

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL

CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN

**Bogotá D.C.,
2022**



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2 DESCRIPCION DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL..... | 30 |
| 2.1 LOCALIZACIÓN..... | 30 |
| 2.1.1 LOCALIZACIÓN A NIVEL DE UNIDADES TERRITORIALES..... | 30 |
| 2.1.2 LOCALIZACIÓN A NIVEL DE AUTORIDADES AMBIENTALES..... | 32 |
| 2.1.3 LIMITE LEGAL | 35 |
| 2.2 EL ECOSISTEMA DE HUMEDAL..... | 39 |
| 2.3 ECOSISTEMA DE REFERENCIA | 42 |
| 2.4 DESCRIPCIÓN AREA DE INFLUENCIA | 44 |
| 2.4.1 GENERALIDADES..... | 44 |
| 2.4.2 DETERMINACION DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA..... | 47 |
| 2.4.3 ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL (EEP) EN EL ÁREA DE ESTUDIO | 62 |
| 2.5 ASPECTOS MEDIO ABIÓTICO..... | 71 |
| 2.5.1 CLIMA..... | 71 |
| 2.5.2 HIDROLOGÍA..... | 104 |
| 2.5.3 GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA..... | 224 |
| 2.5.4 SUELO | 373 |
| 2.5.5 CALIDAD AMBIENTAL | 396 |
| 2.6 ASPECTOS MEDIO BIÓTICO | 542 |
| 2.6.1 VEGETACIÓN | 542 |
| 2.6.2 FAUNA | 680 |
| 2.6.3 HIDROBIOTA | 757 |
| 2.7 CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE ACTUAL..... | 859 |
| 2.7.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE | 859 |
| 2.7.2 OPORTUNIDADES DE CONECTIVIDAD..... | 867 |
| 2.8 AMENAZAS..... | 896 |
| 2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS..... | 896 |
| 2.8.2 CONCLUSIONES..... | 928 |
| 2.9 ASPECTOS MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL | 929 |
| 2.9.1 ÁREA SOCIAL DE ESTUDIO INDIRECTA..... | 930 |
| 2.9.2 ÁREA SOCIAL DE ESTUDIO DIRECTA | 943 |
| 2.9.3 ARQUEOLOGIA..... | 955 |
| 2.9.4 DESARROLLO TERRITORIAL PRESENTE EN LOS ALREDEDORES DEL SISTEMA DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL | 986 |
| 2.9.5 USO SOSTENIBLE | 1012 |
| 2.9.6 CONCLUSIONES..... | 1051 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 1. Localización general de los humedales de Torca y Guaymaral. | 31 |
| Figura 2- 2. Localización de los humedales Torca y Guaymaral vs. unidades territoriales. | 33 |
| Figura 2- 3. Localización de los humedales Torca y Guaymaral vs autoridades ambientales. | 34 |
| Figura 2- 4. Área Límite Legal de los humedales de Torca y Guaymaral. | 38 |
| Figura 2- 5. Áreas incluidas en la Estructura Ecológica Principal – EEP de la zona Norte de Bogotá. | 46 |
| Figura 2- 6. Humedales de Torca y Guaymaral. | 48 |
| Figura 2- 7. Corredores ecológicos y zonas de canales asociados de los humedales de Torca y Guaymaral. | 49 |
| Figura 2- 8. Área de influencia de medios abiótico y biótico. | 50 |
| Figura 2- 9. Escenarios establecidos en el área de influencia de medios abiótico y biótico. | 54 |
| Figura 2- 10. Conceptualización de los servicios ecosistémicos. | 56 |
| Figura 2- 11. Área de estudio indirecta medio socioeconómico y cultural. | 59 |
| Figura 2- 12. Área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural. | 60 |
| Figura 2- 13. Localización de la Franja de Adecuación y Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. | 64 |
| Figura 2- 14. Reservas Forestales en inmediaciones del Área de Estudio. | 67 |
| Figura 2- 15. Áreas protegidas en inmediaciones del Área de Estudio. | 70 |
| Figura 2- 16. Ubicación espacial de estaciones meteorológicas. | 73 |
| Figura 2- 17. Valores de temperatura media promedio mensual multianual. | 74 |
| Figura 2- 18. Distribución espacial de la temperatura (°C/año). | 75 |
| Figura 2- 19. Precipitación mensual multianual. | 76 |
| Figura 2- 20. Precipitación total multianual. | 77 |
| Figura 2- 21. Distribución espacial de la precipitación (mm/año). | 78 |
| Figura 2- 22. Número de días de lluvia. | 79 |
| Figura 2- 23. Valores Máximos de lluvia en 24 horas. | 80 |
| Figura 2- 24. Valores de presión atmosférica (mm Hg) | 82 |
| Figura 2- 25. Distribución media mensual multianual de la humedad relativa. | 83 |
| Figura 2- 26. Distribución máxima, media y mínima de la humedad relativa. | 83 |
| Figura 2- 27. Velocidad promedio anual del viento estación Guaymaral. | 85 |
| Figura 2- 28. Rosa de vientos – estación Guaymaral – año 2017. | 85 |
| Figura 2- 29. Rosa de vientos – estación Usaquén – año 2017. | 85 |
| Figura 2- 30. Rosa de vientos – estación Usaquén – año 2017.. | 86 |
| Figura 2- 31. Radiación solar anual estación Guaymaral. | 87 |
| Figura 2- 32. Valores de brillo solar en las estaciones cercanas al área de estudio. | 88 |
| Figura 2- 33. Nubosidad media mensual multianual. | 89 |
| Figura 2- 34. Valores de evaporación en las estaciones cercanas al área de estudio. | 90 |
| Figura 2- 35. Índice de disponibilidad hídrica – estación Escuela de Ingenieros | 91 |
| Figura 2- 36. Índice de disponibilidad hídrica – estación UDCA | 91 |
| Figura 2- 37. Índice de disponibilidad hídrica – estación Guaymaral | 92 |
| Figura 2- 38. Índice de disponibilidad hídrica – estación Col. Miguel A. Caro. | 92 |
| Figura 2- 39. Índice de disponibilidad hídrica – estación Nueva Generación. | 93 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 40. Distribución de la Zonificación Climática en los humedales de Torca y Guaymaral y Área de Estudio..... | 93 |
| Figura 2- 41. Zonificación climática en los humedales de Torca y Guaymaral..... | 94 |
| Figura 2- 42. Mapa de escenario de cambio climático para el departamento de Cundinamarca, escenario 2011-2100..... | 100 |
| Figura 2- 43. Series de temperatura media del aire de datos observados para clima presente (1976-2005) y futuro (2011-2100)..... | 101 |
| Figura 2- 44. Series de temperatura media estación Escuela Colombiana de Ingeniería (1984-2006)..... | 102 |
| Figura 2- 45. Series de temperatura media estación Aeropuerto Guaymarala (1984-2006)..... | 102 |
| Figura 2- 46. Riesgo Climático en la Ciudad de Bogotá D.C.. | 103 |
| Figura 2- 47. Detalle de áreas de aporte del sistema hídrico Torca-Guaymaral. | 108 |
| Figura 2- 48. Detalle de áreas de aporte en los humedales de Torca y Guaymaral | 110 |
| Figura 2- 49. Red de canales y vallados de la RFRPNTVH..... | 112 |
| Figura 2- 50. Localización de áreas de drenaje vallados..... | 113 |
| Figura 2- 51. Delimitación de cuencas de la zona de estudio..... | 115 |
| Figura 2- 52. Método de clasificación del número de orden de corrientes de drenaje superficial..... | 118 |
| Figura 2- 53. Delimitación de la cuenca de la quebrada Aguas Calientes. | 123 |
| Figura 2- 54. Perfil longitudinal quebrada Aguas Calientes. | 123 |
| Figura 2- 55. Delimitación de la cuenca de la quebrada Patiño..... | 125 |
| Figura 2- 56. Perfil longitudinal quebrada Patiño..... | 125 |
| Figura 2- 57. Delimitación de la cuenca de la quebrada San Juan..... | 127 |
| Figura 2- 58. Perfil longitudinal quebrada San Juan..... | 127 |
| Figura 2- 59. Delimitación de la cuenca de la quebrada La Floresta | 129 |
| Figura 2- 60. Perfil longitudinal quebrada La Floresta | 129 |
| Figura 2- 61. Delimitación de la cuenca de la quebrada Cañiza..... | 131 |
| Figura 2- 62. Perfil longitudinal quebrada Cañiza..... | 131 |
| Figura 2- 63. Delimitación de la cuenca de la quebrada Las Pilas..... | 132 |
| Figura 2- 64. Perfil longitudinal quebrada Las Pilas | 133 |
| Figura 2- 65. Perfil longitudinal quebrada Nóvita..... | 134 |
| Figura 2- 66. Delimitación de la cuenca de la quebrada Nóvita..... | 134 |
| Figura 2- 67. Delimitación de la cuenca de la quebrada Torca..... | 135 |
| Figura 2- 68. Perfil longitudinal quebrada Torca..... | 136 |
| Figura 2- 69. Detalle de la sección actual y proyectada del Río Bogotá, sitio de desembocadura del canal Guaymaral | 137 |
| Figura 2- 70. Delimitación de la cuenca de la quebrada Tibabita | 138 |
| Figura 2- 71. Perfil longitudinal quebrada Tibabita | 138 |
| Figura 2- 72. Cuenca de drenaje del canal Torca..... | 140 |
| Figura 2- 73. Canal del modelo hidráulico 2 –MH2 | 143 |
| Figura 2- 74. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-2..... | 144 |
| Figura 2- 75. Canal del modelo hidráulico 3 –MH3..... | 144 |
| Figura 2- 76. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-3..... | 145 |
| Figura 2- 77. Canal del modelo hidráulico 4 –MH4. Fuente: CAR, 2015..... | 146 |
| Figura 2- 78. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-4..... | 147 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 79. Variación temporal del área de cuerpo de agua en los humedales de Torca y Guaymaral..... | 148 |
| Figura 2- 80. Datos históricos de precipitación total en la zona de estudio..... | 152 |
| Figura 2- 81. Datos históricos de temperatura media en la zona de estudio. | 153 |
| Figura 2- 82. Variación de caudales medios y ecológicos afluentes esperados en los humedales de Torca y Guaymaral..... | 157 |
| Figura 2- 83. Distribución temporal del hietograma de diseño..... | 161 |
| Figura 2- 84. Unidades de suelo cuencas hidrográficas | 174 |
| Figura 2- 85. Tipo de suelo hidrológico | 175 |
| Figura 2- 86. Coberturas del suelo condiciones actuales | 179 |
| Figura 2- 87. Distribución de valores de precipitación antecedente para eventos seleccionados | 184 |
| Figura 2- 88. Número de Curva condiciones actuales por Cuencas..... | 188 |
| Figura 2- 89. Distribución esquemática del modelo hidrológico de Hec-HMS..... | 192 |
| Figura 2- 90. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Canal torca 1. | 195 |
| Figura 2- 91. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Occidente 1_1..... | 195 |
| Figura 2- 92. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca San Juan 5 | 196 |
| Figura 2- 93. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Occ_3. | 197 |
| Figura 2- 94. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Canal Torca 3. | 197 |
| Figura 2- 95. Detalle del sitio de desembocadura del Canal Guaymaral al Río Bogotá. | 200 |
| Figura 2- 96. Detalle de la sección actual y proyectada del río Bogotá, sitio de desembocadura del canal Guaymaral. | 201 |
| Figura 2- 97. Distribución de la rugosidad de Manning – Condición Futura..... | 201 |
| Figura 2- 98. Conformación de nivel de embalsamiento previo o cauce permanente en el humedal en el Modelo Digital de Terreno del Humedal. | 202 |
| Figura 2- 99. Hidrogramas de creciente en las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral (Tr 100 años Escenario Actual) | 204 |
| Figura 2- 100. Representación general de la elevación del nivel del agua del Sistema Hídrico Torca Guaymaral – Tr 100, Condición Actual..... | 206 |
| Figura 2- 101. Perfil longitudinal de inundaciones del Sistema Torca – Guaymaral. | 207 |
| Figura 2- 102. Perfil hidráulico del Sistema Torca – Guaymaral y niveles de la lámina de agua TR 100 años..... | 208 |
| Figura 2- 103. Hidrograma de entrada y salida en el Humedal Sector Torca. | 209 |
| Figura 2- 104. Curva de almacenamiento del Humedal sector Torca | 210 |
| Figura 2- 105. Mapa de inundación en la zona de los humedales de Torca y Guaymaral - sector Torca. | 211 |
| Figura 2- 106. Hidrograma de caudales en el Humedal sector Guaymaral..... | 212 |
| Figura 2- 107. Curva de almacenamiento del Humedal sector Guaymaral..... | 212 |
| Figura 2- 108. Hidrograma de caudales en la desembocadura al Río Bogotá..... | 213 |
| Figura 2- 109. Mapa de inundación en la zona de los humedales de Torca y Guaymaral - sector Guaymaral. | 214 |
| Figura 2- 110. Mapa geológico general de la Sabana de Bogotá. | 225 |
| Figura 2- 111. Evolución geológica de la Cordillera Oriental.. | 227 |
| Figura 2- 112. Unidades geológicas superficiales (UGS) identificadas en el área de estudio que enmarca el humedal Torca-Guaymaral. | 229 |
| Figura 2- 113. Lineamiento al sur, sector Conejera, los Búhos, Q. Aguas Calientes. Lineamiento Norte: Sector brazo del humedal, Q. La Floresta. CAR – 2022 | 231 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 2- 114. | Análisis estructural Sabana de Bogotá CAR – 2022..... | 232 |
| Figura 2- 115. | Columna estratigráfica de la Sabana de Bogotá | 234 |
| Figura 2- 116. | Mapa geológico de Bogotá..... | 235 |
| Figura 2- 117. | Esquema de jerarquización-Geomorfología. | 241 |
| Figura 2- 118. | Mapa geomorfológico del área de estudio..... | 244 |
| Figura 2- 119. | Vista en planta de Rellenos de escombros y/o escombreras (Are), indicados por CAR y fotointerpretados por IDIGER. | 246 |
| Figura 2- 120. | Localización de llenos antrópicos sector Guaymaral. | 247 |
| Figura 2- 121. | Llenos Antrópicos (Ar) como unidad geomorfológica cartografiable al noreste del Humedal Guaymaral. Esc. 1:2000 | 248 |
| Figura 2- 122. | Localización de rellenos Antrópicos dentro del perímetro legal. Esc. 1:4000. | 249 |
| Figura 2- 123. | Rellenos ubicados sobre las unidades geomorfológicas presentes..... | 250 |
| Figura 2- 124. | El Sector sur del Humedal Torca se presentan cuerpos de agua cartografiados, al igual que una planicie aluvial extensa enriquecida por la quebrada Aguas Calientes. Esc. 1:2000..... | 253 |
| Figura 2- 125. | Delimitación de Plano o llanura de inundación (Fpi) sobre fotografía aérea (1952)..... | 255 |
| Figura 2- 126. | Planicies de inundación se observan más construcciones hacia el sector del Humedal Guaymaral, que están afectando este sistema. Esc. 1:2000..... | 256 |
| Figura 2- 127. | Vista en planta de Plano anegadizo (Fpa), sobre modelo de sombras ... | 257 |
| Figura 2- 128. | Vista en planta y panorámica de Cuenca de decantación (Fcd). Sector Torca..... | 258 |
| Figura 2- 129. | Procesos morfodinámicos área de estudio..... | 262 |
| Figura 2- 130. | Fotointerpretación 1956-1971 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011). .. | 264 |
| Figura 2- 131. | Fotointerpretación 1971-1984 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011). .. | 265 |
| Figura 2- 132. | Fotointerpretación 1984-1998 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011). .. | 265 |
| Figura 2- 133. | Fotointerpretación 1998-2004 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011). .. | 266 |
| Figura 2- 134. | Análisis multitemporal año 1956..... | 267 |
| Figura 2- 135. | Análisis multitemporal año 1960..... | 268 |
| Figura 2- 136. | Análisis multitemporal año 2007..... | 269 |
| Figura 2- 137. | Análisis multitemporal año 2010..... | 270 |
| Figura 2- 138. | Análisis multitemporal año 2014..... | 271 |
| Figura 2- 139. | Análisis multitemporal año 2016..... | 272 |
| Figura 2- 140. | Análisis multitemporal año 2019. | 273 |
| Figura 2- 141. | Año 1956 C778 Foto 841. | 274 |
| Figura 2- 142. | Año 1956 C778 Foto 842. | 274 |
| Figura 2- 143. | Año 1980 C-1950 Foto 053. | 275 |
| Figura 2- 144. | Geomorfología asociada al área rural. Escala 1:25.000. | 276 |
| Figura 2- 145. | Geomorfología asociada al área urbana. Escala 1:25.000 | 276 |
| Figura 2- 146. | Quebrada Aguas Calientes, cambios morfológicos. | 277 |
| Figura 2- 147. | Quebrada Patiño, cambios morfológicos..... | 278 |
| Figura 2- 148. | Cambios morfológicos, quebrada San Juan..... | 279 |
| Figura 2- 149. | Cambios morfológicos, quebrada La Floresta | 281 |
| Figura 2- 150. | Cambios morfológicos, quebrada Torca..... | 282 |
| Figura 2- 151. | Cambios morfológicos, quebrada Canal Tibabita. | 283 |
| Figura 2- 152. | Cambios morfológicos, quebrada Novita..... | 284 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 153. Cambios morfológicos, quebrada Cañiza..... | 285 |
| Figura 2- 154. Cambios Morfológicos, quebrada Pilas | 286 |
| Figura 2- 155. Esquema conceptual del balance hídrico. | 289 |
| Figura 2- 156. Corte hidrogeológico esquemático de la sabana de Bogotá..... | 290 |
| Figura 2- 157. Perfil Geológico NW – SE. | 292 |
| Figura 2- 158. Estado actual red de monitoreo..... | 296 |
| Figura 2- 159. Localización de los piezómetros construidos en la actualización de los estudios conceptuales. | 297 |
| Figura 2- 160. Diseño y características constructivas de los cuatro piezómetros levantados en el presente estudio | 298 |
| Figura 2- 161. Diseño del piezómetro PZ-WSP-1..... | 299 |
| Figura 2- 162. Diseño del piezómetro PZ-WSP-2..... | 299 |
| Figura 2- 163. Diseño del piezómetro PZ-WSP-3..... | 300 |
| Figura 2- 164. Diseño del piezómetro PZ-WSP-4..... | 300 |
| Figura 2- 165. Evaluación de la red de monitoreo en 6 campañas Vs Precipitación - valores mensuales. | 303 |
| Figura 2- 166. Precipitación Vs Niveles de la tabla de agua en todas las campañas en datos diarios..... | 304 |
| Figura 2- 167. Variaciones de nivel de la tabla de agua (cota) Vs precipitación. | 306 |
| Figura 2- 168. Recarga Potencial para el Área..... | 308 |
| Figura 2- 169. Gráfica de la distribución de la recarga potencial al acuífero a lo largo del año | 326 |
| Figura 2- 170. Interpretación Registro eléctrico PZ-WSP-1-Predio EAAB. | 327 |
| Figura 2- 171. Modelo geométrico del acuífero somero. | 328 |
| Figura 2- 172. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 1..... | 330 |
| Figura 2- 173. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 2..... | 331 |
| Figura 2- 174. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 3..... | 332 |
| Figura 2- 175. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 4..... | 333 |
| Figura 2- 176. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 5..... | 334 |
| Figura 2- 177. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 6..... | 335 |
| Figura 2- 178. Esquema de prueba de carga hidráulica. | 340 |
| Figura 2- 179. Clasificación General para la definición de unidades hidrogeológicas.... | 344 |
| Figura 2- 180. Clasificación de acuíferos. | 345 |
| Figura 2- 181. Mapa de Unidades Hidrogeológicas en el área de estudio..... | 346 |
| Figura 2- 182. Modelo hidrogeológico conceptual (MHC)..... | 356 |
| Figura 2- 183. Malla y celdas del modelo numérico | 358 |
| Figura 2- 184. Detalle de la malla..... | 358 |
| Figura 2- 185. Configuración vertical del modelo – Detalle de elevación, Vista 3D | 359 |
| Figura 2- 186. Asignación de parámetros hidráulicos en profundidad del Acuícludo - Formación Chía..... | 361 |
| Figura 2- 187. Asignación de parámetros hidráulicos por capa- componente x. Incluye distribución a profundidad | 361 |
| Figura 2- 188. Asignación de cabezas hidráulicas y piezómetros de observación..... | 362 |
| Figura 2- 189. Asignación de puntos de observación. | 363 |
| Figura 2- 190. Inserción – humedal..... | 364 |
| Figura 2- 191. Asignación de la recarga..... | 365 |
| Figura 2- 192. Calibración del modelo..... | 366 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 193. Modelo numérico – Presiones-planta. | 367 |
| Figura 2- 194. Modelo numérico – Cabezas hidráulicas en perfil | 368 |
| Figura 2- 195. Modelo numérico – Cabezas hidráulicas en perfil. | 368 |
| Figura 2- 196. Isopiezas Simuladas Vs Isopiezas Campaña Mes de Mayo..... | 369 |
| Figura 2- 197. Balance general en estado estacionario..... | 370 |
| Figura 2- 198. Balance humedal - acuicludo en estado estacionario..... | 370 |
| Figura 2- 199. Balance Acuicludo en estado estacionario | 371 |
| Figura 2- 200. Análisis multitemporal año 2010..... | 374 |
| Figura 2- 201. Análisis multitemporal año 2016. | 375 |
| Figura 2- 202. Sitios de muestreo de características de suelo | 377 |
| Figura 2- 203. Unidades de suelo en el área de estudio | 383 |
| Figura 2- 204. Profundidad del suelo. | 391 |
| Figura 2- 205. Conflicto del suelo identificado en la RDH de Torca y Guaymaral | 394 |
| Figura 2- 206. Conflicto del suelo identificado en los tres escenarios identificados en el área de estudio..... | 395 |
| Figura 2- 207. Localización de los Puntos Monitoreados. | 408 |
| Figura 2- 208. Sistema de los humedales de Torca y Guaymaral – Afluentes o tributarios. | 420 |
| Figura 2- 209. Resultados pH - escenario quebradas.. | 423 |
| Figura 2- 210. Resultados pH - escenario canales..... | 424 |
| Figura 2- 211. Resultados pH - escenario humedal..... | 424 |
| Figura 2- 212. Resultados temperatura (°C) - escenario quebradas..... | 428 |
| Figura 2- 213. Resultados temperatura (°C) - escenario quebradas..... | 429 |
| Figura 2- 214. Resultados temperatura (°C) - escenario canales | 429 |
| Figura 2- 215. Resultados temperatura (°C) - escenario humedal..... | 430 |
| Figura 2- 216. Resultados conductividad y solidos disueltos escenario quebradas 1. ... | 433 |
| Figura 2- 217. Resultados conductividad y solidos disueltos escenario quebradas 2. ... | 434 |
| Figura 2- 218. Resultados conductividad y solidos disueltos - escenario canales | 435 |
| Figura 2- 219. Resultados conductividad y solidos disueltos - escenario humedal | 435 |
| Figura 2- 220. Resultados solidos sedimentables - escenario quebradas. | 438 |
| Figura 2- 221. Resultados solidos sedimentables - escenario canales..... | 439 |
| Figura 2- 222. Resultados solidos sedimentables escenario humedales..... | 439 |
| Figura 2- 223. Resultados solidos suspendidos totales- escenario quebradas..... | 442 |
| Figura 2- 224. Resultados solidos suspendidos totales - escenario canales. | 443 |
| Figura 2- 225. Resultados solidos suspendidos totales - escenario humedal. | 443 |
| Figura 2- 226. Resultados de oxígeno disuelto - escenario quebradas. | 446 |
| Figura 2- 227. Resultados de oxígeno disuelto - escenario canales..... | 447 |
| Figura 2- 228. Resultados de oxígeno disuelto - escenario humedal.. | 447 |
| Figura 2- 229. Resultados de DBO y DQO - escenario quebradas..... | 450 |
| Figura 2- 230. Resultados de DBO ₅ y DQO - escenario canales..... | 451 |
| Figura 2- 231. Resultados de DBO ₅ y DQO - escenario humedal..... | 451 |
| Figura 2- 232. Resultados de nitratos - escenario quebradas | 454 |
| Figura 2- 233. Resultados de nitratos - escenario canales..... | 455 |
| Figura 2- 234. Resultados de nitratos - escenario humedal..... | 455 |
| Figura 2- 235. Resultados de nitrógeno total - escenario quebradas..... | 458 |
| Figura 2- 236. Resultados de nitrógeno total - escenario de canales. | 459 |
| Figura 2- 237. Resultados de nitrógeno total - escenario de humedal..... | 459 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 238. Resultados de fosforo total - escenario de quebradas..... | 462 |
| Figura 2- 239. Resultados de fosforo total - escenario de canales | 463 |
| Figura 2- 240. Resultados de fosforo total - escenario de humedal..... | 463 |
| Figura 2- 241. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de quebradas. | 466 |
| Figura 2- 242. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de canales. | 467 |
| Figura 2- 243. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de humedal. | 467 |
| Figura 2- 244. Resultados de coliformes fecales - escenario de quebradas..... | 470 |
| Figura 2- 245. Resultados de coliformes fecales - escenario de canales. | 471 |
| Figura 2- 246. Resultados de coliformes fecales - escenario de humedal..... | 471 |
| Figura 2- 247. Resultados de coliformes totales - escenario de quebrada | 474 |
| Figura 2- 248. Resultados de coliformes totales - escenario de canale | 475 |
| Figura 2- 249. Resultados de coliformes totales - escenario de humedal..... | 475 |
| Figura 2- 250. Categorización del ICOMO en las quebradas. | 477 |
| Figura 2- 251. Categorización del ICOMO en las canales | 480 |
| Figura 2- 252. Categorización del ICOMO en humedal. | 482 |
| Figura 2- 253. Categorización del ICOSUS en las quebradas..... | 485 |
| Figura 2- 254. Categorización del ICOSUS en canales. | 486 |
| Figura 2- 255. Categorización del ICOSUS en humedal | 487 |
| Figura 2- 256. Categorización del ICOPH en quebradas..... | 489 |
| Figura 2- 257. Categorización del ICOPH en canales. | 490 |
| Figura 2- 258. Categorización del ICOPH en humedal..... | 491 |
| Figura 2- 259. Categorización del CWQI en quebradas. | 493 |
| Figura 2- 260. Categorización del CWQI en canales..... | 495 |
| Figura 2- 261. Categorización del CWQI en humedal | 496 |
| Figura 2- 262. Categorización del ICA en quebradas..... | 501 |
| Figura 2- 263. Categorización del ICA en canales. | 503 |
| Figura 2- 264. Categorización del ICA en humedal. | 505 |
| Figura 2- 265. Ubicación estaciones de muestreo de aire..... | 518 |
| Figura 2- 266. Material particulado (PM ₁₀) promedio anual. | 520 |
| Figura 2- 267. Material particulado (PM _{2.5}) promedio Anua | 521 |
| Figura 2- 268. Ozono (O ₃) máximo ocho horas | 522 |
| Figura 2- 269. Dióxido de nitrógeno (NO ₂) anual..... | 523 |
| Figura 2- 270. Dióxido de azufre (SO ₂) anual..... | 524 |
| Figura 2- 271. Localización estaciones de monitoreo de calidad de ruido. | 532 |
| Figura 2- 272. Zonas de vida presentes en el área de estudio. | 545 |
| Figura 2- 273. Biomas presentes en el área de estudio. | 546 |
| Figura 2- 274. Coberturas identificadas en el área de estudio..... | 554 |
| Figura 2- 275. Análisis multitemporal de las coberturas vegetale | 559 |
| Figura 2- 276. Riqueza específica de órdenes de macrófitas identificadas – primer muestreo. | 565 |
| Figura 2- 277. Riqueza específica de órdenes de macrófitas identificadas – segundo muestreo. | 566 |
| Figura 2- 278. Riqueza específica de familias de macrófitas identificadas – primer muestreo. | 567 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 279. Riqueza específica de familias de macrófitas identificadas – segundo muestreo. | 567 |
| Figura 2- 280. Distribución porcentual de cobertura vegetal de macrófitas por especie – primera campaña. | 569 |
| Figura 2- 281. Distribución porcentual de cobertura vegetal de macrófitas por especie– segunda campaña. | 570 |
| Figura 2- 282. Dendograma de similitud entre cuadrantes por estación de muestreo – primera campaña | 571 |
| Figura 2- 283. Dendograma de similitud entre cuadrantes por estación de muestreo – segunda campaña..... | 571 |
| Figura 2- 284. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la comunidad macrófitas acuáticas – primer muestreo. | 572 |
| Figura 2- 285. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la comunidad macrófitas acuáticas – segundo muestreo..... | 573 |
| Figura 2- 286. Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macrófitas acuáticas – primer muestreo | 573 |
| Figura 2- 287. Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macrófitas acuáticas – segundo muestreo..... | 574 |
| Figura 2- 287. Riqueza de macrófitas acuáticas..... | 576 |
| Figura 2- 288. Hábito de crecimiento de las macrófitas acuáticas..... | 577 |
| Figura 2- 289. Vegetación terrestre en escenarios del ecosistema | 579 |
| Figura 2- 290. Distribución altimétrica escenario Torca..... | 585 |
| Figura 2- 291. Abundancia por clase diamétrica vegetación arbórea sector Torca..... | 586 |
| Figura 2- 292. Regeneración Natural vegetación arbórea sector Torca | 589 |
| Figura 2- 293. Abundancia relativa de plantas herbáceas en el sector Torca..... | 591 |
| Figura 2- 294. Posición Sociológica vegetación arbórea sector Guaymaral. | 594 |
| Figura 2- 295. Distribución altimétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. | 595 |
| Figura 2- 296. Abundancia por clase diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. | 596 |
| Figura 2- 297. Área basal por clase diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. | 596 |
| Figura 2- 298. Regeneración Natural sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia. .. | 599 |
| Figura 2- 299. Abundancia relativa de herbáceas sector Guaymaral. | 602 |
| Figura 2- 300. Perfil de vegetación terrestre asociada a espejo de agua humedal sector Guaymaral..... | 604 |
| Figura 2- 301. Perfil típico de la vegetación arbórea presente en el escenario canales. | 608 |
| Figura 2- 302. Distribución altimétrica vegetación arbórea escenario canales..... | 609 |
| Figura 2- 303. Abundancia por clase diamétrica escenario canales. | 610 |
| Figura 2- 304. Área basal por clase diamétrica escenario canales..... | 610 |
| Figura 2- 305. Regeneración Natural presente en el escenario canales..... | 614 |
| Figura 2- 306. Abundancia relativa de plantas herbáceas identificadas en el escenario de canales..... | 616 |
| Figura 2- 307. Perfil de vegetación terrestre asociada al escenario canales. | 618 |
| Figura 2- 308. Posición sociológica escenario quebradas. | 622 |
| Figura 2- 309. Perfil típico de la vegetación presente en el escenario quebradas. | 622 |
| Figura 2- 310. Distribución altimétrica escenario quebradas. | 623 |
| Figura 2- 311. Abundancia por clase diamétrica escenario quebradas..... | 624 |
| Figura 2- 312. Regeneración natural escenario quebradas | 628 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 313. Abundancia relativa de plantas herbáceas identificadas en el escenario de quebradas | 632 |
| Figura 2- 314. Perfil de vegetación del escenario de ronda de cuerpos lóticos. | 634 |
| Figura 2- 315. Cluster de Similaridad de especies de plantas entre los escenarios evaluados en el área de estudio..... | 635 |
| Figura 2- 316. Asociaciones de plantas presentes en las Unidades de Vegetación. | 638 |
| Figura 2- 317. Asociaciones de plantas presentes en las Unidades de Vegetación (listado). | 639 |
| Figura 2- 318. Riqueza de especies epífitas vasculares en el área de estudio..... | 642 |
| Figura 2- 319. Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por escenario. | 643 |
| Figura 2- 320. Preferencia de forófito para epífitas vasculares..... | 645 |
| Figura 2- 321. Riqueza de especies no vasculares en el área de estudio. | 646 |
| Figura 2- 322. Riqueza y abundancia de especies epífitas no vasculares en el área de estudio. | 648 |
| Figura 2- 323. Estratificación vertical de especies no vasculares por escenario..... | 650 |
| Figura 2- 324. Riqueza y abundancia de especies no vasculares por forófito. | 651 |
| Figura 2- 325. Similitud en la composición de especies por forófito | 652 |
| Figura 2- 326. Riqueza y abundancia de especies no vasculares terrestres por escenario. | 655 |
| Figura 2- 327. NMDS para las comunidades muestreadas por escenario. | 657 |
| Figura 2- 328. Diagrama NMS mostrando la distribución de las comunidades de epífitas con respecto a un gradiente de perturbación..... | 658 |
| Figura 2- 329. Dendrograma para las comunidades epífitas de acuerdo con el gradiente de perturbación. | 659 |
| Figura 2- 330. Riqueza de especies, familias y géneros de plantas en el área de estudio. | 663 |
| Figura 2- 331. Origen de las especies de plantas encontradas en el área de estudio. .. | 664 |
| Figura 2- 332. Tipo de hábito de las especies de plantas encontradas en el área de estudio | 664 |
| Figura 2- 333. Especies de plantas por familias botánicas reportadas en el área de estudio. | 665 |
| Figura 2- 334. Catálogo de especies herbáceas y arbustivas presente en el área de estudio. | 666 |
| Figura 2- 335. Catálogo de especies comunes presentes en el área de estudio..... | 667 |
| Figura 2- 336. Extensión del retamo liso en la zona aledaña al canal de Torca y del retamo espinoso alrededor del espejo de agua del humedal sector Guaymaral. | 676 |
| Figura 2- 337. Representación de órdenes de insectos. | 682 |
| Figura 2- 338. Representatividad de familias de insectos | 683 |
| Figura 2- 339. Distribución puntos de registro entomofauna en los escenarios evaluados. | 685 |
| Figura 2- 340. Relación de individuos de entomofauna con los escenarios evaluados.. | 686 |
| Figura 2- 341. Hábitos alimenticios de los polinizadores. | 688 |
| Figura 2- 342. Distribución de puntos de registro de herpetofauna en los escenarios evaluados..... | 692 |
| Figura 2- 343. Distribución de los puntos de registro de la avifauna en los escenarios evaluados..... | 710 |
| Figura 2- 344. Curva de acumulación de especies de aves registradas. | 711 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 345. | Familias de aves registradas para el área de estudio..... | 715 |
| Figura 2- 346. | Aves en los escenarios evaluados | 716 |
| Figura 2- 347. | Avifauna asociada a las coberturas del área de estudio..... | 718 |
| Figura 2- 348. | Preferencias tróficas de las especies de aves registradas. | 724 |
| Figura 2- 349. | Mastofauna registrada en los escenarios evaluados. | 746 |
| Figura 2- 350. | Mastofauna asociada a las coberturas del área de estudio. | 747 |
| Figura 2- 351. | Riqueza del perifíton en los ecosistemas lóticos. | 761 |
| Figura 2- 352. | Abundancia del Perifíton en los Ecosistemas Lóticos..... | 762 |
| Figura 2- 353. | Abundancia total de perifíton en los ecosistemas lóticos..... | 763 |
| Figura 2- 354. | Análisis de correspondencia canónica en ecosistemas lóticos. | 765 |
| Figura 2- 355. | Índice de Bray-Curtis ecosistemas lóticos. | 767 |
| Figura 2- 356. | Riqueza fitoplanctónica en ecosistemas lóticos..... | 770 |
| Figura 2- 357. | Abundancia Fitoplanctónica en los Ecosistemas Lóticos..... | 771 |
| Figura 2- 358. | Porcentaje de Clases de fitoplanctónica en los ecosistemas Lóticos..... | 773 |
| Figura 2- 359. | Análisis de correspondencia canónica fitoplancton. | 774 |
| Figura 2- 360. | Índice de Bray-Curtis de las comunidades fitoplanctónicas | 776 |
| Figura 2- 361. | Riqueza Zooplanctónica de los Ecosistemas Lóticos. | 778 |
| Figura 2- 362. | Abundancia Zooplanctónica Ecosistemas Lóticos..... | 779 |
| Figura 2- 363. | Abundancia porcentual por clases de Zooplancton en los ecosistemas lóticos..... | 780 |
| Figura 2- 364. | Análisis de correspondencia canónica zooplancton ecosistemas lóticos..... | 781 |
| Figura 2- 365. | Índice de Bray-Curtis en las comunidades zooplanctónicas. | 783 |
| Figura 2- 366. | Riqueza de macroinvertebrados ecosistemas lóticos. | 786 |
| Figura 2- 367. | Abundancia de Macroinvertebrados de los Ecosistemas Lóticos. | 788 |
| Figura 2- 368. | Calidad de aguas según el BMWP/Col en ecosistemas lóticos | 791 |
| Figura 2- 369. | Índice de Bray -Curtis bentos. | 793 |
| Figura 2- 370. | Índice de Bray Curtis Neuston..... | 793 |
| Figura 2- 371. | Riqueza de perifíton ecosistemas lenticos..... | 798 |
| Figura 2- 372. | Abundancia perifítica de los ecosistemas lenticos..... | 799 |
| Figura 2- 373. | Abundancia total de perifíton en los ecosistemas lenticos..... | 800 |
| Figura 2- 374. | Análisis de correspondencia canónica perifíton..... | 802 |
| Figura 2- 375. | Riqueza fitoplanctónica ecosistemas lenticos..... | 804 |
| Figura 2- 376. | Abundancia fitoplanctónica en los ecosistemas Lenticos. | 806 |
| Figura 2- 377. | Abundancia por clases de fitoplancton en los ecosistemas lenticos..... | 807 |
| Figura 2- 378. | Análisis de correspondencia canónica fitoplancton. | 808 |
| Figura 2- 379. | Índice de Bray-Curtis de las comunidades fitoplanctónicas. | 809 |
| Figura 2- 380. | Riqueza zooplanctónica de los ecosistemas lenticos. | 812 |
| Figura 2- 381. | Abundancia zooplanctónica ecosistemas lenticos..... | 813 |
| Figura 2- 382. | Abundancia porcentual por clases de Zooplancton en los ecosistemas lenticos..... | 814 |
| Figura 2- 383. | Análisis de correspondencia canónica zooplancton ecosistemas lenticos..... | 815 |
| Figura 2- 384. | Índice de Bray-Curtis en las comunidades zooplanctónicas. | 816 |
| Figura 2- 385. | Riqueza de macroinvertebrados ecosistemas lenticos. | 818 |
| Figura 2- 386. | Abundancia de macroinvertebrados de los ecosistemas lenticos..... | 820 |
| Figura 2- 387. | BMWP/Colombia en los ecosistemas lenticos..... | 822 |
| Figura 2- 388. | índice de Bray -Curtis bentos. | 824 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 389. Riqueza del perifiton en las dos temporadas de muestreo | 827 |
| Figura 2- 390. Abundancia del perifiton temporada de lluvias. | 829 |
| Figura 2- 391. Abundancia del perifiton temporada seca. | 830 |
| Figura 2- 392. Índices de diversidad perifítico en las dos temporadas. | 832 |
| Figura 2- 393. Riqueza fitoplanctónica en las dos temporadas | 834 |
| Figura 2- 394. Abundancia fitoplanctónica primera temporada..... | 836 |
| Figura 2- 395. Abundancia fitoplanctónica segunda temporada | 837 |
| Figura 2- 396. Índices de diversidad Fitoplanctónica en las dos temporadas. | 838 |
| Figura 2- 397. Comparación de riqueza zooplanctónica en las dos temporadas. | 840 |
| Figura 2- 398. Abundancia zooplanctónica primera temporada..... | 841 |
| Figura 2- 399. Abundancia zooplanctónica segunda temporada. | 842 |
| Figura 2- 400. Índices de diversidad zooplanctónicas en las dos temporadas..... | 843 |
| Figura 2- 401. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los dos periodos de muestreo en los cuerpos lóticos. | 846 |
| Figura 2- 402. BMWP/Col ecosistemas lóticos en los dos periodos de muestreo..... | 846 |
| Figura 2- 403. Índices de diversidad de macroinvertebrados en las dos temporadas de muestreo. | 847 |
| Figura 2- 404. Riqueza del perifiton en los ecosistemas lénticos en los dos periodos de muestreo | 848 |
| Figura 2- 405. Abundancia perifítica primera temporada..... | 850 |
| Figura 2- 406. Abundancia perifítica segunda temporada. | 851 |
| Figura 2- 407. Índices de diversidad del perifiton en los dos periodos..... | 852 |
| Figura 2- 408. Riqueza fitoplanctónica en las dos temporadas. | 852 |
| Figura 2- 409. Abundancia por clases en los dos periodos (Ind/ml). | 853 |
| Figura 2- 410. Índices de diversidad fitoplanctónica en los dos periodos de muestreo. . | 853 |
| Figura 2- 411. Abundancia zooplanctónica en las dos temporadas de muestreo | 854 |
| Figura 2- 412. Abundancia porcentual de los ecosistemas lénticos en las dos temporadas. | 855 |
| Figura 2- 413. índices de diversidad zooplanctónica en las temporadas de muestreo. . | 855 |
| Figura 2- 414. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los dos periodos de muestreo en los cuerpos lénticos. | 856 |
| Figura 2- 415. BMWP/Col ecosistemas lénticos en los dos periodos de muestreo..... | 856 |
| Figura 2- 416. Índices de diversidad de macroinvertebrados en las dos temporadas de muestreo. | 857 |
| Figura 2- 417. Riqueza de macrófitas acuáticas temporada seca. | 858 |
| Figura 2- 418. Unidades de paisaje en el área de estudio..... | 862 |
| Figura 2- 419. Áreas de importancia para la conectividad del paisaje en el POZ Norte. | 869 |
| Figura 2- 420. Coberturas vegetales en el área de estudio y separador de la autopista..... | 880 |
| Figura 2- 421. Valoración de la importancia estructural relictual presente en el área de estudio. | 882 |
| Figura 2- 422. Coberturas presentes en el separador de la autopista. | 887 |
| Figura 2- 423. Zonas de potencial conectividad del sistema evaluado | 891 |
| Figura 2- 424. Pasos de fauna propuestos para la zona de estudio | 892 |
| Figura 2- 425. Distribución de pasos de fauna en cruce de vías proyectadas | 894 |
| Figura 2- 426. Pasos de fauna propuestos en Resoluciones 2019..... | 895 |
| Figura 2- 427. Mapa de Amenaza por Inundación en el Área de Estudio. | 897 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2- 428. Espacialización del Histórico de Eventos de Inundación en el Área de Estudio. | 899 |
| Figura 2- 429. Mapa de Zonas de Respuesta Sísmica en el Área de Estudio. | 903 |
| Figura 2- 430. Mapa de Amenaza por Remoción en Masa en el Área de Estudio. | 905 |
| Figura 2- 431. Espacialización del Histórico de Eventos por Remoción en Masa en el Área de Estudio y Cercanos. | 907 |
| Figura 2- 432. Mapa de Amenaza por Avenidas Torrenciales en el Área de Estudio. ... | 909 |
| Figura 2- 433. Espacialización del Histórico de Eventos por Incendios Forestales en el Área de Estudio y Cercanos. | 913 |
| Figura 2- 434. Espacialización del Histórico de Eventos por Conato de Incendios en el Área de Estudio y Cercanos. | 914 |
| Figura 2- 435. Espacialización del Histórico de Eventos por Rayos en el Área de Estudio y Cercanos. | 916 |
| Figura 2- 436. Espacialización del Histórico de Eventos por Quemas en el Área de Estudio y Cercanos. | 920 |
| Figura 2- 437. Espacialización del Histórico de Eventos por Derrame de Sustancias Químicas en el Área de Estudio y Cercanos. | 922 |
| Figura 2- 438. Análisis de las Dimesiones de Vulnerabilidad y Riesgo po Cambio Climático en Bogotá. Fuente: https://www.idiger.gov.co/web/guest/rcc | 924 |
| Figura 2- 439. Escenarios de Temperatura Media Anual en Grados Centígrados (°C).. | 925 |
| Figura 2- 440. Escenarios de Cambio en las Lluvias en Porcentaje (%)..... | 927 |
| Figura 2- 441. Ubicación geográfica de la localidad de Suba | 931 |
| Figura 2- 442. Ubicación geográfica localidad de Usaquén..... | 932 |
| Figura 2- 443. Superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ) área social de estudio indirecta. | 934 |
| Figura 2- 444. Total de habitantes por UPZ área social de estudio indirecta. | 935 |
| Figura 2- 445. Tipología de equipamientos presentes en las UPZ Academia y Guaymaral. | 938 |
| Figura 2- 446. Número de equipamientos sectores catastrales y UPZ. | 940 |
| Figura 2- 447. Tipología de equipamientos presentes en la UPZ Paseo de Los Libertadores. | 941 |
| Figura 2- 448. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ. | 943 |
| Figura 2- 449. Tipo de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral. | 945 |
| Figura 2- 450. Tipo de equipamientos aledaños a las quebradas..... | 946 |
| Figura 2- 451. Conflictos del suelo de acuerdo con el uso reglamentado frente al uso actual del humedal. | 949 |
| Figura 2- 452. Conflictos del suelo de acuerdo con el uso reglamentado frente al uso actual en las quebradas. | 952 |
| Figura 2- 453. Tipo de actores asociados al área social de estudio directa. | 955 |
| Figura 2- 454. Localización de Camellones..... | 967 |
| Figura 2- 455. Localización sitios Período Herrera. | 970 |
| Figura 2- 456. Localización sitios período Muisca Temprano. | 971 |
| Figura 2- 457. Localización sitios período Muisca tardío. | 972 |
| Figura 2- 458. Localización corte estratigráfico en Camellones de Guaymaral..... | 973 |
| Figura 2- 459. Localización corte estratigráfico en Camellones de La Filomena.. | 973 |
| Figura 2- 460. Sitios arqueológicos en el área cercana a los humedales de Torca y Guaymaral..... | 983 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 2- 461. Bienes de interés cultural en el área cercana a los humedales de Torca y Guaymaral..... | 984 |
| Figura 2- 462. Plan Zonal del Norte. Fuente: Tomado de Plancha 1 Decreto 088 de 2017, se agregaron los numerales para observar las UPZs. | 987 |
| Figura 2- 463. Vista construcción autopista norte..... | 989 |
| Figura 2- 464. Multitemporal uso del suelo – histórico 47 años. F..... | 991 |
| Figura 2- 465. Vista aérea año 1960. | 997 |
| Figura 2- 466. Sistema actual de movilidad en el territorio aledaño..... | 999 |
| Figura 2- 467. Estructura ambiental y de espacio público. | 1001 |
| Figura 2- 468. Estado del espacio público por habitante, localidades Suba y Usaquén. | 1002 |
| Figura 2- 469. Fragmentación del humedal sector Torca y áreas ambientales entre sectores este-oeste | 1003 |
| Figura 2- 470. Planes Parciales en Inmediaciones del Área de Estudio. | 1012 |
| Figura 2- 471. Sistema de ingreso de movilidad al sector Torca Guaymaral. | 1020 |
| Figura 2- 472. Plan de Estructuración – Uso sostenible. | 1021 |
| Figura 2- 473. Elementos y sitios de verificación en el sector Guaymaral. | 1023 |
| Figura 2- 474. Elementos de verificación del uso sostenible sector Torca..... | 1033 |
| Figura 2- 475. Recorridos Interpretativos. | 1046 |
| Figura 2- 476. Recorridos Interpretativos | 1048 |
| Figura 2- 477. Visitas antes de Control. | 1049 |
| Figura 2- 478. Jornadas de apropiación..... | 1050 |
| Figura 2- 479. Jornadas de apropiación..... | 1051 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 2- 1. UPZ que limitan con los humedales de Torca y Guaymaral..... | 32 |
| Tabla 2- 2. Distribución de los humedales de Torca y Guaymaral a nivel de autoridades ambientales..... | 32 |
| Tabla 2- 3. Coordenadas Límite Legal del Humedal | 35 |
| Tabla 2- 4. Coordenadas Límite Legal del Humedal | 35 |
| Tabla 2- 5. Clasificación General de los humedales Torca y Guaymaral según la Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá. | 39 |
| Tabla 2- 6. Clasificación General los humedales de Torca y Guaymaral según Ramsar. | 39 |
| Tabla 2- 7. Coberturas de la tierra en los escenarios del área de influencia. | 53 |
| Tabla 2- 8. Superficie en hectáreas de las UPZ, área de estudio indirecta, medio socioeconómico y cultural. | 56 |
| Tabla 2- 9. Habitantes por UPZ área de estudio indirecta medio socioeconómico y cultural. | 57 |
| Tabla 2- 10. Quebradas ubicadas dentro del área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural. | 57 |
| Tabla 2- 11. Predios aledaños a las nueve quebradas ubicadas en área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural. | 58 |
| Tabla 2- 12. Predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral. | 61 |
| Tabla 2- 13. Elementos de la EEP en el Área de Estudio o Cercanos. | 62 |
| Tabla 2- 14. Localización de estaciones meteorológicas próximas al área de estudio..... | 72 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 15. | Valores de presión atmosférica en el área de estudio..... | 81 |
| Tabla 2- 16. | Velocidad promedio anual del viento estación Guaymaral y Usaquén. | 84 |
| Tabla 2- 17. | Comportamiento de la velocidad y dirección del viento por fracciones del día. | 86 |
| Tabla 2- 18. | Radiación solar acumulada anual en GW-año/m ² periodo 2009-2017 estación Guaymaral..... | 87 |
| Tabla 2- 19. | Índice de disponibilidad hídrica – estación escuela de Ingenieros. | 90 |
| Tabla 2- 20. | Índice de disponibilidad hídrica – estación UDCA..... | 91 |
| Tabla 2- 21. | Índice de disponibilidad hídrica – estación Guaymaral..... | 91 |
| Tabla 2- 22. | Índice de disponibilidad hídrica – estación Col. Miguel A. Caro. | 92 |
| Tabla 2- 23. | Índice de disponibilidad hídrica – estación Nueva Generación. | 92 |
| Tabla 2- 24. | Resumen – Variables Climáticas. | 95 |
| Tabla 2- 25. | Red hidrográfica en la zona de estudio..... | 106 |
| Tabla 2- 26. | Red de canales y vallados de la RFRPNTVH. | 112 |
| Tabla 2- 27. | Localización de canales que drenan hacia el humedal | 113 |
| Tabla 2- 28. | Coeficiente de masividad (Km). | 118 |
| Tabla 2- 29. | Clasificación de la densidad del drenaje. | 119 |
| Tabla 2- 30. | Morfometría de las quebradas del sistema Torca-Guaymaral..... | 121 |
| Tabla 2- 31. | Caudales máximos cierre final cuenca MH2 | 142 |
| Tabla 2- 32. | Caudales máximos cierre final cuenca MH3 | 142 |
| Tabla 2- 33. | Caudales máximos cierre final cuenca MH4 | 142 |
| Tabla 2- 34. | Estaciones pluviográficas área de estudio. | 149 |
| Tabla 2- 35. | Caudales medios en las principales cuencas del sistema hídrico Torca- Guaymaral..... | 154 |
| Tabla 2- 36. | Caudales ecológicos mensuales en las principales cuencas del sistema hídrico Torca-Guaymaral (L/s)..... | 156 |
| Tabla 2- 37. | Caudales ecológicos mensuales esperados afluentes de los humedales de Torca y Guaymaral (L/s)..... | 156 |
| Tabla 2- 38. | Precipitación total por cuencas (Duración del evento de 3 horas)..... | 159 |
| Tabla 2- 39. | Precipitación total por cuencas y subcuencas..... | 162 |
| Tabla 2- 40. | Parámetros morfométricos de las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral. | 164 |
| Tabla 2- 41. | Expresiones empleadas para el cálculo del tiempo de concentración..... | 167 |
| Tabla 2- 42. | Tiempo de concentración..... | 168 |
| Tabla 2- 43. | Unidades de suelo y tipo de suelo hidrológico. | 176 |
| Tabla 2- 44. | Clasificación de clases antecedentes de humedad (AMC) para el método de las abstracciones de lluvia del SCS..... | 180 |
| Tabla 2- 45. | Humedad Antecedente estación La Caro. | 180 |
| Tabla 2- 46. | Humedad Antecedente estación La Conejera..... | 181 |
| Tabla 2- 47. | Humedad Antecedente estación Serrezuela..... | 182 |
| Tabla 2- 48. | Humedad Antecedente estación Usaquén..... | 182 |
| Tabla 2- 49. | Humedad Antecedente estación Cerro Suba..... | 183 |
| Tabla 2- 50. | Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Naturales. | 184 |
| Tabla 2- 51. | Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Urbanas ... | 185 |
| Tabla 2- 52. | Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Cultivadas..... | 185 |
| Tabla 2- 53. | Asignación del número de curva para condición II según usos del suelo... .. | 186 |
| Tabla 2- 54. | Número de curva (CN) recomendados para zonas urbanas. | 187 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 55. Asignación del número de curva CN para condición II según usos del suelo. | 188 |
| Tabla 2- 56. Resumen de parámetros morfométricos del sistema Torca-Guaymaral..... | 190 |
| Tabla 2- 57. Caudales máximos para la Condición Actual..... | 193 |
| Tabla 2- 58. Elevaciones de fondo y cotas de nivel de agua TR 100 años quebradas tributarias humedales de Torca y Guaymara | 204 |
| Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca-Guaymaral..... | 215 |
| Tabla 2- 60. Descripción geológica de capas. | 239 |
| Tabla 2- 61. Ubicación de puntos | 240 |
| Tabla 2- 62. Unidades geomorfológicas para el área de estudio. | 243 |
| Tabla 2- 63. Concepto de unidades geomorfológicas..... | 260 |
| Tabla 2- 64. Resumen de inventario de piezómetros..... | 293 |
| Tabla 2- 65. Resumen de las visitas realizadas a los piezómetros instalados por el Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011; y los puntos de monitoreo realizados en los cementerios..... | 294 |
| Tabla 2- 66. Características de los piezómetros construidos. | 297 |
| Tabla 2- 67. Evaluación de la red de monitoreo (Altura del nivel de la tabla de agua -cota) en 6 campañas Vs Precipitación | 301 |
| Tabla 2- 68. Niveles de la tabla de agua (cota) evaluados en las seis campañas (Pz-WSP)..... | 305 |
| Tabla 2- 69. Variables y evaluación de zonas de recarga..... | 306 |
| Tabla 2- 70. Precipitación mensual acumulada del año 2019 en las estaciones meteorológicas utilizadas. | 311 |
| Tabla 2- 71. Componentes del coeficiente de infiltración según la metodología de Schosinsky & Losilla, 2000..... | 312 |
| Tabla 2- 72. Conductividad hidráulica de suelo saturado de acuerdo con la clasificación textural del suelo. | 313 |
| Tabla 2- 73. Valores de conductividad hidráulica específicos y promedio ponderado con respecto al área total de estudio..... | 313 |
| Tabla 2- 74. Características del suelo según su clasificación textural..... | 317 |
| Tabla 2- 75. Estaciones meteorológicas para datos de T y Ps. | 318 |
| Tabla 2- 76. Registros de temperatura media mensual para el año 2019 en el área de estudio. | 318 |
| Tabla 2- 77. Registros de porcentaje de horas de sol con respecto al periodo entre 10-2017 y 09-2018 en el área de estudio. | 319 |
| Tabla 2- 78. Profundidad de raíces según el tipo de vegetación..... | 320 |
| Tabla 2- 79. Conversión de variables de peso por porcentaje de suelo seco a milímetros. | 320 |
| Tabla 2- 80. Variables de entrada para el balance hídrico de suelos..... | 324 |
| Tabla 2- 81. Variables calculadas y resultados del balance hídrico suelos. | 325 |
| Tabla 2- 82. Descripción de las capas del modelo geométrico del acuífero somero. | 328 |
| Tabla 2- 83. Valores de permeabilidad estimados para sedimentos..... | 336 |
| Tabla 2- 84. Clasificación de sedimentos según su permeabilidad. | 336 |
| Tabla 2- 85. Valores de permeabilidad hallados en cada piezómetro. | 337 |
| Tabla 2- 86. Nivel de la tabla de agua en cada piezómetro. | 338 |
| Tabla 2- 87. Rangos de permeabilidad hasta los 8 m de espesor..... | 339 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 88. Rangos de permeabilidad entre los 8 y 14 m de profundidad. | 341 |
| Tabla 2- 89. Clasificación General para la definición de unidades hidrogeológicas. | 342 |
| Tabla 2- 90. Resultados de las muestras de agua subterránea tomados de la red de monitoreo. | 353 |
| Tabla 2- 91. Valores de Permeabilidad por capa. | 360 |
| Tabla 2- 92. Puntos de verificación y captura de muestras de suelo. | 376 |
| Tabla 2- 93. UCS en el humedal sector Torca. | 378 |
| Tabla 2- 94. UCS en el humedal sector Guaymaral. | 379 |
| Tabla 2- 95. UCS en canales. | 379 |
| Tabla 2- 96. UCS en quebradas. | 380 |
| Tabla 2- 97. Escala de valoración de los indicadores para la evaluación de la fertilidad del suelo. | 384 |
| Tabla 2- 98. Parámetros para determinación de fertilidad natural por escenario. | 385 |
| Tabla 2- 99. Fertilidad natural del suelo. | 385 |
| Tabla 2- 100. Matriz de calificación de variables para determinar aptitud de disponibilidad de nutrientes. | 385 |
| Tabla 2- 101. Árbol de decisión para calcular la aptitud de disponibilidad de nutrientes. | 386 |
| Tabla 2- 102. Disponibilidad de nutrientes. | 387 |
| Tabla 2- 103. Rangos de valoración de calidad del suelo. | 387 |
| Tabla 2- 104. Clases de calidad de suelos a partir de los InCS. | 388 |
| Tabla 2- 105. Índice de calidad del suelo. | 388 |
| Tabla 2- 106. Parámetros físicos del suelo. | 389 |
| Tabla 2- 107. Profundidad del suelo. | 390 |
| Tabla 2- 108. Unidades de uso actual. | 392 |
| Tabla 2- 109. Unidades reglamentadas en el plan zonal. | 393 |
| Tabla 2- 110. Análisis de conflicto de uso del suelo por escenario. | 393 |
| Tabla 2- 111. Escenario quebradas. | 398 |
| Tabla 2- 112. Escenario canales. | 404 |
| Tabla 2- 113. Escenario Humedal. | 406 |
| Tabla 2- 114. Marco Normativo – Decreto 1076 de 2015. | 409 |
| Tabla 2- 115. Tramos para los objetivos de calidad. | 411 |
| Tabla 2- 116. Objetivos de calidad Canal Torca Tramo 2 – SDA. | 411 |
| Tabla 2- 117. Monitoreos Realizados Vs. Campañas. | 413 |
| Tabla 2- 118. Resultados de laboratorio – escenario quebradas. | 415 |
| Tabla 2- 119. Resultados de laboratorio – escenario quebradas. | 416 |
| Tabla 2- 120. Resultados de laboratorio – escenario canales. | 417 |
| Tabla 2- 121. Resultados de laboratorio – escenario humedal. | 418 |
| Tabla 2- 122. Resultados de Laboratorio en el marco del Convenio Interadministrativo No. 20161251 SDA-CAR. | 419 |
| Tabla 2- 123. Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad. | 431 |
| Tabla 2- 124. Escalas de OD y su relación con la calidad del agua. | 444 |
| Tabla 2- 125. ICOMO en quebradas. | 478 |
| Tabla 2- 126. ICOMO en canales. | 481 |
| Tabla 2- 127. ICOMO en humedal. | 483 |
| Tabla 2- 128. ICOSUS en quebradas. | 484 |
| Tabla 2- 129. ICOSUS en canales. | 485 |
| Tabla 2- 130. ICOSUS en humedal. | 486 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 131. ICOPH en quebradas. | 488 |
| Tabla 2- 132. ICOPH en canales. | 489 |
| Tabla 2- 133. ICOPH en humedal..... | 490 |
| Tabla 2- 134. Clasificación del Canadian Water Quality Index (CWQI)..... | 492 |
| Tabla 2- 135. CWQI para las quebradas. | 493 |
| Tabla 2- 136. CWQI para canales | 494 |
| Tabla 2- 137. CWQI Para humedal..... | 495 |
| Tabla 2- 138. Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas. | 497 |
| Tabla 2- 139. Clasificación de la calidad del agua según los valores ICA..... | 498 |
| Tabla 2- 140. ICA en quebradas..... | 500 |
| Tabla 2- 141. ICA en canales | 502 |
| Tabla 2- 142. ICA en humedal..... | 503 |
| Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio..... | 509 |
| Tabla 2- 144. Localización de la estación de calidad de aire en la localidad de Suba (Guaymaral) | 516 |
| Tabla 2- 145. Localización de la estación de calidad de aire en la localidad de Suba (Corpas)..... | 517 |
| Tabla 2- 146. Localización de la estación de calidad de aire en el peaje Los Andes. | 517 |
| Tabla 2- 147. Promedios anuales de contaminantes medidos por la RMCAB. | 519 |
| Tabla 2- 148. Descripción de las principales fuentes de emisión de partículas y gases en el área de estudio..... | 525 |
| Tabla 2- 149. Monitoreo de ruido ambiental | 530 |
| Tabla 2- 150. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA. | 533 |
| Tabla 2- 151. Resultados día festivo - jornada diurna..... | 534 |
| Tabla 2- 152. Resultados día festivo - jornada nocturna..... | 534 |
| Tabla 2- 153. Resultados día hábil - jornada diurna. | 535 |
| Tabla 2- 154. Resultados día hábil - jornada nocturna..... | 535 |
| Tabla 2- 155. Zonas de vida Identificadas en el área de estudio. | 543 |
| Tabla 2- 156. Biomas identificados en el área de estudio..... | 543 |
| Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio. | 548 |
| Tabla 2- 158. Análisis comparativo de las coberturas vegetales identificadas en el área de estudio en el periodo entre 2014 y 2019..... | 556 |
| Tabla 2- 159. Vegetación terrestre presente en los humedales de Torca y Guaymaral identificada en el plan de manejo ambiental vigente..... | 561 |
| Tabla 2- 160. Vegetación acuática presente en los humedales de Torca y Guaymaral identificada en el plan de manejo ambiental vigente..... | 562 |
| Tabla 2- 161. Macrófitas acuáticas registradas en los ecosistemas lénticos..... | 575 |
| Tabla 2- 162. Índices de diversidad de las macrófitas acuáticas. | 577 |
| Tabla 2- 163. Composición florística de especies vegetales arbóreas escenario Torca. | 583 |
| Tabla 2- 164. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas escenario Torca. | 583 |
| Tabla 2- 165. Estructura vertical escenario Torca..... | 584 |
| Tabla 2- 166. Estructura total o diamétrica vegetación arbórea sector Torca. | 586 |
| Tabla 2- 167. Agregación de las especies escenario Torca..... | 587 |
| Tabla 2- 168. Composición florística regeneración natural escenario espejo de agua de Torca..... | 587 |
| Tabla 2- 169. Regeneración Natural presente en el escenario Torca. | 588 |
| Tabla 2- 170. Composición florística especies arbustivas sector Torca. | 589 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 171. Plantas herbáceas identificadas en el sector Torca. | 589 |
| Tabla 2- 172. Dominancia en términos de cobertura relativa de las especies registradas en el en el escenario del Humedal sector Torca. | 591 |
| Tabla 2- 173. Composición florística de especies vegetales arbóreas en el sector Guaymaral..... | 592 |
| Tabla 2- 174. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas sector Guaymaral..... | 593 |
| Tabla 2- 175. Estratos escenario vegetación arbórea sector Guaymaral. | 593 |
| Tabla 2- 176. Estructura total o diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. | 595 |
| Tabla 2- 177. Grado de agregación vegetación arbórea sector Guaymaral. | 597 |
| Tabla 2- 178. Composición florística regeneración natural sector Guaymaral..... | 597 |
| Tabla 2- 179. Regeneración Natural sector Guaymaral. | 598 |
| Tabla 2- 180. Composición florística de arbustos sector Guaymaral. | 600 |
| Tabla 2- 181. Plantas herbáceas identificadas sector Guaymaral..... | 600 |
| Tabla 2- 182. Dominancia de herbáceas en términos de cobertura relativa en el sector Guaymaral..... | 602 |
| Tabla 2- 183. Composición florística arbórea en escenario de canales. | 605 |
| Tabla 2- 184. Estructura Horizontal arbórea en escenario de canales..... | 606 |
| Tabla 2- 185. Posición sociológica escenario canales. | 607 |
| Tabla 2- 186. Estructura diamétrica vegetación arbórea escenario canales. | 609 |
| Tabla 2- 187. Agregación escenario canales..... | 611 |
| Tabla 2- 188. Composición florística regeneración natural escenario canales..... | 611 |
| Tabla 2- 189. Regeneración Natural escenario canales. | 612 |
| Tabla 2- 190. Composición florística especies vegetales arbustivas escenario canales..... | 614 |
| Tabla 2- 191. Plantas herbáceas identificadas en el escenario de canales. | 615 |
| Tabla 2- 192. Dominancia en términos de cobertura relativa de las especies registradas en el escenario de canales..... | 617 |
| Tabla 2- 193. Composición florística especies vegetales arbóreas..... | 619 |
| Tabla 2- 194. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas. | 620 |
| Tabla 2- 195. Posición sociológica escenario quebradas. | 621 |
| Tabla 2- 196. Estructura total o diamétrica escenario quebradas. | 623 |
| Tabla 2- 197. Agregación escenario quebradas. | 625 |
| Tabla 2- 198. Composición florística de la regeneración natural escenario quebradas.. | 625 |
| Tabla 2- 199. Regeneración natural escenario quebradas..... | 627 |
| Tabla 2- 200. Composición florística de arbustos en el escenario quebradas..... | 628 |
| Tabla 2- 201. Plantas herbáceas identificadas en el escenario de quebradas..... | 629 |
| Tabla 2- 202. Dominancia relativa de las especies registradas en el en el escenario de quebradas. | 632 |
| Tabla 2- 203. Abundancia de especies epífitas vasculares por escenario. | 642 |
| Tabla 2- 204. Frecuencia de especies epífitas vasculares en los escenarios. | 643 |
| Tabla 2- 205. Estratificación vertical de epífitas vasculares..... | 644 |
| Tabla 2- 206. Abundancia de especies no vasculares en los escenarios..... | 646 |
| Tabla 2- 207. Frecuencia de especies en los escenarios. | 649 |
| Tabla 2- 208. Abundancia de Especies Vasculares..... | 652 |
| Tabla 2- 209. Riqueza de especies no vasculares terrestres..... | 653 |
| Tabla 2- 210. Abundancia de especies no vasculares en el sustrato terrestre..... | 654 |
| Tabla 2- 211. Frecuencia de especies no vasculares en el sustrato terrestre..... | 655 |
| Tabla 2- 212. Valores de importancia IV para las epífitas vasculares. | 660 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 213. Valores de importancia IV para las especies epífitas no vasculares. | 661 |
| Tabla 2- 214. Valores de importancia IV para las especies vasculares terrestres..... | 662 |
| Tabla 2- 215. Valores de importancia IV para las especies no vasculares terrestres.... | 662 |
| Tabla 2- 216. Especies de plantas con mayor valor de importancia ecológica..... | 669 |
| Tabla 2- 217. Especies de flora con potencial para la restauración en los humedales de Torca y Guaymaral..... | 671 |
| Tabla 2- 218. Especies invasoras reportadas y categorizadas con prioridad de manejo. | 673 |
| Tabla 2- 219. Coberturas vegetales con dominio de especies con alto riesgo de invasión. | 677 |
| Tabla 2- 220. Análisis comparativo de registros. | 684 |
| Tabla 2- 221. Relación de puntos de muestreo y escenarios evaluados..... | 686 |
| Tabla 2- 222. Listado de familias de polinizadores. | 688 |
| Tabla 2- 223. Anfibios con potencial distribución en los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas. | 691 |
| Tabla 2- 224. Reptiles de potencial distribución en los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas. | 691 |
| Tabla 2- 225. Especies de herpetofauna asociada a los escenarios evaluados..... | 693 |
| Tabla 2- 226. Registros de <i>Dendropsophus molitor</i> por coberturas. | 694 |
| Tabla 2- 227. Reptiles registrados en las diferentes coberturas. | 695 |
| Tabla 2- 228. Ficha ecológica <i>Dendropsophus molitor</i> | 698 |
| Tabla 2- 229. Ficha ecológica <i>Atractus crassicaudatus</i> | 700 |
| Tabla 2- 230. Ficha ecológica <i>Anolis heterodermus</i> | 701 |
| Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral. | 704 |
| Tabla 2- 232. Valores de los estimadores de riqueza para el muestreo de aves. | 711 |
| Tabla 2- 233. Avifauna registrada en los humedales de Torca y Guaymaral. | 713 |
| Tabla 2- 234. Diversidad alfa por escenarios evaluados..... | 717 |
| Tabla 2- 235. Índices de diversidad de aves registradas por cobertura. | 723 |
| Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas. | 728 |
| Tabla 2- 237. Avifauna registrada en categoría de amenaza..... | 735 |
| Tabla 2- 238. Avifauna registrada en categoría CITES..... | 736 |
| Tabla 2- 239. Especies de aves migratorias registradas..... | 737 |
| Tabla 2- 240. Aves migratorias reportadas en diversos estudios para los humedales de Torca y Guaymaral..... | 739 |
| Tabla 2- 241. Mamíferos de potencial registro en el área de estudio..... | 742 |
| Tabla 2- 242. Esfuerzo de muestreo de mamíferos. | 743 |
| Tabla 2- 243. Composición y riqueza de especies de mamíferos. | 744 |
| Tabla 2- 244. Dieta y alimentos consumidos por los mamíferos. | 748 |
| Tabla 2- 245. Ficha descriptiva de la musaraña <i>Cryptotis thomasi</i> | 749 |
| Tabla 2- 246. Valor de importancia de la fauna registrada..... | 752 |
| Tabla 2- 247. Perifiton Registrado en los Ecosistemas Lóticos..... | 760 |
| Tabla 2- 248. Índices de diversidad del perifiton en los ecosistemas lóticos..... | 766 |
| Tabla 2- 249. Estado trófico de las aguas de los ecosistemas lóticos de acuerdo con el índice de diversidad. | 766 |
| Tabla 2- 250. Fitoplancton Registrado en los Ecosistemas Lóticos. | 769 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 251. Índices de diversidad en los ecosistemas lóticos. | 775 |
| Tabla 2- 252. Comunidad zooplanctónica reportada en los ecosistemas lóticos..... | 777 |
| Tabla 2- 253. Índices de diversidad zooplanctónica ecosistemas lóticos. | 782 |
| Tabla 2- 254. Bentos reportados en los ecosistemas Lóticos. | 785 |
| Tabla 2- 255. Neuston reportado en los ecosistemas Lóticos..... | 785 |
| Tabla 2- 256. Puntajes del BMWP adaptado para Colombia. | 789 |
| Tabla 2- 257. Familillas y puntaje BMWP/Col para las diferentes familias de los ecosistemas lóticos. | 790 |
| Tabla 2- 258. Índices de diversidad de macroinvertebrados de los bentos. | 792 |
| Tabla 2- 259. Índices de diversidad de macroinvertebrados del neuston..... | 792 |
| Tabla 2- 260. Composición y abundancia de especies de peces identificadas dentro del área de estudio..... | 795 |
| Tabla 2- 261. Perifiton registrado en los ecosistemas lenticos..... | 797 |
| Tabla 2- 262. Índices de diversidad del perifiton en los ecosistemas lenticos..... | 803 |
| Tabla 2- 263. Estado trófico de las aguas de los ecosistemas lenticos de acuerdo con el índice de diversidad. | 803 |
| Tabla 2- 264. Fitoplancton registrado en los ecosistemas lenticos. | 805 |
| Tabla 2- 265. Índices de diversidad en los ecosistemas. | 809 |
| Tabla 2- 266. Comunidad zooplanctónica reportada en los ecosistemas lenticos..... | 811 |
| Tabla 2- 267. Índices de diversidad zooplanctónica ecosistemas lenticos. | 816 |
| Tabla 2- 268. Bentos reportados en los ecosistemas lenticos. | 817 |
| Tabla 2- 269. Neuston reportado en los ecosistemas lenticos. | 817 |
| Tabla 2- 270. Familillas y puntaje BMWP/Col para las diferentes familias de los ecosistemas lenticos. | 821 |
| Tabla 2- 271. Índices de diversidad de macroinvertebrados del bentos..... | 823 |
| Tabla 2- 272. Índices de diversidad de macroinvertebrados del neuston..... | 823 |
| Tabla 2- 273. Riqueza Íctica en el Ecosistema CA – 02. | 825 |
| Tabla 2- 274. Riqueza de macrófitas acuáticas en los ecosistemas lenticos. | 857 |
| Tabla 2- 275. Índices de diversidad de macrófitas acuáticas en la temporada seca. | 858 |
| Tabla 2- 276. Unidades de paisaje en el área de estudio. | 861 |
| Tabla 2- 277. Unidades de paisaje por escenario..... | 866 |
| Tabla 2- 278. Métricas del Paisaje para la Unidad de Planeación Rural del Norte..... | 871 |
| Tabla 2- 279. Configuración de las Coberturas o unidades del paisaje..... | 872 |
| Tabla 2- 280. Configuración de las Coberturas o unidades del paisaje..... | 876 |
| Tabla 2- 281. Configuración de las Coberturas vegetales. | 877 |
| Tabla 2- 282. Coberturas presentes en el separador dentro del Área de estudio. | 879 |
| Tabla 2- 283. Coberturas presentes en el separador calle 201 hasta la 245. | 884 |
| Tabla 2- 284. Características de las coberturas reportadas en el separador de la autopista..... | 885 |
| Tabla 2- 285. Especies de fauna presentes en sector Separador de la autopista norte. | 888 |
| Tabla 2- 286. Pasos de Fauna según normativa del año 2019. | 893 |
| Tabla 2- 287. Categorías de Amenaza por Inundación en el Área de Estudio. | 896 |
| Tabla 2- 288. Histórico de Eventos de Inundación en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 898 |
| Tabla 2- 289. Descripción de las zonas de respuesta sísmica..... | 902 |
| Tabla 2- 290. Categorías de Amenaza Sísmica en el Área de Estudio..... | 902 |
| Tabla 2- 291. Categorías de Amenaza por Remoción en Masa en el Área de Estudio.. | 906 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2- 292. Histórico de Eventos de Remoción en Masa en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 906 |
| Tabla 2- 293. Categorías de Amenaza por Avenidas Torrenciales en el Área de Estudio. | 908 |
| Tabla 2- 294. Histórico de Eventos de Incendios Forestales en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 910 |
| Tabla 2- 295. Histórico de Eventos de Conatos de Incendios Forestales en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 912 |
| Tabla 2- 296. Histórico de Eventos de Rayos en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 915 |
| Tabla 2- 297. Histórico de Eventos de Quemas en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 917 |
| Tabla 2- 298. Histórico de Eventos por Derrame de Sustancias Químicas en las UPZ asociadas al Área de Estudio. | 921 |
| Tabla 2- 299. División territorial localidad de Suba. | 931 |
| Tabla 2- 300. División territorial localidad de Usaquén. | 933 |
| Tabla 2- 301. Superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ). | 933 |
| Tabla 2- 302. Superficie en hectáreas de la unidad de planeación zonal (UPZ). | 933 |
| Tabla 2- 303. Total de superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ) del área social de estudio indirecta. | 934 |
| Tabla 2- 304. Número de habitantes por unidades de planeación zonal. | 934 |
| Tabla 2- 305. Número de habitantes por unidades de planeación zonal. | 935 |
| Tabla 2- 306. Total de habitantes por UPZ área social de estudio indirecta. | 935 |
| Tabla 2- 307. Superficie por UPZ localidad de Suba. | 936 |
| Tabla 2- 308. Tipología de equipamientos presentes en las UPZ Academia y Guaymaral. | 937 |
| Tabla 2- 309. Equipamientos ubicados en las UPZ Academia y Guaymaral. | 938 |
| Tabla 2- 310. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ. | 940 |
| Tabla 2- 311. Tipología de equipamientos presentes en la UPZ Paseo de los Libertadores. | 941 |
| Tabla 2- 312. Equipamientos ubicados en la UPZ Paseo de los Libertadores. | 942 |
| Tabla 2- 313. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ. | 942 |
| Tabla 2- 314. Tipo de equipamientos presentes en los humedales de Torca y Guaymaral. | 944 |
| Tabla 2- 315. Tipo de equipamientos aledaños a las quebradas. | 945 |
| Tabla 2- 316. Tipos de conflictos del suelo aledaño a los humedales de Torca y Guaymaral. | 947 |
| Tabla 2- 317. Número de conflictos del suelo identificados en los humedales de Torca y Guaymaral. | 949 |
| Tabla 2- 318. Tipos de conflictos del suelo de las quebradas. | 950 |
| Tabla 2- 319. Número de conflictos del suelo identificados en las quebradas. | 952 |
| Tabla 2- 320. Actores Institucionales que Operan en el Territorio. | 953 |
| Tabla 2- 321. Tipo de Actores Asociados al Área Social de Estudio Directa. | 954 |
| Tabla 2- 322. Relación de sitios arqueológicos reportados en el Atlas ICANH. | 978 |
| Tabla 2- 323. Linderos del Plan Zonal | 987 |
| Tabla 2- 324. Uso del suelo – histórico 47 años. | 990 |
| Tabla 2- 325. Uso actual del suelo por UPZ. | 993 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 2- 326. Relación del sistema actual de movilidad del sector área de estudio..... | 998 |
| Tabla 2- 327. Relación de Planes Parciales existentes en inmediaciones del área de estudio. | 1004 |
| Tabla 2- 328. Delimitación del Plan Parcial El Carmen..... | 1006 |
| Tabla 2- 329. Delimitación del Plan Parcial El Otoño..... | 1006 |
| Tabla 2- 330. Delimitación del Plan Parcial El Rosario. | 1007 |
| Tabla 2- 331. Delimitación del Plan Parcial Tibabita. | 1008 |
| Tabla 2- 332. Delimitación del Plan Parcial Las Flores. | 1008 |
| Tabla 2- 333. Delimitación del Plan Parcial Mazda Mavaia..... | 1009 |
| Tabla 2- 334. Delimitación del Plan Parcial El Coral..... | 1009 |
| Tabla 2- 335. Delimitación del Plan Parcial Santa María. | 1009 |
| Tabla 2- 336. Delimitación del Plan Parcial Sorrento. | 1010 |
| Tabla 2- 337. Delimitación del Plan Parcial El Bosque. | 1010 |
| Tabla 2- 338. Delimitación del Plan Parcial Mudela del Río..... | 1011 |
| Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral..... | 1025 |
| Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca. | 1034 |
| Tabla 2- 341. Monitoreos comunitarios e institucionales..... | 1046 |
| Tabla 2- 342. Recorridos Interpretativos..... | 1048 |
| Tabla 2- 343. Visitas antes de Control..... | 1049 |
| Tabla 2- 344. Jornadas de apropiación..... | 1049 |
| Tabla 2- 345. Eventos Representativos..... | 1050 |
| Tabla 2- 346. Aula Viva Itinerante..... | 1050 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Fotografía 2- 1. Detalle de áreas con espejo de agua en los humedales de Torca y Guaymaral, sector Torca. | 109 |
| Fotografía 2- 2. Detalle de áreas de espejo de agua de los humedales de Torca y Guaymaral..... | 111 |
| Fotografía 2- 3. Detalles del cauce de la quebrada Aguas Calientes, sector bajo. | 122 |
| Fotografía 2- 4. Detalles del cauce de la quebrada Aguas Calientes, sector medio. | 122 |
| Fotografía 2- 5. Detalles del cauce de la quebrada Patiño, sector bajo | 124 |
| Fotografía 2- 6. Detalle del cauce actual de la quebrada San Juan | 126 |
| Fotografía 2- 7. Detalle del cauce actual de la quebrada La Floresta. | 128 |
| Fotografía 2- 8. Detalle del cauce actual de la quebrada Cañiza, sector K7 – vía férrea. | 130 |
| Fotografía 2- 9. Detalle del cauce actual de la quebrada Novita. | 133 |
| Fotografía 2- 10. Detalle del cauce actual del río Bogotá, sector de la desembocadura del sistema Torca-Guaymaral. | 137 |
| Fotografía 2- 11. Detalle del cauce actual del canal Torca..... | 139 |
| Fotografía 2- 12. Detalle del cauce actual del canal Guaymaral | 141 |
| Fotografía 2- 13. Formación Plaeneres (Ksgp) sobre la cordillera oriental. | 238 |
| Fotografía 2- 14. Límite entre la Formación Guaduas (Kpgg) y la Formación Sabana (Qsa), ubicada en el cerro la Conejera. | 238 |
| Fotografía 2- 15. Grupo Guadalupe y la Formación Sabana (Qsa1). | 238 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fotografía 2- 16. Formación Chía (Qch1). | 238 |
| Fotografía 2- 17. Depósitos de pendientes (Qdp1), Cordillera Oriental, limitados por la Formación Plaeners (Ksgp). | 239 |
| Fotografía 2- 18. Rellenos antrópicos (Qra1). | 239 |
| Fotografía 2- 19. Depósitos antrópicos. Carrilera – Kr 9. | 239 |
| Fotografía 2- 20. Planos y rellenos antrópicos (Ar) dentro del área de estudio. | 245 |
| Fotografía 2- 21. Canales, vías y rellenos antrópicos (Ar). | 247 |
| Fotografía 2- 22. Lago ubicado en el costado occidental del cementero Jardines de Paz. | 252 |
| Fotografía 2- 23. Planicie y delta lacustrino (Fpla). | 254 |
| Fotografía 2- 24. Planicies extensas, terreno Ondulado delta lacustrino (Fpla). | 254 |
| Fotografía 2- 25. Vista panorámica de Plano Lacustre (Fplac). Sector Guaymaral | 259 |
| Fotografía 2- 26. Planicie de inundación. Zona aledaña al centro comercial Bima. | 261 |
| Fotografía 2- 27. Quebrada Aguas Calientes. | 277 |
| Fotografía 2- 28. Quebrada Patiño. | 278 |
| Fotografía 2- 29. Quebrada San Juan. | 279 |
| Fotografía 2- 30. Quebrada La Floresta, costado occidental de la autopista norte, canalización paralela al centro comercial Bima. | 280 |
| Fotografía 2- 31. Quebrada La Floresta. | 281 |
| Fotografía 2- 32. Canalización quebrada Torca. | 282 |
| Fotografía 2- 33. Quebrada Novita sobre el costado occidental de la autopista norte. | 284 |
| Fotografía 2- 34. Quebrada Cañiza sobre la carrera séptima. | 285 |
| Fotografía 2- 35. Zona inundable aledaña, al trazado original de la quebrada Pilas. | 286 |
| Fotografía 2- 36. Piqueteadero-carrera 7. | 378 |
| Fotografía 2- 37. Barreno T11 – 2. | 380 |
| Fotografía 2- 38. Barreno T7 - 2 | 380 |
| Fotografía 2- 39. Barreno T4 – 1. | 382 |
| Fotografía 2- 40. Mangueras de captación. | 506 |
| Fotografía 2- 41. Almacenamiento de agua. | 506 |
| Fotografía 2- 42. Ganadería | 507 |
| Fotografía 2- 43. Criadero de perros. | 507 |
| Fotografía 2- 44. Criadero de caballos. | 507 |
| Fotografía 2- 45. Tanque séptico con cal. | 508 |
| Fotografía 2- 46. Tanque séptico-tapa madera | 508 |
| Fotografía 2- 47. Vertimiento sobre canal Torca. | 508 |
| Fotografía 2- 48. Vertimiento sector comercial. | 508 |
| Fotografía 2- 49. Piqueteadero-carrera 7. | 526 |
| Fotografía 2- 50. Restaurante autopista norte. | 526 |
| Fotografía 2- 51. Industria cementera Cemex. | 526 |
| Fotografía 2- 52. Alto flujo vehicular. | 527 |
| Fotografía 2- 53. Vehículos autopista norte. | 527 |
| Fotografía 2- 54. Tren de la Sabana – Locomotora a Vapor. | 528 |
| Fotografía 2- 55. Tren de la Sabana – Locomotora Diésel. | 528 |
| Fotografía 2- 56. Vía tipo 1 – Cra 7. | 528 |
| Fotografía 2- 57. Vía Tipo 1 Autonorte. | 528 |
| Fotografía 2- 58. Almacenamientos materiales de construcción | 529 |
| Fotografía 2- 59. Vía Tipo 1 – Estación de Servicio. | 529 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fotografía 2- 60. | Parqueadero Sipt y Transmilenio..... | 529 |
| Fotografía 2- 61. | Centro comercial. | 536 |
| Fotografía 2- 62. | Centro recreativo. | 536 |
| Fotografía 2- 63. | Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito..... | 536 |
| Fotografía 2- 64. | Colegio San Viator Bilingüe Internacional. | 536 |
| Fotografía 2- 65. | Aeropuerto de Guaymaral. | 537 |
| Fotografía 2- 66. | Escuela de Aviación. | 537 |
| Fotografía 2- 67. | Aeropuerto de Guaymaral. | 537 |
| Fotografía 2- 68. | Escuela de Aviación. | 537 |
| Fotografía 2- 69. | Sector comercial..... | 538 |
| Fotografía 2- 70. | Concesionario. | 538 |
| Fotografía 2- 71. | Ejemplares de la familia Cyperaceae reconocidos en los humedales de Torca y Guaymaral..... | 568 |
| Fotografía 2- 72. | Coberturas vegetales asociadas al escenario de humedal Sector Guaymaral..... | 581 |
| Fotografía 2- 73. | Coberturas vegetales asociadas a la ronda del canal Torca. | 581 |
| Fotografía 2- 74. | Coberturas vegetales asociadas a la ronda de quebradas. | 581 |
| Fotografía 2- 75. | Espacio muestreado en el escenario el escenario humedal Sector Torca..... | 653 |
| Fotografía 2- 76. | Espacio muestreado en el escenario humedal sector Guaymaral..... | 653 |
| Fotografía 2- 77. | Presencia de <i>Ulex europaeus</i> en el área de estudio. | 675 |
| Fotografía 2- 78. | Individuo de la familia Membracidae..... | 683 |
| Fotografía 2- 79. | Ejemplar del orden Mantodea..... | 684 |
| Fotografía 2- 80. | Individuo del género <i>Bombus</i> visitando flores..... | 687 |
| Fotografía 2- 81. | Variación en el patrón de coloración de <i>Dendropsophus molitor</i> en los humedales de Torca y Guaymaral I. | 694 |
| Fotografía 2- 82. | Culebra sabanera (<i>Atractus crassicaudatus</i>) | 696 |
| Fotografía 2- 83. | Culebra de pantano (<i>Erythrolamprus epinephelus</i>)..... | 696 |
| Fotografía 2- 84. | Camaleón andino (<i>Anolis heterodermus</i>)..... | 696 |
| Fotografía 2- 85. | Carpintero ahumado (<i>Picoides fumigatus</i>)..... | 719 |
| Fotografía 2- 86. | Jilguero aliblanco..... | 719 |
| Fotografía 2- 87. | Jilguero andino..... | 719 |
| Fotografía 2- 88. | Canario sabanero..... | 720 |
| Fotografía 2- 89. | Becasina paramuna..... | 720 |
| Fotografía 2- 90. | Focha americana (<i>Fulica americana columbiana</i>)..... | 721 |
| Fotografía 2- 91. | Pato rufo (<i>Oxyura jamaicensis andina</i>)..... | 721 |
| Fotografía 2- 92. | Tingua de pico rojo (<i>Gallinula galeata</i>) | 721 |
| Fotografía 2- 93. | Barraquete aliazul (<i>Spatula discors</i>)..... | 721 |
| Fotografía 2- 95. | Sirirí (<i>Tyrannus melancholicus</i>).. | 725 |
| Fotografía 2- 95. | Pibi (<i>Contopus cooperi</i>)..... | 725 |
| Fotografía 2- 96. | Tiranuelo Gorgiblanco (<i>Mecocerculus leucophrys</i>) | 725 |
| Fotografía 2- 96. | Cucarachero común..... | 725 |
| Fotografía 2- 98. | Guaco Común (<i>Nycticorax nycticorax</i>)..... | 726 |
| Fotografía 2- 99. | Lechuza (<i>Tyto alba</i>)..... | 726 |
| Fotografía 2- 100. | Pibí boreal (<i>Contopus cooperi</i>)..... | 737 |
| Fotografía 2- 101. | Paloma collareja (<i>Patagioenas fasciata</i>)..... | 737 |
| Fotografía 2- 102. | Ratón cosechero (<i>Reithrodontomys mexicanus</i>)..... | 748 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Fotografía 2- 103. Curí (<i>Cavia aperea</i>)..... | 748 |
| Fotografía 2- 104. Ejemplar de la especie <i>Eremophilus Mutisii</i> (Capitán de la Sabana)..... | 795 |
| Fotografía 2- 105. Ejemplar de la especie <i>Grundulus bogotensis</i> | 825 |
| Fotografía 2- 106. Ejemplar de la especie <i>Trichomycterus bogotensis</i> (Capitán enano). | 826 |
| Fotografía 2- 107. Producción ganadera..... | 863 |
| Fotografía 2- 108. Producción de flores. | 863 |
| Fotografía 2- 109. Canal Torca..... | 863 |
| Fotografía 2- 110. Canal Guaymaral..... | 863 |
| Fotografía 2- 111. Humedal sector Torca. | 864 |
| Fotografía 2- 112. Humedal sector Guaymaral. | 864 |
| Fotografía 2- 113. Plantación de sauce | 864 |
| Fotografía 2- 114. Arbustal con retamo..... | 864 |
| Fotografía 2- 115. Jardines de Paz..... | 865 |
| Fotografía 2- 116. Subestación Torca..... | 865 |
| Fotografía 2- 117. Red férrea. | 865 |
| Fotografía 2- 118. Autopista norte. | 865 |
| Fotografía 2- 119. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (22/04/2019)..... | 900 |
| Fotografía 2- 120. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (15/10/2009)..... | 900 |
| Fotografía 2- 121. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (15/10/1998)..... | 901 |
| Fotografía 2- 122. Evento de Sismo (10/03/2015). | 904 |
| Fotografía 2- 123. Evento de Rayo (15/11/1988)..... | 917 |
| Fotografía 2- 124. Evento por Derrame de Sustancias Químicas (15/11/1988). | 923 |
| Fotografía 2- 125. Bloque de piedra | 985 |
| Fotografía 2- 126. Monolito..... | 985 |
| Fotografía 2- 127. Puente antiguo. Fuente: Comunidad de la Red Humedal Torca Guaymaral, 2017..... | 985 |
| Fotografía 2- 128. Detalle de las inundaciones sentido norte-sur..... | 996 |
| Fotografía 2- 129. Estado del espacio público. | 997 |
| Fotografía 2- 130. Vista de la autopista norte y del humedal al fondo referente “Telón” y los cerros orientales | 1000 |
| Fotografía 2- 131. Recuperación del canal Torca. | 1002 |
| Fotografía 2- 132. Ingreso por Autopista Norte sentido SN..... | 1032 |
| Fotografía 2- 133. Ingreso por Calle 219 por Autopista Norte sentido SN..... | 1032 |
| Fotografía 2- 134. Ingreso por Calle 207 Jardines de Paz por Autopista Norte..... | 1032 |
| Fotografía 2- 135. Canal Torca recuperado para Alameda – Cicloruta. | 1032 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

