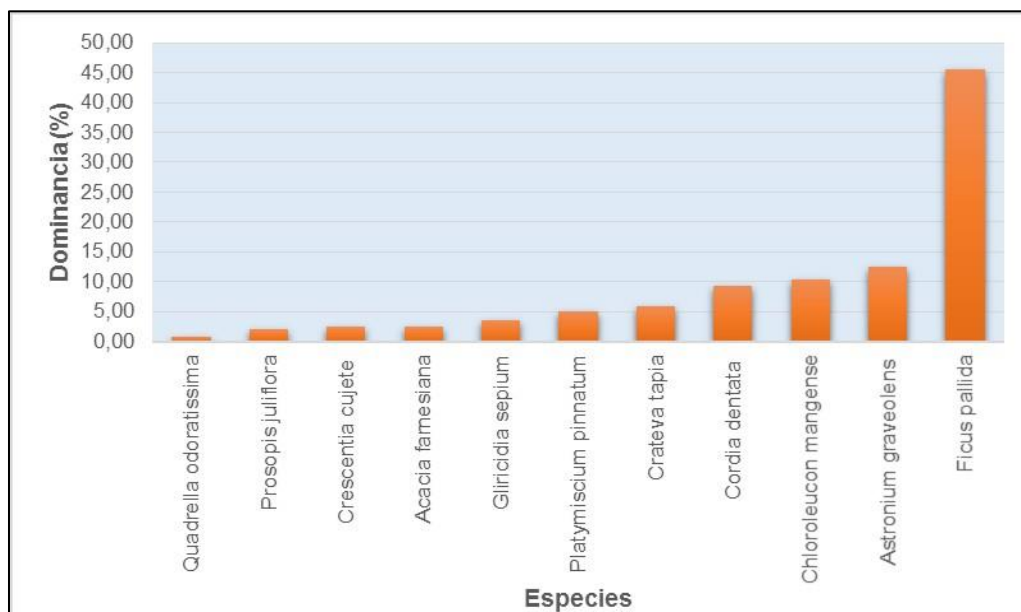
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Dominancia

El Matapalo (*Ficus pallida*) contiene la mayor área basal de la cobertura, con un valor total de 0,83 m<sup>2</sup>, lo que equivale al 45,53% del total evaluado en los arbustales abiertos. Muy por debajo le siguen el Quebracho (*Astronium graveolens*) con 0,23 m<sup>2</sup> (12,52%) y el Vivaseca (*Chloroleucon mangense*) con 0,19 m<sup>2</sup> y el 10,39% (**Figura 3.682**).



**Figura 3.682. Dominancia relativa de las especies registradas en los arbustales abiertos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

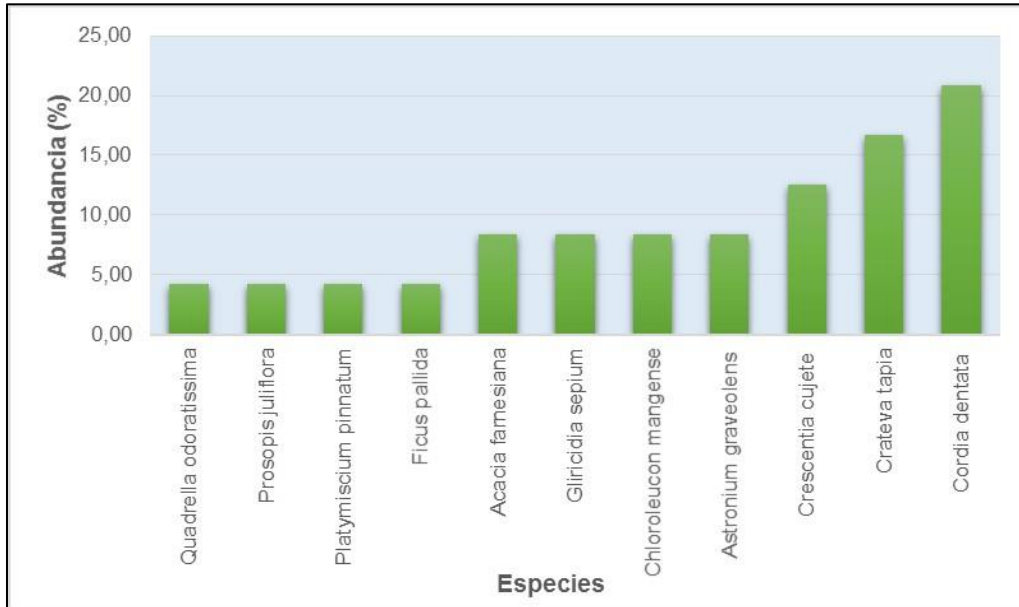
### **Abundancia**

El Uvito (*Cordia dentata*) es la especie más abundante del inventario con 5 individuos, lo que representa el 20,83% del total de árboles muestreados. Otras especies importantes por su abundancia son el Huevo de Burro (*Crateva tapia*) con 4 individuos (16,67%) y el Totumo (*Crescentia cujete*) con 3 árboles (12,50%). En total se inventariaron 24 individuos (**Figura 3.683**).

### **Frecuencia**

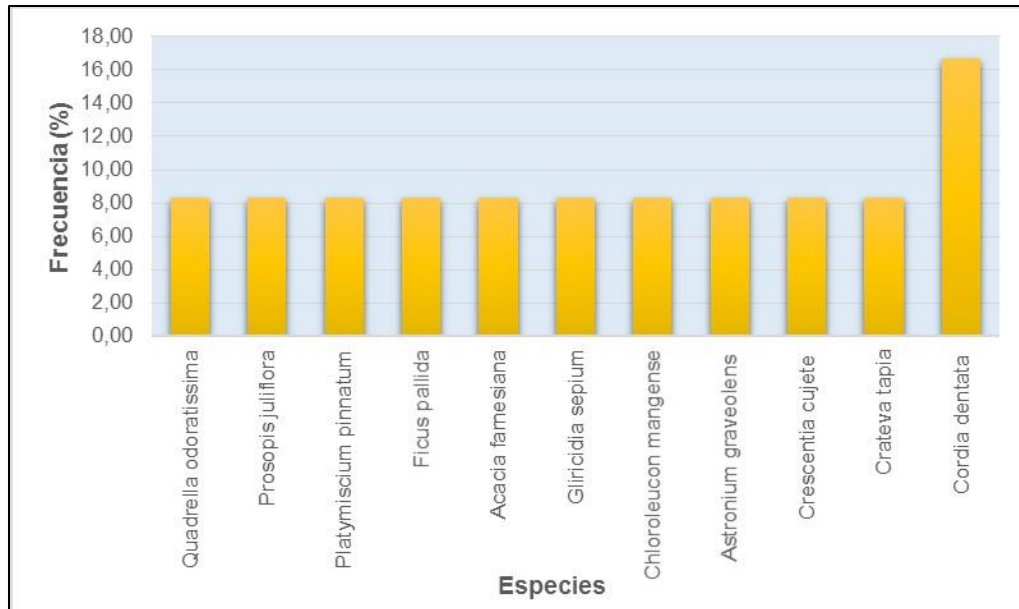
El Uvito (*Cordia dentata*) fue la especie más frecuente del muestreo con 16,67%, las restantes 10 especies manifestaron el mismo valor de frecuencia relativa, 8,33%, lo que significa que cada especie se manifestó en una de las dos parcelas realizadas en la cobertura (**Figura 3.684**).

**Figura 3.683. Abundancia relativa de las especies registradas en los arbustales abiertos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.684. Frecuencia relativa de las especies registradas en los arbustales abierto.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la **Tabla 3.531** se muestran los resultados de agrupar las especies muestreadas de acuerdo al histograma de frecuencias propuesto por Lamprecht (1990).

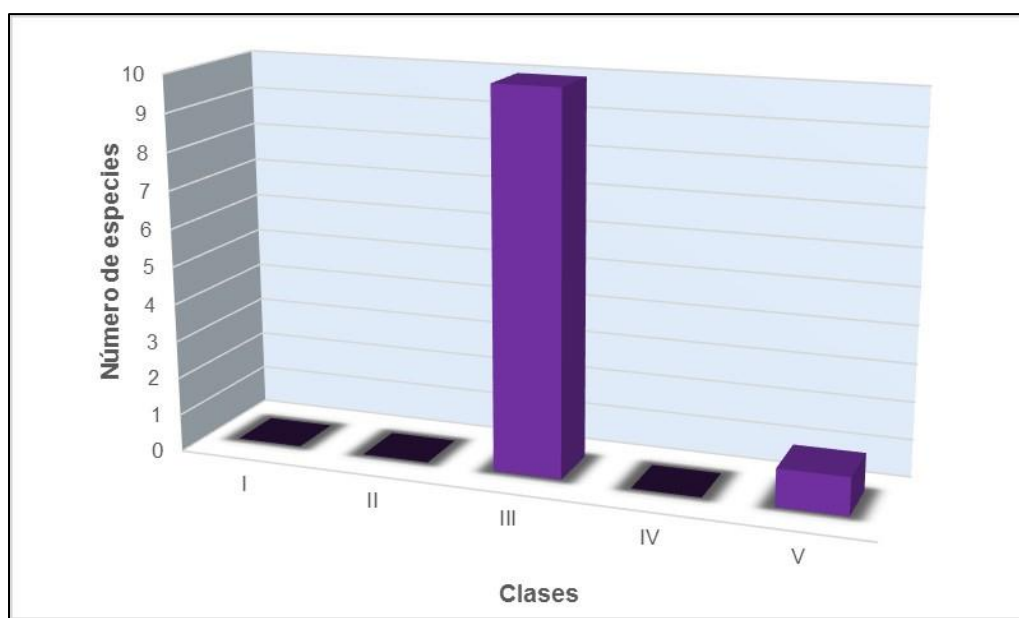
**Tabla 3.531. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en los arbustales abiertos.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	0
II	20,1 – 40	Poco frecuente	0
III	40,1 – 60	Frecuente	10
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	0
V	80,1 – 100	Muy frecuente	1

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El 90% de las especies se agruparon en la categoría frecuente y tan solo el Uvito (*Cordia dentata*) se considera como muy frecuente, ya que se inventario en las dos parcelas adelantadas en esta cobertura (**Figura 3.685**).

**Figura 3.685. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en los arbustales abiertos.**

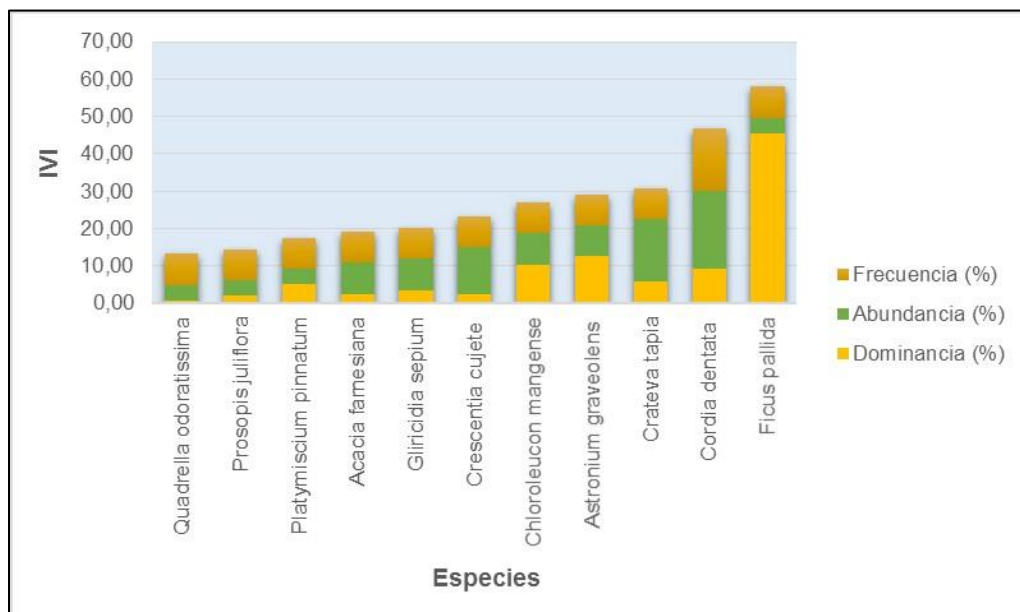


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

De acuerdo a lo expuesto por la **Figura 3.686**, dos especies se diferencian claramente por el valor del IVI calculado. En orden descendente son: Matapalo (*Ficus pallida*) con el 58,03% y el Uvito (*Cordia dentata*) con el 46,67%.

Figura 3.686. IVI de las especies registradas en los arbustales abiertos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Densidad

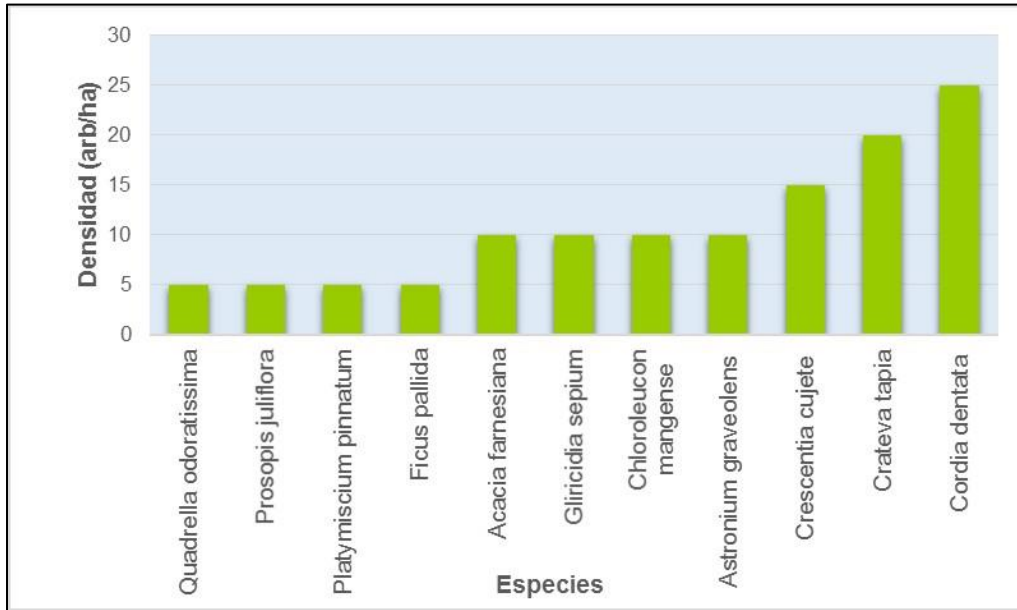
Tres especies se destacan en la cobertura por los valores de densidad presentados; el Uvito (*Cordia dentata*) registró un dato de 25 arb / ha, luego aparece el Huevo de Burro (*Crateva tapia*) con 20 arb / ha y el Totumo (*Crescentia cujete*) con 15 arb / ha (**Figura 3.687**).

### Cobertura de Copa

Para el muestro realizado en los arbustales abiertos, la especie con la mayor cobertura de copa fue el Uvito (*Cordia dentata*) con un valor de 125 m<sup>2</sup>, resultado provocado por la forma aparasolada de las copas de los individuos inventariados y la abundancia presentada. La cobertura de copa total para la cobertura fue de 561,5 m<sup>2</sup> (**Figura 3.688**).

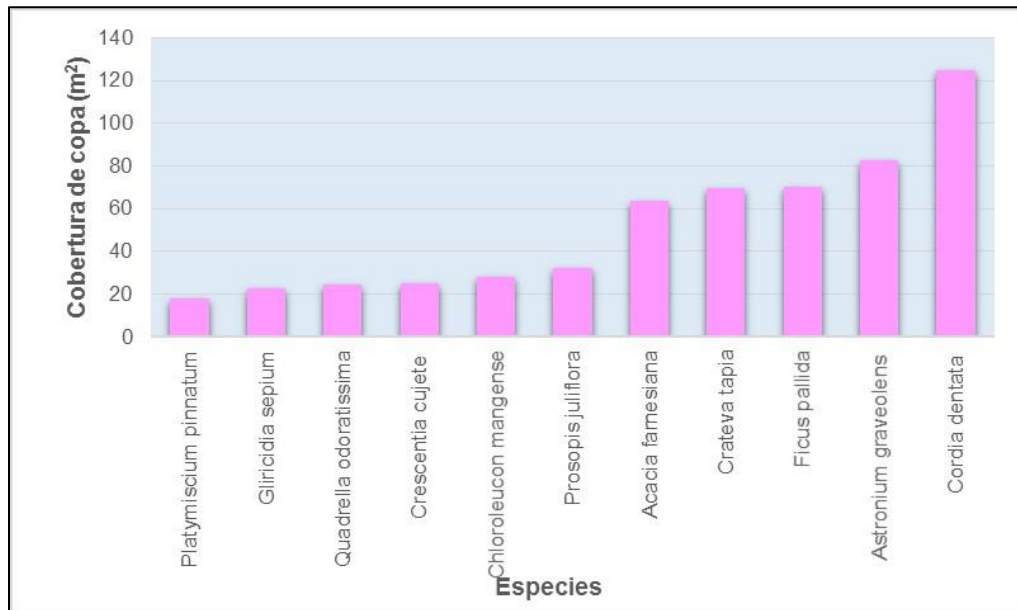


Figura 3.687. Densidad de las especies en los arbustales abiertos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.688. Cobertura de copa de las especies registradas en los arbustales abiertos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

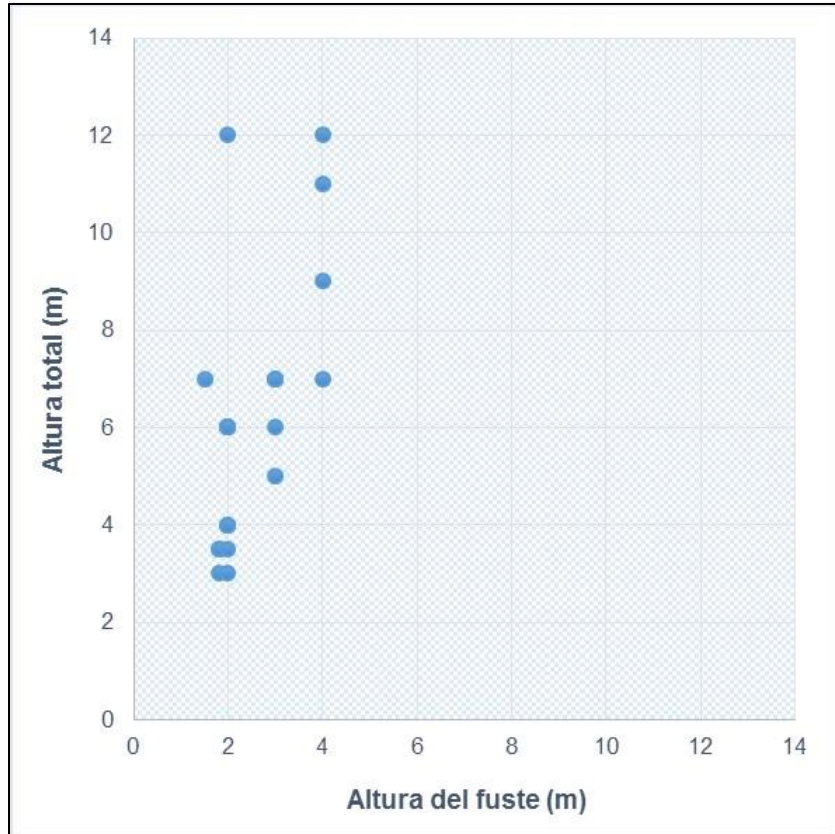
### 3.12.3.6.2.2 Estructura Vertical

Para evaluar la estructura vertical de los arbustales abiertos se utilizó el Método de Ogawa y la posición sociológica. Los resultados de estas dos metodologías aparecen a continuación.

**Estratificación de Ogawa**

La **Figura 3.689** muestra que la mayoría de los individuos evaluados en los arbustales abiertos se ubican en continuo de alturas que va desde los 3 hasta los 9 metros, sin una división aparente de estratos. Aunque existan árboles por fuera de esta nube de puntos, los cuales pueden alcanzar hasta los 12 metros de altura, dada su aislada aparición, no se pueden considerar como un nuevo estrato.

**Figura 3.689. Estratificación de los arbustales abiertos según el método de Ogawa.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Posición Sociológica**

En la **Tabla 3.532** se presenta la distribución en alturas establecida para los arbustales abiertos.

**Tabla 3.532. Estratificación de los arbustales abiertos.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA	INDIVIDUOS
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	3
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	21

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En concordancia a lo expuesto en la estratificación de Ogawa, los arbustales abiertos agrupan a la mayoría de los individuos en el estrato inferior (<10 metros), tan solo el Matapalo (*Attalea butyracea*) y el Quebracho (*Astronium graveolens*) superaron este límite de altura (**Tabla 3.533**).

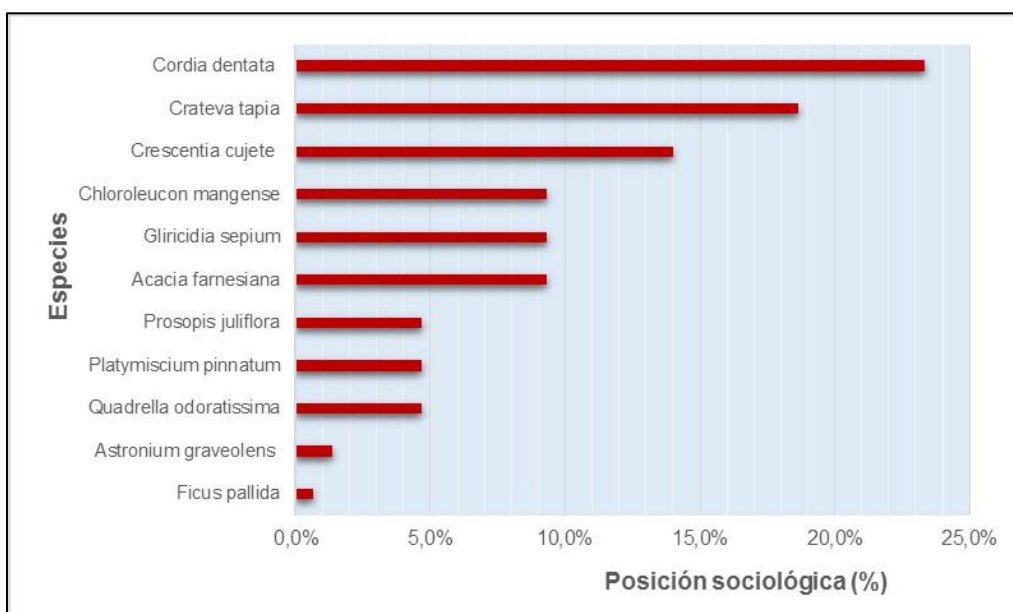
La especie con la mayor posición sociológica relativa para el inventario fue el Uvito (*Cordia dentata*), con un valor de 23,3%, el cual es producto de su alta abundancia (5 árboles); en importancia le siguen el Huevo de Burro (*Crateva tapia*) con el 18,7% y el Totumo (*Crescentia cujete*) con el 14% (**Figura 3.690**).

**Tabla 3.533. Posición sociológica para las especies registradas en los arbustales abiertos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 m)	EM (10 A 20 m)	EI (< 10 m)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>			2	1,75	9,3%
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>			4	3,50	18,7%
Matapalo - Higo	<i>Ficus pallida</i>		1		0,13	0,7%
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>			2	1,75	9,3%
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>			1	0,88	4,7%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>		2		0,25	1,3%
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>			3	2,63	14,0%
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>			1	0,88	4,7%
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>			1	0,88	4,7%
Uvito	<i>Cordia dentata</i>			5	4,38	23,3%
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>			2	1,75	9,3%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.690. Posición sociológica de las especies registradas en los arbustales abiertos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.6.2.3 Estructura Total

#### Clases Diamétricas

En la **Tabla 3.534** se muestran la distribución de los fustes por clase diamétrica en los arbustales abiertos.

**Tabla 3.534. Número de individuos por clase diamétrica para los arbustales abiertos.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (cm)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	15	62,5%
II	20 - 29,9	4	16,7%
III	30 - 39,9	2	8,3%
IV	40 - 49,9	2	8,3%
X	100 - 109,9	1	4,2%
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los resultados que exponen la **Tabla 3.534** y la **Figura 3.691** muestran que la distribución de los individuos en los arbustales abiertos es en Jota invertida, donde la mayor proporción (el 62,5% de los fustes) se ubica en la categoría diamétrica inferior a 20 cm, disminuyendo paulatinamente a medida que se avanza en la clase diamétrica. El marcado dominio de la categoría I sobre las demás clases, indica la que las especies contenidas en esta cobertura son de bajo desarrollo y árboles de diámetros superiores a 20 cm aparecen de forma esporádica.



## Volumen

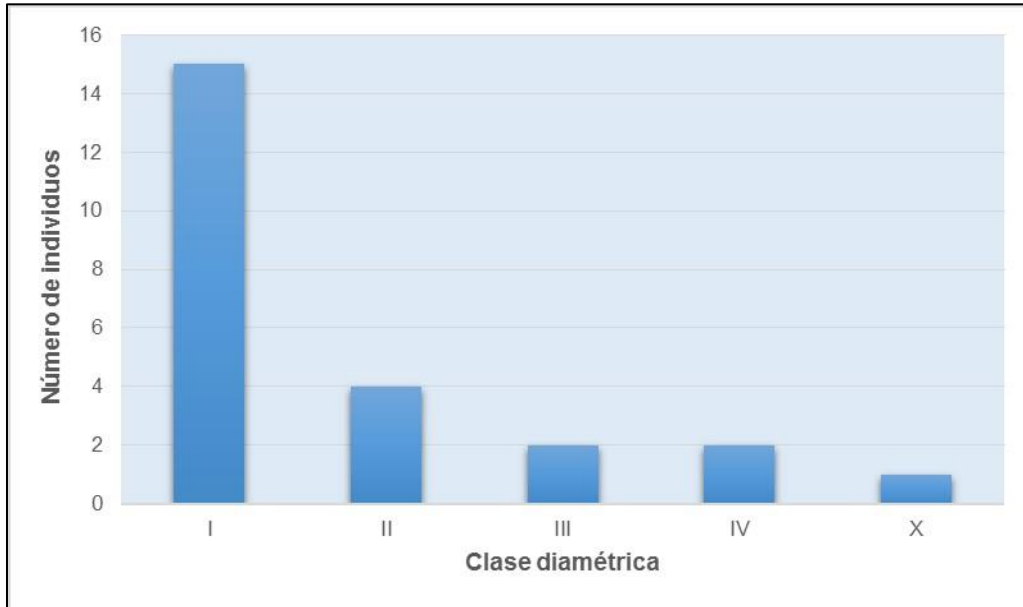
En la **Tabla 3.535** se resumen los volúmenes por especie para las 2 parcelas realizadas en la cobertura y el volumen extrapolado para una hectárea.

**Tabla 3.535. Volumen de las especies registradas en los arbustales abiertos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,21	0,08	1,05	0,40
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,33	0,18	1,63	0,89
Matapalo - Higo	<i>Ficus pallida</i>	6,44	1,07	32,18	5,36
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,28	0,11	1,42	0,56
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,03	0,02	0,17	0,08
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	1,69	0,59	8,44	2,95
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,16	0,06	0,81	0,29
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,54	0,24	2,71	1,21
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,07	0,05	0,35	0,23
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,56	0,23	2,82	1,15
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,84	0,37	4,19	1,84
<b>TOTAL</b>		<b>11,15</b>	<b>3,00</b>	<b>55,77</b>	<b>14,98</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

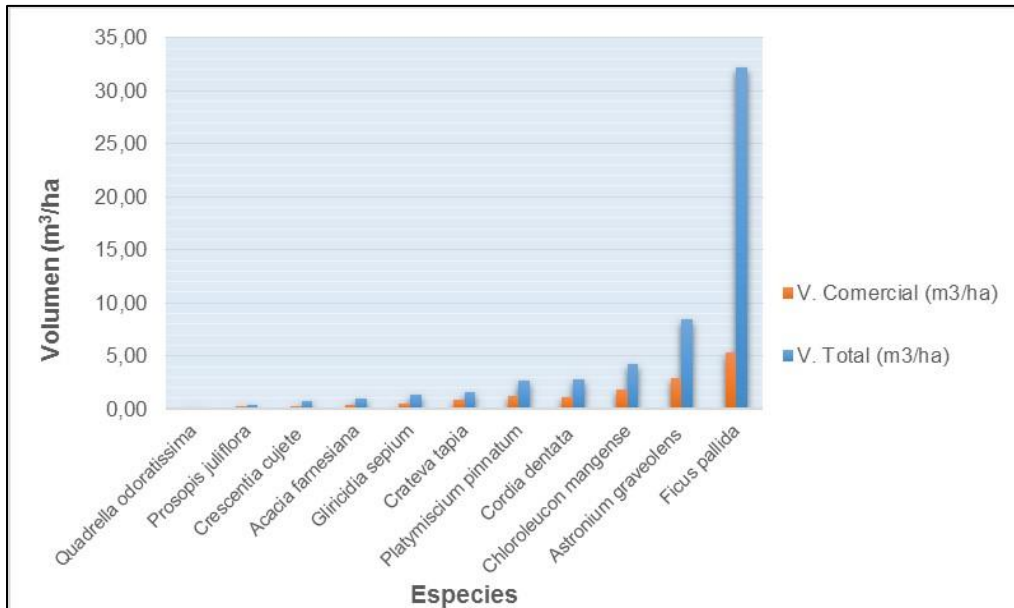
**Figura 3.691. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en los arbustales abiertos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

El Matapalo (*Ficus pallida*) fue la especie con el mayor registro de volumen total por hectárea para la cobertura, con 32,18 m<sup>3</sup>; lo que equivale a contener el 57% del total del volumen presente en los arbustales abiertos. El volumen total por hectárea fue de 55,77 m<sup>3</sup> (Figura 3.692).

**Figura 3.692. Volumen total y comercial de las especies registradas en los arbustales abiertos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.6.3 Grado de Agregación

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver **Tabla 3.536**) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

**Tabla 3.536. Grado de agregación por especie registrada en los arbustales abiertos.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,69	0,10	0,14
Huevo de Burro - Naranjuelo	<i>Crateva tapia</i>	0,69	0,20	0,29
Matapalo - Higo	<i>Ficus pallida</i>	0,69	0,05	0,07
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,69	0,10	0,14
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,69	0,05	0,07
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,69	0,10	0,14
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,69	0,15	0,22
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,69	0,05	0,07
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,69	0,05	0,07
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	6,91	0,25	0,04
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,69	0,10	0,14

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las 11 especies encontradas en los arbustales densos presentaron un grado de agregación inferior a 1, por lo cual se considera que tienen una distribución dispersa en la cobertura.

### 3.12.3.6.4 Conclusiones

En las dos parcelas realizadas en los arbustales abiertos se evaluaron un total de 24 individuos, 11 especies y 6 familias, siendo la familiar más abundante la Fabaceae con 5 especies.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Matapalo (*Ficus pallida*) con un IVI de 58,03%, este valor es fuertemente influenciado por su alta dominancia, la más importante para el arbustal abierto.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró un solo estrato para los arbustales abiertos, coincidiendo con la metodología propuesta, donde el estrato inferior (menor a 10 metros) agrupó al 87% de los árboles muestreados (21 de 24 individuos).

La especie con la mayor posición sociológica relativa para los arbustales abiertos fue el Uvito (*Cordia dentata*), con un valor de 23,3%, el cual es producto de su alta abundancia (5 árboles).

En los arbustales abiertos se presentaron cuatro clases diamétricas (I, II, III, IV y X), donde el 62,5% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica 1 (10 – 19,9 cm).

El Matapalo (*Ficus pallida*) fue la especie con el mayor registro de volumen total por hectárea para la cobertura, con 32,18 m<sup>3</sup>; lo que equivale a contener el 57% del total del volumen presente en los arbustales abiertos.

Las 11 especies encontradas en los arbustales densos presentaron un grado de agregación inferior a 1, por lo cual se considera que tienen una distribución dispersa en la cobertura.

### 3.12.3.7 Vegetación Secundaria Alta

Son formaciones vegetales con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas de composición heterogénea, localizadas en áreas cercanas al bosque o donde este ha sido fuertemente intervenido por el hombre, creando esta cobertura de estado sucesional. En general las especies que la componen poseen porte similar y abundantes ramificaciones y son en su mayoría pertenecientes al gremio de las heliófitas.

Este tipo de cobertura se caracteriza por la presencia de plantas leñosas, con dosel semiabierto de altura media (generalmente por debajo de los 15 metros de altura) de porte medio y algunas herbáceas, resultado de la etapa sucesional del bosque, provocada por la extracción masiva de los individuos de mayores dimensiones y con algún uso en la región, o por el abandono de áreas destinadas anteriormente para la producción agropecuaria. En la **Fotografía 3.272** a la **Fotografía 3.274** se observan áreas con este tipo de vegetación.

**Fotografía 3.272. Vegetación secundaria alta en el corregimiento de San Cristóbal (San Jacinto – Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.273. Vegetación secundaria alta cercana a la vía entre Soplaviento y Villanueva (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.274. Punto de muestreo 16 desarrollado en vegetación secundaria alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.7.1 Composición Florística

La **Tabla 3.537** resume las especies encontradas en la vegetación secundaria alta.

**Tabla 3.537. Especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	FABACEAE
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	FABACEAE
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	FABACEAE
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	FABACEAE
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	MALVACEAE
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	CACTACEAE
Chicharrón	<i>Diphysa carthagenensis</i>	FABACEAE
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	FABACEAE
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	FABACEAE
Guarumo - Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>	URTICACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>	ZYGOPHYLLACEAE
Lagaña de perro	<i>Caesalpinia cassioides</i>	FABACEAE
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	FABACEAE
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	CAPPARACEAE
Papayote	<i>Dendropanax sp.</i>	ARALIACEAE
Polvillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>	BIGNONIACEAE
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	FABACEAE
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	BIGNONIACEAE
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	BIGNONIACEAE
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	FABACEAE
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	FABACEAE
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	CORDIACEAE
Vara de Humo - Humito	<i>Cordia alliodora</i>	CORDIACEAE
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	FABACEAE

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Para evaluar las especies contenidas en esta cobertura se adelantaron un total de 6 parcelas de 0,1 ha, en las cuales se encontraron un total de 25 especies, contenidas en 9 familias, siendo la Fabaceae la de mayor número de especies con 13 en total, posteriormente aparece la Bignoniaceae con 3 y la Cordiaceae y Malvaceae con 2 especies cada una (**Fotografía 3.275** y **Fotografía 3.276**).

**Fotografía 3.275.Rama de Dividivi (Caesalpinia coriaria).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.276.Rama de Olivo (Quadrella odoratissima).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.7.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.7.2.1 Estructura Horizontal

La **0** compila los índices utilizados para el análisis de la estructura horizontal de las especies encontradas en la vegetación secundaria alta (**Tabla 3.538**).

**Tabla 3.538. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,17	5,00	4	2,99	33,3	6,25	14,24	7	203
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	0,03	1,03	1	0,75	16,7	3,13	4,90	2	24
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,10	2,91	4	2,99	16,7	3,13	9,02	7	149
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	0,19	5,65	9	6,72	16,7	3,13	15,49	15	76
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	0,07	2,21	1	0,75	16,7	3,13	6,08	2	55
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,18	5,31	7	5,22	16,7	3,13	13,66	12	72

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Chicharrón	<i>Diphysa carthagenensis</i>	0,02	0,49	1	0,75	16,7	3,13	4,36	2	12
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0,34	10,1	8	5,97	16,7	3,13	19,23	13	187
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,05	1,48	2	1,49	33,3	6,25	9,22	3	75
Guarumo - Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>	0,22	6,76	21	15,67	33,3	6,25	28,68	35	207
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,27	8,18	22	16,42	50,0	9,38	33,98	37	341
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>	0,20	5,91	11	8,21	16,7	3,13	17,24	18	261
Lagaña de perro	<i>Caesalpinia cassioides</i>	0,01	0,36	1	0,75	16,7	3,13	4,23	2	24
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,22	6,48	3	2,24	16,7	3,13	11,84	5	82
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,04	1,21	1	0,75	16,7	3,13	5,08	2	50
Papayote	<i>Dendropanax sp.</i>	0,10	3,05	8	5,97	16,7	3,13	12,15	13	64
Polvillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,04	1,25	2	1,49	33,3	6,25	8,99	3	36
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,01	0,38	1	0,75	16,7	3,13	4,25	2	13
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	0,31	9,41	7	5,22	16,7	3,13	17,76	12	186
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,01	0,35	1	0,75	16,7	3,13	4,23	2	18
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,03	0,80	2	1,49	16,7	3,13	5,41	3	7
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,16	4,71	5	3,73	16,7	3,13	11,56	8	167
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,04	1,13	2	1,49	16,7	3,13	5,75	3	54
Vara de Humo - Humito	<i>Cordia alliodora</i>	0,12	3,51	5	3,73	33,3	6,25	13,49	8	59
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,41	12,29	5	3,73	16,7	3,13	19,15	8	190
<b>TOTAL</b>		<b>3,32</b>	<b>100</b>	<b>134</b>	<b>100</b>	<b>533,3</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>223</b>	<b>2.608</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

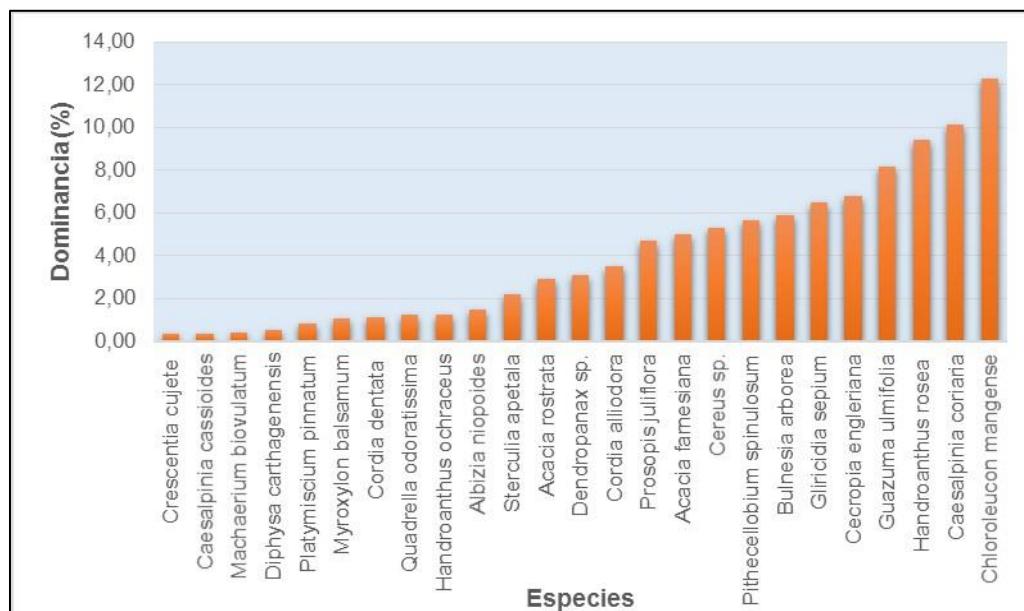
### Dominancia

El Vivaseca (*Chloroleucon mangense*) es la especie más dominante en la cobertura, tiene el 12,29% del total del área basal. No muy lejano de esta especie se ubica el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) que presentó el 10,4% y el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) que registró un valor de 9,41%. Es importante mencionar que ninguna especie evaluada presentó un área basal superior 0,5 m<sup>2</sup>, mostrando que en la cobertura proliferan los



individuos de diámetros menores. El área basal total para la vegetación secundaria alta fue de 3,32 m<sup>2</sup> (Figura 3.693).

**Figura 3.693. Dominancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

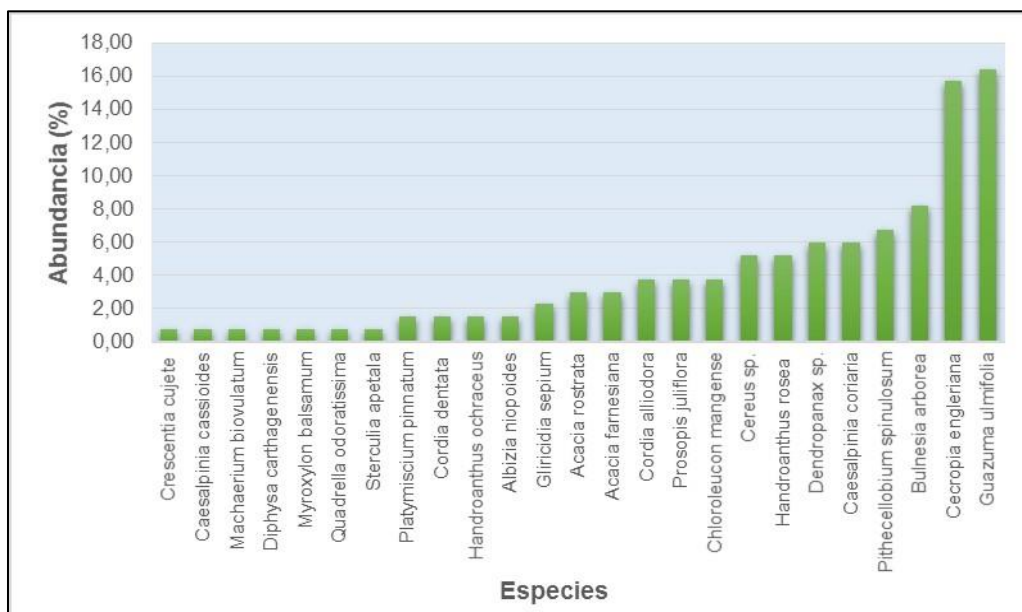


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Abundancia

La **Figura 3.694** relaciona la abundancia relativa de las especies encontradas en la cobertura, donde la especie más abundante es el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con una abundancia relativa del 16,42% (22 árboles), luego están el Guarumo (*Cecropia engleriana*) con el 15,67% (21 árboles) y el Guayacán (*Bulnesia arborea*) con el 8,21% (11 árboles). La abundancia total para la cobertura fue de 134 individuos.

**Figura 3.694. Abundancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

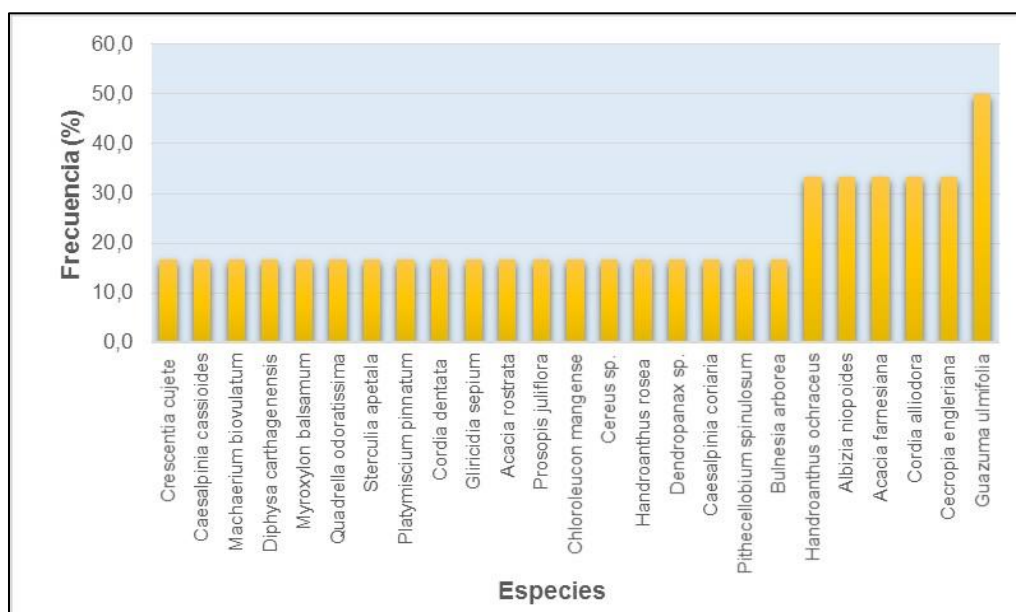


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Frecuencia

La especie más frecuente de la vegetación secundaria alta es el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 9,38%, luego aparecen 5 especies con la misma frecuencia relativa, Guarumo (*Cecropia engleriana*), Vara de Humo (*Cordia alliodora*), Aromo (*Acacia farnesiana*), Guacamayo (*Albizia niopoides*) y Polvillo (*Handroanthus ochraceus*) con el 6,25% (Figura 3.695).

**Figura 3.695. Frecuencia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.539** presenta el histograma de frecuencias absolutas de las especies evaluadas en la vegetación secundaria alta.

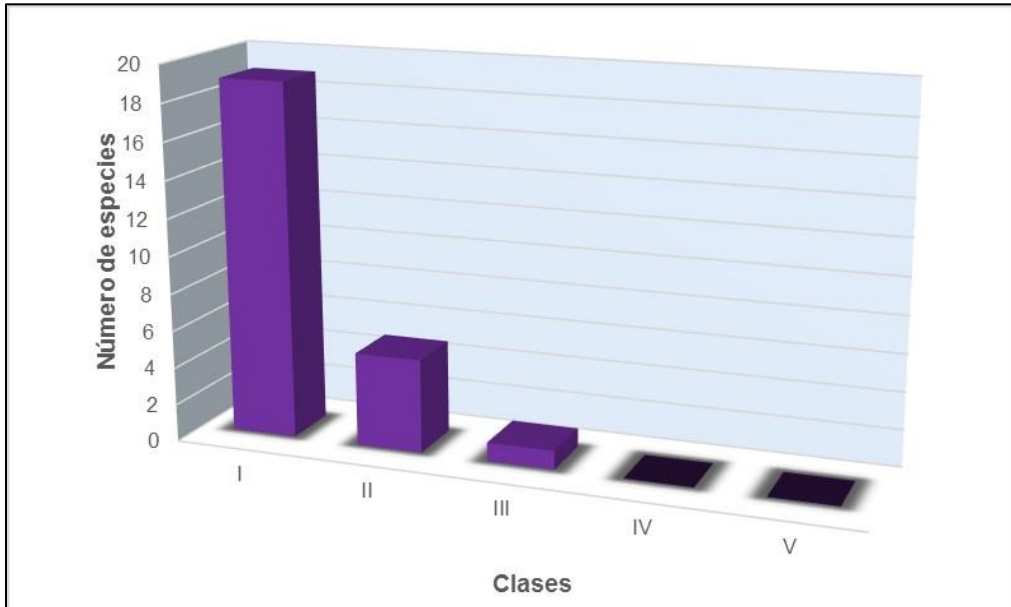
**Tabla 3.539. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	19
II	20,1 – 40	Poco frecuente	5
III	40,1 – 60	Frecuente	1
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	0
V	80,1 – 100	Muy frecuente	0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Como lo muestra la **Tabla 3.539** y la **Figura 3.696**, las especies inventariadas son muy poco frecuentes encontrarlas en la cobertura estudiada, ya que el 76% (19 de 25 especies) se ubican en esta clase, en la categoría poco frecuente se ubicaron 5 especies y tan solo el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) se considera como frecuente. Este registro muestra que la cobertura presenta alta heterogeneidad florística.