INDICE DE MAPAS

| No. | CÓDIGO ARCHIVO | NOMBRE DEL MAPA | ESCALA CAPTURA |
|-----|------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | APMHTG_PMA_LG | Mapa de Localización del Proyecto | 1:10.000 |
| 2 | APMHTG_PMA_LIM | Mapa de Límite legal de los humedales de Torca y Guaymaral | 1:10.000 |
| 3 | APMHTG_PMA_AEA | Mapa de Área de estudio de medios abiótico y biótico | 1:10.000 |
| 4 | APMHTG_PMA_AES | Mapa de Área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural | 1:10.000 |
| 5 | APMHTG_PMA_ECL | Mapa Estructura Ecológica con límites legales | 1:10.000 |
| 6 | APMHTG_PMA_ZCL | Mapa de Zonificación Climática | 1:10.000 |
| 7 | APMHTG_PMA_GLO | Mapa de Geología | 1:10.000 |
| 8 | APMHTG_PMA_GMO | Mapa de Geomorfología | 1:10.000 |
| 9 | APMHTG_PMA_HID | Mapa de Hidrogeología | 1:10.000 |
| 10 | APMHTG_PMA_ZGE | Mapa de Zonificación Geotécnica | 1:10.000 |
| 11 | APMHTG_PMA_SUE | Mapa de Caracterización de Suelos | 1:10.000 |
| 12 | APMHTG_PMA_PRO | Mapa de Profundidad del Suelo | 1:10.000 |
| 13 | APMHTG_PMA_COB01 | Mapa de Coberturas de la Tierra | 1:5.000 |
| | APMHTG_PMA_COB02 | Mapa de Coberturas de la Tierra | 1:5.000 |
| 14 | APMHTG_PMA_UNV01 | Mapa de Unidades Vegetales | 1:5.000 |
| | APMHTG_PMA_UNV02 | Mapa de Unidades Vegetales | 1:5.000 |
| 15 | APMHTG_PMA_AIA | Mapa de Áreas de Importancia Ambiental | 1:10.000 |
| 16 | APMHTG_PMA_PFR | Mapa de Registros de Fauna | 1:10.000 |
| 17 | APMHTG_PMA_PFA | Mapa de Puntos Pasos Fauna | 1:10.000 |
| 18 | APMHTG_PMA_PFC | Mapa de Puntos potenciales a fortalecer en la conectividad | 1:10.000 |
| 19 | APMHTG_PMA_PET | Mapa de Potencial Estructural | 1:10.000 |
| 20 | APMHTG_PMA_UPA | Mapa de Elementos para el Uso sostenible actual | 1:10.000 |
| 21 | APMHTG_PMA_ERI | Mapa de Áreas con Especies de Alto Riesgo de Invasión | 1:10.000 |
| 40 | APMHTG_PMA_ARQ | Mapa de Bienes de Interés Cultural y Sitios Arqueológicos | 1:10.000 |
| 41 | APMHTG_PMA_PFL | Mapa de Registros de Flora | 1:10.000 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2 DESCRIPCION DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL

2.1 LOCALIZACIÓN

Los Humedales de Torca y Guaymaral se encuentran localizados en la zona nororiental de la planicie de inundación del Río Bogotá, ubicada en un valle de alta montaña a 2.600 m de altitud aproximadamente, conocido como Sabana de Bogotá. Es uno de los 17 humedales reconocidos dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital (Decreto 555 de 2021 del Concejo de Bogotá D.C.), que por su funcionalidad ecosistémica, aportan a la conservación del hábitat de especies y poblaciones. Estas áreas se constituyen como una unidad ecológica de manejo, compuesta por la franja acuática, litoral y terrestre. Estas áreas serán reconocidas como sistemas socioecológicos (Artículo 55, Decreto 555 de 2021, Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital). Adicionalmente, los humedales de Torca y Guaymaral hacen parte de los 11 humedales que conforman el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, designado mediante el Decreto 1468 del 2018.

Los humedales Torca y Guaymaral se extiende a los dos lados de la Autopista Norte; el extremo sur ocupa una pequeña porción en el cementerio Jardines de Paz, desde donde continúa paralelo a la Autopista por el costado derecho en dirección sur-norte, hasta alinearse con el Colegio San Viator; desde allí abarca los dos costados y el separador de la vía hasta el Liceo Católico Campestre, para luego extenderse hacia el noroccidente hasta el Aeropuerto Guaymaral, pasando por el centro comercial Bima. Su espejo de agua actual ocupa un espacio aproximado de 9.424 m² (Alcaldía Mayor de Bogotá y DAMA, 2006) (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Localización del Proyecto – APMHTG_PMA_LG).

2.1.1 LOCALIZACIÓN A NIVEL DE UNIDADES TERRITORIALES

En el sector de Torca, el humedal se encuentra en jurisdicción de la localidad de Usaquén, cerca de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, la cual se conecta con el parque urbano canal de Torca, que está rodeado por terrenos no construidos pertenecientes al Cementerio Jardines de Paz, la Compañía Nacional de Reforestación, MAZDA, Lucerna y la Escuela de Fútbol Alejandro Brand, entre otros (ver Figura 2-1).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

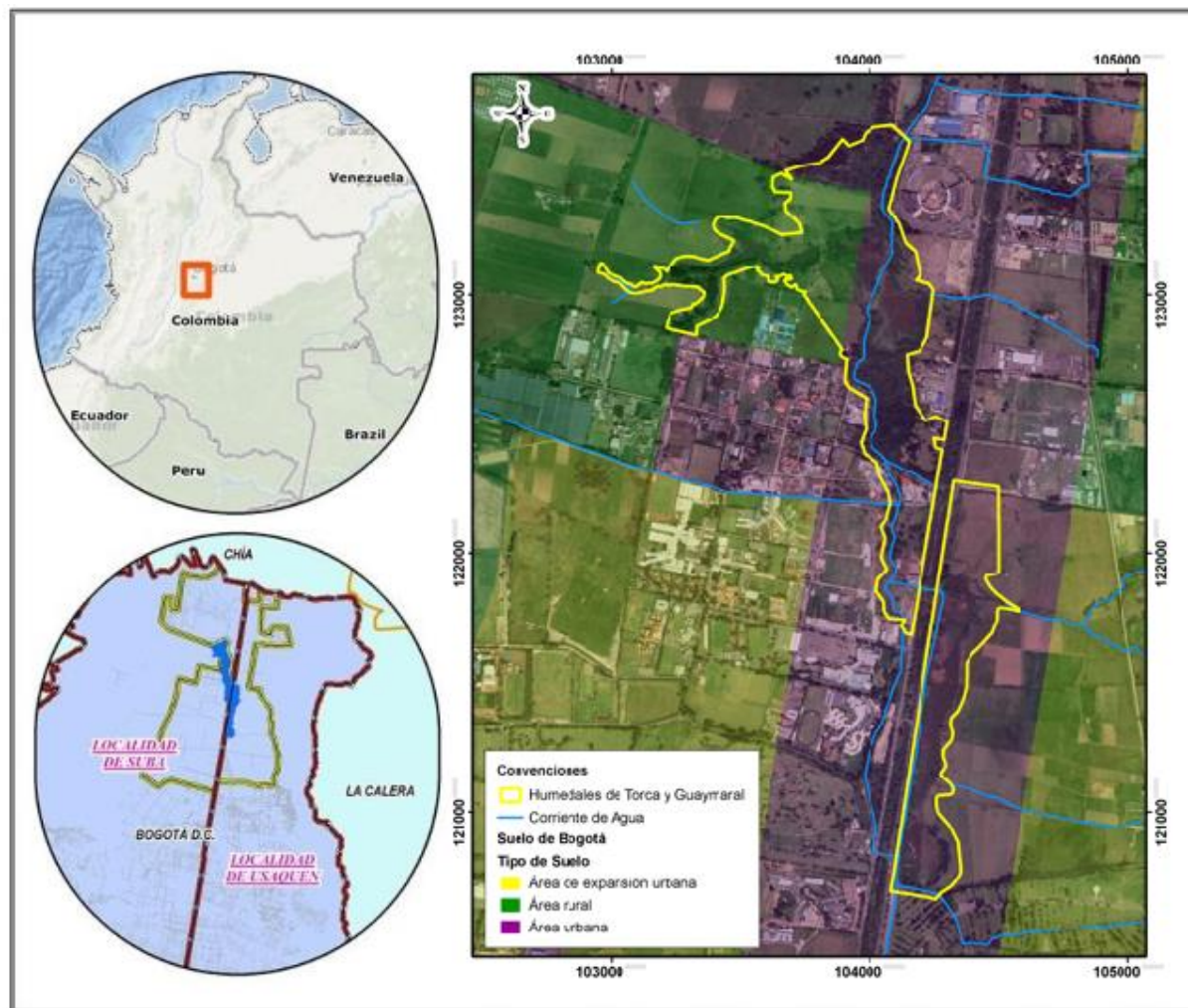


Figura 2- 1. Localización general de los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

En el sector Guaymaral, el humedal pertenece a la localidad de Suba y se ubica entre las vías que conducen al Aeropuerto Guaymaral, el Parque Industrial Bima, el Centro Recreacional CAFAM y la Autopista Norte (EAAB, 2006).

Las Unidades de Planeación Zonal (UPZ) identificados en el área de estudio y que limitan con los humedales Torca y Guaymaral son las relacionadas en la Tabla 2-1.

Tabla 2- 1. UPZ que limitan con los humedales de Torca y Guaymaral

| Área Protegida | Localidad | UPZ |
|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Humedales de Torca y Guaymaral | 1-Usaquén | UPZ1-Paseo de Los Libertadores |
| | 11-Suba | UPZ3-Guaymaral |
| | | UPZ2-La Academia |

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los accesos viales más importantes se encuentran los siguientes:

Autopista Norte: también conocida como Paseo de Los Libertadores, es una vía arterial que recorre el norte de la ciudad. Esta presenta alto flujo vehicular. Debido a que la vía se encuentra entre los humedales de Torca y Guaymaral, uno de los inconvenientes que se presentan son las frecuentes inundaciones en la temporada de lluvias a la altura de la calle 222.

Carrera séptima- sector de La Caro: es un corredor vial que comunica la ciudad de Bogotá con los municipios de la Sabana, por lo que presenta alto flujo vehicular. Aunque cuenta con dos calzadas, estas no se encuentran en buen estado.

2.1.2 LOCALIZACIÓN A NIVEL DE AUTORIDADES AMBIENTALES

A nivel de autoridades ambientales los humedales Torca y Guaymaral se ubican en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) (Tabla 2-2 y Figura 2-2). Estos humedales se encuentran en su mayor parte en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) con una cobertura del 75,07 % (72,69 ha), y en menor proporción en jurisdicción de la CAR (24,93% equivalente a 24,13 ha) (Tabla 2-2 y Figura 2-3).

Tabla 2- 2. Distribución de los humedales de Torca y Guaymaral a nivel de autoridades ambientales.

| Área Protegida | Autoridad Ambiental | Área de los humedales de Torca y Guaymaral | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------|
| | | (ha) | (%) |
| Humedales de Torca y Guaymaral | Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR | 24,13 | 24,93 |
| | Secretaría Distrital de Ambiente-SDA | 72,69 | 75,07 |
| Total Área | | 96,83 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

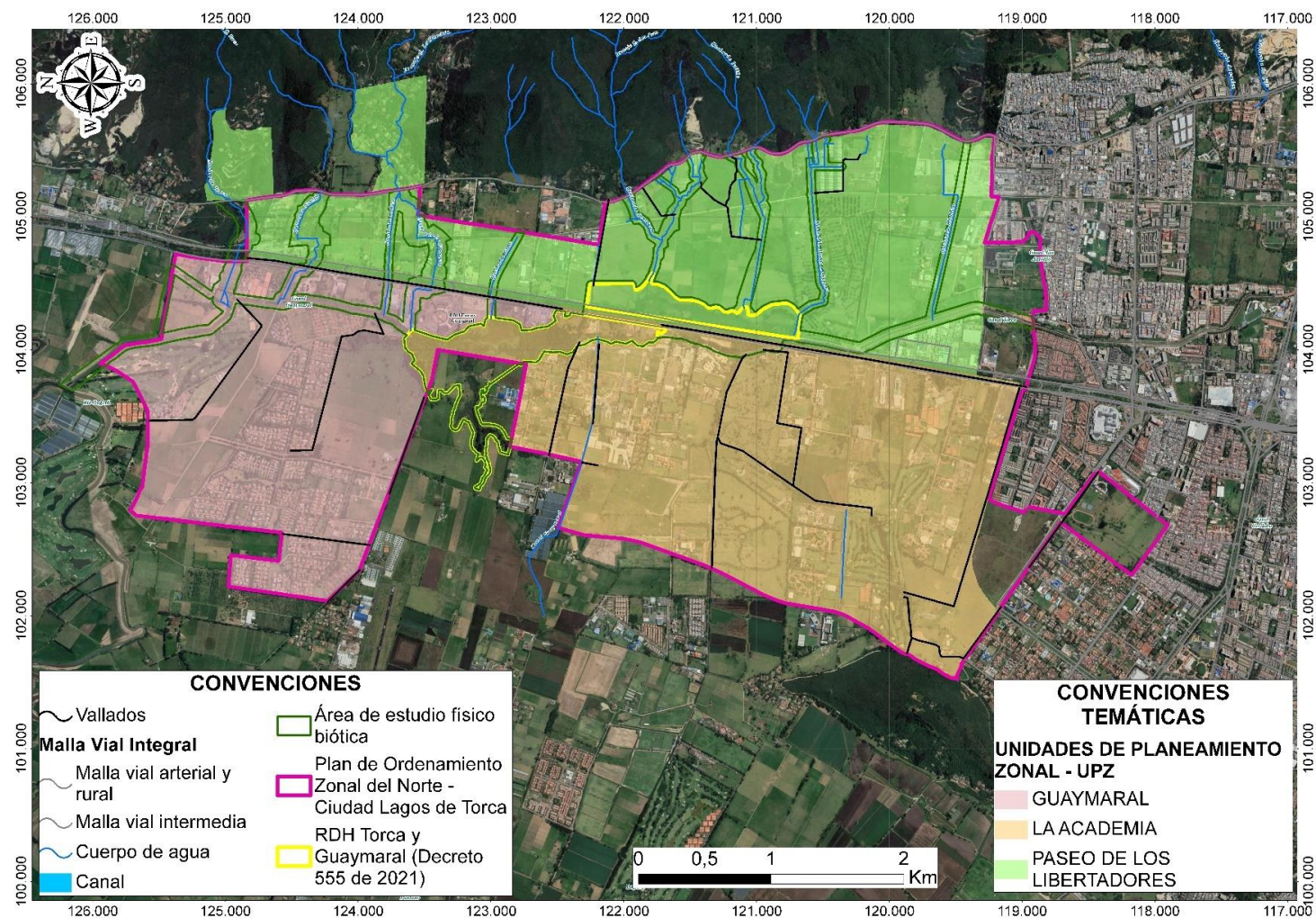


Figura 2- 2. Localización de los humedales Torca y Guaymaral vs. unidades territoriales. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

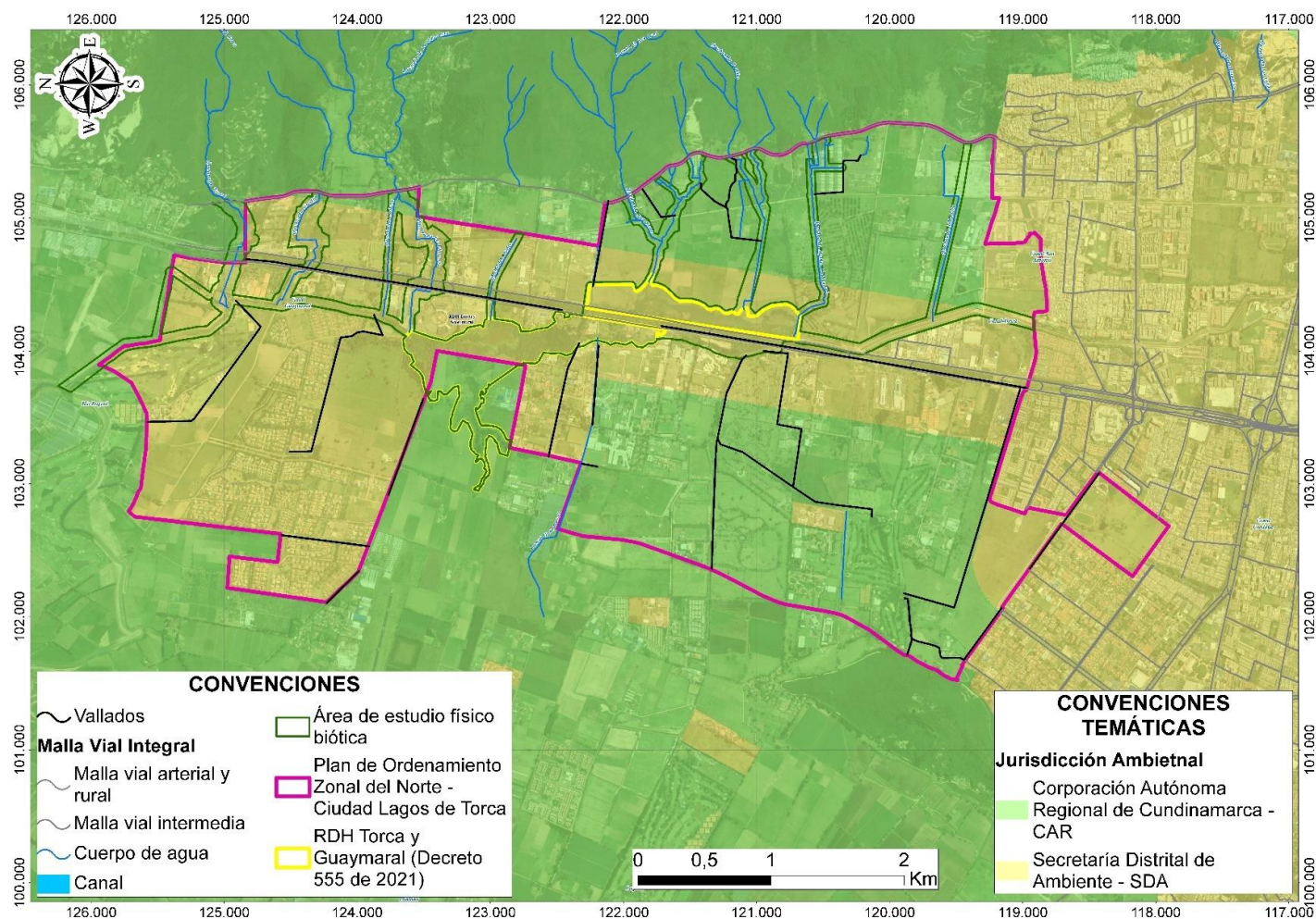


Figura 2- 3. Localización de los humedales Torca y Guaymaral vs autoridades ambientales. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.1.3 LIMITE LEGAL

Los humedales fueron delimitados como área de protección por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB, a través de la Resolución 033 de 1991 y sus coordenadas se encuentran relacionadas en el Anexo 11 del Decreto 555 de 2021 (ver Tabla 2-3 y 2-4, Figura 2-4 y Mapa de Límite legal del humedal - APMHTG_PMA_LIM – Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos). Adicionalmente, y en cumplimiento con el Decreto 2245 de 2017 en lo asociado con el acotamiento de rondas hídricas establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), esta área es declarada, como área de protección con fines de conservación y restauración en pro de mantener los servicios ambientales que presta, no obstante, está rodeado de áreas urbanizadas en su mayoría, presentando un álgido proceso de alteración y transformación. Sin embargo, este humedal aún mantiene espejos de agua y comunidades de vegetación asociadas a ellos, que estimula el uso de los diversos hábitats por parte de la fauna, incluso especies migratorias.

Tabla 2- 3. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|-------------------------|---------------------------------|------------|
| | | Este | Norte |
| 1 | Humedal Sector de Torca | 104.497,82 | 122.256,00 |
| 2 | | 104.499,89 | 121.931,99 |
| 3 | | 104.497,35 | 121.924,45 |
| 4 | | 104.486,45 | 121.919,58 |
| 5 | | 104.453,66 | 121.912,57 |
| 6 | | 104.448,28 | 121.902,53 |
| 7 | | 104.463,79 | 121.871,77 |
| 8 | | 104.493,55 | 121.841,47 |
| 9 | | 104.533,09 | 121.810,86 |
| 10 | | 104.575,54 | 121.785,51 |
| 11 | | 104.577,28 | 121.780,06 |
| 12 | | 104.573,25 | 121.776,44 |
| 13 | | 104.537,08 | 121.786,47 |
| 14 | | 104.506,36 | 121.790,14 |
| 15 | | 104.499,75 | 121.788,35 |
| 16 | | 104.493,92 | 121.780,30 |
| 17 | | 104.494,00 | 121.744,21 |
| 18 | | 104.473,73 | 121.692,11 |
| 19 | | 104.423,92 | 121.635,17 |
| 20 | | 104.396,71 | 121.611,49 |
| 21 | | 104.375,25 | 121.576,12 |
| 22 | | 104.373,83 | 121.481,86 |
| 23 | | 104.359,83 | 121.429,91 |

Tabla 2- 4. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|-----------------------------|---------------------------------|------------|
| | | Este | Norte |
| 1 | Humedal Sector de Guaymaral | 104.153,89 | 123.590,99 |
| 2 | | 104.103,88 | 123.446,01 |
| 3 | | 104.074,91 | 123.330,00 |
| 4 | | 104.112,89 | 123.274,99 |
| 5 | | 104.138,92 | 123.200,01 |
| 6 | | 104.176,90 | 123.167,00 |
| 7 | | 104.195,88 | 123.074,00 |
| 8 | | 104.178,90 | 123.054,00 |
| 9 | | 104.229,90 | 123.042,01 |
| 10 | | 104.246,90 | 123.019,00 |
| 11 | | 104.221,89 | 122.834,00 |
| 12 | | 104.193,90 | 122.783,00 |
| 13 | | 104.144,90 | 122.767,99 |
| 14 | | 104.148,90 | 122.697,00 |
| 15 | | 104.163,89 | 122.652,00 |
| 16 | | 104.175,90 | 122.570,00 |
| 17 | | 104.217,88 | 122.511,99 |
| 18 | | 104.254,89 | 122.528,99 |
| 19 | | 104.298,89 | 122.507,00 |
| 20 | | 104.287,88 | 122.438,00 |
| 21 | | 104.249,89 | 122.445,00 |
| 22 | | 104.255,89 | 122.409,00 |
| 23 | | 104.279,89 | 122.400,00 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 3. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|--------|---------------------------------|------------|
| | | Este | Norte |
| 24 | | 104.340,46 | 121.389,44 |
| 25 | | 104.315,11 | 121.362,57 |
| 26 | | 104.312,71 | 121.336,32 |
| 27 | | 104.320,24 | 121.310,22 |
| 28 | | 104.320,76 | 121.294,19 |
| 29 | | 104.315,91 | 121.275,78 |
| 30 | | 104.285,03 | 121.238,46 |
| 31 | | 104.283,42 | 121.214,45 |
| 32 | | 104.293,80 | 121.187,35 |
| 33 | | 104.295,04 | 121.175,09 |
| 34 | | 104.275,53 | 121.149,14 |
| 35 | | 104.278,67 | 121.137,92 |
| 36 | | 104.312,02 | 121.108,89 |
| 37 | | 104.320,58 | 121.094,15 |
| 38 | | 104.322,88 | 121.081,75 |
| 39 | | 104.320,36 | 121.071,39 |
| 40 | | 104.313,36 | 121.066,51 |
| 41 | | 104.265,85 | 121.062,65 |
| 42 | | 104.259,93 | 121.053,71 |
| 43 | | 104.259,42 | 121.022,42 |
| 44 | | 104.265,20 | 120.997,87 |
| 45 | | 104.308,44 | 120.946,45 |
| 46 | | 104.340,75 | 120.881,16 |
| 47 | | 104.346,19 | 120.823,87 |
| 48 | | 104.351,17 | 120.786,04 |
| 49 | | 104.350,95 | 120.765,99 |
| 50 | | 104.335,26 | 120.735,25 |
| 51 | | 104.315,69 | 120.710,47 |
| 52 | | 104.278,22 | 120.686,98 |
| 53 | | 104.255,87 | 120.660,01 |
| 54 | | 104.230,87 | 120.667,99 |
| 55 | | 104.082,61 | 120.690,68 |
| 56 | | 104.324,89 | 122.280,00 |
| 57 | | 104.497,82 | 122.256,00 |

Tabla 2- 4. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|--------|---------------------------------|------------|
| | | Este | Norte |
| 24 | | 104.161,88 | 121.684,00 |
| 25 | | 104.139,88 | 121.689,00 |
| 26 | | 104.120,89 | 121.720,00 |
| 27 | | 104.135,89 | 121.744,00 |
| 28 | | 104.074,89 | 121.750,02 |
| 29 | | 104.056,88 | 121.775,00 |
| 30 | | 104.054,90 | 121.813,00 |
| 31 | | 104.025,89 | 121.854,00 |
| 32 | | 104.032,88 | 121.899,00 |
| 33 | | 104.067,88 | 121.937,01 |
| 34 | | 104.045,88 | 121.983,99 |
| 35 | | 104.060,90 | 122.058,00 |
| 36 | | 104.044,89 | 122.097,00 |
| 37 | | 104.061,89 | 122.127,00 |
| 38 | | 104.079,91 | 122.196,00 |
| 39 | | 104.071,90 | 122.237,00 |
| 40 | | 104.038,90 | 122.297,01 |
| 41 | | 104.027,88 | 122.350,00 |
| 42 | | 103.980,88 | 122.383,99 |
| 43 | | 103.965,88 | 122.428,00 |
| 44 | | 103.984,89 | 122.479,00 |
| 45 | | 103.979,88 | 122.531,00 |
| 46 | | 103.986,88 | 122.599,00 |
| 47 | | 103.921,88 | 122.636,99 |
| 48 | | 103.904,89 | 122.661,00 |
| 49 | | 103.911,90 | 122.752,00 |
| 50 | | 103.944,91 | 122.791,99 |
| 51 | | 103.967,92 | 122.900,00 |
| 52 | | 103.956,91 | 122.943,00 |
| 53 | | 103.977,92 | 122.996,99 |
| 54 | | 103.936,92 | 123.107,01 |
| 55 | | 103.827,89 | 123.142,98 |
| 56 | | 103.790,90 | 123.145,00 |
| 57 | | 103.750,90 | 123.134,01 |
| 58 | | 103.730,90 | 123.154,00 |
| 59 | | 103.706,90 | 123.140,00 |
| 60 | | 103.682,90 | 123.146,01 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 3. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|--------|---------------------------------|-------|
| | | Este | Norte |

Tabla 2- 4. Coordenadas Límite Legal del Humedal

| Vértice | Nombre | Coordenadas MAGNA Ciudad Bogotá | |
|---------|--------|---------------------------------|------------|
| | | Este | Norte |
| 61 | | 103.667,90 | 123.165,01 |
| 62 | | 103.675,91 | 123.194,01 |
| 63 | | 103.810,91 | 123.264,98 |
| 64 | | 103.736,90 | 123.240,00 |
| 65 | | 103.727,89 | 123.275,00 |
| 66 | | 103.674,90 | 123.325,00 |
| 67 | | 103.673,90 | 123.355,00 |
| 68 | | 103.694,90 | 123.370,00 |
| 69 | | 103.695,90 | 123.395,00 |
| 70 | | 103.636,90 | 123.396,00 |
| 71 | | 103.624,90 | 123.415,01 |
| 72 | | 103.627,89 | 123.453,00 |
| 73 | | 103.659,90 | 123.467,99 |
| 74 | | 103.698,90 | 123.445,00 |
| 75 | | 103.674,90 | 123.478,00 |
| 76 | | 103.733,89 | 123.497,02 |
| 77 | | 103.805,90 | 123.509,01 |
| 78 | | 103.840,89 | 123.531,01 |
| 79 | | 103.894,92 | 123.598,99 |
| 80 | | 103.919,90 | 123.575,00 |
| 81 | | 103.971,90 | 123.596,01 |
| 82 | | 103.982,90 | 123.622,00 |
| 83 | | 104.013,91 | 123.645,99 |
| 84 | | 104.086,90 | 123.655,01 |
| 85 | | 104.153,89 | 123.590,99 |

Fuente: Decreto 555 de 2021.

A partir de la delimitación por medio del Decreto 555 de 2021 se dispone un área total de 96,83 ha, como Área Protegida, reconocida como ecosistema estratégico en el país y como Complejo de humedal urbano Ramsar a nivel internacional.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

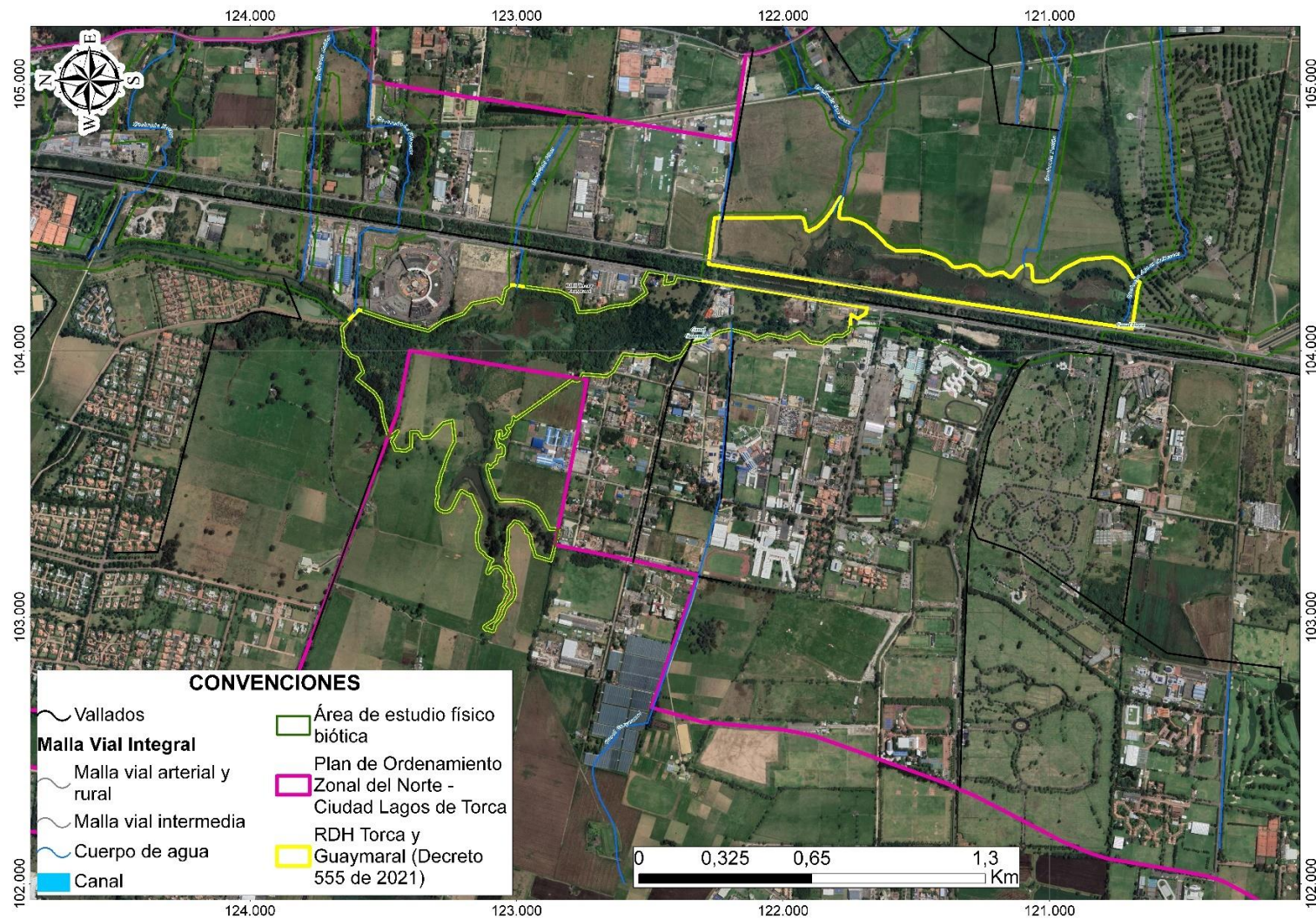


Figura 2- 4. Área Límite Legal de los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Por otro lado, el documento de la Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, DAMA 2006, hoy SDA), clasifica a los humedales Torca y Guaymaral como un humedal de planicie, los cuales son ecosistemas que se desarrollan en paisajes fluvioacustres del plano inundable del río Bogotá y su comportamiento está ligado con los planes anuales y multianuales; son ecosistemas anfibios en los cuales la fase terrestre y la fase acuática no tienen límites precisos y varían “espacialmente”.

Tabla 2- 5. Clasificación General de los humedales Torca y Guaymaral según la Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá.

| Tipo de Humedal | Origen | Posición Orográfica | Aspectos Morfológicos | Altura Sobre el Nivel del Mar |
|-----------------------|---------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Humedales de Planicie | Fluvioacustre | Sabana | Espejo único múltiple, áreas inundables morfométricamente no uniformes | Por debajo de 2.700 msnm |

Fuente: Política de Humedales del Distrito Capital de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, DAMA 2006, hoy SDA).

Por otro lado, los humedales Torca y Guaymaral según lo establecido por la Convención de Ramsar (1971) (Tratado internacional que se encarga de la protección, conservación y uso racional de los recursos de los humedales a nivel mundial), se clasifica como humedal interior de sistemas fluviales y palustres intermitentes o permanentes con vegetación emergente, acorde con lo relacionado en la Tabla 2-6.

Tabla 2- 6. Clasificación General los humedales de Torca y Guaymaral según Ramsar.

| Ámbito | Sistema | Subsistema | Clase | Subclase |
|----------|----------|--------------|-----------|----------------------|
| Interior | Fluvial | Intermitente | Emergente | Planicies Inundables |
| | Palustre | Permanente | Emergente | Pantanos y Ciénagas |

Fuente: Ramsar (1971)

2.2 EL ECOSISTEMA DE HUMEDAL

Para el desarrollo la caracterización del componente biótico del área de estudio se requiere entender las características ecológicas del sistema de humedal, el cual presenta una hidrodinámica compleja que incluye las zonas de recarga, almacenamiento y salidas que lo regulan y conectan con otros cuerpos de agua (Osorio-Peláez C. et al, 2015). Los ecosistemas de humedal dependen de un sistema dinámico entre cuerpos lóticos y lénticos que lo integran y determinan sus flujos y permanencia. Así mismo, presentan escenarios terrestres, acuáticos y transicionales que generan un sistema biótico con amplitud de hábitats, algunos estacionales y cambiantes, lo que determina una alta biodiversidad (Barbier et al., 1994) e importancia por las cadenas tróficas que se conforman y le confieren una alta productividad primaria (Gopal, 2009).

Las dinámicas hídricas y estacionales del humedal y drenajes afluentes determinan en gran medida las características de los ciclos biológicos de las especies asociadas, lo cual establece una gran vulnerabilidad ante los cambios hidrogeomorfológicos del sistema, implicando la pérdida de la biodiversidad que alberga y la capacidad reguladora de los eventos hidrológicos cíclicos y estacionales. Es así que mantener el flujo hidrológico y los elementos estructurales, conserva la asociación de los diversos grupos bióticos con los cuerpos de agua, lo cual asegura la dinámica funcional del sistema, y con esto la conectividad del mismo a escala de paisaje (Osorio-Peláez et al., 2015).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Preservar las condiciones propias del ecosistema de humedal, asegura el mantener los servicios ambientales que presta (MADS-Instituto Humboldt, 2017), dentro de los cuales se cuentan servicios de soporte o de mantenimiento de los procesos ecológicos tales como el ciclo hidrológico, el ciclado de nutrientes, la productividad primaria, la fijación de nitrógeno y carbono, entre otros. Así mismo, los servicios de regulación que mantienen la calidad de las condiciones propias del sistema, como son la regulación del microclima, de los caudales hídricos, la calidad del agua, retención de agentes tóxicos, entre algunos más. Los servicios de abastecimiento o de consumo como la provisión de plantas silvestres, comestibles y medicinales, así como especies de fauna como fuente de proteína para algunas comunidades asociadas al humedal. Finalmente, los servicios culturales que se traducen en valores no materiales como son el valor paisajístico, espiritual, de recreación pasiva entre otros (DAMA, 2006).

El sistema de humedal se caracteriza principalmente por prestar servicios dirigidos a mantener la regulación y dinámica hídrica del sistema, en lo cual se destaca la amortiguación de eventos de inundación o desborde de los niveles de los cuerpos de agua asociados al mismo. Así mismo, los humedales se reconocen por la prestación de servicios de abastecimiento de agua, de alimento, de diversidad genética, entre otras, lo cual los cataloga como sistemas socio ecológicos (Villard y et al., 2014), indispensables para la supervivencia de muchas especies incluido el hombre, siendo esto base para el mantenimiento de prácticas económicas y arraigos socioculturales.

No obstante, la alteración del paisaje natural debido al crecimiento urbano, la extensión de áreas productivas, la contaminación de las aguas, el deterioro de los suelos, y la transformación hidrogeomorfológica de las áreas asociadas al humedal, generan presiones y cambios, algunas veces irreversibles, sobre la dinámica del sistema. De esta manera, se ha puesto en riesgo el equilibrio ambiental y la supervivencia de muchas comunidades dependientes de los servicios que prestan estos ecosistemas. Estas alteraciones han conllevado a transformar, reducir y en muchos casos suprimir áreas de humedales, como resultado del desconocimiento de su importancia como sistemas estratégicos, dadores de servicios ecosistémicos determinantes en la sostenibilidad ambiental.

A partir de lo anterior, se han establecido muchos esfuerzos gubernamentales, como la convención Ramsar, tratado internacional de conservación y uso sostenible de los humedales, a la cual Colombia está suscrita a través de la Ley 357 de 1997. Este tratado orienta hacia la identificación de los humedales presentes en un país, la evaluación de sus características y la planificación de su manejo dirigido a la conservación. Ante esto, Colombia estableció procesos como la delimitación de los humedales en el territorio nacional, en los que se adelantó la identificación y evaluación de los mismos, lo cual da bases para su más apropiado manejo.

Este proceso se suscribió a través del convenio entre el Fondo Adaptación, el Instituto Humboldt y el MADS en 2010 (Villard y et al., 2014), lo cual respondió igualmente a lo reglamentado en la Política Nacional de Humedales (MADS, 2002) y a lo normativamente establecido para la temática de conservación de los humedales en el país (Decreto 157 del 2004, Decreto 196 de 2006).

Los humedales se reconocen como ecosistemas con características geomorfológicas e hidrológicas determinantes en la acumulación de agua con fluctuaciones estacionales, condicionantes de las unidades edáficas propias de estos ambientes y, por lo tanto, de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

comunidades bióticas adaptadas a estas condiciones. A partir de esto, la delimitación de un sistema de humedal se basa en los límites biofísicos y sociales relacionados, teniendo en cuenta las fluctuaciones estacionales, siendo su delimitación y evaluación fundamental para la prevención y manejo del riesgo de inundación de los territorios asociados (Villardy et al., 2014).

A pesar de los esfuerzos de conservación, la transformación de las áreas inundables y la acumulación de los tensionantes que presionan los humedales en nuestro país, han generado fuertes alteraciones en las dinámicas propias de estos ecosistemas, las cuales se evidencian con mayor fuerza en los últimos periodos de lluvias. Es así que durante el fenómeno de La Niña de 2010 y 2011 se presentaron inundaciones de mayor magnitud y frecuencia, como efecto del cambio climático, a lo que se suma la reducción de la capacidad regulatoria de las zonas de humedales. A partir de esto se establecen directrices de manejo enfocadas hacia la conservación y restauración ecológica en pro de mitigar el riesgo de inundación y evitar las pérdidas económicas por actividades asociadas a estos socio ecosistemas.

Es así que desde la Política Nacional (MMA 2002) y Distrital de Humedales (DAMA, 2006) se establecen los puntos a tener en cuenta en la construcción de los documentos de Planes de Manejo de estos ecosistemas, siguiendo lineamientos Ramsar (RAMSAR 2010), y dando directrices en programas estratégicos del Plan de Acción, sus posibles proyectos y metas a cumplir. Esto se respalda con la Guía técnica para formulación de PMA de humedales en Colombia (Resolución 196, 2006), la cual busca estandarizar los parámetros a considerar en la planificación del manejo de las áreas de este ecosistema, en pro de la articulación de esfuerzos para el manejo de los humedales en el país.

Las transformaciones de las áreas de humedal y las características estacionales propias del mismo determinan una alta vulnerabilidad de sus dinámicas a los cambios, ya que pueden ser evidenciados en corto tiempo. No obstante, estos sistemas tienen la capacidad de autorregularse, lo cual da mayor peso a los esfuerzos enfocados a su recuperación y rehabilitación; sin embargo, es importante tener claras las condiciones diagnósticas del sistema, los tensionantes y limitantes que se deben eliminar y superar y, a partir de esto, los objetivos y las metas de las acciones a implementar, lo cual depende de la identificación y estado del ecosistema de referencia.

En el caso de los humedales presentes en el Distrito Capital que han sido reducidos y transformados con fines urbanísticos y de implementación de actividades productivas en la periferia de la ciudad, es preocupante la gran pérdida de elementos importantes que derivan en la reducción del ecosistema de referencia, lo cual establece un factor limitante al momento de identificar patrones estructurales y funcionales propios del mismo. Así mismo, se limita la obtención de elementos estructurales importantes en la activación de los mecanismos necesarios para estimular la sucesión vegetal, y con ella la recuperación o rehabilitación del sistema (SDA, 2008). Por lo tanto, es importante considerar acercamientos teóricos de los elementos propios de estos ecosistemas de humedal presentes en la sabana de inundación del Río Bogotá, así como de sistemas de humedales cercanos con condiciones físicas y patrones dinámicos similares.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.3 ECOSISTEMA DE REFERENCIA

Para poder dimensionar las características que pudieron moldear el ecosistema de referencia, antes de la alteración y transformación del mismo, se deben entender las condiciones que determinan la tipología del humedal en estudio resultado de la historia geológica de la zona. Es así que, dependiendo de las condiciones geológicas, climáticas, hidrológicas y geomorfológicas, se establece la factibilidad de acumulación de agua superficial, su dinámica estacional, periodicidad, y su permanencia, para cada humedal.

En los humedales las entradas de agua superan la suma de las salidas de agua y la pérdida por evapotranspiración. La lámina de agua acumulada puede depender de los regímenes de las épocas de lluvia, así como de los eventos de desborde de los ríos aledaños (SDA, 2006). Según la Convención de Ramsar, existen 42 tipos de humedales en el mundo, entre los cuales se incluyen los asociados a sistemas marinos como a sistemas hídricos continentales, zonas inundables, embalses, lagos artificiales, áreas de alta montaña con rezagos de espejos de agua o zonas pantanosas de origen glacial.

Teniendo en cuenta la historia geológica de la zona, el origen de los humedales de la planicie del Río Bogotá se remonta al inicio del último interglaciar hace 10 mil años, en el Holoceno, donde empieza a aumentar la temperatura, pasando de ser humedales de páramo a humedales eutróficos de planicie. Se ha reportado que estos humedales presentaban juncuales y eneaes, así como áreas con especies de *Ludwigia*, *Rumex*, *Polygonum* entre otras. Los bosques temporalmente inundables se extienden en la planicie, presentando especies de aliso (*Alnus*), raque (*Vallea*), arboloco (*Smallanthus*), tinto (*Cestrum*), entre otras. De igual forma se sustenta palinológicamente la presencia de áreas de páramo azonal con especies de frailejones, *Geranium*, *Gentianella*, *Aragoa*, *Sphagnum*, entre otras, y humedales más mesotróficos en áreas circundantes en donde dependían más del agua lluvia, y podían presentarse especies de *Begonia*, *Ranunculus*, *Calceolaria*, *Hydrocotyle*, *Carex*, entre otras (Van der Hammen 1992, 1986, 1998).

No obstante, es importante tener en cuenta la historia de transformación por acción antrópica de la planicie de inundación del río Bogotá, para entender la pérdida de diferentes elementos naturales tanto estructurales como funcionales del ecosistema de referencia, que en la actualidad representa uno de los limitantes para el desarrollo de la restauración ecológica de los humedales presentes. Por tanto, es necesario apoyarse en modelos teóricos del componente biótico potencial para el ecosistema de los humedales de Torca y Guaymaral. Dentro de esto, las asociaciones vegetales posibles en el ecosistema de referencia que se sustentan en estudios palinológicos de la zona (Van der Hammen 1992, 1986, 1998), proponiéndose coberturas y especies vegetales asociadas a la franja terrestre, anfibia y acuática del humedal (DTS del Decreto 088 de 2017), basados en estudios de vegetación de humedales de referencia de la sabana (Schmidt-Mumm 1997, Schmidt-Mumm, y Vargas 2012). De igual manera, se toman en cuenta estudios diagnósticos de áreas relictuales del ecosistema de humedal, las cuales desafortunadamente se encuentran reducidas y alteradas, y no representan las condiciones iniciales del sistema de referencia. Entender el proceso de transformación del paisaje permite sustentar las acciones necesarias para el restablecimiento de condiciones cercanas y potencialmente viables para la restauración ecológica de los humedales Torca y Guaymaral.

La Sabana de Bogotá empieza a transformarse moderadamente desde la presencia de asentamientos humanos indígenas hace tres mil años atrás, que con las prácticas agrícolas y de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

caza empiezan a generar cambios en el paisaje como los sistemas de canales que usaban para mantener sus cultivos. Los cambios empiezan a ser más extensivos después de la Colonia, sin embargo, es en los dos últimos siglos, en donde el drenaje y desecación de los humedales con fines agrícolas y ganaderos, así como el vallado de los drenajes afluentes, interfiere abruptamente con el sistema hídrico. Esto propicia una serie de efectos que deterioran el sistema del humedal, entre ellos la reducción de los espejos de agua, la contaminación y la sobre fertilización de las aguas por los fertilizantes usados en prácticas agrícolas. A su vez, esto estimula el desarrollo extensivo de la vegetación acuática y, por lo tanto, una alta producción de materia orgánica que finalmente lleva a la rápida colmatación del espejo de agua, acortando así, el tiempo de vida del humedal (Van der Hammen 2003).

La extensión del desarrollo urbano a mediados del siglo pasado y la implementación de suelos de rellenos con materiales heterogéneos que incluyen escombros, basura y suelo, provocaron una mayor reducción y alteración de las áreas inundables y espejos de agua del humedal, así como la pérdida o desviación de los caudales de las quebradas asociadas al mismo. Estos rellenos irrumpen la dinámica hídrica y toda la dinámica ecosistémica del humedal haciendo que se reduzca a un área de alto riesgo de inundación, con aguas estancadas de mala calidad, y, por ende, aumentar la extensión que especies invasoras puedan colonizar, deteriorando así los hábitats para aquellas que son endémicas o migratorias.

Debido a esto, se ha perdido gran cantidad de especies vegetales, disminuyendo la diversidad de flora en el área de estudio, y posibles microhábitats para la fauna. No obstante, se resalta la permanencia de espejos de agua y especies de flora que han mantenido hábitats potenciales para la fauna, sobre todo para especies de aves, permanentes o migratorias. Esto evidencia que a pesar del deterioro del sistema se mantienen algunas dinámicas funcionales del mismo, lo cual ha puesto a los humedales Torca y Guaymaral, como uno de los humedales del Distrito Capital con mayor potencial de recuperación y rehabilitación. Esto sumado a la presencia de drenajes afluentes que mantienen la dinámica y el flujo hídrico a lo largo del sistema, y a su cercanía a los Cerros Orientales y otras áreas con importancia ecológica como el Cerro de Torca, Cerro de La Conejera, humedal de La Conejera y el Río Bogotá, hacen del área una zona de paso o circulación de grupos de fauna, potenciales dinamizadores del sistema.

Entendiendo la importancia de los humedales como ecosistemas estratégicos por la cantidad de servicios ecosistémicos que prestan, se destaca la necesidad de restauración, rehabilitación y recuperación de sus condiciones. Por tanto, es importante tener en cuenta los resultados de los estudios palinológicos de la zona, modelos teóricos de vegetación y hábitats potenciales del sistema, diagnósticos de las condiciones físico-bióticas actuales del área de estudio, así como las evaluaciones periódicas que realizan las instituciones relacionadas con su manejo (SDA, CAR y EAAB); antes de cualquier intervención en pro de la restauración de los humedales. Esto con el fin de tener en cuenta acciones de manejo más acertadas hacia la restauración ecológica del mismo, así como de su permanencia y control hacia futuro. Para esto, es necesario resaltar que el manejo de los humedales de Torca y Guaymaral debe dirigirse hacia acciones de conservación y restauración, dada su importancia ecológica y la necesidad de mantener la sostenibilidad ambiental del sector.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4 DESCRIPCIÓN AREA DE INFLUENCIA

2.4.1 GENERALIDADES

Con el objetivo de adelantar la actualización del Plan de Manejo de los humedales de Torca y Guaymaral, tomando en cuenta los diversos procesos normativos que han dado reconocimiento a zonas con importancia ecológica en el Distrito Capital en los últimos 10 años, se identificó el área de estudio donde se estableció la evaluación diagnóstica del humedal, así como la proyección de implementación de las medidas de manejo a mantener o proponer. Con base en el objetivo de la preservación de los servicios ambientales que presta el humedal, en consonancia con la debida planificación del crecimiento de la ciudad, el planteamiento se dirige hacia la recuperación de las condiciones del ecosistema, y, por lo tanto, hacia el mejoramiento del entorno y de la calidad ambiental de la zona.

Los humedales de Torca y Guaymaral, son reconocidos como ecosistema estratégico que presta servicios ambientales tan importantes como la amortiguación de la dinámica hídrica de la zona, la cual ha reportado picos cíclicos climatológicos que, sumados a condiciones geomorfológicas y edáficas específicas, determinan un terreno con alto nivel freático y vulnerabilidad al riesgo de inundación. El humedal también mantiene hábitats asociados a espejos de agua, zonas pelágicas o transicionales, así como áreas aledañas con alta saturación de agua en el suelo que estructuran y posibilitan dinámicas funcionales propias del ecosistema (López *et al.*, 2015). Estas condiciones permiten la presencia de especies de flora y fauna asociadas a los diversos microhábitats de ambientes anfibios como han sido catalogados los humedales (Instituto Humboldt, 2016), lo cual evidencia la gran importancia de su protección y recuperación en pro de mantener y promover la diversidad de especies, endemismos, migraciones, y el disfrute pasivo de las áreas naturales que provee.

Estos humedales que hace parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP de Bogotá (Andrade *et al.*, 2013), su importancia radica en que permite la conexión entre áreas naturales reconocidas y protegidas como la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales de Bogotá y la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van der Hammen" – RFPNTVDH, que se extiende hasta el Río Bogotá, por lo tanto, resulta esencial para mantener la calidad ambiental de la región. Igualmente, el sistema se conecta a través de los corredores ecológicos establecidos a lo largo de las quebradas que provienen de los Cerros Orientales y aportan sus aguas al sistema del humedal, el cual se conecta directamente al Río Bogotá por el canal Guaymaral, obra que buscó en su momento direccionar las aguas que recoge el humedal de forma directa al río, reduciendo así la presión del flujo hídrico, y el riesgo de inundación sobre los alrededores del humedal.

Cabe destacar, además, que los humedales comparten el espejo de agua del sector Guaymaral con áreas de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH, hacia donde se extienden varias de sus ramificaciones (IDECA 2019), lo que evidencia su directa relación y la necesidad de articular las acciones de manejo entre las autoridades ambientales que las administran. La RFPNTVDH, se extiende hasta el área de protección o conservación aferente del Río Bogotá, tramo en el que se cruza con el Cerro de la Conejera y, en cercana al río, con el humedal de Córdoba, uno de los referentes en los procesos de recuperación del ecosistema de humedal de planicie.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Finalmente, se recalca que las áreas de drenajes conectoras del paisaje (quebradas y canales) son un potencial paso de especies de fauna, así como corrientes que mantienen la dinámica funcional del sistema. Aunque algunas de estas son resultado de obras civiles que canalizan los flujos hídricos, pueden ser áreas estratégicas al formar parte de procesos de recuperación del sistema.

Como se observa en la Figura 2-5, los humedales Torca y Guaymaral, se encuentran rodeados de otras áreas pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal - EEP de Bogotá, dentro de las cuales se encuentra hacia el oriente el Cerro de Torca, donde nace la quebrada de Torca que desemboca en el canal Guaymaral. Así mismo, la cuenca Alta del Río Bogotá, de donde provienen desde el oriente algunas de las quebradas afluentes del humedal, y hacia el occidente se presenta el cerro Majui y la cuenca Alta del Río en la parte occidental.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

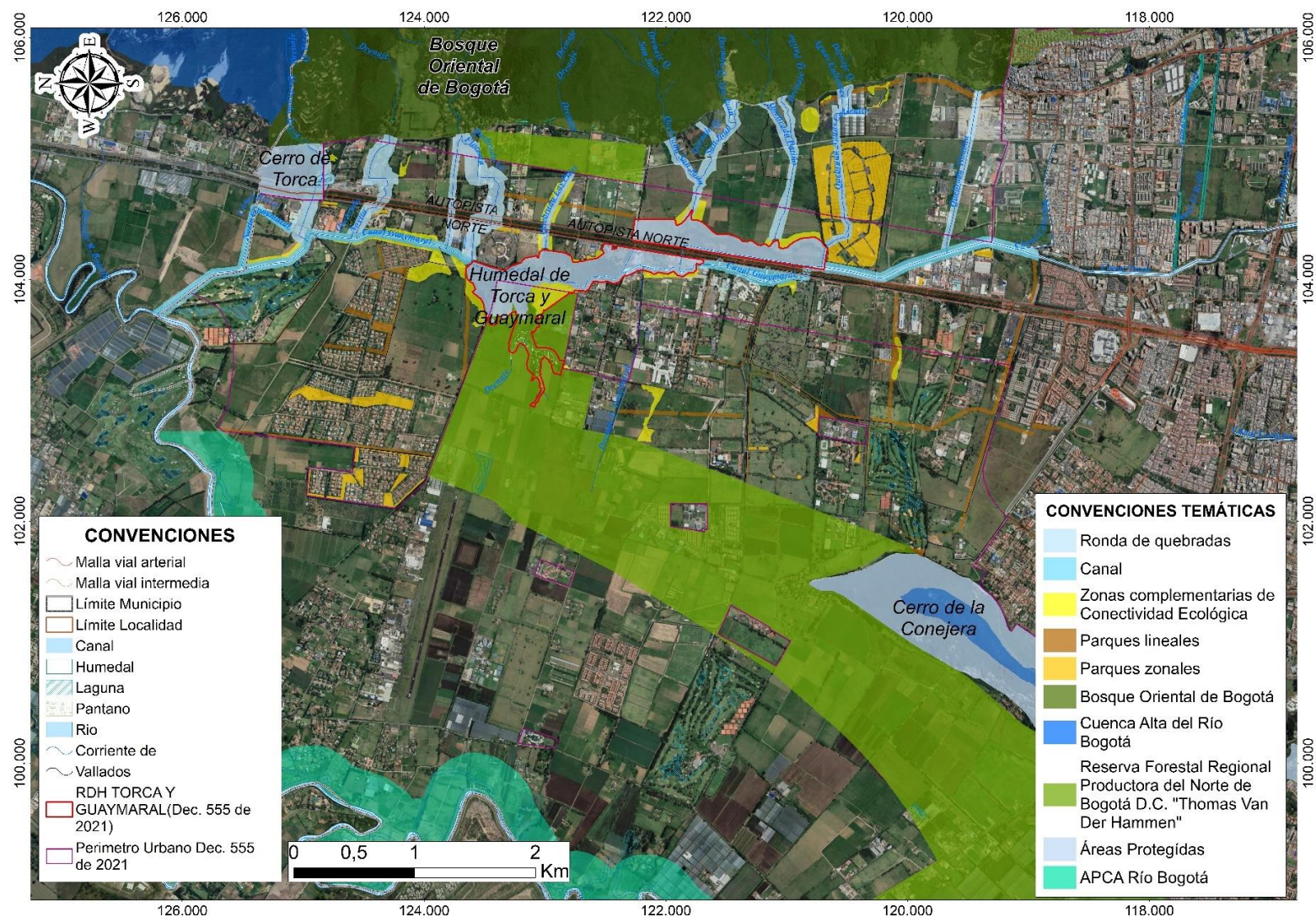


Figura 2- 5. Áreas incluidas en la Estructura Ecológica Principal – EEP de la zona Norte de Bogotá. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4.2 DETERMINACION DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA

2.4.2.1 MEDIOS ABIÓTICO Y BIÓTICO

Para establecer el área de influencia de los medios abióticos y bióticos se tomaron en cuenta diferentes instrumentos y herramientas cartográficas que respaldan normativamente la proyección de escenarios potenciales, en la implementación de acciones de manejo dirigidas a la recuperación y mantenimiento del sistema de los humedales de Torca y Guaymaral. El área de estudio se determinó desde el cruce del insumo cartográfico del área del humedal, reconocido a través de la resolución 033 de 1991, delimitado a través del Decreto 555 de 2021 y ajustado según Decreto 088 del 2017 (Figura 2-6); además con la zonificación de manejo adoptada por Resolución Conjunta CAR-SDA de 2017.

También se tomaron en cuenta:

- Los nueve corredores ecológicos asociados a los drenajes pertenecientes a la cuenca Torca – Guaymaral, identificados en el Decreto 088 del 2017 (Figura 2-7), incluidos desde la carrera Séptima, donde se dan fuertes cambios geomorfológicos dados por la presencia de los Cerros Orientales, hasta su desembocadura.
- Los canales de Torca y Guaymaral que funcionan como conectores entre los sectores del humedal, y como conector de desagüe de las aguas del humedal hacia el Río Bogotá. Estos canales presentan áreas de ronda y área de protección o conservación aferente (Figura 2-7).

A partir de lo indicado en los párrafos anteriores se determinó el área de influencia para los medios abiótico y biótico, como se ilustra en la Figura 2-8 y Mapa de Área de estudio de medios abiótico y biótico - APMHTG_PMA_AEA – Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

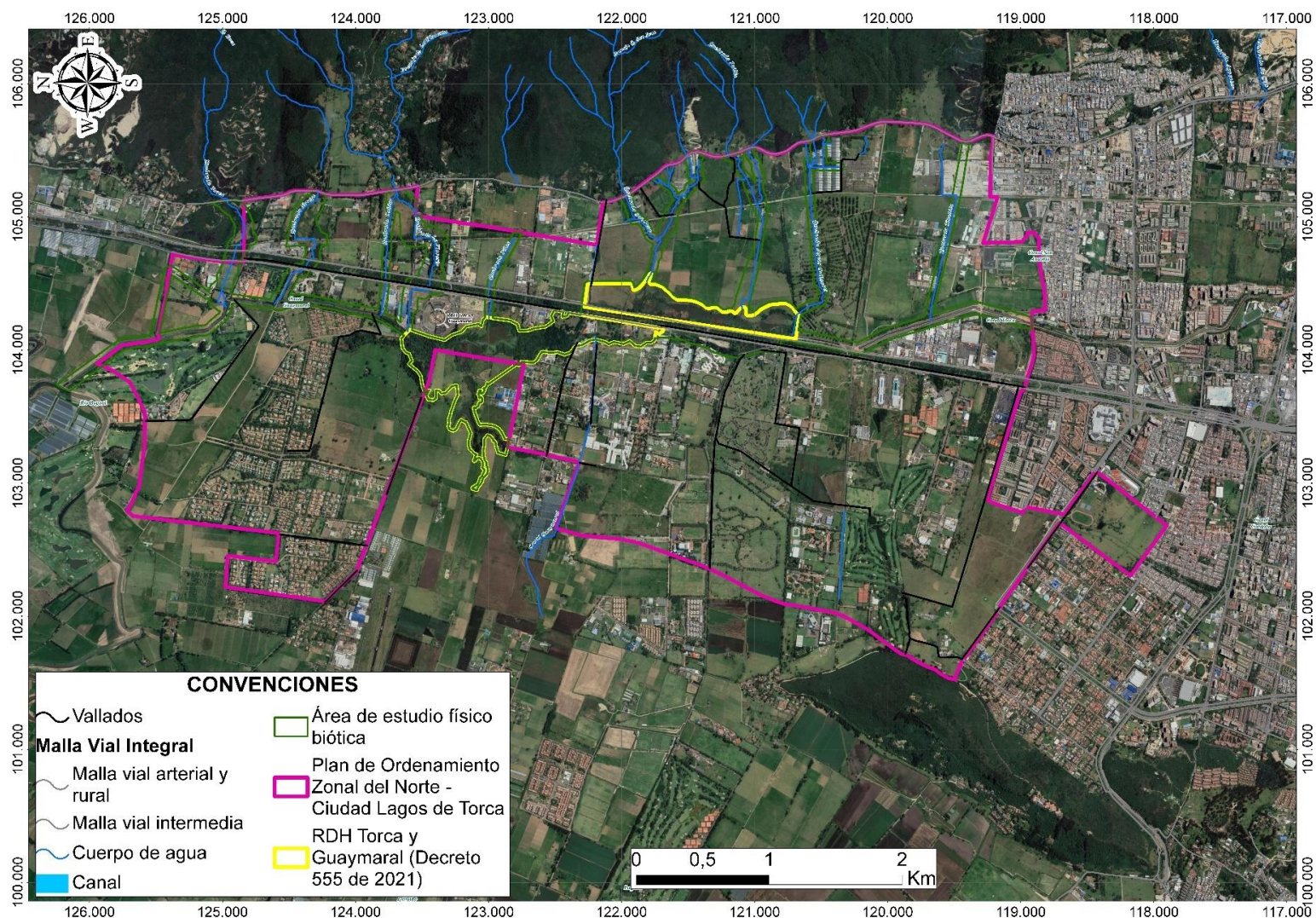


Figura 2- 6. Humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

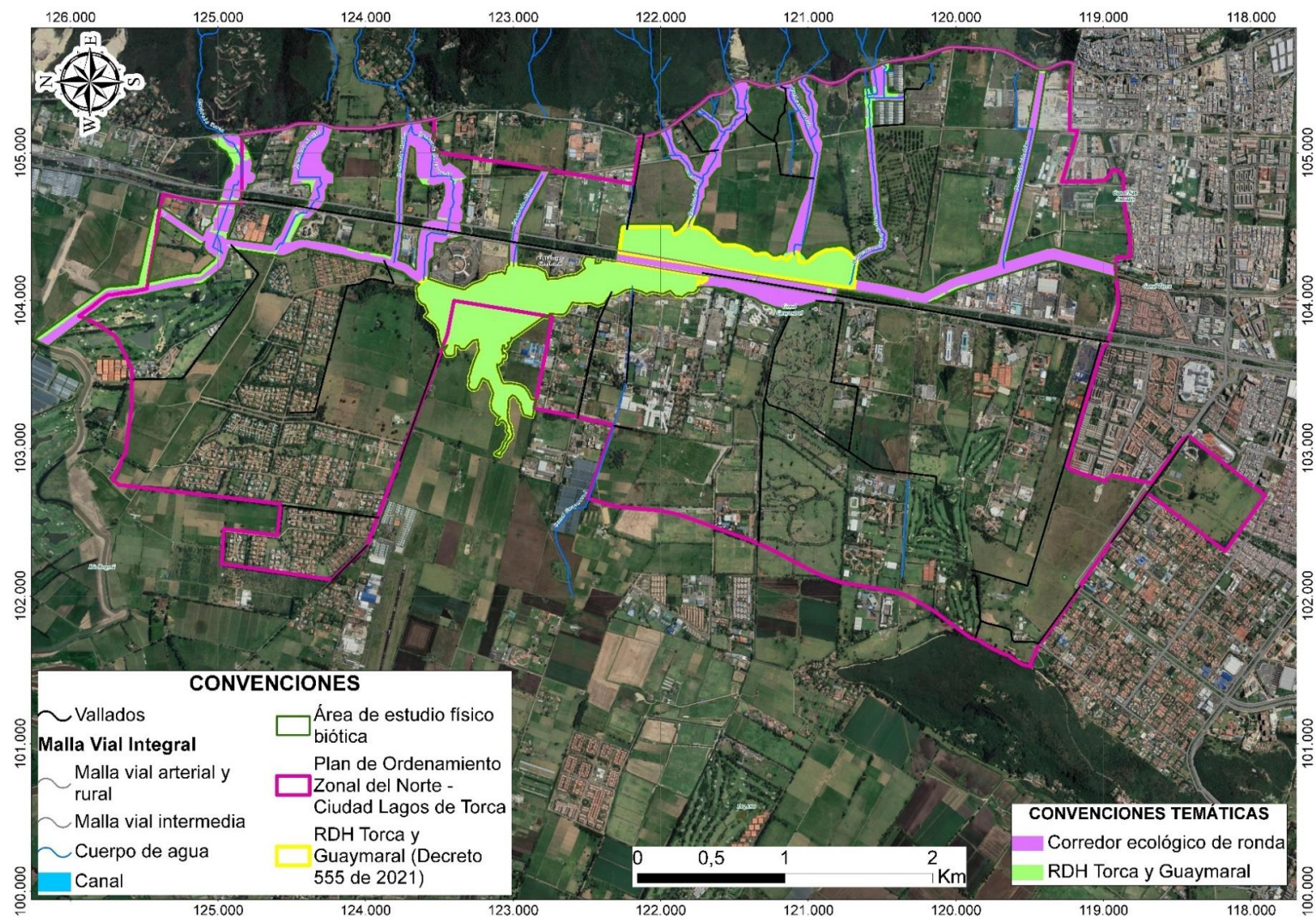


Figura 2- 7. Corredores ecológicos y zonas de canales asociados de los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

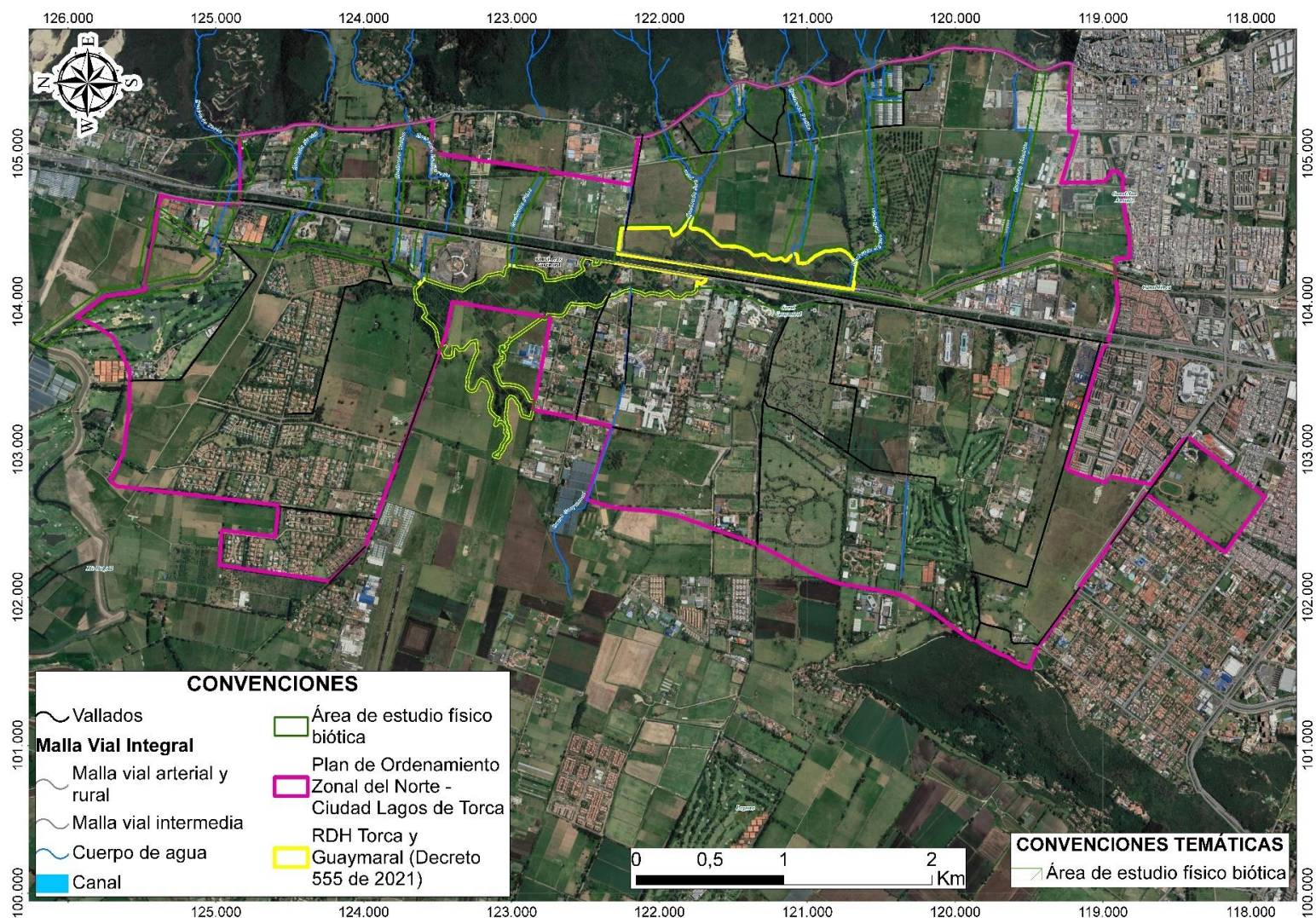


Figura 2- 8. Área de influencia de medios abiótico y biótico. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta la dinámica del sistema se identificaron tres escenarios asociados al humedal dentro del área de estudio. Estos escenarios contemplan los cuerpos lénticos o espejos de agua de los sectores Torca y Guaymaral, en donde se mantienen condiciones de “humedal. No obstante, cabe aclarar que una parte del área reconocida como humedal, en el sector Guaymaral, ha sido transformada con rellenos de diversos materiales y los flujos de agua han sido canalizados; por lo tanto, aunque normativamente se reconozca como humedal, solo parte de este sector funciona como tal. El resto se acerca más a un escenario de canal. También se contempló el escenario lótico referido a las quebradas pertenecientes a la cuenca Torca - Guaymaral y sus corredores ecológicos, algunas de las cuales mantienen la dinámica hídrica y el constante fluir de las aguas que provienen de los Cerros Orientales hacia el humedal y, finalmente, el escenario de los canales, los cuales funcionan como conectores entre los sectores del humedal y flujos de desagüe hacia el Río Bogotá. Los canales son los que contienen y direccionan las aguas que fluyen a través del área de los humedales de Torca y Guaymaral.

Es de resaltar que, aunque estos escenarios hacen parte de la dinámica hidrológica del humedal, los procesos de manejo los han modificado de variadas formas en las que la desviación y canalización de los drenajes, la implementación de suelos de relleno, la deforestación y las actividades agropecuarias han aumentado la sedimentación y eutrofización de estos cuerpos de agua. A esto se suma la implementación de coberturas de vegetación exótica, la cual, en algunos casos, presenta alto riesgo de invasión que detienen los procesos de resiliencia del sistema. Esto ha generado barreras diferenciales para la recuperación ecosistémica del humedal, haciendo necesaria la caracterización diagnóstica de los diferentes escenarios identificados en el área de estudio a fin de direccionar acertadamente las acciones de manejo a proponer en cada escenario, y así procurar la recuperación y el equilibrio del sistema en su conjunto.

A continuación, se describen cada uno de los escenarios identificados dentro del área de estudio de los medios abióticos y bióticos:

- **Escenario humedal**

A partir de la aprobación por acuerdo CAR-SDA en el 2015, los humedales de Torca y Guaymaral, se establecieron con el enfoque de protección. No obstante, esta área fue fragmentada por la construcción de la Autopista Norte, segmentando así el Sector Guaymaral y el Sector Torca, los cuales se conectan artificialmente por el flujo de agua subterráneo que cruza la autopista por 3 *box culvert* dispuestos allí. Este escenario presenta espejos de agua relictuales en los dos sectores, más extenso en el Sector de Guaymaral ya que el espejo de agua del Sector Torca presenta gran invasión del Eneal, cobertura vegetal dominada por especies de plantas de *Thypa spp* que se extienden favorablemente por la alta colmatación de los espejos de agua.

Se evidencia que un porcentaje del área establecida como humedal ha sido drásticamente transformada a partir de rellenos del suelo realizados sobre todo en el Sector Guaymaral. Estos rellenos han sido dispuestos con mayor elevación con respecto a los canales circundantes, generando una gran presión y riesgo de desborde hacia las áreas aledañas del humedal durante los probables picos climáticos que ocurren en la zona. Por eso, si bien el escenario de humedal contempla toda el área reconocida como tal, en la actualidad una parte del mismo en el sector Guaymaral, presenta un escenario similar al de canal, lo cual se tuvo en cuenta en los análisis de la caracterización diagnóstica que se presenta en el Numeral 2.3 al Numeral 2.7.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

A partir de lo anterior, la caracterización de los medios abiótico y biótico sustentan el estado actual del escenario de humedal, sus tensionantes y limitantes a la recuperación ecológica del sistema, lo cual es base en la identificación de las áreas con prioridad de manejo, y la propuesta de acciones adecuadas para su manejo.

- **Escenario de Quebradas**

Las nueve quebradas pertenecientes a la cuenca Torca-Guaymaral, reconocidas según Decreto 088 del 2017, en el cual se identifican como corredores ecológicos, importantes en la conexión de la zona de montaña de los Cerros Orientales de Bogotá, con la zona de planicie en donde se encuentran y algunas de estas depositan sus aguas directamente a los humedales de Torca y Guaymaral. Esta connotación establece lineamientos de manejo dirigidos hacia el mantenimiento y recuperación de los servicios ambientales que prestan, dentro de las cuales se cuenta con la regulación hídrica de la zona, así como el mantener el flujo genético de las especies de flora y fauna que se movilizan a través de estos corredores, entre otros. Dentro de las quebradas se cuenta de sur a norte con las quebradas: Tibabita, Aguas Calientes, Patiño, San Juan, Pilas, La Floresta, Cañiza, Nóvita y Torca (Figura 2-9). Para efectos de la delimitación del área de estudio y del escenario de quebradas, se toman en cuenta los corredores ecológicos desde la carrera séptima, en donde se evidencia un marcado cambio en la geomorfología del terreno, y en las condiciones biofísicas, diferenciando la zona de montaña de los Cerros orientales y la zona con pendientes de la planicie, siendo nuestro interés diagnosticar las áreas de planicie.

No obstante, como resultado de la paulatina transformación del territorio, se presentan afectaciones como canalización, ocupación de rondas o de cauces y desviación de los cursos de las quebradas, así como deforestación de la vegetación nativa en sus rondas, implementación de especies exóticas dentro de procesos de reforestación de la zona, y siembras de especies no aptas para las condiciones propias de este escenario, durante procesos de revegetalización desarticulados de la planificación normativa. A partir de estas transformaciones, la vulnerabilidad al desborde del agua desde sus cauces y el cambio de su curso, evidencian una gran problemática y amenaza de inundación de las áreas aledañas e intermedias a los drenajes mencionados. Igualmente, la transformación de las coberturas vegetales ha reducido al máximo la cobertura de bosque ripario y otras coberturas naturales, dando paso a la extensión de especies invasoras resistentes a las condiciones de alteración.

- **Escenarios de Canales**

Los canales asociados al sistema del humedal, son el de Torca y el de Guaymaral. El primero recoge las aguas de algunas quebradas como Tibabita, Aguas Calientes y las del humedal sector Torca, direccionándolas hacia el occidente y descargando sus aguas al canal de Guaymaral. El segundo, el Canal de Guaymaral, recoge esta descarga y la direcciona hacia el Río Bogotá, pasando por parte del área de humedal del sector Guaymaral. En estas áreas canalizadas e inmersas dentro del área reconocida como humedal se presentan amplias rondas que evidencian en algunas áreas extensión de especies exóticas con alto riesgo de invasión y prioridad de manejo (Díaz et al., 2012, Res 684 del 2018) como el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y el retamo liso (*Genista monspessulana*). Estos canales presentan áreas de ronda y área de protección o conservación aferente reconocidas normativamente, dirigidas a mantener la conexión hídrica del sistema y soportar la dinámica del mismo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Cabe señalar que los canales al ser obras civiles construidas con elementos duros, cambia drásticamente la interacción de estos flujos de agua con el medio circundante; no obstante, mantienen de forma controlada las variaciones de flujos hídricos estacionales, lo que reduce el riesgo de desborde o inundación de las áreas aledañas del sistema.

El área de estudio de los medios abióticos y biótico fue delimitada con una cobertura total de 245,89 ha distribuidas en los diferentes escenarios (Tabla 2-7), dentro de los cuales, el área del escenario quebradas representa el 40.87%, seguido en extensión por el escenario humedal con el 37,50%, y por el escenario Canales con 21.62%, con respecto al área total seleccionada.

Es importante recalcar que dentro de esta área las coberturas antrópicas corresponden al 91,37% y las coberturas naturales al 8,63%, sin embargo, las coberturas vegetales en general, sean antrópicas o naturales, representan los remanentes estructurales del sistema debido a que permiten la funcionalidad y conectividad del mismo. Estas alcanzan el 58,69% del total del área.