**Figura 3.696. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

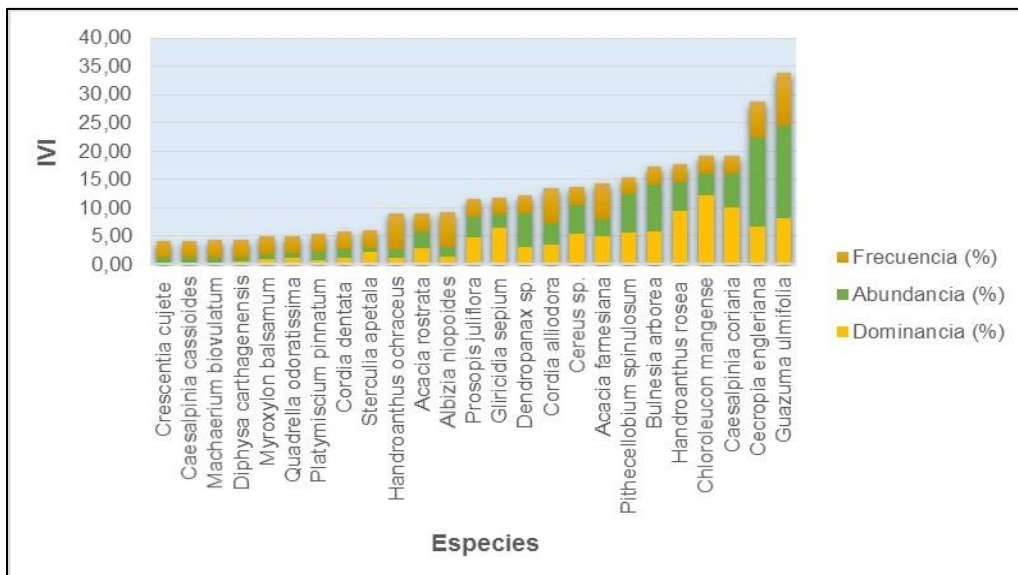


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Índice de Valor de Importancia (IVI)**

El Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) tiene el IVI más alto de la cobertura (33,98%), ya que obtuvo los mejores registros en la abundancia y frecuencia. Otras especies importantes son: el Guarumo (*Cecropia engleriana*) con el 28,68%, el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) con el 19,23% y el Vivaseca (*Chloroleucon mangense*) con el 19.15% (Figura 3.697).

**Figura 3.697. IVI de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**



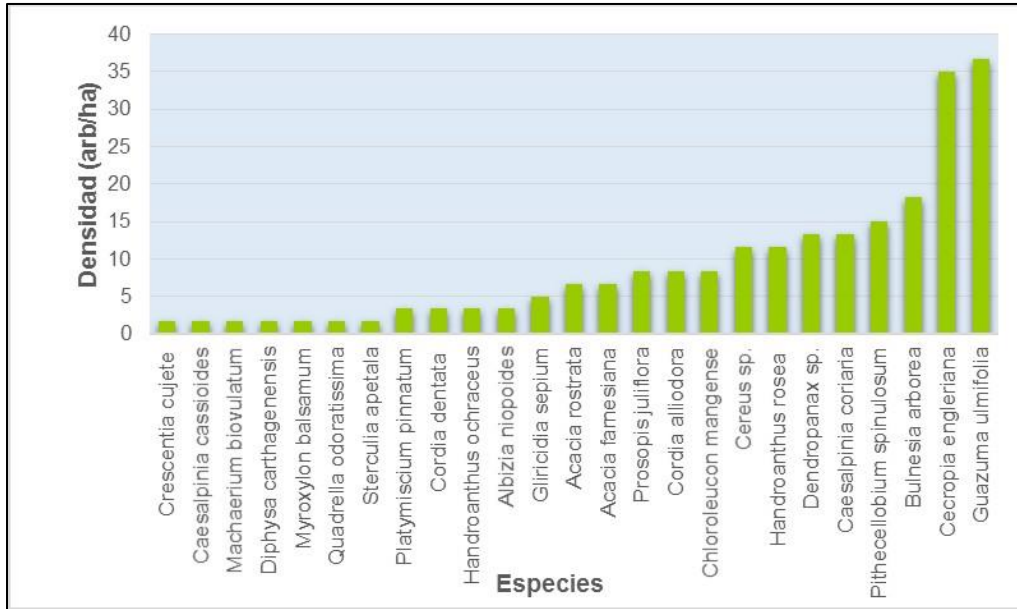
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Densidad**

El Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) es la especie con la mayor densidad en la cobertura analizada (ver **Figura 3.698**), cuenta con 37 árboles/Ha, luego aparece el Guarumo (*Cecropia engleriana*) con 35 árboles/Ha, el Guayacán (*Bulnesia arborea*) tiene una densidad de 18 árboles/Ha y el Buche Buche (*Pithecellobium spinulosum*) con 15 árboles/Ha. La densidad total para la cobertura es de 223 árboles por hectárea.

**Figura 3.698. Densidad de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

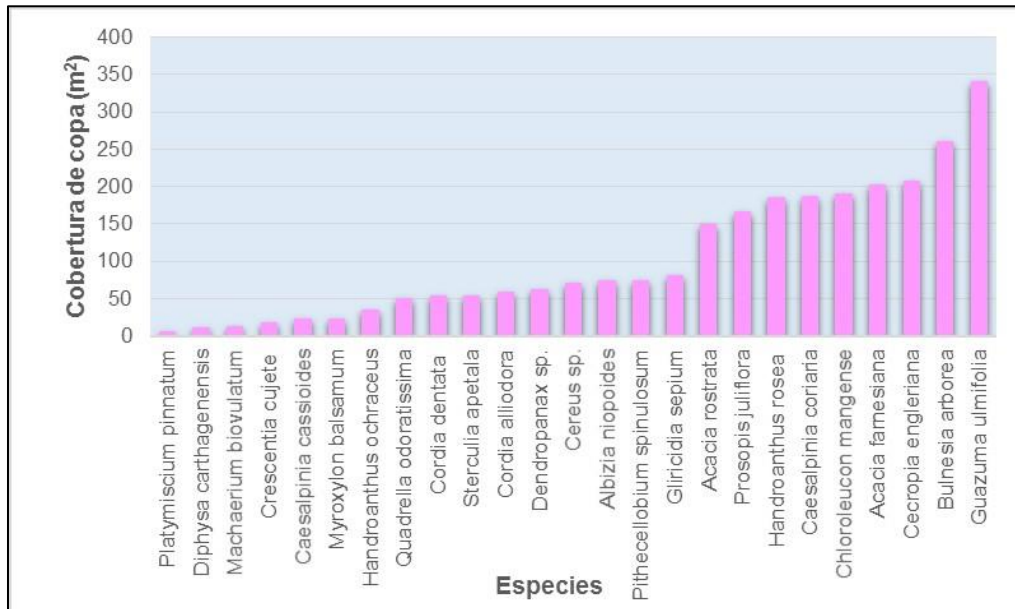


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Cobertura de Copa**

Dos especies se distinguen por sus coberturas de copa (ver **Figura 3.699**) en la vegetación secundaria alta; en orden de importancia son: el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 341 m<sup>2</sup> y el Guayacán (*Bulnesia arborea*) con 267 m<sup>2</sup>. La cobertura de copa total para la vegetación fue de 2.608,3 m<sup>2</sup>.

**Figura 3.699. Cobertura de copa de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

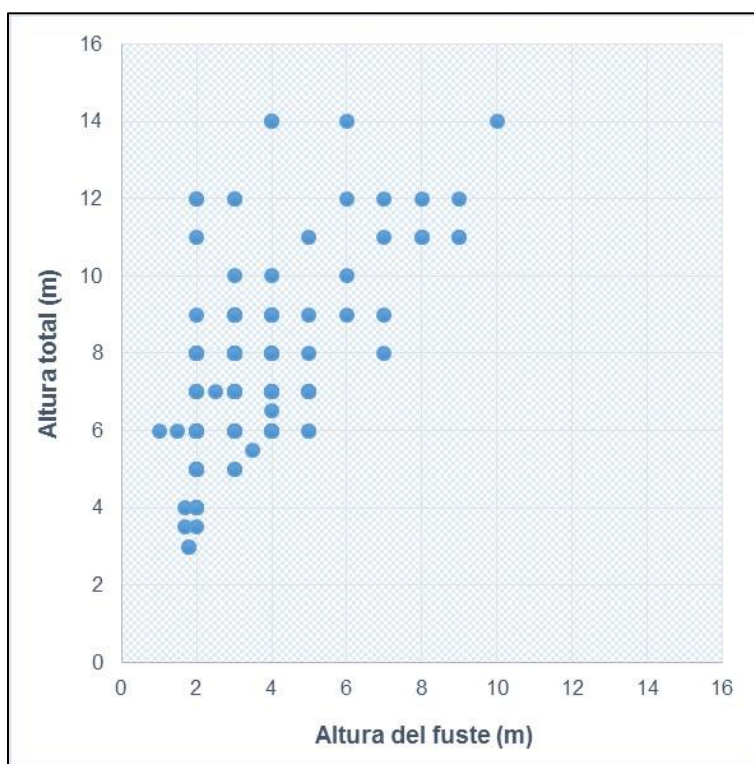
### 3.12.3.7.2.2 Estructura Vertical

Los resultados del diagrama de Ogawa y la posición sociológica se presentan a continuación.

#### Estratificación de Ogawa

La **Figura 3.700** muestra una dispersión de puntos paralela al eje de las abscisas, sin estratificación claramente apreciable, donde los árboles se ubican en un estrato entre los 3 y 14 metros de altura. Este comportamiento es típico de masas arbóreas en estados sucesionales tempranos (De las Salas y Melo, 2000).

**Figura 3.700. Estratificación de la vegetación secundaria alta según el método de Ogawa.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Posición Sociológica

El resultado de agrupar los individuos muestreados en los estratos establecidos se presenta en la **Tabla 3.540**.

**Tabla 3.540. Estratificación de la vegetación secundaria alta.**

ESTRATO ARBÓREO	SÍMBOLO	LÍMITE DE ALTURA	INDIVIDUOS
Estrato Superior	ES	> 20 metros	0
Estrato Medio	EM	10 a 20 metros	22
Estrato Inferior	EI	< 10 metros	112

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los resultados expuestos en la **Tabla 3.540** muestran que 112 árboles se ubican en el estrato inferior de la cobertura, lo que representa el 83% de los individuos muestreados; los restantes 22 árboles están agrupados en el estrato intermedio. Al igual que lo ocurrido en las coberturas descritas anteriormente, en la vegetación secundaria alta tampoco se encontraron individuos con alturas superiores a los 20 metros (**Tabla 3.541**).

**Tabla 3.541. Posición sociológica para las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

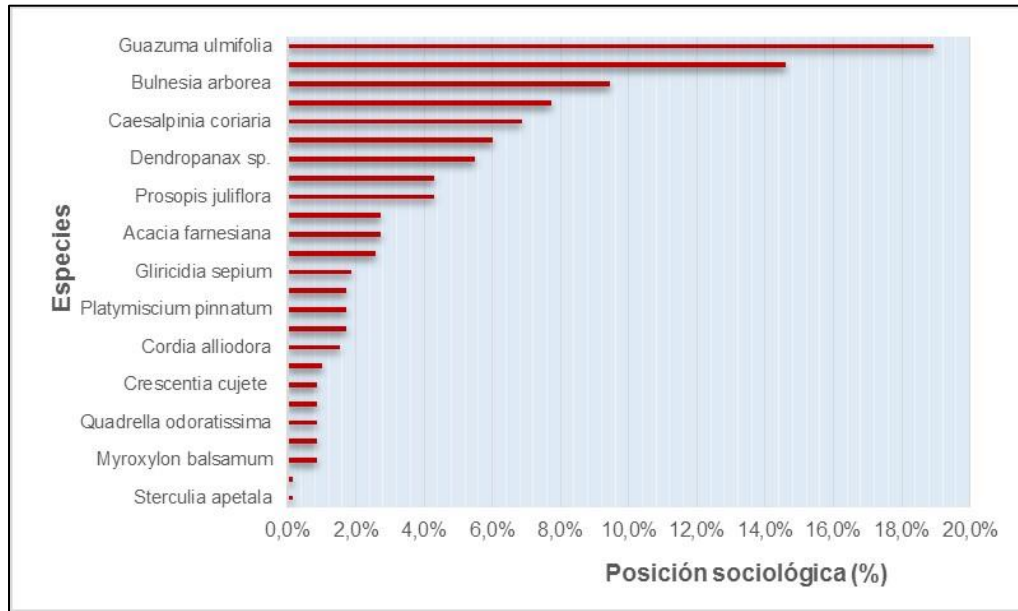
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 M)	EM (10 A 20 M)	EI (< 10 M)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>		1	3	2,67	2,7%
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>			1	0,84	0,9%
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>		1	3	2,67	2,7%
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>			9	7,52	7,7%
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>		1		0,16	0,2%
Cardón	<i>Cereus sp.</i>			7	5,85	6,0%
Chicharrón	<i>Diphysa carthagenensis</i>		1		0,16	0,2%
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>			8	6,69	6,9%
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>		1	1	1,00	1,0%
Guarumo - Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>		5	16	14,19	14,6%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>			22	18,39	18,9%
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>			11	9,19	9,5%
Lagaña de perro	<i>Caesalpinia cassioides</i>			1	0,84	0,9%
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>		1	2	1,84	1,9%
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>			1	0,84	0,9%
Papayote	<i>Dendropanax sp.</i>		2	6	5,34	5,5%
Polvillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>			2	1,67	1,7%
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>			1	0,84	0,9%
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>		5	2	2,49	2,6%
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>			1	0,84	0,9%
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>			2	1,67	1,7%
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>			5	4,18	4,3%
Uvito	<i>Cordia dentata</i>			2	1,67	1,7%
Vara de Humo - Humito	<i>Cordia alliodora</i>		4	1	1,49	1,5%
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>			5	4,18	4,3%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



La **Tabla 3.541** y la **Figura 3.701** resumen las posiciones sociológicas de las especies inventariadas en la vegetación secundaria alta, el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 18,9%, es la mayor posición sociológica relativa para toda la cobertura, dato provocado por su alta abundancia. El Guarumo (*Cecropia engleriana*) con 14,6% le sigue en importancia y el Guayacán (*Bulnesia arborea*) con una posición sociológica relativa del 9,5%, es la tercera especie en importancia.

**Figura 3.701. Posición sociológica de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.7.2.3 Estructural Total

#### Clases Diamétricas

La **Tabla 3.542** resume la ubicación de los individuos inventariados en las clases diamétricas definidas cada 10 cm, para la vegetación secundaria alta.

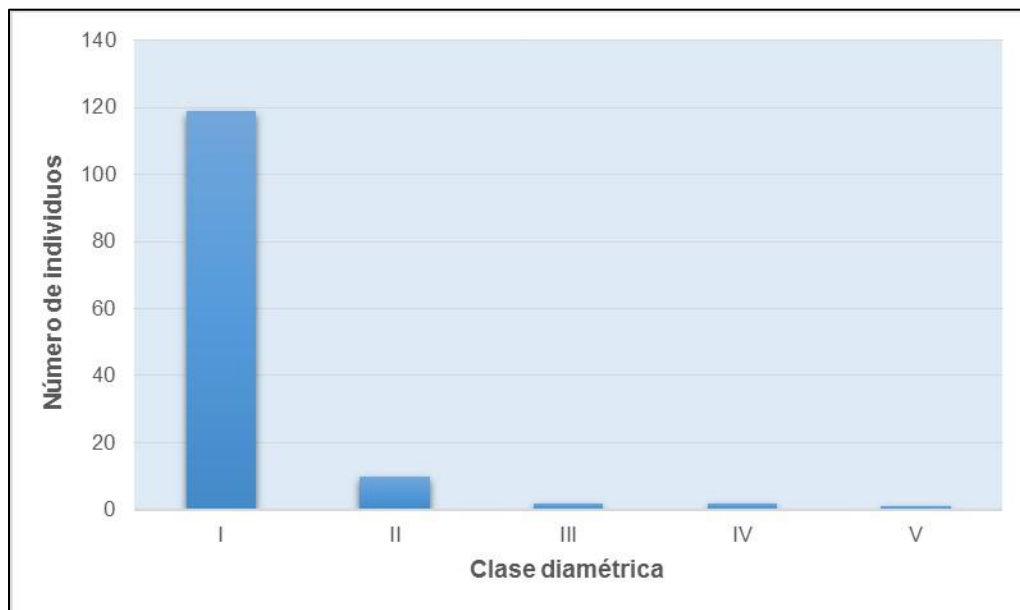
**Tabla 3.542. Número de individuos por clase diamétrica para la vegetación secundaria alta.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (CM)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	119	88,8%
II	20 - 29,9	10	7,5%
III	30 - 39,9	2	1,5%
IV	40 - 49,9	2	1,5%
V	50 - 59,9	1	0,7%
<b>TOTAL</b>		<b>134</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los resultados expuestos en la **Tabla 3.542** y la **Figura 3.702** muestran que la distribución de los árboles en la Vegetación Secundaria Alta es en Jota invertida, donde la mayor proporción (el 96%) de los individuos se ubican en las primeras categorías de tamaño, es decir en clase I y II, disminuyendo a medida que se avanza en la clase diamétrica. Esta tendencia es normal en bosques heterogéneos y en procesos de sucesión, lo cual garantiza el flujo de árboles entre clases y permite mantener la estructura del bosque estabilizada.

**Figura 3.702. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en la vegetación secundaria alta.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Volumen

La **Tabla 3.543** muestra el volumen total y comercial para cada una de las especies monitoreadas en la vegetación secundaria alta.

**Tabla 3.543. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.**

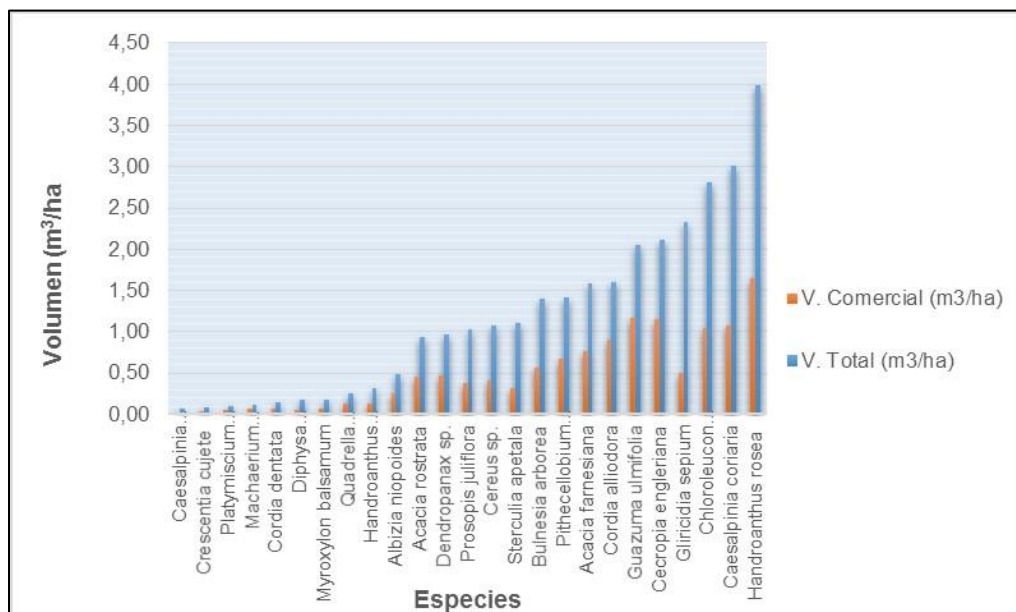
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,95	0,46	1,59	0,76
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	0,11	0,04	0,19	0,07
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,56	0,27	0,93	0,46
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	0,85	0,41	1,42	0,68
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	0,67	0,19	1,11	0,32
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,64	0,25	1,07	0,42
Chicharrón	<i>Diphysa carthagenensis</i>	0,11	0,03	0,18	0,05

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	1,81	0,65	3,01	1,08
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,30	0,16	0,49	0,26
Guarumo - Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>	1,27	0,69	2,11	1,16
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,23	0,70	2,05	1,17
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>	0,84	0,34	1,40	0,57
Lagaña de perro	<i>Caesalpinia cassioides</i>	0,04	0,02	0,06	0,03
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	1,40	0,30	2,33	0,50
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,16	0,08	0,26	0,13
Papayote	<i>Dendropanax sp.</i>	0,58	0,28	0,97	0,47
Polvillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,19	0,08	0,31	0,13
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,07	0,04	0,11	0,07
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	2,40	0,99	3,99	1,65
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,05	0,02	0,09	0,04
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,06	0,03	0,10	0,05
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,62	0,23	1,03	0,38
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,09	0,04	0,15	0,07
Vara de Humo - Humito	<i>Cordia alliodora</i>	0,96	0,55	1,60	0,91
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	1,69	0,63	2,81	1,05
<b>TOTAL</b>		<b>17,62</b>	<b>7,48</b>	<b>29,36</b>	<b>12,47</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La especie con el mayor volumen total por hectárea fue el Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) con 3,99 m<sup>3</sup>, en importancia le sigue el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) con 3,01 m<sup>3</sup>/ha y el Vivaseca (*Chloroleucon mangense*) con 2,81 m<sup>3</sup>/ha. El volumen total y comercial para la cobertura fue de 29,36 m<sup>3</sup>/ha y 12,47 m<sup>3</sup>/ha (Figura 3.703).

Figura 3.703. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria alta.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.7.3 Grado de Agregación

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver **Tabla 3.544**) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

Tabla 3.544. Grado de agregación por especie registrada en la vegetación secundaria alta.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	0,41	0,07	0,16
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	0,18	0,02	0,09
Baranoa	<i>Acacia rostrata</i>	0,18	0,07	0,37
Buche Buche	<i>Pithecellobium spinulosum</i>	0,18	0,15	0,82
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	0,18	0,02	0,09
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	0,18	0,12	0,64
Chicharrón	<i>Diphysa carthagenensis</i>	0,18	0,02	0,09
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	0,18	0,13	0,73
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	0,41	0,03	0,08
Guarumo - Yarumo	<i>Cecropia engleriana</i>	0,41	0,35	0,86
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,69	0,37	0,53



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>	0,18	0,18	1,01
Lagaña de perro	<i>Caesalpinia cassioides</i>	0,18	0,02	0,09
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	0,18	0,05	0,27
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	0,18	0,02	0,09
Papayote	<i>Dendropanax sp.</i>	0,18	0,13	0,73
Polvillo	<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,41	0,03	0,08
Rabo de Iguana	<i>Machaerium biovulatum</i>	0,18	0,02	0,09
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	0,18	0,12	0,64
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	0,18	0,02	0,09
Trébol	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,18	0,03	0,18
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	0,18	0,08	0,46
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,18	0,03	0,18
Vara de Humo - Humito	<i>Cordia alliodora</i>	0,41	0,08	0,21
Vivaseca	<i>Chloroleucon mangense</i>	0,18	0,08	0,46

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Alrededor de 24 de las 25 especies evaluadas en el inventario forestal presentaron un grado de agregación inferior a uno, indicando que su distribución es dispersa. Tan solo el Guayacán (*Bulnesia arborea*) obtuvo un índice de agregación de 1,01, lo que puede representar una tendencia a agrupamiento.

#### 3.12.3.7.4 Conclusiones

Para evaluar las especies contenidas en la vegetación secundaria alta se adelantaron 6 parcelas de 0,1 ha cada una, en donde se encontraron un total de 25 especies, contenidas en 9 familias, siendo la Fabaceae la de mayor número de especies con 13.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con IVI 33,98%; este resultado fue provocado porque obtuvo los mejores registros en la abundancia y frecuencia.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró un solo estrato para la vegetación secundaria alta, el cual comienza en los 3 metros de altura y va hasta los 14 metros. Por otro lado, la estratificación propuesta mostró que el 83% de los árboles están agrupados en el estrato inferior (menor a 10 metros), mientras en el medio tan solo hay 22 árboles.

La especie con la mayor posición sociológica relativa para la vegetación secundaria alta fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 18,9%, el cual es producto de su alta abundancia (22 árboles).

En la vegetación secundaria alta se presentaron cuatro cinco diamétricas (I, II, III, IV y V), donde el 88% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 – 19,9 cm).

El Roble Extranjero (*Handroanthus rosea*) fue la especie con el mayor volumen con 3,99 m<sup>3</sup>/ha de volumen total y 1,65 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial. El volumen total contenido en la vegetación secundaria alta fue 29,36 m<sup>3</sup>/ha.

De las 25 especies evaluadas en la vegetación secundaria alta, 24 especies presentaron un grado de agregación inferior a 1, por lo cual se considera que tienen una distribución dispersa en la cobertura y tan solo el Guayacán (*Bulnesia arborea*) obtuvo un índice de agregación de 1,01, lo representa una tendencia a agrupamiento.

### 3.12.3.8 Vegetación Secundaria Baja

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies.

La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger (IBIDEM). (**Fotografía 3.277** y **Fotografía 3.278**).

**Fotografía 3.277. Vegetación secundaria baja en zona rural del municipio de Santa Lucía (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.278. Vegetación secundaria baja en Barú (Bolívar).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.12.3.8.1 Composición Florística

En la **Tabla 3.545** se muestran las especies encontradas en el muestreo realizado en la vegetación secundaria baja.

**Tabla 3.545. Especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Caimancillo	<i>Agonandra brasiliensis</i>	OPILIACEAE
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	MALVACEAE
Campano	<i>Samanea saman</i>	FABACEAE
Cereza extranjera	<i>Eugenia sp</i>	MYRTACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE
Mango	<i>Manguifera indica</i>	ANACARDIACEAE
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	ANACARDIACEAE
Roble Extranjero	<i>Tabebuia rosea</i>	BIGNONIACEAE
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	CORDIACEAE
NN 2	(en blanco)	(en blanco)

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En las tres parcelas levantadas en la cobertura en análisis se encontraron 10 especies (aunque el NN 2 no se pudo identificar), distribuidas en 8 familias, siendo las familias más abundantes la Anacardiaceae y la Malvaceae con 2 especies; las restantes 6 familias tan solo manifestaron una especie cada una.

### 3.12.3.8.2 Análisis Estructural

#### 3.12.3.8.2.1 Estructura Horizontal

En la **Tabla 3.546** se resumen los índices calculados para evaluar la estructura horizontal de la vegetación secundaria baja.

**Tabla 3.546. Índices convencionales para el análisis de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DOMINANCIA (m <sup>2</sup> )	DOMINANCIA (%)	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA (%)	FRECUNENCIA	FRECUNENCIA (%)	IVI	DENSIDAD (arb/ha)	COBERTURA COPA (m <sup>2</sup> )
Caimancillo	<i>Agonandra brasiliensis</i>	0,04	2,69	2	6,45	33,3	7,69	16,83	7	44
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	0,01	0,52	1	3,23	33,3	7,69	11,43	3	12
Campano	<i>Samanea saman</i>	0,47	29,3	5	16,13	66,7	15,38	60,79	17	147
Cereza extranjera	<i>Eugenia sp</i>	0,17	10,3	2	6,45	33,3	7,69	24,39	7	20
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,21	12,7	13	41,94	66,7	15,38	70,01	43	205
Mango	<i>Manguifera indica</i>	0,53	32,7	1	3,23	33,3	7,69	43,58	3	48
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,15	9,26	4	12,90	66,7	15,38	37,54	13	125
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	0,01	0,57	1	3,23	33,3	7,69	11,49	3	13
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,01	0,63	1	3,23	33,3	7,69	11,55	3	18
NN 2	(en blanco)	0,02	1,46	1	3,23	33,3	7,69	12,38	3	9
<b>TOTAL</b>		<b>1,62</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>433,3</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>103</b>	<b>640</b>

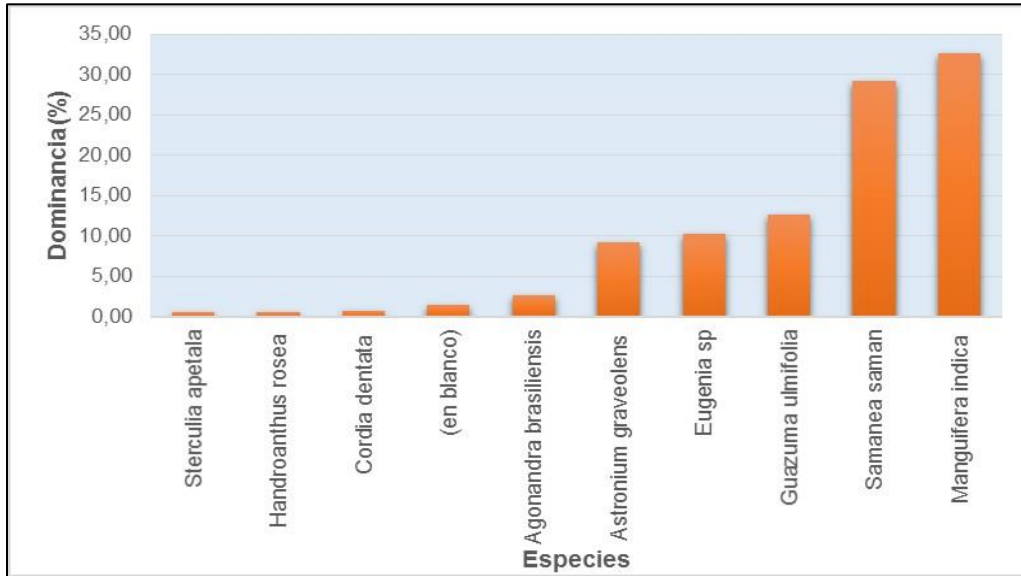
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Dominancia

La especie con la mayor área basal para la cobertura analizada fue el Mango (*Manguifera indica*), con 0,53 m<sup>2</sup>, lo que equivale al 32,66% del total calculado para la vegetación secundaria baja; seguida a esta especie se ubica el Campano (*Samanea saman*) con una dominancia relativa del 29,27% (0,47 m<sup>2</sup> de área basal), luego se manifiesta el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 12,69% (0,21 m<sup>2</sup> de área basal) y el Cereza Extranjera (*Eugenia sp*) con el 10,25% (0,15 m<sup>2</sup> de área basal). El área basal total para la vegetación secundaria baja fue de 1,62 m<sup>2</sup>. (**Figura 3.704**).



**Figura 3.704. Dominancia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

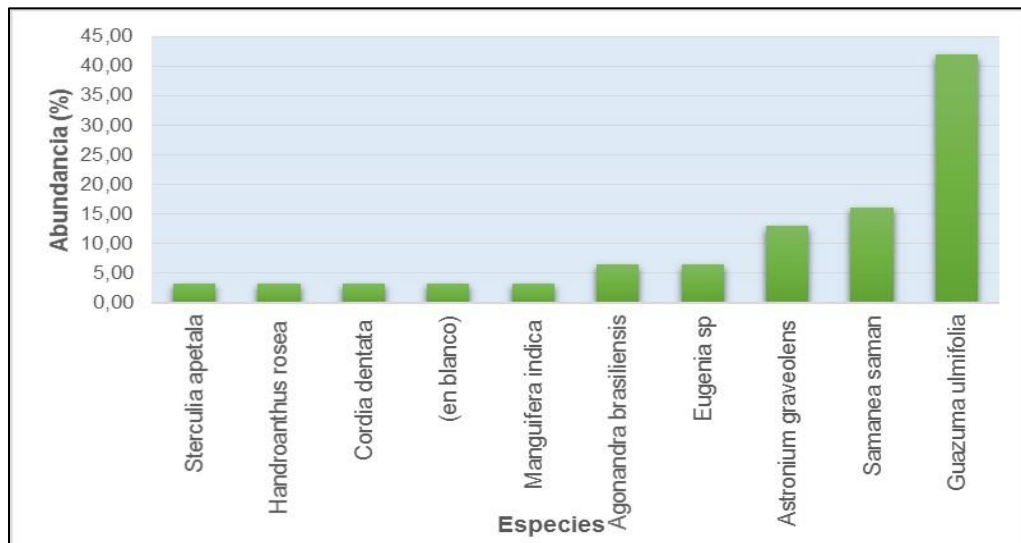


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Abundancia**

Para la vegetación secundaria baja el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) es la especie más abundante con 13 árboles (41,94%); muy por debajo se ubica el Campano (*Samanea saman*) con 5 árboles y el Quebracho (*Astronium graveolens*) con 4 individuos cada uno. En total se inventariaron 31 árboles en las tres parcelas adelantadas en esta cobertura (**Figura 3.705**).

**Figura 3.705. Abundancia relativa por especie registrada en la vegetación secundaria baja.**

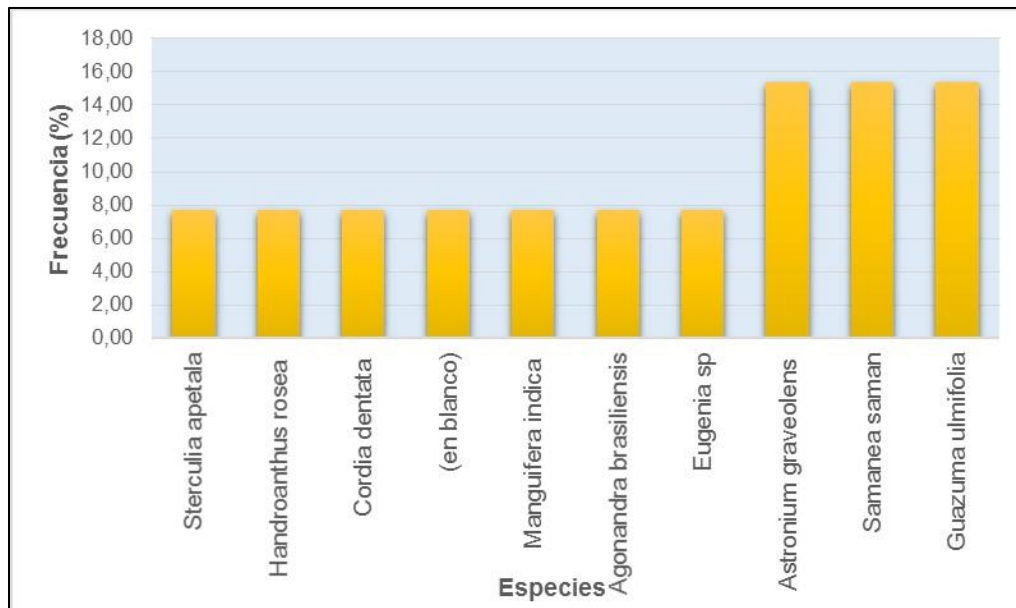


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Frecuencia

En la vegetación secundaria baja tres especies obtuvieron los mayores valores de frecuencia relativa con 15,28%, las especies en mención son: el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), el Campano (*Samanea saman*) y el Quebracho (*Astronium graveolens*) (**Figura 3.706**).

**Figura 3.706. Frecuencia relativa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La **Tabla 3.547** muestra la categoría de frecuencia absoluta a la que pertenece cada una de las especies inventariadas en la vegetación secundaria baja.

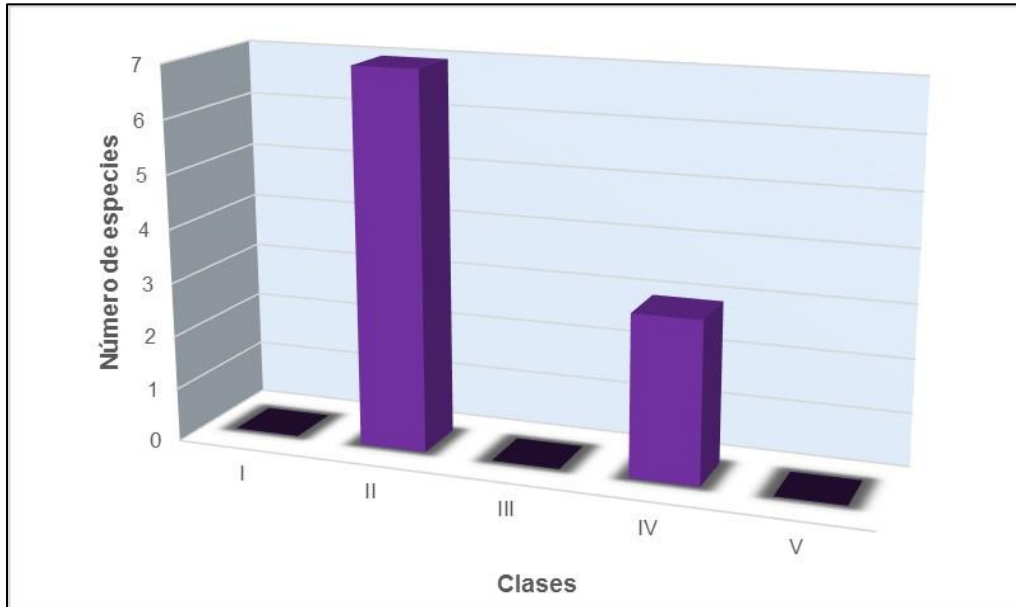
**Tabla 3.547. Histograma de frecuencias absolutas para las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

CLASES	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO	ESPECIES
I	1 – 20	Muy poco frecuente	0
II	20,1 – 40	Poco frecuente	7
III	40,1 – 60	Frecuente	0
IV	60,1 – 80	Bastante frecuente	3
V	80,1 – 100	Muy frecuente	0

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En la vegetación secundaria baja las especies se agrupan de dos grados de frecuencia absoluta, 7 en la clase poco frecuente y 3 en la clase bastante frecuente, las cuales fueron mencionadas como las de mayor frecuencia relativa (**Figura 3.707**).

**Figura 3.707. Comportamiento de la frecuencia absoluta de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

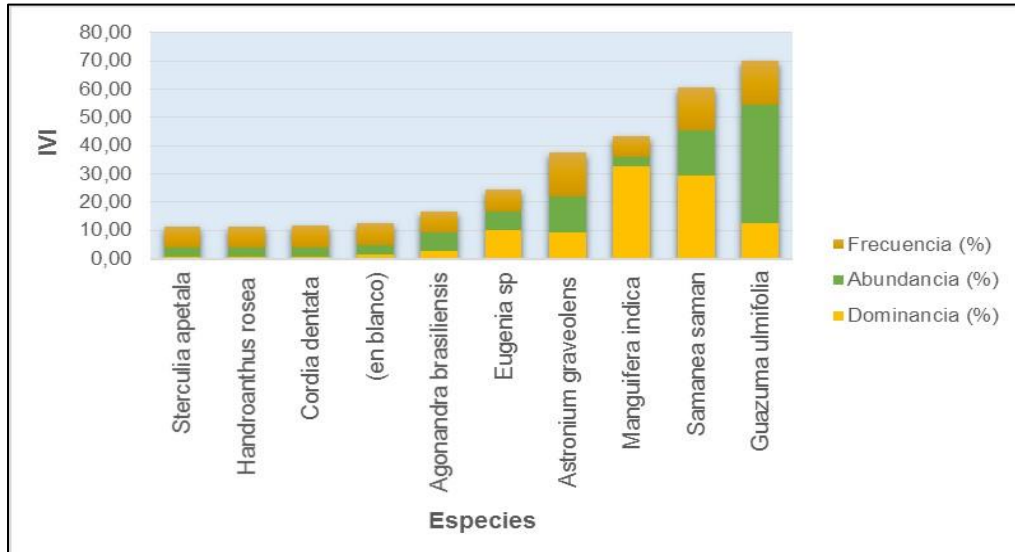


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### Índice de Valor de Importancia

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), la cual registró un IVI de 70,01%, este valor es fuertemente influenciado por su abundancia, la más alta para la vegetación secundaria baja. Otras especies importantes son: Campano (*Samanea saman*) con un IVI de 60,79%, el Mango (*Manguijera indica*) con un IVI de 43,58% y el Quebracho (*Astronium graveolens*) con un IVI de 37,54% (Figura 3.708).

Figura 3.708. IVI de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.

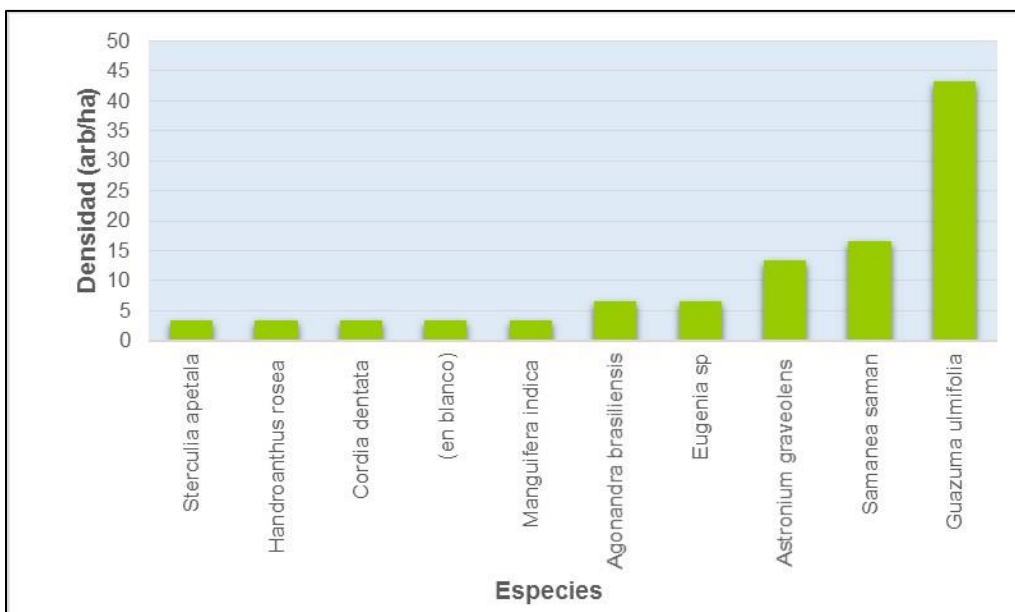


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Densidad**

La especie con la mayor densidad para la vegetación secundaria baja fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), con 43 árboles por hectárea, posteriormente y muy por debajo de este registro se ubica el Campano (*Samanea saman*) con 17 arb/ha y el Quebracho (*Astronium graveolens*) con 13 individuos por hectárea. La densidad total para la cobertura es de 103 individuos por hectárea (Figura 3.709).

Figura 3.709. Densidad de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.



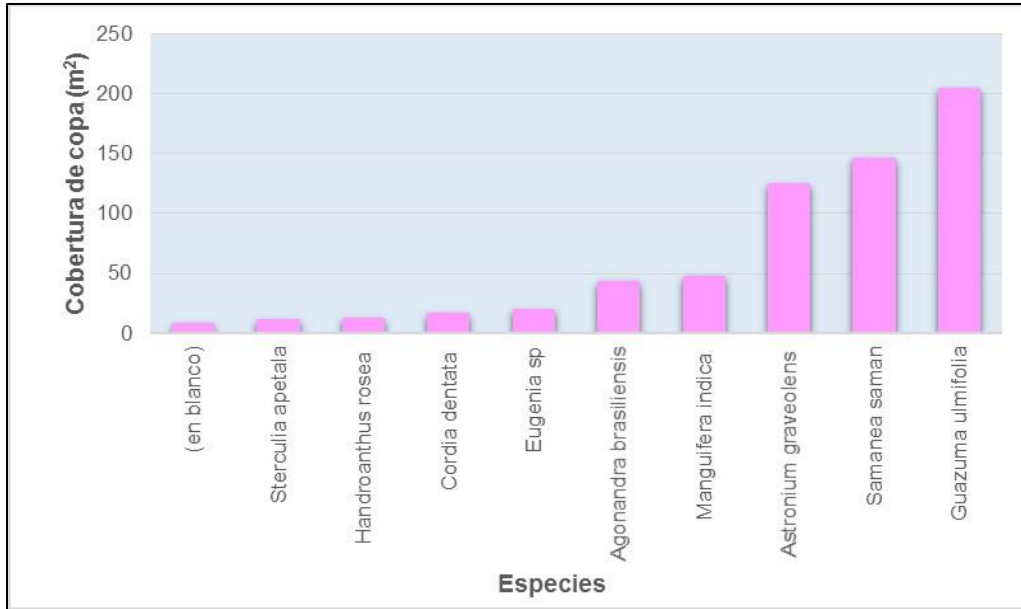
Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Cobertura de Copa**

El Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) domina ampliamente la cobertura de copa en la cobertura con 205 m<sup>2</sup>, este valor es producido por la alta abundancia de la especie y la forma frondosa de la copa de los árboles muestreados. La cobertura de copa total para el muestreo en esta vegetación fue de 640 m<sup>2</sup>. (Figura 3.710).

**Figura 3.710. Cobertura de copa de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.12.3.8.2.2 Estructura Vertical

Los resultados de la estructura vertical de la vegetación secundaria baja se presentan a continuación.

**Estratificación de Ogawa**

Analizando la **Figura 3.711**, se ve una nube continua de puntos que comienza a los 4 metros y termina en los 13 metros de altura, la cual no manifiesta una división clara de estratos. Otro aspecto relevante aportado por la **Figura 3.711**, es la de mostrar una mayor concentración de individuos entre los 4 y 10 metros, con extremos donde la densidad de árboles disminuye, pero tal y como se mencionó anteriormente, no permiten certificar una diferenciación en estratos en la cobertura.



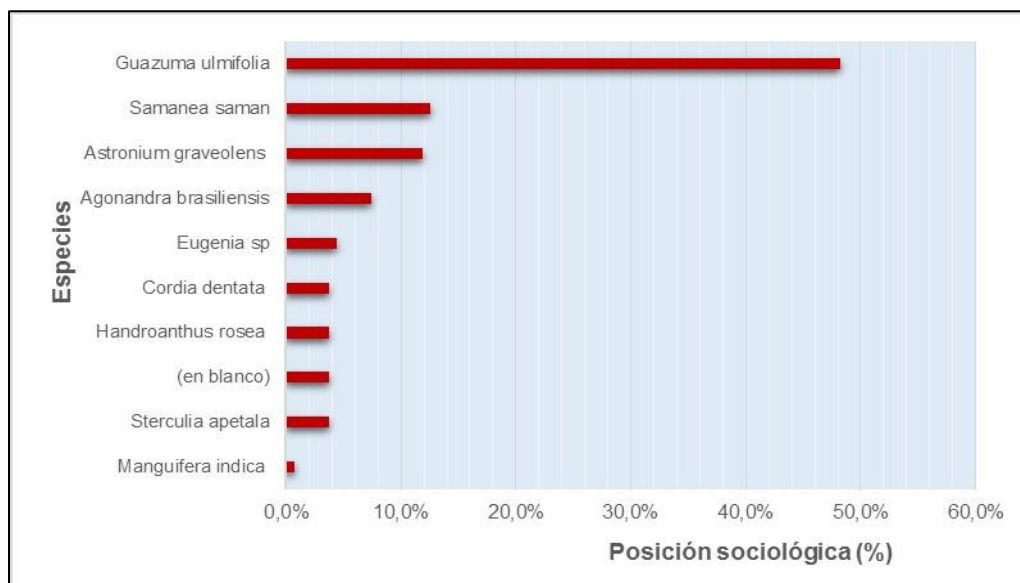
**Tabla 3.549. Posición sociológica para las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	ES (> 20 M)	EM (10 A 20 M)	EI (< 10 M)	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	POSICIÓN SOCIOLÓGICA (%)
Caimancillo	<i>Agonandra brasiliensis</i>			2	1,68	7,4%
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>			1	0,84	3,7%
Campano	<i>Samanea saman</i>		2	3	2,84	12,6%
Cereza extranjera	<i>Eugenia sp</i>		1	1	1,00	4,4%
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>			13	10,90	48,2%
Mango	<i>Manguifera indica</i>		1		0,16	0,7%
NN 2	(en blanco)			1	0,84	3,7%
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>		1	3	2,68	11,8%
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>			1	0,84	3,7%
Uvito	<i>Cordia dentata</i>			1	0,84	3,7%

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En cuanto a las especies más importantes en la vegetación secundaria baja por su posición sociológica, el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) se destaca ampliamente como la más relevante con el 48,2%, valor provocado directamente por su alta abundancia. Otras especies destacables son: el Campano (*Samanea saman*) con el 12,6%, el Quebracho (*Astronium graveolens*) con el 11,8%, y el Caimancillo (*Agonandra brasiliensis*) con el 7,4% (Figura 3.712).

**Figura 3.712. Posición sociológica de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.12.3.8.2.3 Estructura Total

**Clases Diamétricas**

La **Tabla 3.550** agrupa los fustes de las especies inventariadas en clases diamétricas que van en rangos de 10 cm. Los resultados de la distribución de las clases diamétricas se presenta a continuación.

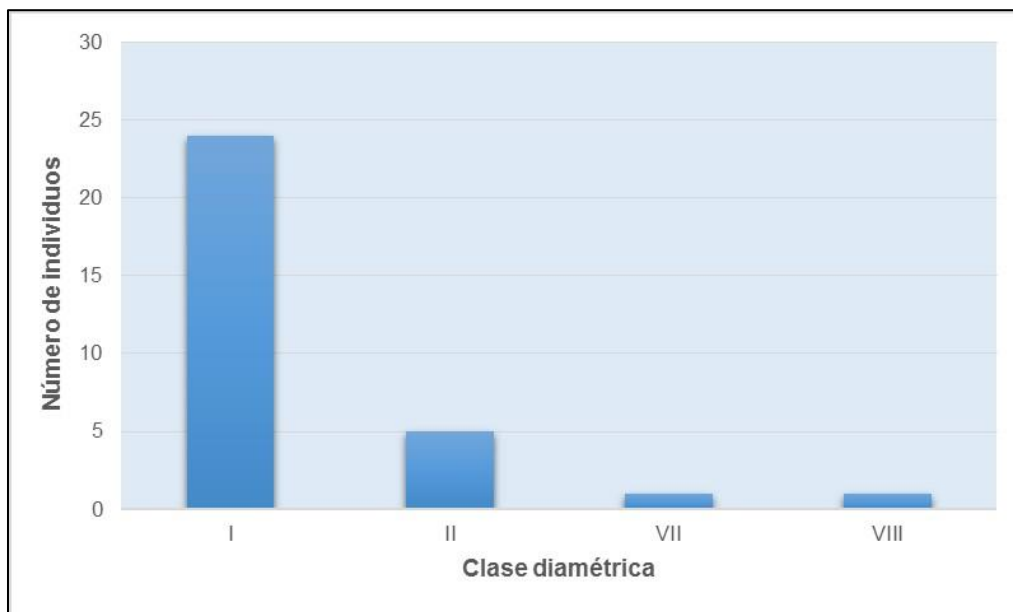
**Tabla 3.550. Número de individuos por clase diamétrica para la vegetación secundaria baja.**

CLASE DIAMÉTRICA	RANGO (CM)	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
I	10 - 19,9	24	77,4%
II	20 - 29,9	5	16,1%
VII	70 - 79,9	1	3,2%
VIII	80 - 89,9	1	3,2%
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los datos reflejados en la **Tabla 3.550** y la **Figura 3.713** muestran que el 77,4% de los árboles inventariados (24 de 731 árboles) se ubican en la clase diamétrica inferior a 20 cm, lo cual comprueba que la cobertura en estudio está dominada por individuos de bajo desarrollo, donde la aparición de fustales es escasa y aún más los individuos de diámetros superiores a 30 cm.

**Figura 3.713. Distribución diamétrica para los individuos inventariados en la vegetación secundaria baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



## Volumen

La **Tabla 3.551** resume los volúmenes totales y comerciales para cada una de las especies inventariadas en la vegetación secundaria baja.

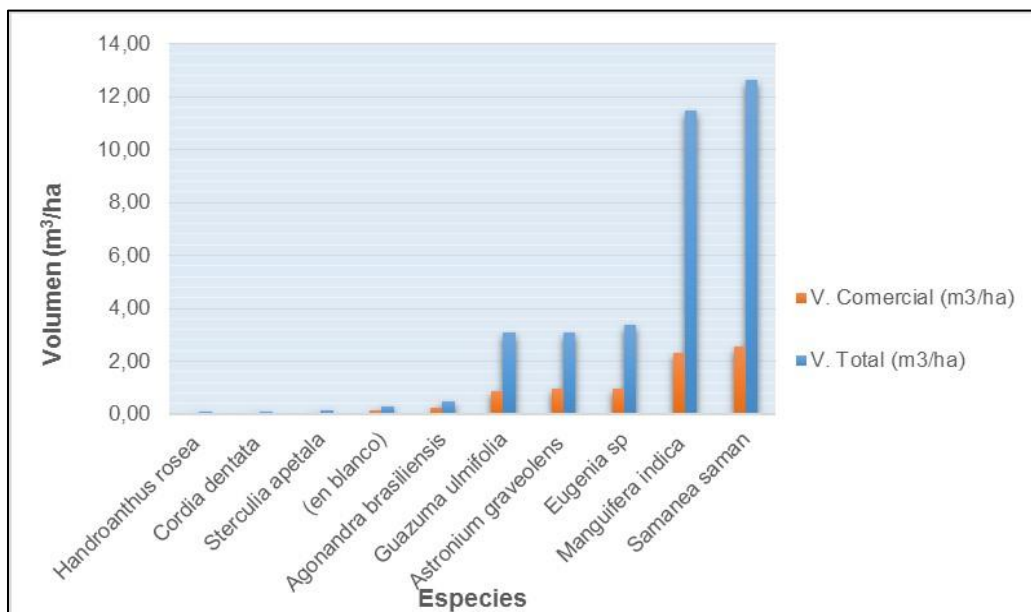
**Tabla 3.551. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> /ha)	VOLUMEN COMERCIAL (m <sup>3</sup> /ha)
Caimancillo	<i>Agonandra brasiliensis</i>	0,15	0,08	0,49	0,26
Camajón	<i>Sterculia apetala</i>	0,05	0,02	0,16	0,05
Campano	<i>Samanea saman</i>	3,79	0,77	12,65	2,57
Cereza extranjera	<i>Eugenia sp</i>	1,01	0,29	3,36	0,96
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,92	0,26	3,08	0,87
Mango	<i>Manguijera indica</i>	3,44	0,69	11,46	2,29
NN 2	(en blanco)	0,09	0,04	0,31	0,13
Quebracho - Santa Cruz	<i>Astronium graveolens</i>	0,93	0,29	3,11	0,96
Roble Extranjero	<i>Handroanthus rosea</i>	0,02	0,01	0,08	0,04
Uvito	<i>Cordia dentata</i>	0,03	0,01	0,11	0,03
<b>TOTAL</b>		<b>10,44</b>	<b>2,45</b>	<b>34,80</b>	<b>8,17</b>

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

La especie con el mayor registro de volumen para la cobertura fue el Campano (*Samanea saman*) con 12,65 m<sup>3</sup>/ha de volumen total y 2,57 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial, posteriormente aparece el Mango (*Manguijera indica*) con 11,46 m<sup>3</sup>/ha de volumen total y 2,29 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial. La cobertura en total registra un volumen de 34,80 m<sup>3</sup>/ha. (Figura 3.714).

**Figura 3.714. Volumen de las especies registradas en la vegetación secundaria baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.8.3 Grado de Agregación

Para entender mejor el valor arrojado por el grado de agregación (ver **Tabla 3.552**) se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando  $GA > 2$  la especie está agrupada.
- Cuando  $GA > 1$  la especie tiende al agrupamiento.
- Cuando  $GA < 1$  la especie se encuentra dispersa.

**Tabla 3.552. Grado de agregación por especie registrada en la vegetación secundaria baja.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GA
Caimancillo	Agonandra brasiliensis	0,41	0,07	0,16
Camajón	Sterculia apetala	0,41	0,03	0,08
Campano	Samanea saman	1,10	0,17	0,15
Cereza extranjera	Eugenia sp	0,41	0,07	0,16
Guásimo	Guazuma ulmifolia	1,10	0,43	0,39
Mango	Manguijera indica	0,41	0,03	0,08
NN 2	(en blanco)	0,41	0,03	0,08
Quebracho - Santa Cruz	Astronium graveolens	1,10	0,13	0,12
Roble Extranjero	Handroanthus rosea	0,41	0,03	0,08
Uvito	Cordia dentata	0,41	0,03	0,08

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Las 10 especies encontradas en las parcelas desarrolladas en la vegetación secundaria baja presentaron un grado de agregación inferior a 1, por lo cual se afirma que su distribución es dispersa en la cobertura.

#### 3.12.3.8.4 Conclusiones

En las tres parcelas realizadas en la vegetación secundaria baja se evaluaron un total de 31 individuos, 10 especies (aunque el NN 2 no se pudo identificar) y 8 familias, las familias más abundantes la Anacardiaceae y la Malvaceae con 2 especies cada una.

La especie con el mayor peso ecológico dentro de la cobertura fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), la cual registró un IVI de 70,01%, este valor es fuertemente influenciado por su abundancia, la más alta para la vegetación secundaria baja.

En cuanto a la estructura vertical, el diagrama de Ogawa mostró un solo estrato para la vegetación secundaria baja, mientras que la metodología propuesta, manifestó dos, el medio con 5 árboles y el inferior con 26 árboles.

La especie con la mayor posición sociológica relativa para la vegetación secundaria baja fue el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con el 48,2%, valor provocado directamente por su alta abundancia.

En la vegetación secundaria baja se presentaron cuatro clases diamétricas (I, II, VII y VIII), donde el 77,4% de los árboles inventariados se ubican en la clase diamétrica I (10 a 19,9 cm).

La especie con el mayor registro de volumen para la vegetación secundaria baja fue el Campano (*Samanea saman*) con 12,65 m<sup>3</sup>/ha de volumen total y 2,57 m<sup>3</sup>/ha de volumen comercial. La cobertura en total registra un volumen de 34,80 m<sup>3</sup>/ha.

En la vegetación secundaria baja las 10 especies encontradas obtuvieron un grado de agregación inferior a 1, por lo cual se considera que están distribuidas de manera dispersa en la cobertura.

#### 3.12.3.9 Índices de Diversidad para las Unidades de Cobertura Caracterizadas

A continuación, se presenta los índices de diversidad calculados para las coberturas vegetales evaluadas anteriormente, con el fin de realizar una comparación entre ellas y determinar cuál cobertura presenta los mayores niveles de riquezas de especies. Para su análisis, los índices son divididos en aquellos que se basan en la densidad de especie (Margalef y Menhinick), los establecidos en la abundancia de especies (Shannon – Wiener, Simpson, Berger – Parker) y el coeficiente de mezcla. En la **Tabla 3.553** se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 3.553. Comparación entre los índices de diversidad de las coberturas caracterizadas.**

COBERTURA	ESPECIES	INDIVIDUOS	ÍNDICE DE MARGALEFF	ÍNDICE DE MENHINICK	ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (1-D)	ÍNDICE DE BARGER PARKER		COEFICIENTE DE MEZCLA
							D	1/D	
Bosque denso alto inundable	13	125	2,485	1,163	1,835	0,7336	0,48	2,1	1:10
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	23	134	4,492	1,987	2,583	0,8925	0,2015	4,9	1;6
Bosque de galería y/o ripario	17	100	3,474	1,7	2,153	0,8348	0,3	3,3	1:6
Arbustal denso	27	106	5,575	2,622	2,974	0,9343	0,1415	7,1	1:4
Arbustal abierto	11	24	3,147	2,245	2,243	0,8785	0,2083	4,8	1.2
Vegetación secundaria alta	25	134	4,9	2,16	2,788	0,9169	0,1642	6,1	1:5
Vegetación secundaria baja	10	31	2,621	1,796	1,83	0,768	0,4194	2,4	1:3

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.12.3.9.1 Densidad de Especies

Los índices basados en la densidad de especies establecen una relación entre el número de especies y el número de individuos existentes en la muestra analizada. Para el caso de Margalef, valores inferiores a 2,0 son relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef. R, 1995).

El índice de Margalef y Menhinick calculado para las coberturas evaluadas, presenta un mayor registro en los arbustales densos (Margalef 5,6 y Menhinick 2,6) y la vegetación secundaria alta (Margalef 4,9 y Menhinick 2,2); en contraste, el bosque denso alto inundable fue la cobertura menos diversa de las 7 analizadas (Margalef 2,5 y Menhinick 1,2). Aunque los resultados arrojados muestran una mayor diversidad de especies en los arbustales densos y la vegetación secundaria alta, los valores en general son de ecosistemas de mediana diversidad.

### 3.12.3.9.2 Abundancia de Especies

Los índices basados en la abundancia relativa de especies buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa, en esta categoría se encuentran Shannon-Wiener, Simpson y Berger Parker.



### 3.12.3.9.2.1 Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener mide la heterogeneidad de la comunidad, donde el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes; este índice se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 2001). Según esto, las coberturas evaluadas presentan resultados muy similares, con valores sobre dos o muy cercanos a este registro, siendo el más alto, el arrojado por los arbustales densos, 2,97 y el más bajo el expuesto por el bosque denso alto inundable y la vegetación secundaria baja 1,83. En general, la diversidad de las 7 coberturas analizadas es de baja a media.

### 3.12.3.9.2.2 Índice de Simpson

El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa; por lo tanto a medida que aumenta D, disminuye la diversidad, lo cual es más bien contraintuitivo; por tal motiva, para la interpretación del índice de Simpson, los valores numéricos se expresan como  $1 - D$  o de forma recíproca ( $1/D$ ), de esta manera son directamente proporcional a la diversidad. Teniendo en cuenta lo anterior, las coberturas evaluadas presentan una diversidad entre media y baja, siendo más alta en los arbustales densos (0,93) y la vegetación secundaria alta (0,91) y menor en la vegetación secundaria baja (0,768) y el bosque denso alto inundable (0,733), coberturas donde una o dos especies dominan y no permiten la proliferación de nuevas especies.

### 3.12.3.9.2.3 Índice de Berger – Parker

El Índice de Berger Parker es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1, significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad (Magurran, 1988). Para su interpretación, al igual que con el índice de Simpson, se utiliza su recíproco,  $1/d$ ; en este sentido, la diversidad es directamente proporcional al valor calculado.

La tendencia mostrada en los anteriores índices se continúa manteniendo, donde los arbustales densos es la cobertura con la mayor diversidad de especies (7,1), en importancia le siguen el bosque fragmentado con vegetación secundaria con 4,9 y el arbustal abierto con 4,8; en contraste, la vegetación secundaria baja (2,3) y el bosque denso alto inundable (2,1) son las coberturas menos diversas.

### 3.12.3.9.3 Coeficiente de Mezcla

Los resultados expuestos en la **Tabla 3.553**, evidencian que los arbustales abiertos con 1:2 y la vegetación secundaria baja con 1:3, tienen la mayor proporción de mezcla, ya que, en promedio, las especies aparecen cada 2 y 3 individuos, en cambio, en el bosque denso alto inundable esto sucede cada 10 árboles. En general, los resultados expuestos evidencian

coberturas heterogéneas donde la aparición de nuevas especies se da en promedio cada 3 a 6 individuos.

#### 3.12.3.9.4 Conclusiones

Los arbustales densos presentaron los mayores datos de diversidad para las 7 coberturas caracterizadas, tanto en los índices basados en la densidad de especies, como aquellos sustentados en la abundancia, mostrando de forma general valores que reflejan una diversidad de media a alta; sin embargo, estos resultados pueden estar influenciados por la mayor cantidad de parcelas realizadas en esta unidad, 8 en total (0,8 ha), siendo la cobertura con la mayor intensidad de muestreo, factor que favorece la aparición de nuevas especies.

En contraste con los resultados presentados por los arbustales densos, el bosque denso inundable fue la unidad menos diversidad dentro del análisis realizado en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, donde todos los índices calculados mostraron valores de media a baja diversidad, resultado influenciado directamente por las condiciones medio ambientales de este tipo de vegetación, como son los escenarios inundables donde se manifiesta esta cobertura o suelos saturados con influencia marina en algunas partes de la cuenca, factores que restringe la aparición de especies y permiten la proliferación de aquellos individuos que toleran las particularidades del entorno.

#### 3.12.3.10 Especies en Veda o en Alguna Categoría de Amenaza

Al efectuar la caracterización de las coberturas vegetales dentro del área de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique, se identificaron diferentes especies, de las cuales se indagó si presentan alguna veda o si están incluidas en alguna categoría de amenaza. Para determinar la presencia de cada especie en alguna de las condiciones mencionadas anteriormente, se contrastó cada una contra los listados de la UICN (Lista Roja), el CITES (Convención Internacional Sobre el Comercio de Especies en Peligro de Extinción), la Lista Roja de Plantas Fanerógamas de Colombia del Instituto Alexander Von Humboldt, el Libro rojo de plantas de Colombia y la Resolución 0192 del 10 de febrero de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. En la **Tabla 3.554** se resumen las especies con algún grado de amenaza.

Los lineamientos establecidos por la UICN (2012) definen las siguientes categorías de amenaza:

**En peligro crítico (CR):** Un taxón está En Peligro Crítico cuando está enfrentando un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.

**En peligro (EN):** Un taxón está En Peligro cuando está enfrentando un muy alto riesgo de extinción en estado silvestre en el futuro cercano.

**Tabla 3.554. Especies en veda o alguna categoría de amenaza.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VEDA	CITES (2015)	RED LIST (UICN)	LIBRO ROJO DE PLANTAS FANERÓGAMAS DE COLOMBIA	LIBRO ROJO DE PLANTAS DE COLOMBIA (ESPECIES MADERABLES AMENAZADAS)	RESOLUCIÓN NO 0192 DEL 10 DE FEBRERO DE 2014	LIBRO ROJO DE PLANTAS DE COLOMBIA (PALMAS)
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Prieto	Nacional*		LC				
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí					NT		
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Bobo	Nacional / Regional**		LC				
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Zaragoza	Nacional*		LC				
Malvaceae	<i>Pachira quinata</i>	Ceiba Roja, Ceiba Tolúa						EN	
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Colorado	Nacional / Regional**		LC				
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	Guayacán de Bola					EN A2ac	EN	

\*Resolución 1602 de 1995 y 020 de 1996 del Ministerio de Medio Ambiente.

\*\* Resolución 1602 de 1995 y 020 de 1996 del Ministerio de Medio Ambiente. Resolución 0025 de 1996 de la CRA.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Vulnerable (VU):** Un taxón es Vulnerable cuando se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

**Preocupación menor (LC):** Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Las categorías de amenaza de la UICN (IBIDEM) poseen a su vez criterios, subcriterios, calificadores y un código de amenaza, los cuales se resumen en la **Tabla 3.555**.

**Tabla 3.555. Criterios de la lista roja de la UICN.**

CRITERIO	SUBCRITERIOS	CALIFICADORES	CÓDIGO
A. Rápida reducción en tamaño poblacional	1. Obvia reducción (observada, estimada o sospechada), en los últimos 10 años o 3 generaciones*, por causas reversibles y conocidas y ya no operantes, según cualquiera de los calificadores.	a. Observación directa. b. Un índice de abundancia apropiado para el taxón.	A1a A1b A1c A1d A1e
	2. Obvia reducción (observada, estimada o sospechada), en los últimos 10 años o 3 generaciones*, por causas que pueden estar operando aún, o que no son bien entendidas, o que no son reversibles, según cualquiera de los calificadores.	c. Una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat.	A2a A2b A2c A2d A2e
	3. Reducción proyectada o sospechada para los próximos 10 años o 3 generaciones*, según cualquiera de los calificadores.	d. Niveles de explotación reales o potenciales. e. Efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes competidores o parásitos.	A3b A3c A3d A3e
	4. Reducción (observada, inferida, estimada o sospechada) en 10 años o 3 generaciones*, y donde el lapso de tiempo debe incluir el pasado y el futuro, y cuyas causas pueden estar aun operando o no estar bien entendidas o no ser reversibles, según cualquiera de los calificadores.		A4a A4b A4c A4d A4e
B. Área pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante	1. Extensión de presencia (estimada) inferior a cualquiera de los umbrales expuestos abajo, y que cumple 2 cualquiera de los subcriterios. < 100 km <sup>2</sup> : CR < 5000 km <sup>2</sup> : EN < 2000 Km <sup>2</sup> : VU 2. Área de ocupación (estimada) inferior a cualquiera de los umbrales expuestos abajo y cumple 2 cualquiera de los subcriterios. < 10 km <sup>2</sup> : CR < 500 km <sup>2</sup> : EN < 200 Km <sup>2</sup> : VU	a. Severamente fragmentado o se conoce que existe en 1 sola localidad. b. Declinación continua (observada, inferida o proyectada) Fluctuaciones extremas.	B1a B1b B1c B2a B2b B2c
C. Población pequeña o en disminución	Tamaño estimado de la población (en número de individuos maduros) inferior al umbral estipulado abajo, y cumple al menos 1 o dos subcriterios: CR < 250 individuos maduros EN < 2500 individuos maduros VU < 10000 individuos maduros		C1 C2a C2b
D1. Población muy pequeña	Población < 50 individuos maduros: CR Población < 250 individuos maduros: EN Población < 1000 individuos maduros: VU	Ninguno	D1
D2. área muy pequeño	Área de ocupación < 20 km <sup>2</sup> o < 5 localidades (solo VU)	Ninguno	D2
E. Análisis de viabilidad poblacional	Probabilidad de extinción en estado silvestre: >50% en 10 años o en tres generaciones*: CR >20% en 20 años o en 5 generaciones*: EN >10% en 100 años: VU	Ninguno	E

Fuente: UICN.



### 3.12.4 Conclusiones Generales

Para evaluar las coberturas vegetales naturales y seminaturales (8 unidades en total) presentes en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se adelantaron 32 parcelas de 1.000 m<sup>2</sup> cada una, inventariando un área de 3,2 ha. En total en el muestreo se encontraron 674 individuos, 73 especies y 29 familias, donde las especies más abundantes fueron el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con 76 árboles, el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) con 60 individuos y el Uvito (*Cordia dentata*) con 44 árboles.

Las familias con mayor número de especies dentro de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique fueron: la Fabaceae (incluye las subfamilias Caesalpinioideae, Faboideae y Mimosoideae) con 21 especies, la Anacardiaceae, Bignoniaceae y Malvaceae (incluye las subfamilias Bombacoideae y Sterculioideae) con 4 especies cada una.

En el muestreo adelantado en la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se encontraron cuatro especies en veda, el Mangle Prieto (*Avicennia germinans*) y el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) según la resolución 1602 de 1995 del Ministerio de Medio Ambiente y el Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) y la Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) incluidos en la resolución en mención y también en la resolución 0025 de 1996 de la CRA.

En el inventario adelantado en las coberturas vegetales naturales de la Cuenca Hidrográfica Canal del Dique se encontraron dos especies reportadas en la resolución 192 del 10 de febrero de 2014 “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. Las especies en mención son: el Guayacán (*Bulnesia arborea*) y la Ceiba Roja (*Pachira quinata*) clasificadas como en peligro (EN).

El 66% (447 árboles) de los individuos evaluados en las 32 parcelas adelantadas, se ubican por debajo de los 10 metros de altura, demostrando que el estrato inferior domina en las coberturas vegetales naturales presentes en la Cuenca Canal del Dique.

El 66% de los árboles inventariados tienen un DAP menor a 20 cm, mostrando el bajo desarrollo de los individuos, donde los árboles de diámetros superiores son de escasa presencia en las coberturas evaluadas.

Una vez calculados los índices de diversidad para cada una de las coberturas vegetales y realizando un análisis de forma general, se observa una diversidad media en la cuenca, donde pocas especies dominan en los ecosistemas, lo que impide la proliferación de un mayor número de especímenes.

Los arbustales densos presentaron los mayores datos de diversidad para las 7 coberturas caracterizadas, tanto en los índices basados en la densidad de especies, como aquellos sustentados en la abundancia, mostrando de forma general valores que reflejan una diversidad de media a alta; sin embargo, estos resultados pueden estar influenciados por la mayor cantidad de parcelas realizadas en esta unidad, 8 en total (0,8 ha), siendo la cobertura con la mayor intensidad de muestreo, factor que favorece la aparición de nuevas especies.

En contraste con los resultados presentados por los arbustales densos, el bosque denso inundable fue la unidad menos diversidad dentro del análisis realizado en la Cuenca

Hidrográfica Canal del Dique, donde todos los índices calculados mostraron valores de media a baja diversidad, resultado influenciado directamente por las condiciones medio ambientales de este tipo de vegetación, como son los escenarios inundables donde se manifiesta esta cobertura o suelos saturados con influencia marina en algunas partes de la cuenca, factores que restringe la aparición de especies y permiten la proliferación de aquellos individuos que toleran las particularidades del entorno.

Los resultados mostrados por los arbustales densos y abiertos reflejan las características típicas de los ecosistemas de zonas áridas, tanto en su composición florística como en su fisionomía, donde dominan arbustos espinosos, con presencia de especies de la familia Cactácea, de porte bajo en general, las cuales son el resultado directo a las condiciones extremas del ambiente, como son las altas temperaturas, los suelos salinizados y las bajas precipitaciones a lo largo del año.

Las coberturas boscosas muestreadas en la Cuenca Canal del Dique (bosque denso alto inundable, bosque de galería y/o ripario, bosque fragmentado con vegetación secundaria y vegetación secundaria alta) muestran señales de intervención por parte de la comunidad aledaña, ya que árboles de grandes dimensiones son escasos, donde dominan los individuos de las categorías diamétricas inferiores, con alturas que no superan los 10 metros. Adicionalmente, las especies con valor comercial se inventariaron muy poco o son ausentes totalmente.

Los arbustales densos y abiertos se consideran áreas de importancia ambiental para la Cuenca Canal del Dique ya que poseen una fisionomía particular, que los convierten en ecosistemas casi exclusivos de las zonas áridas de Colombia, por tal razón se debe procurar su conservación.

Las coberturas boscosas compuestas por el bosque de galería, el bosque denso alto inundable, el bosque fragmentado y la vegetación secundaria alta son áreas de gran importancia ambiental para la Cuenca Canal del Dique, ya que suministran distintos servicios ambientales a la zona como refugio a distintas especies de fauna, cumplen una función proyectora y reguladora de agua, sirven como corredores de fauna y son reguladores climáticos, entre otros.

### 3.13 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA

La región Caribe cuenta con una gran riqueza en humedales y contiene el 82% de las ciénagas del país. Las ciénagas son humedales de importancia ambiental por las funciones que cumplen, como la de controlar inundaciones al estancar grandes cantidades de agua, regular los caudales de los ríos, retener los sedimentos al maximizar procesos de decantación y depósitos de materiales purificando el agua proveniente de las cuencas y de los asentamientos humanos adyacentes. Estos sistemas son el hábitat de una rica biodiversidad de flora y fauna que tienen importante valor ecológico y económico, ya que prestan servicios ecosistémicos y generan bienestar e ingresos a las poblaciones que se benefician directamente.

Los humedales son los principales ecosistemas de la cuenca, no sólo en términos del área total que abarcan, sino también por su riqueza natural y por los bienes y servicios que prestan a los pobladores de la cuenca y de la región Caribe, especialmente en términos del recurso hídrico para consumo humano y para el sector agropecuario, así como para el transporte fluvial.

El Canal del Dique es de una enorme importancia para la comunicación entre la ciudad de Cartagena y el río Magdalena. A través de esta arteria fluvial, la ciudad establece lazos comerciales y energéticos con el interior del país. Pero además de su papel económico, el Canal del Dique es fundamental para el funcionamiento ecológico de los sistemas acuáticos que se ubican en sus riberas y para otros ecosistemas más alejados pero que reciben su influencia. Además, varios asentamientos humanos hacen uso de sus aguas en acueductos y distritos de riego (CORMAGDALENA 2006).

#### 3.13.1 Metodologías Empleadas para la Consecución y Tratamiento de los Datos

##### 3.13.1.1 Metodología de Consecución de Datos

El objetivo principal de la fase de campo fue la utilización como herramienta de la Evaluación Ecológica Rápida-EER (TNC, 2002), para determinar el estado actual de las comunidades faunísticas además de realizar un inventario de los ecosistemas presentes en la Cuenca y determinar su potencial para la conservación y recuperación como base para el plan de ordenación y manejo ambiental de Cuenca Hidrográfica Canal del Dique.

Los puntos de muestreo seleccionados estuvieron ubicados en las coberturas que corresponden a bosques y áreas seminaturales (ecosistemas naturales y vegetación secundaria) de acuerdo con la clasificación de la metodología de Corine Land Cover (2010).

Los puntos de muestreo (**Figura 3.715**) establecidos para la Cuenca se relacionan en el **Anexo 3.13.1**, y su localización geográfica se puede observar en detalle en el **Anexo 3.13.2**, y fueron seleccionados para que cumplieran con las siguientes características:

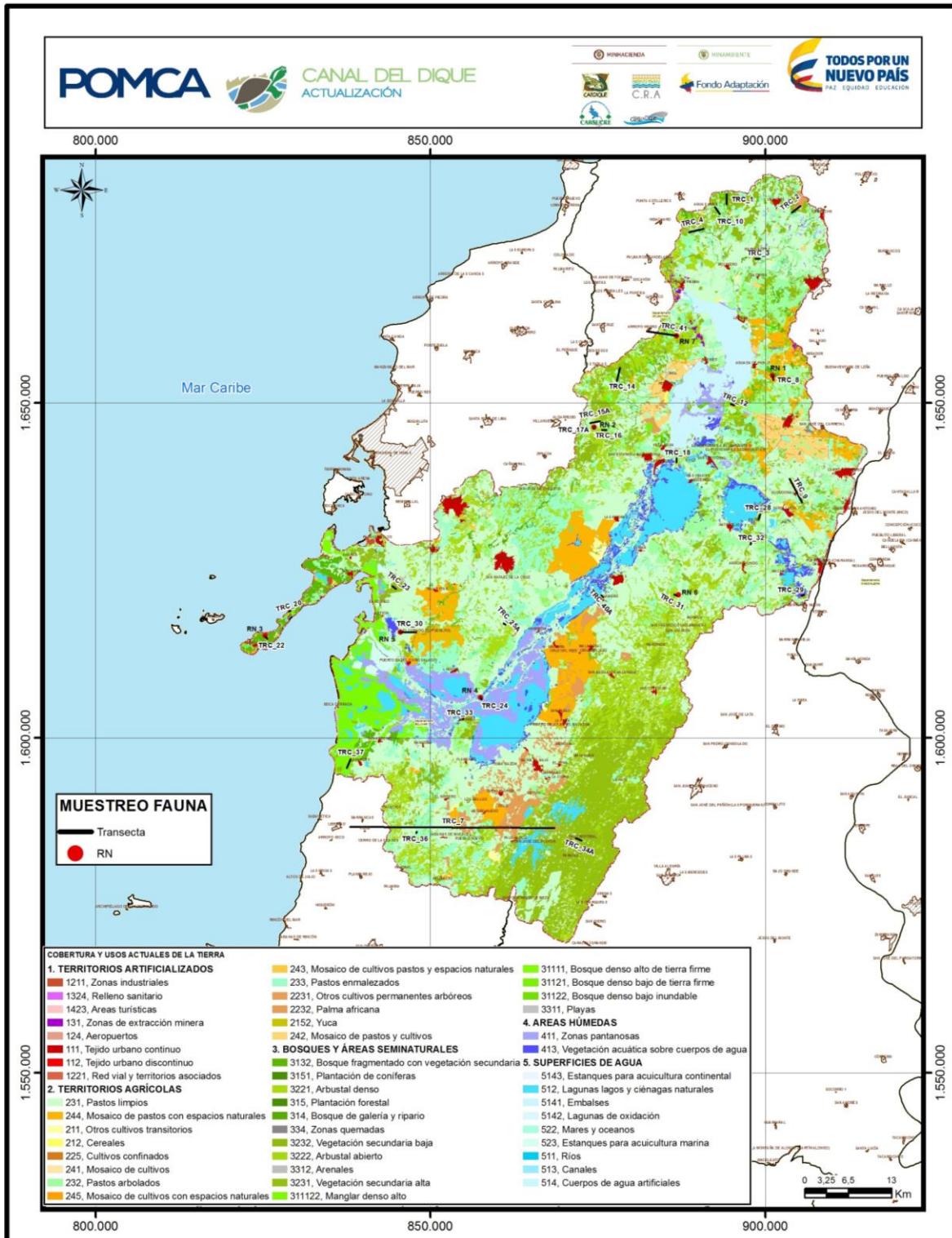
- Estado actual de las coberturas vegetales (unidades de cobertura de bosques naturales y áreas seminaturales y su disponibilidad).
- Representatividad florística y biológica.

- Importancia de la cobertura vegetal con la conectividad ecosistémica en el área de la Cuenca.
- Accesibilidad a dichos puntos.

Las metodologías del componente biótico de la fase de campo, que se utilizaron en el área de la Cuenca y que hacen parte de la fase de diagnóstico, tuvieron como propósito la caracterización florística y estructural de la vegetación natural, así como la identificación de las especies de fauna silvestre terrestre y fauna íctica y de los ecosistemas estratégicos presentes, y se desglosan desde la planificación, la realización y el análisis integral y final del estado florístico del área a estudiar. En el **Anexo 3.13.3**.se presenta el Formato de Campo Inventario de Fauna.



**Figura 3.715. Mapa de ubicación de métodos de colecta de información para fauna en la fase de campo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.1.1.1 Aves

Para caracterizar de forma rápida las comunidades de aves de una localidad, se llevaron a cabo las siguientes técnicas.

#### 3.13.1.1.1.1 Recopilación de Información Secundaria

Previo a la etapa de campo (fase de aprestamiento del POMCA) se realizó una búsqueda y análisis de información bibliográfica de estudios y literatura donde se reportaban las diferentes especies de avifauna que pueden encontrarse en la Cuenca y tener un listado preliminar de las posibles especies a encontrar.

#### 3.13.1.1.1.2 Transectos o Trayectos de Línea de Distancia Variable

Por medio de recorridos en 18 transectos establecidos en total, distribuidos entre las coberturas vegetales presentes en la Cuenca, se localizaron e identificaron las diferentes especies de avifauna que se observaron de manera directa durante el recorrido en dichos transectos y mediante el conteo se estimó la riqueza de especies del área. Estos recorridos se realizaron entre las 05:30 a.m., hasta las 11:00 a.m., y entre las 16:00 p.m., y 18:00 p.m., (horario en el cual se presenta la mayor actividad de aves).

Los trayectos se ubicaron de manera aleatoria y en la medida de lo posible se evitó el uso de senderos o veredas ya establecidas dado que su trazo responde a otras razones y no al muestreo de animales (Bibby, 1992) (Mandujano S., 1992) (Mandujano S., 1994).

Los trayectos se espaciaron razonablemente, fue necesario realizar camitas entre diferentes hábitats cerrados y abiertos, las rutas estuvieron en función de las características del área de estudio. Las rutas tuvieron de longitudes variables y fueron visitadas una sola vez.

### **Redes de Niebla**

Para complementar los datos conseguidos de la técnica de los registros visuales y auditivos, se colocaron redes de niebla, para la captura de aves conspicuas de acuerdo a la metodología de Ralph, et al. (1996), se instalaron 4 redes de niebla de 6 metros cada una, por estación. Las redes fueron ubicadas de manera estratégica buscando el límite entre dos tipos de hábitat, se revisaron cada 25 minutos aproximadamente, una vez detectada su captura por la red se procedió a ser extraída de la misma, identificada, fotografiada y liberada, evitando al máximo que pasaran por episodios de estrés.

La ubicación de las redes fue en el límite entre dos tipos de cobertura vegetal, como por ejemplo el linde entre un bosque y un pastizal, la línea divisoria entre dos tipos de bosque, una zona de arbustos en el interior de un bosque, el borde de un estanque, la ribera de un río, etc.

Las redes se abrirán desde el amanecer (5:30-6:00 a.m.) y se mantienen abiertas hasta las 10:30-11:00 de la mañana, cuando la actividad de las aves disminuye. En algunas ocasiones, cuando el muestreo se ve interrumpido por lluvia o en el caso en que no es posible, por las condiciones del terreno, colocar la totalidad de metros de redes, éstas se

pueden volver a abrir en la tarde hacia las 15:30 p.m., y se cierran entre las 18:00 y las 18:30 p.m. (Villarreal H., 2006).

Las redes no se operaron en situaciones de lluvia, viento y frío o calor intensos. En el momento que se presentó alguna de estas condiciones climáticas las redes fueron, serán cerradas de inmediato. Por ejemplo, la acción de la lluvia sobre el plumaje reduce la capacidad de aislamiento natural del ave, causando graves pérdidas de calor corporal; los vientos fuertes pueden causar serios enredos, así como acelerar la pérdida de calor del ave y en general, se cerrarán las redes en situaciones de viento constante de 15 km/h o ráfagas de 25 km/h. En condiciones de calor intenso con sol directo y viento en calma, un ave atrapada en las redes puede morir en poco tiempo. Bajo tales condiciones las aves no deben permanecer en las redes más de 15 minutos.

La identificación de las especies se realizó principalmente con la experticia del ornitólogo, usando además las guías de campo de Hilty y Brown (Brown, 2009), (Robin Restall, 2007) (McMullan M, 2010) (**Fotografía 3.279** y **Fotografía 3.280**).

**Fotografía 3.279. Instalación redes de niebla (captura de aves).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.280. Transectos para avistamientos de aves.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.13.1.1.2 Mamíferos

La caracterización de las especies de mamíferos presentes en el área de estudio se realizó de la siguiente manera.

#### 3.13.1.1.2.1 Recopilación de la Información Secundaria

Previo a la etapa de campo (fase de aprestamiento del POMCA y fase pre-campo) se realizó una búsqueda y análisis de información bibliográfica de estudios y literatura donde se reportaban las diferentes especies de mastofauna que pueden encontrarse en la Cuenca y tener un listado preliminar de las posibles especies a encontrar.

#### 3.13.1.1.2.2 Inventario por Transectos

Se realizaron recorridos de observación directa, los cuales serán recorridos libres por caminos, senderos y trochas disponibles en los diferentes tipos de cobertura de la cuenca hidrográfica, la metodología que se empleó fue una caminata lenta (con una velocidad aproximada de 0,7 a 1 km/hora) (Sánchez F, 2004). Durante el recorrido se buscó hallazgos directos (individuos). Todas las observaciones de ejemplares se georreferenciaron utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Los horarios de búsqueda fueron de 6:00am a 10:00am.

#### 3.13.1.1.2.3 Inventario Dirigido

Se realizaron búsquedas e inspecciones de cuevas, recorridos por corrientes de agua y vigilancia de fuentes de agua, en busca de evidencia de murciélagos, nutrias y otros mamíferos que aprovechen los recursos antes mencionados. Los horarios de búsqueda fueron de 6:00am a 10:00am., y 16:00 y 18:00 horas.

#### 3.13.1.1.2.4 Rastros

Con el objetivo de buscar evidencia directa e indirecta de la presencia de mamíferos desde el suelo hasta el dosel en las diferentes coberturas de la tierra, se realizaron transectos en los cuales se registraron y geo referenciaron las huellas, heces, madrigueras, refugios, marcas o rasguños, partes del cuerpo (pelo, púas, espinas), olores y evidencias de predación (Tirira D.G., 2007), (Sánchez F, 2004) y (Rogriguez C., 2005) y otros rastros que permitan determinar de forma indirecta la presencia de las diferentes especies de mamíferos en la zona. En el caso de la observación directa de individuos, se registrarán algunas características ecológicas de la especie (tipo de alimento consumido, comportamiento, estrato de la vegetación donde se encuentre, etc.). Para identificar y procesar los rastros se seguirán los protocolos metodológicos propuestos por (Aranda J., 1981) (Emmons LH, 1997) y (Navarro J. F., 2000). La aplicación de esta técnica se llevará a cabo entre las 6:00am a 10:00am., y 16:00 y 18:00 horas (ver de la **Fotografía 3.281** a la **Fotografía 3.283**).



**Fotografía 3.281.Registro de huellas *Procyon cancrivorus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.282.Registro de madrigueras.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.283. Búsqueda de huellas y rastros.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.13.1.1.2.5 Redes de Niebla

Para captura de mamíferos voladores (murciélagos). Se emplearon 4 redes de niebla (dispuestas a manera de línea). Estas se ubicaron entre los 0 y 4 m de altura abiertas entre las 18:00 y las 23:00 horas (Sánchez F, 2004), en sitios estratégicos escogidos con base en criterios como presencia de plantas en fructificación y floración, cercanía a cuerpos de agua, zonas tránsito y bordes de bosques.

La determinación taxonómica de los individuos capturados se realizó por medio de claves especializadas. Referenciando las especies identificadas por contacto visual o por hallazgo de rastros. Fueron ubicados 10 puntos de redes de niebla, en donde se realizó contención de mamíferos voladores (Orden chiroptera) con un total de 120 horas /red.

La información recolectada fue posteriormente analizada mediante la aplicación de índice de diversidad alpha y beta, curvas de acumulación de especies, riqueza y composición. Con lo cual se evaluó la similitud de las unidades de cobertura y se reconoció las áreas de importancia ambiental (**Fotografía 3.284**).



**Fotografía 3.284. Instalación redes de niebla captura de mamíferos voladores.**

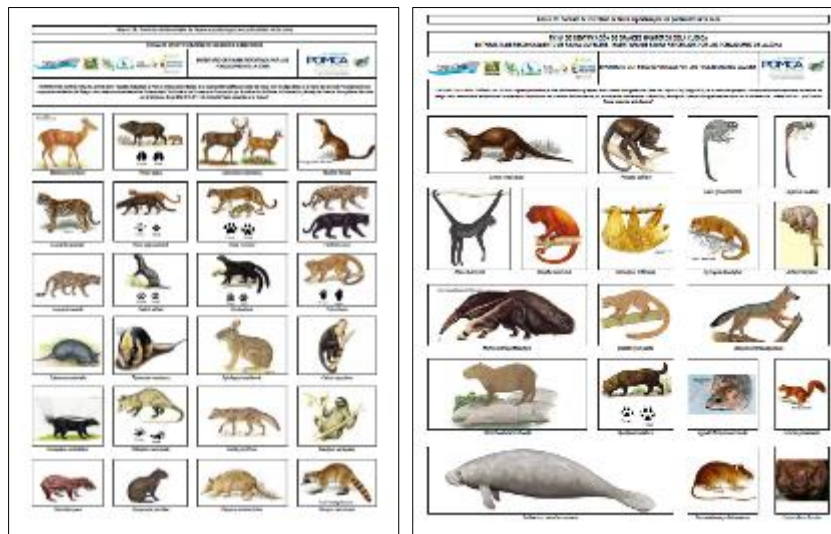


Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.13.1.1.2.6 Entrevistas a la Población Local

Consiste en realizar entrevistas (**Figura 3.716**), a cazadores y leñadores los cuales recorren constantemente el área y son conocedores locales sobre los mamíferos conspicuos que habitan en la Cuenca. La identificación de las especies de este grupo faunístico, durante las encuestas se hará con láminas de las especies neotropicales (Emmons LH, 1997). (**Anexo 3.13.4**).

**Figura 3.716. Formato de encuestas para mamíferos conspicuos de la Cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.1.1.3 Anfibios y Reptiles

Se tomaron datos relacionados con la composición, riqueza y abundancia relativa de anfibios y reptiles en los diferentes tipos de hábitats que se encuentren en el área. Cada ejemplar capturado se almacena temporalmente en bolsas de tela, para proceder a realizar el registro fotográfico y posteriormente la determinación taxonómica. Los individuos fueron liberados en el mismo sitio de captura una vez fotografiados. Los métodos a utilizados para el muestreo de esta fauna se mencionan a continuación.

#### 3.13.1.1.3.1 Transectos con Búsqueda Libre

Es el método más eficiente para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo. Consiste en realizar caminatas durante el día y la noche, en busca de anfibios y reptiles, llevando a cabo el conteo de las especies observadas en el transecto. Su objetivo es registrar el mayor número posible de especies (Angulo A., 2006). Se realizaron aproximadamente 10 transectos de 100 m de longitud y 2 m de ancho en cada tipo de hábitat y se revisó minuciosamente troncos, rocas, y otros sitios de uso de este tipo de fauna, cada transecto estará una distancia mínima de 250 m, uno del otro. Los recorridos efectuarán entre las 8:00 y las 12:00 horas para las especies diurnas y las 18:00 y 22:00 horas para las especies nocturnas. Cada individuo será determinado, fotografiado y posteriormente liberado (**Fotografía 3.285** y **Fotografía 3.286**).

#### **Fotografía 3.285. Búsqueda libre de individuos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.286. Búsqueda libre de individuos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.13.1.1.3.2 Método VES Visual Encounter Survey

El Muestreo por Encuentros Visuales (Visual Encounter Survey, VES) es una técnica utilizada en el inventario y/o monitoreo de anfibios y reptiles para determinar la riqueza de especies en un área y estimar las abundancias relativas de las especies en un ensamblaje (Crump N., & Scott M., 1994) (Heyer, 2001) (Angulo A., 2006) consiste en la búsqueda de individuos en un área delimitada y durante un tiempo previamente definido en cada una de las coberturas de vegetación identificadas, durante los recorridos de observación y captura, se enfatizará en la localización de cuevas, nidos de espuma, huellas, heces, animales muertos, canto, mudas de piel, restos óseos y caparzones. En la medida que la observación directa es difícil, la búsqueda de estos rastros, señales e indicios son buen criterio para detectarlos, asimismo, este tipo de detección fue georreferenciado (**Fotografía 3.287**).

**Fotografía 3.287. Encuentro visual de individuos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

3.13.1.1.4 Peces

Los métodos para el inventario de peces son claros y en un corto tiempo pueden producir listados de especies útiles. Como las aves y algunos mamíferos, muchos peces son migratorios y por lo tanto sólo habitan cierto trecho de un río o recurso hídrico durante temporadas específicas. En lugares de mayor altitud la fauna ictiológica puede ser pobre o no existir. Muchas especies de peces tienen valor económico y, por lo tanto, necesitan de manejo para prevenir el decrecimiento de las reservas.