Tabla 2- 7. Coberturas de la tierra en los escenarios del área de influencia.

| Escenario | Área | % |
|---------------------|---------------|----------------|
| Escenario canal | 53.17 | 21.53 |
| Escenario humedal | 93.45 | 37.85 |
| Escenario quebradas | 100.3 | 40.62 |
| Total | 246.92 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

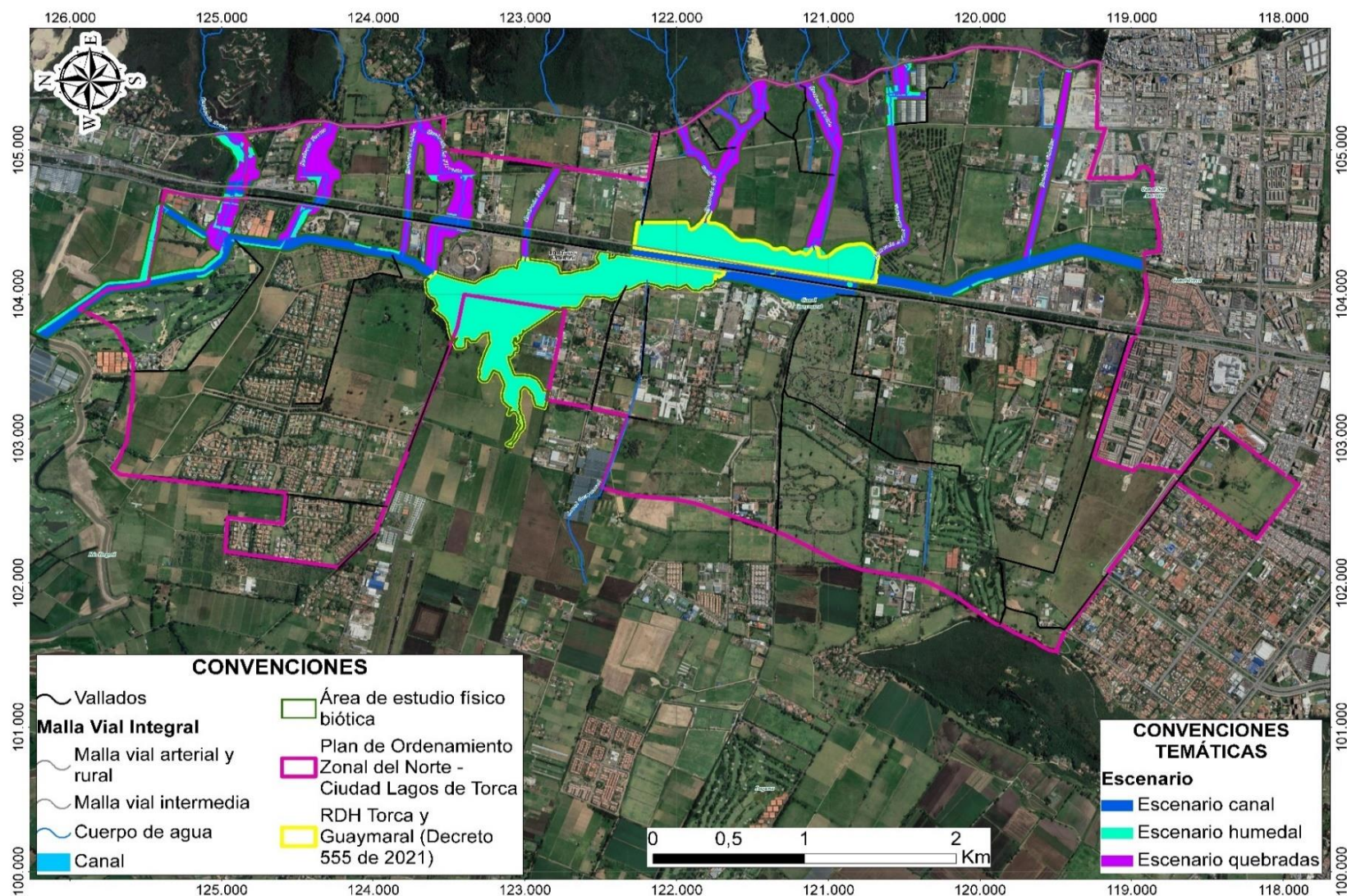


Figura 2- 9. Escenarios establecidos en el área de influencia de medios abiótico y biótico.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4.2.2 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Para establecer el área del medio socioeconómico y cultural a los humedales de Torca y Guaymaral se tomó en cuenta la identificación de actores relacionados y beneficiarios directos o indirectos de los servicios ambientales que presta el humedal y sus drenajes asociados.

Los actores y beneficiarios directos hacen referencia específica a los dueños de predios que confluyen con el área de estudio identificada inicialmente, la cual reúne áreas con importancia ecológica en el Distrito Capital; por lo tanto, también se refiere a las instituciones y autoridad ambiental que tienen directa injerencia en estas áreas. Los actores sociales relacionados indirectamente con el humedal y sus áreas asociadas se refieren a la población habitante o flotante de la zona circundante al área de estudio identificada, los cuales se pueden beneficiar indirectamente de los servicios que prestan estas áreas de protección inmersas en la zona urbana; no obstante, en muchos casos, el área de humedal es ajena y poco reconocida dentro de los elementos del territorio por parte de estos actores.

Los servicios ambientales que presta un ecosistema se relacionan con los beneficios obtenidos por parte de la comunidad habitante o usuario del territorio, beneficios que pueden ser económicos o culturales. Dentro de estos se establecen servicios de abastecimiento de recursos o materias primas, servicios de regulación de los procesos ecológicos, servicios culturales inmateriales dirigidos al disfrute de la naturaleza y la recreación pasiva, y servicios de soporte dirigidos al mantenimiento de procesos estructurantes del sistema como la formación del suelo, ciclo de nutrientes, producción primaria, entre otros (MADS-Instituto Humboldt, 2017) (Figura 2-10).

Por lo anterior, se evidencia que la importancia de los humedales radica en las funciones ecológicas estratégicas que cumplen, como la dinámica hidrológica, la conectividad estructural del paisaje, el mantenimiento de la diversidad ecosistémica a nivel local, y en que son parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP y Regional. De igual forma prestan servicios de soporte que aportan a las dinámicas ecosistémicas del humedal y dentro de servicios culturales los humedales son importantes espacios pedagógicos y de investigación, así como potenciales espacios de disfrute y recreación pasiva (Duarte et al 2016). Así mismo, los humedales en muchos casos son la fuente de agua de comunidades humanas aledañas, no obstante, cabe denotar que los humedales de Torca y Guaymaral presentan actualmente un alto grado de contaminación de las aguas, por el aporte de aguas servidas a su sistema, problemática común en humedales urbanos o periurbanos (Pinilla, 2010); por lo cual, el mejoramiento de la calidad de sus aguas, pasa a ser una de las prioridades de manejo dentro de los instrumentos de ordenación en pro de la sostenibilidad ambiental del sector.

A continuación, se exponen los argumentos considerados para la elección del área de estudio del medio Socioeconómico y Cultural, con el fin de desarrollar el diagnóstico de este medio:

Para el área de estudio directa se consideraron los predios que se encuentran aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral y a las nueve quebradas, teniendo en cuenta que los habitantes y visitantes de estos predios se benefician de manera directa de los servicios ecosistémicos.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados en los párrafos anteriores, se presenta la delimitación del área de estudio directa e indirecta del medio socioeconómico y cultural.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

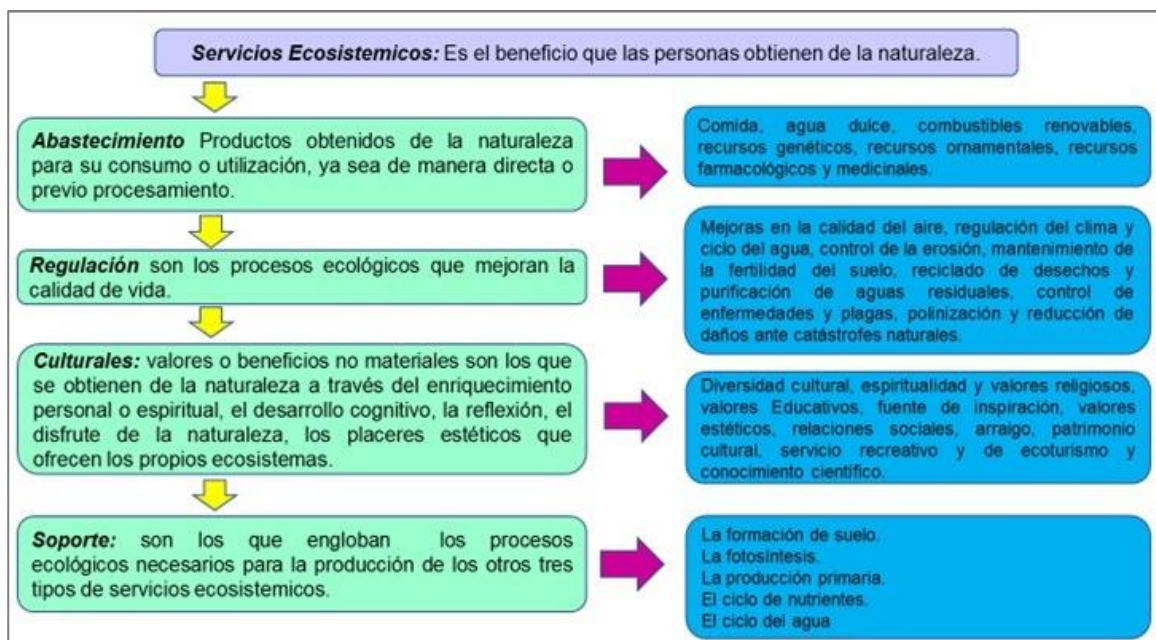


Figura 2- 10. Conceptualización de los servicios ecosistémicos.

Fuente: Elaboración propia. Basado en (Rincon, 2018).

2.4.2.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta del medio Socioeconómico y Cultural fue seleccionada, como se indicó anteriormente, de acuerdo con la localización del humedal y las nueve quebradas que se encuentran asociadas a las Unidades de Planeación Zonal (UPZ), teniendo en cuenta que es en este contexto de ciudad en donde se deben implementar acciones planificadas para generar espacios que incluyan elementos como equidad social, sostenibilidad y cohesión territorial en la construcción de la planificación del desarrollo (Chapple, 2012).

Al realizar la recuperación de los humedales de Torca y Guaymaral y las nueve quebradas se generará la transformación del territorio, fortaleciendo la ciudad como un escenario de encuentro y de disfrute desde la planificación sostenible; lo cual reafirma lo indicado por (Niño, 2015), quien menciona que el ordenamiento territorial es clave para lograr los objetivos de desarrollo de la ciudad, la construcción de lo público, y el espacio de interacción de los diferentes actores que la habitan. De esta manera, el área de estudio indirecta del medio socioeconómico y cultural contempla tres UPZ que se ubican en las localidades de Suba y Usaquén. De estas se realiza una breve descripción de su área y número de habitantes (Tabla 2-8).

Tabla 2- 8. Superficie en hectáreas de las UPZ, área de estudio indirecta, medio socioeconómico y cultural.

| Localidad | UPZ | Superficie (ha) | % |
|--------------|-----------------------------|-----------------|------------|
| Suba | 2-La Academia | 413 | 29 |
| | 3-Guaymaral | 367 | 26 |
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 631 | 45 |
| Total | | 1411 | 100 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Como se observa en la Tabla 2-8, el total de hectáreas que conforman el área de estudio indirecta del medio Socioeconómico y Cultural es de 1411 ha, las cuales se distribuyen en: UPZ Paseo de los Libertadores, con un área de 631 ha y 45% del total del universo analizado, la cual se ubica en la localidad de Usaquén; para la localidad de Suba se presenta la UPZ la Academia, con un porcentaje del 29% y 413 ha, y la UPZ de Guaymaral, con el 26% y 367 ha.

El número de habitantes por UPZ se relaciona en la Tabla 2-9.

Tabla 2- 9. Habitantes por UPZ área de estudio indirecta medio socioeconómico y cultural.

| Localidad | UPZ | Habitantes | % |
|--------------|-----------------------------|------------|-----|
| Suba | 2-La Academia | 1077 | 20 |
| | 3-Guaymaral | 236 | 4 |
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 4101 | 76 |
| Total | | 5414 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

El total de habitantes que se encuentran en el área de estudio indirecta del medio Socioeconómico y Cultural es de 5414. De estos, 4101, un 76% se distribuyen en la UPZ Los Libertadores en la localidad de Usaquén. Le siguen 1077 habitantes, un 20% del total, que se ubican en la UPZ la Academia, y 236 habitantes equivalentes al 4%, que se ubican en la UPZ Guaymaral. Estas dos últimas se encuentran asociadas a la localidad de Suba. Al analizar las variables de áreas versus habitantes existe una directa proporción entre el tamaño de la UPZ y el número de habitantes.

2.4.2.2.2 ÁREA INFLUENCIA DIRECTA

La delimitación del área de influencia directa del medio Socioeconómico y Cultural, como se mencionó anteriormente, se estableció a partir de los predios que se encuentran aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral y a las nueve quebradas objeto de estudio de la actualización del plan de manejo ambiental. El total de predios identificados fueron 52, de los cuales, 20 son predios aledaños a las quebradas, y 32 de los humedales de Torca y Guaymaral. En la Tabla 2-10 se relacionan las quebradas y los predios ubicados en el área de estudio directa, y en la Tabla 2-11 se presentan con su respectiva tipología.

Tabla 2- 10. Quebradas ubicadas dentro del área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural.

| Localidad | | |
|-----------|---------------------------|-----------------|
| Usaquén | UPZ | Quebrada |
| Usaquén | Paseo de los Libertadores | Tibabita |
| | | Aguas Calientes |
| | | Patiño |
| | | San Juan |
| | | Las Pilas |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|--|--|-------------|
| | | La Floresta |
| | | Cañiza |
| | | Novita |
| | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 11. Predios aledaños a las nueve quebradas ubicadas en área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural.

| N. | | |
|----|----------------------------------|------------------------|
| 1 | Nombre del Equipamiento | Tipología |
| 2 | Restaurante Campestre el Tablazo | Comercial |
| 3 | Universidad del Externado | Educativo |
| 4 | Multiparque creativo | Deportivo-Recreacional |
| 5 | Ingenieros Civiles Julián Ruíz | Comercial |
| 6 | Cultivo Santa Paula | Cultivo |
| 7 | Escuela de Rehabilitación-Predio | Residencial |
| 8 | Bavaria | Comercial |
| 9 | Club ecuestre de los Andes | Deportivo-Recreacional |
| 10 | Metrokia | Comercial |
| 11 | Colegio Rosario Campestre | Educativo |
| 12 | Predio de don Luís | Residencial |
| 13 | Restaurante la ternera de Luís | Comercial |
| 14 | Colegio Los Pinos | Educativo |
| 15 | Intercolombia | Comercial |
| 16 | Universidad el Rosario | Educativo |
| 17 | Club Campestre Bogotá Tenis | Deportivo-Recreacional |
| 18 | Cemex | Comercial |
| 19 | Campos de Paint Ball | Deportivo-Recreacional |
| 20 | Club Colsubsidio Bellavista | Deportivo-Recreacional |

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-11 se presenta el área de estudio indirecta, en la Figura 2-12 y Mapa de Área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural - APMHTG_PMA_AES - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos, el área de estudio directa, para el medio socioeconómico y cultural.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

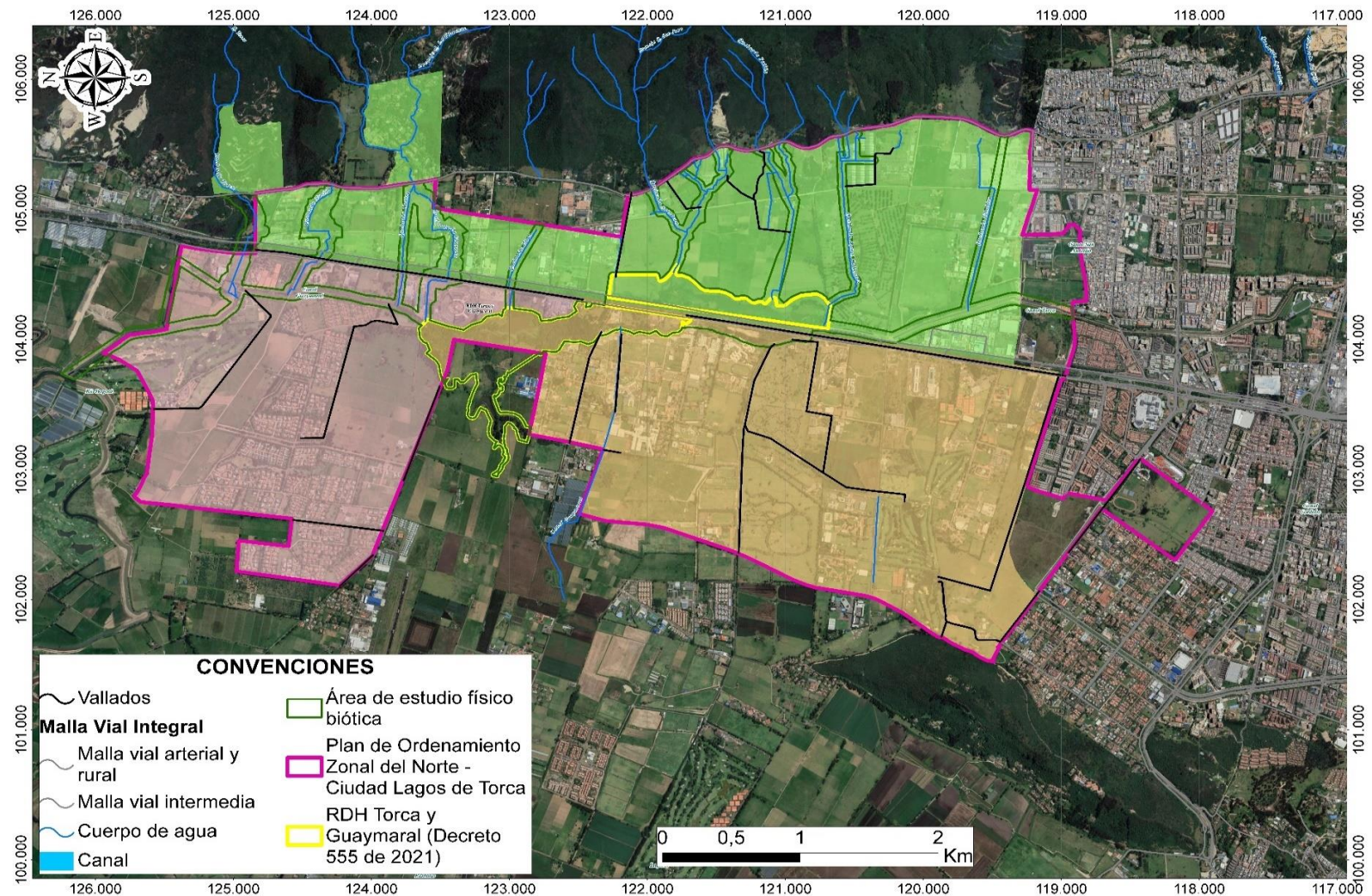


Figura 2- 11. Área de estudio indirecta medio socioeconómico y cultural.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

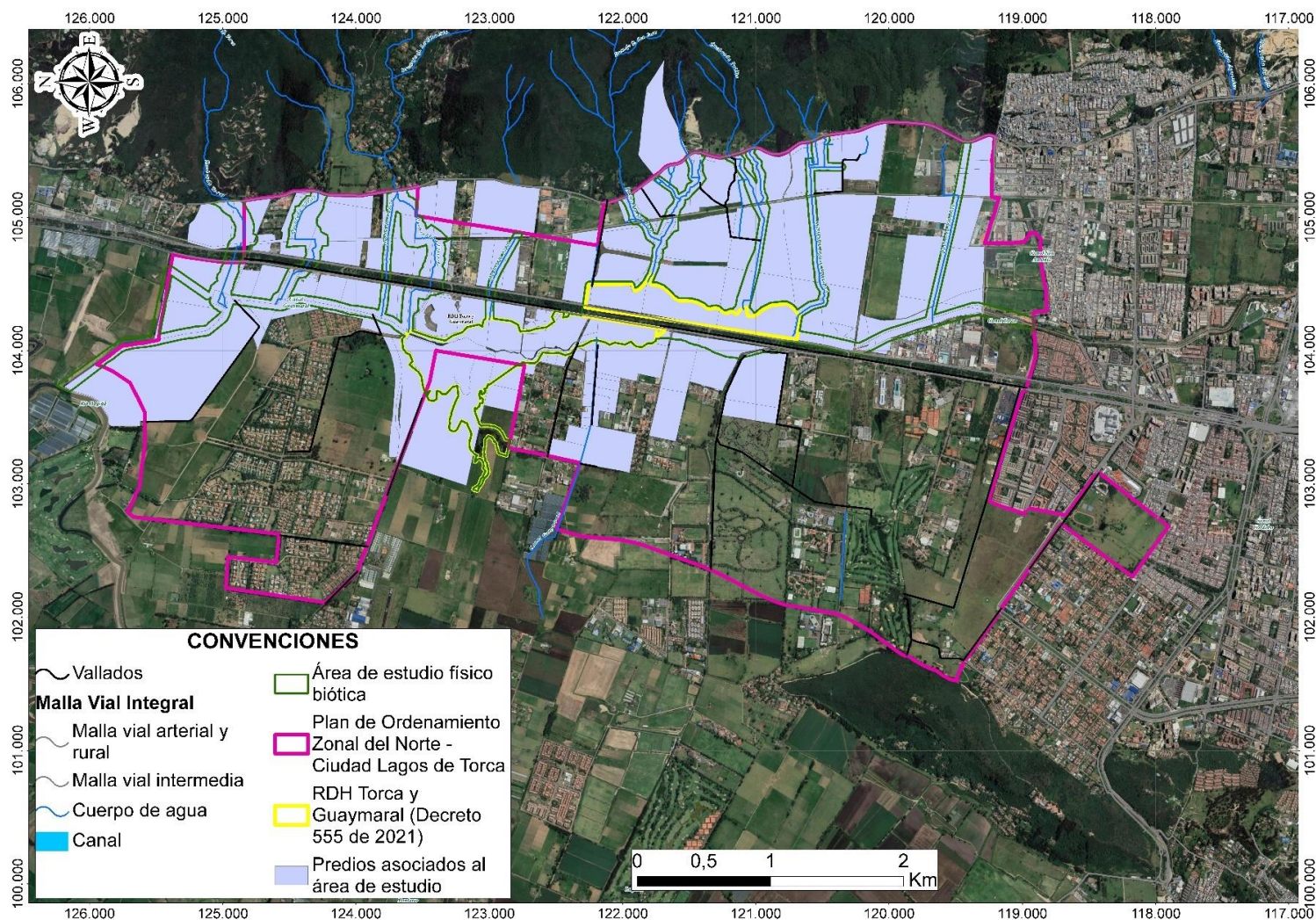


Figura 2- 12. Área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

En las nueve quebradas señaladas anteriormente se encuentran un total de 20 predios. El 40% (8) de estos son de naturaleza comercial, el 25% (5) de tipo deportivo-recreacional, el 20% (4) son de naturaleza educativa, el 10% (2) residenciales, y el 5% (1) que se identificó como cultivo.

En la Tabla 2-12, se presenta la información predial relacionada con los humedales de Torca y Guaymaral y sus respectivas tipologías.

Tabla 2- 12. Predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral.

| N. | Nombre del Equipamiento | Tipología |
|----|----------------------------------------|------------------------|
| 1 | Cementerio Jardines de Paz | Dotacional |
| 2 | Pedio la Francia | Residencial |
| 3 | Pedio Lucerna | Residencial |
| 4 | Manzover | Deportivo-Recreacional |
| 5 | Cementerio Jardines del Recuerdo | Dotacional |
| 6 | Colegio San Viador | Educativo |
| 7 | Gimnasio Los Andes | Educativo |
| 8 | Club Campestre Cafam | Deportivo-Recreacional |
| 9 | Concay | Comercial |
| 10 | Grimm's Kindergarten | Educativo |
| 11 | Colegio San Mateo Apóstol | Educativo |
| 12 | Colegio Gran Bretaña | Educativo |
| 13 | Colegio Nueva Inglaterra | Educativo |
| 14 | Gimnasio los Arrayanes | Educativo |
| 15 | Liceo de Colombia bilingüe | Educativo |
| 16 | Liceo Chicó Campestre | Educativo |
| 17 | Colegio Mount Venon | Educativo |
| 18 | Liceo Católico Campestre | Educativo |
| 19 | Colegio El Camino Academy | Educativo |
| 20 | Colegio Verde UDCA | Educativo |
| 21 | Colegio Campestre La Salette | Educativo |
| 22 | Gimnasio San Ángelo | Educativo |
| 23 | Pedio Morcon S.A carrera 48 No. 218-14 | Residencial |
| 24 | Colegio Richmond | Educativo |
| 25 | Colegio Nueva York | Educativo |
| 26 | Pedio La Esperanza | Residencial |
| 27 | Centro Comercial Bima | Comercial |
| 28 | Kartodromo Kart Way | Deportivo-Recreacional |
| 29 | Hacienda San Simón | Residencial |
| 30 | Centro Comercial Muebles Guaymaral | Comercial |
| 31 | Hacienda La Margarita | Comercial |
| 32 | Botero Ibáñez y Cía. Ltda. | Comercial |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

El número de predios que se encuentran aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral, es de 32. De estos, el 53% (17) son instituciones educativas; el 16% (5) son centros comerciales o predios utilizados para intercambios económicos; otro 16% son predios de naturaleza residencial; un 9% (3) corresponde a predios de tipo deportivo-recreativo y, el 6% (2) son de tipo dotacional.

2.4.3 ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL (EEP) EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La Estructura Ecológica Principal - EEP, es un eje estructural de ordenamiento ambiental, en tanto contiene un sistema espacial, estructural y funcionalmente interrelacionado, que define un corredor ambiental de sustentación, de vital importancia para el mantenimiento del equilibrio ecosistémico del territorio. Por lo anterior, previo al diagnóstico del área de estudio, es necesario identificar otros elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP existentes, en la zona y que son relevantes para la conectividad ecológica.

Como parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP, se encuentran las siguientes categorías cercanas y dentro del área de estudio:

Tabla 2- 13. Elementos de la EEP en el Área de Estudio o Cercanos.

| Categorías de la EEP | Área de Estudio | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| | Sí | No |
| 1. SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS | | |
| 1.1 RESERVAS FORESTALES | | |
| Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta del Río Bogotá | | Límite Occidental |
| Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá | | Límite Oriental |
| Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van der Hammen" – RFPNTVDH | | Límite Occidental y Oriental |
| 1.2 PARQUES DISTRITALES ECOLÓGICOS DE MONTAÑA | | |
| Cerro de Torca | X | |
| Cerro de La Conejera | | Costado Occidental |
| 1.3 RESERVAS DISTRITALES DE HUMEDAL | | |
| Humedales de Torca y Guaymaral | X | |
| 2. SISTEMA HÍDRICO | | |
| Quebrada y Canal Guaymaral | X | |
| Quebrada Novita | X | |
| Quebrada Cañiza | X | |
| Quebrada La Floresta | X | |
| Quebrada Las Pilas | X | |
| Quebrada San Juan | X | |
| Quebrada Patiño | X | |
| Quebrada Aguas Calientes | X | |
| Quebrada Tibabita | X | |
| Canal Torca | X | |
| 3. PARQUES URBANOS | | |
| Guaymaral (Sector Suba) – Metropolitano Propuesto | X | |
| Guaymaral (Sector Usaquén) - Metropolitano Propuesto | X | |
| Las Flores – Zona Existente | | Costado Occidental |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4.3.1 SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS

2.4.3.1.1 RESERVAS FORESTALES

2.4.3.1.1.1 Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

Los Cerros Orientales de Bogotá se encuentran incluidos dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, la cual es un área protegida de carácter nacional, declarada a través del Acuerdo 30 de 1976, expedido por elINDERENA. La Resolución 076 de 1977, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, aprobó el Acuerdo 0030 del 30 de septiembre de 1976, de la Junta Directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), 30 de septiembre de 1976. La reserva así constituida delimita la cadena montañosa que bordea la ciudad de norte a sur, por el costado oriental, sobre la Cordillera Oriental, y llegan a tener una altura de hasta 3.650 metros sobre el nivel de mar, aproximadamente”.

Este pulmón de la Capital de la República tiene un área aproximada de 13.700 hectáreas, y atraviesa las localidades de Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén. Es parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP de la ciudad y el principal pulmón verde y fuente de producción de aire de Bogotá.

Su importancia ambiental está centrada en la oferta de biodiversidad y servicios ecosistémicos para la ciudad y la región. Permiten conectividad ecológica entre entornos rurales y de estos con el entorno urbano.

Los Cerros constituyen un referente simbólico y de identidad para toda la región y un activo de todos, que debe gestionarse adecuadamente para impedir el avance de procesos de deterioro relacionados con la urbanización y la explotación de recursos. La conservación de los Cerros exige una gestión adecuada de los usos y actividades, aumentar las coberturas vegetales y conectarlas, generando más espacios públicos verdes a los cuales pueda acceder la ciudadanía. Esto influye de manera directa en la reducción de los riesgos por fenómenos naturales y mejora los procesos de adaptación de la ciudad frente a los cambios del clima (Secretaría Distrital de Planeación, 2015) (ver Figura 2-13 y Mapa Estructura Ecológica Principal – EEP con límites legales - APMHTG_PMA_ECL - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos).

www.ambientebogota.gov.co/es/c/document_library/get_file?uuid=438dfe76

El Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora “Bosque Oriental de Bogotá”, fue elaborado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), avalado por el Ministerio de Ambiente y es el principal instrumento de planificación que orientará la gestión integral para la conservación del área protegida perteneciente al Sistema Nacional de Áreas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Protegidas (SINAP). De acuerdo con la resolución, la zonificación de esta área estratégica para la ciudad de Bogotá está orientada ante todo a evitar su alteración, degradación o transformación por actividad humana.

En cuanto a la Franja de Adecuación Ambiental, a través del Decreto 485 de 2015, se adopta el Plan de Manejo para el área de canteras, vegetación natural, pastos, plantaciones de bosques y agricultura que corresponde al Área de Ocupación Pública Prioritaria de la Franja de Adecuación, y se dictan otras disposiciones”.

2.4.3.1.1.2 Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta del Río Bogotá

Reglamentada mediante los siguientes actos administrativos: Acuerdo INDERENA 30 de 1976; Resolución MINAGRICULTURA 76 de 1977; Resolución MADS 138, 456, 762 y 763 de 2014, 1070 y 2027 de 2015 y 1653 de 2016, y Resolución 223 de 2018.

La Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta del Río Bogotá se encuentra ubicada en las áreas montañosas que enmarcan la Sabana de Bogotá, localizada en la jurisdicción de las áreas rurales de 27 municipios de Cundinamarca incluyendo Bogotá D.C., desde el nacimiento del Río Bogotá hasta el Salto de Tequendama, con una extensión aproximada de 93,728 hectáreas, según la resolución MADS No 138 de 2014 y demás actos administrativos que han modificado su límite. Esta reserva cuenta con un total de 47 polígonos que colindan con 22 áreas protegidas de carácter nacional y regional y al interior en general se encuentran áreas de las regiones de vida altoandinas y paramuna, según la clasificación de Cuatrecasas (1958) ajustadas por Rangel (1991) - (CAR, Corpoguvio, ONF Andina, Conservación Internacional, s.f.)

2.4.3.1.1.3 Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. - Thomas Van der Hammen

La Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. “Thomas Van der Hammen” declarada por el Acuerdo 011 de 2011 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), se localiza al noroccidente de la ciudad de Bogotá, en la Sabana de Bogotá, centro geográfico de Colombia, sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental, parte sur del Altiplano Cundiboyacense, entre los 2.550 y 2.560 msnm.

El área de la reserva se enmarca en elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP del Distrito Capital y la Región, como son: la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del río Bogotá y la Reserva Distrital de Humedal de La Conejera en su sector Sur occidental; el Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro de La Conejera al Sureste; La Reserva Distrital de Humedal Torca y Guaymaral por el Noreste, y la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá por el Este; y constituyen con los demás accidentes orográficos de la Altiplanicie Cundiboyacense, una unidad biogeográfica en el ámbito regional y una bioregión homogénea muy particular de la Cordillera Oriental incrustada en el norte de los Andes, que alberga en su conjunto una flora y fauna características.

La reserva forestal se localiza en terrenos rurales de las localidades de Suba y Usaquén del Distrito Capital, con un área total de 1.395,16 hectáreas, acorde con lo establecido en

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

las Resoluciones 475 y 621 de 2000, expedidas por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (CAR, 2014).

A través del Acuerdo No. 021 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), se adopta el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

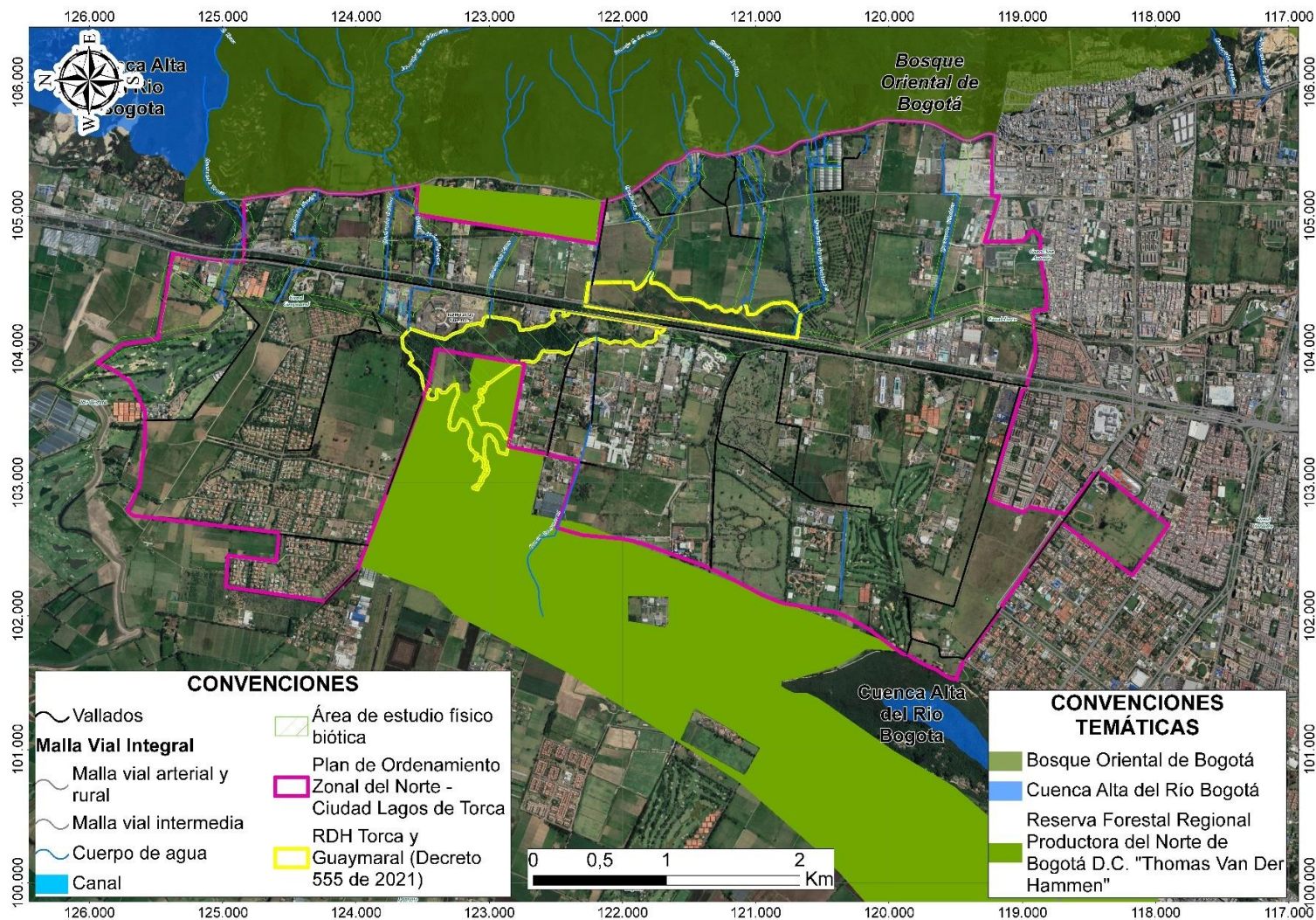


Figura 2- 14. Reservas Forestales en inmediaciones del Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4.3.1.2 PARQUES DISTRITALES ECOLÓGICOS Y RESERVAS ECOLÓGICAS DE HUMEDAL

2.4.3.1.2.1 Parques Distritales Ecológicos de Montaña (PDEM)

- **Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro de La Conejera**

El Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro La Conejera forma parte del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, que a su vez constituye uno de los componentes de la Estructura Ecológica Principal – EEP Distrital. El Cerro de La Conejera forma parte de la jurisdicción del Distrito Capital en el sector rural denominado Borde Norte; se localiza en la altiplanicie más grande de la Cordillera Oriental, denominada Sabana de Bogotá, la cual corresponde a una cuenca sinclinal de gran complejidad casi completamente cerrada, y drenada por el río Bogotá y sus afluentes. El Cerro de La Conejera realmente constituye una forma fisiográfica que se acerca a la denominación de colina, considerando la propia definición, es decir: Unidad genética de relieve, que consiste en una elevación natural del terreno de menor altura que una montaña con relación a un nivel de base; presenta 110 m. de desnivel aproximadamente. Las laderas manifiestan una influencia coluvial en su parte baja y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha, siendo su base ovoide. El Cerro se encuentra a una altura entre 2565 y 2680 m.s.n.m y presenta una extensión de 193,08 ha (SDA) - (El Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro de Torca, se ubica en el límite norte de Distrito, en zona rural con un área de 22,03 ha; de acuerdo con el artículo 54 del Decreto 555 de 2021 hace parte de la Estructura Ecológica Principal – EEP y del Sistema Distrital de Áreas Protegidas.

Acorde con lo establecido en el Decreto 555 de 2021 (Art, 54) al interior de este Parque se permiten para la conservación, restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas, educación ambiental, investigación y monitoreo; así como usos compatibles relacionados con el aprovechamiento de los frutos secundarios del bosque y actividad de contemplación, observación y conservación.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- **Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro de Torca**

El Parque Ecológico Distrital de Montaña Cerro de Torca, se ubica en el límite norte de Distrito, en zona rural con un área de 22,03 ha; de acuerdo con el artículo 54 del Decreto 555 de 2021 hace parte de la Estructura Ecológica Principal – EEP y del Sistema Distrital de Áreas Protegidas.

Acorde con lo establecido en el Decreto 555 de 2021 (Art, 54) al interior de este Parque se permiten para la conservación, restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas, educación ambiental, investigación y monitoreo; así como usos compatibles relacionados con el aprovechamiento de los frutos secundarios del bosque y actividad de contemplación, observación y conservación.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

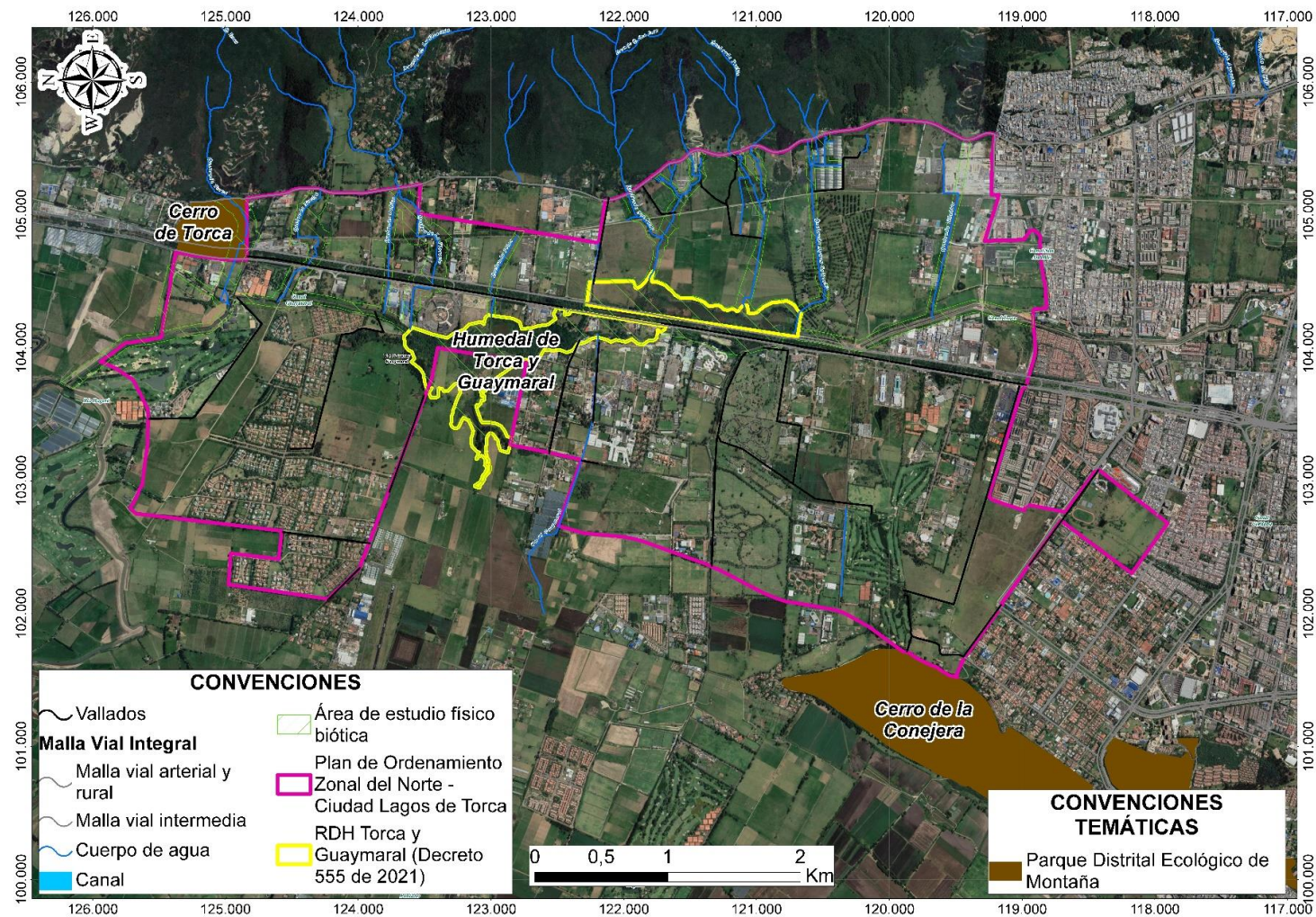


Figura 2- 15. Áreas protegidas en inmediaciones del Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

2.4.3.1.2.1 Reserva Distrital de Humedal (RDH)

• Humedales de Torca y Guaymaral

Los humedales de Torca y Guaymaral son el eje ambiental del borde norte de la ciudad de Bogotá y por lo tanto el elemento más importante de la Estructura Ecológica Principal - EEP para el norte de la ciudad. Su función natural como amortiguador de las crecientes del río Bogotá y de las quebradas que nacen al oriente y occidente del área protegida, lo convierten en el mosaico ecosistémico con mayor potencial de provisión de servicios ecosistémicos de la zona.

Los humedales de Torca y Guaymaral recogen las aguas de algunas de las quebradas de los Cerros Orientales y del Cerro La Conejera. Por tal razón, constituye la principal conexión río - cerros en el territorio distrital.

La Ronda Hídrica (Cauce, faja paralela y área de protección o conservación aferente) de los humedales han venido siendo apropiadas progresivamente por los predios colindantes, para realizar actividades de pastoreo, explotación agrícola, invernaderos, vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos, tanto en las zonas de ronda como en las zonas acuáticas de los humedales.

2.5 ASPECTOS MEDIO ABIÓTICO

2.5.1 CLIMA

La caracterización climatológica del área de estudio se realizó con la información disponible de las estaciones del IDEAM o de aquellas entidades o empresas debidamente autorizadas para la operación de estaciones meteorológicas.

La selección de las estaciones meteorológicas obedeció principalmente a la relación de entorno fisiográfico e hidrográfico, a la proximidad respecto al área de estudio y la disponibilidad de datos del operador. Los registros fueron obtenidos de las siguientes entidades:

- Red Meteorológica del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2017).
- Red Meteorológica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR, 2017).
- Red Meteorológica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB, 2017).

Considerando que se seleccionaron estaciones cubriendo toda el área de estudio con un mínimo de registro de mediciones de cinco años registrados, homogeneidad respecto a sus alturas de ubicación y observaciones en lo posible comunes, se tomaron como base las estaciones indicadas en la Tabla 2-14, Figura 2-16 y Anexo C Clima - C1 Estaciones Climáticas (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Zonificación Climática - APMHTG_PMA_ZCL).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 14. Localización de estaciones meteorológicas próximas al área de estudio.

| Fuente | Nombre Estación | Código | Tipo | Coordenadas* | | Altitud (m.s.n.m.) | Periodo |
|--------|------------------------|------------------|------|--------------|-----------|-----------------------|-------------|
| | | | | Este | Norte | | |
| CAR | Guaymaral | 21205590 | CP | 100889,99 | 124469,54 | 2560 | 1966 – 2014 |
| | Torca | 2120077 | PM | 1005320 | 1021800 | 2579 | 1971 – 2014 |
| EAAB | Serrezuela | 2120202 | PG | 1007000 | 1018600 | 2800 | 1990 – 2015 |
| | La Conejera | 2120208 | PG | 1000500 | 1019500 | 2500 | 1990 – 2015 |
| | La Caro | 2120531 | PG | 1005790 | 1029050 | 2560 | 1990 – 2015 |
| | Cerro Suba | 20031 (P-001) | PG | 999354 | 1013321 | 2691 | 1946 – 2016 |
| | Contador | 20065 (P-011) | PG | 1004901 | 1013322 | 2597 | 1958 – 2000 |
| IDEAM | C. Univ.Agrop-UDCA | 21206260 | CO | 103085,09 | 122392,50 | 2570 | 1990 – 2017 |
| | Col. Miguel A. Caro | 21206690 | CO | 1005146 | 1023992 | 2700 | 2002 – 2017 |
| | Nueva Generación | 21206050 | CP | 98134,45 | 120575,84 | 2590 | 2001 – 2017 |
| | Escuela Col Ingeniería | 21206050 | CP | 103054,50 | 120699,29 | 2582 | 1984 – 2007 |

*Sistema de Referencia de Coordenadas Magna – Sirgas – con Proyección Plana Cartesiana Ciudad De Bogotá, CO: Estación Climatología Ordinaria, CP: Estación Climatológica Principal, PM: Estación Pluviométrica, PG: Estación Pluviográfica.

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM (2017), EAAB ESP (2017) y CAR (2017).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

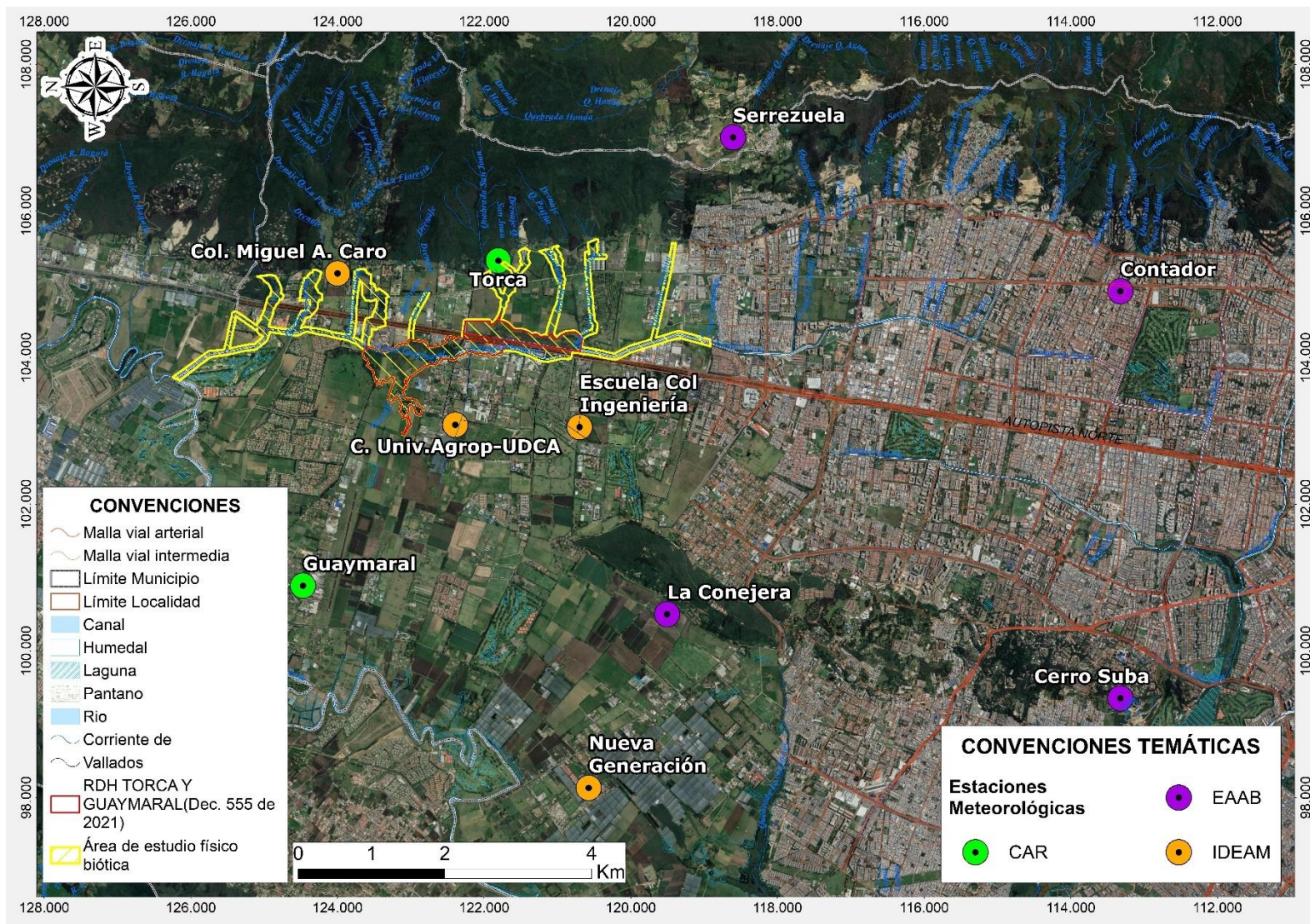


Figura 2- 16. Ubicación espacial de estaciones meteorológicas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se presenta el comportamiento general del clima en el área de estudio.

• Temperatura

El principal condicionante de la temperatura es el gradiente altitudinal que marca las mayores variaciones de temperatura en Colombia. Por otra parte, variables como la nubosidad o las precipitaciones marcan variaciones ligeras en la temperatura de tal forma que el patrón anual de esta suele seguir un comportamiento inverso a las precipitaciones.

Según la información registrada por las estaciones en evaluación, se concluye que la temperatura promedio de la región fluctúa entre los 12 y 14,5 °C, que corresponde al piso térmico frío, correspondiente al rango altitudinal que está entre los 2000 y 3000 m.s.n.m.

Como se puede apreciar en la Figura 2-17, a lo largo del año la temperatura fluctúa entre el rango de 13 y 14 °C, algo que aunque es constante no es representativo, en el primer trimestre del año se presentan temperaturas medias de 13,8 °C, posteriormente desde el mes de mayo hasta el mes de julio se presenta una disminución en la temperatura hasta obtener un valor promedio de 13 °C, y en el mes de agosto, comienza a aumentar la temperatura paulatinamente hasta el mes de diciembre.

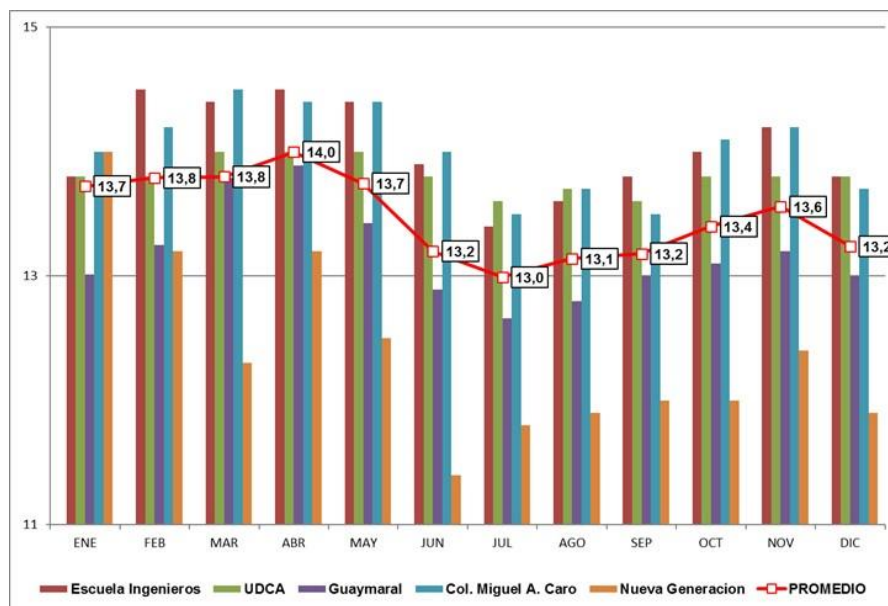


Figura 2- 17. Valores de temperatura media promedio mensual multianual.

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM (2017), EAAB ESP (2017) y CAR (2017).

• Distribución espacial de la temperatura

A partir del gradiente altitudinal se generó el mapa de isotermas para el área del proyecto, el cual representa la distribución espacial de la temperatura. El procedimiento de análisis de distribución espacial se resume de la siguiente manera:

- Determinación de la temperatura media mensual multianual por cada estación y
- Determinación del gradiente altitudinal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Cálculo de los nuevos valores de temperatura a una altitud determinada usando el gradiente altitudinal calculado.
- Interpolación de los datos de temperatura considerando la altitud de un Modelo de Elevación Digital (DEM) para aplicar las fórmulas de uso Ráster Calculator del ArcGIS. El método de interpolación utilizado fue el de Regresión Lineal.

En la figura 2-18, se observa que las mayores temperaturas del aire en superficie se presentan hacia el norte de los humedales de Torca y Guaymaral, en tanto que las más bajas, al oriente del área de estudio.

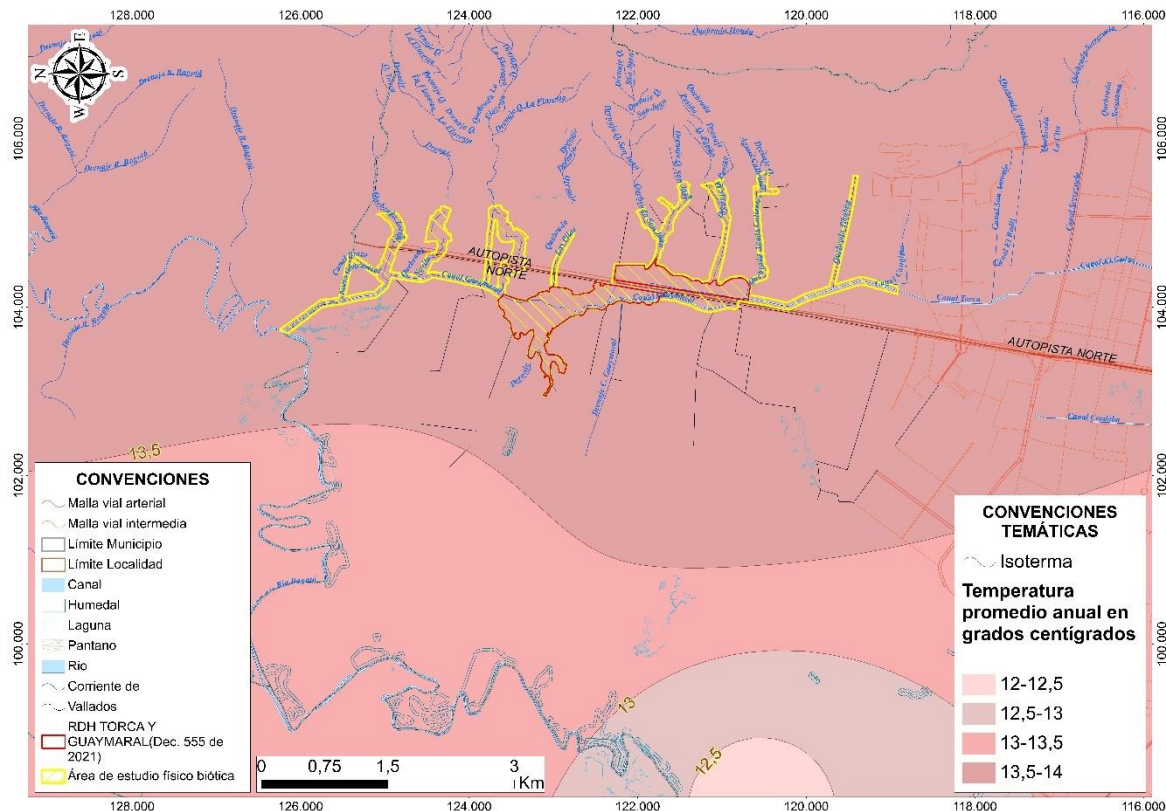


Figura 2- 18. Distribución espacial de la temperatura (°C/año).