Para realizar el estudio de la ictiofauna presente en la Cuenca Canal del Dique, se utilizaron dos métodos como se relacionan a continuación.

3.13.1.1.4.1 Revisión de Información Secundaria

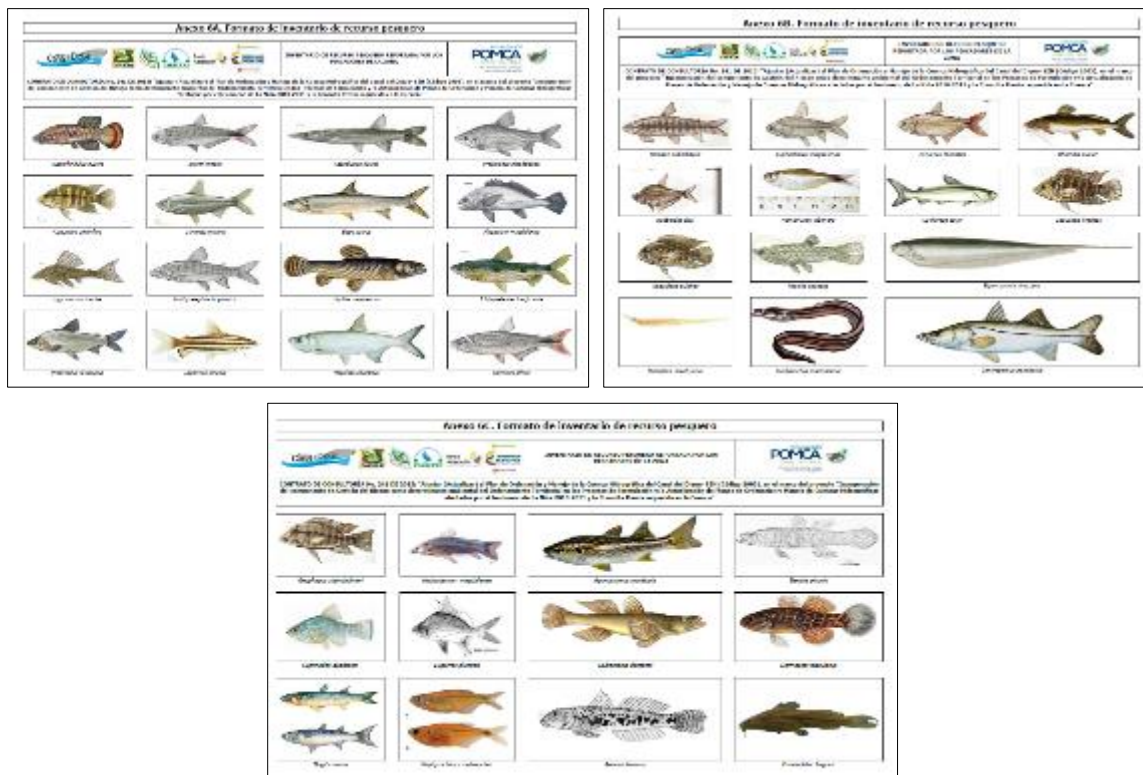
Se recopiló información secundaria correspondiente a publicaciones en revistas científicas, libros, colecciones, informes, tesis y bases de datos. Esta información fue listada y comparada con la información obtenida directamente en campo:

- Revistas especializadas (ej. Biota Colombiana).
- Libros (ej. Peces de los Andes de Colombia, Peces del Norte de Colombia, The Fishes of Western South América. Part 1).
- Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF).
- Sistema de Información Biológica de Colombia (SIB Colombia).

3.13.1.1.4.2 Entrevistas con los Pescadores del Área de Influencia

Se realizaron entrevistas (**Figura 3.717**) con los pescadores indagando sobre aspectos como: ictiofauna presente en la cuenca, estado actual de la pesca, procesos de comercialización, principales problemáticas ambientales sobre el recurso, artes de pesca usados (atarrayas, trasmallos, anzuelos, nasas, etc.). (**Anexo 3.13.5**).

**Figura 3.717. Formatos de encuestas sobre peces a pescadores del área de influencia de la Cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Aprovechando las capturas que realicen los pescadores, se efectuó una identificación preliminar de los ejemplares colectados y luego con ayuda de los registros fotográficos, se corrobora dicha identificación hasta el nivel taxonómico posible. Las claves taxonómicas utilizadas son las de Peces del Norte de Colombia (Dahl G., 1971) y la de Peces de los Andes de Colombia. Guía de Campo (Maldonado-Ocampo J. A., 2005) entre otras (ver de la **Fotografía 3.288** a la **Fotografía 3.291**).



**Fotografía 3.288. Mientras se realizaba encuesta a pescador en el sector de las compuertas del Embalse del Guájaro.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.289. Encuesta a poblador de la zona en Higuieretal, municipio: Soplaviento.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.290. Sitio de acopio Agropez, encuesta a personal en Agropez. En el corregimiento: Pasacaballos.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.291. Encuesta realizada a pescador del embalse de Matuya, municipio: María la baja.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.1.2 Geo Localización de los Métodos de Muestreo Utilizados

Para la caracterización y el análisis de la biodiversidad de la Cuenca Canal del Dique se establecieron los siguientes grupos faunísticos como indicadores ambientales: aves, anfibios, reptiles, mamíferos y peces (mediante encuestas a los pobladores). Se dispusieron 30 puntos de monitoreo entre las diferentes coberturas vegetales que componen la cuenca, posterior se organizó y clasificó taxonómicamente la información de los diferentes grupos faunísticos, con el objetivo de identificar y priorizar ecosistemas estratégicos ya que estos poseen un alto valor para la conservación, son los que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país.

En la **Tabla 3.556** se relacionan los 30 transectos y 7 redes de niebla para el muestreo realizado durante el mes de noviembre del año 2016.

**Tabla 3.556. Geo referenciación de los puntos de muestreo de fauna en la cuenca.**

PTO DE MONITOREO	COORDENADAS TRANSECTO				COBERTURA VEGETAL
	INICIAL		FINAL		
	NORTE	OESTE	NORTE	OESTE	
TRC_1	10° 45.219'	75° 02.676'	10° 44.412'	75° 02.676'	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
TRC_2	10° 43.759'	74° 57.313'	10° 44.259'	74° 56.629'	Vegetación secundaria baja
TRC_3	10° 39.987'	75° 00.276'	10° 39.986'	74° 59.681'	Bosque de galería y/o ripario
TRC_4	10° 42.130'	75° 05.755'	10° 42.404'	75° 04.561'	Arbustal denso
TRC_7	09° 53.850'	75° 16.597'	09° 53.884'	75° 33.277'	Vegetación secundaria alta
TRC_8	10° 30.526'	74° 58.845'	10° 30.185'	74° 58.808'	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
TRC_9	10° 20.306'	74° 56.437'	10° 22.166'	74° 57.441'	Vegetación secundaria baja
TRC_10	10° 44.148'	75° 03.641'	10° 43.609'	75° 03.230'	Bosque de galería y/o ripario

PTO DE MONITOREO	COORDENADAS TRANSECTO				COBERTURA VEGETAL
	INICIAL		FINAL		
	NORTE	OESTE	NORTE	OESTE	
TRC_12	10° 28.227'	75° 02.383'	10° 28.126'	75° 02.006'	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
TRC_14	10° 31.102'	75° 11.373'	10° 30.077'	75° 11.607'	Plantación forestal
TRC_15 <sup>a</sup>	10° 26.654'	75° 13.782'	10° 26.802'	75° 12.980'	Arbustal denso
TRC_16	10° 26.085'	75° 12.813'	10° 26.085'	75° 12.459'	Vegetación secundaria alta
TRC_17 <sup>a</sup>	10°26'18.37"	75°13'28.45"	10°26'12.96"	75°13'30.23"	Arbustal denso
TRC_18	10° 23.805'	75° 06.714'	10° 23.490'	75° 06.719'	Arbustal denso
TRC_20	10° 11.299'	75° 38.361'	10° 11.327'	75° 38.259'	Bosque denso alto inundable
TRC_22	10° 09.283'	75° 40.302'	10° 09.093'	75° 40.151'	Vegetación secundaria baja
TRC_23	10° 13.387'	75° 29.913'	10° 13.179'	75° 29.639'	Arbustal denso
TRC_24	10° 04.385'	75° 22.665'	10° 04.251'	75° 22.586'	Vegetación secundaria alta
TRC_25 <sup>a</sup>	10°10'24.50"	75°20'47.05"	10°10'17.90"	75°20'40.84"	Arbustal denso
TRC_28	10° 18.906'	74° 59.979'	10° 19.281'	74° 59.854'	Arbustal denso
TRC_29	10° 12.803'	74° 56.234'	10° 12.719'	74° 56.435'	Vegetación secundaria alta
TRC_30	10° 09.659'	75° 29.263'	10° 09.665'	75° 27.970'	Bosque denso alto inundable
TRC_31	10° 12.805'	75° 06.845'	10° 12.704'	75° 06.651'	Arbustal denso
TRC_32	10° 16.981'	75° 00.607'	10° 16.864'	75° 00.618'	Bosque de galería y ripario
TRC_33	10°2'36.15"	75°24'6.12"	10°2'41,84"	75°24'3.16"	Arbustal abierto
TRC_34 <sup>a</sup>	9°53'1.92"	75°14'49.42"	9°52'52.00"	75°14'22.49"	Vegetación secundaria alta
TRC_36	9°53'31.18"	75°27'50.82"	9°53'25.60"	75°27'51.71"	Vegetación secundaria alta
TRC_37	09° 59.363'	75° 33.273'	09° 58.666'	75° 33.567'	Bosque denso alto inundable
TRC_40 <sup>a</sup>	10°12'32.79"	75°12'39.02"	10°12'43.22"	75°12'48.34"	Arbustal abierto
TRC_41	10° 33.738'	75° 06.714'	10° 34.062'	75° 09.129'	Bosque de galería y/o ripario
RN 1	10° 30.543'	74° 58.842'			Bosque fragmentado con vegetación secundaria
RN 2	10° 26' 18.37"	75° 13' 26,57"			Arbustal denso
RN 3	10° 09.317'	75° 40.254'			Vegetación secundaria baja
RN 4	10° 04.391'	75° 22.641'			Vegetación secundaria alta
RN 5	10° 09.665'	75° 29.223'			Bosque denso alto inundable
RN 6	10°12'45.50"	75° 6'29.84"			Arbustal denso
RN 7	10° 33.723'	75° 06.707'			Bosque de galería y/o ripario

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.6.** Inventario de Fauna en Campo se presentan los formularios diligenciados en campo donde se recogieron las variables evaluadas a los individuos inventariados en cada punto de muestreo.

Todas las observaciones de ejemplares se georeferenciaron utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y se llevaron a una base de datos "GDB" (**Anexo 3.13.7.**)

### 3.13.1.3 Estrategias de Análisis de la Información y Tratamiento de los Datos Obtenidos

Este paso consistió en la organización de los datos primarios de cada comunidad en tablas, expresando los resultados en términos de organismos, para luego procesarlos de acuerdo a lo requerido por cada método estadístico o software. A continuación, se describen los métodos e índices utilizados para el procesamiento de los datos obtenidos en campo.

#### 3.13.1.3.1 Curvas de Acumulación de Especies

Una vez realizado el inventario, se determinó si la muestra era representativa del atributo medido por medio de curvas de acumulación de especies, para lo cual se procesó la información con el programa disponible en Internet: Estimates (URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>) (Villarreal H., 2004).

#### 3.13.1.3.2 Metodología Estadística (Índices para medir Diversidad)

La diversidad alfa o local corresponde a la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel local (Villarreal H., 2004). Para el análisis de los datos de fauna en el área de la Cuenca, se estableció el número de especies (riqueza específica) y datos estructurales como abundancias para cuantificar la diversidad a nivel local.

#### 3.13.1.3.3 Índices de Diversidad, Riqueza y Dominancia

La biodiversidad también llamada diversidad biológica, hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra. Existen diversos tipos de índices, de diversidad, de riqueza y de dominancia. Por ejemplo, los índices de riqueza indican el número de elementos, normalmente número de especies (nivel específico), o del número de hábitats o unidades ambientales diferentes (nivel ecosistémico).

Cada uno de los índices es unidimensional y de lectura limitada, por lo que las comparaciones y valoraciones de la diversidad son incompletas en estos términos, es decir, no es posible comparar valores entre distintos índices, por lo tanto, se hace necesario la descripción de varios índices con el fin de detallar de la mejor manera las variaciones que puede tener el ecosistema en el tiempo. Es así como las mediciones de riqueza y abundancia relativa se han convertido en estándares básicos de índices ecológicos.

#### 3.13.1.3.3.1 El Índice de Shannon-Weiner

Es un estadístico utilizado como índice de diversidad muy utilizado. Tiene en cuenta la equidad de la muestra, es decir que tiene en cuenta la abundancia de todas las especies y es independiente del tamaño de la muestra (Moreno, 2001). Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i \quad (1)$$

Dónde: pi es la proporción de individuos de cada especie en el número total de organismos en la muestra.

Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Weiner son de 0.0-5.0 bits/individuo los cuales se clasifican según el rango en el que se ubiquen los resultados en aguas muy contaminadas cuyos valores oscilan entre 0.0-1.5 bits/individuos, aguas medianamente contaminadas con valores de 1.5-3.0 bits/individuos y aguas muy limpias cuyos valores se ubican dentro de un rango de 3.0-5.0 bits/individuos (Roldán y Ramírez, 2008).

### 3.13.1.3.3.2 El Índice de Simpson

También conocido como el índice de dominancia, permite medir si algunos organismos dominan sobre otros. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Moreno, 2001).

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. El índice más utilizado es lambda prima ( $\lambda'$ ). Se calcula de la siguiente manera:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad (3)$$

Dónde:

Pi= a la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### 3.13.1.3.3.3 El Índice de Diversidad de Margalef

Varía con el tamaño de la muestra y tiene en cuenta la relación entre el número de especies y el número total de individuos (Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente ecuación:

Donde, S= número de especies y N=número total de individuos. Este índice varía entre 0 y 30, cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiene a 0 (Roldán y Ramírez, 2008).

## 3.13.2 Caracterización de la Fauna de la Cuenca

### 3.13.2.1 Aves

Dentro del territorio colombiano se encuentran registrados alrededor de 1800 especies, las cuales equivalen al 20% del total registrado para el mundo, por lo que el país ocupa el



primer lugar en cuanto a riqueza de aves (Rios, O. & Rengifo, J., 2007). La Cuenca Canal del Dique presenta una amplia gama de nichos ecológicos por lo que constituye un escenario idóneo para la presencia de diferentes especies de aves de acuerdo a la investigación bibliográfica se encuentran alrededor de 297 especies potenciales relacionadas en la **Tabla 3.557**, sin embargo, durante el trabajo de campo se pudo calcular una riqueza de 101 especies avistadas el muestreo realizado.

**Tabla 3.557. Listado de especies de aves potenciales en la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamu chico	BS
Anseriformes	Anhimidae	<i>Chauna chavria</i>	Chavarri	HD, Mg, T
	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguaza maria	HD
		<i>Dendrocygna viudata</i>	Iguaza careta	HD
		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Iguaza comun	HD, Mg
		<i>Cairina moschata</i>	Pato real	HD, Mg, T
		<i>Anas bahamensis</i>	Pato cariblanco	PL
		<i>Anas discors</i>	Pato careto	HD, PL
		<i>Nomonyx Dominucus</i>	Pato Encapuchado	HD
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis garrula</i>	Guachararaca caribeña	AP, BS
		<i>Crax alberti</i>	Paujil colombiano	BS, HD
	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz comun	AP
Podicipediformas	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico	HD, T
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor comun	HD, Mg
Suliformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano comun	AM, Mg, P
	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Piquero café	AM
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran neotropical	AM, HD, Mg, P, PL, T
	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	Mg
Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata Magnificens</i>	Fragata comun	AM, Mg, P
	Ardeidae	<i>Tigrisoma lienatum</i>	Vaco colorado	HD, T
		<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Vaco cabecinegro	HD, Mg, T
		<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Vaco mejicano	Mg
		<i>Agamia Agami</i>	Garza colorada	Mg
		<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharon	Mg, T
		<i>Ixobrychus involucris</i>	Avetorrillo estriado	Mg, T

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco comun	AP, BS, HD, Mg, T
		<i>Nyctansa violacea</i>	Guaco manglero	AP, BS, Mg, PL
		<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	PL, T
		<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	HD, Mg, PL, T
		<i>Bulbucus ibis</i>	Garcita del ganado	AP, HD, Mg, T
		<i>Ardea herodias</i>	Garzon migratorio	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Ardea cocoi</i>	Garzon azul	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Ardea alba</i>	Garza real	AP, HD
		<i>Pilherodius pileatus</i>	Garza crestada	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	HD, Mg, P, PL, T
		<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	Mg
		Thereskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco
	<i>Eudocimus ruber</i>		Coracora	Mg
	<i>Plegadis falcinellus</i>		Ibis pico de hoz	HD, Mg
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis verde		HD	
<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito		AP, HD, T	
<i>Platalea ajaja</i>	Espatula		Mg, P, PL	
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cabeza de hueso	Mg, PL
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala comun	AP, HD, Mg, P, T
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala sabanera	HD, T
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo comun	AP, BS, HD, Mg, P, PL
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	AM, HD, Mg, P, PL, T
	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Caracolero selvatico	HD
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Aguila enana	AP, HD
		<i>Elanus leucurus</i>	Aguila blanca	AP, HD, T
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero comun	HD, T, Mg
		<i>Ictinia plumbea</i>	Aguililla plumiza	AP, HD
<i>Geranospinoza caerulescens</i>	Aguililla zancona	AP, BS		

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Cangrejero negro	Mg, P, PL, T
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Cangrejero mayor	HD, Mg, P, T
		<i>Buteogallus meridionalis</i>	Aguila sabanera	HD, AP
		<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguila cienaguera	HD, Mg T
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguila rabiblanca	HD
		<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilan caminero	AP, BS, HD, T
		<i>Buteo platypterus</i>	Aguila migratoria	PL
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Guaraguaco comun	AP, BS, HD
		<i>Milvago chimachima</i>	Pigua	AP, BS, HD, Mg, P, PL
		<i>Herpethotes cachinnans</i>	Halcon culebrero	HD, T
		<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcon collarajo	BS, AP
		<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	AP
		<i>Falco ruficularis</i>	Halcon muerciaguero	AP
		<i>Falco femoralis</i>	Halcon plomizo	AP
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino	AM, Mg, PL
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	HD, T
	Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	Chilacoa colinegra	Mg
		<i>Aramides axillaris</i>	Chilacoa costera	Mg
		<i>Laterallus algibularis</i>	Polluela chocoana	Mg
		<i>Gallinula chloropus</i>	Palla gris	HD, T
		<i>Porphyrio martinica</i>	Polla azul	HD, T
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de cienaga	AP, HD, T
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela	HD, PL
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar comun	AP, HD, P, PL, T
		<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	PL
		<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo pechinegro	P, PL
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito semipalmeado	P, PL
		<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlito piquigrueso	HD, P, PL
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito colirrojo	P
		<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito collarajo	HD, P, PL
	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Becasina piquicorta	PL
<i>Limnodromus scolopaceus</i>		Becasina piquilarga	PL	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito comun	P, PL
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Andarrios comun	HD, PL, T
		<i>Tringa flavipes</i>	Andarrios patiamarillo	PL, T
		<i>Tringa solitaria</i>	Andarrios solitario	HD, PL, T
		<i>Cataptrophorus semipalmatus</i>	Andarrios alinegro	P, PL
		<i>Actitis macularia</i>	Andarrios maculado	HD, Mg, PL, T
		<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedras	P, PL
		<i>Calidris alba</i>	Correlimos blanco	P, PL
		<i>Calidris pusilla</i>	Correlimos semipalmeado	PL
		<i>Calidris mauri</i>	Correlimos picudo	P, PL
		<i>Calidris minutilla</i>	Correlimos diminuto	HD, PL
		<i>Calidris bairdii</i>	Correlimos patinegro	PL
		<i>Calidris melanotos</i>	Correlimos pectoral	PL
		<i>Steganopus tricolor</i>	Falaropo tricolor	PL
	Stercorariidae	<i>Stercorarius maccormicki</i>	Pagalo del polo sur	AM, Mg, P
		<i>Stercorarius pomarinus</i>	Pagalo pomarino	AM, P
		<i>Stercorarius parasiticus</i>	Pagalo parasitico	AM
	Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota Reidora	AM, P
		<i>Sterna nilotica</i>	Gaviotín Blanco	AM, HD
		<i>Sterna caspia</i>	Gaviotín Piquirrojo	AM, P
		<i>Sterna sandvicensis</i>	Gaviotín Patinegro	AM, HD
		<i>Sterna maxima</i>	Gaviotín Real	AM, HD, P, T
		<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín Común	AM
<i>Sterna superciliaris</i>		Gaviotín Fluvial	HD, Mg	
Rynchopidae	<i>Rhynchops niger</i>	Picotijera	AM, HD	
Colombiformes	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Tortolita Diminuta	AP
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Común	AP, HD, Mg, PL, T
		<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azul	T
		<i>Columba livia</i>	Paloma Común	Mg, T
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	Torcaza Morada	AP, BS, PL, T
		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza Nagüiblanca	AP, BS, HD, T
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Caminera Rabiblanca	AP, BS, HD, T



ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga pertinax</i>	Perico Carisucio	AP, BS, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	Periquito Azulejo	AP
		<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de Anteojos	BS, HD
		<i>Brotogeris jugularis</i>	Periquito Bronceado	AP
		<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra Cheja	AP
		<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora Común	AP, BS, Mg, P, PL, T
		<i>Amazona amazonica</i>	Lora Cariamarilla	AP, Mg, P, PL, T
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus pumilus</i>	Cuclillo Rabicorto	HD, T
		<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo Migratorio	P
		<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	AP, BS, Mg
		<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero Mayor	BS, HD, Mg, PL, T
		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Común	AP, HD, T
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Cirigüelo	HD, T
		<i>Tapera naevia</i>	Trespiés	AP, HD
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza Común	AP
	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Currucutú Común	AP, BS
		<i>Bubo virginianus</i>	Búho Real	BS
		<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho Rayado	AP
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	Bienparado Común	AP
	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	AP, HD, Mg
		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Migratorio	T
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Guardacaminos Común	AP, BS
		<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Guardacaminos de Carolina	Mg
		<i>Caprimulgus cayennensis</i>	Guardacaminos Rastrojero	AP, BS, HD
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo Cuellirrojo	Mg, T
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de Collar	Mg, T
		<i>Chaetura sp.</i>	Vencejo	Mg
	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Ermitaño Carinegro	AP, BS

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango Pechinegro	AP, BS
		<i>Chlorostilbon gibsoni</i>	Esmeralda Piquirroja	AP, BS, HD, P, T
		<i>Damophila julie</i>	Damófila Pechiverde	AP
		<i>Lepidopyga coeruleogularis</i>	Colibrí Zafirino	Mg
		<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Colirrufo	AP, BS
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón Violáceo	Mg, T
		<i>Trogon melanurus</i>	Trogón Colinegro	Mg
Coraciformes	Alcedinidae	<i>Ceryle torquata</i>	Martín Pescador Mayor	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Ceryle alcyon</i>	Martín Pescador Migratorio	HD, Mg, T
		<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín Pescador Matraquero	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Chico	HD, Mg, P, T
		<i>Chloroceryle inda</i>	Martín Pescador Selvático	T
		<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín Pescador Pigmeo	Mg, PL
	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Barranquero coronado	BS
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar Colirrufo	BS
	Bucconidae	<i>Notharchus tectus</i>	Bobo Coronado	Mg, T
		<i>Hypnelus ruficollis</i>	Bobo Punteado	AP, BS, HD, Mg, T
Piciformes	Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	Carpinterito Oliváceo	Mg
		<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Carpinterito Castaño	AP, BS, HD, Mg, T
		<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero Habado	Mg
		<i>Veniliornis kirkii</i>	Carpintero Rabirrojo	Mg
		<i>Piculus cf. chrysochloros</i>	Carpintero Dorado	AP, BS, HD, Mg, P, T
		<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero Buchipecoso	AP, BS
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Real	Mg, T
		<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero Marcial	Mg, T
Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus picus</i>	Trepador Pico de Lanza	AP, BS, HD, Mg, P

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepador Campestre	AP, BS
		<i>Campylorhampus trochillostris</i>	Guadañero Rojizo	Mg, T
	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero Patiamarillo	AP, HD, T
		<i>Synallaxis albescens</i>	Rastrojero Pálido	AP
		<i>Synallaxis candei</i>	Rastrojero Bigotudo	AP
		<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Rastrojero Barbiamarillo	AP, HD, T
		<i>Xenops minutus</i>	Xenops Pardusco	T
		Thamnophilidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Batará Copetón
	<i>Thamnophilus doliatus</i>		Batará Barrado	AP, T
	<i>Thamnophilus multistriatus</i>		Batará Carcajada	AP, HD, Mg, T
	<i>Formicivora grisea</i>		Hormiguerito Pechinegro	AP, BS
	<i>Cercomacra tyrannina</i>		Hormiguero Negruzco	HD
	Tyrannidae	<i>Myiopagis gaimardii</i>	Elaenia Selvática	BS
		<i>Myiopagis caniceps</i>	Elaenia Gris	AP
		<i>Myiopagis viridicata</i>	Elaenia Verdosa	BS
		<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia Copetona	AP, HD
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	Elaenia Menor	AP, BS
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranuelo Silbador	BS
		<i>Phaeomyias murina</i>	Tiranuelo Murino	AP, HD
		<i>Campsiempis flaveola</i>	Tiranuelo Amarillo	T, HD
		<i>Zimmerius villisimus</i>	Tiranuelo Mísero	AP, BS
		<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Atrapamoscas Sepia	AP, BS
		<i>Sblegatus arenarum</i>	Atrapamoscas Rastrojero	Mg
		<i>Inezia subflava</i>	Tiranuelo Pantanero	T
		<i>Poecilotriccus sylvia</i>	Espatulilla Rastrojera	BS
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común	AP, HD, T
<i>Todirostrum nigriceps</i>		Espatulilla Cabecinegra	BS	
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>		Picoplano Oliváceo	BS	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Picoplano Pechiamarillo	BS, AP
		<i>Aphanotriccus audax</i>	Atrapamoscas Piconegro	AP, BS
		<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Atrapamoscas Parduzco	BS
		<i>Empidonax sp.</i>	Atrapamoscas	BS
		<i>Contopus virens</i>	Atrapamoscas Oriental	Mg, P
		<i>Contopus cf. cinereus</i>	Atrapamoscas Tropical	AP, BS
		<i>Fluvicola pica</i>	Viudita Común	AP, HD, PL, T
		<i>Arundinicola leucocephala</i>	Monjita Pantanera	HD, PL, T
		<i>Machetornis rixosus</i>	Atrapamoscas Ganadero	AP, HD, P, PL, T
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda Crestinegra	AP, BS, HD
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofué Gritón	AP, BS, HD, P, PL, T
		<i>Pitangus lictor</i>	Bichofué Menor	BS
		<i>Myiodinastes maculatus</i>	Atrapamoscas Maculado	AP, BS, Mg
		<i>Megarhynchus pitangua</i>	Atrapamoscas Picudo	AP, BS
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí Común	AP, HD, P, PL, T
		<i>Tyrannus savana</i>	Sirirí Tijereta	AP, HD
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí Migratorio	AP, HD
		<i>Tyrannus dominicensis</i>	Sirirí Gris	AP
		<i>Rhytipterna holerythra</i>	Plañidera Rufa	AP, Mg
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Atrapamoscas Carinegro	AP
		<i>Myiarchus venezuelensis</i>	Atrapamoscas Venezolano	AP, BS
		<i>Myiarchus panamensis</i>	Atrapamoscas Panameño	AP, BS
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas Crestado	AP, HD
	Cotingidae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada	Mg
		<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	Cabezón Canelo	AP
	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Saltarín Barbiblanco	BS



ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	Saltarín Coludo	BS
		<i>Piprites chloris</i>	Saltarín Oliva	Mg
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Verderón Cejirrufo	AP
		<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón Ojirrojo	Mg
		<i>Vireo altiloquus</i>	Verderón Canoro	BS
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Carriquí Pechiblanco	AP, BS
	Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina Aliblanca	HD, Mg, P, PL
		<i>Progne tapera</i>	Golondrina Sabanera	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Progne chalybea</i>	Golondrina de Campanario	HD, P, PL
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Barranquera	AP, HD, PL
		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Riparia	P, PL
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	AP, HD, P, PL, T
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	AP, HD
		<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Cucarachero Matraquero	Mg, T
		<i>Campylorhynchus griseus</i>	Cucarachero Chupahuevos	AP, BS, HD, P, T
		<i>Thryothorus leucotis</i>	Cucarachero Anteadado	AP, BS
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	Mg
		<i>Turdus grayi</i>	Mirla Parda	AP, BS
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Mimus gilvus	AP, BS
	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielerero Común	AP, HD, Mg, T
	Thraupidae	<i>Nemosia pileata</i>	Trinadora Pechiblanca	AP, BS
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Parlotero Malcasado	Mg, PL
		<i>Ramphocellus dimidiatus</i>	Asoma Terciopelo	AP, BS
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo Común	AP, BS, HD, P, T
		<i>Thraupis glaucocolpa</i>	Azulejo Glauco	AP, BS
		<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo Palmero	AP, BS, P
		<i>Conirostrum leucogenys</i>	Conirrostro Orejiblanco	BS, AP
		<i>Conirostrum bicolor</i>	Conirrostro Manglero	Mg, P, PL
		<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	AP

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
	Emberizidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Sicalis Coronado	AP, HD
		<i>Sicalis luteola</i>	Sicalis Sabanero	AP, HD
		<i>Volatinia jacarina</i>	Volatinero Negro	AP, HD, T
		<i>Sporophila schistacea</i>	Espiguero Pizarra	HD
		<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero Capuchino	HD
		<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero Ladrillo	AP, BS, HD, T
		<i>Arremonops conirostris</i>	Pinzón Conirrostro	BS
	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	BS
		<i>Saltator maximus</i>	Saltátor Oliva	BS, AP
		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltátor Grisáceo	AP, BS, HD, T
		<i>Saltator striatipectus</i>	Saltátor Pío-Judío	HD
		<i>Passerina caerulea</i>	Azulón Migratorio	T
		<i>Spiza americana</i>	Arrocero Migratorio	P
	Parulidae	<i>Vermivora peregrina</i>	Reinita Verderona	Mg, P
		<i>Dendroica petechia</i>	Reinita Amarilla	AP, HD, Mg, P, T
		<i>Dendroica castanea</i>	Reinita Castaña	Mg, P
		<i>Dendroica fusca</i>	Reinita Naranja	AP, HD
		<i>Setophaga ruticilla</i>	Reinita Norteña	Mg
		<i>Mniotilta varia</i>	Reinita Trepadora	AP
		<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita Cabecidorada	HD, Mg, P, T
		<i>Seiurus noveboracensis</i>	Reinita Acuática	Mg, P
		<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Reinita Enmascarada	AP, HD
		<i>Wilsonia citrina</i>	Reinita Encapuchada	HD, P
		<i>Wilsonia canadensis</i>	Reinita del Cánada	AP, Mg
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Reinita Gorrinegra	HD, P
	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	AP, BS, HD, Mg, T
		<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo Común	AP, BS
		<i>Icterus icterus</i>	Turpial Real	HD, P
		<i>Icterus mesomelas</i>	Turpial Coliamarillo	T
		<i>Icterus spurius</i>	Turpial Hortelano	HD
		<i>Icterus auricapillus</i>	Turpial Cabecirrojo	BS
<i>Icterus galbula</i>		Turpial de Baltimore	AP	
<i>Icterus nigrogularis</i>		Turpial Amarillo	AP, HD, PL, T	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT
		<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Turpial Cabeciamarillo	HD, T
		<i>Molothrus armenti/</i>	Chamón del Caribe	AP, BS
		<i>Molothrus oryzivorus</i>	Chamón Gigante	AP, BS
		<i>Molothrus aeneus</i>	Chamón del Caribe	AP
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón Parásito	AP, HD, T
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chango Común	AP,HD, Mg, P, PL
		<i>Sturnella militaris</i>	Soldadito	AP, HD

Hábitats: Mg = Manglar; T = Zona de transición estuario-río; HD = Humedales de río o agua dulce; P = Playa; PL = Plano Lodoso; AP = Áreas abiertas; BS = Bosque seco; AM = Aguas marina

Fuente: (Lopez, 2005).

### 3.13.2.1.1 Representatividad del Muestreo

La representatividad del muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies, utilizando estimadores no paramétricos. Este análisis se realizó con ayuda del programa Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell). De la misma forma se estimó la riqueza de especies, mediante el número total de especies observadas. La curva de rarefacción fue calculada a partir del número de individuos reportados durante la fase de campo. Se utilizaron los siguientes estimares de presencia y ausencia Chao 1 y Ace (**Tabla 3.558**).

**Tabla 3.558. Estimadores de riqueza (Aves).**

SAMPLES	S(EST)	CHAO 1 MEAN	ACE MEAN
1	17,73	22,37	22,25
2	29,06	35,46	35,5
3	37,41	44,74	45,06
4	44,1	52,69	52,46
5	49,7	58,52	58,74
6	54,52	64,38	64,11
7	58,72	68,91	68,25
8	62,44	72,93	71,65
9	65,76	76,12	74,52
10	68,75	79,19	77,57
11	71,47	82,35	80,37
12	73,96	84,69	82,54
13	76,26	86,77	84,77
14	78,39	89,28	86,76
15	80,38	91,08	88,33

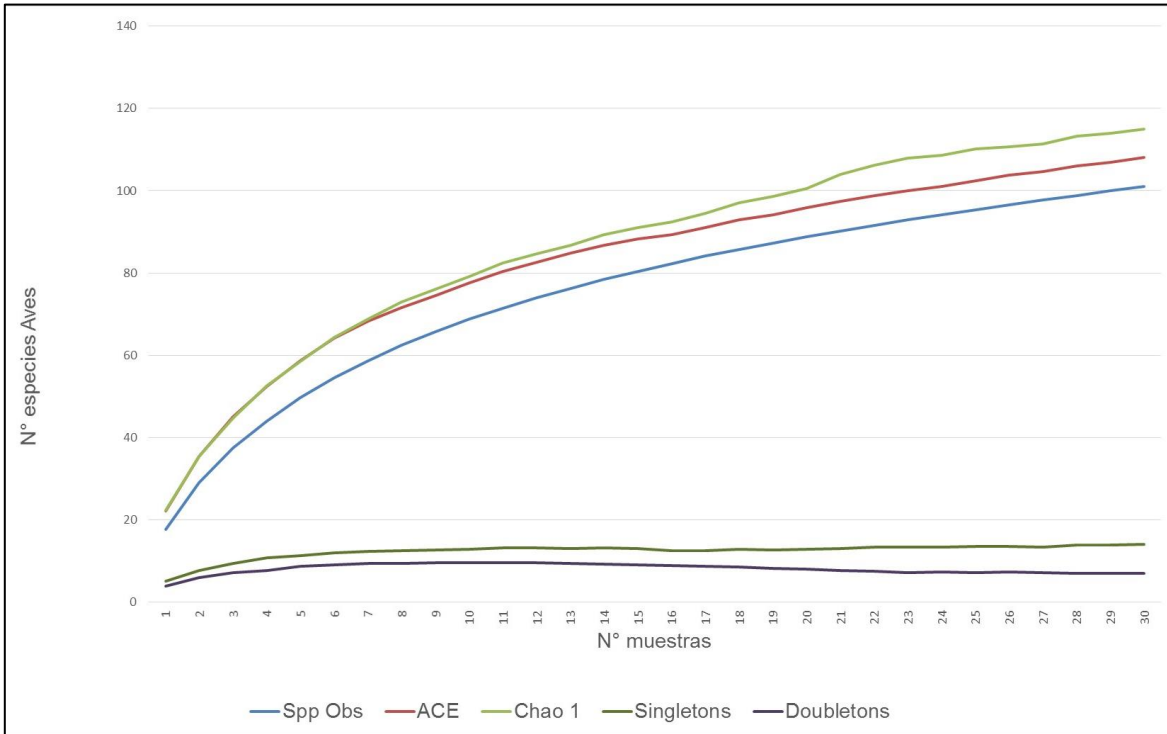
SAMPLES	S(EST)	CHAO 1 MEAN	ACE MEAN
16	82,25	92,4	89,39
17	84,1	94,49	91,05
18	85,65	97,15	92,88
19	87,22	98,66	94,07
20	88,72	100,59	95,91
21	90,16	103,89	97,36
22	91,53	106,15	98,82
23	92,86	107,91	100,03
24	94,13	108,55	101,11
25	95,37	110,17	102,47
26	96,56	110,62	103,81
27	97,72	111,4	104,66
28	98,84	113,32	106,05
29	99,93	114,01	106,9
30	101	115	108,05

Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

La curva de acumulación de especies **Figura 3.718**. Se calculó utilizando los estimadores de riqueza mencionados anteriormente. Esta muestra un comportamiento asintótico, es decir la curva tiende a estabilizarse y aun así se aumenten las muestras la probabilidad de encontrar especies nuevas son mínimas por lo que se concluye, que el muestreo fue representativo para el área de estudio. Por otro lado, el muestreo tuvo una eficiencia del 82,42% lo cual nos indica que el número de especies observadas en campo está cerca del esperado calculado por los estimadores de riqueza (Jiménez & Hortal, 2003).



Figura 3.718. Curva de acumulación de especies (Aves).



Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

3.13.2.1.2 Índices de Riqueza, Diversidad y Similitud

En total se registraron 101 especies distribuidas en 35 familias, las más representativas fueron: Ardeidae, Falconidae y Columbidae con 6 especies, seguido de Tyrannidae y Thraupidae con 5 especies. Esto se puede explicar ya que Ardeidae, Falconidae y Columbidae son familias cosmopolitas es decir se encuentran por todo el territorio colombiano. Ardeidae está asociado a complejos de humedales. Falconidae asociado a terrenos abiertos y Columbidae asociado a cualquier tipo de habitat por lo que su distribución es a nivel mundial. (Hilty & Brown 1986) (Tabla 3.559 y Figura 3.719).

Tabla 3.559. Listado de especies de aves observados en campo.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Anseriformes	Anhimidae	<i>Chauna chavaria</i>	Chavarri
	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo
		<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa maria
		<i>Anas discors</i>	Barraquete
		<i>Dendrocygna viudata</i>	Viudita
		<i>Cairina moschata</i>	Pato real
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis garrula</i>	Guacharaca caribeña
	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz chilindra
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor comun

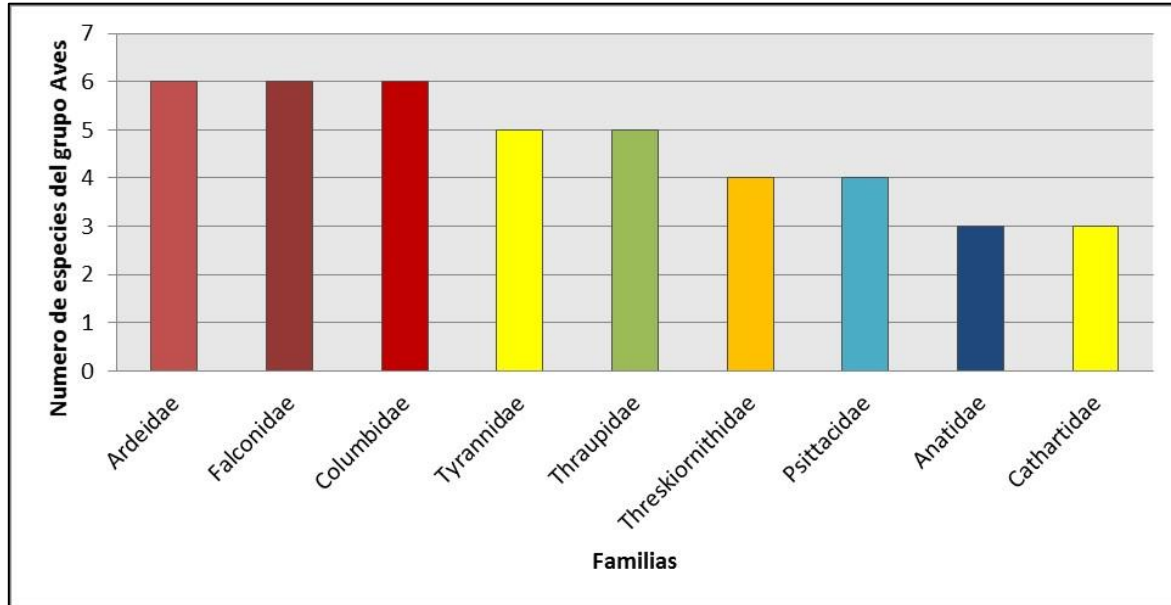
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Suliformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo
	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Piquero café
		<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán
	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Vaco cabecinegro
		<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza tigre
		<i>Ardea alba</i>	Garza real
		<i>Ardea cocoi</i>	Garza azul
		<i>Ardea herodias</i>	Garzon azulado
		<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza blanca
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul
		<i>Egretta thula</i>	Garza real
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito
		<i>Platalea ajaja</i>	Espatula rosada
		<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco
		<i>Eudocimus ruber</i>	Coracora
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Jabiru mycteria</i>	Jaribu
		<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña cabeza de hueso
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabeciroja
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala sabanera
		<i>Coragyps atratus</i>	Golero
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Aguila tijereta
	Pandionidae	<i>Elanus leucurus</i>	Gavilan maromero
	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua
		<i>Busarellus nigricollis</i>	Gavilan cienaguero
		<i>Buteo rupornis</i>	Gavilan caminero
		<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilan sabanero
		<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano
		<i>Falco femoralis</i>	Halcon plumizo
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de agua
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñita de cuello negro
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaravan
	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patiamarilla chico
	Laridae	<i>Phaetusa simplex</i>	Gaviotin picudo
Colombiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza naguiblancas
		<i>Patagioenas cayannensis</i>	Paloma morada
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Rabiblanca

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
		<i>Columbina minuta</i>	Totolita diminuta
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada
		<i>Columbina squammata</i>	Cascabelito
		<i>Columbina talpacoti</i>	Cascabelito
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	Periquito bronceado
		<i>Ara ararauna</i>	Guacamaya azuliamarilla
		<i>Ara macao</i>	Guacamayo macao
		<i>Aratinga pertinax</i>	Lorito carisucio
		<i>Eupsittula pertinax</i>	Lorito carisucio
		<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos
		<i>Forpus passerinus</i>	Perico coliverde
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Coccyua minuta</i>	Cuco ardilla
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco-ardilla comun
		<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso
		<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero grande
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero piquiestriado
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeilis gundlachii</i>	Chotacabras antillana
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura brachyura</i>	Vencejo rabricorto
	Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricolis</i>	Mango pechinegro
			<i>Amazilia tzacatl</i>
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador chico
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar ruficauda
	Bucconidae	<i>Nystalus radiatus</i>	Bobo barrado
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucan caribeño
	Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	Carpintero olivaceo
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real
Passeriformes	Furnaridae	<i>Furnarius longirostris</i>	Hornero patiamarillo
	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibi boreal
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pechiamarillo
		<i>Tyrannus savana</i>	Siriri Tijereton
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chichafria
	Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina aliazul
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	Chupahuevos
	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Toche pico de plata
		<i>Sicalis flaveola</i>	Canario
		<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero gris
		<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero ladrillo
<i>Conirostrum leucogenys</i>		Conirrostro orejiblanco	
<i>Thraupis episcopus</i>		Azulejo	
<i>Thraupis palmarum</i>		Azulejo palmero	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
		<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara urraca
	Emberizidae	<i>Volatinia Jacarina</i>	Espilguero saltarin
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Carriqui pechiblanco
	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Titiribi pechirojo
	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropendola crestada
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Maria mulata
		<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Monjita cabeciamarilla
		<i>Icterus chrysater</i>	Turpial montañero
		<i>Icterus mesomelas</i>	Turpial coliamarillo
		<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Figura 3.719. Representatividad de familias del grupo taxonómico de las Aves.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los índices de diversidad (**Tabla 3.560**) que se aplicaron fueron: el Índice de Margalef, Simpson y Shannon–Weiner, estos se calcularon para estimar la biodiversidad de las coberturas presentes en el área de monitoreo. La forma de estimarlos es con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies y en función del número de individuos presentes en la muestra. Si los valores de Margalef y Shannon –Weiner son inferiores a 2.0 se considera zonas con biodiversidades bajas. De la misma forma, para medir si las comunidades están compuestas por pocas o varias especies se utilizan el índice de dominancia Simpson (cuyo valor esta entre 0-1).



Tabla 3.560. Índices de diversidad.

	ARBUSTAL ABIERTO	ARBUSTAL DENSO	BOSQUE DE GALERÍA Y/O RIPARIO	BOSQUE DENSO ALTO INUNDABLE	BOSQUE FRAGMENTADO O CON VEGETACIÓN SECUNDARIA	PLANTACIÓN FORESTAL	VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA	VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA
Taxa_S	38	50	38	37	31	25	61	33
Individuals	470	440	158	226	172	78	371	109
Simpson_1-D	0,9101	0,9563	0,9388	0,9549	0,9238	0,9241	0,9585	0,9302
Shannon_H	2,904	3,448	3,161	3,281	2,952	2,871	3,604	3,018
Margalef	6,014	8,05	7,309	6,641	5,828	5,509	10,14	6,821

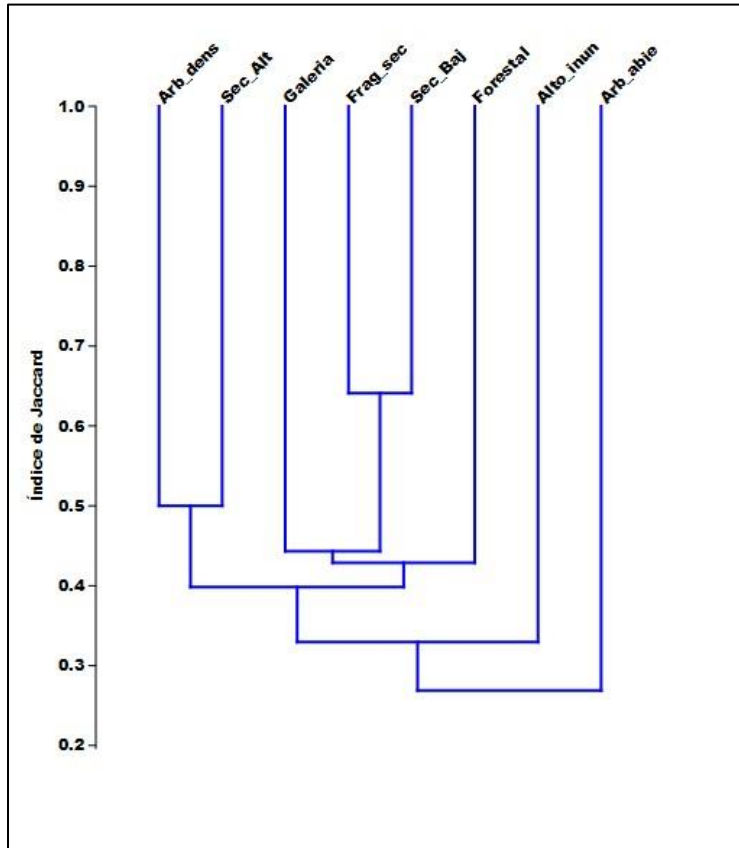
Fuente: Past. Paleontological Statistics 3.14.

Los resultados del índice de Simpson para cada una de las coberturas vegetales presentes dentro de la zona de estudio revelan que hay una clara dominancia de especies para las coberturas vegetales, por lo que se podría esperar que cada una de las coberturas tengan especies representativas, o también nos puede decir que hay un grupo de especies con una abundancia bastante marcada que genera una dominancia dentro de las coberturas. Para los índices de Shannon y Margalef las coberturas con mayor diversidad son Vegetación secundaria alta y el Arbustal denso, lo que quiere decir que en estos sitios hay mayor cantidad de especies diferentes más sin embargo estos índices no tienen en cuenta las abundancias de las especies.

### 3.13.2.1.3 Índice de Similaridad

Se utilizó el índice de similaridad de Jaccard con el fin de cuantificar las posibles relaciones entre la composición de especies de cada una de las coberturas vegetales este índice tiene valores entre 0 y 1. Dando como resultado que las coberturas que presenta mayor similaridad son Bosque fragmentado con Vegetación Secundaria y Vegetación Secundaria Baja (0,65) que nos indica que la composición de especies entre estas coberturas es relativamente parecida. Por otro lado, las especies presentes en el Arbustal Abierto son completamente diferentes a las otras coberturas, puede que las condiciones que se presentan allí sean las precisas para cierto tipo de especies (**Figura 3.720**).

Figura 3.720. Dendograma de similaridad de especies (Aves).



Fuente: Past. Paleontological Statistics 3.14.

### 3.13.2.1.4 Especies Migratorias

En Colombia se encuentran registradas alrededor de 1898 especies de aves (Remsen et al., 2011) por lo que se considera al país como uno de los primeros en el mundo en cuanto a la diversidad de este grupo faunístico. Dentro de esta amplia riqueza se encuentra un elevado número de especies que presentan comportamientos migratorios recurrentes y cíclicos (aproximadamente 275), que equivalen a 14,5% de las especies de aves presentes en el país. Dentro de este grupo encontramos dos tipos: las especies migratorias latitudinales de larga distancia y las migratorias locales. De las cuales alrededor de 154 especies vienen de Norteamérica y 23 llegan de Suramérica y 25 son aves marinas. (Naranjo et al 2012).

Para la Cuenca Canal del Dique se registraron un total de 52 especies migratorias (**Tabla 3.561**) distribuidas en 22 familias de las cuales las más representativas son Ardeidae con 9 especies seguido de Tyrannidae con 7 especies respectivamente. Estas familias están adaptadas fisiológicamente para los largos viajes dada su estructura anatómica, además presentan un tipo de migración local (**Tabla 3.561**).

**Tabla 3.561. Especies de aves migratorias.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT
Anseriformes	Anhimidae	<i>Chauna chavria</i>	Chavarri	HD, Mg,T
	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Iguaza comun	HD, Mg
		<i>Anas discors</i>	Pato careto	HD, PL
		<i>Anas Clipeata</i> *	Pato cucharo	HD, PL
		<i>Aythya affinis</i> *	Pato canadiense	HD, PL
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i> *	Flamenco	HD, Mg,T
Pelecaniformes	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	AM
		<i>Sula leucogaster</i>	Piquero café	AM
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran neotropical	AM, HD, Mg, P, PL, T
	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis carolinensis</i>	Pelicano café	AM
	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i> *	Guaco comun	AP, BS, HD, Mg, T
		<i>Butorides virescens</i> *	Garcita verde	PL, T
		<i>Bulbucus ibis</i>	Garcita del ganado	AP, HD, Mg, T
		<i>Ardea herodias</i> *	Garzon migratorio	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Ardea alba</i>	Garza real	AP, HD
		<i>Egretta tricolor</i> *	Garza tricolor	AP, HD, Mg, P, PL, T
		<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	Mg
		<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	AP, HD, Mg, P, PL, T
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	HD, Mg, P, PL, T	
Ciconiiformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i> *	Ibis pico de hoz	HD, Mg, P, PL, T
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala comun	AP, HD, Mg, P, T
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus carolinensis</i> *	Aguila pescadora	AP, HD, Mg, P, T
	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i> *	Aguila tijereta	AP, HD, Mg, P, T
		<i>Buteo platypterus platypterus</i> *	Aguila migratoria	HD, Mg, P, PL, T
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i> *	Halcon peregrino	HD, Mg, P, PL, T
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i> *	Polluela norteña	AP, HD, Mg, T
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i> *	Chorlo dorado	PL
		<i>Pluvialis squatarola</i> *	Chorlo pechinegro	PL
		<i>Charadrius semipalmatus</i> *	Collareja	PL
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigueñuela	HD, PL

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT
	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i> *	Caica comun	AP, HD, Mg, T
		<i>Actitis macularius</i> *	Meneaculito	HD, Mg, P, PL, T
		<i>Tringa melanoleuca</i> *	Andarrios mayor	AP, HD, Mg, T
		<i>Tringa flavipes</i>	Andarrios patiamarillo	PL, T
		<i>Tringa solitaria</i> *	Andarrios solitario	HD, PL, T
	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i> *	Gaviota reidora	HD, PL, T
		<i>Larus argentatus</i> *	Gaviotin	HD, PL, T
<i>Sternula antillarum</i> *		Gaviotin chico	HD, PL, T	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i> *	Chotacabras menor	HD, PL, T
		<i>Chordeiles minor</i> *	Chotacabras migratorio	T
		<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Guardacaminos de carolina	Mg
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura meridionalis</i> *	Vencejo de tormenta	Mg
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador	AP, HD, Mg, T
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia chiriquensis</i> *	Elaenia menor	HD, PL, T
		<i>Empidonax virescens</i> *	Atrapamoscas verdoso	HD, PL, T
		<i>Contopus cooperi</i>	Pibi boreal	AP, HD, Mg, T
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas pechirojo	AP, HD, Mg, T
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri comun	AP, HD, Mg, T
		<i>Tyrannus savana</i>	Siriri tijereta	AP, HD, Mg, T
		<i>Myiarchus crinitus</i>	Atrapamoscas copeton	AP, HD, Mg, T
	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	HD, PL, T
		<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	HD, PL, T
<p>Las especies que se encuentran con un (*) son las especies que se encuentran como potenciales para la cuenca.  Hábitats: Mg = Manglar; T = Zona de transición estuario-río; HD = Humedales de río o agua dulce; P = Playa; PL = Plano Lodoso; AP = Áreas abiertas; BS = Bosque seco; AM = Aguas marina.</p>				

Fuente: Naranjo et al 2012.

### 3.13.2.1.5 Registro Fotográfico de algunas de las Especies de Aves Observadas en Campo

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunas de las especies de aves observadas en campo (ver de la **Fotografía 3.292** a la **Fotografía 3.304**).

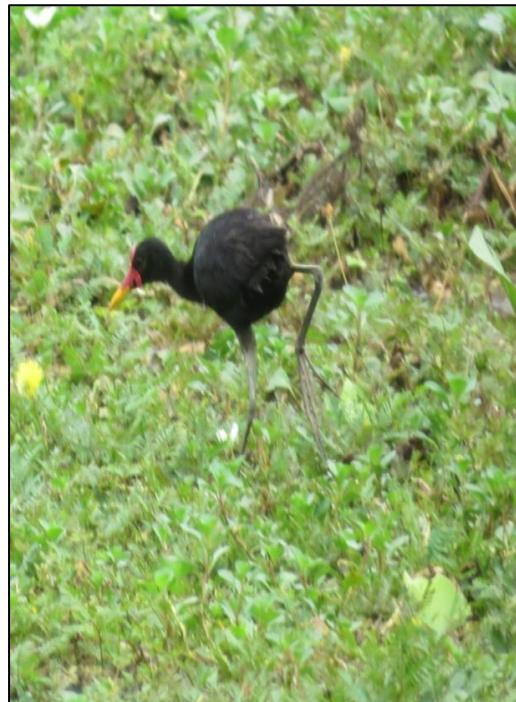


**Fotografía 3.292. *Busarellus nigricollis* (izquierda) *Cathartes burrovianus* (derecha).**



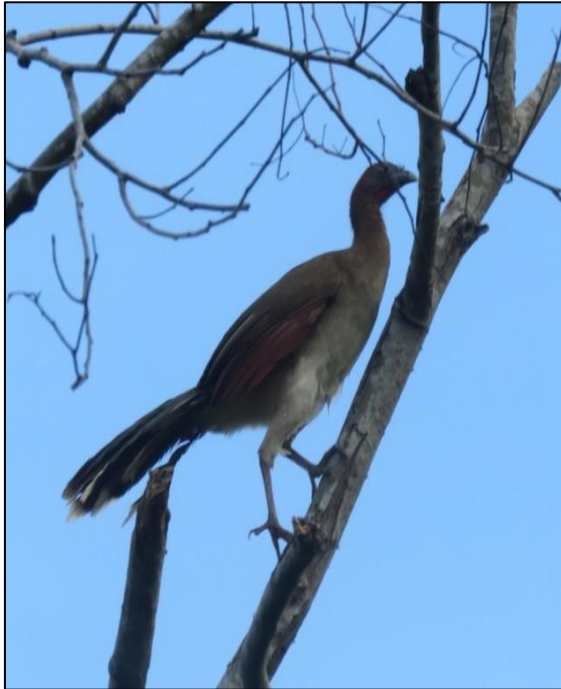
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.293. *Buteogallus meridionalis* (izquierda) *Jacana jacana* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.294. *Ortalis garrula* (izquierda) *Pitangus sulfuratus* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.295. *Contopus cooperi* (izquierda) *Tachycineta albiventer* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.296. *Dendrocygna autumnalis* (izquierda) *Vanellus chilensis* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.297. *Patagioenas cayannensis* (izquierda) *Egretta thula* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.298. *Chauna chavaria* (izquierda) *Dendrocygna bicolor* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.299. *Anas discors* (izquierda) *Himantopus mexicanus* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.300. Ardea herodias (izquierda) 9-Phimosus infuscatus (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.301. Tigrisoma lineatum (izquierda) Furnarius longirostris (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.302. Phalacrocorax brasilianus (izquierda) Bubulcus ibis (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.303. *Eupsittula pertinax* (izquierda) Nido *Furnarius longirostris* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.304. *Hypnelus ruficollis* (izquierda) *Ara ararauna* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.8** Registro Fotográfico Fauna, se presenta información adicional de las Especies de Aves Observadas en Campo.

### 3.13.2.2 Mamíferos

Los mamíferos desarrollan diferentes actividades que contribuyen al mantenimiento, regeneración y equilibrio de los bosques, siendo importantes piezas en el funcionamiento de los ecosistemas: los carnívoros y algunos omnívoros contribuyen a mantener en equilibrio las poblaciones de sus presas como pequeños lagartos, roedores e invertebrados,

y de esta forma permiten que la oferta del bosque se mantenga estable. Los herbívoros por su parte, favorecen la dispersión y germinación de semillas y mantienen estables las poblaciones de carnívoros (Cabrera & Molano, 1995).

La mastofauna está sometida a múltiples presiones de origen antrópico, siendo las más relevantes: la destrucción y transformación de los hábitats naturales y la acción del tráfico ilegal (Rodríguez – Mahecha 2006). El deterioro de los ecosistemas ha conllevado a situaciones de vulnerabilidad a gran parte de las especies de mamíferos, principalmente aquellas que, por su tamaño, sus nichos ecológicos altamente especializados y su restricción a biotopos particulares, se resienten en forma inmediata ante cualquier cambio ambiental como su fragmentación, reducción o deterioro del hábitat.

Se estima que la región Caribe colombiana alberga poco más del 50% de los mamíferos de Colombia teniendo en cuenta la última lista publicada de este grupo de vertebrados (Alberico *et al.*, 2000).

Los grandes mamíferos requieren alta disponibilidad de recursos alimenticios (Carbone *et al.*, 2007), en particular, las especies carnívoras en nichos tróficos altos son limitadas aún más por la necesidad de extensas áreas de cacería con suficiente disponibilidad de presas, las cuales a su vez pueden estar amenazadas (Carbone y Gittleman, 2002). Además, las tasas de reproducción lenta son precursoras de la baja capacidad de resiliencia que también es minada por tasas de perturbación cada vez más aceleradas que no permiten la recuperación natural de las poblaciones (Gittleman y Harvey, 1982). Por último, el contacto de los vertebrados grandes con los humanos y la competencia por comida y sustento generan conflictos que, actualmente, son considerados una importante causa de extinción, particularmente para las especies carnívoras (Woodroffe *et al.*, 1998. Woodroffe, R., S. J.).

Se relaciona la presencia potencial de 65 especies de mamíferos (**Tabla 3.562**), de acuerdo con la información recolectada en las encuestas, e información bibliográfica teniendo en cuenta el grado de intervención de la cobertura y la disponibilidad de hábitats.

**Tabla 3.562. Especies de mamíferos potenciales de la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Saino
	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
		<i>Mazama americana</i>	Venado
CARNIVORA	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	zorro cangrejero
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote
		<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo, gato tigre
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar
		<i>Puma concolor</i>	Puma, león de montaña
		<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato mojoso
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra, hurón mayor
		<i>Galictis vittata</i>	Grisón o huroncito
		<i>Lontra longicaudis</i>	Lobito de río
<i>Mustela frenata</i>		Comadreja de cola larga	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo
		<i>Potos flavus</i>	Mico león, oso de la miel
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Zorra patona, mapache
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago longirostro
		<i>Artibeus glaucus</i>	Murciélago frutero azulado
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago Frugívoro
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago Frugívoro
		<i>Carollia castanea</i>	Murciélago frugívoro castaño
		<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro
		<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago frutero
		<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago
		<i>Lonchophylla robusta</i>	Murciélago trompón castaño
		<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago pequeño orejón
		<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago comun de orejas grandes
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón de vientre blanco
		<i>Micronycteris minuta</i>	Murciélago orejón enano
		<i>Mimon crenulatum</i>	Murciélago de hoja nasal crenulada
		<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago
		<i>Uroderma magnirostrum</i>	Murciélago
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago mayor de hoja nasal lanceolada
		<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago
		<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	Murciélago de línea dorsal
		<i>Glossophaga longirostris</i>	Murciélago
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago
			Emballonuridae
	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago
PILOSA	Bradyrodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso
	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Hormiguero pigmeo
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero
		<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Hormiguero gigante
	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso didactilo
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo cola de trapo
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de 9 bandas
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Marmosa robinsoni</i>	Zarigüeña
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorra chucha
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte
RODENTIA	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmius</i>	chigüiro
	Cricetidae	<i>Rhipidomys nitela</i>	Raton tretapor



ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Lapa
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Ñeque
		<i>Dasyprocta punctata</i>	Agoti
	Erethizontidae	Coendou	Puerco espin
	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Raton casero
	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla roja
PRIMATES	Callitrichidae	<i>Saguinus oedipus</i>	Titi
	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador
		<i>Alouatta palliata</i>	Aullador
	Aotidae	<i>Aotus griseimembra</i>	Marteja
	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Cariblanco
		<i>Cebus capucinus</i>	Capuchino
SIRENIA	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí

Fuente: POMCA 2007.

### 3.13.2.2.1 Representatividad del Muestreo

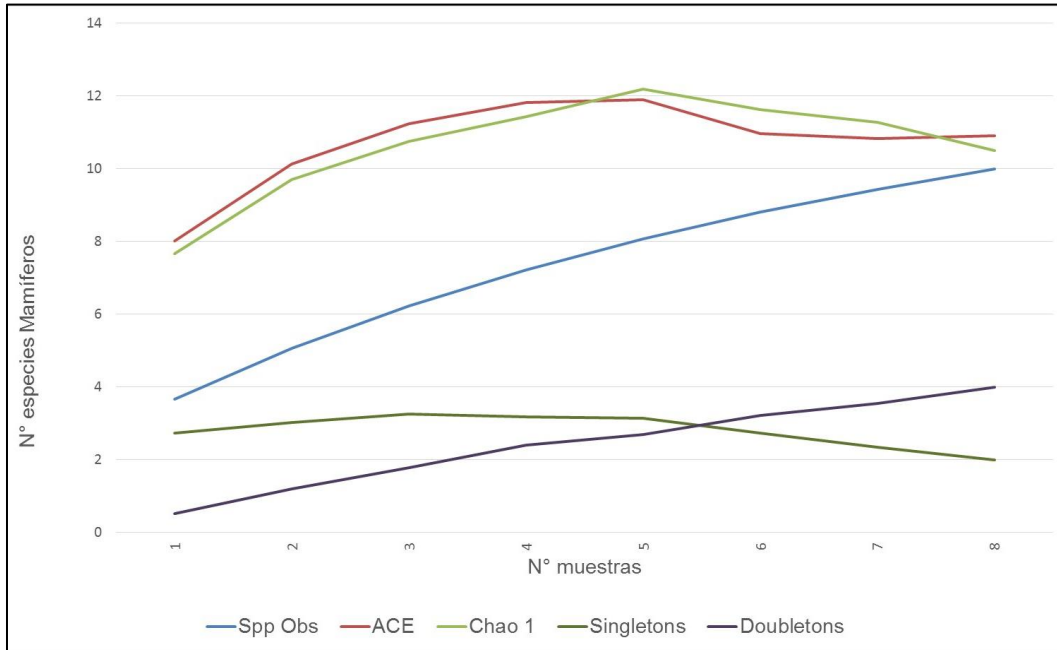
La representatividad del muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies, utilizando estimadores no paramétricos. Este análisis se realizó con ayuda del programa Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell). De la misma forma se estimó la riqueza de especies, mediante el número total de especies observadas. La curva de rarefacción fue calculada a partir del número de individuos reportados durante la fase de campo. Se utilizaron los siguientes estimares Chao 1 y Ace (**Tabla 3.563** y **Figura 3.721**).

**Tabla 3.563. Estimadores de riqueza (mamíferos).**

SAMPLES	S(EST)	ACE MEAN	CHAO 1 MEAN
1	2	3,85	3,65
2	3,67	8,02	7,67
3	5,06	10,13	9,71
4	6,23	11,24	10,76
5	7,22	11,82	11,43
6	8,07	11,9	12,19
7	8,81	10,97	11,63
8	9,44	10,83	11,28
9	10	10,91	10,5

Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

Figura 3.721. Curva de acumulación de especies (mamíferos).



Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

### 3.13.2.2.2 Índices de Riqueza, Diversidad y Similitud

En total se registraron 10 especies pertenecientes a 10 familias distribuidos en 3 órdenes de los cuales los más representativos son Rodentia con 3 familias seguido de Primates con 2 familias registradas. Sin embargo, mediante la realización de encuestas se complementó el listado de los mamíferos presentes en el área de influencia, dando como resultado un total de 45 especies (**Tabla 3.564**). El orden Carnívora presento mayor riqueza con 13 especies, esto puede deberse a que muchos mamíferos del Orden Carnívora son oportunistas que consumen principalmente roedores y lagomorfos, pero pueden llegar a diversificar su dieta con aves, artrópodos, peces, reptiles, y cantidades considerables de frutos, debido a que su alimentación varía espacial y temporalmente en función de la disponibilidad de alimento y la estación del año (Zúñiga et al. 2008). Las especies que más se destacan son las siguientes:

- *Cerdocyon thous* (zorra maicera, zorra baya): Utiliza una gran variedad de hábitats, como llanos, sabanas, bosque lluvioso, chaco y cerrado (Emmons y Feer, 1999). Su dieta es omnívora, alimentándose de vertebrados pequeños, invertebrados y frutas. La mayoría de los estudios se han enfocado a la dieta (Redford y Eisenberg, 1992).
- *Urocyon cinereoargenteus* (zorro perro): es un omnívoro y por lo tanto se alimenta de materia animal y vegetal. Es un cazador solitario; sus presas habituales son el conejo de Florida, musarañas, liebres, conejos matorraleros, ratas, ratones, aves, insectos e invertebrados como los escarabajos, las polillas, las langostas, los saltamontes, las mariposas y los grillos. Cuando está disponible, incluye la carroña en su dieta. Complementa su alimentación con varios tipos de frutas, frutos secos, raíces, tubérculos y granos, que en primavera pueden convertirse en sus principales

fuentes de nutrición. Este zorro comparte una costumbre con otras especies: si acumula gran cantidad de comida, prefiere guardarla en un solo sitio específico que marca con orina o alguna glándula de olor para recogerla después. Su efluvo indica su presencia a otros animales, y le ayuda a volver a su tesoro y transportarlo.

- *Speothos venaticus* (perro de monte): Se localiza en altitudes inferiores a 1.500 msnm, en bosques ribereños, siempreverdes y montanos, con vegetación boscosa densa, media o alta y estratificada. Prefiere áreas cercanas al agua. Es una especie básicamente carnívora, y su dieta está compuesta de: vertebrados pequeños y medianos. Son excelentes nadadores, persiguen a sus presas en grupo, tanto en el agua, como en el suelo. Aunque es predominantemente solitario, es la especie más social entre los cánidos pequeños, formando grupos de hasta diez individuos.
- Los felinos presentes en la Cuenca *Leopardus pardalis* (tigrillo), *Leopardus wiedii* (leopardo), *Panthera onca* (jaguar), *Puma yagouaroundi* (yaguarundi o gato moro) y *Puma concolor* (puma, león de montaña), sus hábitos alimentarios varían con la latitud (Iriarte et al. 1990), de tal manera que en hábitats templados consumen presas grandes y tienden a ser especialistas, mientras que, en hábitats tropicales, consume un mayor número de presas principalmente pequeñas (Monroy-Vilchis et al. 2009). Sin embargo, pese a la amplia diversidad y extensión de territorios ocupados por estas especies, las poblaciones de felinos han disminuido dramáticamente en las últimas décadas, debido a factores tales como el comercio de individuos vivos, la cacería y la destrucción de hábitats, entre otros (Kleiman & Geist, 2004; Nilsson, 2005).
- *Conepatus semistriatus* (mapurito): Su dieta es variada, pero se concentra principalmente en insectos, lagartos y aves (Medellín et al. 1992).
- Las especies de la familia Mustelidae presentes en la Cuenca: *Galictis vittata* (grisón o huroncito), *Eira barbara* (hurón), *Lontra longicaudis* (nutria) y *Mustela frenata* (comadreja) su dieta se basa en el consumo de peces y crustáceos, sin embargo, también pueden consumir frutos, reptiles y mamíferos pequeños (Quadros et al 2001).
- Los Procyonidae presentes en el área *Bassaricyon gabbii* (olingo), *Potos flavus* (Perrito de monte) y *Procyon cancrivorus* (mapache) presentan estilos de vida arbórea y escansorial de medidas medianas a pequeñas, con longitudes que van de 60 a 135 cm aproximadamente.

**Tabla 3.564. Especies de mamíferos reportadas para la zona mediante encuestas y por avistamientos.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado
		<i>Odocoileus virginianus</i> *	Venado cola blanca
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Zaino
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorra maicera, zorra baya
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro perro
		<i>Speothos venaticus</i>	
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
		<i>Leopardus wiedii</i>	Leopardo
		<i>Panthera onca</i>	
		<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato pardo
		<i>Puma concolor</i>	
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mapurito
	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Perro de monte
		<i>Eira barbara</i>	Perro de monte
		<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria
		<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Maco
<i>Potos flavus</i>		Perrito de monte	
<i>Procyon cancrivorus</i> *		Pie muchacho	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murcielago
		<i>Phyllostomus cf discolor</i> *	Murcielago
Cingulata	Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i> *	Moquenque, Armadillo
		<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorra chucha
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> *	Conejo
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perico ligero, Perezoso
	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	hormiguero pigmeo o sedoso
	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perico ligero, Perezoso
	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero
		<i>Tamandua mexicana</i>	Hormiguero
Primates	Atelidae	<i>Alouata seniculus</i> *	Mono ahullador
		<i>Alouatta palliata</i>	Mono negro
		<i>Ateles fusciceps</i>	Marimonda
	Aotidae	<i>Aotus griseimembra</i>	
		<i>Aotus trivirgatus</i>	Marteja
	Callitrichidae	<i>Saguinus oedipus</i> *	Titi
	Cebidae	<i>Cebus capucinus</i>	Mico
Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmius</i>	Chiguiro, Ponche
	Cricetidae	<i>Zygodontomys brevicauda</i>	Raton
		<i>Transandinomys talamancae</i>	Raton ollero
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guartinajo
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i> *	Ñeque
	Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i> *	Puerco espin
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i> *	Ardilla	
Sirenia	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manati

(\*) Mamíferos reportados por avistamiento de rastros o individuos.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



En relación a los mamíferos reportados por pobladores de la zona, se observó que hay presencia tanto de grandes, medianos y pequeños mamíferos (**Anexo 3.13.9**). También se reportaron labores de cacería a menor escala dado que la vocación y sustento se centra en el sector pesquero y agropecuario. Entre las artes de caza para mamíferos, se prioriza el trampero y la escopeta para grandes y medianos mamíferos y la utilización de sebos con veneno para pequeños roedores que se vuelven plaga de viviendas o cultivos.

Se destaca a su vez, que no se menciona la utilización de alguno de estas especies de mamíferos como plato típico y que no hay en esta zona establecimientos que ofrezcan animales silvestres como parte de su menú.

Aunque las encuestas se realizaron a pobladores de la zona del Canal del Dique sin tener en cuenta si su labor principal era la caza, si se encuestaron cazadores, personal de las UMATAs y campesinos de la zona de influencia.

Dado que se practica una caza a menor escala, es decir ella no es la base de la subsistencia, la problemática reportada se restringe a las dinámicas propias de inundación y sequía dado que los animales se desplazan de acuerdo a estas dinámicas hídricas y su presencia o escases se debe a ello.

Se evidencio, además, que hay un alto grado de conciencia de conservación en cuanto a especies representativas como el Manatí (*Trichechus manatus*), el cual se cuida y no se ve como fuente de carne.

### 3.13.2.2.3 Registro Fotográfico de algunas de las Especies Observadas

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunas de las especies observadas (ver de la **Fotografía 3.305** a la **Fotografía 3.312**).

#### **Fotografía 3.305. Huella de *Procyon cancrivorus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.306. Madriguera *Cabassous centralis*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.307. *Phyllostomus discolor*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.308. Púas de *Coendou prehensilis*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.309. Heces de *Allouata seniculus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.310. Huellas de venado *Odocoileus virginianus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.311. *Sciurus granatensis*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.312. *Procyon cancrivorus* tomado como mascota por los habitantes de la Cuenca.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.8** Registro Fotográfico Fauna, se presenta información adicional de las Especies de Mamíferos Observadas en Campo. Adicionalmente, se presenta el **Anexo 3.13.10** Registro Fotográfico Encuesta Fauna Terrestre.

### 3.13.2.3 Anfibios y Reptiles

A consecuencia de la historia geológica del continente americano Colombia manifiesta gran variedad de regiones biogeográficas que albergan una fauna y flora representativas, además de la existencia de endemismos; esto da como resultado una gran diversidad biológica (Anónimo, 1989).

El territorio colombiano conforma menos de 1% de la superficie terrestre pero alberga 6% de las especies de anfibios, 10% de los reptiles, 15% de los primates, 20% de las mariposas, 20% de las aves y 15% de las orquídeas; en resumen, cerca del 10% de las especies del mundo (McNeely et al., 1990) sin embargo a pesar de la alta diversidad, en términos generales la herpetofauna (anfibios y reptiles) del Caribe, es poco diversa y a su vez poco conocida debido a la falta de colecciones representativas de anfibios, sumado a esto su sensibilidad a procesos de transformación y pérdida de hábitat, por estar íntimamente ligados al microclima contribuye a una constante amenaza para las especies (Duellman & Thomas 1996, Osorno-Muñoz 1999, Heyer et al. 1994, Rueda-Almonacid et al. 2004).

Las ciénagas y cuerpos de agua de la región han sufrido fuertes cambios en su composición química y física, a causa de la contaminación y procesos de eutrofización, aumento en la proporción de sedimentos y alteraciones en la dinámica hídrica de los sistemas cenagosos y el río, por tal razón los hábitos reproductivos han sido perturbados, disminuyendo la oferta de alimento y recursos limitando de esta manera el mantenimiento de las poblaciones de este grupo taxonómico en la región. Ante dicha situación muchas de las especies han disminuido en su abundancia y ocurrencia de avistamientos, lo cual hace incierto un estado actual para las mismas (Cuentas et al., 2002).

### 3.13.2.3.1 Anfibios

Los anfibios potenciales en la Cuenca se presentan a continuación (**Tabla 3.565**), hay alrededor de 30 especies, están fueron reportadas mediante información secundaria.

**Tabla 3.565. Listado de especies de anfibios potenciales para la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
Gymnophiona	Caeciliidae	<i>Caecilia subnigricans</i>	Culebra ciega
	Typhlonectidae	<i>Typhlonectes natans</i>	Culebra ciega
Anura	Centrolenidae	<i>Ikakogi tayrona</i>	Rana cristal
		<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	Rana cristal
	Hemiphractidae	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Rana
	Pseudidae	<i>Pseudis paradoxa</i>	Rana paradoja
	Microhylidae	<i>Elachistocleis pearsei</i>	Sapo negro
		<i>Chiasmocleis panamensis</i>	Sapito termitero
	Leptodactylidae	<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Sapito
		<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Rana picuda
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	Sapito
		<i>Leptodactylus fragilis</i>	sapito
		<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	Rana
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Sapo toro comun
	Leiuperidae	<i>Pleurodema brachyops</i>	Sapito lipon
		<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapito
	Craugastoridae	<i>Craugastor raniformis</i>	Rana cabeza de flecha
	Ceratophryidae	<i>Ceratophrys calcarata</i>	Sapo cornudo
	Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Rana
		<i>Scinax rostratus</i>	Rana
		<i>Phyllomedusa venusta</i>	Rana
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana lechera comun
<i>Scarthyla vigilans</i>		Rana	
<i>Hypsiboas pugnax</i>		Rana platanera	
<i>Dendropsophus microcephalus</i>		Ranita	
<i>Hypsiboas crepitans</i>		Rana platanera	
	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana arborícola de ojos rojos	

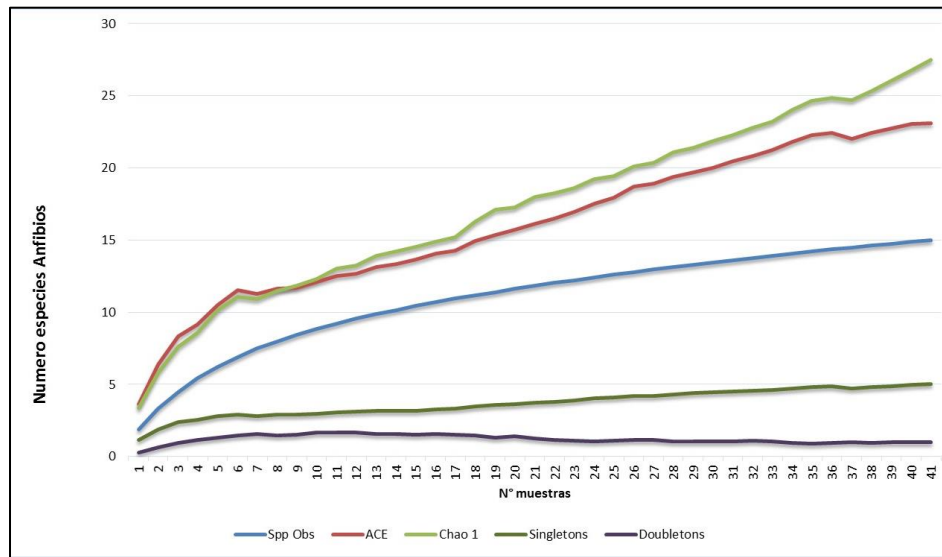
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
	Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	Sapo comun
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo comun
		<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo comun

Fuente: Cuentas et al. 2002; Lynch, J. D. et al 2004; Frost, Darrel R. 2010; Cormagdalena. Universidad del norte. 2003; Cormagdalena. Universidad nacional. 2005; Alcaldía municipal de San Jacinto. 2004; Ingeominas; Cardique & CIOH, 1998; ISA-Interconexión Eléctrica S.A. 2002; Parques Nacionales Naturales. 2006; Universidad Jorge Tadeo Lozano.

### 3.13.2.3.1.1 Representatividad del Muestreo

La representatividad del muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies (Figura 3.722), utilizando estimadores no paramétricos. Este análisis se realizó con ayuda del programa Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell). De la misma forma se estimó la riqueza de especies, mediante el número total de especies observadas. La curva de rarefacción fue calculada a partir del número de individuos reportados durante la fase de campo. Se utilizaron los siguientes estimares Chao 1 y Ace (Tabla 3.566).

Figura 3.722. Curva de acumulación de especies (Anfibios).



Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

Tabla 3.566. Estimadores de riqueza (Anfibios).

SAMPLES	S(EST) SD	ACE MEAN	CHAO 1 MEAN
1	0,5	3,65	3,37
2	0,84	6,36	5,79
3	1,08	8,32	7,61
4	1,24	9,17	8,6
5	1,35	10,52	10,13
6	1,43	11,53	11,07
7	1,49	11,3	10,93
8	1,53	11,63	11,5

SAMPLES	S(EST) SD	ACE MEAN	CHAO 1 MEAN
9	1,56	11,69	11,82
10	1,59	12,11	12,33
11	1,6	12,52	13,02
12	1,61	12,69	13,24
13	1,62	13,11	13,92
14	1,62	13,32	14,24
15	1,63	13,63	14,51
16	1,63	14,05	14,88
17	1,63	14,27	15,19
18	1,63	14,96	16,31
19	1,63	15,34	17,13
20	1,63	15,71	17,28
21	1,63	16,15	17,99
22	1,63	16,47	18,23
23	1,64	16,95	18,63
24	1,64	17,55	19,25
25	1,64	17,96	19,44
26	1,65	18,69	20,13
27	1,65	18,91	20,36
28	1,66	19,36	21,08
29	1,66	19,68	21,41
30	1,67	20,02	21,85
31	1,68	20,48	22,3
32	1,69	20,85	22,81
33	1,69	21,27	23,21
34	1,7	21,82	24,01
35	1,71	22,28	24,65
36	1,72	22,44	24,86
37	1,74	22,03	24,7
38	1,75	22,43	25,32
39	1,76	22,75	26,04
40	1,77	23,05	26,75

Fuente: Estimates Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell).

Se calculó utilizando los estimadores de riqueza mencionados anteriormente. Esta muestra un comportamiento no asintótico, lo que significa que el muestreo no fue del todo representativo, toda vez que el número de especies observadas durante la fase de campo podría ser mayor si se aumentaran los días de muestreo, además el periodo en el que se realizó el muestreo es época seca por lo que se dificultó la observación, ya que es el periodo donde los individuos presentan poca actividad.

Es importante resaltar, que el comportamiento de las tendencias observadas en los estimadores de riqueza no presenta un comportamiento asintótico esto puede verse



influenciado por aspectos ecológicos del grupo en estudio, en este caso herpetos, como: a). variación en la composición y estructura de acuerdo a las épocas climáticas, que hacen que algunas poblaciones de herpetos presenten menor probabilidad de ser observadas, dependiendo de los requerimientos de estas, como disponibilidad de hábitats adecuados y/o disponibilidad de alimento, b). Grado de conservación y heterogeneidad de los ambientes presentes en la zona de estudio, que favorecen a algunas especies, en cuanto a la presencia y ausencia, como también lo relacionado con su abundancia asintótico, es decir la curva tiende a estabilizarse y aun así se aumenten las muestras la probabilidad de encontrar especies nuevas son mínimas por lo que se concluye, que el muestreo fue representativo para el área de estudio. Por otro lado, el muestreo tuvo una eficiencia del 71,78% lo cual nos indica que el número de especies observadas en campo está cerca del esperado calculado por los estimadores.

### 3.13.2.3.1.2 Índices de Diversidad y Similitud

En total se observaron 29 especies (**Tabla 3.567**) distribuidas en 10 familias, de las cuales las familias más representativas son: Hylidae con 10 especies seguido de Leptodactylidae con 6 esto se debe principalmente a que la familia Hylidae presenta una amplia distribución en las tierras bajas desde ambientes subxerofíticos hasta los páramos sobre el alto y medio magdalena, costa caribe y pacífica. Leptodactylidae abarcan una amplia gama de ambientes, se diversifican en las tierras bajas, ocupan desde ecosistemas secos hasta bosques húmedos tropicales, siendo estos últimos ambientes significativos en su proceso de especiación, ambientes característicos de la zona de estudio. Además, pueden habitar ambientes donde el recurso alimenticio es escaso adoptando una dieta generalista.

Para el caso de los anfibios, especies como *Hypsiboas crepitans*, *Rhinella granulosa* y *Engystomops pustulosus* son observadas con frecuencia y gran cantidad en varios tipos de hábitats alrededor del canal; así mismo, ejemplares de la especie *Scarthyla vigilans* se registra continuamente y en abundancia para hábitats asociados a zonas pantanosas o riberas del canal.

**Tabla 3.567. Listado de especies de anfibios observados en la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
Gymnophiona	Typhlonectidae	<i>Typhlonectes natans</i>	Culebra ciega
Anura	Centrolenidae	<i>Ikakogi tayrona</i>	Rana cristal
	Hemiphractidae	<i>Cryptobatrachus boulengeri</i>	Rana
	Aromobatidae	<i>Allobates</i> sp	Sapo
	Pseudidae	<i>Pseudis paradoxa</i>	Rana paradoja
	Microhylidae	<i>Elachistocleis pearsei</i>	Sapo negro
		<i>Chiasmocleis panamensis</i>	Sapito termitero
	Leptodactylidae	<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Sapito
		<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Rana picuda
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	Sapito
		<i>Leptodactylus fragilis</i>	sapito
<i>Leptodactylus poecilochilus</i>		Rana	
	<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Sapo toro comun	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
	Leiuperidae	<i>Pleurodema brachyops</i>	Sapito lipon
		<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapito
	Craugastoridae	<i>Craugastor raniformis</i>	Rana cabeza de flecha
	Ceratophryidae	<i>Ceratophrys calcarata</i>	Sapo cornudo
	Hylidae	<i>Scinax ruber</i>	Rana
		<i>Scinax rostrata</i>	Rana
		<i>Phyllomedusa venusta</i>	Rana
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana lechera comun
		<i>Scarthyia vigilans</i>	Rana
		<i>Hypsiboas pugnax</i>	Rana platanera
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Ranita
		<i>Hypsiboas crepitans</i>	Rana platanera
	Bufonidae	<i>Agalychnis callidrya</i>	Rana arborícola de ojos rojos
		<i>Rhinella humboldti</i>	Sapo comun
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo comun
<i>Rhinella granulosa</i>		Sapo comun	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los índices ecológicos (**Tabla 3.568**) que se aplicaron fueron: el Índice de Margalef, Simpson y Shannon–Weiner, estos se calcularon para estimar la biodiversidad de las coberturas presentes en el área de monitoreo. La forma de estimarlos es con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies y en función del número de individuos presentes en la muestra. Si los valores de Margalef y Shannon –Weiner son inferiores a 2.0 se considera zonas con biodiversidades bajas. De la misma forma, para medir si las comunidades están compuestas por pocas o varias especies se utilizan el índice de dominancia Simpson (cuyo valor esta entre 0-1).

**Tabla 3.568. Índices de diversidad (Anfibios).**

	ARBUSTAL ABIERTO	ARBUSTAL DENSO	BOSQUE DE GALERIA Y/O RIPARIO	BOSQUE DENSO ALTO INUNDABLE	BOSQUE FRAGMENTADO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA	PLANTACIÓN FORESTAL	VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA	VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA
<b>Taxa_S</b>	2	3	5	1	5	7	11	8
<b>Individuals</b>	470	440	158	226	172	78	371	109
<b>Simpson_1-D</b>	0,3101	0,2563	0,4388	0,4549	0,6238	0,8241	0,3585	0,4302
<b>Shannon_H</b>	2,904	3,448	3,161	3,281	2,952	2,871	3,604	3,018
<b>Margalef</b>	6,014	8,05	7,309	6,641	5,828	5,509	10,14	6,821

Fuente: Past Paleontological Statistics 3.14.

La riqueza de la familia Hylidae coincide con el patrón de riqueza global, donde su mayor diversificación se da en el neotrópico (Lynch & Suárez-Mayorga 2004) y es la familia con más especies a nivel nacional con 130 especies (Frost 2010).

### 3.13.2.3.2 Registro Fotográfico de algunas de las Especies de Anfibios Observadas en Campo

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunas de las especies de anfibios observadas en campo (ver de la **Fotografía 3.313** a la **Fotografía 3.318**).

#### **Fotografía 3.313.** *Pseudopaludicola pusilla* (Izquierda) *Engystomops pustulosus* (derecha).



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### **Fotografía 3.314.** *Scarthyia vigilans* (izquierda) *Hypsiboas crepitans* (derecha).



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.315. *Scinax ruber* (izquierda) *Rhinella granulosa* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.316. *Hypsiboas pugnax* (izquierda) *Pleurodema brachyops* (derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.317. *Rhinella marina* (izquierdo) *Pseudis paradoxa* (Juvenil) (derecho).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.318.** *Leptodactylus bolivianus* (izquierda) *Elachistocleis pearsei* (derecha).



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.8** Registro Fotográfico Fauna, se presenta información adicional de las Especies de Anfibios Observadas en Campo.

### 3.13.2.3.3 Reptiles

Para la Cuenca se presenta a continuación el listado de 64 especies de reptiles (**Tabla 3.569**) potenciales a ser encontrados.

**Tabla 3.569. Especies de reptiles potenciales en la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Caiman aguja
	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Babilla
Testudines	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	morrocoy
	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	tapaculo
	Emydidae	<i>Trachemys callirostris</i>	Hicotea
	Podocnemididae	<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga de río
Squamata	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena alba</i>	Tatacoa - Pomposa
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus brooki</i>	Tuteka
		<i>Hemidactylus frenatus</i>	Tuteka
		<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Tuteka
		<i>Phyllodactylus ventralis</i>	salamenqueja
		<i>Sphaerodactylus notatus</i>	salamenqueja
		<i>Thecadactylus rapicauda</i>	salamenqueja
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	lagartija
		<i>Gonatodes vittatus</i>	lagartija
		<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	lagartija

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
	Dactyloidae	<i>Anolis tropidogaster</i>	lagartija
		<i>Anolis fuscoauratus</i>	lagartija
		<i>Anolis auratus</i>	lagartija
	Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	Camaleon
	Tropiduridae	<i>Stenocercus erythrogaster</i>	lagarto hoja*
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Salta arroyo
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana
	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo pollero
		<i>Ameiva ameiva</i>	lobo
		<i>Holcosus festivus</i>	lobo
		<i>Ameiva bifrontata</i>	lobo
		<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	lobito
	Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i>	lisa, limpiacasa
	Gymnophthalmidae	<i>leposoma rugiceps</i>	lagartija
		<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	lagartija dorada*
		<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	cola azul
		<i>Bachia bicolor</i>	Culebra con patas
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa
		<i>Corallus ruschenbergerii</i>	Mapana de arbol
		<i>Epicrates maurus</i>	Mapana roja
	Dipsadidae	<i>Helicops danieli</i>	Mapana de agua
		<i>Thamnodynastes gambotensis</i>	Cazadora
		<i>Erythrolamprus bizonus</i>	Cazadora
		<i>Liophis melanotus</i>	Guardacaminos, Cazadora
		<i>Liophis lineatus</i>	Guardacaminos, Cazadora
		<i>Imantodes cenchoa</i>	Ramera, bejuquilla
		<i>Leptodeira annulata</i>	Falsa mapaná
		<i>Leptodeira bakeri</i>	Falsa mapaná
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	Vivora de sangre
		<i>Clelia clelia</i>	Vivora negra
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Mata caballo
		<i>Mastigodryas pleei</i>	Cazadora
		<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Cazadora
<i>Oxybelis aeneus</i>		Jueteadora, Bejuquilla café	
<i>Oxybelis fulgidus</i>		Bejuquilla verde	
<i>Phimophis guianensis</i>		Nariz de puerco	
<i>Tantilla semicincta</i>		falsa coral	
<i>Tantilla melanocephala</i>		Cazadora	

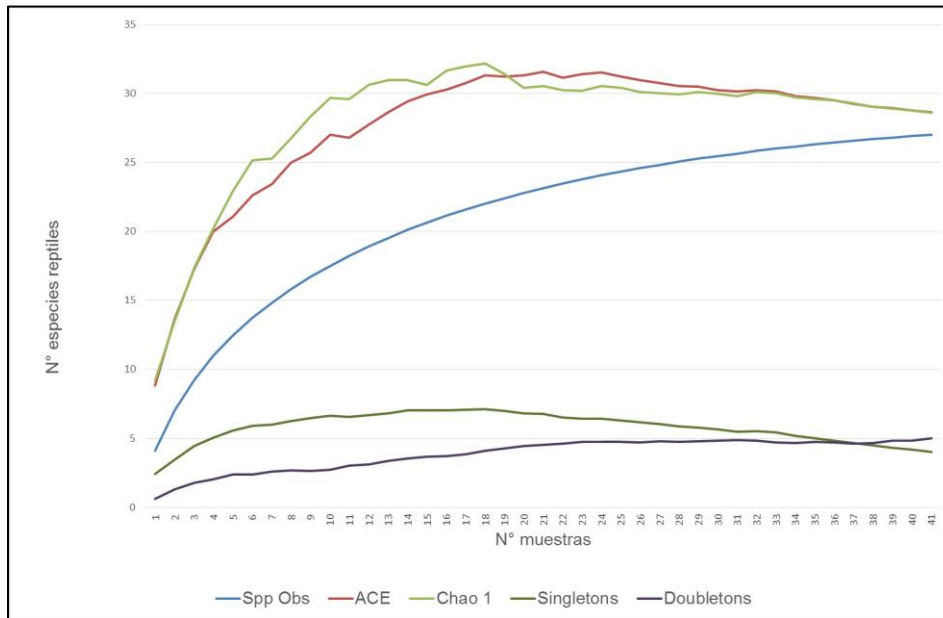
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
		<i>Chironius carinatus</i>	Jueteadora
		<i>Spilotes pullatus</i>	Canastera
		<i>Oxyrhopus petola</i>	Falsa coral
		<i>Sibon nebulatus</i>	Cazadora
	Anomalepididae	<i>Liotyphlops albirostris</i>	Culebra ciega
	Elapidae	<i>Micrurus dissoleucus</i>	Coral
		<i>Micrurus dumerilii</i>	Coralito
	Viperidae	<i>Porthidium lansbergii</i>	Patoco
		<i>Bothrops asper</i>	Mapana
		<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel

Fuente: Cuentas et al. 2002; Lynch, J. D. et al 2004; Frost, Darrel R. 2010; Cormagdalena. Universidad del norte. 2003; Cormagdalena. Universidad nacional. 2005; Alcaldía municipal de San Jacinto. 2004; Ingeominas; Cardique & CIOH, 1998; ISA-Interconexión Eléctrica S.A. 2002; Parques Nacionales Naturales. 2006; Universidad Jorge Tadeo Lozano 2001; Sierra Díaz et al 2000; Sánchez Páez H. et al. 2000<sup>a</sup>; Sánchez Páez H. et al. 2000<sup>b</sup>; Ulloa D. 2001; Ulloa D. 2004; POMCA del Canal del Dique.2007.