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM (2017), EAAB ESP (2017) y CAR (2017).

• Precipitación

La precipitación es uno de los caracteres más definitorios para el clima de una región. Es el principal factor controlador del ciclo hidrológico en una zona, así como del paisaje y usos del suelo. A continuación, se desarrolla la descripción de la precipitación media mensual y multianual, precipitación máxima en 24 horas y número de días de lluvia, a partir de los datos reportados en las estaciones consideradas.

• Precipitación total

A partir de los datos registrados de precipitación, se evidencia que la zona analizada presenta un régimen Bimodal de precipitación, con dos épocas lluviosas y dos secas al año.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La primera época seca entre diciembre y febrero, la primera época lluviosa va de marzo a mayo, la segunda época seca de junio a septiembre y la segunda época lluviosa de octubre a noviembre.

El periodo húmedo registra valores que oscilan entre 86,5 y 114,8 mm, el periodo Seco registra valores que oscilan entre 45,8 y 63,9, el mes con el valor más alto de precipitación es abril (141,1 mm); en contraste el mes de enero presenta los menores valores de precipitación (32,5 mm) (Ver Figura 2-19).

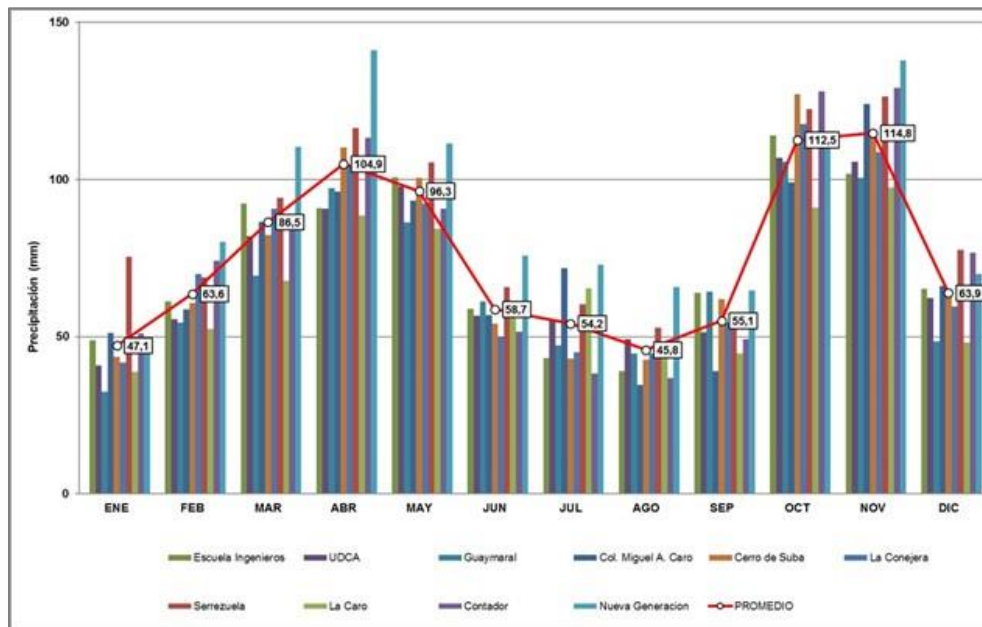


Figura 2- 19. Precipitación mensual multianual.

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

Por otro lado, el valor promedio de la precipitación total multianual es de 903,37 mm, de las 11 estaciones consideradas para el proyecto la que presenta mayor precipitación total multianual es la estación Nueva Generación con 1090,5 mm y la que presenta menor precipitación es la estación de la Caro con 783.4 mm, la precipitación se comporta de manera uniforme en todas las estaciones, siendo 307,10 mm la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo (Ver Figura 2-20).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

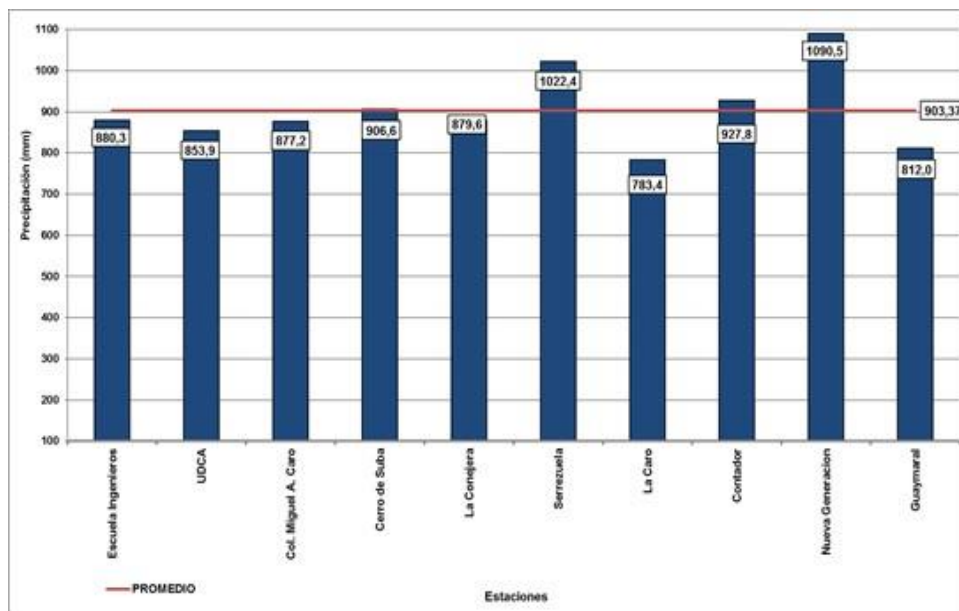


Figura 2- 20. Precipitación total multianual.

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Distribución espacial de la precipitación total anual**

El análisis espacial de la lluvia tiene como objeto no solo determinar la manera como se distribuyen los valores registrados a lo largo de un área o superficie determinadas, sino el de establecer las relaciones existentes entre estos valores (tomados en las diferentes estaciones) y los factores representativos de la región (orografía, cobertura, fuentes hídricas) que los determinan.

Partiendo de la base que la lluvia no cae con igual intensidad ni frecuencia sobre todos los puntos de la tierra, con la información suministrada por cada una de las estaciones y con la ayuda de la extrapolación de datos, se busca establecer el comportamiento de la precipitación en el área de estudio.

Para determinar la distribución espacial de las lluvias, se realizó el trazo de las isohietas, tomando los totales medios multianuales de las estaciones que conforman la red seleccionada y las curvas de nivel donde están ubicadas las mismas. La distribución espacial de la lluvia expresada en mm al año se representa en la Figura 2-21, para el área de estudio. Allí se observa que los rangos de precipitación total anual oscilan entre 800 y 1.100 mm.

El procedimiento de análisis de distribución espacial se resume de la siguiente manera:

- Selección de estaciones de registro del IDEAM, EAAB ESP y CAR.
- Determinación de la precipitación total anual por cada estación
- Generación de modelos espaciales de distribución, empleando métodos de interpolación como Spline, IDW2 y Kriging Ordinario. Para el caso, el método que mejores resultados produjo fue el de Kriging Ordinario.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Figura 2- 21. Distribución espacial de la precipitación (mm/año).

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Número de días de lluvia**

El número de días de precipitación representa la cantidad de días en el mes en los que ocurrió por lo menos un evento de precipitación, sin importar su magnitud. Los meses con mayores precipitaciones corresponden a los que presentan mayor número de días de precipitación.

En la Figura 2-22 se observa que el número de días de lluvia promedio multianual para el área de estudio es de 184, siendo diciembre y enero, meses con menos días de lluvia (8 días) y mayo el mes con más días de lluvia (24 días). Por otro lado, se tiene que la estación de Escuela de ingenieros presenta el mayor número de días de lluvias al año en relación con las otras estaciones consideradas para esta zona con un valor de 225 días, de manera opuesta, la estación UDCA registra el menor número de días de lluvia al año, con un valor de 163 días.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

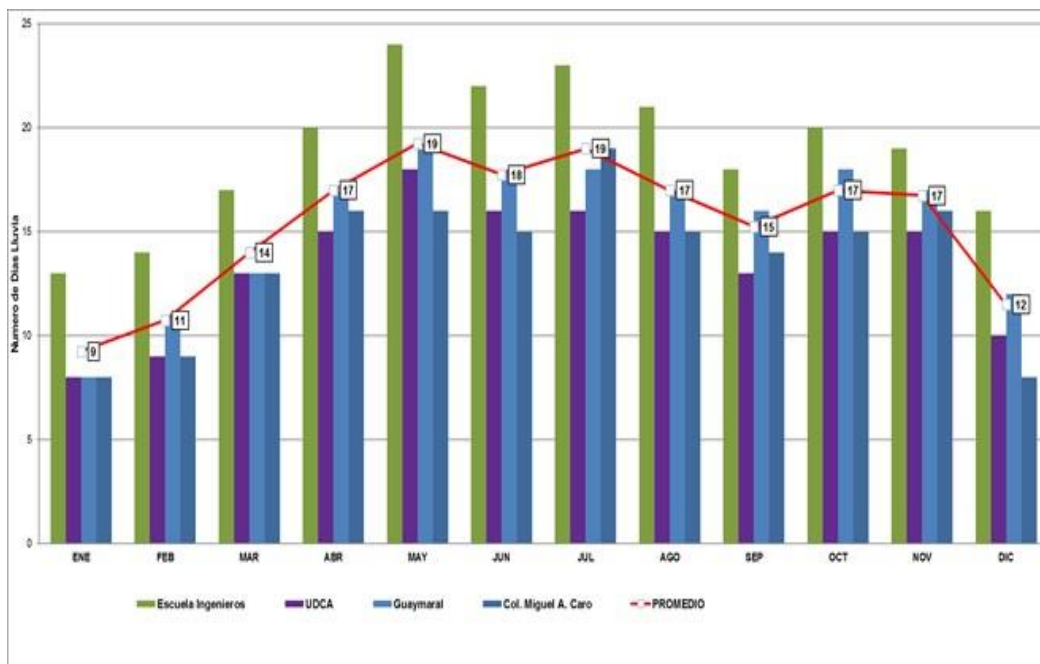


Figura 2- 22. Número de días de lluvia. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Valores máximos de lluvia en 24 horas**

La precipitación máxima en 24 horas es útil para comprender los procesos erosivos y la generación de caudales máximos en un área, siendo la mayor cantidad de lluvia que cae en un solo día.

A continuación, se presentan los valores máximos de precipitación en 24 horas registrados al mes en las estaciones analizadas. Para el área de estudio, el valor máximo (medio mensual multianual) registrado de precipitación en 24 horas fue de 32,5 mm durante el mes de octubre en la Estación Climática Serrezuela. (Ve Figura 2-23).

De todas las estaciones consideradas, las estaciones que presentaron valores promedio (multianual) por encima de los 20 mm fue la estación de Escuela de Ingenieros, La Conejera, Serrezuela y Contador, lo que permite deducir que en el área de Estudio de estas estaciones los eventos de precipitación no son tan intensos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

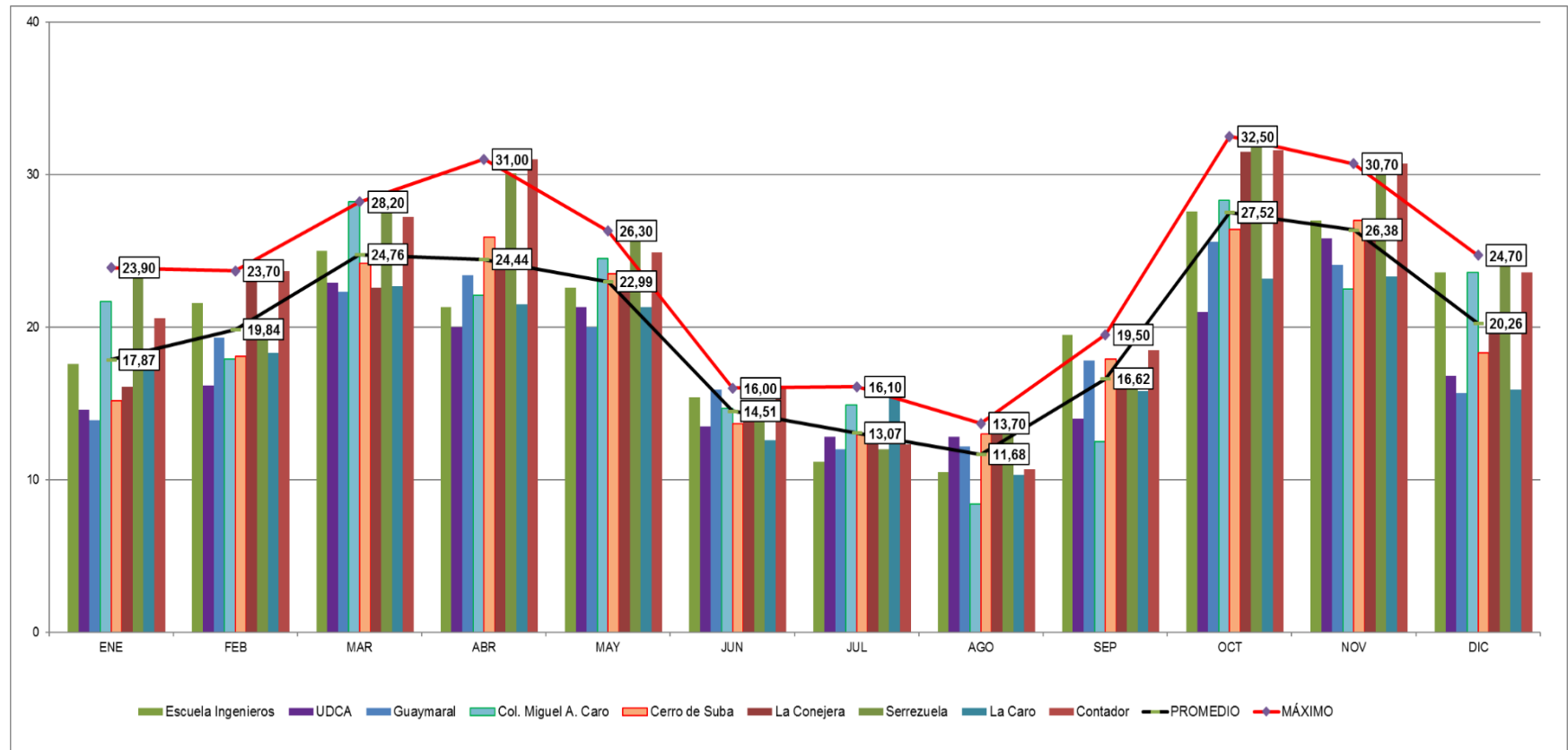


Figura 2- 23. Valores Máximos de lluvia en 24 horas. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM (2017), EAAB (2017) y SDA (2017).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Presión atmosférica

La presión atmosférica está asociada al peso del aire que se encuentra sobre un punto determinado, por lo tanto, la presión atmosférica está directamente relacionada con la altura sobre el nivel medio del mar. Teniendo en cuenta lo anterior y conociendo la altura de las estaciones analizadas, se aplicó la ecuación para estimación de la presión atmosférica establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO):

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.006z}{293} \right)^{5.26}$$

Dónde:

P: Presión atmosférica (kPa)
Z: Elevación sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

Para el análisis de la presión atmosférica en el área de estudio se presenta la Tabla 2-15 y la Figura 2-24. A partir de los resultados se observa la relación inversa de la presión atmosférica con la altura:

Tabla 2- 15. Valores de presión atmosférica en el área de estudio.

| Estación | Altura (m.s.n.m) | P (kPa) |
|------------------------|------------------|--------------|
| Guaymaral | 2560 | 74.48 |
| Torca | 2579 | 74.31 |
| Serrezuela | 2800 | 72.30 |
| La Conejera | 2500 | 75.04 |
| La Caro | 2560 | 74.48 |
| Cerro Suba | 2691 | 73.28 |
| Contador | 2597 | 74.14 |
| C. Univ.Agrop-UDCA | 2570 | 74.39 |
| Col. Miguel A. Caro | 2700 | 73.20 |
| Nueva Generación | 2590 | 74.20 |
| Escuela Col Ingeniería | 2582 | 74.28 |
| Promedio | | 74.01 |

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

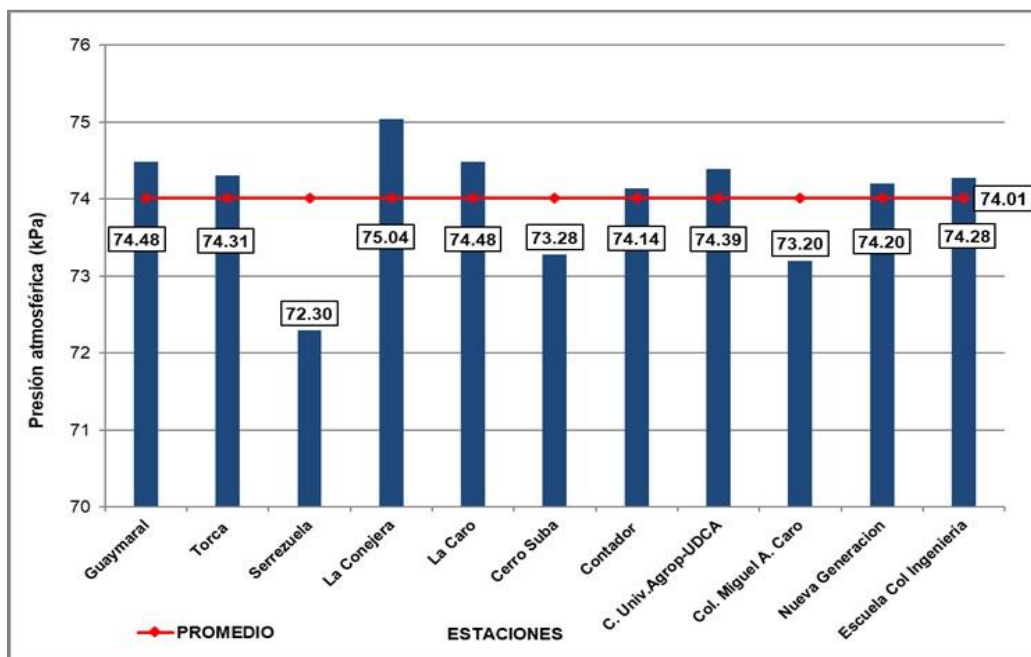


Figura 2- 24. Valores de presión atmosférica (mm Hg). Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Humedad relativa**

El término humedad se emplea para designar la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen dado de aire. El agua está mezclada con aire de forma homogénea en el estado gaseoso. Al igual que cualquier sustancia, el aire tiene una capacidad limitada de absorción que se conoce como saturación. Por debajo del punto de saturación, el aire húmedo no se distingue a simple vista del aire seco, es absolutamente incoloro y transparente; sobre el límite de saturación, la cantidad de agua en exceso se precipita ya sea en forma de neblina o bien como pequeñas gotas de lluvia.

En la Figura 2-25 se observa que las estaciones de análisis presentaron una humedad relativa total promedio de 81%. El comportamiento de la humedad relativa promedio en su serie histórica presenta los niveles más bajos en el mes de junio con un valor de 46%. Por otra parte, se presentan los registros más altos en el mes de mayo con valores promedio de 96%. La variación de la humedad relativa a lo largo de los meses de la serie histórica no presenta una variabilidad del superior del 20%.

Adicionalmente analizando la información individualmente por estación encontramos la siguiente: la estación de la Universidad UDCA el promedio multianual más alto (95%); en contraste, la estación de Guaymaral posee el promedio multianual más bajo (59%).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

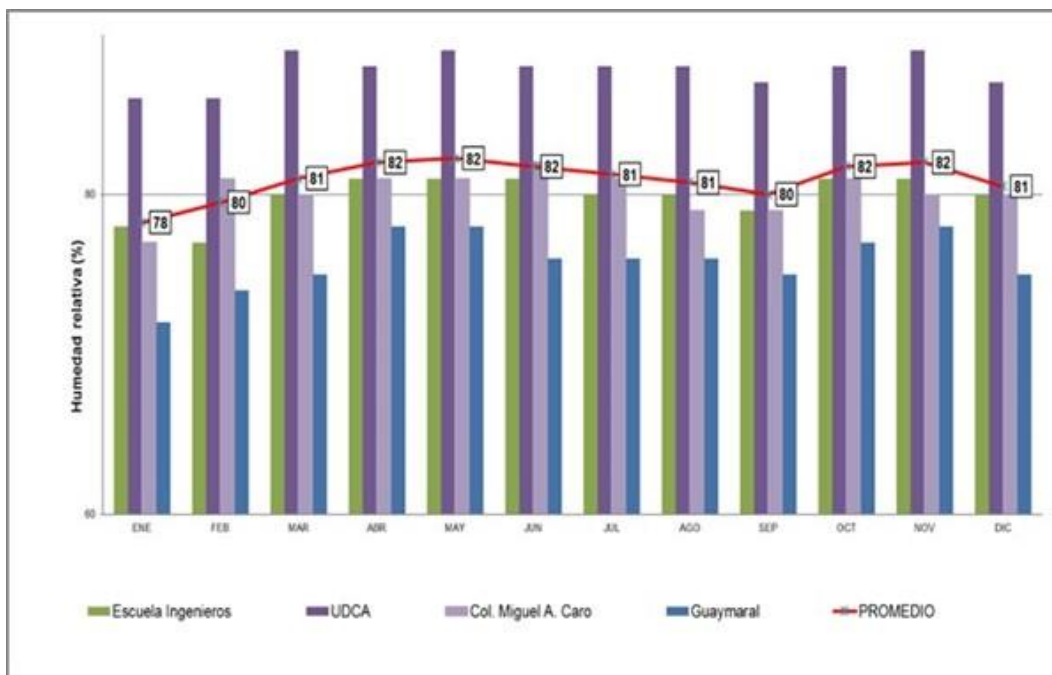


Figura 2- 25. Distribución media mensual multianual de la humedad relativa. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

A partir de la información suministrada por las estaciones próximas al área de estudio, se puede observar en la Figura 2-25, los valores medios mensuales multianuales promedios de humedad relativa en las 5 estaciones seleccionadas varían en un rango de entre 78% y 82%.

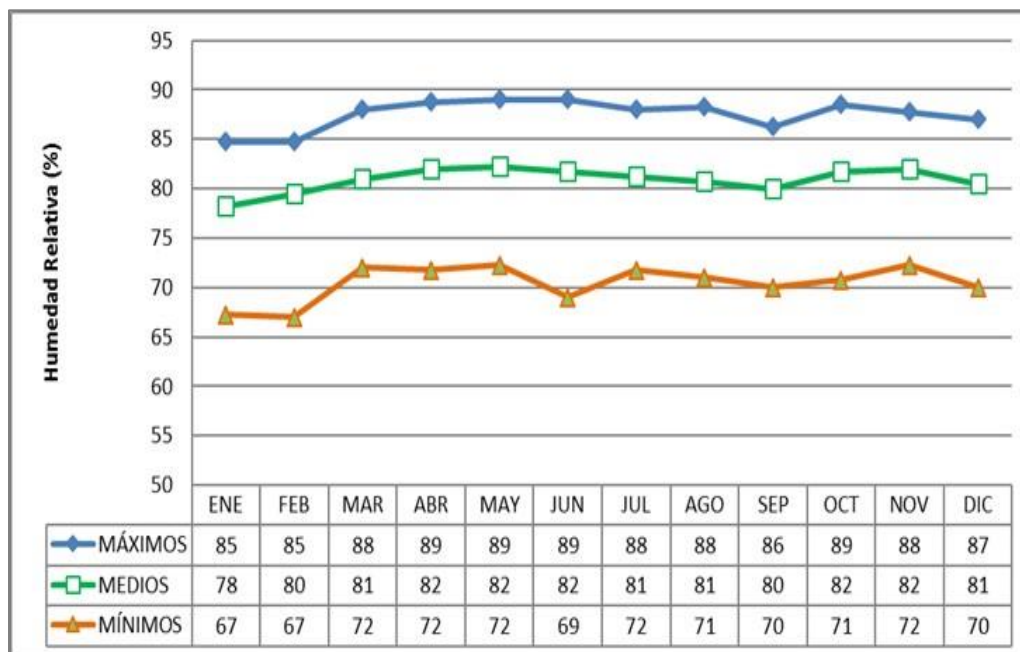


Figura 2- 26. Distribución máxima, media y mínima de la humedad relativa. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Viento**

Con base en el informe anual de calidad del aire en Bogotá de 2017, en el ítem de meteorología, se tomó como información secundaria la información presentada para la variable del clima, esto debido a que son los datos más recientes que se tienen dentro del área de estudio.

Conforme lo establecido en el documento técnico de soporte del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca, establecido mediante Decreto No. 088 del 03 de marzo de 2017, en el área norte de la ciudad de Bogotá los vientos tienen velocidades promedias de 1,1 m/s a 1,4 m/s, así como velocidades máximas de 2,7 m/s a 3,2 m/s, asociadas a las variaciones climatológicas en las épocas de lluvia en la región. Así mismo se puede observar que para la zona norte el viento proviene en general de la vertiente sur de los Cerros Orientales, lo cual es producto de los vientos alisios del noreste en Colombia.

En 2017 la velocidad del viento presentó una distribución espacial donde se puede evidenciar un patrón de velocidades del viento caracterizado por presentar mayores velocidades hacia el sector suroccidental con un predominio de la componente sur y suroccidental; vientos del este con velocidades más bajas que el suroccidente, pero persistentes, y vientos débiles en los extremos norte y sur de esta que tienden a confluir en el centro geográfico de la ciudad. Cabe anotar que este patrón no siempre se repite, pero es predominante, y es el que, en gran parte del año, hace favorable la remoción de la carga contaminante emitida a la atmósfera local por las actividades antrópicas en la ciudad o las que son introducidas desde fuentes externas al Distrito. Específicamente para la estación de Guaymaral se presentan vientos más débiles en comparación a las otras estaciones de la red de monitoreo, como se puede observar en la Tabla 2-16 y la Figura 2-27 al pasar de los años ha ido disminuyendo la velocidad del viento en el área noroccidental de Bogotá.

Tabla 2- 16. Velocidad promedio anual del viento estación Guaymaral y Usaquén.

| Estación | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Prom. |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Guaymaral | 1,1 | 1,2 | 1,3 | | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,0 |
| Usaquén | 1,8 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,4 |
| Suba | 1,5 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 1,4 | 1,3 | 1,5 |

Fuente: RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

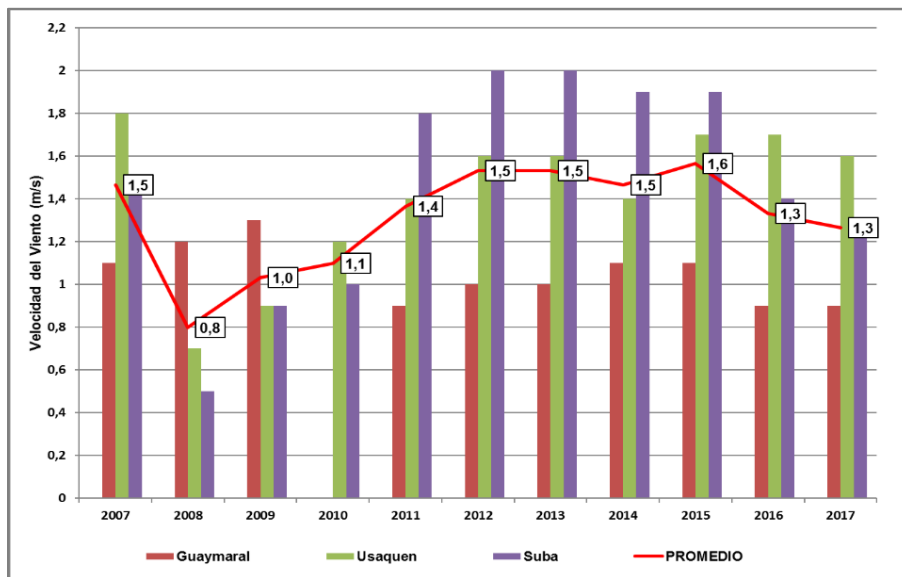


Figura 2- 27. Velocidad promedio anual del viento estación Guaymaral. Fuente: Elaboración propia, RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

- **Comportamiento de la dirección del viento**

A continuación, en las rosas de vientos, se resume el comportamiento de la dirección predominante para la estación Guaymaral, Suba y Usaquén, las cuales pese a representar una instantánea del ciclo anual, ofrecen un panorama de la predominancia o frecuencia de la dirección los vientos durante todo el año. En general, en 2017 hacia el norte de la ciudad de Bogotá, predominaron los vientos del norte hacia el flanco noroccidental y del este en vecindad de los Cerros Orientales, el porcentaje de ocurrencia de vientos del norte fue entre el 8 a 10%.

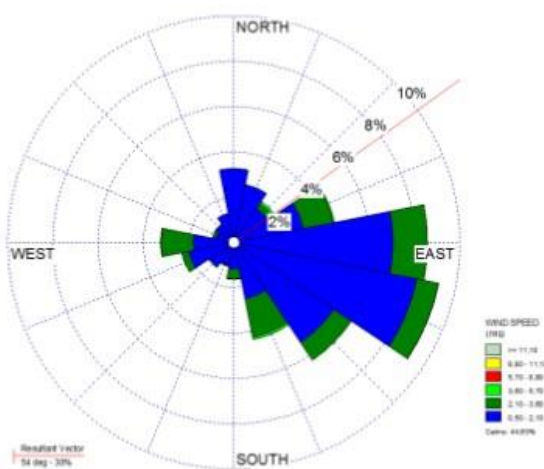


Figura 2- 28. Rosa de vientos – estación Guaymaral – año 2017. Fuente: RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

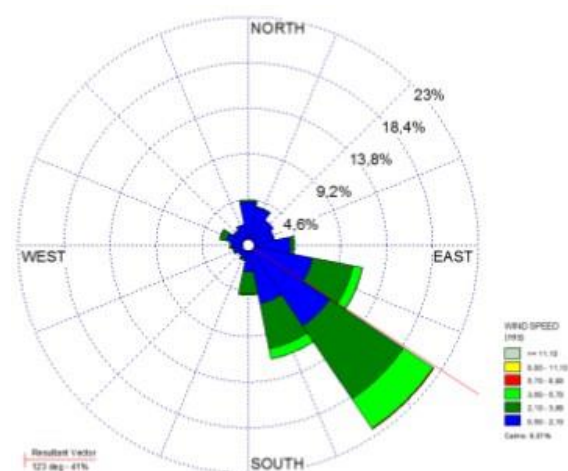


Figura 2- 29. Rosa de vientos – estación Usaquén – año 2017. Fuente: RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

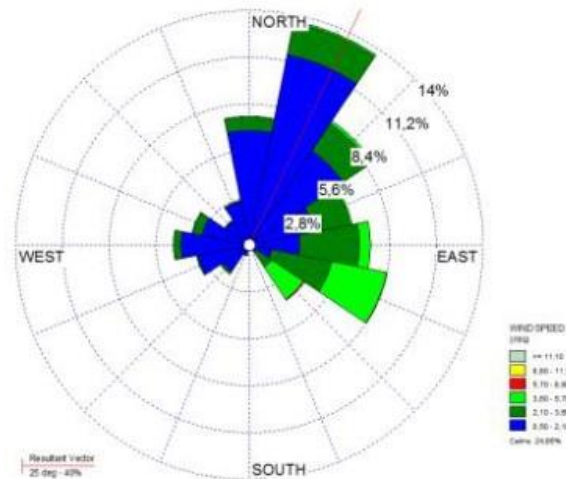


Figura 2- 30. Rosa de vientos – estación Usaquén – año 2017. Fuente: RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017Fuente: RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

- **Variación horaria de la velocidad y dirección del viento**

A modo de resumen, la Tabla 2-17 recopila el comportamiento promedio anual de la dirección y velocidad del viento en diferentes fracciones del día, y de donde se puede concluir que las velocidades más bajas ocurrieron entre las horas de la madrugada y la noche, como es normal, y las más altas en la mañana y la tarde. Así mismo, se puede observar la ocurrencia de las direcciones del viento promedio, dependiendo de la fracción del día analizada. Cabe anotar que el cálculo de la dirección media del viento es el resultado de un promedio vectorial.

Tabla 2- 17. Comportamiento de la velocidad y dirección del viento por fracciones del día.

| Estación | Velocidad Promedio del Viento (m/s) | | | | Dirección Promedio del Viento (°) | | | |
|-----------|-------------------------------------|--------|-------|-------|-----------------------------------|--------|-------|-------|
| | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche | Madrugada | Mañana | Tarde | Noche |
| Guaymaral | 0,3 | 0,9 | 1,6 | 0,5 | 15 | 49 | 138 | 60 |
| Usaquén | 1,1 | 1,5 | 2,3 | 1,6 | 94 | 110 | 153 | 122 |
| Suba | 0,6 | 1,7 | 2,2 | 0,8 | 12 | 33 | 118 | 2 |

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

- **Radiación y brillo solar**

La radiación solar es la energía emitida por el sol que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. Los niveles de radiación en la superficie dependen de varios factores como son: la posición del sol, la altitud, la latitud, el cubrimiento de las nubes, la cantidad de ozono en la atmósfera y la reflexión terrestre. De con los registros de la RMCAB, en la Tabla 2-18 se resume la cantidad de energía acumulada de la estación Guaymaral por cada año en W/m² desde 2009 hasta 2017. Según la información, la mayor cantidad de radiación solar se recibió en 2016, el año más caliente que se ha reportado en la última década; mientras que durante los años 2010 y 2011, se

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

presentó uno de los episodios de La Niña más intensos de la última década, lo que probablemente representó mayor cobertura de la bóveda celeste y, en consecuencia, bloqueo del ingreso de radiación solar entrante, ocasionando una disminución en la cantidad de energía recibida en la ciudad (Figura 2-31).

Tabla 2- 18. Radiación solar acumulada anual en GW-año/m² periodo 2009-2017 estación Guaymaral.

| Estación | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Guaymaral | 1.634 | N. A | 1.364 | 1.582 | 1.552 | 1.506 | 1.487 | 1.682 | 1.642 |

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire. Año 2017.

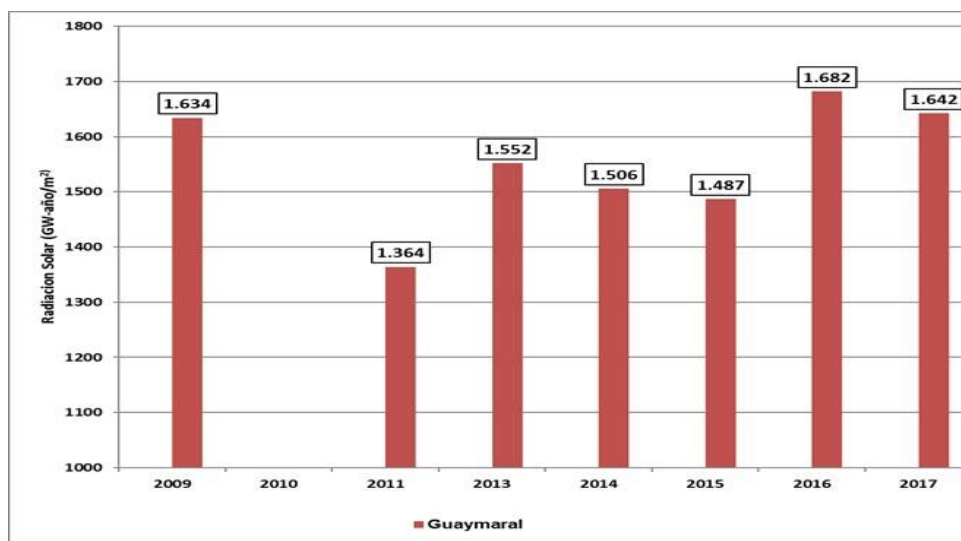


Figura 2- 31. Radiación solar anual estación Guaymaral. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información RMCAB. Informe Anual de Calidad del Aire, 2017.

Además de lo anterior, el brillo solar corresponde al número de horas que en promedio durante un día de cada mes o año se puede observar el sol en el cielo. Este parámetro disponible en horas para las estaciones meteorológicas, junto con la radiación solar, es una medida útil para determinar la energía solar disponible en un área específica, y se encuentra inversamente relacionado con la nubosidad y precipitación.

Para las estaciones cercanas al área de estudio se registran los datos relacionados en la Figura 2-32, en esta se observa que el valor medio de brillo solar es de 105,84 horas para la estación Escuela de Ingenieros, 99,81 horas para la estación UDCA y 142,42 horas para la estación Guaymaral.

Asociado con la precipitación, el brillo solar se caracteriza también por una distribución con dos periodos de valores máximos relativos y dos de mínimos relativos, Estudiado ese tipo de distribución por los desplazamientos de la Zona de Confluencia Intertropical (Figura 2-32). Esta situación genera dos épocas de gran intensidad de brillo solar, a saber: los meses de junio y julio, y de diciembre, enero y febrero.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

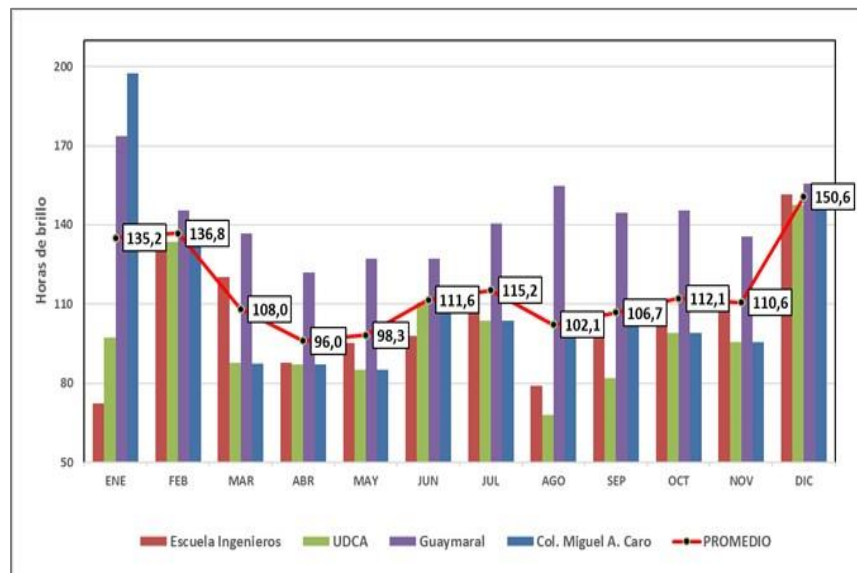


Figura 2- 32. Valores de brillo solar en las estaciones cercanas al área de estudio. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Nubosidad**

Las nubes desempeñan una función muy importante ya que modifican la distribución de calor solar sobre la superficie terrestre y en la atmósfera, a través de la reflexión de la radiación solar incidente y la radiación emitida por la superficie de la tierra. Al igual que la radiación solar, este parámetro también determina la energía disponible y, por ende, la evaporación y el balance hídrico de un área específica.

La nubosidad es medida en octas; una octa representa un octavo de la bóveda celeste cubierto de nubes. Los valores medios mensuales multianuales para las estaciones analizadas cercanas a la zona de estudio se muestran en la Figura 2-32. Durante las épocas de lluvia la nubosidad aumenta haciendo que disminuya la cantidad de radiación sobre la superficie, lo que se ve reflejado en una disminución térmica del aire en superficie. El enfriamiento del aire, debido a las lluvias y el decrecimiento de los valores de radiación, dan como resultado un aumento de la humedad del aire, condición que determina la disminución de los procesos de evaporación.

Para las estaciones cercanas al área de Estudio, se observa que la cobertura promedio del cielo varía entre 5 octas y 7 octas durante el año, y se identifica que no hay una variación significativa en la nubosidad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

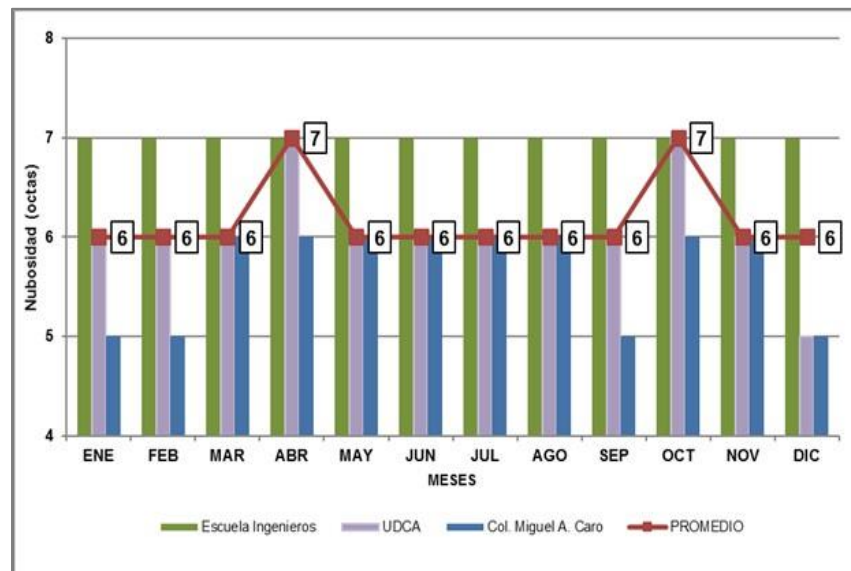


Figura 2- 33. Nubosidad media mensual multianual. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

- **Evaporación**

La evaporación es la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición. La transferencia del agua desde la superficie terrestre a la atmósfera se efectúa por tres procesos diferentes: por evaporación del agua líquida, por sublimación del hielo y por transpiración de las plantas. La evaporación se produce a partir de superficies de agua o de superficies sólidas húmedas, como ocurre con el suelo. La sublimación es la transformación directa en vapor de agua del hielo o de la nieve (IDEAM, 2005).

De acuerdo con los registros de evaporación mostrado en la Figura 2-34, se observa para las estaciones analizadas un comportamiento de la evaporación con un valor máximo en el primer trimestre del año con valores de (84,5 a 89 mm).

Por otra parte, la estación de Guaymaral en el mes de junio es la que reporta los valores más bajos de evaporación con 64,6 mm, y el valor promedio total más alto lo registra la estación de Escuela de ingenieros con un valor de 98 mm en el mes de enero. Esto se correlaciona con los valores de temperatura y radiación solar, y los niveles de humedad relativa que reflejan la capacidad del aire para recibir agua en forma de vapor. De esta manera se infiere que el comportamiento de la evaporación es inverso a la precipitación y a la humedad relativa. Con respecto al brillo solar y a la baja presencia de nubes en los periodos secos del año existe una tendencia equivalente.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

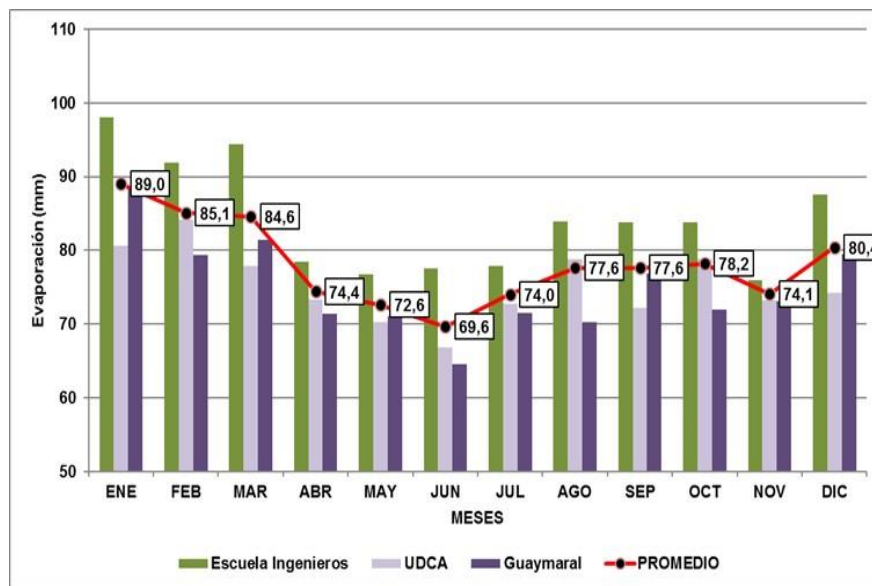


Figura 2- 34. Valores de evaporación en las estaciones cercanas al área de estudio. Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM, 2017; EAAB-ESP, 2017; CAR, 2017.

2.5.1.1 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

En el capítulo 1, se presenta la metodología que se utilizó para procesar la zonificación climática. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Zonificación Climática - APMHTG_PMA_ _ZCL).

- **Índices de disponibilidad hídrica**

Los siguientes son los índices de disponibilidad hídrica, calculados para el área de estudio (Tabla 2-19 a Tabla 2-23 y Figura 2-35 a Figura 2-39).

Tabla 2- 19. Índice de disponibilidad hídrica – estación escuela de Ingenieros.

| Parámetro | Resultado |
|-------------------------------|--------------------|
| Índice de Humedad (Ih) | 25,96 |
| Índice de Aridez (Ia) | 0 |
| Índice de Humedad Global (Im) | 25,96 |
| Tipo Climático | Ligeramente Húmedo |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

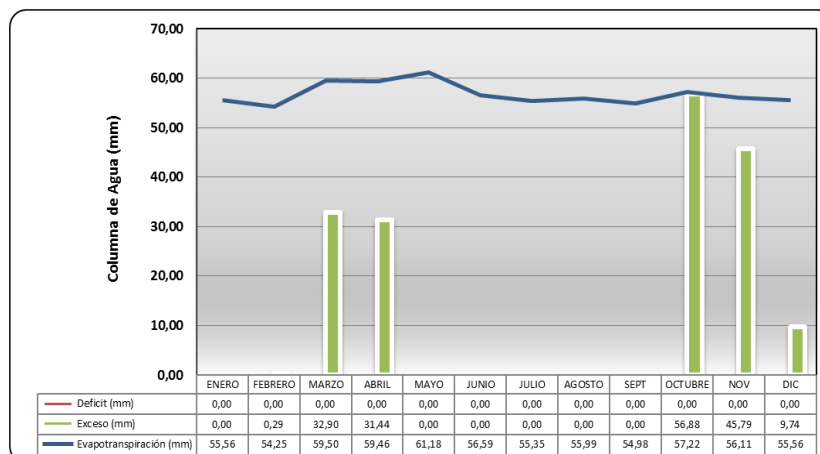


Figura 2- 35. Índice de disponibilidad hídrica – estación Escuela de Ingenieros. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 20. Índice de disponibilidad hídrica – estación UDCA.

| Parámetro | Resultado |
|-------------------------------|------------|
| Índice de Humedad (Ih) | 16,67 |
| Índice de Aridez (Ia) | 0 |
| Índice de Humedad Global (Im) | 16,67 |
| Tipo Climático | Sub Húmedo |

Fuente: Elaboración propia.

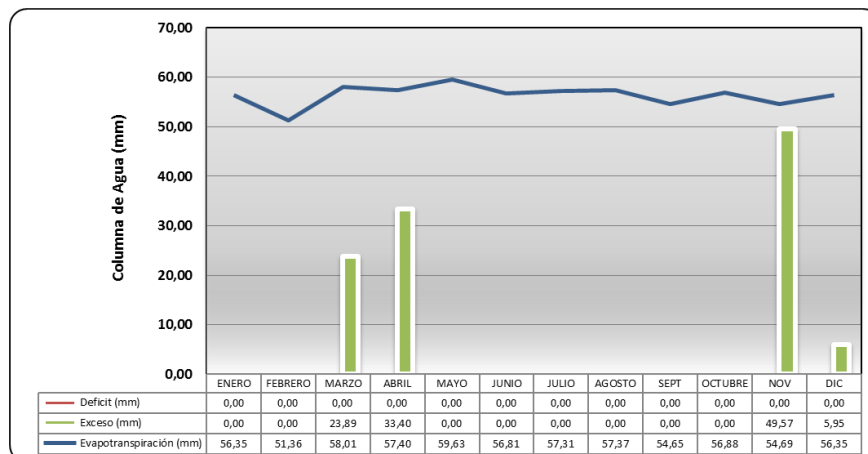


Figura 2- 36. Índice de disponibilidad hídrica – estación UDCA. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 21. Índice de disponibilidad hídrica – estación Guaymaral.

| Parámetro | Resultado |
|-------------------------------|--------------------|
| Índice de Humedad (Ih) | 21,98 |
| Índice de Aridez (Ia) | 0 |
| Índice de Humedad Global (Im) | 21,98 |
| Tipo Climático | Ligeramente Húmedo |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

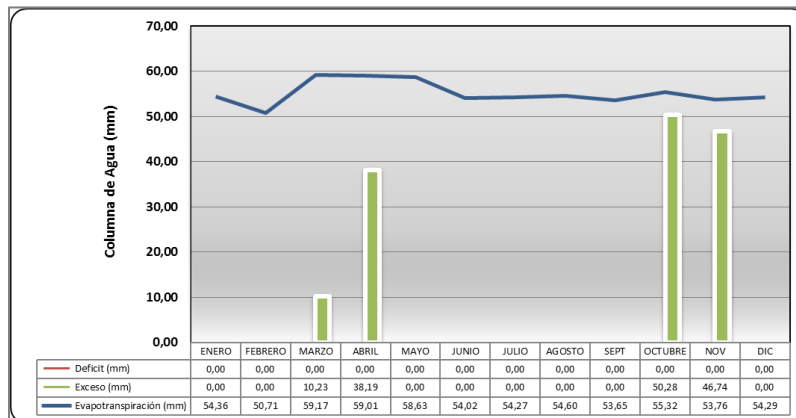


Figura 2- 37. Índice de disponibilidad hídrica – estación Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 22. Índice de disponibilidad hídrica – estación Col. Miguel A. Caro.

| Parámetro | Resultado |
|-------------------------------|----------------------|
| Índice de Humedad (Ih) | 56,59 |
| Índice de Aridez (Ia) | 0 |
| Índice de Humedad Global (Im) | 56,59 |
| Tipo Climático | Moderadamente Húmedo |

Fuente: Elaboración propia.

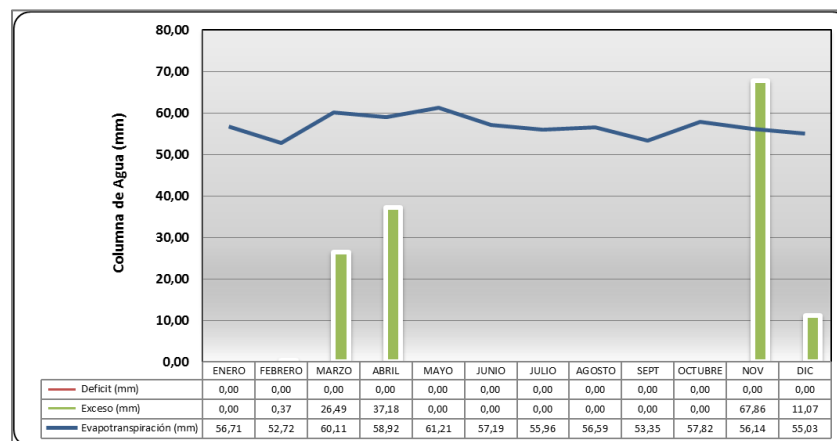


Figura 2- 38. Índice de disponibilidad hídrica – estación Col. Miguel A. Caro. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 23. Índice de disponibilidad hídrica – estación Nueva Generación.

| Parámetro | Resultado |
|-------------------------------|----------------------|
| Índice de Humedad (Ih) | 56,59 |
| Índice de Aridez (Ia) | 0 |
| Índice de Humedad Global (Im) | 56,59 |
| Tipo Climático | Moderadamente Húmedo |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

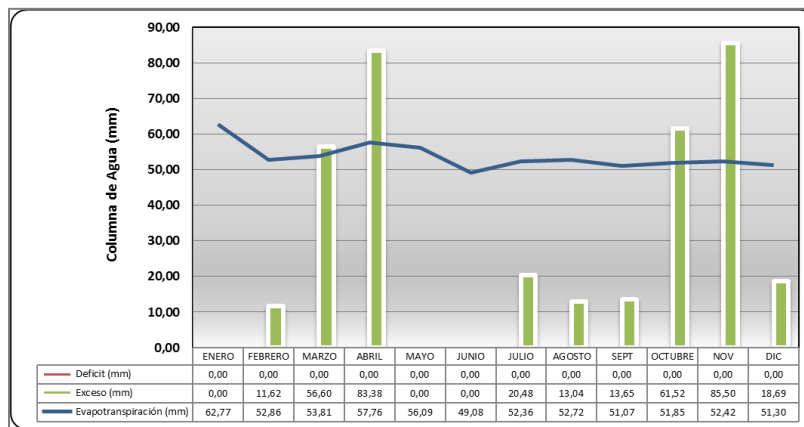


Figura 2- 39. Índice de disponibilidad hídrica – estación Nueva Generación. Fuente: Elaboración propia.

En función de estas variables se llegó a una descripción de la diversidad climática: predominan los climas Ligeramente Húmedo y SubHúmedo; este último específicamente para el área de los humedales de Torca y Guaymaral, sector occidental (ver Figura 2-39 y Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Zonificación Climática - APMHTG_PMA_ _ZCL).

Acorde con lo anterior, y con respecto al área de estudio se tiene que en una cobertura aproximada del 8,44% (20,85 ha) se presenta el clima SubHúmedo Húmedo (C2) asociado a un índice de humedad con un valor entre 0,1 a 20, localizado hacia la zona occidental, por otra parte, en el 91,56% (226,08 ha) restante del área de estudio se presenta el clima Ligeramente Húmedo (B1) asociado a un índice de humedad con un valor entre 20,1 a 40. En lo que corresponde específicamente a los humedales de Torca y Guaymaral, en el 26,08% (20,85 ha) del área se presenta el clima SubHúmedo Húmedo (C2) localizado hacia la zona noroccidental del área protegida, y en el 73,92% (59,08 ha) restante de los humedales se presenta el clima Ligeramente Húmedo (B1) asociado a un índice de humedad con un valor entre 20,1 a 40 (ver Figura 2-40).

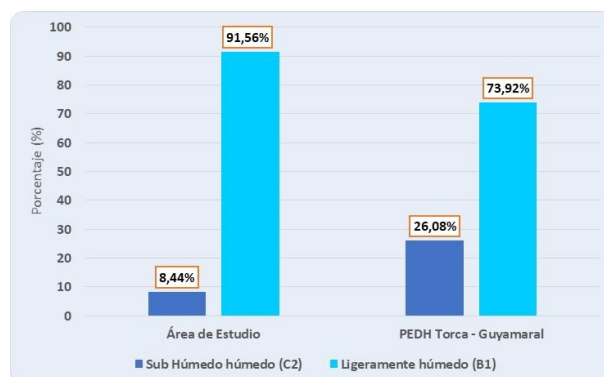


Figura 2- 40. Distribución de la Zonificación Climática en los humedales de Torca y Guaymaral y Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Figura 2-40 se relacionan los valores máximos, medios y mínimos de cada una de las variables climáticas estudiadas en el presente capítulo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

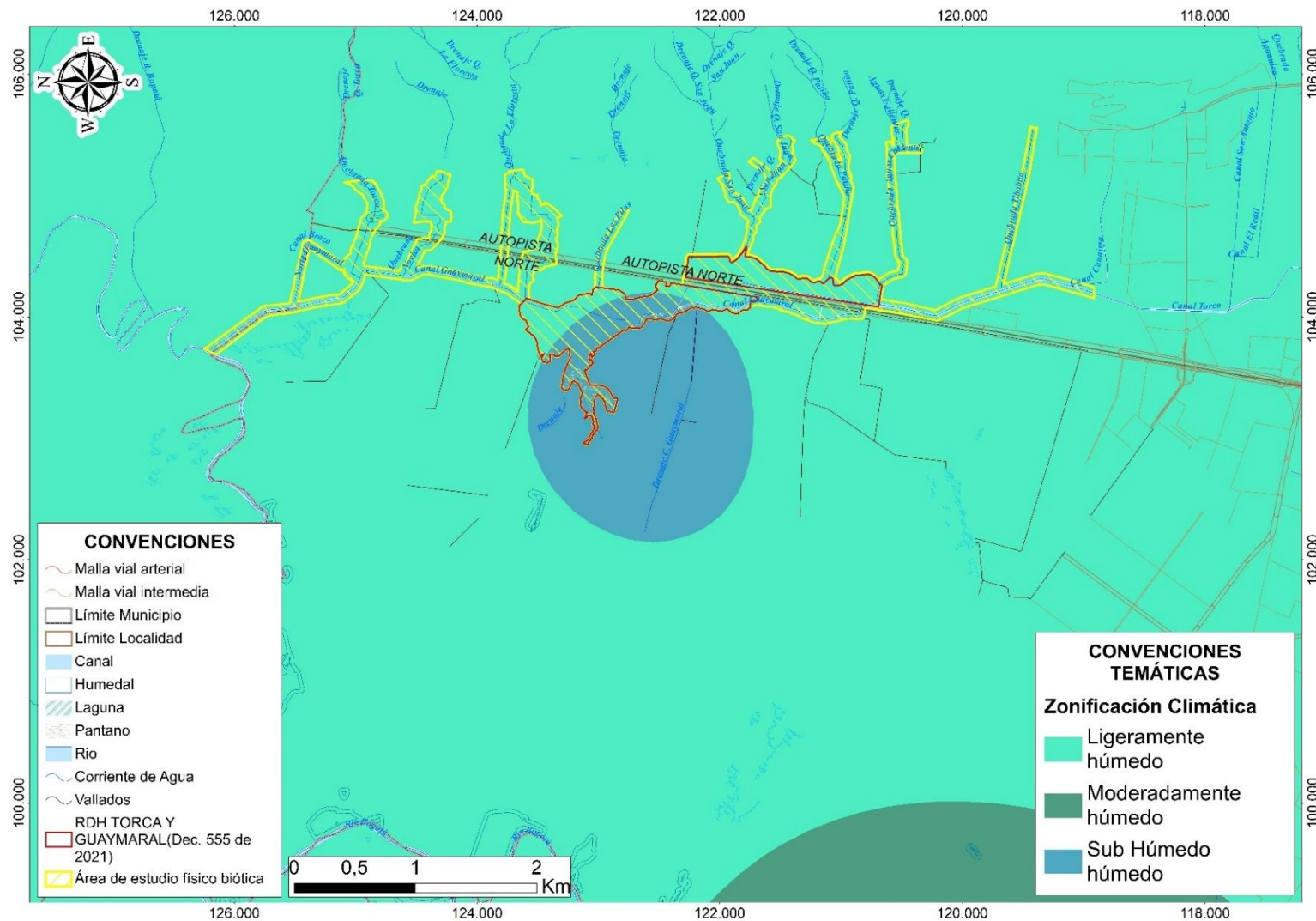


Figura 2- 41. Zonificación climática en los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 24. Resumen – Variables Climáticas.

| Variable | Estación | Fuente | Valor | Meses | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Temperatura (°C) (Valores Medios Mensuales Multianuales) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 13,8 | 14,5 | 14,4 | 14,5 | 14,4 | 13,9 | 13,4 | 13,6 | 13,8 | 14,0 | 14,2 | 13,8 |
| | | | Máximo | 15,2 | 15,9 | 16,3 | 16,6 | 15,7 | 14,9 | 14,5 | 14,6 | 14,8 | 15,2 | 15,3 | 15,3 |
| | | | Mínimo | 12,9 | 12,8 | 12,8 | 13,6 | 13,3 | 12,9 | 11,9 | 12,4 | 12,9 | 12,3 | 13,3 | 12,5 |
| | UDCA | IDEAM | Medio | 13,8 | 13,8 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 13,8 | 13,6 | 13,7 | 13,6 | 13,8 | 13,8 | 13,8 |
| | | | Máximo | 14,3 | 15,2 | 15,0 | 15,3 | 14,7 | 14,5 | 14,5 | 14,4 | 14,2 | 14,4 | 14,4 | 14,3 |
| | | | Mínimo | 12,8 | 13,0 | 13,2 | 12,7 | 13,1 | 12,6 | 12,9 | 13,0 | 12,9 | 13,0 | 13,2 | 12,5 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 12,9 | 13,1 | 13,7 | 13,8 | 13,2 | 12,8 | 12,5 | 12,7 | 12,9 | 12,9 | 13,1 | 12,9 |
| | | | Máximo | 16,0 | 17,5 | 18,3 | 18,4 | 15,4 | 15,5 | 15,4 | 18,4 | 18,6 | 15,0 | 16,5 | 16,2 |
| | | | Mínimo | 8,5 | 9,3 | 10,7 | 11,2 | 1,2 | 9,0 | 7,2 | 7,3 | 7,3 | 7,4 | 7,4 | 7,7 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 14,0 | 14,2 | 14,5 | 14,4 | 14,4 | 14,0 | 13,5 | 13,7 | 13,5 | 14,1 | 14,2 | 13,7 |
| | | | Máximo | 15,6 | 15,3 | 14,9 | 14,8 | 14,8 | 14,3 | 14,0 | 14,4 | 13,9 | 14,7 | 14,5 | 14,1 |
| | | | Mínimo | 13,2 | 13,6 | 13,8 | 13,9 | 13,9 | 13,7 | 13,3 | 12,3 | 12,9 | 13,6 | 13,3 | 13,2 |
| | Nueva Generación | IDEAM | Medio | 14 | 13,2 | 12,3 | 13,2 | 12,5 | 11,4 | 11,8 | 11,9 | 12 | 12 | 12,4 | 11,9 |
| Precipitación (mm) (Valores Medios Mensuales Multianuales) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 48,9 | 61,2 | 92,4 | 90,9 | 100,7 | 58,8 | 43,2 | 39 | 63,9 | 114,1 | 101,9 | 65,3 |
| | | | Máximo | 73,8 | 151,7 | 152 | 171,8 | 198 | 112,3 | 73 | 81,4 1 | 36,5 | 318,5 | 207,1 | 141,1 |
| | | | Mínimo | 1 | 19,6 | 19,5 | 26,7 | 35,6 | 31 | 21,2 | 15,9 | 22,2 | 24,6 | 28,4 | 9 |
| | UDCA | IDEAM | Medio | 40,9 | 55,5 | 81,9 | 90,8 | 97,8 | 56,6 | 55 | 49,3 | 51,4 | 106,9 | 105,6 | 62,3 |
| | | | Máximo | 62,2 | 115,3 | 153,6 | 225 | 190,4 | 101 | 172,7 | 87,2 | 19,1 | 237 | 292,4 | 152,3 |
| | | | Mínimo | 1,4 | 15,6 | 16,9 | 14,8 | 25,1 | 17 | 17,6 | 22,3 | 11,3 | 9,8 | 30,3 | 2,6 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 31,8 | 56,1 | 66,1 | 97,8 | 85,8 | 61,8 | 47,6 | 44,4 | 65,5 | 108,7 | 97,2 | 47,7 |
| | | | Máximo | 121,3 | 136,7 | 152,3 | 201,8 | 214,6 | 125,4 | 155,5 | 105,0 | 149,5 | 287,9 | 252,1 | 121,2 |
| | | | Mínimo | 0 | 0 | 0 | 10,2 | 3,4 | 16,5 | 0 | 3,2 | 12,9 | 33,1 | 17,9 | 2,0 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 51,2 | 58,6 | 86,6 | 96,1 | 93,2 | 56,8 | 71,7 | 34,6 | 39,1 | 99,1 | 124,0 | 66,1 |
| | | | Máximo | 33,3 | 124,7 | 143,0 | 241,1 | 173,0 | 108,7 | 174,6 | 58,6 | 72,1 | 274,1 | 274,4 | 114,4 |
| | | | Mínimo | 16,9 | 9,9 | 17,9 | 14,6 | 6,4 | 7,0 | 11,5 | 5,9 | 5,2 | 2,2 | 1,5 | 0,0 |
| | Cerro de Suba | EAAB | Medio | 43,6 | 60,7 | 82,4 | 110,1 | 100,5 | 54,1 | 43,1 | 42,6 | 62,0 | 127,1 | 115,8 | 64,6 |
| | | | Máximo | 145,3 | 194,2 | 213,2 | 277,6 | 211,7 | 187,4 | 175,0 | 114,0 | 118,7 | 267,4 | 272,9 | 156,1 |
| | | | Mínimo | 1,1 | 5,4 | 6,1 | 8,8 | 15,6 | 4,2 | 2,2 | 6,8 | 3,2 | 10,9 | 21,2 | 0,9 |
| | La Conejera | EAAB | Medio | 41,7 | 69,9 | 90,8 | 104,6 | 92,4 | 50,1 | 45,0 | 44,6 | 54,4 | 117,7 | 108,8 | 59,6 |
| | | | Máximo | 146,4 | 160,2 | 162,7 | 218,0 | 193,3 | 114,6 | 179,4 | 108,8 | 147,2 | 205,8 | 200,3 | 144,3 |
| | | | Mínimo | 1,3 | 10,6 | 11,7 | 18,5 | 13,9 | 10,0 | 4,2 | 12,0 | 9,4 | 20,1 | 18,1 | 6,7 |
| | Serrezuela | EAAB | Medio | 75,4 | 68,9 | 94,1 | 116,4 | 105,4 | 65,8 | 60,3 | 52,8 | 57,0 | 122,3 | 126,4 | 77,6 |
| | | | Máximo | 242,9 | 169,6 | 166,8 | 230,5 | 224,6 | 121,7 | 168,4 | 141,9 | 127,8 | 231,4 | 315,6 | 171,9 |
| | | | Mínimo | 3,5 | 7,9 | 29,4 | 36,1 | 40,8 | 22,5 | 0,6 | 9,3 | 13,8 | 22,6 | 23,0 | 7,8 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 24. Resumen – Variables Climáticas.

| Variable | Estación | Fuente | Valor | Meses | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | La Caro | EAAB | Medio | 38,9 | 52,4 | 67,7 | 88,6 | 84,3 | 56,1 | 65,5 | 47,6 | 44,6 | 91,1 | 97,5 | 48,1 |
| | | | Máximo | 92,0 | 121,5 | 151,2 | 169,8 | 152,4 | 126,5 | 165,9 | 93,3 | 115,1 | 185,1 | 313,2 | 108,2 |
| | | | Mínimo | 2,5 | 15,6 | 11,5 | 5,3 | 22,3 | 15,8 | 24,6 | 14,1 | 11,0 | 11,2 | 11,2 | 2,2 |
| | Contador | EAAB | Medio | 51,0 | 74,1 | 88,8 | 113,3 | 90,8 | 51,5 | 38,3 | 36,8 | 49,2 | 128,1 | 129,2 | 76,7 |
| | | | Máximo | 128,1 | 246,2 | 210,8 | 250,8 | 222,0 | 131,0 | 143,9 | 82,6 | 110,6 | 284,5 | 238,4 | 244,6 |
| | | | Mínimo | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 24,0 | 4,1 | 8,9 | 4,4 | 3,6 | 8,9 | 2,0 | 48,2 | 13,6 |
| | Nueva Generación | IDEAM | Medio | 47,1 | 80,1 | 110,4 | 141,1 | 111,4 | 75,8 | 72,8 | 65,8 | 64,7 | 113,4 | 137,9 | 70 |
| | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 17,6 | 21,6 | 25,0 | 21,3 | 22,6 | 15,4 | 11,2 | 10,5 | 19,5 | 27,6 | 27,0 | 23,6 |
| | | | Máximo | 45,0 | 55,6 | 48,0 | 34,2 | 44,5 | 27,7 | 32,2 | 27,0 | 45,7 | 84,5 | 60,7 | 65,0 |
| | | | Mínimo | 0,7 | 7,5 | 9,4 | 9,3 | 9,4 | 6,2 | 3,7 | 3,5 | 7,7 | 9,0 | 10,8 | 3,3 |
| Precipitación Máxima 24 Horas (mm) (Valores Máximos Mensuales de Precipitación) | UDCA | IDEAM | Medio | 14,6 | 16,2 | 22,9 | 20,0 | 21,3 | 13,5 | 12,8 | 12,8 | 14,0 | 21,0 | 25,8 | 16,8 |
| | | | Máximo | 30,9 | 37,0 | 49,2 | 44,0 | 50,8 | 26,2 | 35,1 | 28,0 | 50,4 | 50,0 | 60,2 | 40,0 |
| | | | Mínimo | 1,4 | 5,8 | 10,4 | 4,9 | 4,2 | 2,6 | 5,0 | 5,5 | 2,4 | 4,3 | 10,4 | 1,5 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 15,1 | 19,8 | 22,9 | 23,3 | 20,9 | 16 | 12,8 | 13,5 | 16,3 | 24,5 | 23,8 | 16,2 |
| | | | Máximo | 33 | 48 | 48 | 48 | 39 | 44 | 30 | 26 | 61 | 51 | 42 | 35 |
| | | | Mínimo | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 0 | 5 | 2,4 | 11 | 7 | 2 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 21,7 | 17,9 | 28,2 | 22,1 | 24,5 | 14,7 | 14,9 | 8,4 | 12,5 | 28,3 | 22,5 | 23,6 |
| | | | Máximo | 52,0 | 33,4 | 50,3 | 49,3 | 53,2 | 32,1 | 38,5 | 18,1 | 29,8 | 74,9 | 37,9 | 39,0 |
| | | | Mínimo | 8,2 | 10,8 | 5,0 | 2,5 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,9 | 2,2 | 0,6 | 0,0 |
| | Cerro de Suba | EAAB | Medio | 15,2 | 18,1 | 24,2 | 25,9 | 23,5 | 13,7 | 13,0 | 13,0 | 17,9 | 26,4 | 27,0 | 18,3 |
| | | | Máximo | 44,3 | 49,6 | 73,2 | 61,8 | 58,0 | 34,7 | 40,8 | 51,0 | 42,0 | 56,0 | 52,0 | 62,9 |
| | | | Mínimo | 0,6 | 2,0 | 2,0 | 6,2 | 4,2 | 2,2 | 1,2 | 2,1 | 1,1 | 4,4 | 9,4 | 0,8 |
| | La Conejera | EAAB | Medio | 16,1 | 23,1 | 22,6 | 24,7 | 22,5 | 14,2 | 13,3 | 13,7 | 16,6 | 31,5 | 26,6 | 20,1 |
| | | | Máximo | 41,4 | 55,0 | 50,4 | 46,0 | 37,7 | 29,2 | 30,5 | 44,2 | 40,0 | 67,7 | 59,5 | 34,8 |
| | | | Mínimo | 0,4 | 3,7 | 8,1 | 5,4 | 0,0 | 2,9 | 1,5 | 4,6 | 2,8 | 5,0 | 6,5 | 3,7 |
| | Serrezuela | EAAB | Medio | 23,9 | 20,4 | 27,7 | 30,1 | 26,3 | 14,6 | 12,0 | 13,5 | 17,0 | 32,5 | 30,4 | 24,7 |
| | | | Máximo | 58,0 | 48,2 | 56,3 | 53,3 | 56,3 | 33,5 | 34,8 | 39,2 | 49,0 | 66,0 | 77,7 | 91,2 |
| | | | Mínimo | 3,5 | 2,8 | 9,9 | 9,5 | 7,9 | 5,0 | 0,3 | 4,5 | 3,2 | 4,6 | 10,5 | 2,9 |
| | La Caro | EAAB | Medio | 17,2 | 18,3 | 22,7 | 21,5 | 21,3 | 12,6 | 16,1 | 10,3 | 15,8 | 23,2 | 23,3 | 15,9 |
| | | | Máximo | 47,7 | 40,1 | 52,1 | 46,0 | 42,1 | 32,5 | 72,8 | 19,4 | 51,3 | 55,6 | 60,8 | 32,3 |
| | | | Mínimo | 2,5 | 6,8 | 8,6 | 1,8 | 4,7 | 5,8 | 4,6 | 3,4 | 3,0 | 5,8 | 7,2 | 1,3 |
| | Contador | EAAB | Medio | 20,6 | 23,7 | 27,2 | 31,0 | 24,9 | 16,0 | 12,3 | 10,7 | 18,5 | 31,6 | 30,7 | 23,6 |
| | | | Máximo | 56,3 | 47,2 | 53,9 | 64,0 | 55,6 | 58,2 | 44,0 | 33,1 | 40,2 | 61,6 | 82,3 | 76,0 |
| | | | Mínimo | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 6,0 | 1,3 | 2,4 | 2,8 | 2,4 | 4,1 | 2,0 | 13,4 | 5,3 |
| No. de Días de Lluvia | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 13 | 14 | 17 | 20 | 24 | 22 | 23 | 21 | 18 | 20 | 19 | 16 |
| | | | Máximo | 23 | 20 | 27 | 26 | 29 | 27 | 29 | 28 | 25 | 28 | 28 | 25 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 24. Resumen – Variables Climáticas.

| Variable | Estación | Fuente | Valor | Meses | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| (Valores No. Días Mensuales de Precipitación) | UDCA | IDEAM | Mínimo | 4 | 8 | 6 | 11 | 17 | 17 | 18 | 16 | 11 | 12 | 12 | 9 |
| | | | Medio | 8 | 9 | 13 | 15 | 18 | 16 | 16 | 15 | 13 | 15 | 15 | 10 |
| | | | Máximo | 16 | 21 | 20 | 27 | 28 | 24 | 26 | 22 | 22 | 25 | 24 | 22 |
| | | | Mínimo | 1 | 5 | 5 | 4 | 8 | 7 | 8 | 9 | 6 | 5 | 7 | 3 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 8 | 12 | 13 | 17 | 19 | 18 | 18 | 17 | 16 | 18 | 17 | 12 |
| | | | Máximo | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| | | | Mínimo | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 4 | 0 | 7 | 6 | 6 | 8 | 1 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 8 | 9 | 13 | 16 | 16 | 15 | 19 | 15 | 14 | 15 | 16 | 9 |
| | | | Máximo | 13 | 19 | 19 | 25 | 24 | 22 | 24 | 21 | 19 | 20 | 25 | 15 |
| | | | Mínimo | 2 | 2 | 5 | 9 | 7 | 6 | 8 | 7 | 5 | 1 | 4 | 0 |
| Humedad Relativa (%) (Valores Medios Mensuales Multianuales) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 78 | 77 | 80 | 81 | 81 | 81 | 80 | 80 | 79 | 81 | 81 | 80 |
| | | | Máximo | 83 | 83 | 85 | 86 | 87 | 85 | 84 | 88 | 85 | 88 | 86 | 85 |
| | | | Mínimo | 68 | 67 | 75 | 73 | 74 | 76 | 72 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 |
| | UDCA | IDEAM | Medio | 86 | 86 | 89 | 88 | 89 | 88 | 88 | 88 | 87 | 88 | 89 | 87 |
| | | | Máximo | 93 | 94 | 95 | 95 | 96 | 95 | 94 | 95 | 94 | 95 | 95 | 94 |
| | | | Mínimo | 71 | 70 | 74 | 75 | 76 | 75 | 76 | 77 | 74 | 74 | 77 | 74 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 77 | 77 | 81 | 80 | 81 | 81 | 82 | 81 | 79 | 79 | 81 | 80 |
| | | | Máximo | 82 | 79 | 88 | 85 | 85 | 83 | 88 | 87 | 82 | 84 | 84 | 85 |
| | | | Mínimo | 70 | 72 | 77 | 77 | 77 | 79 | 78 | 76 | 75 | 73 | 78 | 73 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 72,1 | 73,4 | 75,0 | 77,9 | 77,7 | 75,6 | 75,6 | 75,1 | 74,5 | 77,2 | 77,7 | 75,3 |
| | | | Máximo | 80 | 83 | 84 | 89 | 86 | 93 | 85 | 83 | 84 | 87 | 86 | 84 |
| | | | Mínimo | 60 | 59 | 62 | 62 | 62 | 46 | 61 | 57 | 57 | 61 | 58 | 57 |
| Brillo Solar (Horas) (Valores Medios Mensuales Multianuales) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 72,3 | 134,8 | 120,1 | 87,6 | 95,4 | 98 | 112,8 | 7,9 | 97,7 | 105 | 115,7 | 151,7 |
| | | | Máximo | 51,6 | 183,4 | 180,7 | 124,6 | 131,5 | 126,5 | 136,4 | 40,2 | 26,3 | 127,1 | 162,4 | 203 |
| | | | Mínimo | 10,9 | 80,4 | 76,2 | 57 | 58,4 | 71,1 | 81,7 | 67,3 | 66,4 | 74,5 | 76,8 | 103,4 |
| | UDCA | IDEAM | Medio | 97,4 | 133,5 | 87,8 | 87,2 | 85,2 | 110,7 | 103,7 | 6,8 | 02,8 | 99,0 | 95,6 | 147,6 |
| | | | Máximo | 127,6 | 162,5 | 132,6 | 104,3 | 106,6 | 139,3 | 118,5 | 18,6 | 17,3 | 118,2 | 135,0 | 185,0 |
| | | | Mínimo | 44,4 | 84,8 | 60,7 | 51,4 | 71,7 | 82,6 | 92,2 | 83,0 | 85,9 | 80,4 | 77,2 | 122,6 |
| | Guaymaral | CAR | Medio | 158,0 | 137,5 | 118,1 | 88,8 | 90,0 | 94,0 | 106,4 | 104,1 | 105,2 | 105,3 | 118,0 | 131,2 |
| | | | Máximo | 235,9 | 213,2 | 180,6 | 155,9 | 165,3 | 151,2 | 177,3 | 152,8 | 160,6 | 164,1 | 167,7 | 220,5 |
| | | | Mínimo | 43,5 | 40,2 | 20,3 | 1,4 | 34 | 49 | 33,4 | 3,6 | 43,8 | 43,2 | 45,8 | 33,2 |
| | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Medio | 197,4 | 133,5 | 87,5 | 87,2 | 85,2 | 110,7 | 103,7 | 106,8 | 102,8 | 99,0 | 95,6 | 147,6 |
| Nubosidad (Octas) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Medio | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | | | Máximo | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 |
| | | | Mínimo | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| | UDCA | IDEAM | Medio | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 5 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 24. Resumen – Variables Climáticas.

| Variable | Estación | Fuente | Valor | Meses | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| (Valores Medios Mensuales Multianuales) | Col. Miguel A. Caro | IDEAM | Máximo | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | | | Mínimo | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 3 |
| | | | Medio | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| | | | Máximo | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | | Mínimo | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| | | | Medio | 98,0 | 91,9 | 94,4 | 78,5 | 76,7 | 77,5 | 77,9 | 83,9 | 83,8 | 83,8 | 75,9 | 87,5 |
| Evaporación (mm) | Escuela de Ingenieros | IDEAM | Máximo | 21,5 | 112,5 | 124,7 | 87,9 | 87,5 | 92,4 | 87,2 | 00,9 | 95,4 | 103,4 | 102,9 | 111,4 |
| | | | Mínimo | 68,0 | 68,0 | 73,8 | 63,3 | 52,9 | 61,4 | 68,5 | 66,7 | 49,3 | 52,9 | 49,4 | 66,7 |
| | | | Medio | 80,6 | 84,1 | 77,9 | 73,3 | 70,2 | 66,8 | 72,7 | 78,8 | 72,2 | 78,8 | 73,2 | 74,2 |
| | UDCA | IDEAM | Máximo | 31,9 | 107,2 | 102,0 | 94,0 | 95,5 | 92,0 | 102,3 | 140 | 103 | 99,3 | 94,3 | 103,3 |
| | | | Mínimo | 44,9 | 66,8 | 47,7 | 49,8 | 37,6 | 42,1 | 22,3 | 52,9 | 5,0 | 55,2 | 53,0 | 40,5 |
| | | | Medio | 92,37 | 82,5 | 84,7 | 73,3 | 74,05 | 67,09 | 73,5 | 72,8 | 78,0 | 76,3 | 76,0 | 82,4 |
| | Guaymaral | CAR | Máximo | 127,6 | 107,8 | 117,1 | 103,7 | 112,2 | 104,5 | 98,1 | 100,2 | 105,2 | 104 | 102,1 | 114,1 |
| | | | Mínimo | 22,2 | 40,3 | 4,5 | 25,7 | 11,2 | 7,2 | 30,4 | 10,2 | 18,6 | 17,8 | 31,9 | 37,7 |
| | | | Medio | 92,37 | 82,5 | 84,7 | 73,3 | 74,05 | 67,09 | 73,5 | 72,8 | 78,0 | 76,3 | 76,0 | 82,4 |

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información IDEAM (2017), EAAB ESP (2017) y CAR (2017).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.1.2 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

La localización geográfica de Colombia y las condiciones climatológicas a las que se encuentra sujeto nuestro país, hace que sea recomendable analizar los cambios y variaciones en el comportamiento de algunas variables metodológicas como la temperatura y la precipitación, en función de las variaciones que se han presentado en los últimos años en las tendencias climáticas a nivel global.

La meteorología del país se encuentra sometida a las dinámicas propias de la Zona de Convergencia Intertropical ZCIT, los océanos Pacífico y Atlántico, las cuencas Amazonas y Orinoco, las ondas planetarias, los fenómenos como El Niño y La Niña, y la influencia de los factores orográficos, que en definitiva hacen que la respuesta hidrológica de esta zona del continente sea compleja.

De acuerdo con los Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 analizados por el IDEAM, se espera que para el año 2040 la temperatura media del departamento de Cundinamarca presente un aumento del orden de 0.8°C, mientras que la precipitación presentará una variación del orden del 7.99%; en la Figura 2-41 se presentan los mapas de temperatura y precipitación para los escenarios de cambio climático previstos.

Conforme con el Plan Regional Integral de Cambio Climático – región Capital realizado para Bogotá y Cundinamarca en el año 2012 para el período comprendido entre el 2011 y el 2100, la evolución de la precipitación, estima que entre los años 2011 a 2040, tendrá un incremento del 6.57 %, de 9.53 % entre los años 2041 a 2070, y del 8.27% entre los años 2071 a 2100. Con respecto a la temperatura se estima presentará un incremento de 0,8 °C entre los años 2011 a 2040, de 1,4 °C entre los años 2041 a 2070, y de 2,2 °C entre los años 2071 a 2100 (Figura 2-42).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

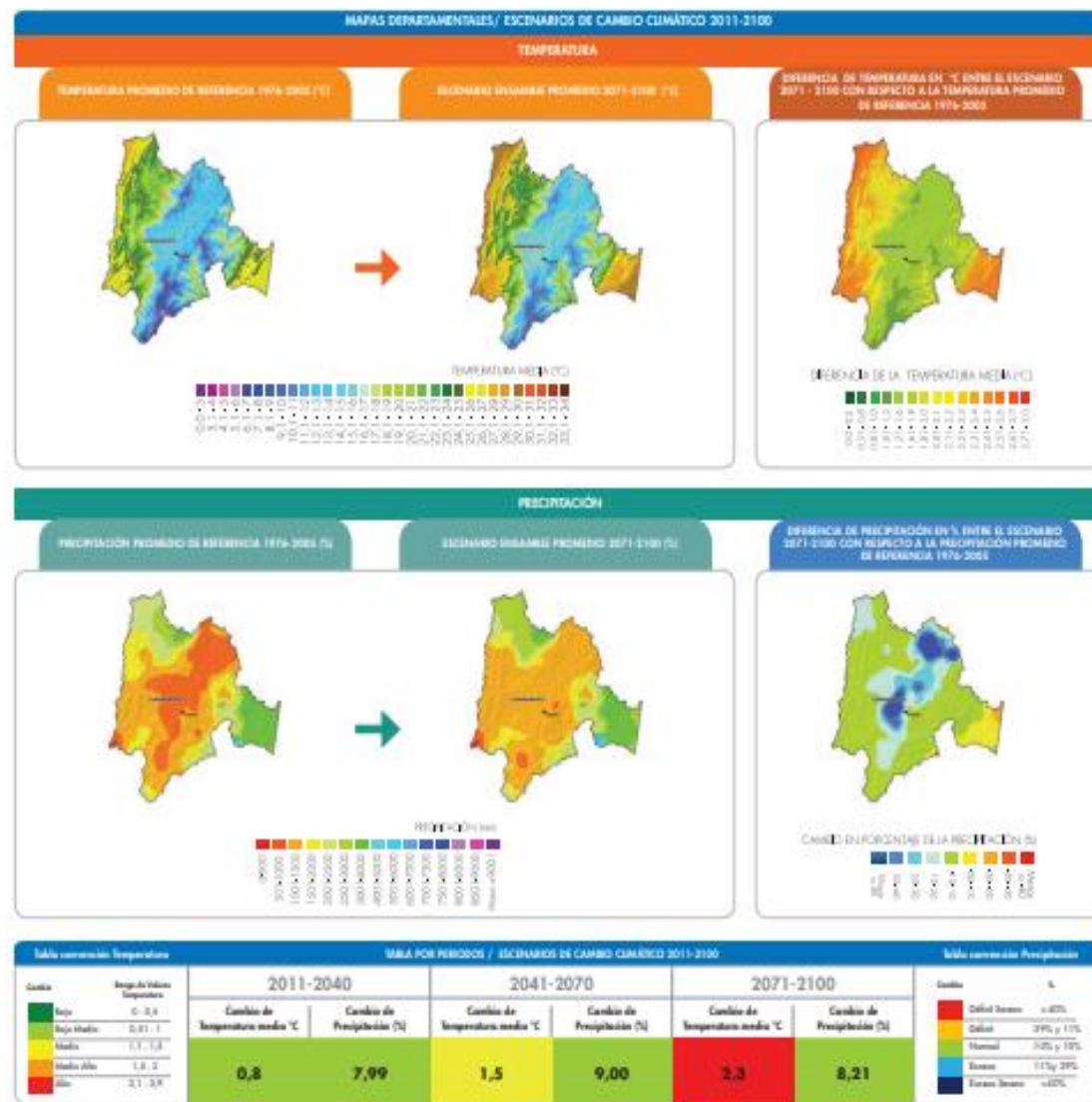


Figura 2- 42. Mapa de escenario de cambio climático para el departamento de Cundinamarca, escenario 2011-2100. Fuente: IDEAM, 2017

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

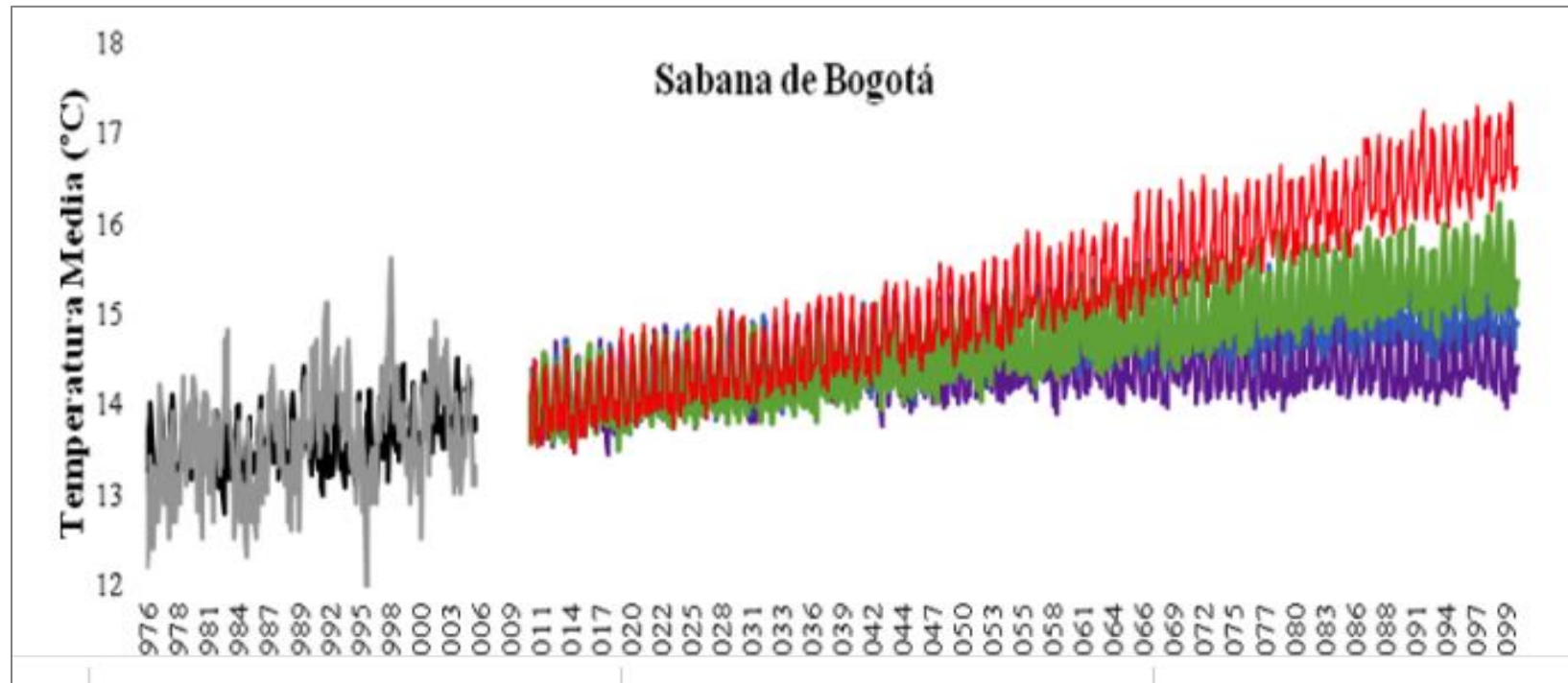


Figura 2- 43. Series de temperatura media del aire de datos observados para clima presente (1976-2005) y futuro (2011-2100). Fuente: IDEAM, 2017

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Al nivel de la cuenca Torca-Guaymaral los registros históricos de la estación Aeropuerto Guaymaral (Cod. 2120559) operada por la CAR y la estación Escuela Colombiana de Ingeniería (Cod. 21206050) operada por el IDEAM, confirman el comportamiento regional estimado para la Sabana de Bogotá. En la Figura 2-44 y la Figura 2-45 se presentan los registros históricos medios de temperatura para las dos estaciones respectivamente.

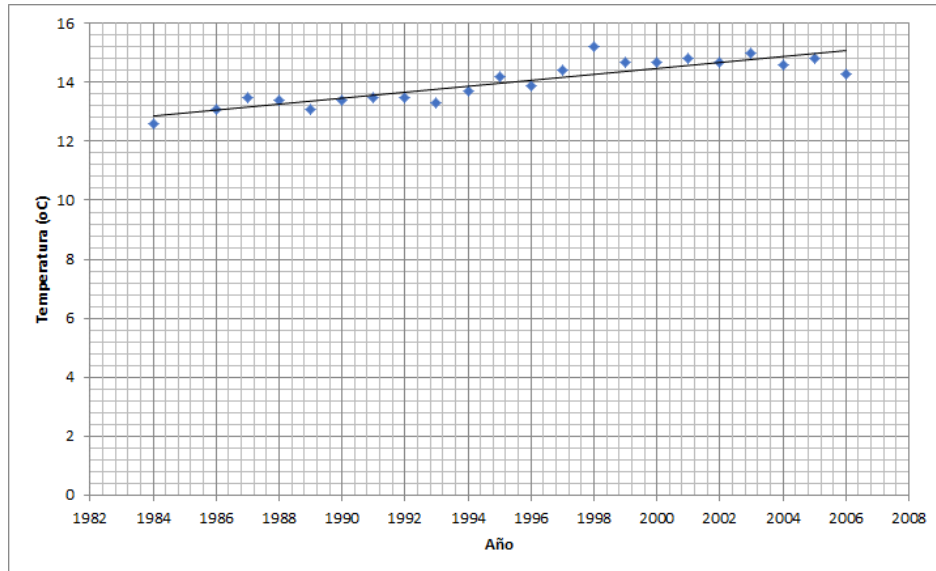


Figura 2- 44. Series de temperatura media estación Escuela Colombiana de Ingeniería (1984-2006). Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM.

En el caso de la estación Aeropuerto Guaymaral se evidencia un gradiente de $0.099^{\circ}\text{C}/\text{año}$, lo que podría significar un incremento de 2.97°C para el año 2040. Para la estación Aeropuerto Guaymaral, la tasa de crecimiento media anual es de 0.0197°C , con lo cual se esperaría un incremento de 0.59°C para los próximos 30 años, la cual es más similar a los valores estimado por el IDEAM para la Sabana de Bogotá. La diferencia entre las dos proyecciones puede deberse a la diferencia en la extensión de los registros.

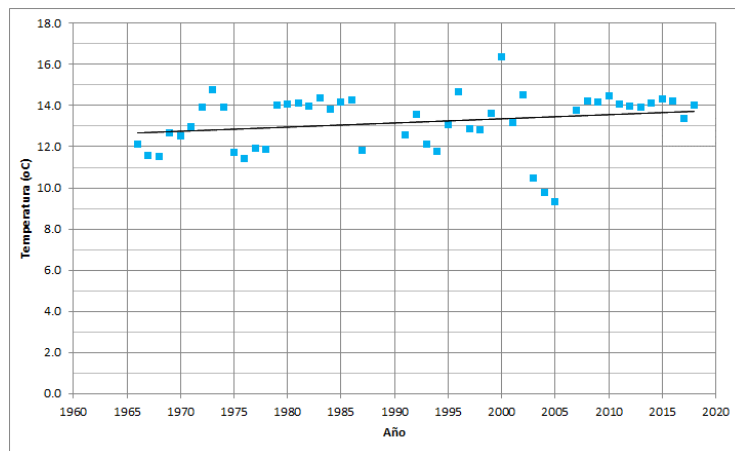


Figura 2- 45. Series de temperatura media estación Aeropuerto Guaymaral (1984-2006). Fuente: Elaboración propia con base en CAR.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con Van der Hammen et al., (2002), los periodos glaciales del Cuaternario se han caracterizado por una reducción importante de las precipitaciones, estimada en 40 a 50% de los niveles actuales. Así, y en términos generales, se podría esperar que un aumento de la temperatura en el largo plazo debiera acompañarse también de un incremento en las precipitaciones. En estas condiciones, no se esperaría una evolución desfavorable de los aportes hídricos a los humedales. No obstante, y dentro de un horizonte de planeación más corto, en el mismo documento se señala que los resultados del modelo de síntesis Hulme arrojan un incremento de la temperatura de 2.5 a 3 °C y una disminución de la precipitación de un 10 al 20 %.

Por último, de acuerdo al Mapa Nacional de Riesgo por Cambio Climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático – TCNCC, la ciudad de Bogotá ocupa el primer lugar de las ciudades que lideran el ranking de vulnerables al cambio climático, encontrándose en una muy alta categoría de amenaza por cambio climático para el periodo 2011- 2040, especialmente, por pérdida de la biodiversidad, seguridad alimentaria y disminución del Recurso Hídrico. La ciudad se encuentra en categoría muy alta sensibilidad y baja en capacidad adaptativa, lo cual configura que Bogotá presente una vulnerabilidad alta a los efectos de cambio climático.

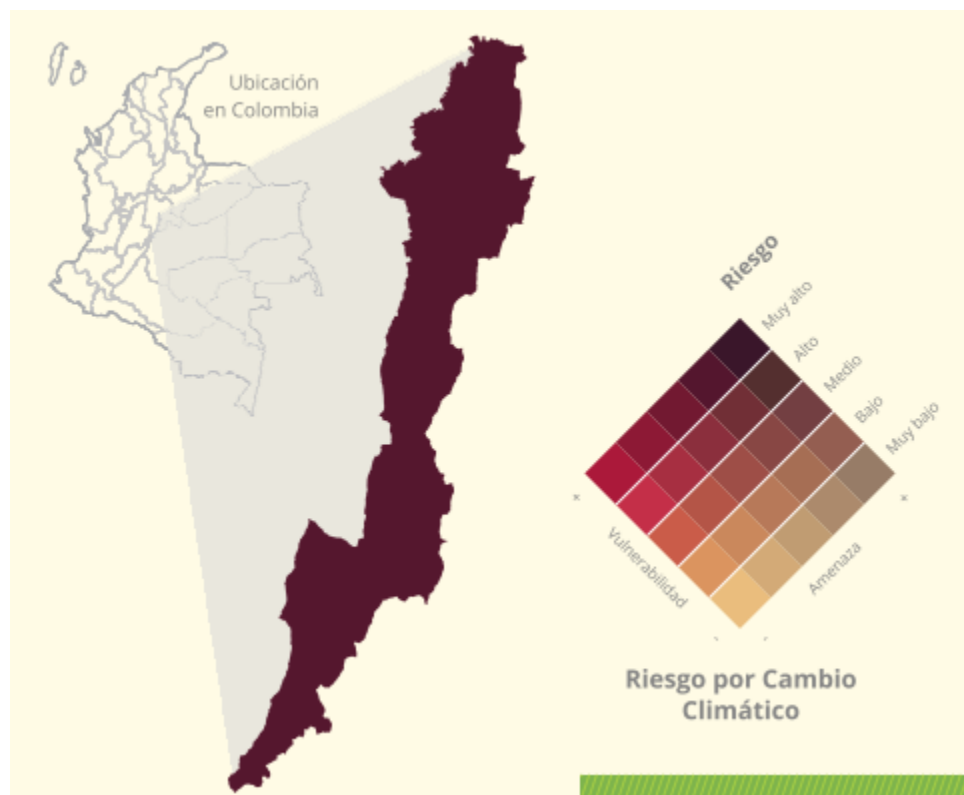


Figura 2- 46. Riesgo Climático en la Ciudad de Bogotá D.C. Fuente: IDEAM. Boletín 25 - Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático – TCNCC. Junio 2017.

2.5.1.3 CONCLUSIONES

En cuanto a las características climáticas de los humedales de Torca y Guaymaral, se puede concluir que este se ha visto afectado a través de los años por el cambio climático. Durante el estudio, uno de los problemas ambientales identificados fue el incremento de la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

temperatura por la presencia de los fenómenos del Niño y de la Niña, lo cual prevé un aumento de la intensidad (cantidad de lluvia por unidad de tiempo) y variabilidad de la precipitación, lo que incrementa el riesgo a inundaciones y sequías, además de una intensificación del ciclo hidrológico con múltiples consecuencias.

La temperatura promedio de la región fluctúa entre los 12 y 14,5 °C, que corresponde al piso térmico frío.

Con respecto a precipitación, se evidencia que la zona analizada presenta un régimen Bimodal de precipitación, con dos épocas lluviosas y dos secas al año. La primera época seca entre diciembre y febrero, la primera época lluviosa va de marzo a mayo, la segunda época seca de junio a septiembre y la segunda época lluviosa de octubre a noviembre.

El comportamiento de la humedad relativa promedio, en la zona de estudio, presenta los niveles más bajos en el mes de junio con un valor de 46% y los registros más altos en el mes de mayo con valores promedio de 96%.

Con respecto a la velocidad del viento se puede evidenciar un patrón caracterizado por presentar mayores velocidades hacia el sector suroccidental con un predominio de la componente sur y suroccidental; vientos del este con velocidades más bajas que el suroccidente y vientos débiles en los extremos norte y sur de esta, que tienden a confluir en el centro geográfico de la ciudad.

En cuanto a las características climáticas de los humedales de Torca y Guaymaral, se puede estimar una posible afectación por el cambio climático, especialmente debido al ascenso de la temperatura. Varios autores y los Pronósticos del IDEAM, concluyen que el riesgo de cambio, asociado al calentamiento global es medio para los humedales de Torca y Guaymaral. Durante el estudio, uno de los problemas ambientales identificados fue el incremento de la temperatura por la presencia de los fenómenos del Niño y de la Niña, lo cual podría manifestarse con el aumento de la intensidad (cantidad de lluvia por unidad de tiempo) y variabilidad de la precipitación, lo que incrementa el riesgo a inundaciones y sequías, además de una intensificación del ciclo hidrológico con múltiples consecuencias.

Las medidas para el restablecimiento de la conexión hídrica de las quebradas con el Humedal podrán mejorar las condiciones del ecosistema, controlar la fragmentación, mejorar la capacidad de retención de agua de los cauces y el Humedal, procurar la posibilidad de regeneración de la cobertura vegetal en la ronda, la calidad del agua, el movimiento del agua y la diversidad batimétrica.

Por último y con respecto a la vulnerabilidad de la ciudad de Bogotá frente al cambio climático, los temas del recurso hídrico, enfatizado en este caso en los humedales de Torca y Guaymaral, deben ser prioritarios para la ciudad, puesto que tienen valores muy altos de riesgo, y en conjunto tienen una contribución moderada al valor total de riesgo por cambio climático de la ciudad.

2.5.2 HIDROLOGÍA

La hidrología se ocupa del análisis de las propiedades, la distribución y la circulación del agua en la superficie terrestre y en el subsuelo. Además de formar parte de todos los

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

procesos productivos y extractivos como recurso vital de los diferentes ecosistemas, el estudio hidrológico suministra herramientas para entender la conducta del escurrimiento superficial, la real oferta hídrica y el comportamiento de los drenajes.

El análisis de la hidrología en un territorio parte de la identificación de unidades hidrográficas, las cuales se pueden definir como unidades territoriales delimitadas por los filos de las montañas, por donde escurren naturalmente las aguas lluvias (escorrentía) y manantiales que afloran de las aguas subterráneas para drenar a los arroyos, quebradas y ríos, que a su vez entregan sus caudales a otros cuerpos de agua tales como lagos o ciénagas, o al mar, conformando un sistema interconectado en el cual pueden interactuar uno o varios elementos biofísico-socioeconómicos y culturales (IDEAM, 2013).

2.5.2.1 HIDROGRAFÍA

El área de estudio se sitúa dentro de la cuenca del Río Bogotá, al borde de los Cerros Orientales al norte de Bogotá desde la calle 193 hasta la calle 245 y la desembocadura en el Río Bogotá, recibiendo las aguas de escorrentía de los cerros.

La cuenca se divide el sector en dos grandes áreas, oriental y occidental, separadas entre sí por la Autopista Norte la zona oriental está drenada por las quebradas (nombradas de Sur a Norte) Tibabita, Aguas Calientes, Patiño, San Juan, Las Pilas, La Floresta, Novita y Torca. Mientras la zona occidental es drenada por un sistema conformado por tres importantes vallados o canales artificiales (vallado San José, Guaymaral y Arrayanes), y una serie de zanjales artificiales conformadas generalmente a los lados de las vías del sector.

Como ya se mencionó previamente, el territorio del área de drenaje Torca-Guaymaral se caracteriza por un paisaje de modelado fluvio-lacustre con materiales aluviales duros y blandos e intermedios de depósitos de arcilla. Los humedales de Torca y Guaymaral, fueron fraccionados por la construcción de la Autopista Norte en 1952; la fracción más grande, ubicada al occidente, se denominada Guaymaral, mientras que la ubicada en el fragmento oriental recibe el nombre de Torca.

El humedal sector Torca está alimentado directamente por tres quebradas que descienden de los Cerros Orientales: las quebradas Patiño, San Juan y Aguas Calientes, además del canal urbano Torca, en el que a su vez hace su entrega la quebrada Tibabita. Al humedal sector Guaymaral lo alimenta las aguas del humedal sector Torca a través de obras de drenaje que atraviesan la Autopista Norte y la quebrada del Guaco, la cual es represada antes, para alimentar algunos cultivos. En el transcurso entre la salida del humedal en el sector Guaymaral hasta el Río Bogotá, hacen la entrega las quebradas La Floresta, Novita y Torca. Estas quebradas y canales que alimentan el complejo; principalmente llevan aguas lluvias y negras de conexiones erradas del área cercana al complejo hídrico (CAR y Planeación Ecológica Ltda., 2006).

Esta área de drenaje tiene una extensión de 1182 ha, con alturas máximas de 3200 m.s.n.m. y mínimas de 2642 m.s.n.m. El canal Torca tiene una longitud de 4,24 kilómetros, nace en los Cerros Orientales, y desemboca al sistema humedal. La cuenca que drena a dicha corriente tiene un área de aproximadamente 2078 hectáreas, con una precipitación media de 982 mm/año. Esta subcuenca se caracteriza por recibir descargas de residuos provenientes de actividades agropecuarias (EAAB, 2007).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El área de estudio se desarrolló sobre la terraza aluvial del Río Bogotá. Las aguas de escorrentía que llegan desde los cerros bajan en régimen torrencial hasta la carrera séptima, a partir de la cual las pendientes se suavizan y los cauces se dividen en canales, conductos, cunetas y cauces menores. Esta zona con drenajes artificiales entre la séptima y la Autopista Norte se encuentra fuertemente intervenida, con presencia de zonas urbanizadas residenciales o industriales, potreros y áreas recreativas.

Hacia el costado occidental de la Autopista Norte, el sistema de drenaje es típico de las zonas llanas de la Sabana y se compone de vallados o canales relictos del gran sistema hídrico del humedal, los cuales han sido reconfigurados o realineados por la presión sobre la tierra en la zona. De estos sistemas se pueden destacar el existente sobre la calle 200 o Avenida El Polo, la calle 209 o Avenida Arrayanes, la calle 222, la calle 234 o Avenida Guaymaral, y otros menores que drenan solamente grandes predios. Todos estos sistemas hacen su entrega directa al canal o humedal sector Guaymaral.

2.5.2.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS LÉNTICOS Y LÓTICOS

El sistema de drenaje del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte (POZ Norte) (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – SPD, 2017), está conformado por varios elementos dentro de los cuales se destaca el sistema Torca-Guaymaral, conformado por los canales y el humedal que llevan los mismos nombres (canal Torca, humedal sector Torca, humedal sector Guaymaral, canal Guaymaral); sistema que es el eje central de drenaje no solo del Bordo Norte, sino también de la cuenca del canal Torca, la cual drena de sur a norte y cuya área aproximada es de 5000 ha.

Si se divide el sector en dos grandes áreas, oriental y occidental, separadas entre sí por la Autopista Norte, la zona oriental es drenada por el canal Tibabita y las quebradas (nombradas de sur a norte) Aguas Calientes, Patiño, San Juan, Las Pilas, La Floresta, Novita y Torca. Mientras la zona occidental es drenada por un sistema conformado por tres importantes vallados o canales artificiales (vallado San José, Guaymaral y Arrayanes), y una serie de zanjias artificiales conformadas generalmente a los lados de las vías del sector.

Teniendo en cuenta la zonificación hidrográfica del IDEAM (IDEAM, 2013), el área de estudio se encuentra en el Área Hidrográfica 2 del Magdalena-Cauca, Subzona Hidrográfica 21 del Alto Magdalena, en la Subzona Hidrográfica 2120 del Río Bogotá. En la Tabla 2-25 se presenta la zonificación hidrográfica del área de estudio y en la Figura 2-47 se presenta la distribución espacial de la red hidrológica del área de estudio.

Tabla 2- 25. Red hidrográfica en la zona de estudio.

| IDEAM. 2013 | | | Decreto 1640 de 2004. | |
|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Área Hidrográfica | Zona Hidrográfica | Subzona Hidrográfica | Orden 4 | Orden 5 |
| Magdalena-Cauca (2) | Alto Magdalena (21) | Río Bogotá (2120) | Humedal sector Torca | Quebrada Tibabita |
| | | | | Quebrada Aguas Calientes |
| | | | | Quebrada Patiño |
| | | | | Quebrada San Juan |
| | | | | Quebrada Las Pilas |
| | | | | Quebrada Novita |
| | | | | Quebrada La Floresta |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 25. Red hidrográfica en la zona de estudio.

| IDEAM. 2013 | | | Decreto 1640 de 2004. | |
|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Área Hidrográfica | Zona Hidrográfica | Subzona Hidrográfica | Orden 4 | Orden 5 |
| | | | | Quebrada Cañiza |
| | | | | Quebrada Torca |
| | | | Humedal sector Guaymaral | Sistema de vallados y canales |

ZH: Zona Hidrográfica SHZ: Sub zona hidrográfica.

Fuente: IDEAM, 2013.

Es de notar que la quebrada Cañiza actualmente no tiene una configuración de cuenca independiente debido a que corresponde a un brazo que se desprende de la quebrada La Floresta, aguas abajo de la Carrera Séptima, además de que hacia la Autopista Norte el drenaje converge nuevamente hacia la cuenca de esta quebrada.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

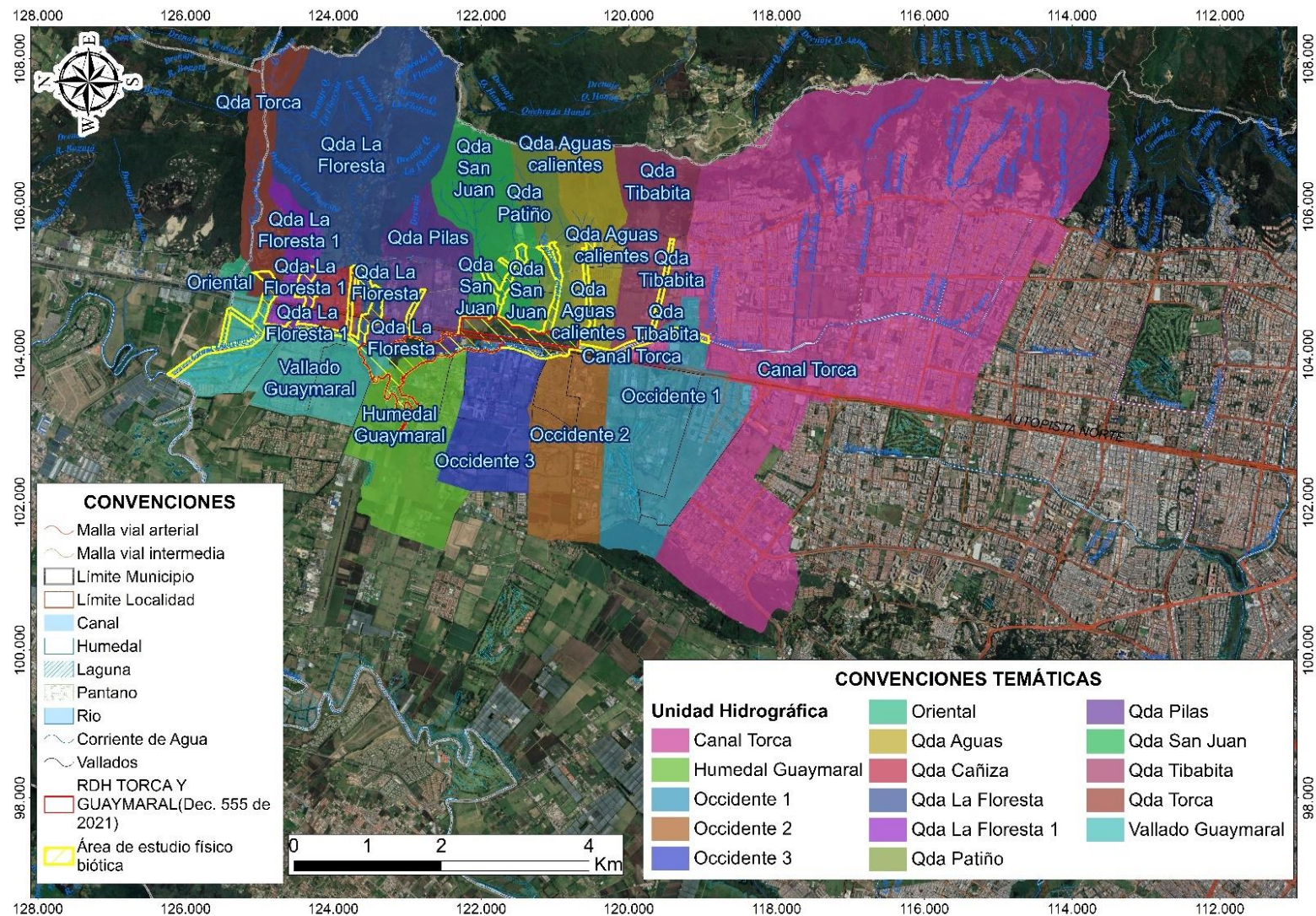


Figura 2- 47. Detalle de áreas de aporte del sistema hídrico Torca-Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se presenta la identificación de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio.