### 3.13.2.3.3.1 Representatividad del Muestreo

La representatividad del muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies (**Figura 3.723**), utilizando estimadores no paramétricos. Este análisis se realizó con ayuda del programa EstimateS Versión 9.1.0 (Copyright R. K. Colwell). De la misma forma se estimó la riqueza de especies, mediante el número total de especies observadas. La curva de rarefacción fue calculada a partir del número de individuos reportados durante la fase de campo. Se utilizaron los siguientes estimares Chao 1 y Ace (**Tabla 3.570**).

**Figura 3.723. Curva de acumulación de especies (reptiles).**



Fuente: EstimateS (Version 9.0.0), Copyright R. K. Colwell: <http://purl.oclc.org/estimates> Diversity Output from Input File: Reptiles\_Dique (3 febrero, 2017).

**Tabla 3.570. Estimadores de riqueza (Reptiles).**

SAMPLES	S(EST)	ACE MEAN	CHAO 1 MEAN
1	4,1	8,83	9,16
2	7,01	13,66	13,48
3	9,22	17,27	17,36
4	10,99	20	20,2
5	12,47	21,07	22,93
6	13,73	22,62	25,16
7	14,84	23,42	25,29
8	15,83	24,97	26,73
9	16,71	25,73	28,36
10	17,51	27,02	29,68
11	18,24	26,78	29,61
12	18,91	27,75	30,63
13	19,53	28,66	30,95
14	20,1	29,42	30,96
15	20,63	29,92	30,63
16	21,13	30,27	31,65
17	21,59	30,76	31,98
18	22,01	31,3	32,19
19	22,41	31,21	31,39
20	22,79	31,33	30,41
21	23,14	31,59	30,54
22	23,47	31,16	30,24
23	23,77	31,39	30,2
24	24,06	31,51	30,52
25	24,33	31,24	30,4
26	24,59	30,95	30,11
27	24,83	30,74	30,02
28	25,07	30,53	29,95
29	25,27	30,49	30,11
30	25,47	30,22	29,97
31	25,65	30,15	29,79
32	25,83	30,24	30,11
33	26	30,17	30,01
34	26,15	29,81	29,72
35	26,3	29,69	29,61
36	26,44	29,49	29,52
37	26,56	29,25	29,3
38	26,69	29,04	29,01
39	26,8	28,93	28,92
40	26,9	28,77	28,78

Fuente: EstimateS (Version 9.0.0), Copyright R. K. Colwell: <http://purl.oclc.org/estimates> Diversity Output from Input File: Reptiles\_Dique (3 febrero, 2017).



Se calculó utilizando los estimadores de riqueza mencionados anteriormente. Esta muestra un comportamiento asintótico, es decir la curva tiende a estabilizarse y aun así se aumenten las muestras la probabilidad de encontrar especies nuevas son mínimas por lo que se concluye, que el muestreo fue representativo para el área de estudio. Por otro lado, el muestreo tuvo una eficiencia del 92,67% lo cual nos indica que el número de especies observadas en campo está cerca del esperado calculado por los estimadores.

### 3.13.2.3.3.2 Índices de Diversidad y Similitud

En total se observaron 59 especies (**Tabla 3.571**) distribuidas en 22 familias pertenecientes a 3 órdenes, de las cuales las familias más representativas son: Colubridae y Dipsadidae con 10 especies seguida de Gekkonidae y Teiidae con 5 especies registradas. La alta riqueza de especies de estas familias se debe a que la primera alberga la mayor cantidad de especies del suborden de serpientes, la mayoría de estas presenta una amplia distribución en todo el país. La segunda tiene habitas que van desde ambientes xerofíticos, sabanas y pastizales cercanos a la selva los cuales son los tipos de cobertura que se encuentran dentro del área de muestreo (Maldonado & Haad, 2006).

**Tabla 3.571. Listado de especies reptiles observados en la cuenca.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Caiman aguja
	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Babilla
Testudines	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	morrocoy
	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	tapaculo
	Emydidae	<i>Trachemys callirostris</i>	Hicotea
	Podocnemididae	<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga de río
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus brooki</i>	Tuteka
		<i>Hemidactylus frenatus</i>	Tuteka
		<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Tuteka
		<i>Phyllodactylus ventralis</i>	salamenqueja
		<i>Thecadactylus rapicauda</i>	salamenqueja
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	lagartija
		<i>Gonatodes vittatus</i>	lagartija
		<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	lagartija
	Dactyloidae	<i>Anolis tropidogaster</i>	lagartija
		<i>Anolis auratus</i>	lagartija
	Polychrotidae	<i>Polychrus marmoratus</i>	Camaleon
	Tropiduridae	<i>Stenocercus erythrigaster</i>	lagarto hoja*
	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Salta arroyo
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana
	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo pollero
		<i>Ameiva ameiva</i>	lobo
<i>Holcosus festivus</i>		lobo	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	TOPONIMIA VERNACULAR
		<i>Ameiva bifrontata</i>	lobo
		<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	lobito
	Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i>	lisa, limpiacasa
	Gymnophthalmidae	<i>Ieposoma rugiceps</i>	lagartija
		<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	lagartija dorada*
		<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	cola azul
		<i>Bachia bicolor</i>	Culebra con patas
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa
		<i>Corallus ruschenbergerii</i>	Mapana de arbol
		<i>Epicrates maurus</i>	Mapana roja
	Dipsadidae	<i>Helicops danieli</i>	Mapana de agua
		<i>Thamnodynastes gambotensis</i>	Cazadora
		<i>Erythrolamprus bizonus</i>	Cazadora
		<i>Liophis melanotus</i>	Guardacaminos, Cazadora
		<i>Liophis lineatus</i>	Guardacaminos, Cazadora
		<i>Imantodes cenchoa</i>	Ramera, bejuquilla
		<i>Leptodeira annulata</i>	Falsa mapaná
		<i>Leptodeira bakeri</i>	Falsa mapaná
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	Vivora de sangre
		<i>Clelia clelia</i>	Vivora negra
	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Mata caballo
		<i>Mastigodryas pleei</i>	Cazadora
		<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Cazadora
		<i>Oxybelis aeneus</i>	Jueteadora, Bejuquilla café
		<i>Phimophis guianensis</i>	Nariz de puerco
		<i>Tantilla semicineta</i>	falsa coral
		<i>Tantilla melanocephala</i>	Cazadora
		<i>Chironius carinatus</i>	Jueteadora
		<i>Spilotes pullatus</i>	Canastera
		<i>Sibon nebulatus</i>	Cazadora
	Anomalepididae	<i>Liotyphlops albirostris</i>	Culebra ciega
	Elapidae	<i>Micrurus dissolucus</i>	Coral
		<i>Micrurus dumerilii</i>	Coralito
	Viperidae	<i>Porthidium lansbergii</i>	Patoco
		<i>Bothrops asper</i>	Mapana
		<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Los índices ecológicos (**Tabla 3.572**) que se aplicaron fueron: el Índice de Margalef, Simpson y Shannon–Weiner, estos se calcularon para estimar la biodiversidad de las

coberturas presentes en el área de monitoreo. La forma de estimarlos es con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies y en función del número de individuos presentes en la muestra. Si los valores de Margalef y Shannon –Weiner son inferiores a 2.0 se considera zonas con biodiversidades bajas. De la misma forma, para medir si las comunidades están compuestas por pocas o varias especies se utilizan el índice de dominancia Simpson (cuyo valor esta entre 0-1).

**Tabla 3.572. Índices ecológicos reptiles.**

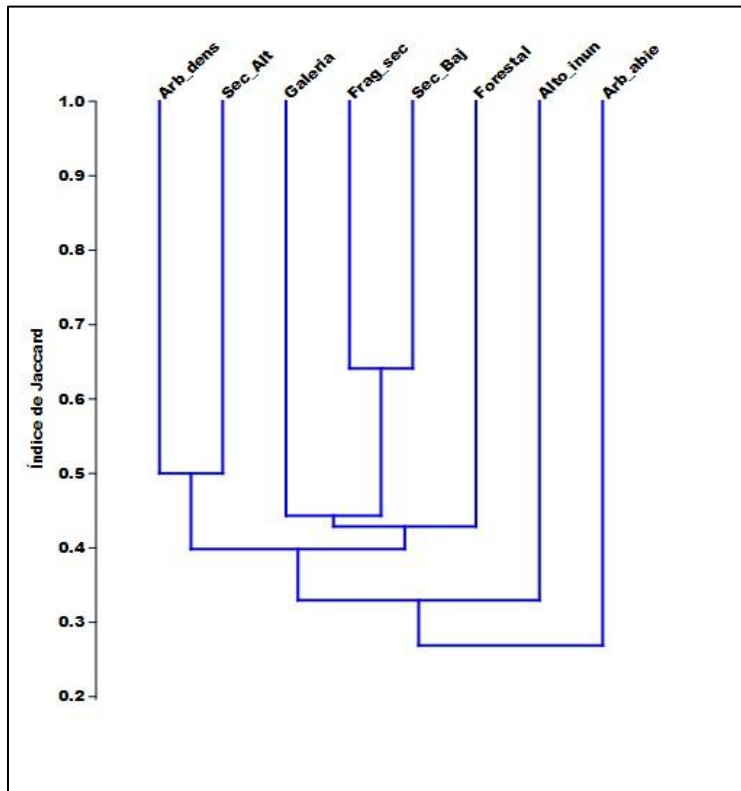
	ARBUSTAL ABIERTO	ARBUSTAL DENSO	BOSQUE DE GALERÍA Y/O RIPARIO	BOSQUE DENSO ALTO INUNDABLE	BOSQUE FRAGMENTADO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA	PLANTACIÓN FORESTAL	VEGETACIÓN SECUNDARIA ALTA	VEGETACIÓN SECUNDARIA BAJA
<b>Taxa_S</b>	9	6	7	5	5	3	15	8
<b>Individuals</b>	470	440	158	226	172	78	371	109
<b>Simpson_1-D</b>	0,3101	0,2563	0,4388	0,4549	0,6238	0,8241	0,3585	0,4302
<b>Shannon_H</b>	2,904	3,448	3,161	3,281	2,952	2,871	3,604	3,018
<b>Margalef</b>	6,014	8,05	7,309	6,641	5,828	5,509	10,14	6,821

Fuente: Past. Paleontological Statistics 3.14.

Los resultados del índice de Simpson para cada una de las coberturas vegetales presentes dentro de la zona de estudio revelan que la relación entre el número de especies presenta está relacionado con el índice de la dominancia, como se observa la cobertura Vegetación Secundaria Alta es la que más especies presenta más sin embargo la dominancia es relativamente baja, mientras que la cobertura Plantación Forestal presenta un valor alto (0,8241) pero a su vez es la que presenta menor cantidad de especies. Para los índices de Shannon y Margalef las coberturas con mayor diversidad son Vegetación secundaria alta, lo que quiere decir que en estos sitios hay mayor cantidad de especies diferentes más sin embargo estos índices no tienen en cuenta las abundancias de las especies.

Se utilizó el índice de similitud de Jaccard con el fin de cuantificar las posibles relaciones entre la composición de especies de cada una de las coberturas vegetales este índice tiene valores entre 0 y 1. Dando como resultado que las coberturas que presenta mayor similitud son Bosque fragmentado con Vegetación Secundaria y Vegetación Secundaria Baja (0,65) que nos indica que la composición de especies entre estas coberturas es relativamente parecida. Por otro lado, las especies presentes en el Arbustal Abierto son completamente diferentes a las otras coberturas, puede que las condiciones que se presentan allí sean las precisas para cierto tipo de especies (**Figura 3.724**).

Figura 3.724. Dendrograma de similitud de especies (Reptiles).



Fuente: Past. Paleontological Statistics 3.14.

### 3.13.2.3.4 Registro Fotográfico de algunas de las Especies Observadas en Campo

A continuación, se presenta el registro fotográfico de algunas de las especies observadas en campo (ver de la **Fotografía 3.319** a la **Fotografía 3.336**).

#### Fotografía 3.319. *Anolis auratus*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.320. *Kinosternon scorpioides*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.321. *Anolis tropidogaster*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.322. *Trachemys callirostris*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.323. *Gonatodes albogularis* (Hembra).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.324. *Gonatodes albogularis* (Macho).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.325. *Cnemidophorus lemniscatus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Fotografía 3.326. *Mabuya mabouya*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fotografía 3.327. *Porthidium lansbergii*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fotografía 3.328. *Iguana*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.329. *Tretioscincus bifasciatus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.330. *Basiliscus basiliscus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.331. *Tupinambis teguixin*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.332. *Liophis lineatus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.333. *Chelonoidis carbonaria*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.334. *Ameiva ameiva*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.335. *Lepidoblepharis sanctaemartae*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.336. *Boa constrictor*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.8** Registro Fotográfico Fauna, se presenta información adicional de las Especies de Reptiles Observadas en Campo.

### 3.13.2.4 Peces

La Cuenca del Río Magdalena, se encuentra circunscrita geográficamente entre los ejes montañosos oriental, central y occidental de la cordillera de Los Andes. El conjunto de ciénagas es un elemento constitutivo vital de la cuenca, puesto que éstas actúan como grandes reservorios de poca profundidad y extensión variable y en su capacidad de embalse radica la dinámica de amortiguamiento que posee la cuenca para autorregularse y controlar los crecimientos cíclicos de los niveles de inundación. La presencia de ciénagas es especialmente común en las partes más bajas de la cuenca, lo cual transmite a la región su característica más especial, que es la de estar formada por terrenos bajos sometidos a inundaciones periódicas. Acorde a la Ley 161/94 y por sus características fisiográficas, la



cuenca ha sido dividida en tres partes: Alto, Medio y Bajo Magdalena. Así pues, la parte Baja del río se inicia en Tamalameque, a la altura de la ciénaga de Zapatosa y la bifurcación de los brazos de Loba y de Mompox, hasta la desembocadura y el Canal del Dique. Las características más importantes de este tramo son la recepción de los tributarios más grandes y de la configuración del mayor plano inundable. En este sector se presentan también grandes conjuntos de ciénagas y terrenos bajos inundables como característica especial de la región.

En todos los tiempos, los recursos hidrobiológicos han sido base socioeconómica y alimentaria de los asentamientos humanos en litorales y riberas de todas las regiones y sólo ahora, ante la disminución acelerada de la oferta natural, se está revisando la situación de la calidad de los recursos hídricos, con respecto a sus efectos directos sobre los recursos hidrobiológicos marinos y continentales (Gutierrez, 1977).

La ictiofauna en estos ríos está compuesta en su mayoría por especies dulceacuícolas primarias y unas cuantas de origen marino que remontan los ríos (Mojica, 1999). De los recursos hidrobiológicos los peces no son el único aprovechado mundialmente; sin embargo, son los de mayor relevancia e importancia socioeconómica, conforman el componente de la biodiversidad que está mayoritariamente relacionado con la disminución de la pobreza y la subsistencia de asentamientos humanos en litorales y riveras (Galvis et al., 1997). George Dahl (1971) consideró que la ictiofauna dulceacuícola de Sur América es la más rica del mundo pues incluye cerca de una quinta parte de las especies clasificadas, hasta ese año.

Se han descrito 147 especies con amplia distribución en la Cuenca del Río Magdalena (Dahl, 1971), pero Molano (1993) reporta que, según investigaciones, de las ciento cuarenta y siete (147) especies ictiológicas existentes en el río Magdalena en 1940 sólo quedan trece (13). Según estadísticas del INPA analizadas, por CORMAGDALENA, para un periodo de 7 años (1.993-1999) se reportan 19 especies.

Las principales especies nativas de interés comercial en la cuenca son: Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), Nicuro o Barbudo o Barbul (*Pimelodus clarias*), Capaz (*Pimelodus grosskopfii*), Pacora (*Plagioscion surinamensis*), Doncella (*Ageneiosus caucanus*), Blanquillo (*Sorubim lima*), Dorada (*Brycon moorei*) y el Moncholo (*Hoplias malabaricus*). También se capturan especies introducidas a la cuenca como: Cachama (*Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomun*), Tilapia o Mojarra (*Oreochromis niloticus*), el híbrido de Tilapia Roja (*Oreochromis* spp) y las Carpa China (*Ciprinus carpio* y *Ciprinus carpio* var. *specularis*), que han sido introducidas al sistema por malos manejos en programas de acuicultura y repoblamientos en las ciénagas del plano inundable (CORMAGADALENA, 2002).

En particular para la zona de los humedales del Canal de Dique, se presenta que es uno de los sistemas más afectados por acción antrópica especialmente el complejo de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Pajalar. Los humedales del Canal del Dique se encuentran en clima cálido, de zonas secas, y relativas extensiones o espejos de agua, con áreas significativas de inundación, usadas para distritos de riego y tomas de acueductos de algunas poblaciones aledañas, reciben y concentran a su vez niveles de contaminación de todo el recorrido del río, cerca de la desembocadura, presentan toda un área estuarina y zonas pantanosas, con gran confluencia de manglares y biodiversidad

asociada, generalmente las poblaciones que extraen sus recursos lo hacen de manera indiscriminada y tienen un nivel de pobreza muy alto (Gualdrón–Silva, s.f) (**Tabla 3.573**).

**Tabla 3.573. Humedales del Canal del Dique (los 10 de mayor área).**

AREA M	NOMBRE	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
125770490	Embalse Guájaro	Atlántico	Manatí, Repelón
55652505	Embalse Guajaro	Atlántico	Manatí, Repelón
36823882	Ciénaga Cerro de San Antonio	Magdalena	Cerro de San Antonio
25562883	Ciénaga Capote	Bolívar	Soplaviento
9276872	Canal de Dique	No Datos	No Datos
8909321	Ciénaga Juan Gómez	Bolívar	Arjona
6412418	Ciénaga de los Negros	Bolívar	Calamar
6108481	Embalse Guajaro	Atlántico	Repelón
5792999	Ciénaga Zarzal	Bolívar	Mahates
5513811	Ciénaga de Zambrano	Bolívar	Zambrano

Fuente: Plan de manejo de los recursos ictiológicos y pesqueros en el río grande de la Magdalena y sus zonas de amortiguación. Martha Isabel Gualdrón Silva. Ajuste del Documento “Recursos Hidrológicos, Ictiológicos y Pesqueros en la Cuenca Magdalena- Cauca Diagnóstico (caracterización) y Estrategias de Política para la formulación del POMIM (documento inédito).

La Bahía de Cartagena y específicamente los corales de Islas del Rosario, tienen graves problemas ambientales, que en muchas ocasiones han sido adjudicados a la sedimentación que llega por el Canal del Dique, para lo cual el Ministerio del Medio Ambiente proyecto la Resolución 260 de-1997, en la que CORMAGDALENA, debe establecer un plan de manejo para la restauración de los ecosistemas degradados del Canal del Dique. Pero no existe la certeza de que efectivamente ésta es la causa de su deterioro, sin embargo se han planteado varias alternativas de solución, pero por ser un problema tan complejo, cualquier alternativa que se adopte, afectará una u otra área o recurso, y se debe tener en cuenta que paralelo al control de entradas de sedimentación a la Bahía se debe realizar el control de vertimientos, de otra forma se iniciaría un proceso de eutrofización adicional a la transformación de humedales para la cría de camarones (Gualdrón–Silva, s.f).

Por otra parte, y teniendo como base la bibliografía existente para el área sobre el recurso peces se estableció un listado de especies potenciales para la Cuenca Canal del Dique, donde la riqueza de especies puede alcanzar valores de hasta 55 especies en total, donde 54 pertenecen a la clase Actinopterygii y 1 especie a la clase Chondrichthyes (*Potamotrygon magdalenae*) (**Tabla 3.574**).



**Tabla 3.574. Especies icticas potenciales en la cuenca.**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	C	M	
Actinopterygii	Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Mohino, cuatro ojos	x		
		Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina	x		
			<i>Astyanax magdalanae</i>	Sardina, Golosa, Tolomba	x		
			<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama	x		
			<i>Roeboides dayi</i>	Chango	x		
		Bryconidae	<i>Brycon moorei</i>	Chango, dorado	x		
			<i>Salminus affinis</i>	Picuda, rayada, picuda de río	x		
		Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeta	x		
		Curimatidae	<i>Cyphocharax aspiros</i>	Viejita	x		
			<i>Curimata mivartii</i>	Sardina	x		
		Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	x		
		Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalanae</i>	Bocachico	x		
	Triportheidae	<i>Triportheus magdalanae</i>	Arenca				
	Clupeiformes	Clupeidae	<i>Clupea harengus</i>	Arenque		x	
	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Mojarra amarilla	x		
	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo		x	
	Gadiformes	Macrouridae	<i>Bathygadus macrops</i>			x	
			<i>Hymenocephalus italicus</i>			x	
			<i>Malacocephalus occidentalis</i>			x	
		Moridae	<i>Gadella imberbis</i>				
			<i>Laemonema goodebeanorum</i>				x
			<i>Physiculus fulvus</i>				x
	Merlucciidae	<i>Merluccius albidus</i>				x	
		<i>Steindachneria argentea</i>				x	
	Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>	Mayupa	x		
	Lophiiformes	Lophiidae	<i>Lophius gastrophysus</i>			x	
		Chaunacidae	<i>Chaunax pictus</i>			x	
Ogocephalidae		<i>Malthopsis gnoma</i>			x		

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	C	M	
	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lisa		x	
		Mugilidae	<i>Mugil brasiliensis</i>	Lisa, lebranche		x	
		Mugilidae	<i>Mugil incilis</i>	Lisa		x	
	Myctophiformes	Neoscopelidae		<i>Neoscopelus macrolepidotus</i>			x
				<i>Neoscopelus microchir</i>			x
	Ophidiiformes	Ophidiidae		<i>Neobythites gilli</i>			x
		Bythitidae		<i>Diplacanthopoma brachysoma</i>			x
	Perciformes	Cichlidae		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	x	
				<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra plateada	x	
		Centropomidae		<i>Centropomus parallelus</i>	Róbalo		x
		Osphronemidae		<i>Trichogaster sp</i>	Gurami, lambe	x	
		Sciaenidae		<i>Plagioscion surinamensis</i>	Pácora, corvina	x	
	Polymixiiformes	Polymixiidae		<i>Polymixiidae</i>	Polymixia lowei		x
				<i>Polymixia nobilis</i>			x
	Siluriformes	Ariidae		<i>Notarius bonillai</i>	cazón, bagre cazón	x	x
		Aspredinidae		<i>Bunocephalus colombianus</i>	Negrillo, Chupin	x	
		Auchenipteridae		<i>Ageneiosus caucanus</i>	Doncella	x	
				<i>Trachelyopterus peloichthys</i>	Cachegua	x	
		Doradidae		<i>Centrochir crocodili</i>	Matacaimán, Cachegua	x	
		Heptapteridae		<i>Rhambia sebae</i>	Barbul negro	x	
		Loricariidae		<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha, cucho, coroncoro	x	
				<i>Panaque gibbosus</i>	Coroncoro	x	
		Pimelodidae		<i>Pimelodus clarias</i>	Moncholo, barbudo, barbul	x	
			<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capaz	x		
			<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bagre pintado, tigre	x		
			<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Bagre blanco	x		
Chondrichthyes	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya de río	x		

Fuente: Catalogue of Life: 30<sup>th</sup> January 2017/. The IUCN Red List of Threatened Species.. Adela Roa-Varón et al. 2007. Ardila Rodríguez., 1994.

### 3.13.2.4.1 Encuestas

De acuerdo con las encuestas realizadas a los pescadores del área, el común denominador fue la disminución de la cantidad de peces con el paso de los años expresando que “*ahora se pesca la mitad de lo que se pescaba hace 10 años*”, este fenómeno se lo atribuyen a dos circunstancias: la primera es la pesca con trasmallo la cual captura todos los peces desde tamaños pequeños a los grandes y la segunda es a causa del manejo de las aguas, es decir la regulación hídrica hecha por el hombre desviando las fuentes hídricas que surten las ciénagas. También mencionaron situaciones de falta de seguridad ya que son víctimas del robo de lo producido en la jornada de pesca, dado que ellos dejan sus redes puestas y si se descuidan otros pescadores sacan los peces y se llevan la totalidad de las capturas resultantes de la jornada del día. En el **Anexo 3.13.11** Formato de Encuesta Fauna Acuática Diligenciada, se presenta los formatos aplicados a los pescadores de la cuenca, y en el **Anexo 3.13.12** Sistematización Encuesta Fauna Acuática se relacionan las personas encuestadas y las especies reportadas por ellos mismos, a continuación, se enumeran dichas especies (ver **Tabla 3.575** y **Tabla 3.576**).

**Tabla 3.575. Listado de especies icticas presentes en la Cuenca de acuerdo a las entrevistas realizadas.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	C	M
Beloniformes	Belontiidae	<i>Strongylura marina</i>	Agujon		x
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Changuito	x	
Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon jabonero</i>	Sardina	x	
Characiformes	Characidae	<i>Roebooides dayi</i>	Chango	x	
Characiformes	Characidae	<i>Salminus affinis</i>	Chanua	x	
Characiformes	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Piana	x	
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Sardina	x	
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Ribolo, Moncholo	x	
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Cuatro ojos	x	
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	x	
Characiformes	Prochilodontidae	<i>Prochilodus reticulatus</i>	Bocachico	x	
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchovia clupeoides</i>	Bocona		x
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Gupy	x	
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon dearborni</i>	Frentetoro	x	
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Pejeraton	x	
Elopiiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Picuda	x	
Elopiiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sabalo	x	
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	lisa, lebranche		x
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lebranche, lisa		x
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil incilis</i>	lisa		x
Perciformes	Carangidae	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	jurelito		x
Perciformes	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	sietecueros		x
Perciformes	Carangidae	<i>Trachinotus falcatus</i>	Pampano		x
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia umbrifera</i>	Mojarra amarilla	x	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	C	M
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	x	
Perciformes	Cichlidae	<i>Aequidens pulcher</i>	Pindua	x	
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus pectinatus</i>	Robalo	x	
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo		x
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	Robalo		x
Perciformes	Eleotridae	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Guabina	x	
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus gula</i>	Robalo		x
Perciformes	Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra, morrua, rayada		x
Perciformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	Curvinata		x
Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Corbinata	x	
Perciformes	Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo		x
Perciformes	Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo		x
Perciformes	Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra, morrua, rayada		x
Perciformes	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra conga		x
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Mojarra amarilla		x
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus gula</i>	Robalo, mojarra blanca		x
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	Juruel		x
Perciformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda		x
Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops spixii</i>	Pechito, Guabino		x
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Barbudo	x	
Siluriformes	Loricariidae	<i>Hypostomus hondae</i>	Coroncoro	x	
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Chaunta, raspacanoa, chipichipi	x	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Lenguado		x
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Anguila	x	

Tipo de pesca: C = Continental M = Marino.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Tabla 3.576. Listado de especies de crustáceos de importancia pesquera de acuerdo a las entrevistas realizadas.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	C	M
Decapoda	Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba azul		x
Decapoda	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Jaiba		x
Decapoda	Portunidae	<i>Callinectes bocourti</i>	Jaiba roja, cangrejo		x
Dendrobranchiata	Penaeidae	<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camaron		x
Dendrobranchiata	Penaeidae	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Langostino		x
Dendrobranchiata	Penaeidae	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camaron		x

Tipo de pesca: C = Continental M = Marino.

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



### 3.13.2.4.1.1 Organizaciones de Pescadores

En la mayoría de los municipios analizados existen esquemas de organización de los pescadores (asociaciones) que permiten en cierta medida la cuantificación de estos.

Los municipios según la información suministrada por las UMATAs con mayor número de pescadores son María la baja, Mahates y Soplaviento, a su vez los municipios que reportan el menor número de pescadores son Turbana y Arroyohondo (**Tabla 3.577**).

**Tabla 3.577. Organizaciones de pescadores por municipio en la zona del Canal del Dique.**

MUNICIPIOS	Nº PESCADORES	ORGANIZACIONES
Turbana	90	Asopeloma.
Arjona	180	Asociaciones de pescadores de Gambote, Sincerin, Rocha y Puerto Babel.
María la Baja	1200	Comites de pesca de: San Pablo, Correa, Flamenco, Puerto Santander, Asociación jóvenes pescadores.
Mahates	1000	Asogrima, Asociación pescadores de Mahates, Comité cultural de Gamero.
San Estanislao de Kotska	200	Asogrocosca y ANUC.
Calamar	130	Asociaciones de pescadores de Barranca Nueva, Barranca Vieja, Hato Viejo y cabecera municipal.
Arroyo Hondo	50	Asociaciones de pescadores de: Machado, Sato y Pilón.
Soplaviento	800 a 1000	Coopeso y La Esperanza.
San Cristóbal	350	Asopesan, Coagropez y Asociación de pescadores de San Cristóbal.
Santa Lucia	350	Asopesardes y Aspeacuibasana.
Suan	100	Agropesca, Asociación de pescadores artesanales Las Torres, Asociación de pescadores La Virgen del Carmes, Asopescarte; Asociación de pescadores artesanales La Inmaculada Concepción, Asociación de pescadores de Suan.
Manati	126	Sindicato de agricultores y pescadores de Manati y asociación de usuarios campesinos de Manati.
Repelón	750	Sindicato de agricultores y pescadores de Rutinet, Joculmanguar, pisarep, Tilapiarep, Asopiguar, Asopimer, Asocjovenes progresistas de Rutinet, pescar, Asopimur, Asoprofor, Acuir.
Luruaco	200	Asociaciones de pescadores de Luruaco, Arroyo de Piedra y San Juan.
Sabana Larga	200	Cooperpe y Coopeguajaro.
Candelaria	100	Asopesca, Asopejuco, Ampeca.
Campo de la Cruz	150	Asociación de pescadores artesanales.

Fuente: Entrevistas a UMATAs y encuestas a pescadores.

### 3.13.2.4.1.2 Problemática del Sector Pesquero

- Sedimentación de Ciénagas genera afectaciones directas por la disminución del recurso pesquero.

- El taponamiento de los cuerpos de agua genera extinción o disminución de la biodiversidad asociadas a los cuerpos de agua.
- Contaminación del Canal del Dique, embalse del Guájaro y otros cuerpos de agua genera eutrofización del complejo cenagoso y por ende deterioro de la actividad pesquera.
- La falta de sensibilización y educación ambiental, falta de control de autoridades ambientales, deficiencia de ordenamiento pesquero y el uso de artes de pescas inadecuada conllevan a la pérdida de especies piscícolas en la zona.
- Reducción de espejo de agua del embalse del Guájaro genera disminución de la productividad del embalse.
- Cierre de Chorros Naturales por proyectos de inversión que buscan mitigar impacto de inundaciones genera disminución del recurso pesquero.
- Privatización y concesión de los cuerpos de agua generando reducción de la actividad pesquera.
- Privatización de las costas de uso público genera limitaciones de ingreso a las zonas para desarrollar faenas de pesca.
- Sedimentación especial de la isla barbacoa ha generado pérdida de recurso pesquero y comunidades coralinas.
- Pérdida de bosques de manglar y las especies que allí se refugian disminuyen significativamente las colonias de peces de la zona.

En las encuestas aplicadas a los pescadores de la zona y en entrevistas a las UMATAs se identificaron los siguientes problemas:

- Falta de apoyo por parte de los organismos del estado en capacitaciones para lograr que la pesca artesanal cuente con mejores condiciones tecnológicas que permitan el mayor aprovechamiento eficiente del recurso.
- Falta de repoblamiento de alevinos.
- Problemas para extender y crear canales de comercialización.
- Implementación de artes de pesca ilícitas (guindas, bolicheo y mambeo).
- Ciénagas y embalses del municipio de Santa Lucía cerrados.
- Conflictos entre pescadores que utilizan artes de pesca inapropiada (corregimientos de la Peña y Aguada de Pablo).
- Falta de apoyo o políticas del Gobierno Nacional dirigidas a esta población productiva.

### 3.13.2.4.2 Registro Fotográfico de algunas de las Especies Observadas en Campo

El registro fotográfico de especies de peces facilitada por los pescadores, después de sus jornadas de captura (ver de la **Fotografía 3.337** a la **Fotografía 3.353**).

**Fotografía 3.337. *Triportheus ssp.***



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.338. *Pimelodus blochii*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.339. *Centrochir crocodili*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fotografía 3.340. *Trichogaster pectoralis*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fotografía 3.341. *Roeboides dayi*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Fotografía 3.342. *Colossoma macropomum*.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.343. *Caquetaia kraussii*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.344. *Elops saurus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.345. *Lutjanus ssp.***



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.346. *Lutjanus synagris*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.347. *Selene brownii*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.348. *Decapterus macarellus*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Fotografía 3.349. *Selene vómer.***



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.350. *Eucinostomus gula.***



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.351. *Centropomus ensiferus.***



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.352. *Caranx hipos*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Fotografía 3.353. *Cathorops spixii*.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

En el **Anexo 3.13.13** Registro Fotográfico Encuesta Fauna Acuática, se presenta información adicional de las Especies de Fauna Acuática Observadas en Campo.

### **3.13.3 Identificación de Especies Faunísticas en algún Grado de Amenaza, en Peligro de Extinción o Endémicas**

Una especie en amenaza, es aquella que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando los factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o se disminuyen sus poblaciones por efectos de impactos adversos (UICN 2012). Es decir, que corre el riesgo de desaparecer, de continuar las amenazas que atentan contra su supervivencia. A nivel internacional la categorización más relevante en cuanto a esta condición es la lista roja de la UICN (IUCN 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.1) Elabora y revisa constantemente un listado donde clasifica en seis categorías que indican el nivel de amenaza de extinción que enfrenta una especie, de acuerdo con su densidad poblacional, pérdida de su hábitat y otros peligros potenciales que sufre la especie.



A nivel nacional, la resolución 192 de 2014 establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentra en el territorio nacional utilizando la misma categoría de UICN (**Tabla 3.578**).

**Tabla 3.578. Nomenclatura para especies IUCN y Resolución 192 de 2014.**

CARÁCTER IUCN	SIGLA	ESTADO
En Peligro Crítico	CR	Cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato.
En Peligro	EN	Cuando enfrenta un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano.
Vulnerable	VU	La menor evidencia disponible indica que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.
Casi Amenazado	NT	Ha sido evaluado según los criterios y no satisface los criterios para las demás categorías “ <i>En Peligro</i> ”, “ <i>En Peligro Crítico</i> ” o “ <i>Vulnerable</i> ” pero está cercano a calificar como “ <i>Vulnerable</i> ”, o podría entrar en esa categoría en un futuro cercano.
Preocupación Menor	LC	Cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las siguientes categorías. Equivale a fuera de peligro.
Datos Insuficientes	DD	No es una categoría de amenaza puesto que se da cuando la información disponible es inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia o distribución.
No Evaluado	NE	No se ha evaluado su estado silvestre.

Fuente: The IUCN Red List of Threatened Species. 2016.

Por otro lado, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2016) ha propuesto tres categorías para las especies de fauna y flora silvestre que están sujetas a las actividades de comercio internacional, con el fin de proteger las especies que por su comercio pueden estar amenazadas (**Tabla 3.579**).

**Tabla 3.579. Nomenclatura para especies CITES.**

APÉNDICE CITES	ESTADO
Apéndice I	Incluye las especies de animales y plantas sobre las que pesa un mayor peligro de extinción. Están amenazadas de extinción y la CITES prohíbe generalmente el comercio internacional de especímenes de estas especies.
Apéndice II	Se incluyen todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia.
Apéndice III	Incluye las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados. En general, estas especies tienen un nivel de amenaza bajo o nulo.

Fuente: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild fauna and Flora. 2016.

Para numerar las especies que se encuentran en amenaza registradas en el área, se tuvieron en cuenta las categorías de la UICN: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y

Vulnerable (VU) puesto que una especie es considerada tal condición, si se encuentra en alguna de las tres (3) primeras categorías; la resolución 194 de 2014, libros rojos y CITES 2017.

Por otro lado, Cuando el área de distribución de una planta o animal es menor de 50.000 km<sup>2</sup> (Terborgh & Winter, 1983) se dice que la especie tiene una distribución localizada o restringida (especie endémica), lo cual quiere decir que sólo se encuentra en esa área, ya que, por razones de hábitat, u otras, no le es posible crecer en ningún otro lugar.

A continuación, se indican las especies reportadas en categorías de amenaza.

### 3.13.3.1 Aves

Colombia se divide en cinco regiones biogeográficas: Caribe (que incluyen los valles de los ríos Magdalena y Cauca), Pacífico, Andes, Orinoquía y Amazonía que abarcan importantes ecosistemas y dentro de ellos existen una gran variedad de hábitat utilizados para el establecimiento, descanso, alimentación y reproducción de aves acuáticas. (Arzuza et al. 2008) A continuación se enumeran las especies de aves categorizadas en amenaza (**Tabla 3.580**).

**Tabla 3.580. Especies de aves en categoría de amenaza presentes en la Cuenca.**

ESPECIE/(FAMILIA)	NOMBRE VERNACULAR	R. 0192 DE 2014	CITES	UICN/LIBRO ROJO	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
* <i>Chauna chavaria/ Anhimidae</i>	chavarri	VU		NT/VU	
<i>Crax Alberti/ Cracidae</i>	Paujil colombiano	CR		CR/CR	
<i>Crypturellus colombianus/ Tinamidae</i>	Tinamú colombiano	EN	-	EN	Endémica
<i>Molothrus armenti/ Icteridae</i>	Torito, Chamón del Caribe	VU		VU	

(\*) Avistada durante el muestreo de fauna.

Resolución 0192 de 10 de Febrero 2014: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU). CITES Listado marzo 2016: Apéndices I, II y III. UICN/LIBROS ROJOS: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU). Especies endémicas (E), Inéditas (I), Nueva (N).

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

***Chauna chavaria*** (chavarri): Es una especie que merece especial atención, no sólo por la degradación y disminución del hábitat, sino también porque sufre una fuerte presión de caza debido al tráfico de fauna, a lo que se suma su categorización como casi endémica en Colombia (Stiles 1998); esta especie se encuentra distribuida entre los valles bajos del Caribe en Colombia y el sur del Golfo de Maracaibo en Venezuela y para ella aún no se cuenta con un estimativo poblacional. Sin embargo, diferentes estudios sitúan su población entre los 2.000 y 5.000 individuos (Renjifo et al. 2002), y a nivel global se piensa que puede tener una población cercana a los 7.000 individuos (BirdLife International 2004). En Colombia, existe la población más viable de esta especie y corresponde al 71,4% de la población global. (Arzuza et al. 2008) (**Fotografía 3.354**).

**Fotografía 3.354. *Chauna chavarría* (individuos libres a la izquierda e individuos en cautiverio a la derecha).**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

Está adaptada principalmente a los bajos pantanosos, lagunas con abundante vegetación y lagos en terrenos abiertos o boscosos, generalmente se encuentra asociado a las orillas del Canal de Dique, zonas inundables y desembocaduras de caños al mar. (Naranjo et al. 2012).

***Crax Alberti*** (Paujil colombiano): actualmente no se conocen los efectos particulares de la fragmentación y la pérdida del área potencial de distribución en las poblaciones remanentes de *Crax Alberti* de acuerdo con estudios de otras especies de Crácidos, con requerimientos de áreas extensas, se afirma que estas son altamente susceptibles a la fragmentación (Lioselle & Blake 1992, Renjifo 1999) Una consecuencia adicional de la fragmentación en el área de distribución de la especie, es el posible aumento de la cacería, debido a la facilidad de acceso a los nuevos remanentes de bosque (Robinson, 1996). Otras especies similares (*Mitu salvini*, *Crax alector*) presentan una variación espacial y temporal en la utilización de diferentes recursos alimenticios y zonas de bosque, consecuentemente necesitan áreas extensas para su “rango hogareño” (Torres 1989, Santamaría & Franco 1994, 2000, Jiménez et al. 2001). Lo mismo puede estar ocurriendo con *Crax Alberti*, haciéndolo altamente susceptible a estos factores.

***Crypturellus colombianus*** (Tinamú colombiano): Esta especie perteneciente a la familia Tinamidae, fue recientemente separada de *C. erythropus* (Sibley & Monroe, 1990). Es endémica de Colombia se distribuye en los departamentos de Córdoba, Sucre, Antioquia y Norte de Bolívar; en el valle alto del Sinú, alto Nechí y Serranía de San Jacinto, de cero a 600msnm (Hilty & Brown, 1986). Es considerada en peligro (EN A4cd, es decir se estima que sus poblaciones se han diezmando al 50% por reducciones del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat, además de posibles efectos por especies introducidas, contaminantes competidores o parásitos) a nivel nacional ya que según estimaciones recientes ha perdido el 78% de su hábitat potencial y posiblemente es sometida a la cacería. A nivel global se le considera como en bajo riesgo (Bird Life International, 2000 en Renjifo et al, 2002).

***Molothrus armenti*** (Torito, Chamón del Caribe): se encuentra sólo en la costa norte de Colombia en el norte de Bolívar, Atlántico y Magdalena (Rada Quintero 2002). Habita en una gama de hábitats áridos de tierras bajas tropicales, incluyendo bosques secos, matorrales de segundo crecimiento, tierras agrícolas y caminos; así como manglares (Fraga 2016). El tamaño de la población no se ha cuantificado directamente, pero a partir de las densidades de población de congéneres y suponiendo que no todo su rango está habitado, es poco probable que la población supere los 10.000 individuos maduros.

La deforestación y la tala han afectado el rango de la especie, y la pérdida de hábitat se estimó en un 30% en 2002 (Rada Quintero, 2002). Estimaciones más recientes de la pérdida de hábitat pueden ser mucho menores que esto (Global Forest Watch, 2016), y como esta especie habita hábitats perturbados tales como los caminos, las declinaciones de población pueden no haber sido tan grandes. Sin embargo, es probable que la población y el hábitat disponibles hayan disminuido.

### 3.13.3.2 Mamíferos

Los mamíferos registrados para el área, se caracterizan por ser de amplia tolerancia ecológica, adaptados a condiciones limitantes en su oferta de hábitat y alimento. La mastofauna está sometida a múltiples presiones de origen antrópico, siendo relevante la destrucción y transformación de los hábitat naturales y la acción del tráfico ilegal (Rodríguez–Mahecha et al., 2006). El deterioro de los ecosistemas de la planicie Caribe ha conllevado a situaciones de vulnerabilidad a gran parte de las especies de mamíferos, principalmente aquellas que, por su tamaño, sus nichos ecológicos altamente especializados y su restricción a biotopos particulares, se resienten en forma inmediata ante cualquier cambio ambiental como su fragmentación, reducción o deterioro de hábitat (Galvan, 2010).

Sin embargo, existen algunos elementos endémicos de la planicie Caribe como *Saguinus oedipus* cuyas poblaciones naturales han sido diezmadas sistemáticamente por su captura para el comercio y por la destrucción y fragmentación de sus hábitat (Cuervo et al., 1986); no se evidencio la presencia de *Ateles hybridus* (marimonda), no se realizaron registros de su presencia en medio natural durante la fase de campo, sin embargo mediante el método de encuestas la población comunico de la existencia de la especie en el área(Cuervo et al., 1986). A continuación, enumeran las especies amenazadas y endémicas, que se encuentren potencialmente afectadas por la pérdida de hábitat o por el comercio ilegal (Tabla 3.581).

**Tabla 3.581. Especies de mamíferos en categoría de amenaza.**

ESPECIE / FAMILIA	NOMBRE VERNACULAR	R. 0192 DE 2014	CITES	UICN/ LIBRO ROJO	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
<i>Ateles hybridus</i> / Atelidae	Marimonda	CR	II	CR / CR	–
<i>Alouatta palliata</i> / Atelidae	Aullador negro	VU	I	CR / VU	
<i>Aotus griseimembra</i> / Aotidae	Mico de noche	VU		VU / VU	



ESPECIE / FAMILIA	NOMBRE VERNACULAR	R. 0192 DE 2014	CITES	UICN/ LIBRO ROJO	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
<i>Saguinus oedipus</i> / Callitrichidae	Titi cabeciblanco	CR	I	CR / VU	Endémica
<i>Cerdocyon thous</i> / Canidae	Zorro perro	–	II	–	–
<i>Pantera onca</i> / Felidae	Jaguar	VU	I	NT	–
<i>Lontra longicaudis</i> / Mustelidae		VU	I	NT / VU	
<i>Bradypos variegatus*</i> / Bradyposidae	Perico ligero	–	II	LC	–
<i>Trichechus manatus</i> / Trichechidae	Manati	EN	I	VU / EN	
<i>Odocoileus virginianus</i> / Cetartiodactyla	Venado cola blanca	CR		LC / CR	
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> / Myrmecophagidae	Oso palmero	VU	II	VU / VU	

Resolución 0192 de 10 de Febrero 2014: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU). CITES Listado marzo 2016: Apéndices I, II y III. UICN/LIBROS ROJOS: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU). Especies endémicas (E), Inéditas (I), Nueva (N).

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.3.3 Reptiles

Para la Cuenca Canal del Dique, se registran especies de reptiles tales como la babilla (*Caimán crocodylus fuscus*), Boa (*Boa constrictor*), iguana (*Iguana iguana*), icotea (*Trachemys callirostris*), la tortuga de río (*Podocnemis lewyana*), el caimán de aguja (*Crocodylus acutus*) y el morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*). Las últimas tres especies se encuentran en diferente grado de peligro (Melo, 2002; Castaño-Mora y Medem, 2002; Franco y Bravo, 2005). A su vez la especie *Podocnemis lewyana* es endémica de Colombia y se ha registrado en zonas del canal, dicha especie no fue registrada en el estudio sin embargo su alto grado de amenaza (UICN: EN, RES 192-2014: EN, CITES: II) hace necesario conocer su estado actual en la Cuenca Canal del Dique (**Tabla 3.582**).