2.5.2.2.1 Sistemas lénticos

Corresponden a todas las aguas interiores sin flujo o estáticos, los cuales representan geoformas de especial importancia desde el punto de vista ecológico de esta zona de la ciudad. En la zona se encuentra el humedal de planicie, definido como un ecosistema que se desarrolla en paisajes fluviolacustres del plano inundable del Río Bogotá y su comportamiento está ligado con los pulsos anuales y multianuales; es un ecosistema anfibio en el cual las fases terrestre y acuática no tienen límites precisos y varían estacionalmente. El área aferente al humedal, comprende un total de 1182 ha de las cerca de cinco mil ha que tiene toda la cuenca. A pesar de la división producida por la Autopista Norte, los dos sectores que lo conforman continúan interactuando hidráulicamente a través de estructuras de paso como alcantarillas.

Actualmente, los humedales de Torca y Guaymaral se encuentran inmerso en su mayoría en zonas verdes y no construidas que permiten su adecuación; sin embargo, la función de amortiguamiento de crecientes no la puede cumplir debido a que se encuentra colmatado por la alta carga de sedimentos y por el exceso de nutrientes que contienen las aguas residuales que recibe principalmente a través del canal Torca (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – SPD, 2017).

- **Sector Torca**

Este sector cuenta con tres estructuras de salida que permiten transitar los flujos de este humedal hacia el sector de Guaymaral. Es importante mencionar que los humedales de Torca y Guaymaral eran el único cuerpo de agua hasta que se construyó la Autopista Norte fraccionándolos. Las estructuras de conexión entre los dos sectores y entre estos y una fracción inundable localizada en el separador central de la Autopista, corresponde a alcantarillas (EAAB, 2011). En la Fotografía 2-1, se observa el humedal en el sector Torca, al oriente de la Autopista Norte, así como la Figura 2-48, el detalle de las áreas de aporte al humedal.



Fotografía 2- 1. Detalle de áreas con espejo de agua en los humedales de Torca y Guaymaral, sector Torca. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

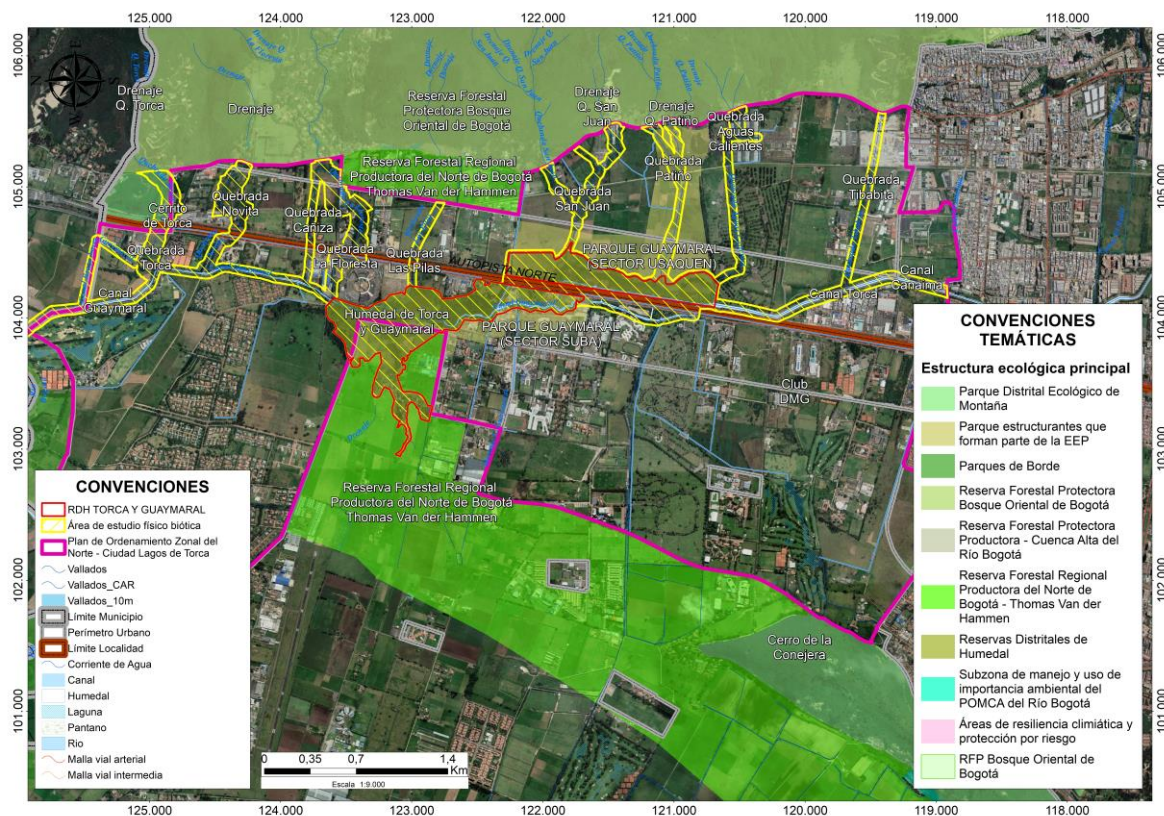


Figura 2- 48. Detalle de áreas de aporte en los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Para este sector del humedal, el sistema de drenaje puede definirse a partir de pulsos que ocurren a partir de eventos hidrológicos con recurrencia anual o mayor, durante los cuales es posible la ocurrencia de desbordes desde el canal de aguas mínimas que fluye de hacia el norte y de manera paralela a la Autopista Norte, para el caso de la mayor cuenca de aporte proveniente de la zona sur, así como de los aportes de los eventos hidrológicos puntuales a través de los escasos cauces existentes para las quebradas que confluyen desde la zona oriental hacia este sector del Humedal, en este caso de las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan. Esta descarga hacia el cuerpo del Humedal con mayor caudal durante las dos temporadas de lluvias del año, promueven la entrada de sedimentos y nutrientes dentro del humedal. Este sector del humedal se encuentra conectado con el sector Guaymaral a través del canal de aguas mínimas a través de estructuras tipo box culvert que atraviesan la Autopista Norte. Actualmente, los aportes de aguas medias y mínimas que recibe esta parte del humedal solo corresponden a las quebradas Patiño y San Juan. En el caso de la cuenca del Canal Torca y la quebrada Aguas Calientes, los aportes de caudal medio y mínimo, hoy en día no hacen ingreso al cuerpo del Humedal. (Ver Anexo D Estudios Básicos Hidrodinámica - D3. Modelo Hidráulico).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Sector Guaymaral**

La entrada al sector Guaymaral está ubicada en el costado sur de esta área, en el cual se presenta una conexión con un canal que drena aguas residuales domésticas de las zonas aledañas que carecen de alcantarillado sanitario y pluvial, lo que genera olores y alteración de la calidad de agua. La salida de este sector del humedal se localiza en el costado norte, sobre el costado occidental del Centro Comercial Bima.

Esta parte del humedal recibe los aportes de las cuencas generadas por el canal Torca, el cual recibe a su vez las cuencas de los vallados principales San José y Arrayanes y otros canales secundarios existentes al costado de las vías del costado occidental de la Autopista Norte. Hacia el norte recibe los aportes de los vallados primarios de la Avenida El Jardín y Guaymaral. Del costado oriental, la única cuenca que aporta caudal corresponde a la quebrada Las Pilas, bastante alterada en su cauce original (Fotografía 2-2).



Fotografía 2- 2. Detalle de áreas de espejo de agua de los humedales de Torca y Guaymaral, sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.2.2 Sistemas Lóticos

La hidrología en la zona de estudio se compone de quebradas (Aguas Calientes, Patiño, San Juan, La Floresta, Las Pilas, Novita y Torca, ubicadas en el sector oriental), vallados (primarios y secundarios, ubicados principalmente en el costado occidental del área de estudio), y canales (Torca y Guaymaral).

A continuación, se realiza el análisis de hidrología de cada uno de estos subsistemas y que tienen intervención en el comportamiento hidrológico de la cuenca, así como el análisis morfométrico de cada subsistema, que se realizó a partir de la información del levantamiento topográfico, realizado por WSP en el año 2019 y cartográfica del IGAC.

2.5.2.2.3 Canales En Tierra O Vallados Tributarios A Los Humedales

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR remitió información relacionada con los canales tributarios al humedal Guaymaral generada en el marco de los “Estudios de Diseños para la Recuperación del Sistema de Canales de Drenaje de la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

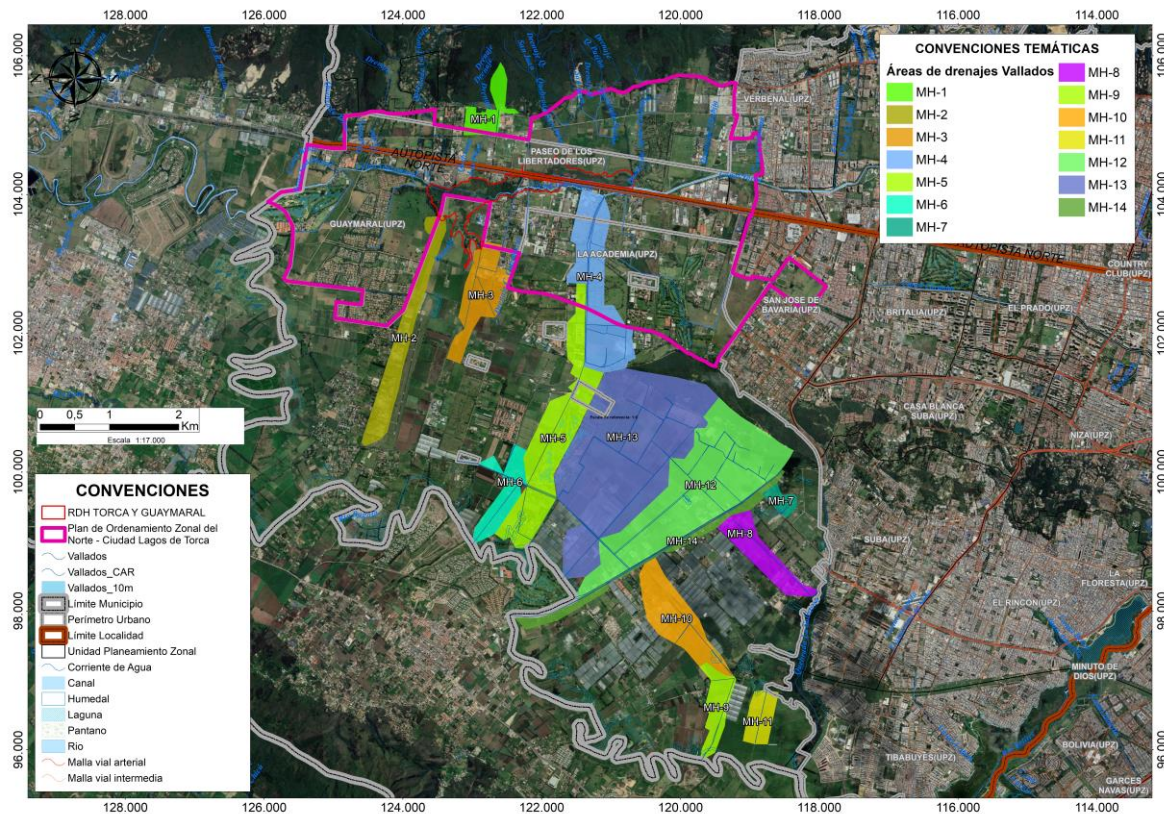


Figura 2- 50. Localización de áreas de drenaje vallados. Fuente: CAR, 2015.

Tabla 2- 27. Localización de canales que drenan hacia el humedal

| Nombre | Zona | Imagen punto de descarga | |
|--------|---------------------------|--------------------------|--|
| MH-2 | Calle 235 | | |
| MH-3 | Hacienda El Jardín – UDCA | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 27. Localización de canales que drenan hacia el humedal

| Nombre | Zona | Imagen punto de descarga | |
|--------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| MH-4 | La Filomena – Jardines del Recuerdo |  |  |

Fuente: CAR, 2015.

2.5.2.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA

• Metodología

Se realiza el análisis y determinación de los principales parámetros morfométricos de cada cuenca. Para lo anterior se realizó una primera delimitación de las cuencas aferentes a partir del MDT originario de las imágenes del satélite ALOS, con resolución de 12.5 m, para el área de estudio en las partes altas de cuenca, y con la cartografía 1:25.000 y 1:10.000 del IGAC para determinar los límites urbanos y rurales de las subcuencas del sistema. Para la delimitación más precisa de las cuencas en dicha zona, donde la morfología más plana y la presencia de infraestructura hace que la delimitación se dificulte, se completó la definición de cuencas después de visitas a campo e inventario de estructuras.

A partir de la discretización de cuencas anterior, se extraen los puntos más elevados de las áreas delimitadas en una capa Shape de polígonos y la altitud en los puntos de fluencia de las subcuencas a partir de análisis Raster con los MDTs. Mediante el uso del software ArcGIS y QGIS, se obtienen los resultados de áreas de cada cuenca, las longitudes de cauce principal, pendientes, desniveles y otros parámetros de forma que permiten el cálculo de los tiempos de concentración.

Criterios de Delimitación de cuencas hidrográficas

A partir de la información cartográfica oficial disponible a escala 1:10.000, el modelo digital de terreno construido a partir del levantamiento topobatimétrico, la información obtenida por medio tecnología LIDAR y las curvas de nivel del IDECA, se delimitaron las cuencas aferentes a los sitios de control definidos sobre las corrientes de agua asociadas al proyecto Lagos Torca, siguiendo el procedimiento presentado a continuación:

- Se inició la delimitación de la cuenca aferente garantizando que la divisoria de aguas corta perpendicularmente las curvas de nivel y pasa por los puntos de mayor nivel topográfico.
- Durante la delimitación de las cuencas, se aseguró que la divisoria topográfica siempre corta las curvas de nivel cuando éstas son convexas, desde abajo hacia arriba.
- Como regla principal de la delimitación de las cuencas aferentes se tuvo que la divisoria de agua no podía cruzar un drenaje a menos que fuera el sitio de control definido.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Para las cuencas aferentes localizadas en las áreas urbanas, adicionalmente, se tuvo en cuenta la información de la red de aguas lluvias de la EAAB, para la determinación de las áreas aferentes.

En la Figura 2-51, se presenta la delimitación general de subcuencas en el sistema hídrico Torca-Guaymaral.

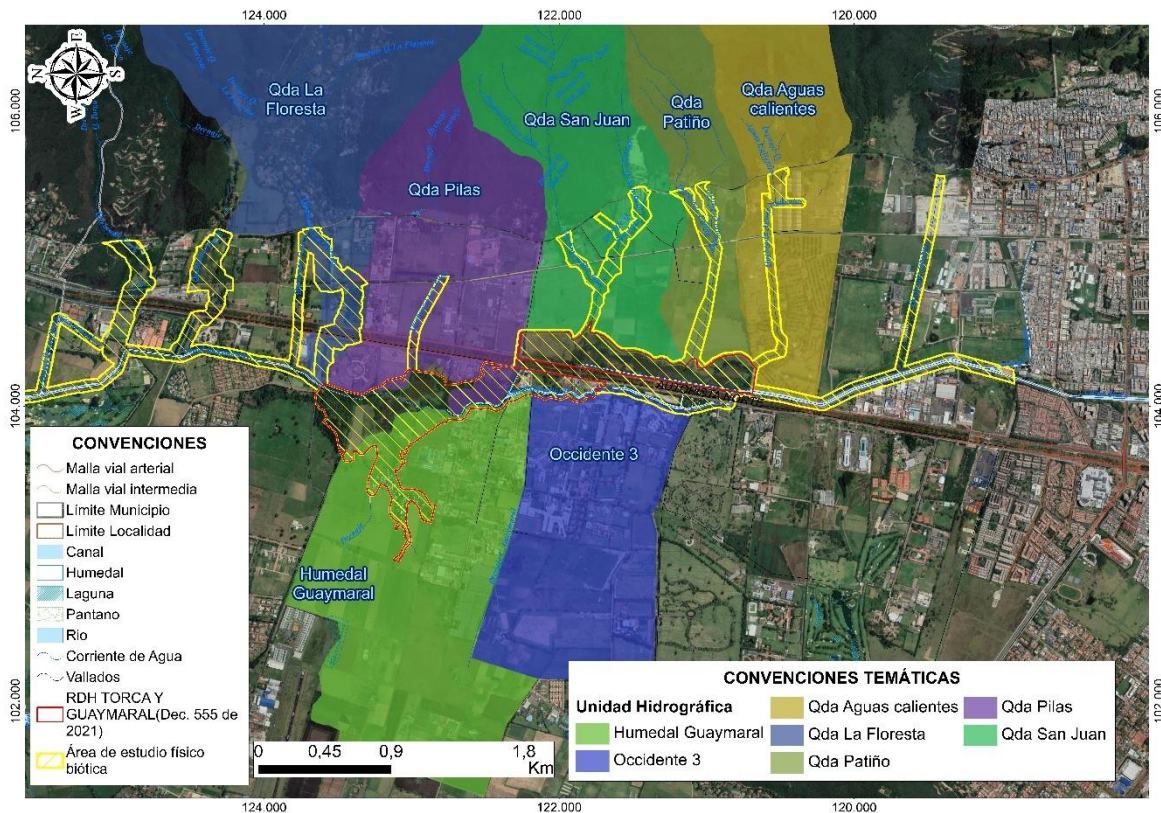


Figura 2- 51. Delimitación de cuencas de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Para la correcta definición del espacio asociado a las corrientes hídricas superficiales, una de las importantes herramientas de partida es el conocimiento de las características físicas de dicho espacio. Para lograrlo, en este estudio, se necesitó de un levantamiento topográfico suficiente que permitiera realizar la caracterización geomorfológica detallada de las corrientes hídricas superficiales en la franja asociada a procesos fluviales. Esta información sirve como soporte al reconocimiento sobre el territorio de elementos hidromorfológicos como saltos, llanuras de inundación, conos de deyección, etc., y, por ende, en la proyección de las alternativas de restauración geomorfológica del cauce.

Por su parte, el comportamiento del caudal y las crecidas puede verse modificado por una serie de propiedades morfométricas de las cuencas como tamaño, forma y pendiente, que resultan muy importantes en la respuesta del caudal recibido y que pueden operar tanto para atenuar como para intensificar las crecidas. La mayor parte de estas propiedades actúa incrementando el volumen de flujo y la velocidad de su movimiento (Ward & Robinson, 1999).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se buscó cuantificar las características de forma por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento (hidrógrafa).

- **Área**

El área de las cuencas es probablemente la característica geomorfológica más importante en los estudios hidrológicos. Se define como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido-directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

- **Longitud y perímetro**

Para el caso de estudio, la longitud (L) de la cuenca se puede definir como la distancia horizontal del cauce principal entre un punto aguas abajo y el sitio más alto de la cuenca aguas arriba, donde la tendencia general del cauce principal de la quebrada corta la línea de contorno de la cuenca. La longitud de las cuencas de estudio, por el eje principal de drenaje, se presenta a continuación.

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante, pues, en conexión con el área, puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la letra mayúscula P.

- **Factores de forma de Horton**

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se cuantifican las características de forma por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento. Una cuenca tiende a ser alargada si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor de forma tiende a uno. Este factor, como los otros que se utilizan en este análisis, son un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial de la cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación del agua de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de caudales máximos, por lo que se han realizado numerosos esfuerzos para tratar de cuantificar este efecto por medio de un valor numérico. Horton sugirió un factor adimensional de forma R_f , como índice de la forma de una cuenca así:

$$R_f = \frac{A}{L_b^2}$$

- **Ancho Promedio**

Las observaciones de un gran número de cuencas reales en todo el mundo permiten establecer la siguiente relación entre el área de la cuenca A y el área de un cuadrado de longitud L, siendo L la longitud del cauce principal. 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:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

$$W = A / L$$

Aquellas cuencas que presentan valores menores a uno cuentan con un área más larga que ancha, obedeciendo a una forma más alargada que la de aquellas donde la proporción entre largo y ancho de la cuenca está inclinada hacia la segunda dimensión, directamente relacionada con la forma redondeada, determinada en el coeficiente de compacidad. Igualmente, este índice permite hacer inferencia a la dinámica rápida o lenta del agua en los drenajes y su potencial erosivo o de arrastre.

- **Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius**

Se define como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área A de la cuenca hidrográfica:

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

donde K es el radio del círculo equivalente en área a la cuenca. Por la forma como fue definido: $K \geq 1$. Obviamente para el caso $K = 1$, se obtiene una cuenca circular. La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas extremas debido a su simetría.

El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea K, mayor será la concentración de agua.

- **Pendiente promedio del cauce principal de la cuenca**

Es un parámetro morfológico importante ya que puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca. Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca. La elevación promedio del cauce de una cuenca tiene especial interés en zonas montañosas pues puede dar una idea de la climatología de la región, con base en un patrón general climático de la zona. La elevación promedio está referida al nivel del mar.

- **Numero de orden de la microcuenca**

La forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada influye en la respuesta de esta a un evento de precipitación. Se ha desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escorrentía superficial directa. El orden de los canales es uno de ellos. Uno de los criterios para determinar el orden de los canales en una hoya es el definido por el modelo de Horton – Strahler (Universidad del Valle, 2010). Según este modelo se toman como canales de primer orden todos aquellos que no tengan afluentes. Cuando se unen dos canales de primer orden forman un canal de segundo orden y así sucesivamente, como lo muestra el diagrama de la Figura 2-52. El valor del orden del canal principal, en la boca de la cuenca, da una idea de la magnitud del drenaje de la microcuenca.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para cada microcuenca se realizó un análisis del número de orden teniendo en cuenta la longitud de cada uno de los drenajes de la cuenca.

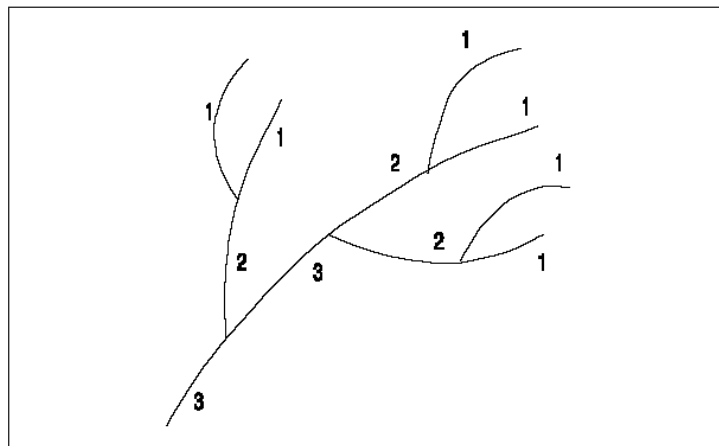


Figura 2- 52. Método de clasificación del número de orden de corrientes de drenaje superficial.
Fuente: Morfometría de cuencas – Universidad del Valle, 2010

Teniendo en cuenta la figura anterior se deducen los números de orden para cada una de las cuencas del sistema Torca-Guaymaral.

- **Coefficiente de masividad (Km)**

Define el tipo de relieve de montaña y relaciona la elevación media de la cuenca con su superficie. En este documento se dimensiona en m/Km².

$$K_m = \frac{H_{mean}}{A}$$

Donde:

H_{mean} : Altura media de la cuenca (m.s.n.m.)
A: Área de la cuenca (km²)

La Tabla 2-28, presenta la clasificación del coeficiente de masividad (Km). Los valores bajos de Km representan cuencas montañosas, y los valores altos, representan cuencas planas.

Tabla 2- 28. Coeficiente de masividad (Km).

| Rangos de Km | Clase de Masividad |
|--------------|-------------------------|
| 0 - 35 | Muy montañosa |
| 35 - 70 | Montañosa |
| >70 | Moderadamente montañosa |

Fuente: Morfometría de cuencas – Universidad del Valle, 2010

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Densidad de drenaje**

El índice de densidad de drenaje (Dd) permite conocer la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de una cuenca. Con la definición de este índice se establece que una mayor densidad de escurrimiento indica mayor estructuración de la red fluvial, lo que se traduce en un mayor potencial erosivo. Por lo tanto, la red de drenaje suministra una serie de atributos de la forma de la cuenca y los procesos que se presentan a lo largo de la corriente.

Mediante la densidad de drenaje se reflejan controles topográficos, geotécnicos y de vegetación que adicionalmente incorporan la influencia humana.

La densidad de drenaje (Dd) de la cuenca se define como la relación entre la longitud del sistema de drenaje y el área de la cuenca que contiene el sistema.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde:

L= Longitud del sistema de drenaje (km)

A = Área de la cuenca contenedora (Km)

La cuenca con valores bajos de Dd representan una densidad de drenaje baja, asociada a una región resistente a la erosión, muy permeable, bajo relieve, pobremente drenada con respuesta hidrológica lenta. Valores altos de Dd, reflejan cuencas con suelos erosionables o relativamente impermeables, poca vegetación, relieve montañoso, pendiente general alta, bien drenada y relativamente responde rápido a la precipitación (Eagleson, 1970).

Es de esperarse que, en época de estiaje, se dé un descenso en el caudal en las cuencas de alta densidad de drenaje y pendiente alta; mientras en zonas planas de alta densidad de drenaje, se espera estabilidad en los caudales, dado por el aporte subterráneo y el drenaje subsuperficial. En la Tabla 2-29 se relaciona la clasificación de la densidad de drenaje:

Tabla 2- 29. Clasificación de la densidad del drenaje.

| Rangos de densidad | Clase de densidad |
|--------------------|-------------------|
| 0,1 – 1,80 | Baja |
| 1,90 – 3,60 | Moderada |
| 3,70 – 5,60 | Alta |

Fuente: Morfometría de cuencas – Universidad del Valle, 2010

Los valores que por lo general se encuentran para la densidad de drenaje son de 7 para los mínimos, valores promedios en el rango de 20 a 40 y valores máximos del orden de 400. Valores bajos de Dd generalmente están asociados con regiones de alta resistencia a la erosión, muy permeables y de bajo relieve. Valores altos fundamentalmente son encontrados en regiones de suelos impermeables, con poca vegetación y de relieve montañoso. Principalmente se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad y la disponibilidad de agua en un área determinada. De otra manera a mayor densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce frente al flujo en ladera, lo que se traduce

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

en un menor tiempo de respuesta de la cuenca y, por tanto, un menor tiempo al pico del hidrograma.

La densidad de drenaje varía inversamente con la extensión de la cuenca. Con el fin de catalogar una cuenca bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de D_d próximos a $0,5 \text{ km/km}^2$ o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje. La red de drenaje toma sus características, influenciada por las lluvias y la topografía. Por esto se tiene que para un valor alto de D_d corresponden grandes volúmenes de escurrimiento, al igual que mayores velocidades de desplazamiento de las aguas. El rango de valores que se encuentran entre $0,1$ y $1,8 \text{ km/km}^2$ son de Densidad de drenaje baja o pobremente drenada, entre $1,9$ y $3,6 \text{ km/km}^2$ es Moderada o normalmente drenada y entre $3,7$ y $5,6 \text{ km/km}^2$ la Densidad de drenaje es alta o bien drenada.

En la Tabla 2-30 se presentan las características morfométricas de la cuenca del sistema hídrico Torca-Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 30. Morfometría de las quebradas del sistema Torca-Guaymaral.

| Cuenca/Subcuenca | Quebrada Aguas Calientes | Quebrada La Floresta | Quebrada Novita | Quebrada Patiño | Quebrada Pilas | Quebrada San Juan | Quebrada Tibabita | Quebrada Torca |
|----------------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Área (km ²) | 1.929 | 6.523 | 0.892 | 0.386 | 2.111 | 3.423 | 2.317 | 1.619 |
| Perímetro (km) | 6.78 | 12.049 | 5.261 | 6.470 | 5.391 | 7.747 | 7.078 | 9.089 |
| Longitud Cauce (km) | 1.96 | 5.126 | 2.422 | 0.814 | 0.965 | 2.537 | 0.928 | 3.846 |
| Ancho Promedio (km) | 0.98 | 1.273 | 0.368 | 0.474 | 2.187 | 1.350 | 2.496 | 0.421 |
| Ancho Máximo (km) | 0.85 | 2.422 | 0.854 | 0.612 | 1.227 | 1.123 | 1.234 | 0.606 |
| Factor de Forma (Ft) | 0.50 | 0.248 | 0.152 | 0.582 | 2.266 | 0.532 | 2.689 | 0.109 |
| Coefficiente de Compacidad (Kc) | 1.37 | 1.321 | 1.560 | 2.917 | 1.039 | 1.172 | 1.302 | 2.000 |
| Long Total ríos (km) | 2.90 | 17.172 | 2.258 | 4.567 | 1.603 | 8.506 | 0.928 | 6.314 |
| Densidad de drenaje km/km ² | 1.50 | 2.632 | 2.532 | 11.841 | 0.759 | 2.485 | 0.401 | 3.900 |
| Relación de elongación | 0.80 | 0.6 | 0.4 | 0.9 | 1.7 | 0.8 | 1.8 | 0.4 |
| Coefficiente de masividad | 1440.2 | 441.4 | 3093.0 | 6619.9 | 1299.9 | 828.0 | 1181.3 | 1784.0 |
| Orden de Horton | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Cota Máx (m.s.n.m.) | 3008.7 | 3215.2 | 2973.0 | 2558.1 | 2943.7 | 3120.0 | 2926.4 | 3218.7 |
| Cota Mín (m.s.n.m.) | 2547.9 | 2543.3 | 2543.0 | 2548.5 | 2544.8 | 2548.6 | 2548.6 | 2558.2 |
| Pendiente, So (m/m) | 0.235 | 0.131 | 0.178 | 0.012 | 0.413 | 0.225 | 0.407 | 0.172 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La cuenca de la quebrada Cañiza, actualmente se conforma como una derivación del brazo principal de la quebrada La Floresta, la cual se deriva a la altura de la Carrera Séptima. Para la fase de Diagnóstico los análisis morfométricos de la quebrada La Floresta engloba los dos afluentes.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.3.1 Subcuenca de la quebrada Aguas Calientes

Esta quebrada se encuentra en el sector suroriental del área de estudio. Drena, la mayor parte, en sentido este-oeste. Nace en los Cerros Orientales y luego entra a la parte sur del humedal sector Torca. Atraviesa el Cementerio Jardines de Paz (zona media), recogiendo las aguas lluvias de la zona; en algunos tramos se encuentra canalizada. Presenta un bajo caudal (parte alta) con predominio de sedimentos en su sustrato y con baja presencia de rocas. Sin embargo, esta zona se encuentra totalmente desprovista de vegetación y es utilizada en actividades ganaderas. En la Fotografía 2-3, se presentan detalles del cauce principal en la zona baja, previo a la desembocadura, y en la Fotografía 2-4, se presentan detalles del cauce en el sector que cruza los predios del cementerio.



Fotografía 2- 3. Detalles del cauce de la quebrada Aguas Calientes, sector bajo.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 4. Detalles del cauce de la quebrada Aguas Calientes, sector medio.
Fuente: Elaboración propia.

Esta subcuenca limita al norte con la quebrada Patiño, al sur con la quebrada Tibabita, al oriente con el municipio de La Calera y al occidente con el sector Torca. La Figura 2-53 presenta la delimitación de la subcuenca de la quebrada Aguas Calientes. El área total de la cuenca es de 192,9 ha, con un ancho medio de 980 m y una longitud del cauce principal de 1960 m. La elevación más alta de la cuenca es 3009 m.s.n.m., y la más baja 2547 en el humedal. La pendiente media del cauce principal es de 23,5 %, mientras que en la zona

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

baja la pendiente está entre el 0,4 % a 0,2 %. En la Figura 2-54 se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca.

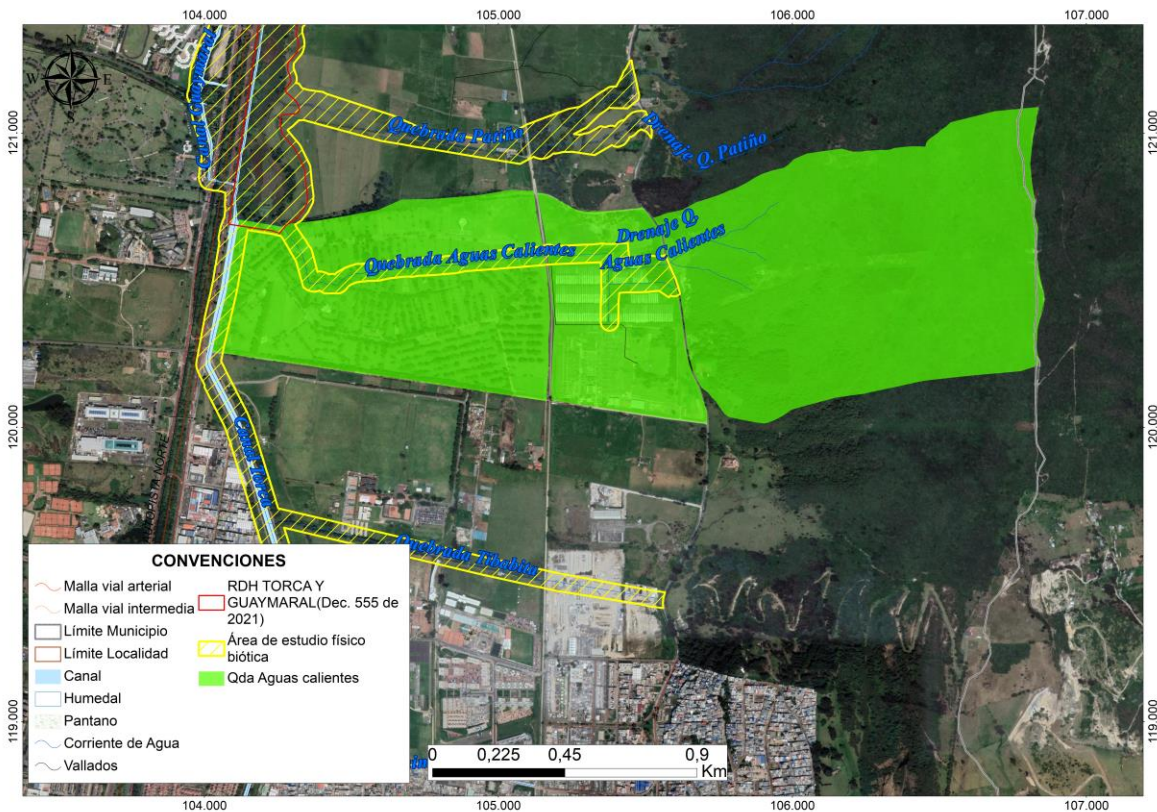


Figura 2- 53. Delimitación de la cuenca de la quebrada Aguas Calientes. Fuente: Elaboración propia.

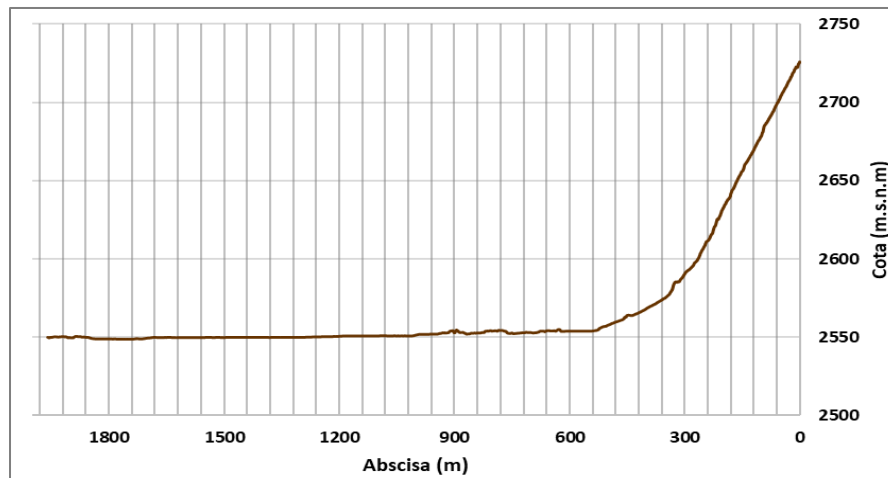


Figura 2- 54. Perfil longitudinal quebrada Aguas Calientes. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.3.2 Quebrada Patiño

Esta quebrada recoge las aguas lluvias de los Cerros Orientales. Drena en sentido este-oeste para luego entregar en el costado este del sector Torca del humedal. El cauce principal de la quebrada ha sido alterado por la existencia de sistemas de drenaje artificial (cunetas) a la altura del cruce de la vía férrea, en los cuales se evidencia que existe un trasvase hacia la quebrada San Juan tanto al norte como hacia el sur, en donde forma un drenaje denominado El Perro. Alrededor de esta quebrada se evidencian principalmente viviendas, el suelo es utilizado en actividades ganaderas y no registra ningún corredor vegetal.

El caudal de aporte medio y mínimo generado por la cuenca es totalmente empleado en actividades agropecuarias, con lo cual no hay aferencia hacia el sector Torca del humedal, como lo muestra la Fotografía 2-5, en la que se registra un cauce seco.



Fotografía 2- 5. Detalles del cauce de la quebrada Patiño, sector bajo. Fuente: Elaboración propia.

Esta subcuenca limita al norte con la cuenca de la quebrada San Juan, al sur con la cuenca de la quebrada Aguas Calientes, al oriente con el municipio de La Calera y al occidente con el sector Torca del humedal.

El área total de la cuenca es de 38,6 ha, con una longitud del cauce principal de 814 m y un ancho medio de 474 m. La elevación más alta de la cuenca es 2558 m.s.n.m., y la más baja 2548 en el humedal. La pendiente media del cauce principal es de 1,17%, mientras que en la zona baja la pendiente está entre el 0,5% a 1%. En la Figura 2-55 se presenta la delimitación de la cuenca de la quebrada Patiño. En la Figura 2-56 se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de la quebrada Patiño.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

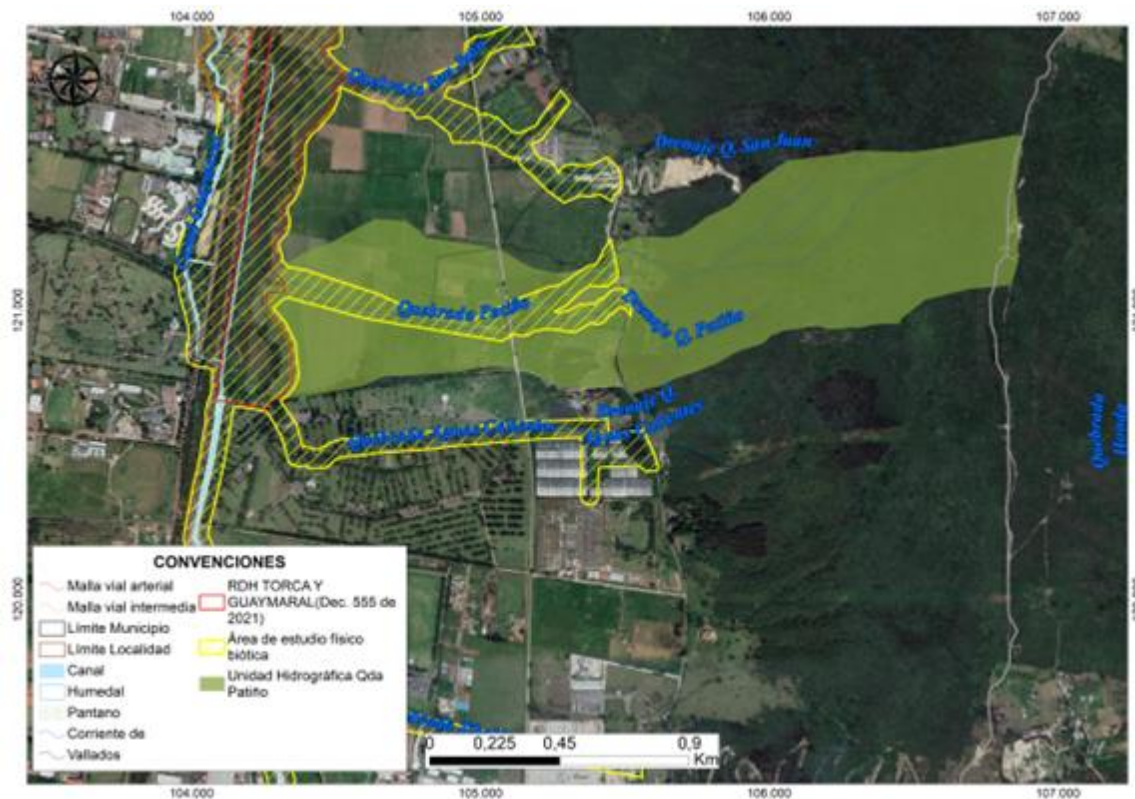


Figura 2- 55. Delimitación de la cuenca de la quebrada Patiño. Fuente: Elaboración propia.

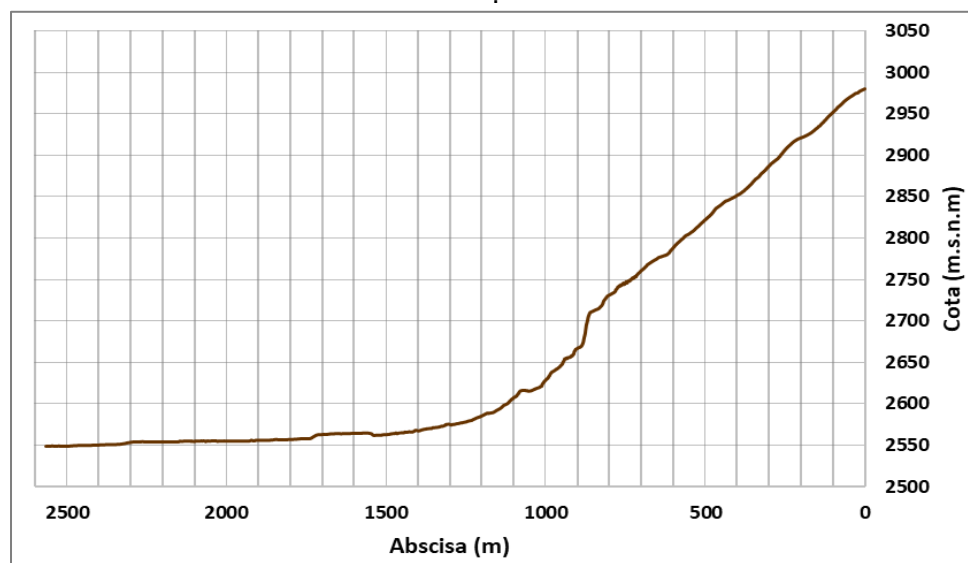


Figura 2- 56. Perfil longitudinal quebrada Patiño Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3.3 Quebrada San Juan

Esta quebrada recoge las aguas lluvias de los Cerros Orientales y entrega directamente en el humedal sector Torca, por el norte. Esta quebrada se encuentra en inmediaciones de la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

alcantarilla de la calle 222 que comunica al humedal sector Torca con el sector Guaymaral. El principal uso del suelo es el de vivienda, lo cual indica alteraciones de tipo antrópico. La vegetación riparia solo está presente en algunos tramos de la quebrada. El curso del agua que se observa en este tramo es producto de la infiltración debido a que aguas arriba se construyó un paso peatonal que desvió el curso de la quebrada. La desviación del cauce presenta una forma lineal con un sustrato constituido principalmente de sedimentos.



Fotografía 2- 6. Detalle del cauce actual de la quebrada San Juan. Fuente: Elaboración propia.

El área total es de 342 ha, con una longitud del cauce principal de 2537 m y un ancho medio de 1350 m. La elevación más alta de la cuenca es 3120 m.s.n.m., y la más baja 2548 en el humedal. La pendiente media del cauce principal es de 22,5 %, mientras que en la zona baja la pendiente está entre el 0,8 % a 1 %. En la Figura 2-57 se presenta la delimitación de la cuenca de esta quebrada.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

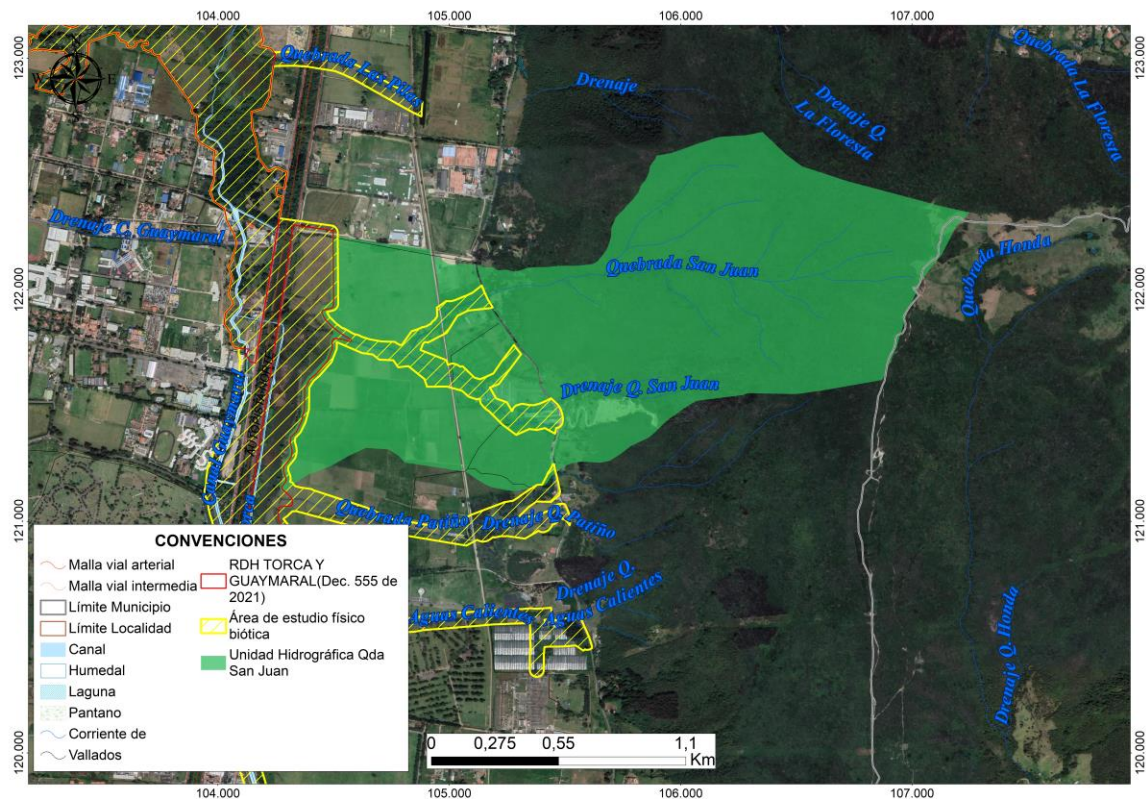


Figura 2- 57. Delimitación de la cuenca de la quebrada San Juan. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-58 se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de la quebrada San Juan.

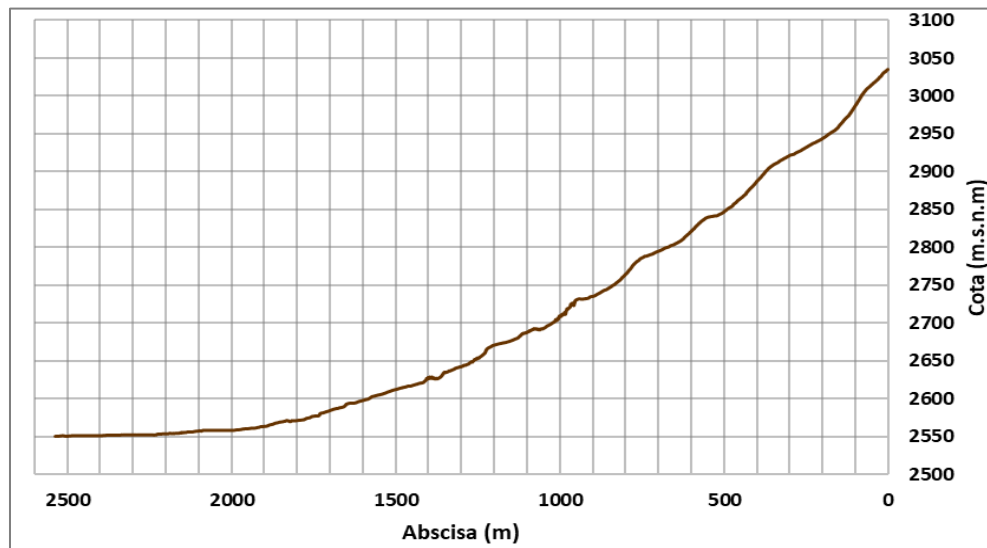


Figura 2- 58. Perfil longitudinal quebrada San Juan. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.3.4 Quebrada La Floresta

Esta quebrada recibe las aguas lluvias de los Cerros Orientales y entra directamente en el humedal sector Torca. Esta quebrada se encuentra determinada como área de protección natural. La vegetación actual de la quebrada (cuenca alta y parte de la cuenca media) se encuentra distribuida de forma uniforme.



Fotografía 2- 7. Detalle del cauce actual de la quebrada La Floresta. Fuente: Elaboración propia.

El cauce de esta quebrada presenta forma sinuosa en algunos tramos, sin embargo, por modificaciones antrópicas, su último tramo presenta un trazado rectilíneo. El área total es de 652 ha, con una longitud del cauce principal de 5126 m y un ancho medio de 1273 m (Figura 2-59). La elevación más alta de la cuenca es 3215 m.s.n.m., y la más baja 2543 en el canal Guaymaral.

La pendiente media del cauce principal es de 13,1 %, mientras que en la zona baja la pendiente es del orden del 2 %. En la Figura 2-60 se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de esta quebrada.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

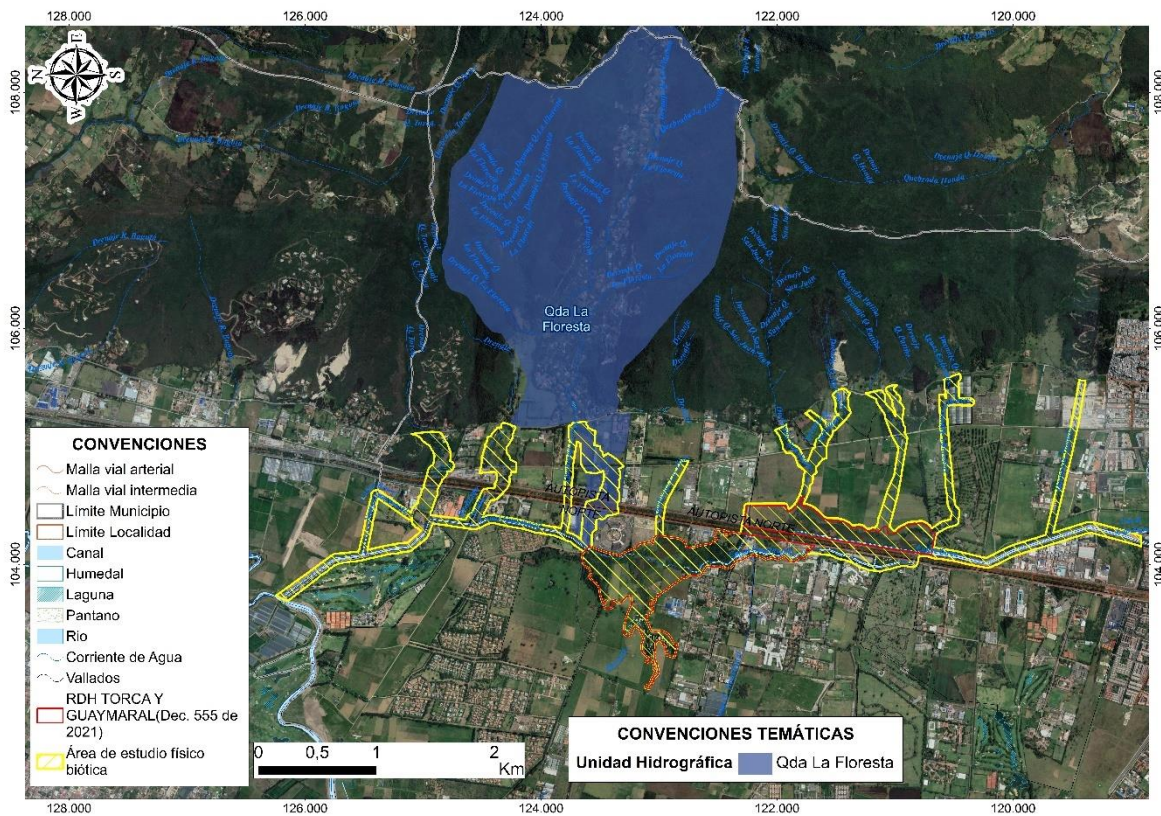
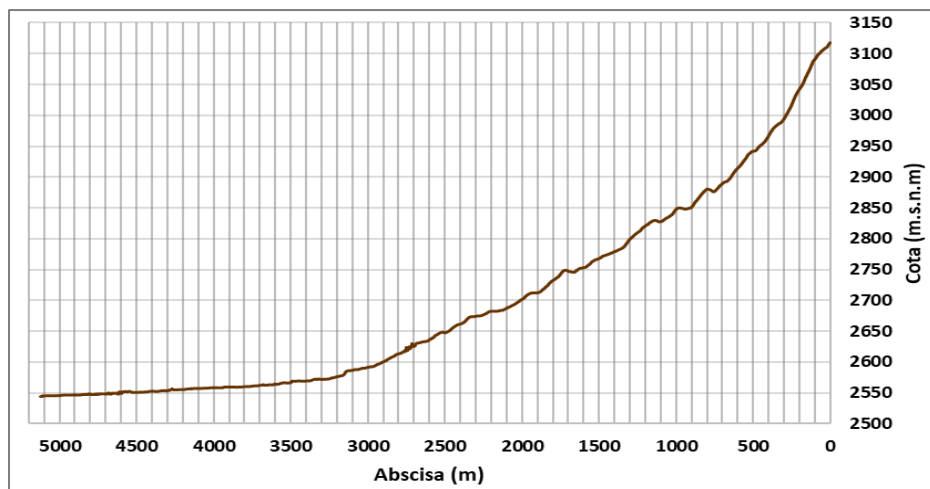


Figura 2- 59. Delimitación de la cuenca de la quebrada La Floresta. Fuente: Elaboración propia.



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.3.5 Quebrada Cañiza

Este cauce corresponde a una derivación antrópica de la quebrada La Floresta de la cual toma sus aguas una vez esta cruza la carrera séptima (Fotografía 2-8), siguiendo hacia el occidente hasta la desembocadura en el canal Guaymaral, 120 m aguas abajo de la desembocadura de la quebrada La Floresta.



Fotografía 2- 8. Detalle del cauce actual de la quebrada Cañiza, sector K7 – vía férrea. Fuente: Elaboración propia.

El cauce de esta quebrada presenta un trazado rectilíneo a partir del punto de derivación de la quebrada La Floresta. Esta quebrada cruza la Autopista Norte mediante dos estructuras tipo box culvert (2.0x1.20 m). El área total es de 48,58 ha, con una longitud del cauce principal de 930 m y un ancho medio de 555 m (Figura 2-62). La elevación más alta de la cuenca es 2562.5 m.s.n.m., y la más baja es 2544 en el Canal Guaymaral. La pendiente media del cauce principal es de 2,04% (Figura 2-61).