**Tabla 3.582. Especies de reptiles categorizados en peligro.**

ESPECIE / FAMILIA	NOMBRE VERNACULAR	R. 0192 DE 2014	CITES	UICN/ LIBRO ROJO	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
<i>Crocodylus acutus</i> / Crocodylidae	Caimán aguja	CR	II	VU / CR	–
<i>Caiman crocodilus fuscus</i> / Alligatoridae	Babilla	–	II	–	–
<i>Kinosternon scorpioides</i> / Kinosternidae	Tapaculo	VU		VU	
<i>Chelonoidis carbonaria</i> / Testudinidae	Morrocoy	CR	II	CR	
<i>Trachemys callirostris</i> / Emydidae	Galapaga		II	VU	

ESPECIE / FAMILIA	NOMBRE VERNACULAR	R. 0192 DE 2014	CITES	UICN/ LIBRO ROJO	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
<i>Iguana iguana</i>	Iguana		II		
<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo pollero		II		
<i>Boa constrictor</i>	Boa		II		
Corallus ruschenbergerii / Boidae	Mapana de árbol	–	II	–	–
Epicrates maurus / Boidae	Mapana roja	–	II	–	–

Resolución 0192 de 10 de Febrero 2014: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU). CITES Listado marzo 2016: Apéndices I, II y III. UICN/LIBROS ROJOS: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU). Especies endémicas (E), Inéditas (I), Nueva (N).

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.3.4 Anfibios

Dentro de este grupo no se presentan especies categorizadas en amenaza para la Cuenca.

### 3.13.3.5 Peces

En los últimos años se han acrecentado las amenazas a los peces dulceacuícolas debido principalmente a la contaminación, deforestación y a la sobreexplotación pesquera. La cuenca Magdalena, quien aporta se manera principal al Canal del Dique, registra un descenso cercano al 90% de las capturas en el lapso de los últimos 40 años, pasando de 80.000 toneladas anuales en la década de 1970 a menos de 10.000 a finales del siglo pasado (Galvis y Mojica 2007 Gutiérrez et al. 2011); Los peces son poco conspicuos y su estado de amenaza o desaparición de un área en particular no resulta fácil de precisar con exactitud, sin embargo con los listados disponibles de la Serie de Libros Rojos de Peces, lista de Resolución 0192 de 2014 y The IUCN Red List of Threatened Species, se realiza el listado de especies en categoría de amenaza de la Cuenca (Tabla 3.583).

**Tabla 3.583. Listado de especies de peces en categoría de amenaza.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	UICN/ LIBRO ROJO	RES. 0192 DE 2014	CITES	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
Anostomidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	Mohino, cuatro ojos	VU / N.A.	VU		Endémica
Bryconidae	<i>Brycon moorei</i>	Chango, dorado	VU / N.A.	VU		Endémica
Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Sardina	NT / VU	VU		Endémica
Megalopidae	<i>Tarpon atlanticus / Megalops atlanticus</i>	Sábalo	VU / EN	EN		
Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capaz	CR			Endémica
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	N.A. / EN	VU		

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VERNACULO	UICN/ LIBRO ROJO	RES. 0192 DE 2014	CITES	ESPECIES ENDÉMICAS, INÉDITAS O NUEVAS
Ariidae	<i>Notarius bonillai</i>	Bagre cazón	EN	N/A	EN	Endémica
Sciaenidae	<i>Plagioscion magdalenae</i> / <i>Plagioscion surinamensis</i>	Pácora	N.A. / VU			
Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	N.N. / CR	VU		
Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya de río	LC / N.A.		III	
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bagre rayado, tigre	N.A. / EN	CR		
Bryconidae	<i>Salminus affinis</i>	Picuda, rayada	N.A. / VU	VU		

Resolución 0192 de 10 de Febrero 2014: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU). CITES Listado marzo 2016: Apéndices I, II y III. UICN/LIBROS ROJOS: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU). Especies endémicas (E), Inéditas (I), Nueva (N).

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.13.4 Conclusiones Generales de la Cuenca del Componente Biótico Respecto al Diagnóstico del Pomca Vigencia 2007 vs Pomca 2017

Respecto al POMCA con vigencia 2007, es importante aclarar este ordenamiento se llevó a cabo mediante el Decreto 1729 de 2002, mientras que el POMCA del actual diagnóstico se enmarca en el contexto y normatividad del Decreto No. 1640 de 2012 y siguiendo los criterios, procedimientos y lineamientos de la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y sus anexos, expedida por la Resolución 1907 de 2013.

El POMCA realizado vigencia 2007 de acuerdo al documento de diagnóstico elaborado para ese fin, incluye la siguiente información:

- La cuenca se dividió en siete Unidades Geográficas -UG (**Figura 3.725**) y dicha división obedeció a los criterios de los municipios que las componen son:
  - UG Altos de María La Baja: San Onofre, Carmen de Bolívar, San Jacinto, María La Baja y San Juan de Nepomuceno.
  - UG Serranía del Toro: Mahates, San Juan, Calamar y Arroyo Hondo.
  - UG Complejo de Humedales del Alto Canal del Dique: Mahates, San Estanislao, Arjona, Arroyo Hondo, San Cristóbal, Calamar y Soplaviento.
  - UG Embalse del Guájaro: Campo de la Cruz, Suan, Piojo, Usiacurí, Repelón, Sabanalarga, Manatí, Santa Lucía y Luruaco.
  - UG Arroyo Caimán: Arjona, Turbaná, Turbaco, San Estanislao y Villanueva.
  - UG Delta Canal del Dique: San Onofre, María La Baja, Arjona, Turbana y Pasacaballos.

- o UG Área Peninsular: Bahía Barbacoas, bahía de Cartagena, isla de Tierrabomba, península de Barú e Islas del Rosario y San Bernardo.

Figura 3.725. Unidades Geográficas presentes en la Cuenca Canal del Dique.



Tomado del POMCA vigencia 2007.

- La caracterización biótica se llevó a cabo mediante la revisión de información secundaria utilizando como Fuentes las Alcaldías Municipales de el Carmen de Bolívar (2002), Piojó (2001), San Onofre (2000), Turbaco (2000); CARDIQUE et al. (2003), IGAC (2002), San Onofre (2000), Campo de la Cruz (2001), El Carmen de Bolívar (2002), María La Baja (2001), entre otros además de documentos de CARDIQUE et al., (2003), IGAC (2002) y la Universidad Jorge Tadeo Lozano (2001), tal y como consta en los pie de página y citas realizados en el documento POMCA Canal del Dique vigencia 2007.

A continuación, en la **Tabla 3.584** se relacionan los datos reportados por el POMCA Canal del Dique vigencia 2007.



**Tabla 3.584. Información sobre la caracterización biótica reportada en el POMCA 2007 de la Cuenca Canal del Dique.**

POMCA 2007						
GRUPO TAXONÓMICO	TIPO DE MUESTREO	MÉTODO	RIQUEZA DE ESPECIES	ESPECIE CATEGORIA AMENAZA		
				ESPECIE	CAT. AMENAZA	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS PARA POMCA 2008
ANFIBIOS	Información secundaria	Revisión bibliográfica	34	N.A.	N.A.	N.A.
REPTILES	Información secundaria	Revisión bibliográfica	48	<i>Caimán crocodylus fuscus</i>	LC	Rodríguez (1998); Mojica et al, (2002); Castaño-Mora (2002); Rengifo (2002); Ardila et al 2002
				<i>Crocodylus acutus</i>	CR	
				<i>Chelonia mydas</i>		
				<i>Eretmochelys imbricata</i>	CR	
				<i>Geochelone carbonaria</i>	CR	
				<i>Lepidochelys olivacea</i>		
				<i>Podocnemis lewyana</i>		
AVES	Información secundaria	Revisión bibliográfica	66	<i>Trachemys scripta callirostris</i>	N.T.	Rodríguez (1998); Mojica et al, (2002); Castaño-Mora (2002); Rengifo (2002); Ardila et al 2002
				<i>Crax alberti</i>	CR	
				<i>Cryptirellus columbianus</i>	NT	
				<i>Chauna chavaria</i>	VU	
PECES	Información secundaria	Revisión bibliográfica	36	<i>Molothrus armenti</i>	VU	Rodríguez (1998); Mojica et al, (2002); Castaño-Mora (2002); Rengifo (2002); Ardila et al 2002
				<i>Abramites eques</i>	VU	
				<i>Ageneiosus caucanus</i>	EN	
				<i>Cochlodon hondae</i>	VU	
				<i>Colossoma macropomum</i>	NT	
				<i>Curimata mivartii</i>	VU	
				<i>Plagioscion magdalenae</i>	VU	
				<i>Potamotrygon magdalenae</i>	CR	
				<i>Prochilodus magdalenae</i>	CR	
				<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	EN	
<i>Salminus affinis</i>	EN					
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	EN					

POMCA 2007						
GRUPO TAXONÓMICO	TIPO DE MUESTREO	MÉTODO	RIQUEZA DE ESPECIES	ESPECIE CATEGORIA AMENAZA		
				ESPECIE	CAT. AMENAZA	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS PARA POMCA 2008
MAMIFEROS	Información secundaria	Revisión bibliográfica	61	<i>Agouti paca</i>	LR ca	Rodríguez (1998); Mojica et al, (2002); Castaño-Mora (2002); Rengifo (2002); Ardila et al 2002
				<i>Alouatta seniculus</i>	LR/VU	
				<i>Alouatta palliata</i>	I	
				<i>Ateles geoffroy</i>	EN	
				<i>Aotus griseimembra</i>	EN	
				<i>Bradypus variegatus</i>	LR ca	
				<i>Cebus albifrons</i>	LR ca	
				<i>Cebus capucinus</i>	LR ca	
				<i>Choloepus hoffmannii</i>	LR ca	
				<i>Dasyprocta punctata</i>	LR ca	
				<i>Pantera Onca</i>	CR	
				<i>Felis concolor</i>	VU	
				<i>Felis pardales</i>	VU	
				<i>Mazama americana</i>	LR ca	
				<i>Myrmecophaga thridactyla</i>	VU	
				<i>Saguinus oedipus</i>	EN	
<i>Tayassu tajacu</i>	LR ca					
<i>Trichechus manatus manatus</i>	CR					
PLANTAS	Información secundaria	Revisión bibliográfica	<b>COBERTURAS</b>		<b>RIQUEZA DE ESPECIES</b>	<b>RIQUEZA TOTAL DE ESPECIES</b>  184
			Zonas inundables		82	
			Bosque ripario		24	
			Ciénagas estuarinas		21	
			Bosque manglar		5	
			Bosque seco		52	

Fuente: POMCA Canal del Dique, 2007.

En cuanto al desarrollo y metodologías utilizadas para la caracterización biótica del POMCA vigencia 2017 se realizó con los siguientes riterios:

- Se realizó una caracterización biológica rápida de acuerdo con los estándares establecidos por Beard (1944) y Gentry (1992).
- Se analizó el estatus de conservación tanto de fauna como de flora, de acuerdo a los listados de CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) suscrita por Colombia. Ley 17 de 1981 y la UICN (Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza) los libros rojos y la Resolución. 192 de 2014.
- Los grupos clave a analizar fueron las angiospermas (plantas con flores), para el componente flora. El estudio florístico incluyó el levantamiento de cuatro (4) transectos lineares de 10\*100, cada uno divididos en 10 parcelas de 2m\*50m, en un área de 0,1Ha (1000m<sup>2</sup>). Cada transecto fue ubicado en las áreas boscosas representativas de la Cuenca.
- Para la caracterización del componente faunístico se utilizó la metodología de la Evaluación Ecológica Rápida (EER). Para esto, se hizo una revisión de literatura disponible de la zona y selección de mapas existentes con información abiótica de clima, geomorfología, suelos y zonificación ecológica, igualmente se adelantó un análisis preliminar de aerofotografías y se realizó un reconocimiento de campo con el propósito de realizar una caracterización preliminar del paisaje con el objeto de planificar el inventario de la diversidad biótica local acorde con los parámetros establecidos por Villarreal et al (2004).
- Los grupos de fauna sujetos a estudio son la avifauna (aves), mastofauna (mamíferos) y la herpetofauna que incluye los grupos de (anfibios y reptiles). Para el grupo de peces se realizaron encuestas a los pobladores del área de influencia.
- Los métodos y hallazgos obtenidos durante el desarrollo y construcción del Plan de Ordenamiento de la Cuenca para la caracterización biótica se encuentran en su totalidad en el Capítulo que tiene su nombre.

### 3.14 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Odum (1997), determina que los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico) están inseparablemente ligados y actúan recíprocamente entre sí. Así, cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos (esto es, la “comunidad”) de un área determinada, que actúan en reciprocidad con el medio físico, de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, a una diversidad biótica y a ciclos materiales (esto es, a un intercambio de materiales entre las partes vivas y las inertes) claramente definidos dentro del sistema, es un ecosistema. El ecosistema es en ecología la unidad funcional básica, porque incluye tanto organismos (comunidades bióticas), como un ambiente abiótico, cada uno de los cuales influye sobre las propiedades del otro, siendo necesarios ambos para la conservación de la vida tal y como se presenta en la Tierra.

Entre tanto, Miller (1994), define un ecosistema como una comunidad de especies diferentes que interactúan entre sí y con los factores físicos y químicos que constituyen su ambiente no vivo. Un ecosistema es una red siempre cambiante (dinámica) de interacciones biológicas, químicas y físicas que sustentan una comunidad, y le permiten responder a cambios en las condiciones ambientales. Como el de una comunidad, el tamaño de un ecosistema es arbitrario y se define en términos de lo que desea estudiarse en tal sistema.

Una aproximación más reciente al concepto se da en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Montes y Salas, 2007), en esta se definieron los ecosistemas como un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional, recalcando que los seres humanos son parte integral de estos.

Es claro entonces y podemos afirmar que todas las personas del mundo dependemos por completo de los ecosistemas de la tierra y hace un énfasis especial en los servicios que estos proporcionan (los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético). Los ecosistemas son importantes para la sociedad pues prestan una serie de servicios directos además de cumplir sus funciones puramente ecológicas como los flujos de energía, los ciclos de la materia y las transferencias de información.

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápidos y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida, para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible.

Los ecosistemas estratégicos, son aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país (MinAmbiente, 2017), caracterizados por mantener en equilibrio procesos ecológicos básicos como la regulación del clima, aguas, depuración ambiental y conservación de la biodiversidad (MinAmbiente, 2017). Estos, son integrados en la política nacional para la gestión del recurso hídrico (MinAmbiente 2010) como espacios de interacción con el agua dentro de una cuenca hidrográfica. Fundamentales para el mantenimiento de los elementos ambientales. Para tal fin, son reconocidos según (MinAmbiente, 2014) mediante la identificación de áreas protegidas de orden nacional y regional, declaradas, públicas o privadas.



Adicionalmente se incluyen: Áreas complementarias para la conservación de distinción internacional (Sitios Ramsar, reservas de la biosfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad), de distinción nacional (Zonas de reserva forestal ley 2 de 1959, suelos de protección que hacen parte de los esquemas de ordenamiento territorial, ecosistemas de importancia ambiental (Paramos, humedales, Bosque seco), áreas de reglamentación especial (Territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural) y otras áreas identificadas de interés para la biodiversidad.

Es importante el reconocimiento de estos ecosistemas en el Plan de ordenación y manejo ambiental de cuenca hidrográfica, porque restringe los asentamientos humanos o el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, dadas las condiciones de naturalidad y de regulación y soporte de los servicios ecosistémicos (MinAmbiente, 2014).

Con el fin de identificar y presentar los ecosistemas estratégicos de la Cuenca Canal del Dique, se describen a continuación las áreas de conservación con distinción nacional e internacional y otras áreas de reglamentación, además de las zonas de importancia ambiental para la fauna.

### 3.14.1 Áreas Protegidas de Orden Nacional y Regional Declaradas, Públicas o Privadas

Por área protegida se entiende un área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

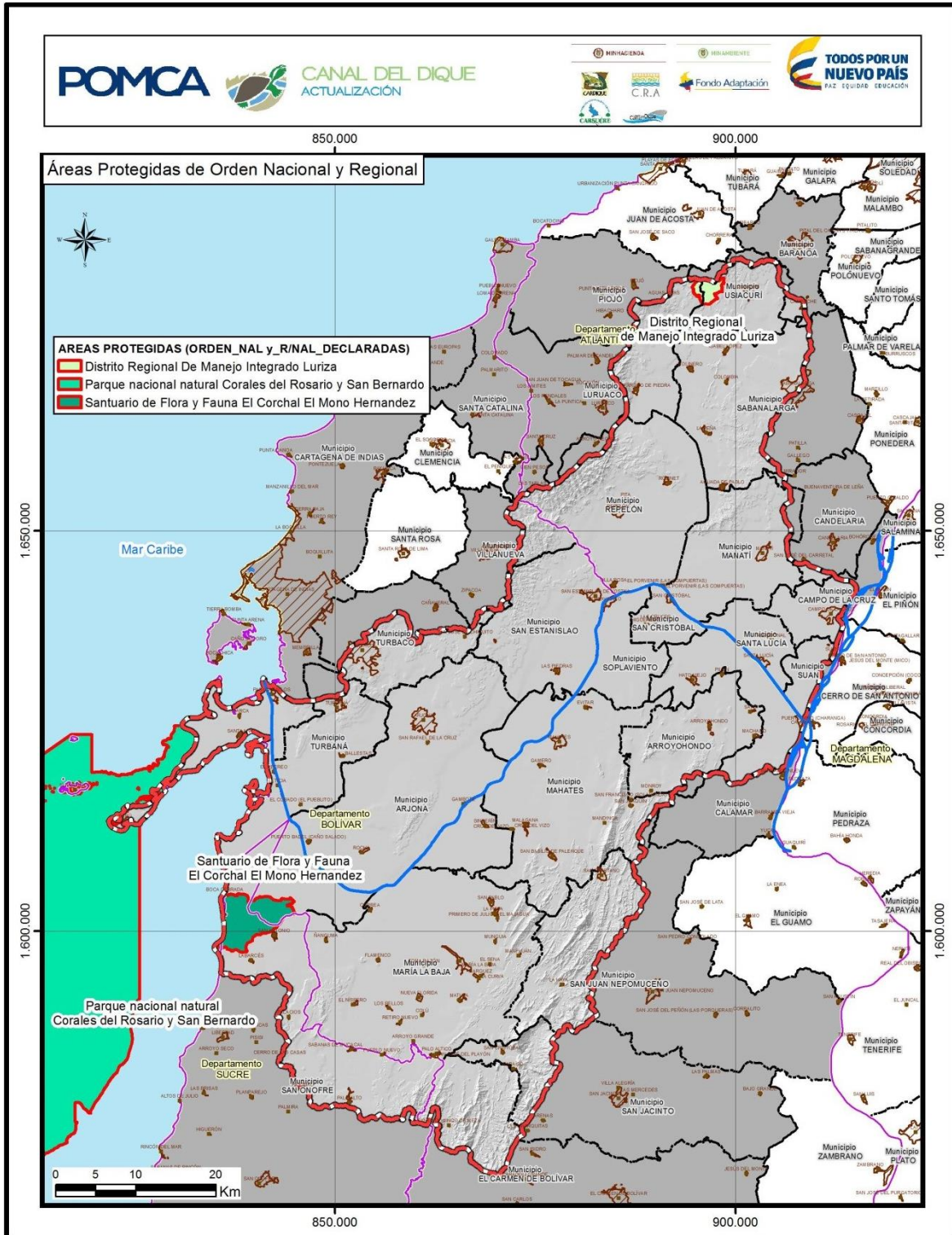
Dentro de las categorías de áreas protegidas que conforman el SINAP son: Áreas Protegidas Públicas y Áreas Protegidas Privadas (**Tabla 3.585. Figura 3.726. Anexo 3.14.1**).

**Tabla 3.585. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas.**

ZONAS DE USO Y MANEJO	SUBZONAS DE USO Y MANEJO	CARÁCTER
Áreas protegidas	Áreas del SINAP	Públicas
		Privadas

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

**Figura 3.726. Mapa áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.1.1 Áreas Protegidas Públicas

En la Cuenca Canal del Dique se encuentran declaradas áreas protegidas de orden nacional y regional, de carácter público, las cuales forman parte del SINAP de carácter público (**Tabla 3.586**). En la **Tabla 3.587**, se relacionan los nombres y categorías de las áreas protegidas públicas existentes dentro de la cuenca, clasificadas según el ámbito de gestión.

**Tabla 3.586. Categoría de ordenación de las áreas de carácter público.**

CARÁCTER	DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS A CONSIDERAR
Públicas	Sistema de PNN (parque nacional natural, área natural única, santuario de flora y fauna, vía parque)
	DMI (Nacional y Regional)
	Reservas forestales protectoras (nacionales / regionales): Área forestal protectora Área forestal protectora – productora Área forestal productora)
	Parque natural regional
	Distrito de conservación de suelos
	Áreas de recreación urbanas y rurales - ARUR

Fuente: tomado de Manual para la creación de áreas protegidas públicas regionales, departamentales y municipales en Colombia, TNC (The Nature Conservancy, 2009).

**Tabla 3.587. Áreas protegidas públicas presentes en la Cuenca Canal del Dique.**

ÁREAS PROTEGIDAS PÚBLICAS	CATEGORÍA	EXISTE		NO
		SI		
NACIONALES	Áreas Protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales – SPNN	PNN Corales del Rosario y San Bernardo	Forman parte del AMP Archipiélago de Rosario y San Bernardo	
		PNN Corales de Profundidad		
		SFF El Corchal “El Mono Hernández”		
	Distrito Nacional de Manejo Integrado			X
	Reservas Forestales Protectoras Nacionales			X
REGIONALES	Áreas de recreación			X
	Distritos de Conservación de Suelos			X
	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Distrito Regional de Manejo Integrado Luriza		
	Parques Naturales Regionales			X
	Reservas Forestales Protectoras Regionales			X

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.1.1.1 Sistema de Parques Nacionales Naturales

El Sistema de Parques Nacionales Naturales forma parte del SINAP y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974. Las categorías de áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales son:

- **Parque Nacional:** área de extensión que permita su autorregulación ecológica y cuyos ecosistemas en general no han sido alterados substancialmente por la explotación u ocupación humana, y donde las especies vegetales de animales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas o culturales tienen valor científico, educativo, estético y recreativo Nacional y para su perpetuación se somete a un régimen adecuado de manejo.
- **Reserva Natural:** área en la cual existen condiciones primitivas de flora, fauna y gea, y está destinada a la conservación, investigación y estudio de sus riquezas naturales.
- **Área Natural Única:** área que, por poseer condiciones especiales de flora o gea es un escenario natural raro.
- **Santuario de Flora:** área dedicada a preservar especies o comunidades vegetales para conservar recursos genéticos de la flora nacional.
- **Santuario de Fauna:** área dedicada a preservar especies o comunidades de animales silvestres, para conservar recursos genéticos de la fauna nacional.
- **Vía Parque:** Faja de terreno con carretera, que posee bellezas panorámicas singulares o valores naturales o culturales, conservada para fines de educación y esparcimiento.

Dentro de la Cuenca Canal del Dique se encuentran las siguientes categorías de protección (**Tabla 3.588**):

**Tabla 3.588. Categorías de protección del Sistema de Parques Nacionales Naturales.**

NOMBRE	ÁREA (HA)
PNN Corales del Rosario y San Bernardo	274,99
SFF El Corchal "El Mono Hernández"	4.205,79

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.1.1.1.1 Parque Nacional Natural Islas Corales del Rosario y San Bernardo

Esta área fue adoptada mediante Resolución 763 de 202 del Ministerio de medio Ambiente, está bajo la jurisdicción de UAESPNN.

El Área Protegida se encuentra ubicado en la costa Caribe de Colombia, comprende una amplia zona marina frente a las costas de los departamentos de Bolívar y Sucre, ocupando un área aproximada de 120.000 hectáreas en la jurisdicción del Distrito Turístico y Cultural (D.T. y C.) de Cartagena de Indias. El Parque inicia a 23 Km al sur de la ciudad de Cartagena de Indias en el sector de Punta Gigante en el corregimiento de Barú. Y en la



zona sur, se encuentra en el bajo Sotavento en el sector del Archipiélago de San Bernardo a 35 km al noreste de la ciudad de Santiago de Tolú.

El Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo se constituye en un valioso conjunto submarino de ecosistemas de la más alta productividad y biodiversidad, que forman la plataforma coralina más extensa del Caribe continental colombiano (unos 420 km<sup>2</sup>). Allí se encuentran las formaciones arrecifales continentales más importantes del país, muestras singulares de bosques costeros de manglar, extensos pastos marinos que bordean las islas, diversidad de invertebrados y multitud de peces arrecifales multicolores.

La identidad e importancia de esta área protegida a nivel local, regional, nacional y mundial se basa en sus funciones ecosistémicas, procesos ecológicos esenciales, teniendo en cuenta que su complejo estructural amortigua perturbaciones naturales, funciona como barrera coralina que mitiga el impacto de la erosión costera, es el hábitat de peces e invertebrados de valor comercial, posee hermosos y atractivos paisajes que propicia el ecoturismo permitiendo el desarrollo socio-cultural de las comunidades asentadas en el área de influencia, posibilita la educación y sensibilización ambiental, provee la oportunidad para investigaciones en ciencias del mar.

#### 3.14.1.1.2 Santuario de Flora y Fauna El Corchal “El Mono Hernández”

El Corchal “El Mono Hernández”, reservado, alinderado y declarado mediante Resolución 0763 de 2002, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.

El Santuario El Corchal “El Mono Hernández” posee gran importancia a nivel biológico, ya que en su interior se protegen cerca de 1.961 hectáreas de bosques de manglar ubicados al Oeste y al Norte del Santuario, poblando la línea de costa litoral y las zonas aledañas a los márgenes de los caños y las ciénagas manglárnicas. Estos manglares están dominados por las 5 especies de mangle registradas para el Caribe de Colombia, y son importantes a nivel económico para los habitantes asentados en el área de influencia, ya que la función ambiental de este tipo de ecosistema es contribuir con la producción de recursos pesqueros e hidrobiológicos para la región.

Igualmente, el área conserva en buen estado las únicas muestras representativas de rodales puros de bosques pantanosos de “corcho” en el Caribe de Colombiano, dominados por la especie *Pterocarpus officinalis* y que sumados poseen una extensión aproximada de 401 hectáreas, los cuales están ubicados en la parte central Sur, en inmediaciones de los caños Portobelo, Rico y Correa.

#### 3.14.1.1.2 Distritos de Manejo Integrado

Al interior de la cuenca, en el municipio de Usiacurí se encuentra el Distrito de Manejo Integrado (DMI) Luriza.

### 3.14.1.1.2.1 Distrito de Manejo Integrado Luriza

El Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional del Delta de la Cuenca Baja del Río Magdalena – CRA, mediante Acuerdo No. 003 de marzo 22 de 2011, declaró el Distrito de Manejo Integrado -DMI Luriza.

Este DMI se encuentra localizado entre los Municipios de Usiacurí con 619,73ha y Piojo, con una extensión de 217,39ha.

El área protegida total de Luriza se encuentra zonificada, teniendo en cuenta el grado de intervención y conservación, de esta forma el DMI cuenta con la Zona de Preservación (ZP) con 475.94 ha, Zona de Restauración (ZR) con 183.51 ha, Zona de Uso Sostenible (ZUS) con 176,11 ha y la Zona general de Uso Público (ZUP) con 1.61 ha. La Declaratoria del DMI Luriza, está soportada por el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Usiacurí, en donde queda claro que en el área de Luriza, se debe buscar esencialmente una mayor cobertura vegetal de los suelos, mantener, intensificar y crear actividades productivas sostenibles agropecuarias y ecoturísticas.

El DMI Luriza corresponde a la formación de bosque seco tropical (Bs-T); en donde se encuentran especies de árboles típicos de este ecosistema gravemente amenazado como, *Hura crepitans* (ceiba de leche), *Cavanillesia platanifolia* (macando), *Ceiba pentandra* (ceiba bonga), *Bursera simaruba* (indio en cuero), entre otras. Es el hábitat de especies consideradas dentro de las categorías de amenaza de Colombia como *Aspidosperma polyneuron* (Carreto), un árbol maderable que se encuentra En Peligro (EN); *Anacardium excelsum* o Caracolí Casi Amenazada (NT) y *Gustavia superba* o Membrillo bajo Preocupación Menor (LC).

De igual forma, Luriza es el hábitat de especies de fauna típicas de Bs-T, así como especies endémicas y con rango de distribución restringido; es el refugio de un grupo de monos aulladores (*Alouatta seniculus*), de la Guacharaca del Caribe (*Ortalis garrula*) especie endémica del Caribe colombiano, y de algunas especies restringidas que comparten su rango de distribución entre el Caribe de Colombia y Venezuela, como el tiranuelo diminuto (*Inezia tenuirostris*) y el chamicero bigotudo (*Synallaxis candei*). Así mismo, es el hábitat de la tortuga morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*), la cual se considera como Críticamente amenazada de extinción a nivel nacional y de especies que tradicionalmente han sido muy perseguidas para consumo humano, como es el caso de ñeques (*Dasyprocta* spp.), guartinajas (*Cuniculus paca*), venados (*Mazama americana* y *Odocoileus virginianus*), Zainos (*Pecari tajacu*), los zorros (*Cerdocyon thous*) y chuchas (*Didelphis marsupialis*).

Para el Distrito de Manejo Integrado-DMI Luriza, de acuerdo con su Plan de Manejo Ambiental (PMA), se establecieron siete (7) objetos de conservación naturales y culturales, que representan la biodiversidad del área protegida y reflejan las amenazas para la zona. Estos objetos se dividieron en: cuatro (4) objetos naturales de nivel ecosistémico o de filtro grueso, un (1) objeto de nivel de especies o de filtro fino y dos (2) objetos culturales:

1. Bosque seco Tropical (bs-T).
2. Cuerpos de agua.
3. Comunidades de Aves típicas del Bs-T.

4. Fauna objeto de cacería.
5. Tradición Artesanal.
6. Conocimientos Ancestrales de Plantas y Aguas Medicinales.
7. *Aspidosperma polyneuron* (N.V. Carreto).

### 3.14.1.2 Áreas Protegidas Privadas

De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, Artículo 1, las Reservas naturales de la sociedad civil se definen como parte o todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que por la voluntad de su propietario se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo. Corresponde a la iniciativa del propietario del predio, de manera libre, voluntaria y autónoma, destinar la totalidad o parte de su inmueble como reserva natural de la sociedad civil.

La regulación de esta categoría corresponde en su integridad a lo dispuesto por el Decreto 1996 de 1999. En lo que corresponde al Registro de las reservas naturales de la sociedad civil en Artículo 18 estipula que los propietarios privados que deseen que los predios destinados como reserva natural de la sociedad civil se incluyan como áreas integrantes del SINAP, deberán registrarlos ante la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Así mismo, en ejercicio de la autonomía de la voluntad, podrán solicitar la cancelación del registro para retirar el área del SINAP. El registro de estas áreas protegidas se adelantará de conformidad con lo previsto en el Decreto 1996 de 1999, o la norma que la modifique, derogue o sustituya.

Consultados los sitios web oficiales RUNAP y SIAC, en el área de influencia directa de la Cuenca Canal del Dique, no se encuentran áreas protegidas bajo esta categoría o denominación (**Tabla 3.589**).

**Tabla 3.589. Áreas protegidas privadas.**

ÁREAS PROTEGIDAS PRIVADAS	EXISTE	
	SI	NO
Reservas naturales de la sociedad civil		X

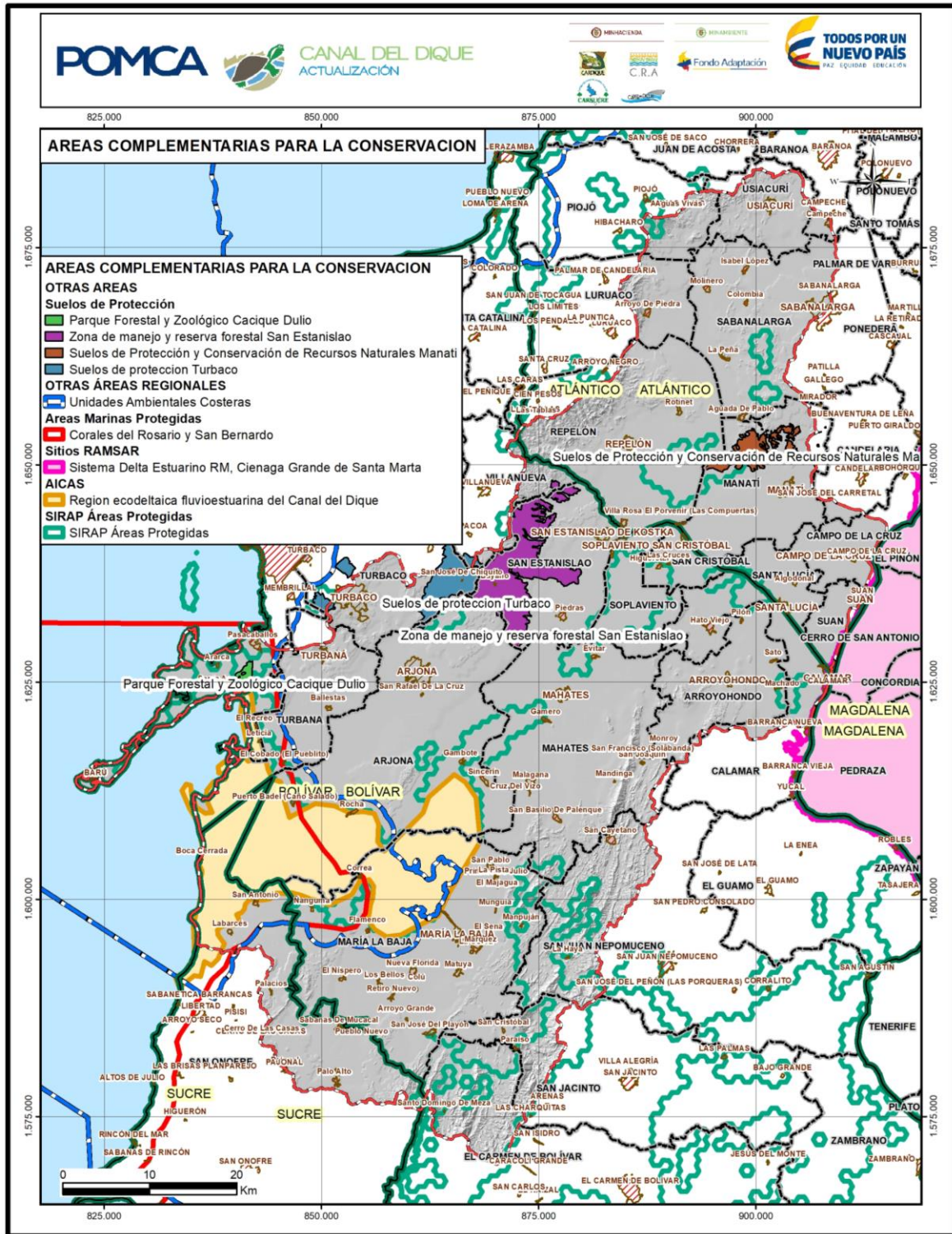
Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.2 Áreas Complementarias para la Conservación

Las áreas a evaluar en este grupo son aquellas que presentan una figura de protección o conservación no incluida en las áreas definidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas-SINAP, entre las cuales se pueden citar las señaladas en la **Figura 3.727** y **Tabla 3.590 (Anexo 3.14.2)**.



Figura 3.727. Mapa áreas complementarias para la conservación.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Tabla 3.590. Tipos de áreas complementarias para la conservación.**

SUBZONAS DE USO Y MANEJO	CARÁCTER	DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS A CONSIDERAR
Áreas complementarias para la conservación.	Distinción internacional.	De carácter internacional (sitios Ramsar, reservas de biósfera, AICAS y patrimonio de la humanidad).
	Otras disposiciones nacionales.	De carácter nacional (reservas forestales de Ley 2da de 1959, otras áreas declaradas por las corporaciones, departamentos, áreas metropolitanas, distritos y municipios).
		Suelos de protección (planes y esquemas de ordenamiento territorial (POT) debidamente adoptados).

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.2.1 Distinciones Internacionales

Las distinciones internacionales tales como: Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad, entre otras (**Tabla 3.591**).

**Tabla 3.591. Distinciones internacionales.**

DISTINCIONES INTERNACIONALES	EXISTE	
	SI	NO
Reserva de la biosfera		X
Ramsar	Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta.	
AICAS	Región ecodeltáica fluvioestuarina del Canal del Dique.	
Patrimonio de la humanidad		X

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.2.1.1 Sitios RAMSAR

Colombia ha suscrito “La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar. Este fue firmado en la ciudad de Ramsar (Irán) el 18 de enero de 1971 y entró en vigor el 21 de diciembre de 1975. Su principal objetivo es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

Colombia tiene actualmente 6 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 708,684 hectáreas (Ramsar Sites Information Service). Estos son:

- Sistema delta estuarino del río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta.
- Delta del río Baudó.
- Complejo de humedales laguna del Otún.
- Sistema Lacustre de Chingaza.

- Laguna de la Cocha.
- Complejo de Humedales de la Estrella Fluvial Inírida (EFI).

En la cuenca hay 202,30ha del “Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta”, declarado como zona Ramsar el día dieciocho (18) de mayo de 1998 mediante Decreto 224 de 1998, es el humedal estuarino más importantes del país, debido a su área, ya que contiene a la laguna costera más grande de Colombia. Su valor socioeconómico está representado por los recursos pesqueros y las actividades agropecuarias de las cuales dependen las poblaciones asentadas de la región (MinAmbiente, 1998), tiene un área total de 520846,55ha. Sin embargo, para el área de influencia de la Cuenca tiene la siguiente localización (**Tabla 3.592**):

**Tabla 3.592. Sitio RAMSAR de la cuenca.**

NOMBRE	AREA_RES	MPIO_CNMBR
Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta	1142,92	Campo de la Cruz
Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta	553,22	Suan
Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta	1482,31	Calamar

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.2.1.2 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves

El programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) de Colombia comenzó a mediados del 2001 con el objetivo de crear una red nacional de áreas de conservación en Colombia. El proyecto se enmarca dentro de la iniciativa global liderada por BirdLife Internacional y en la actualidad, el programa AICAS-Colombia lo coordina el Instituto Alexander von Humboldt - IAvH, y la Asociación Calidris con el apoyo de la Red Nacional de Observadores de Aves – RNOA.

Las AICAS cumplen alguno de los siguientes criterios:

- Mantiene una población significativa de una o más especies amenazadas a nivel nacional o global.
- Forman parte de un conjunto de sitios que mantienen una serie de especies de rango restringido, casi endémicas o de especial interés para conservación.
- Están restringidas a algún bioma o región zoogeográfica partículas, o reúnen cantidades muy grandes de especies migratorias o congregatorias.

El área de AICAS representa el 8.3% del área total del territorio colombiano, lo que equivale a aproximadamente 9'421.105 hectáreas, de las cuales el 54% se encuentran concentradas en seis departamentos, Caquetá, Meta, Bolívar, Vichada, Santander y Antioquia.

Sin embargo, para la Cuenca Canal del Dique tiene dentro de su territorio el AICA “Región ecodeltaica fluvioestuarina del Canal del Dique”, esta tiene un área total de 43.123,47 ha. distribuidas de la siguiente manera (**Tabla 3.593**):

**Tabla 3.593. AICA de la cuenca.**

NOMBRE	AREA_RES	MPIO_CNMBR
Región ecodeltaica fluvioestuarina del Canal del Dique	3.898,54	Cartagena de Indias
	17.423,12	Arjona
	14,98	Mahates
	11.866,04	María La baja
	7580,99	San Onofre
	2339,79	Área marina

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.2.2 Otras Áreas Disposiciones Nacionales

Las otras áreas de disposiciones nacionales se relacionan en la **Tabla 3.594**:

**Tabla 3.594. Otras áreas disposiciones nacionales.**

OTRAS ÁREAS (DISPOSICIONES NACIONALES)	EXISTE	
	SI	NO
Reserva de ley 2ª de 1959		X
Suelos de protección de los planes de ordenamiento territorial - Zonas de protección POT	Suelos de Protección y Conservación de Recursos Naturales y Zona de Protección del Sistema Hídrico, (Manatí). Zona de manejo y reserva forestal, San Estanislao de Kostka. Suelos de protección Turbaco, Diapirismo. Suelos de protección Turbaco, Área de Reserva Forestal. Parque Forestal y Zoológico Cacique Dulio.	
Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico que surte acueductos municipales, regionales y distritales	Área de Importancia Estratégica de Playón que se encuentra en jurisdicción de 3 municipios, Maríalabaja, San Jacinto y El Carmen de Bolívar	
Otras áreas regionales que no hacen parte del SINAP	Unidades Ambientales Costeras-UAC relacionadas con la Cuenca Canal del Dique, Resolución 1120 de 2013. Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo.	

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.2.2.1 Suelos de Protección de los Planes de Ordenamiento Territorial- Zonas de Protección POT

Zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualesquiera de las clases de suelo de que trata la Ley 388 de 1997 y que tienen restringida la posibilidad de urbanizarse debido a la importancia estratégica para la designación o ampliación de áreas protegidas públicas o privadas, que permitan la preservación, restauración o uso sostenible de la biodiversidad, de importancia municipal, regional o nacional. Si bien los suelos de protección no son

categorías de manejo de áreas protegidas, pueden aportar al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación.

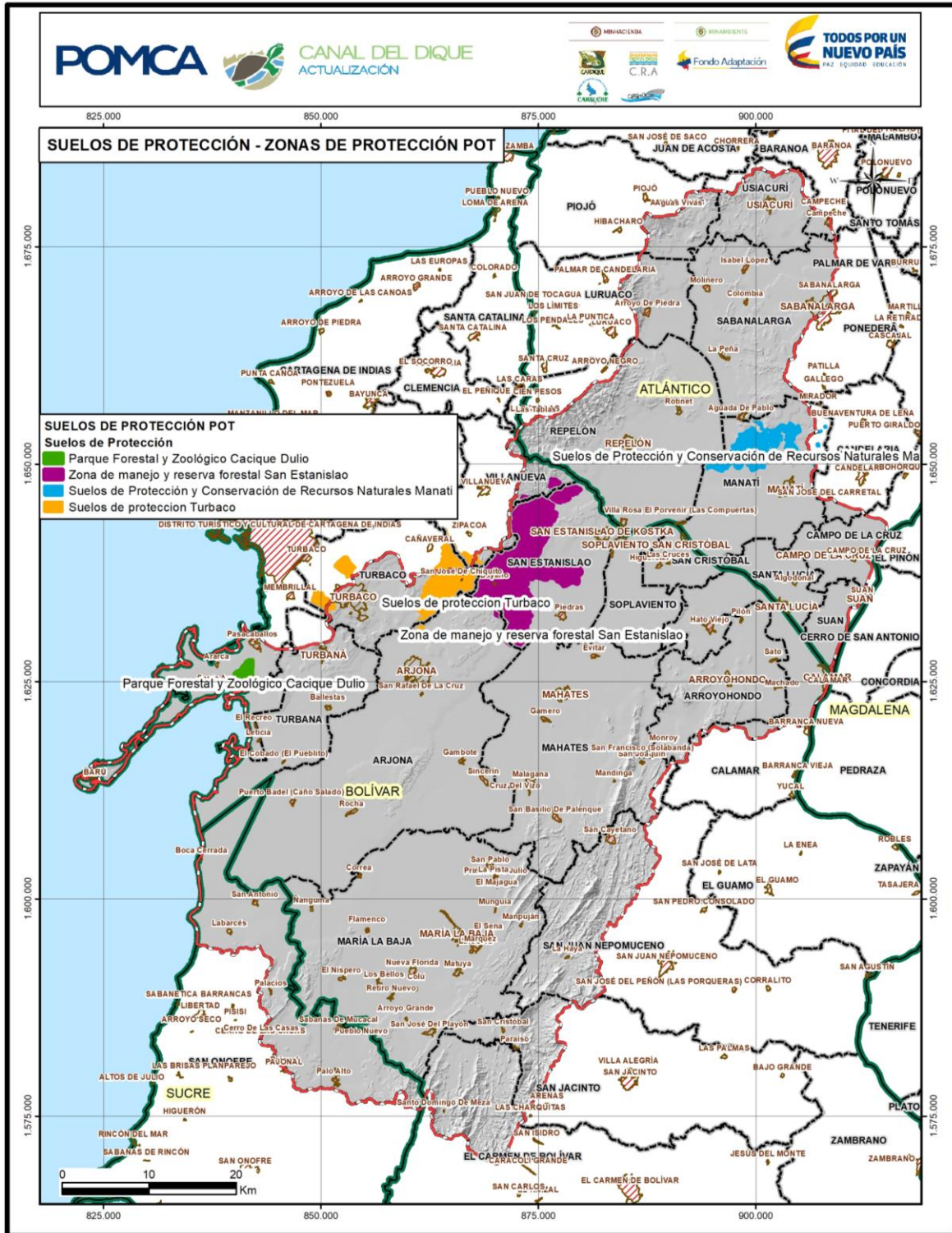
De acuerdo con el Artículo 20 del Decreto 2372 de 2010, el suelo de protección, está constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las clases de suelo de que trata la Ley 388 de 1997 y que tiene restringida la posibilidad de urbanizarse debido a la importancia estratégica para la designación o ampliación de áreas protegidas públicas o privadas, que permitan la preservación, restauración o uso sostenible de la biodiversidad, de importancia municipal, regional o nacional.

Si bien los suelos de protección no son categorías de manejo de áreas protegidas, pueden aportar al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación, en cuyo caso las autoridades con competencias en la declaración de las áreas protegidas señaladas en el presente decreto, deberán acompañar al municipio y brindar la asesoría necesaria para las labores de conservación del área, lo cual podrá conllevar incluso su designación como áreas protegidas, en el marco de lo previsto del Decreto 2372 de 2010.

En la cuenca se encuentran reglamentados los siguientes suelos de protección (**Figura 3.728, Anexo 3.14.3**).



Figura 3.728. Mapa de Suelos de protección - Zonas de protección POT.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.2.2.1.1 Suelos de Protección y Conservación de Recursos Naturales y Zona de Protección del Sistema Hídrico, (Manatí)

Con una extensión de 2226,47ha en la cuenca.

#### 3.14.2.2.1.2 Zona de Manejo y Reserva Forestal, San Estanislao de Kostka

Con una extensión de 8123,97ha en la cuenca.

#### 3.14.2.2.1.3 Suelos de Protección Turbaco, Diapirismo

Con una extensión de 357,94ha en la cuenca.

#### 3.14.2.2.1.4 Suelos de Protección Turbaco, Área de Reserva Forestal

Con una extensión de 3973,88ha en la cuenca.

#### 3.14.2.2.1.5 Parque Forestal y Zoológico Cacique Dulio

Es un área de protección y conservación de los recursos naturales y paisajísticos del distrito de Cartagena, ubicado en la margen izquierda del Canal del Dique, en el extremo noreste de la Isla de Barú, entre el Caño Lequerica y el corregimiento de Santa Ana, con una extensión de 435,89ha, identificadas con la referencia catastral No. 01-37-001-0530-000, inscrita en la oficina delegada de Bolívar del IGAC. Este Parque fue creado mediante Acuerdo 15 de 1994, del Concejo Distrital de Cartagena de Indias. Se destina a proteger la flora, fauna y suelo, como elementos de estabilización ambiental. Por lo tanto, en esta zona está prohibido el desmonte, destrucción y deterioro de la vegetación natural y de carácter marino, así como levantar viviendas, terraplenar, nivelar o adelantar aprovechamientos de los recursos naturales renovables. Todo lo anterior sin perjuicio de la protección a que queda sometida la franja de manglar colindante con la Bahía de Barbacoas en virtud de la zonificación realizada por la autoridad ambiental.

#### 3.14.2.2.2 Otras Áreas Regionales que No Hacen Parte del SINAP

##### 3.14.2.2.2.1 Unidades Ambientales Costeras – UAC

Las actividades humanas en muchas zonas del océano se han incrementado significativamente en los últimos años. Los usos tradicionales del océano por el hombre, tales como la pesca, la actividad náutica recreativa, el transporte, así como la minería de arena y grava, continúan creciendo en importancia. El desarrollo del petróleo y el gas, también se ha incrementado en las zonas marino costeras y continuará hacia zonas más profundas del mar. La pesca se mantiene a niveles bajos, al menos hasta que no se recuperen las poblaciones existentes, y en áreas más restringidas, debido a las jurisdicciones territoriales y la competencia por el espacio marino (Aldana-Mazorra O: Hernández-Zanuy, Aida, 2016).

Para muchos autores, investigadores y planificadores el planeamiento del espacio marino, es la herramienta o vía para conseguir acercarnos a la visión futura de lo que mundialmente se persigue, que no es más que procurar una vida larga, limpia, segura, saludable, y productiva de los océanos (Aldana-Mazorra O: Hernández-Zanuy, Aida, 2016).

El uso sostenible de los recursos marinos y costeros constituye una oportunidad excepcional para el acercamiento entre las naciones y para el establecimiento de relaciones de cooperación fuertes, duraderas y concretas. Precisamente en ello radica la posibilidad de la contribución del mar y las zonas costeras a la sostenibilidad en la región caribeña. Una firme voluntad política, tanto nacional como internacional, es imprescindible para el objetivo común de lograr una contribución significativa del Mar Caribe y sus costas a la sostenibilidad del desarrollo socioeconómico en la región (García Montero, 2001).

Las zonas marinas y costeras contienen riqueza en recursos para generar múltiples servicios ecosistémicos representados en bienes y servicios, además de albergar a la mayor parte de las actividades comerciales e industriales. En la mayoría de las costas casi la mitad de la población actual vive a menos de 50 km del mar y los recursos de las zonas costeras producen gran parte de sus riquezas económicas. Tanto la pesca como el transporte marítimo, el desarrollo urbanístico y el turismo, entre otros, compiten por el espacio vital de la costa, y en general, las zonas costeras contienen algunos de los más valiosos y frágiles hábitats naturales (Charles & Douvere, 2009). Las zonas marinas y costeras son receptoras de los impactos generados por las formas de uso del suelo por parte de la población asentada en sus cuencas hidrográficas. Contienen además los ecosistemas de mayor productividad y diversidad, que producen la mayor cantidad de pesca y sostienen una significativa parte de la actividad turística. (Gil-Torres, y otros, 2009). También enfrentan problemas graves como el crecimiento poblacional alto, desarrollos turísticos a gran escala, infraestructura portuaria y contaminación por diferentes causas, ocasionado disminución en la biodiversidad y afectaciones sobre los recursos marinos.

Las diferentes problemáticas que afectan los espacios marino costeros a nivel mundial se reflejan para Colombia de manera clara en los crecientes niveles de degradación costera y bajos niveles de conservación debido al aumento en la presión de uso sobre las costas, así como a los riesgos ambientales implícitos en el esquema actual de aprovechamiento de recursos marino costeros y agentes externos como el Cambio Climático. El ordenamiento de las zonas costeras de Colombia se ha desarrollado en la última década con más determinación debido a los desarrollos de política y normatividad nacional que en los últimos años le dan soporte necesario para avanzar en los procesos institucionales de ordenamiento y de zonificación del área costera con visión “marina” (INVEMAR, CARDIQUE, 2014).

Las políticas en torno al manejo costero integrado - MCI en Colombia, se iniciaron con la elaboración de la Política Nacional Ambiental de Zonas Costeras de 1997, la cual se aprobó por el Consejo Nacional Ambiental en diciembre de 2000 (Aldana-Mazorra O: Hernández-Zanuy, Aida, 2016).

En Colombia con la definición de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia - PNAOCI, en el año 2001, se plantean los intereses nacionales para estos territorios bajo una visión ecosistémica e integradora, orientada al desarrollo sostenible. La PNAOCI define la zona costera como “un recurso natural único, frágil y limitado del país, que contiene



ecosistemas muy ricos, diversos y productivos dotados de gran capacidad de proveer bienes y servicios para actividades humanas”. Debido a estas características exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades asentadas tradicionalmente allí (MMA - Ministerio del Medio Ambiente, 2001). Esta Política hace referencia a la definición de unidades de planificación homogéneas denominadas Unidades Ambientales Costeras – UAC’s (INVEMAR, CARDIQUE, 2014).

En el año 2011, la Ley 1450 (Plan de Desarrollo Nacional), le da un marco legal adicional y un desarrollo a las políticas definidas, ya que el Artículo 207 parágrafo 3 establece que se deben formular, por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR’s), los planes de manejo de las Unidades Ambientales Costeras (UAC), con el apoyo técnico de los institutos de investigación; adicionalmente, en el Artículo 208, se indica que las CAR’s de los departamentos costeros, deben ejercer sus funciones de autoridad ambiental en la zonas marinas. Para dar cumplimiento a lo establecido en esta Ley, el Decreto 1120 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) dispone la elaboración de los Planes de Ordenación y Manejo de las Unidades Ambientales Costeras. Por último, la Resolución 1092 de 2014, establece las líneas de límite perpendicular de que trata el parágrafo 2 del Artículo 208 de la Ley 1450 de 2011, como jurisdicción para las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible con competencia en las zonas marinas (INVEMAR, CARDIQUE, 2014).

Actualmente, es evidente que, sin un adecuado ordenamiento espacial, ni un manejo correcto de la actividad humana en el mar, no sólo se destruirán los ecosistemas marinos, base natural de muchas actividades económicas, sino también se corre el riesgo de perder gran cantidad de las especies marinas y servicios que los ecosistemas marinos proporcionan al ser humano. Planificar el manejo de los usos y reducir los conflictos es esencial, por razones económicas y sociales. El desarrollo e implementación de un plan de ordenamiento espacial para las actividades humanas, donde diferentes usuarios alcanzan acuerdos sobre dónde y cómo llevar a cabo sus actividades en el mar, puede ser alcanzado sólo si existe un acuerdo institucional y mecanismos de armonización que faciliten los acuerdos entre usuarios (MarViva, 2013).

### **Unidades Ambientales Costeras – UAC, Relacionadas con la Cuenca Canal del Dique**

De acuerdo con la PNAOCI, la zona costera de Bolívar hace parte de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Río Magdalena, complejo Canal del Dique - Sistema lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. De esta UAC hacen parte los sistemas costeros de Magdalena y el de los archipiélagos coralinos de Rosario y San Bernardo. Territorialmente hacen parte los municipios de Santa Catalina, Cartagena de Indias, Turbaco, Turbaná, Arjona y María la Baja.

Con base en la consulta del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM) del Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR) y análisis de la información tipo dato hallada, se identificó un área de 58.783 ha, que representa el 13,3 % de la extensión total de la Cuenca Canal del Dique y que corresponde a una parte de la subzona terrestre-costera de la Unidad Ambiental Costera Río Magdalena, complejo Canal del Dique-Sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, reglamentada por el Decreto 1076 de 2015 (Artículos 2.2.4.2.1 al 2.2.4.2.6.3). De esta UAC hacen parte los sistemas costeros de Magdalena y el de los archipiélagos coralinos de Rosario y San Bernardo. Territorialmente hacen parte los



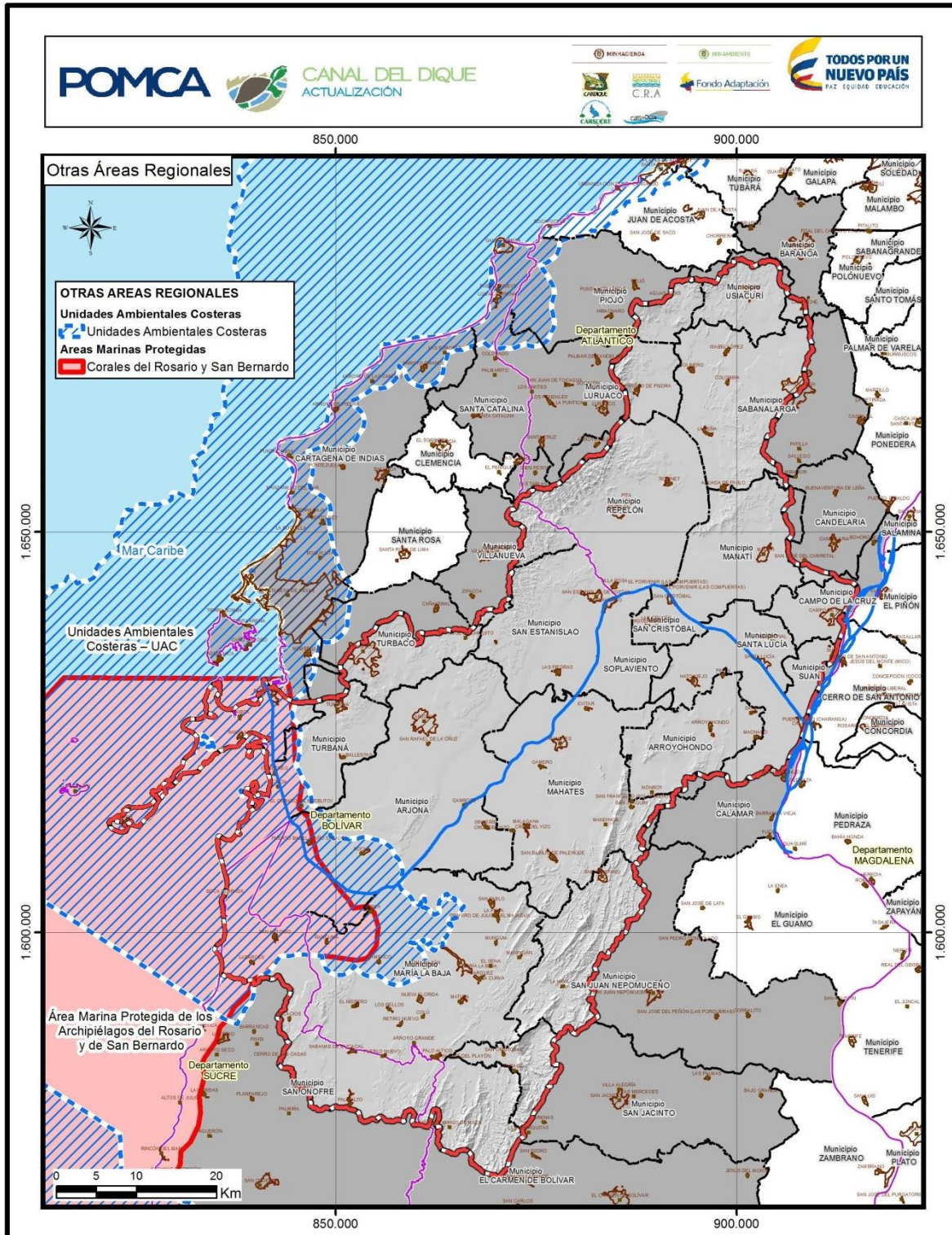
municipios de Santa Catalina, Cartagena de Indias, Turbaco, Turbaná, Arjona y María la Baja. No obstante, por fuera de la cuenca, pero dentro del área de influencia directa de la cuenca se encuentran las subzonas de carácter marino de la UAC Río Magdalena, las cuales reciben los impactos generados por la descarga de sedimentos provenientes del Canal del Dique.

Otra área ubicada en el área de influencia indirecta del Canal del Dique, es constituida por la Unidad Ambiental Costera Estuarina del Río Sinú y el Golfo de Morrosquillo, también reglamentada por el Decreto 1076 de 2015. Esta área alberga el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, ecosistema de gran fragilidad e importancia ecológica.

#### 3.14.2.2.2.2 Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo

El Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, declarada mediante Resolución 679 de 31 de mayo 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, tiene por finalidad principal la conservación de muestras representativas de la biodiversidad marina y costera y de los procesos ecológicos básicos que soportan la oferta ambiental del área y facilitan el desarrollo sostenible de la región a través de sus múltiples usos. Con una extensión de 40384,56ha (**Figura 3.729, Anexo 3.14.4**).

**Figura 3.729. Mapa Área marina protegida de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.3 Áreas de Reglamentación Especial

Las áreas de reglamentación especial incluyen los territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico. Como territorios étnicos se identifican los territorios colectivos de comunidades negras, resguardos y reservas indígenas, que cuentan con titulación, o se encuentran en el proceso de adquirirla.

El Patrimonio Cultural de la Nación (Ley 1185 de 2008) está constituido entre otros, por todos los bienes materiales, las manifestaciones inmateriales, los productos y las representaciones de la cultura que son expresión de la nacionalidad colombiana.

El patrimonio arqueológico, según Ley 1185 de 2008, comprende aquellos vestigios producto de la actividad humana y aquellos restos orgánicos e inorgánicos que, mediante los métodos y técnicas propios de la arqueología y otras ciencias afines, permiten reconstruir y dar a conocer los orígenes y las trayectorias socioculturales pasadas y garantizan su conservación y restauración. Estas áreas se relacionan en la **Tabla 3.595** y **Figura 3.730 (Anexo 3.14.5)**.

**Tabla 3.595. Áreas con reglamentación especial.**

SUBZONAS DE USO Y MANEJO	CARÁCTER	DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS A CONSIDERAR
Áreas con reglamentación especial	Áreas con reglamentación especial	Territorios étnicos
		Áreas de patrimonio histórico
		Áreas de patrimonio cultural
		Áreas de patrimonio arqueológico

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.3.1 Territorios Étnicos

Como territorios étnicos se identifican los territorios colectivos de comunidades negras, resguardos y reservas indígenas, que cuentan con titulación, o se encuentran en el proceso de adquirirla. De acuerdo a la descripción anterior, del total de comunidades étnicas localizadas en la Cuenca Canal del Dique, solo la Comunidad Negra organizada e integrada en el Consejo Comunitario MA KANKAMANA (3353,995 ha) (**Tabla 3.596**) presenta titulación colectiva según Resolución 466 del 30 de marzo 2012.

**Tabla 3.596. Áreas de patrimonio cultural.**

NOMBRE	REGLAMENTACIÓN	AREA (Ha)
MAKANKAMANA	Resolución No 466 marzo 30 de 2012	1933,55

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

#### 3.14.3.2 Áreas de Patrimonio Cultural e Interés Arqueológico

La Cuenca cuenta con varios hallazgos de tipo paleontológico y arqueológico, ubicados en los municipios: Arjona, Cartagena de Indias, Sabanalarga, San Estanislao, Turbaco y Turbaná (**Tabla 3.597**). Así mismo, el POT vigente del municipio de Cartagena de Indias registra áreas de protección del patrimonio arqueológico, localizados principalmente en la Isla de Barú.



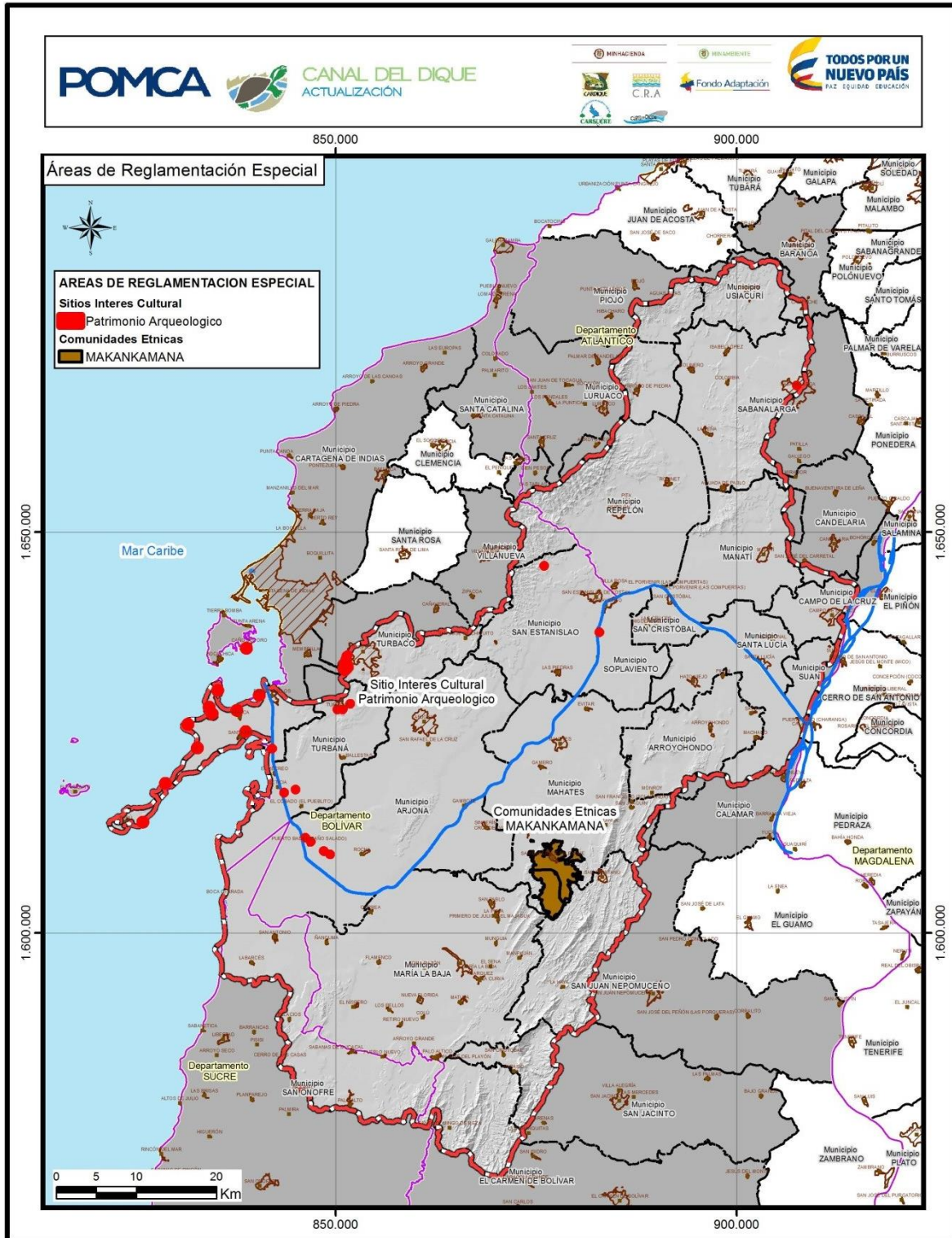
**Tabla 3.597. Sitios arqueológicos en la Cuenca Canal del Dique.**

NOMBRE DE SITIO	COORDENADAS		MUNICIPIO	
	ESTE	NORTE		
Puerto Chacho	848508,9025	1610227,425	Arjona	
Puerto Hormiga	846212,2343	1611898,736		
Puerto Hormiga 1	846890,1303	1611400,038		
Puerto Chacho	849291,3647	1609812,315	Cartagena de indias	
Sitio 2	907508,3989	1668292,893	Sabanalarga	
Yacimiento 86 Patón	875990,8768	1645799,853	San Estanislao	
Bocado de Rey sondeo 63	851468,8618	1632892,632	Turbaco	
Bocado de Rey sondeo 66	851374,7856	1632979,109		
Bocado de Rey sondeo 70	851597,4554	1633091,794		
Bocado de Rey sondeo 70	851190,7831	1632632,588		
La Cantera sondeo 14	851494,6226	1634678,159		
Media Tapa Sondeo 102	851212,2918	1634110,773		
Media Tapa Sondeo 110	851085,5976	1633662,551		
Media Tapa Sondeo 111	851370,2308	1634048,586		
Media Tapa Sondeo 113	851339,0093	1634565,081		
Media Tapa Sondeo 114	851152,3289	1633613,143		
Media Tapa Sondeo 115	851397,0462	1633913,269		
Media Tapa Sondeo 119	851393,796	1633870,243		
Media Tapa Sondeo 119	851390,8378	1633870,256		
Media Tapa Sondeo 22	851424,2772	1634598,464		
Media Tapa Sondeo 35	851172,7548	1634114,039		
Nicaragua sondeo 78	851553,5459	1633485,42		
Nicaragua sondeo 84	851354,8866	1633298,725		
Nicaragua sondeo 87	851294,0369	1633314,363		
Nicaragua sondeo 99	850936,2399	1633604,768		
Rio Seco Sondeo 73	851637,0848	1633110,103		
Tegusigalpa sondeo 37	851190,77	1632629,49		
Tegusigalpa sondeo 43	850844,7431	1632855,341		
Tegusigalpa sondeo 49	850842,12	1632959,798		
Tegusigalpa sondeo 51	850799,8018	1633030,678		
Tegusigalpa sondeo 56	851208,9877	1633333,201		
Escuela Pública	850203,9681	1627885,627		Turbaná
Monsú	843560,6783	1617507,588		
Monsú 1	844980,0222	1617899,903		
Paricuica 2	842062,7935	1623015,673		
Soplamiento 1	882895,5818	1637515,203		
Terraza El Capacho	851802,7099	1628586,295		
Terraza Guayacán	850858,3277	1627875,214		

Fuente: Consorcio Canal del Dique.



**Figura 3.730. Áreas de reglamentación especial.**



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.4 Áreas de Importancia Ambiental

#### 3.14.4.1 Ecosistemas Estratégicos

Los ecosistemas estratégicos han sido elevados a categoría jurídica en la Política Ambiental Nacional adoptada por el Plan Nacional de Desarrollo de 1994, dándole el carácter y nivel de Ley de la Nación. En esta normativa se definen así: *“Son ecosistemas estratégicos para el desarrollo [aquellos] que proveen bienes y servicios ambientales esenciales (aire, agua, energía, materias primas, equilibrio ecológico, prevención de riesgos, biodiversidad) para la calidad de vida de la población, la continuidad de los procesos productivos, el mantenimiento de procesos ambientales, la prevención de riesgos y la conservación de biodiversidad. En consecuencia, incluyen ecosistemas importantes no sólo desde el punto de vista naturalista (parques naturales, etc.) sino aquellos de los cuales dependen más directamente la población y las actividades productivas...”*

Se trata de un planteamiento metodológico que obliga a las entidades territoriales y Corporaciones Regionales, como integrantes del SINA, a priorizar el manejo de aquellas áreas que por posición, función y recursos, mayor significado tienen para el desarrollo sostenible. Los ecosistemas estratégicos garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener el equilibrio y los procesos ecológicos básicos tales como la regulación del clima, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; así como la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con sus funciones, y teniendo como referencia la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos que prestan, los ecosistemas de mayor importancia para el país definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son los siguientes:

- Páramos.
- Humedales.
- Manglares.
- Nacimientos de agua.
- Zonas de recarga.
- Zonas secas, entre otros.

Los ecosistemas estratégicos garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad, evitar la erosión costera, entre otros. Para el caso de la Cuenca Canal del Dique se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la selección de estos ecosistemas estratégicos, de acuerdo con los servicios ecosistémicos que ofrecen como se describe a continuación:

- Servicios de aprovisionamiento: servicios necesarios para la producción de los demás servicios de los ecosistemas como formación del suelo, ciclos de los nutrientes, producción de materias primas.
- Servicios de soporte: productos que se obtienen de los ecosistemas como los alimentos, agua pura, leña, fibras, bioquímicos, recursos genéticos.
- Servicios de regulación: beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas como la regulación del clima, regulación de las enfermedades, regulación del agua, purificación del agua.
- Servicios culturales: Beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas como los espirituales y religiosos, recreación y ecoturismo, estéticos, de inspiración, educacionales, sentido de identidad y pertenencia a un lugar, herencia cultural.

Así entonces se seleccionaron los bosques y áreas seminaturales (**Tabla 3.598**) que tuvieran al menos 50 ha y que mantuvieran conectividad con otras áreas de igual cobertura y que se puedan preservar:

- Satisfacer las necesidades básicas.
- Prevenir los riesgos.
- Mantener el equilibrio ecológico.
- Receptores de desechos (vertederos).
- Proveedores de recursos naturales.

**Tabla 3.598. Ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ambiental en la Cuenca Canal del Dique.**

NOMBRE	ÁREA (Ha)
Bosque de galería y ripario	1.004,97
Bosque Denso Alto Inundable (manglares)	10.337,67
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3.878,53
Bosque Seco Tropical	13.690,07
Humedales	23.939,18
Ronda Hídrica	40.919,89
Vegetación secundaria alta	34.174,88
Zonas de recarga de acuíferos	103.848,41

Fuente: Consorcio Canal del Dique.

De acuerdo con las anteriores premisas se obtuvo como resultado y en concordancia con la evaluación del estado de las coberturas naturales actuales se concluye que las áreas para promover como ecosistemas estratégicos son:

- Rondas hídricas (30 metros), humedales, acuíferos y zonas de recarga de acuíferos.
- Bosque fragmentado con vegetación secundaria.
- Bosque de galería y/o ripario.

- Vegetación secundaria Alta.
- Bosque seco.
- Bosque Denso Alto Inundable (manglares).

A continuación, se hace una pequeña descripción de de los tres ecosistemas con mayor preponderancia para la cuenca:

#### 3.14.4.1.1 Bosque Seco Tropical (BsT)

El Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 240 °C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Espinal (1985); Murphy & Lugo (1986), IAVH (1997, pág. 76)). De acuerdo con Hernández (1990) esta formación corresponde a los llamados bosques higrotropofíticos, bosque tropical caducifolio de diversos autores, bosque seco Tropical de Holdridge, y al bosque tropical de baja altitud deciduo por sequía de la clasificación propuesta por la UNESCO.

En la región del Caribe colombiano los lugares de Bosque seco Tropical presentan el clima cálido árido, cálido semiárido y cálido seco, los cuales se caracterizan porque la evapotranspiración supera ampliamente a la precipitación durante la mayor parte del año, presentándose déficit de agua. Esto determina uno o dos periodos en donde la vegetación pierde parcialmente su follaje (IAVH, 1998).

En la actualidad el Bosque seco Tropical se constituye en uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico (Janzen, 1983). Debido a la fertilidad de sus suelos ha sido punto de desarrollo de poblaciones humanas y objeto de una intensa transformación (Janzen (1983), Ceballos (1995).

En Colombia el Bosque seco Tropical es considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Algunos estimativos señalan que de bosques secos a subhúmedos en nuestro país solo existe cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km<sup>2</sup>, (Etter, 1993). En Colombia el bosque seco tropical se encuentra en regiones con grandes cuencas hidrográficas, con ciénagas como en la región Caribe y con bosques húmedos circundantes como en el pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la Cordillera de los Andes y en el Magdalena Medio (IAVH, 1998).

Las áreas de Bosque Seco Tropical (BsT) identificadas para la Cuenca del Canal del Dique incluyeron las áreas registradas por el Instituto Alexander von Humboldt IAvH (2014), así como áreas de BsT ápto para la conservación del Tití Cabeciblanco, suministradas por la Fundación Proyecto Tití en el marco de reunión llevada a cabo en las instalaciones de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) en enero de 2016, con el propósito de facilitar la entrega de información, principalmente de cartográfica, para la consideración dentro del POMCA de los relictos de Bosque Seco Tropical (BsT) en la Cuenca del Canal del Dique, dado el grado fragilidad y fragmentación que ha sufrido este ecosistema, el cual ha sido el más intervenido del país, del cual solo queda el 8% del área original. Otros actores participantes de la reunión en mención fueron: Fundación Herencia Ambiental Caribe y el Santuario de Fauna y Flora los Colorados.



### 3.14.4.1.2 Manglares

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas más frágiles, y por este motivo su protección es prioritaria, garantizando, mediante su gestión integral, la continuidad de la utilización de los recursos forestales, biológicos e hidrobiológicos. Adicionalmente, son formadores de suelos, protegen los litorales de la erosión costera, dan sombra en las playas y le ganan terreno al mar, ya que por medio de sus raíces retienen las partículas que descargan los ríos y arroyos en el mar, así como el sedimento que llevan las corrientes de deriva costera (MinAmbiente, 2002).

Los manglares en Colombia ocupan una extensión aproximada de 371.250 hectáreas, hallándose distribuidos en los litorales Caribe con 88.250ha y Pacífico con 283.000ha. (Sánchez - Páez et al. (1997a), (1997b)). Estos ecosistemas han sido objeto de múltiples presiones a través de los años, no obstante, el reconocimiento en años recientes de su gran valor ecosistémico y las múltiples funciones de sus componentes.

En Colombia, los manglares representan para el país fuentes importantes de recursos para el aprovechamiento forestal, hidrológico y la obtención de productos requeridos en la construcción industrial y doméstica, así como para la producción de leña y carbón. En los dos litorales se han desarrollado actividades de aprovechamiento de los bosques, en general con pérdida o subutilización de los recursos forestales e hidrobiológicos asociados. Como fuente de subsistencia, los manglares son de gran relevancia para el sustento de las comunidades de pescadores.

La superficie de los manglares del Caribe de Colombia, aproximada es de 88.250 ha, destacándose los manglares ubicados en los cuatro grandes deltas de los ríos Atrato, Sinú, y Magdalena y en el Canal del Dique. Su mayor distribución se presenta en el departamento del Magdalena (Delta Estuario del Río Magdalena), sectores de la Ciénaga Grande de Santa Marta e Isla de Salamanca. (Sánchez Páez, y otros, 2000).

Los principales factores que afectan a los manglares en la costa Caribe de Colombia (MinAmbiente, 2002):

- Déficit hídrico.
- Sedimentación.
- Obras de infraestructura.
- Expansión frontera urbana.
- Expansión frontera industrial.
- Expansión agrícola y ganadera.
- Eutrofización.
- Tala, relleno y construcción.
- Aprovechamiento forestal inadecuado.
- Contaminación por hidrocarburos.

- Camaroneras.

Delta del Canal del Dique se presenta aprovechamiento de varios productos derivados de los árboles de mangle con grave deterioro de los mismos, al punto que en ciertos sectores han sido reemplazados por especies glicófitas. Otro tensor adicional es la desaparición de rodales en algunas zonas, para facilitar desarrollos relacionados con la producción industrial de estanques camaroneros. La carencia de un adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos de estas actividades, contribuyen al deterioro del ecosistema (MinAmbiente, 2002).

### 3.14.4.1.3 Ronda Hídrica, Humedales, Corredor Biológico, Zonas de Recarga de Acuíferos y Acuíferos

- **Humedal:** Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Convención Ramsar).
- **Acuífero:** Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua en cantidades significativas (Decreto 155 de 2004, Artículo 2°. Definiciones). Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas (Decreto 1640 de 2012, Artículo 3°. Definiciones).
- **Ronda hidráulica:** Es la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea de borde del cauce permanente de los ríos, embalse, lagunas, quebradas y canales, hasta de 30 metros de ancho, que contempla las áreas inundables para el paso de las crecientes no ordinarias y las necesarias para la rectificación, amortiguación, protección y equilibrio ecológico (Decreto Ley 2811 de 1974).
- **Corredor Biológico:** Es el espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.
- **Zona de recarga de acuífero:** (o área de recarga) es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca.

Para el caso de la Cuenca Canal del Dique, el flujo de agua subterránea está determinado por la diferencia de altura, bien marcada, en sentido Sur a Norte, desde las serranías y zonas montañosas ubicadas en la parte alta, zona en la que se presentan la mayor cantidad de precipitaciones y sirve como zona principal de recarga con una dirección de flujo hacia la parte occidental de la cuenca.

Los principales acuíferos de la Cuenca se agrupan principalmente en un solo sector, el cual se localiza en la parte central y occidental de la cuenca orientados por el cauce del canal y relacionados por los diferentes cuerpos de agua y ciénagas de la Cuenca Canal del Dique.

Según, el mapa de Sistemas Acuíferos de Colombia, los acuíferos de la cuenca forma parte del SAC 1-3 (Sincelejo – Morroa) y SAC 1-4 (Turbaco).

De acuerdo con la declaración realizada mediante La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), los humedales poseen atributos especiales como parte del patrimonio cultural de la humanidad – están asociados a creencias religiosas y cosmológicas y a valores espirituales, constituyen una fuente de inspiración estética y artística, aportan información arqueológica sobre el pasado remoto, sirven de refugios de vida silvestre y de base a importantes tradiciones sociales, económicas y culturales, son además esenciales para la salud, el bienestar y la seguridad de quienes viven en ellos o en su entorno. Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal, como los suelos, el agua, las plantas y los animales, hacen posible que desempeñe muchas funciones vitales, como por ejemplo:

- Almacenamiento de agua.
- Protección contra tormentas y mitigación de crecidas.
- Estabilización de costas y control de la erosión.
- Recarga de acuíferos (movimiento descendente de agua del humedal al acuífero subterráneo).
- Descarga de acuíferos (movimiento ascendente de aguas que se convierten en aguas superficiales en un humedal).
- Depuración de aguas.
- Retención de nutrientes.
- Retención de sedimentos.
- Retención de contaminantes.
- Estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura.

Los humedales reportan a menudo beneficios económicos enormes, como por ejemplo:

- Abastecimiento de agua (cantidad y calidad).
- Pesca (más de dos tercios de las capturas mundiales de peces están vinculadas a la salud de las zonas de humedales).
- Agricultura, gracias al mantenimiento de las capas freáticas y a la retención de nutrientes en las llanuras aluviales.
- Madera y otros materiales de construcción.
- Recursos energéticos, como turba y materia vegetal.
- Recursos de vida silvestre.
- Transporte.
- Un amplio espectro de otros productos de humedales, incluidas hierbas medicinales.

- Posibilidades de recreación y turismo.

El marco normativo para la gestión de acuíferos en Colombia se rige por lo estipulado en el Decreto-Ley 2811 de 1974, Decreto reglamentario 1541 de 1978, Ley 9 de 1979, Decreto 1594 de 1984, Ley 99 de 1993, Ley 373 de 1997, Ley 388 de 1997 y el Decreto 1640 de 2012, que reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos establece que dichos instrumentos son:

- i. Planes estratégicos en las cinco macro-cuencas o áreas hidrográficas.
- ii. Programa nacional de monitoreo del recurso hídrico en las zonas hidrográficas.
- iii. Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) en sub-zonas hidrográficas o de nivel subsiguiente.
- iv. Planes de manejo ambiental de micro-cuencas en el nivel inferior al subsiguiente.
- v. Planes de manejo ambiental de acuíferos (instrumento de planificación y administración del agua subterránea, mediante la ejecución de proyectos y actividades de conservación, protección y uso sostenible del recurso).

El Decreto 1640 de 2012 en su artículo 62 establece que:

*“...en aquellos acuíferos que no hagan parte de un plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica, la autoridad ambiental competente elaborará el plan de manejo ambiental de acuíferos, previa selección y priorización del mismo, cuando se prevean como mínimo una de las siguientes condiciones, en relación con oferta, demanda, calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad:*

1. *Agotamiento o contaminación del agua subterránea de conformidad con lo establecido en el artículo 152 del Decreto Ley 2811 de 1974 reglamentado por los artículos 121 y 166 del Decreto 1541 de 1978 o la norma que los modifique o sustituya.*
2. *Cuando el agua subterránea sea la única y/o principal fuente de abastecimiento para consumo humano.*
3. *Cuando por sus características hidrogeológicas el acuífero sea estratégico para el desarrollo socio-económico de una región.*
4. *Cuando existan conflictos por el uso del agua subterránea.*
5. *Cuando se requiera que el acuífero sea la fuente alterna por desabastecimiento de agua superficial, debido a riesgos antrópicos o naturales...”*



### 3.14.4.2 Otras áreas identificadas como de interés para conservación en la cuenca

#### 3.14.4.2.1 Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico que surte acueductos municipales, regionales y distritales

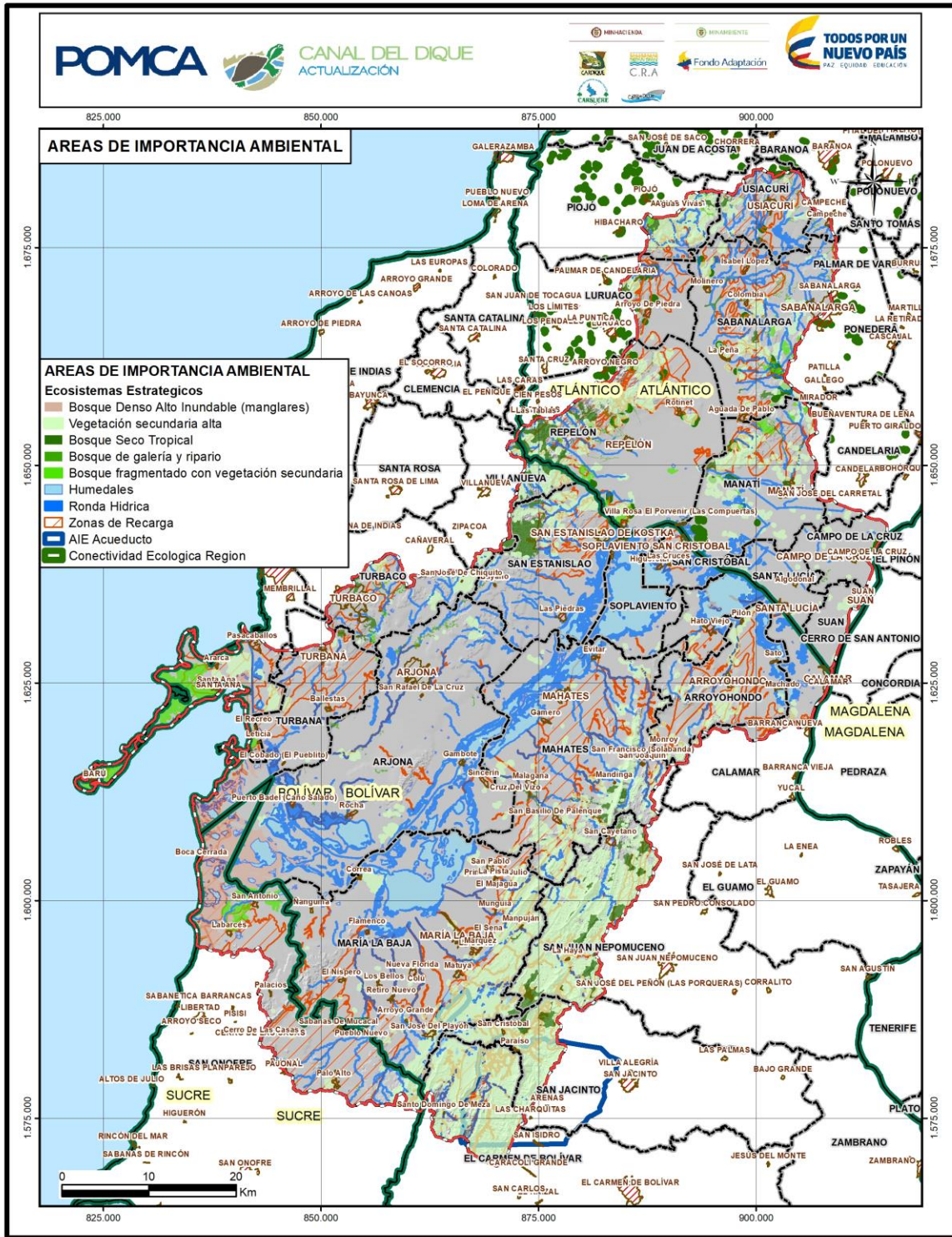
##### 3.14.4.2.1.1 Área de Importancia Estratégica de Playón

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, CARDIQUE, con el ánimo de garantizar la disponibilidad del recurso hídrico en los municipios su jurisdicción, identificó y delimitó tres (3) áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico que surten de agua a los acueductos a fin de gestionar los mecanismos encaminados a mantenerlas y protegerlas, como las zonas de recarga de los acuíferos y los nacimientos de agua. Una de estas áreas se localiza en el interior de la cuenca hidrográfica del Canal del Dique, el Área de Importancia Estratégica (AIE) de Playón

El AIE de Playón se encuentra en jurisdicción de 3 municipios, Maríalabaja, San Jacinto y El Carmen de Bolívar; al primero pertenecen 602 hectáreas y a los dos últimos 17.168 hectáreas aproximadamente. El cuerpo de agua a conservar es el embalse Pondaje El Viento, que abastece al acueducto municipal y al distrito de riego de Maríalabaja; este embalse es alimentado por la represa de El Playón que recibe sus aguas principalmente de los arroyos María, Matanga y Huamanga cuyos nacimientos se dan en la serranías de San Jacinto y El Carmen de Bolívar.

En la **Figura 3.731** y **Anexo 3.14.6** se presenta el mapa de Áreas de Importancia Ambiental; mientras que, en la **Figura 3.732** y **Anexo 3.14.7** se presenta el mapa final de Áreas y Ecosistemas Estratégicos.

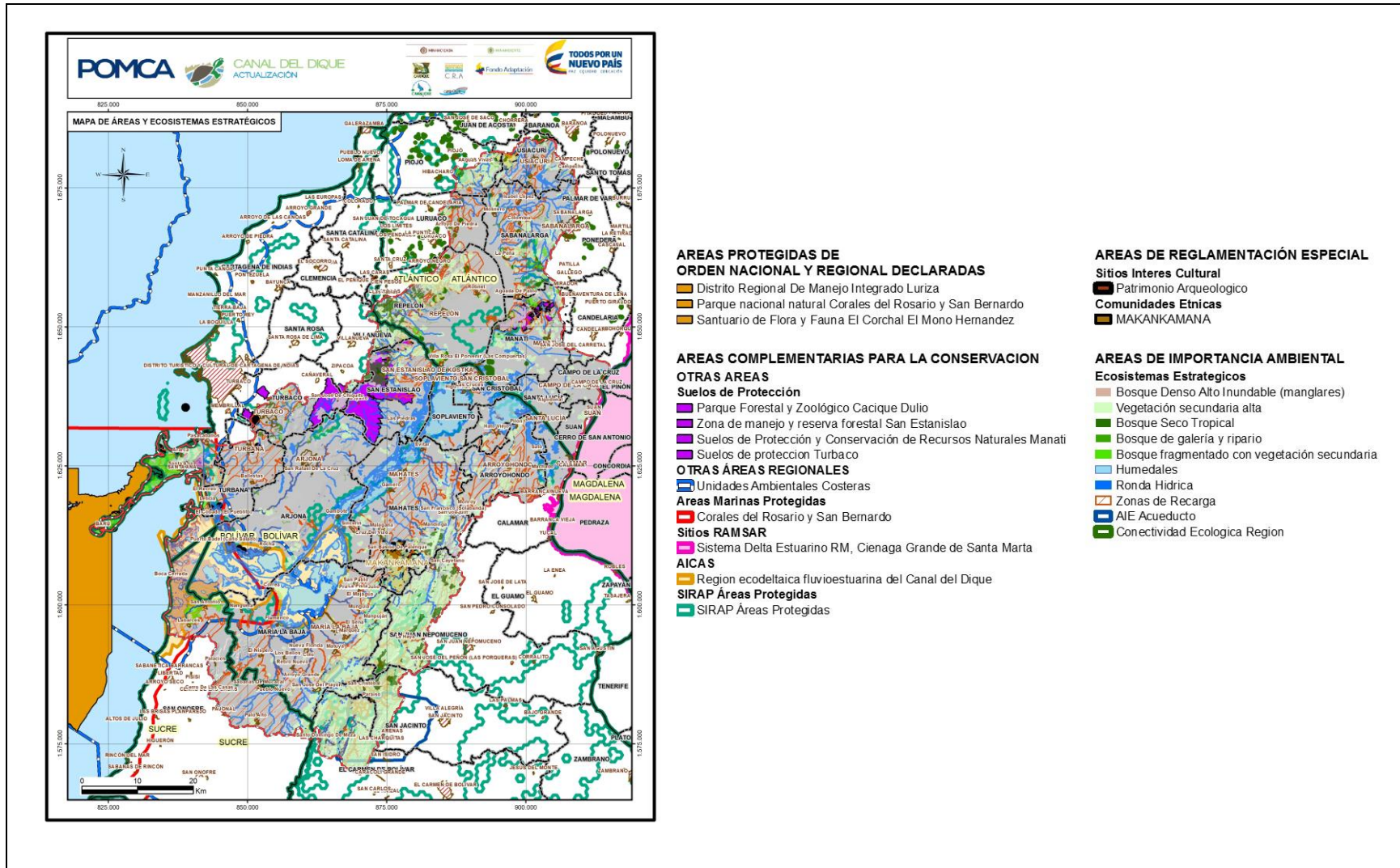
Figura 3.731. Áreas de Importancia Ambiental.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.



Figura 3.732. Mapa final de Áreas y Ecosistemas Estratégicos.



Fuente: Consorcio Canal del Dique.

### 3.14.5 Marco Legal Nacional Vigente para la Promoción de los Ecosistemas Estratégicos Propuestos

- Política Nacional de gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (2012). Promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales.
- Política de Bosques (Documento CONPES 2834/10) (1996). Lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población.
- Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (2001). Propender por la conservación y el uso racional de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País.
- Ley 2 de 1959. Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.
- Decreto Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los recursos naturales renovables y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, su preservación y manejo que son de utilidad pública e interés social.
- Ley 99 de 1993. Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
- Ley 388 de 1997 Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial.
- Decreto 1729 de 2002. Establece los lineamientos y el instrumento para la ordenación de cuencas en el país.
- Decreto 2372 de 2010. Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Ley 1450 de 2011. Ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014. En su Artículo 215, define que es competencia de la Corporaciones Ambientales, el ordenamiento del Recurso Hídrico y la ordenación de cuencas.

### 3.14.6 Instrumentos Financieros para la Protección de los Ecosistemas Propuestos

- Recursos propios de las Corporaciones Autónomas Regionales – CAR destinados a la gestión del recurso hídrico, las áreas protegidas y la conservación de la biodiversidad.
- Recursos de los entes territoriales destinados a la protección y administración de predios, de acuerdo con el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 y con el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 (Ley 1450 de 2011).



- Recursos del sector eléctrico.
- Recursos provenientes de la inversión forzosa del 1% en proyectos que impliquen aprovechamiento de los recursos naturales.
- Recursos de compensación por afectación de coberturas vegetales en proyectos de infraestructura.
- Agencias de cooperación internacional.
- Incentivos a la conservación provenientes del mercado voluntario de carbono.
- Alianzas de cooperación con empresas como parte de la responsabilidad social y ambiental de las mismas.

### 3.15 SIG Y CARTOGRAFÍA

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas para los mapas y salidas cartográficas, en la carpeta **SIG\_POMCA\_CANALDIQUE** se encuentran los insumos cartográficos generados y estructurados conforme el Modelo de Datos de la Geodatabase definida para el proyecto; así mismo, las salidas cartográficas en formato Acrobat (.pdf) y formato de imagen (.jpg); y los archivos fuente (.mxd) y las capas cartográficas asociadas a estos archivos fuente (shapefile).