Entre la vía férrea y la Autopista Norte, este cauce se convierte en una cuneta que drena los predios interceptados sin que se evidencie flujo de agua. En el tramo final a partir de la Autopista Norte, el cauce es prácticamente inexistente y con un trazado que bordea el límite norte de un predio que se extiende entre esta vía y el canal Guaymaral. La escorrentía generada en la cuenca aferente se ha desviado hacia el sur para integrarse a la cuenca de la quebrada La Floresta.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

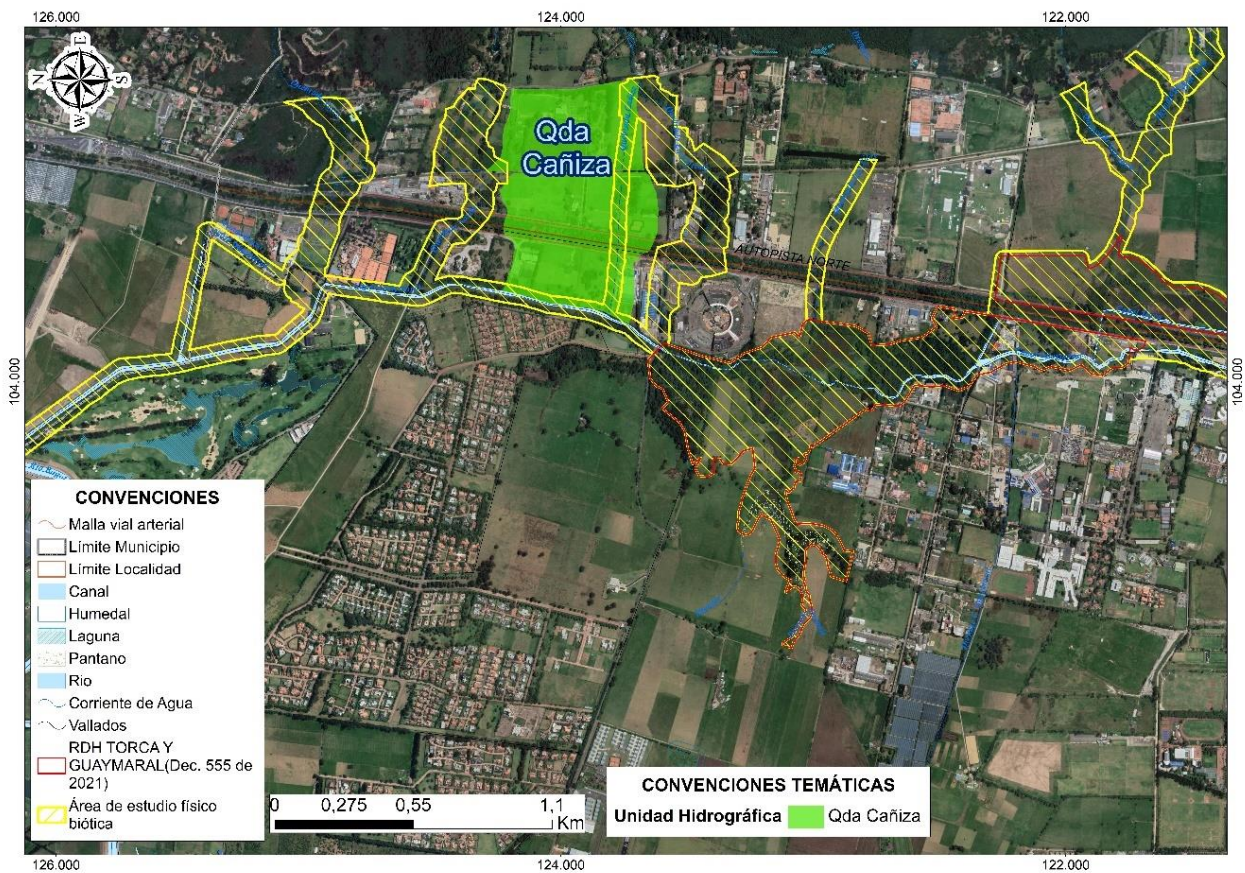


Figura 2- 61. Delimitación de la cuenca de la quebrada Cañiza. Fuente: Elaboración propia.

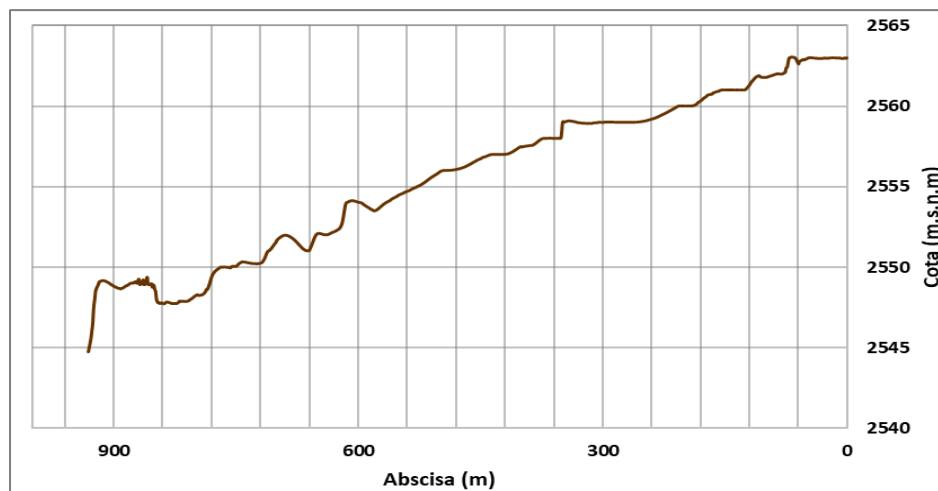


Figura 2- 62. Perfil longitudinal quebrada Cañiza. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.3.6 Quebrada Las Pilas

Esta es una quebrada que nace en los Cerros Orientales y se encuentra rodeada por vegetación nativa hasta atravesar la carrera Séptima, punto después del cual, el cauce se modificó para abastecer un cultivo de flores en la zona.

El área total es de 211 ha, con una longitud del cauce principal de 965 m y un ancho medio de 2187 m. La Figura 2-63 presenta la delimitación de la cuenta estimada para esta corriente.

La elevación más alta de la cuenca es 2944 m.s.n.m., y la más baja 2545 en el canal Guaymaral. La pendiente media del cauce principal es de 41,3%, mientras que en la zona baja la pendiente es del orden del 1%. En la Figura 2-64 se presenta el perfil topográfico del cauce de la quebrada Las Pilas.

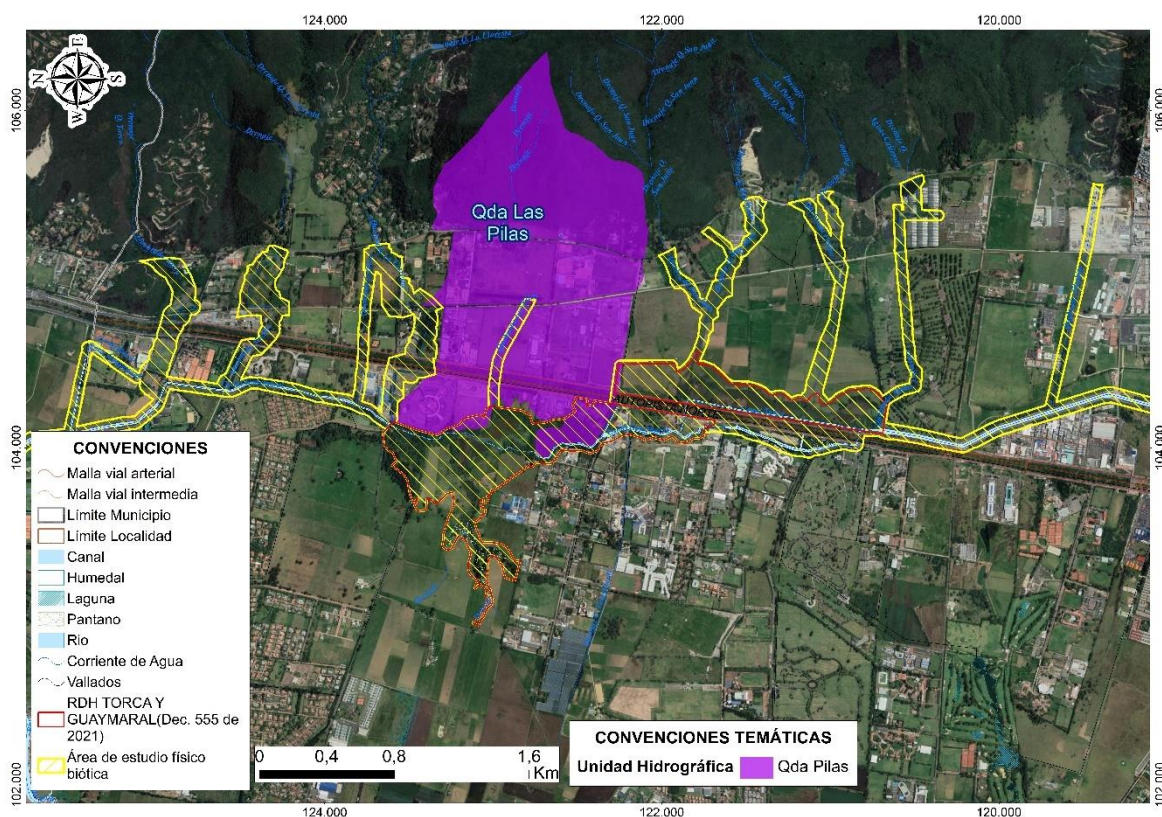


Figura 2- 63. Delimitación de la cuenca de la quebrada Las Pilas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

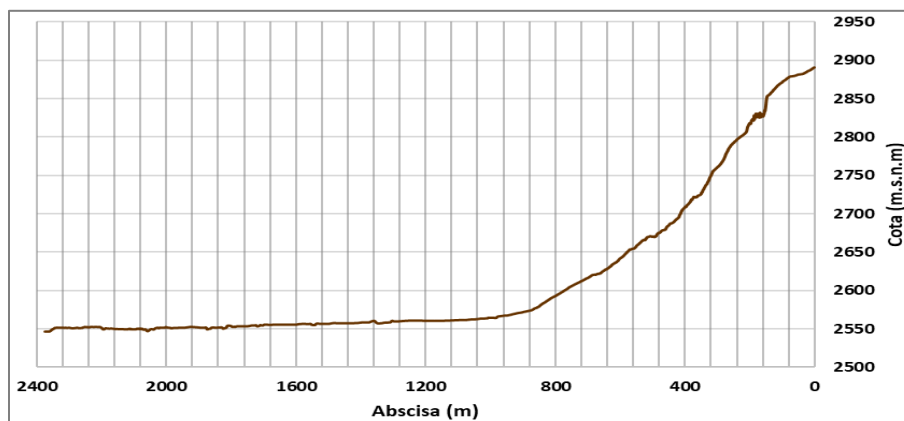


Figura 2- 64. Perfil longitudinal quebrada Las Pilas. Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3.7 Quebrada Novita

El área total es de 89 ha, con una longitud del cauce principal de 2422 m y un ancho medio de 368 m. La Fotografía 2-9 y Figura 2-65, detalla la conformación del cauce de la quebrada Novita.



Fotografía 2- 9. Detalle del cauce actual de la quebrada Novita. Fuente: Elaboración propia.

La elevación más alta de la cuenca es 2973 m.s.n.m., y la más baja 2543 en el canal Guaymaral. La pendiente media del cauce principal es de 17,7 %, mientras que en la zona baja la pendiente se encuentra entre el 1 % al 1.5 %. En la Figura 2-65 presenta el perfil longitudinal del cauce principal de la quebrada Novita.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

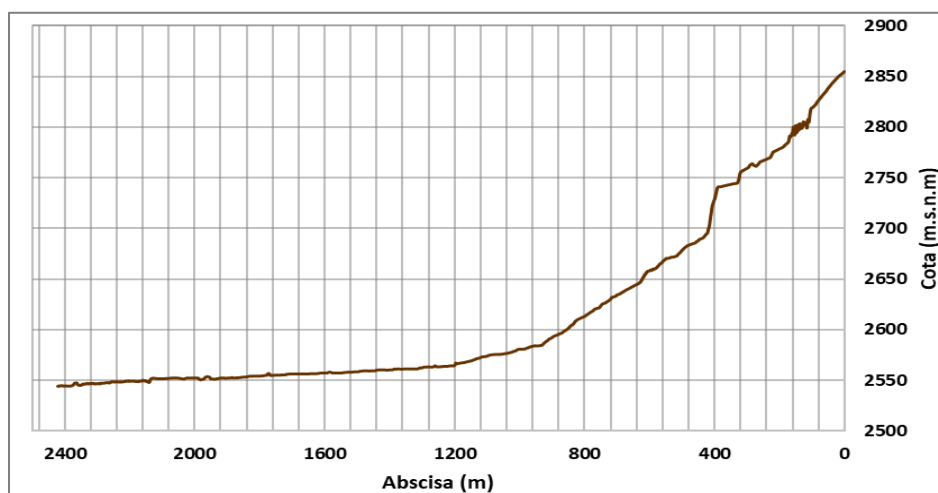


Figura 2- 65. Perfil longitudinal quebrada Nóvita. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2-66 presenta la delimitación de la cuenca de la quebrada Nóvita.

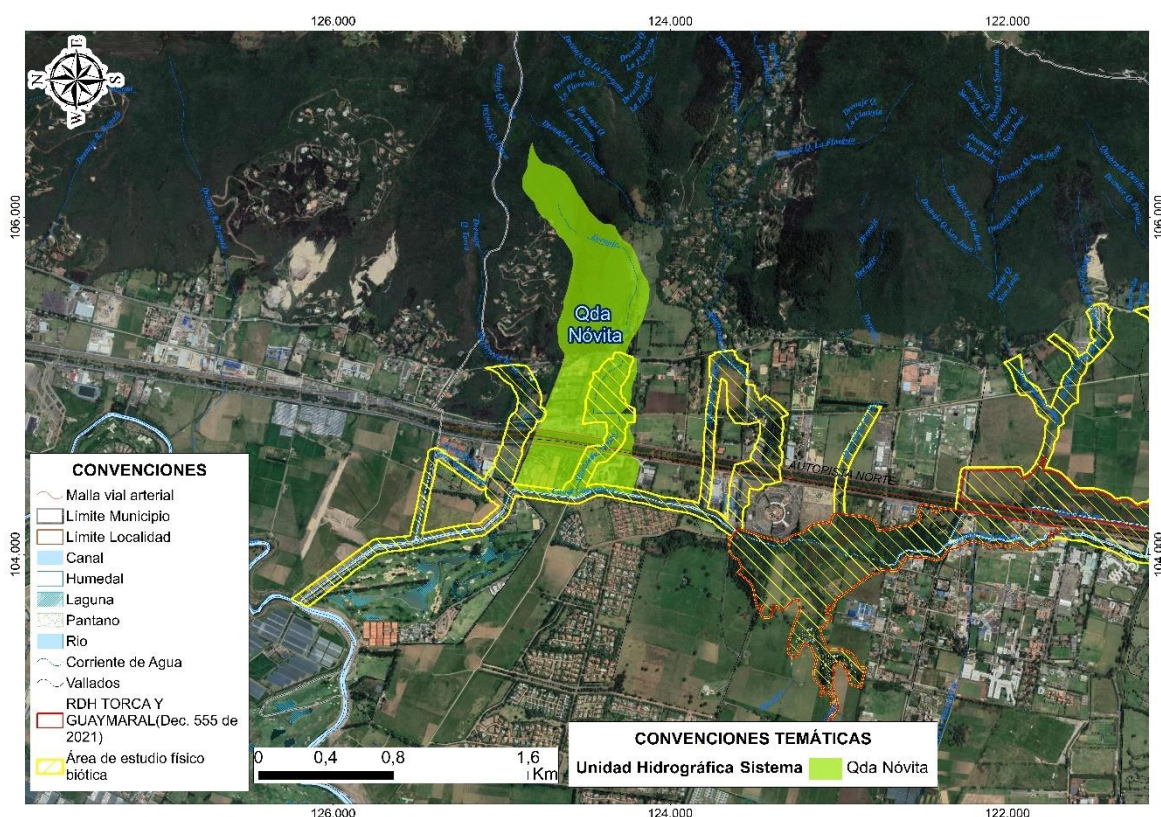


Figura 2- 66. Delimitación de la cuenca de la quebrada Nóvita. Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3.8 Quebrada Torca

El área total es de 162 ha, con una longitud del cauce principal de 3846 m. El ancho medio de la cuenca es de 421 m. La elevación más alta de la cuenca es 3218 m.s.n.m., y la más

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

baja 2558 en el canal Guaymaral. Por otro lado, en la Figura 2-67 se presenta la delimitación de la cuenca de esta quebrada.

La pendiente media del cauce principal es de 17.2 %, mientras que en la zona baja pendiente se encuentra entre el 0,1 % al 0,5 %. En la Figura 2-68 se presenta el perfil longitudinal del cauce principal de la quebrada Torca.

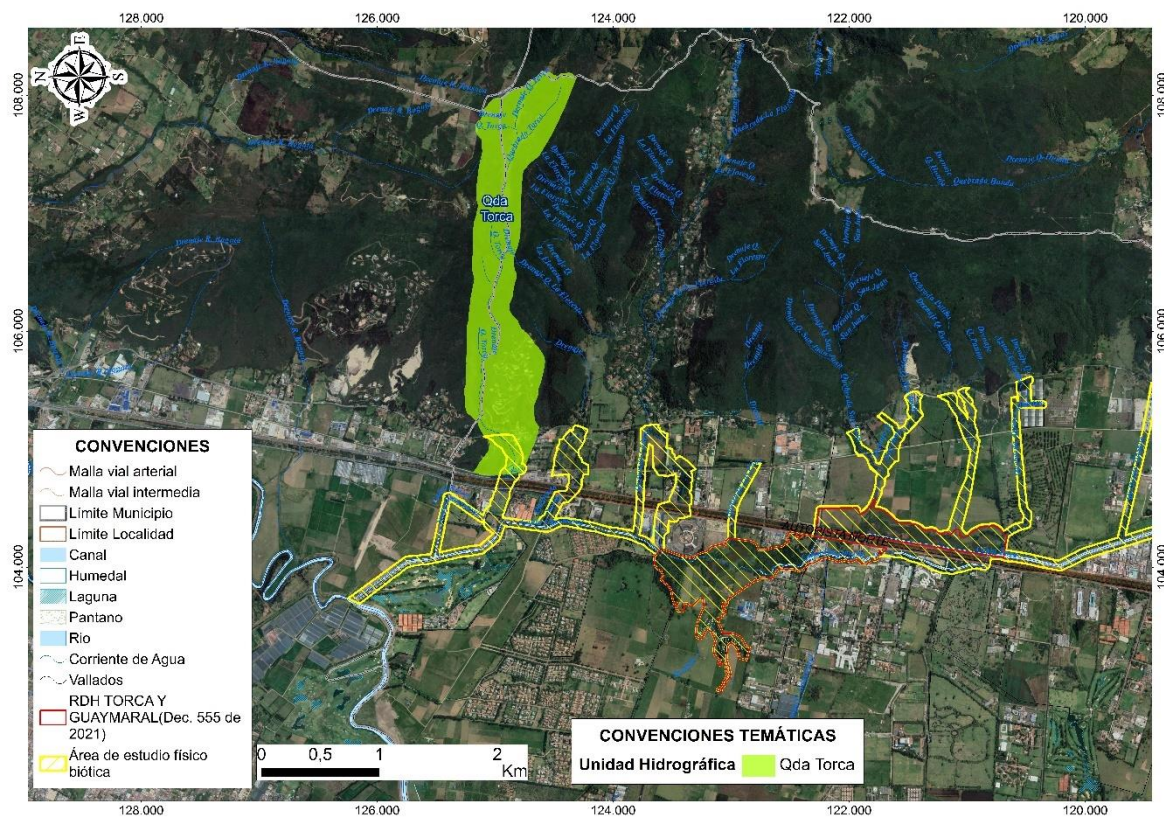


Figura 2- 67. Delimitación de la cuenca de la quebrada Torca. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

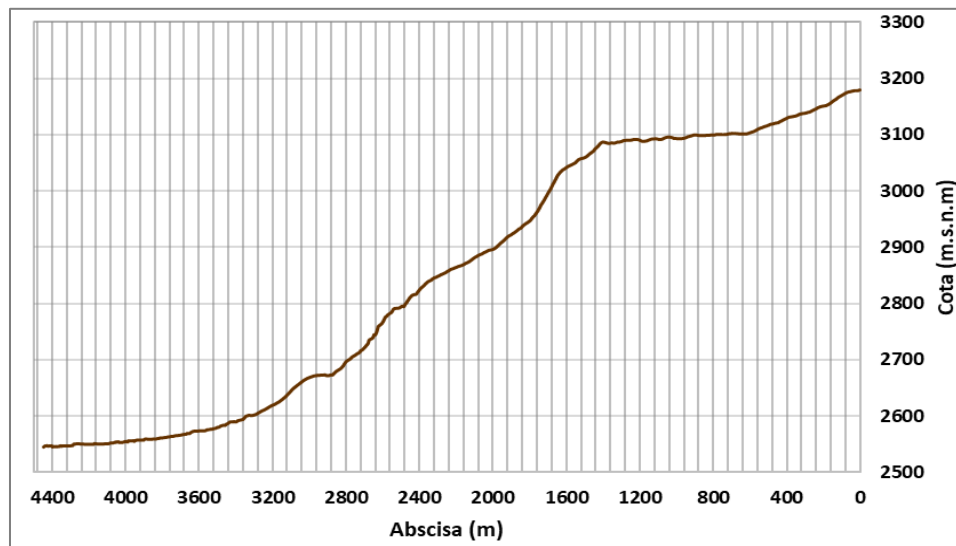


Figura 2- 68. Perfil longitudinal quebrada Torca. Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3.9 Río Bogotá

La cuenca del Río Bogotá está clasificada como de segundo orden en el país, tiene un área de drenaje de 5.886 Km², presentando una predominancia de relieve fuertemente ondulado a fuertemente quebrado en más de la mitad de su extensión territorial. Esta característica corresponde principalmente a las zonas montañosas que rodean la Sabana de Bogotá en altitudes por encima de los 2600 m.s.n.m., y a las zonas montañosas y de ladera del flanco oeste de la cordillera oriental que drena hacia el río Magdalena en altitudes que oscilan entre 240 y 2000 m.s.n.m.

Su recorrido se encuentra dividido en tres partes: cuenca alta desde el Municipio de Villapinzón hasta la desembocadura del Río Sisga; cuenca media, desde la desembocadura del río Sisga hasta las compuertas de Alicachín, y la cuenca baja, desde las compuertas de Alicachín–Embalse del Muña hasta la desembocadura del Río Bogotá en el río Magdalena (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – [CAR], 2017).

En una longitud aproximada de 336 Km, el Río Bogotá recibe las aguas de los ríos Sisga, Tominé, Neusa, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Torca, Salitre, Fucha, Tunjuelo, Soacha, Balsillas, Calandaima y Apulo, entre otros (EAAB-UNAL, 2010). En la zona de estudio tiene una sección controlada por jarillones marginales, pero se encuentra en proceso de adecuación hidráulica por parte de la CAR. La sección hidráulica actual es la que se presenta en la Fotografía 2-10, mientras que en la Figura 2-69 se indica la sección propuesta para la adecuación hidráulica en este sector del Río.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 10. Detalle del cauce actual del río Bogotá, sector de la desembocadura del sistema Torca-Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

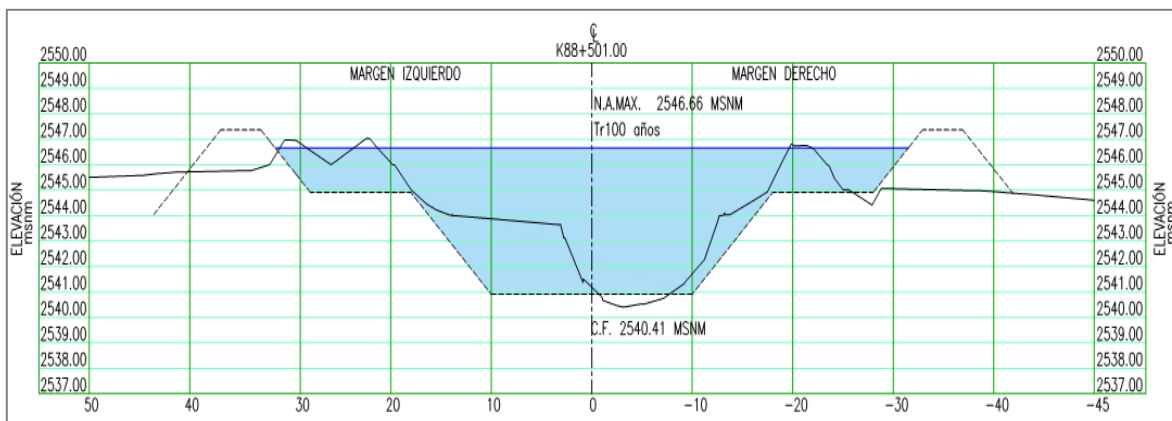


Figura 2- 69. Detalle de la sección actual y proyectada del Río Bogotá, sitio de desembocadura del canal Guaymaral. Fuente: CAR, 2017.

2.5.2.3.10 Canales

– Canal Tibabita

Este canal se localiza en el costado suroriental del campus de la Universidad del Rosario. Aguas arriba se encuentra una industria de fabricación de tuberías de concreto que actualmente entrega sus vertimientos sobre el canal, lo que ha generado una alteración en la calidad de este. El cauce presenta una forma totalmente lineal, y en el sustrato predominan los sedimentos. En cuanto a la vegetación, solo se observa la presencia de algunos sauces.

El área total es de 232 ha, con una longitud del cauce principal de 928 m y un ancho medio de 2496 m. La elevación más alta de la cuenca es 2926 m.s.n.m., y la más baja 2548 en el canal Torca. La pendiente media del cauce principal es de 40,7%, mientras que en la zona baja la pendiente es del orden del 1%.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

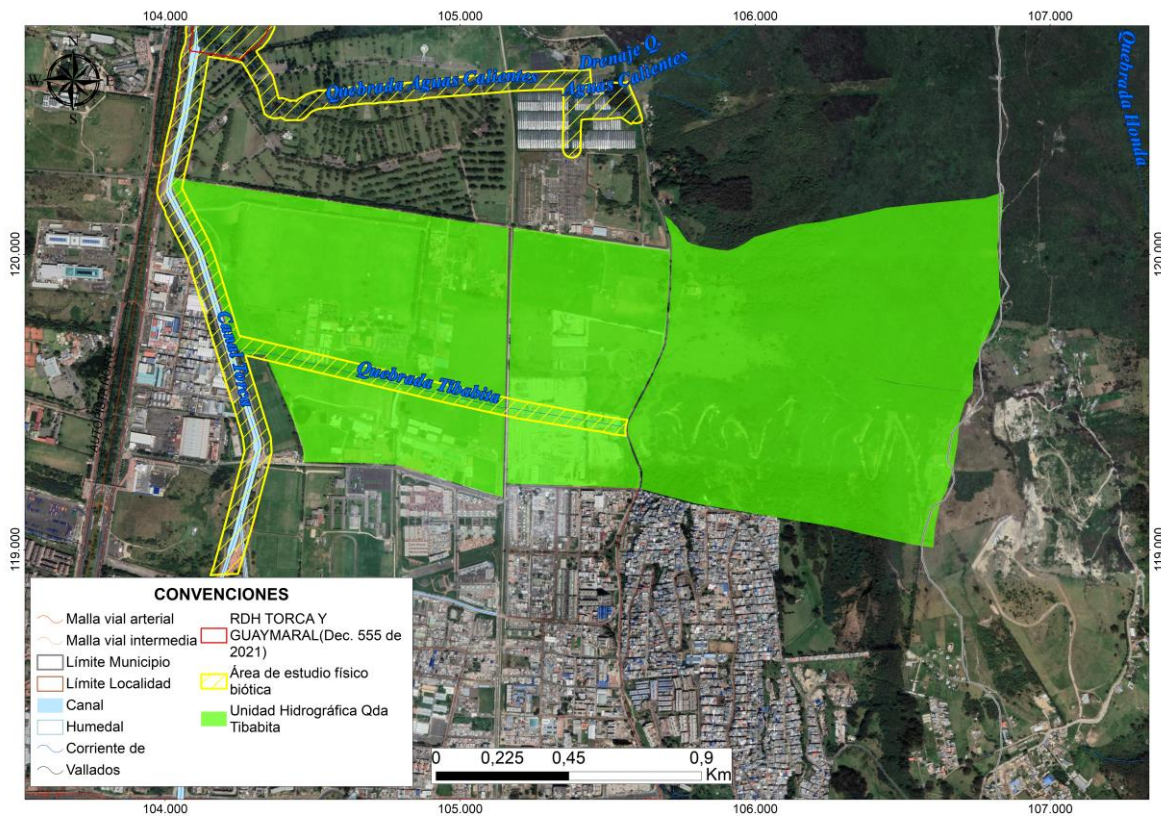


Figura 2- 70. Delimitación de la cuenca de la quebrada Tibabita. Fuente: Elaboración propia.

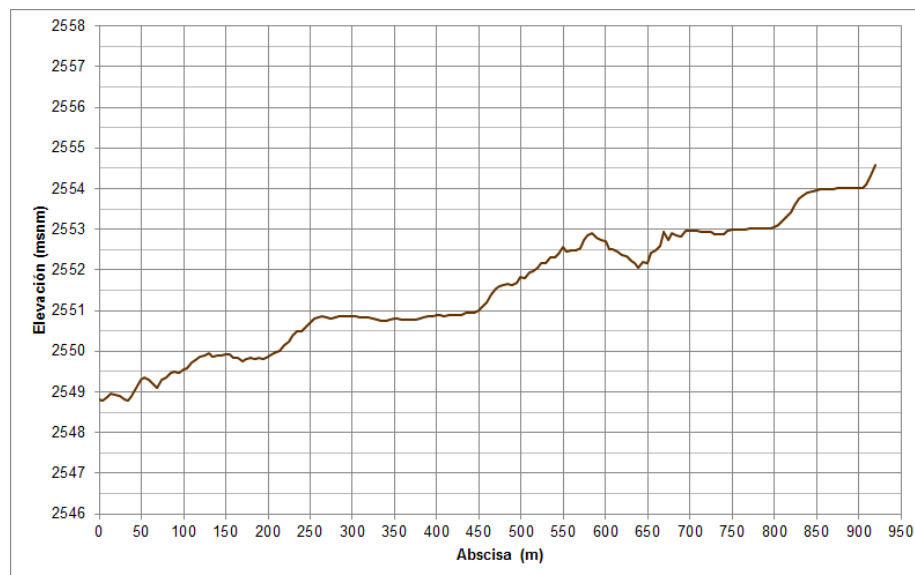


Figura 2- 71. Perfil longitudinal quebrada Tibabita. Fuente: Elaboración propia.

- **Canal Torca**

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Este canal (estructura revestida en concreto) tiene su origen sobre la Calle 153 a la altura de la Carrera 7a, con trayectos abiertos y otros subterráneos, el cual confluye a la altura de la Calle 170 y continua hasta el humedal, con una longitud total de 4,1 km, que drena de sur a norte entre la Calle 170 y el cementerio Jardines de Paz este último ubicado en la Calle 200 y siendo este el punto de la desembocadura.

Del sistema Torca-Guaymaral, el primer elemento es el humedal sector Torca que recibe el aporte de caudal proveniente de la cuenca del río Torca (canal Torca), el cual discurre de sur a norte a través de un canal de forma trapezoidal revestido en concreto y que desemboca hasta el sitio donde intercepta al humedal a la altura del Cementerio Jardines de Paz.

La subcuenca del canal Torca nace a la altura de la calle 153 con carrera séptima en Cerros Orientales; dentro de la ciudad recorre una distancia aproximada de 8,5 kilómetros, de los cuales, 6,2 se encuentran canalizados. Durante este recorrido recolecta las aguas de diversos canales, entre ellos los canales el Cedro que está ubicado sobre la calle 153, el San Cristóbal que nace en el barrio San Cristóbal norte sobre la calle 161, y el Serrezuela que nace arriba de la carrera séptima con calle 170.



Fotografía 2- 11. Detalle del cauce actual del canal Torca, antes de la desembocadura en los humedales de Torca y Guaymaral (izq.) y aguas abajo de la autopista norte (der.).
Fuente: Elaboración propia.

Las aguas lluvias transportadas por el canal Torca son entregadas al humedal en el sector del Cementerio Jardines de Paz. Este canal se diseñó para funcionar como un sistema de amortiguación con desborde lateral hacia el cuerpo del humedal, sin embargo, la alta carga de sedimentos y materia orgánica transportada por el canal ha generado problemas de colmatación el Canal y acumulación de sedimentos a lo largo de la margen derecha, producto de las labores de mantenimiento, lo que conllevó a la desconexión del canal con el cuerpo del humedal. Este sistema se conecta con el sector Guaymaral del humedal a través de tres obras hidráulicas instaladas bajo la Autopista Norte.

Para la delimitación de las cuencas urbanas o externas que hacen su ingreso al sistema Torca-Guaymaral se tuvo en cuenta la red de drenaje pluvial suministrado por el SIGUE de la EAAB, a partir del cual se llevó a cabo la delimitación que se presenta en la Figura 2-72.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El canal Guaymaral tiene su inicio una vez ocurre el primer cruce de aguas desde el sector Torca, a la altura del Cementerio Jardines del Recuerdo. El canal fluye mediante una sección en tierra hasta el ingreso al humedal sector Guaymaral, a la altura de la Calle 215. Dentro del Humedal la sección se conserva en tierra, con una planicie de desborde hacia la margen derecha (Fotografía 2-12 izq.). La margen izquierda se encuentra confinada por diques construidos para el control de los desbordes hacia ese costado, aunque sin condiciones técnicas en su conformación.

En la Calle 222 recibe el aporte del último y más grande aporte del sector de Torca, mediante un canal trapezoidal que fluye paralelo al costado norte de esta vía.

Hacia la parte final del humedal sector Guaymaral, en la Calle 235 (Bima), la canal continua en una sección trapezoidal que ha sido objeto de intervenciones de reconformación y realce de jarillones laterales, hasta la desembocadura en el río Bogotá, en el sector del Club Guaymaral (Fotografía 2-12 der.).



Fotografía 2- 12. Detalle del cauce actual del canal Guaymaral, sector medio (izq.) y sector bajo (der.) Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3.1 CANALES EN TIERRA O VALLADOS

Para el desarrollo del componente hidrológico de los vallados se analizó la información hidroclimatológica disponible en el sector suministrada por la CAR para tal fin, para ello se evaluó la precipitación máxima en 24 horas realizando un análisis estadístico con la distribución de frecuencia de Gumbel para obtener las precipitaciones para diferentes períodos de retorno y establecer el impacto del evento Niña de los años 2010 y 2011.

Asimismo, se estimaron los caudales máximos mediante el método racional, empleando el coeficiente de escorrentía, la intensidad de la precipitación y las áreas de drenaje como se aprecia en las siguientes tablas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 31. Caudales máximos cierre final cuenca MH2

| Características morfométricas | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|
| Área (Ha): | 79.31 | | | Cota superior (msnm): | | | |
| Longitud (m): | 1.784 | | | Cota inferior (msnm): | | | |
| | | | | Tiempo concentrac. (min): | | 148.67 | |
| Caudales máximos | | | | | | | |
| Periodos de retorno | 3 | 5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Parámetros IDF C1 | 1,927.6 | 2,112.0 | 2,698.5 | 3,360.5 | 3,545.9 | 4,843.1 | 5,342.2 |
| Xo | 20.4 | 19.3 | 20.0 | 21.9 | 21.3 | 25.6 | 25.1 |
| C2 | -0.98 | -0.97 | -0.99 | -1.00 | -1.00 | -1.03 | -1.03 |
| Q final (m³/s) | 0.50 | 0.67 | 0.98 | 1.21 | 1.41 | 1.74 | 2.10 |

Fuente: CAR, 2015.

Tabla 2- 32. Caudales máximos cierre final cuenca MH3

| Características morfométricas | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|
| Área (Ha): | 68.81 | | | Cota superior (msnm): | | | |
| Longitud (m): | 978 | | | Cota inferior (msnm): | | | |
| | | | | Tiempo concentrac. (min): | | 148.67 | |
| Caudales máximos | | | | | | | |
| Periodos de retorno | 3 | 5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Parámetros IDF C1 | 2,802.1 | 3,381.4 | 3,771.6 | 4,579.7 | 4,812.2 | 6,330.1 | 6,725.9 |
| Xo | 24.9 | 26.1 | 25.5 | 27.2 | 26.8 | 30.4 | 29.7 |
| C2 | -1.03 | -1.04 | -1.03 | -1.04 | -1.04 | -1.06 | -1.06 |
| Q final (m³/s) | 0.60 | 0.82 | 1.20 | 1.44 | 1.71 | 2.12 | 2.55 |

Fuente: CAR, 2015.

Tabla 2- 33. Caudales máximos cierre final cuenca MH4

| Características morfométricas | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|
| Área (Ha): | 126.65 | | | Cota superior (msnm): | | 2553.13 | |
| Longitud (m): | 3.691 | | | Cota inferior (msnm): | | 2449.50 | |
| | | | | Tiempo concentrac. (min): | | 174.48 | |
| Caudales máximos | | | | | | | |
| Periodos de retorno | 3 | 5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
| Parámetros IDF C1 | 4,262.6 | 5,462.3 | 6,274.5 | 7,078.8 | 7,623.3 | 9,388.1 | 9,946.6 |
| Xo | 29.6 | 32.8 | 33.5 | 34.0 | 34.7 | 36.9 | 36.8 |
| C2 | -1.09 | -1.10 | -1.09 | -1.10 | -1.10 | -1.11 | -1.10 |
| Q final (m3/s) | 0.60 | 0.82 | 1.20 | 1.42 | 1.70 | 2.10 | 2.52 |

Fuente: CAR, 2015.

Los caudales de los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años se requieren para el análisis de los vallados, más específicamente en la determinación de las manchas de inundación. En cuanto a los caudales de los periodos de retorno de 10, 25 y 50 años, estos son empleados para analizar el comportamiento de los vallados en su condición actual y en la condición de diseño hidráulico.

La topobatemetría necesaria para los modelos hidráulicos de los canales se realizó mediante secciones transversales sobre cada uno de los drenajes.

Para la modelación hidráulica de los canales realizada mediante el programa HEC-RAS 4.1 se le asignó coeficientes de resistencia hidráulica (n de manning) de 0.062 en las márgenes y de 0.047 en los cauces y cuyos resultados son:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El Modelo Hidráulico 2 (MH-2) corresponde al vallado de la calle 235 ubicado en el Sector I, caracterizado por drenar el agua de la vía y de algunos predios en la zona con destino o descarga en el Humedal Guaymaral (ver Figura 2-73)

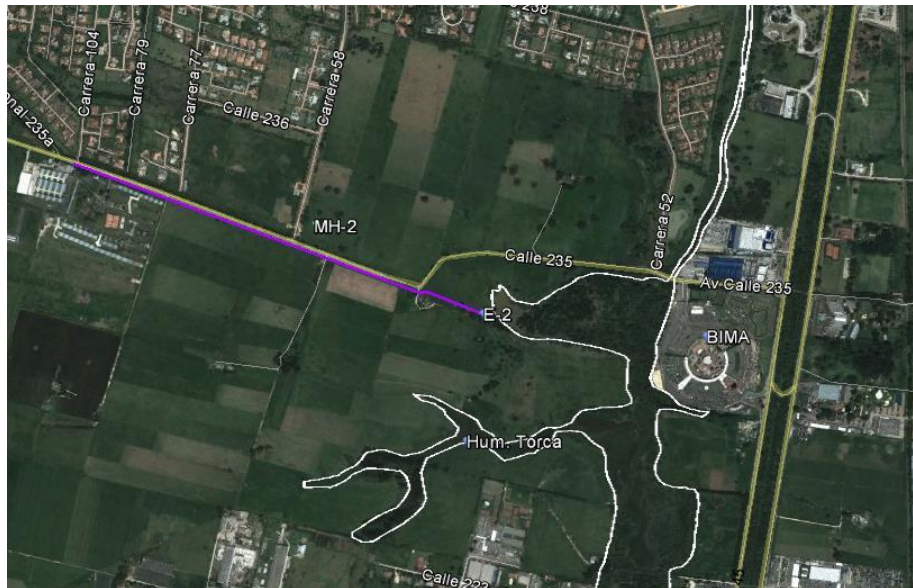


Figura 2- 73. Canal del modelo hidráulico 2 –MH2 Fuente: CAR, 2015.

Este modelo está básicamente compuesto por un solo vallado, el cual se ubica al costado derecho de la calle 235 en dirección oeste a este, además en este sector existen gran cantidad de predios entre los cuales hay cultivos, fincas, clubes de aviación entre otros.

En la Figura 2-74 se presentan las secciones transversales más representativas del modelo hidráulico del canal del MH-2 con los niveles alcanzados por cada uno de los caudales de los diferentes periodos de retorno.

Este canal o vallado presenta desborde sobre la margen derecha a partir del caudal con periodo de retorno de 3 años ($0.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Aguas arriba del sitio final de descarga el cauce presenta una capacidad hidráulica mayor ($2.1 \text{ m}^3/\text{s}$).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

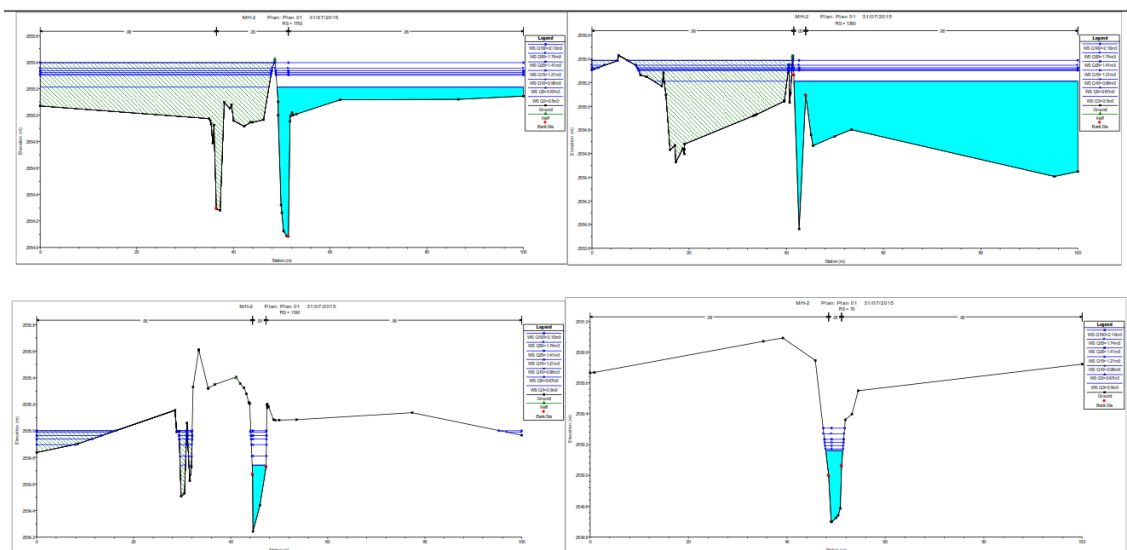


Figura 2- 74. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-2. Fuente: CAR, 2015.

El modelo hidráulico 3 (MH-3) ubicado en el Sector I corresponde a los vallados interconectados de los predios Hacienda el Jardín y la Universidad UDCA, ambos vallados empleados en el drenaje de las aguas lluvias de dichos predios (ver Figura 2-75).



Figura 2- 75. Canal del modelo hidráulico 3 –MH3. Fuente: CAR, 2015.

Este modelo presenta un paso en el predio el Jardín, mientras que en la UDCA se aprecia una caja con vertedero que dirige el agua a través de una tubería de aproximadamente 30" a dos cajas consecutivas, la última de ellas recibe el agua del vallado y la redirige al Humedal de Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la Figura 2-76 se presentan las secciones transversales más representativas del modelo hidráulico del canal del MH-3 con los niveles alcanzados por cada uno de los caudales de los diferentes periodos de retorno.

La capacidad hidráulica de este canal o vallado que componen este modelo hidráulico es bastante reducida, toda vez que se presenta desborde por ambas márgenes con caudales inferiores a $0.36\text{m}^3/\text{s}$ (Tr: 2.33 años). Cabe resaltar que, en inmediaciones al sitio de descarga, el cauce tiene la capacidad de transportar caudales asociados a un periodo de retorno de 100 años ($1.52\text{m}^3/\text{s}$).

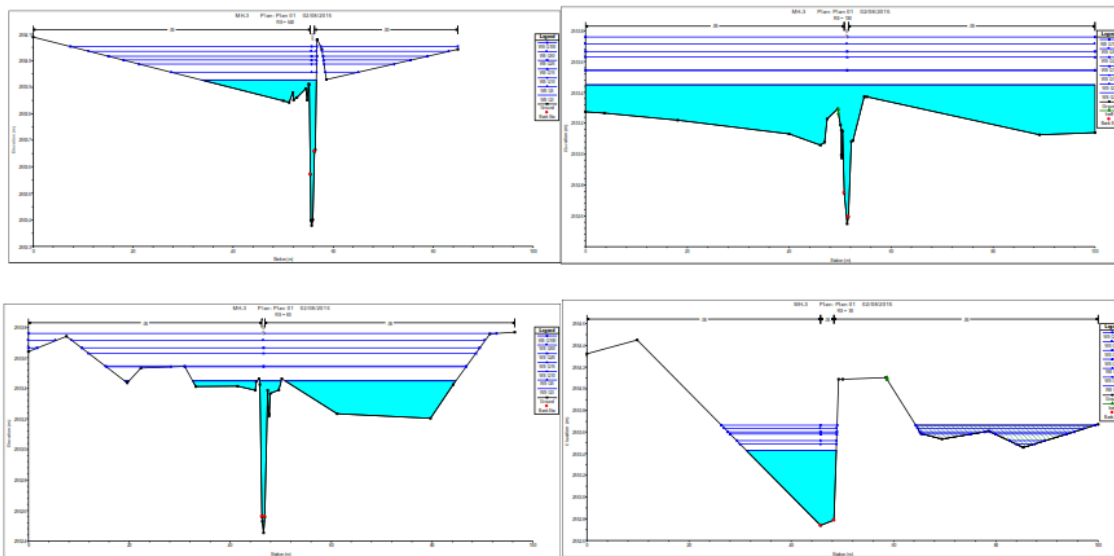


Figura 2- 76. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-3. Fuente: CAR, 2015.

El modelo hidráulico 4 (MH-4) corresponde al sistema de vallados ubicados en el Sector I, más específicamente los que se encuentran en la Finca La Filomena y que se conectan con el vallado de la Calle 209 sobre el andén del Cementerio Jardines del Recuerdo (Figura 2-77).

Vale aclarar que desde el vallado que baja entre el predio la Filomena y el Cementerio Jardines del Recuerdo el olor a agua residual es bastante fuerte, en especial en horas de la tarde y según habitantes del Sector incrementa en horas de la noche según ellos por las descargas realizadas en los Conjuntos al Sur de los vallados.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

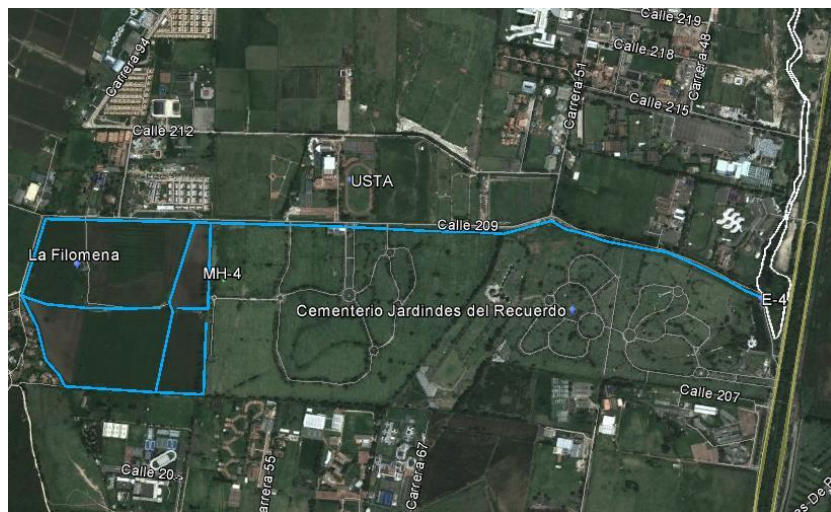


Figura 2- 77. Canal del modelo hidráulico 4 –MH4. Fuente: CAR, 2015.

En este modelo se observa presencia de pasos especialmente sobre la calle 209 en cinco (5) diferentes puntos incluida la tubería de entrega llegando a la Autopista Norte, mediante la cual se hace entrega del agua de drenaje al Humedal de Guaymaral.

La descarga de este sistema está ubicada llegando a la Autopista Norte sobre el costado derecho de la Calle 209 pasando el Cementerio Jardines del Recuerdo más exactamente en el Humedal de Guaymaral al costado derecho de la Autopista Norte

En la Figura 2-78 se presentan las secciones transversales más representativas del modelo hidráulico del canal del MH-4 con los niveles alcanzados por cada uno de los caudales de los diferentes periodos de retorno.

Este sistema posee la capacidad de transportar caudales asociados a un periodo de retorno de 3 años (0.25m³/s) o inferiores. A partir de este caudal, se presenta desborde por ambas márgenes.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

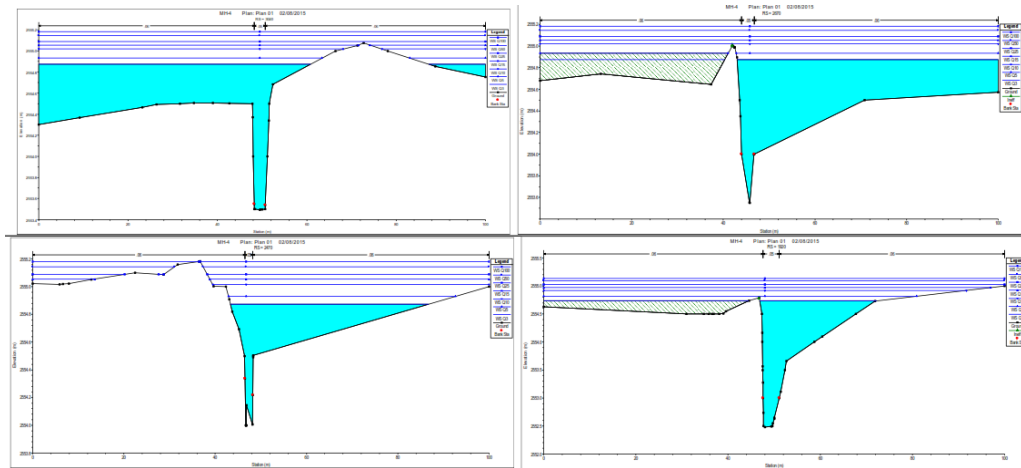


Figura 2- 78. Secciones transversales obtenidas en la modelación hidráulica MH-4. Fuente: CAR, 2015.

2.5.2.4 IDENTIFICACIÓN DE DINÁMICA FLUVIAL

Desde el punto de vista de la hidráulica fluvial, todos los ríos están sujetos en mayor o menor grado a procesos de erosión o degradación, equilibrio y sedimentación o agradación.

Un río se considera en estado de equilibrio cuando no varían el perfil del fondo y ni de las márgenes del cauce y, por lo tanto, existe compensación entre los sedimentos que son transportados hacia el sitio y desde el sitio. Degradación se manifiesta cuando el nivel del lecho baja o las márgenes se desplazan hacia afuera, lo que se presenta cuando la carga de sedimentos es inferior a la capacidad de transporte del flujo de agua. La sedimentación ocurre si el nivel del lecho sube o las márgenes se desplazan hacia adentro, lo que se presenta cuando la carga de sedimentos es superior a la capacidad de transporte del flujo de agua. Estos procesos se aceleran e intensifican durante crecientes, que además originan el problema de las inundaciones sobre todo en las zonas planas aluviales de los ríos. Los cambios morfológicos en los ríos pueden deberse a causas naturales o antrópicas. Las intervenciones humanas sobre un sistema hidráulico pueden desencadenar procesos a altas velocidades que naturalmente tardarían mucho tiempo en producirse y en algunos casos pueden llegar a ser irreversibles.

El perfil longitudinal en la mayoría de los drenajes es empinado en su cabecera, y gradualmente se torna menos pronunciado a la medida que avanza aguas abajo, tal como se mostró en el análisis morfométrico de cuencas. En la Figura 2-79 se presenta el análisis multitemporal que permite identificar la dinámica fluvial de los sistemas Torca-Guaymaral asociados al área de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

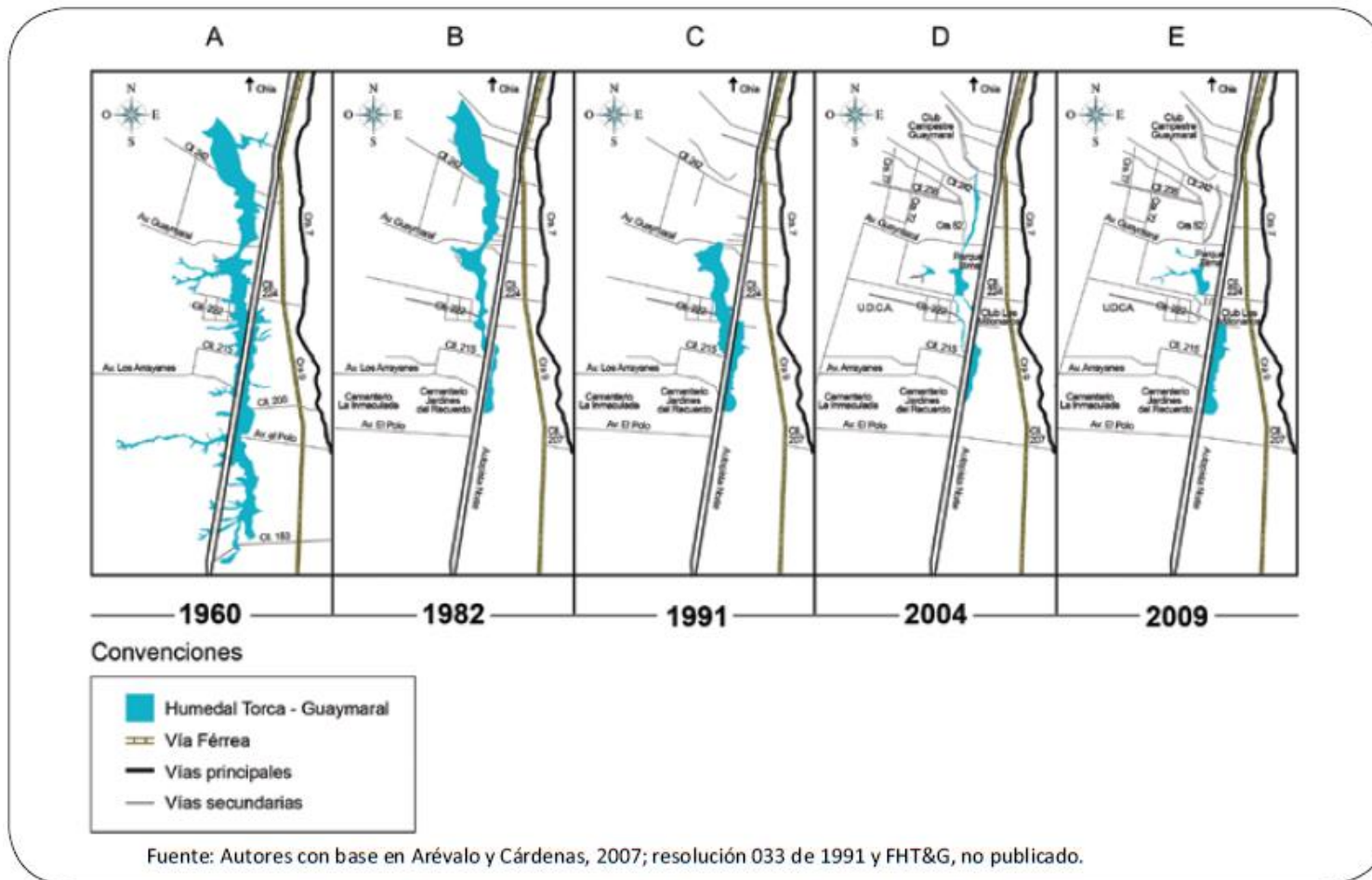


Figura 2- 79. Variación temporal del área de cuerpo de agua en los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: López-Barrera, Plata & Fuentes, 2015.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.5 RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y CAUDALES CARACTERÍSTICOS

En la zona de interés, los grandes aportes al sistema hídrico provienen de la precipitación y la escorrentía superficial, indicando que el caudal varía en función de los periodos lluviosos.

En la Tabla 2-34 se presentan las estaciones pluviográficas cercanas al área de estudio, a partir de las cuales se obtuvo la información de precipitación a escala horaria, para el análisis espacial de precipitación. De estas estaciones, se seleccionaron las tormentas más representativas correspondientes al periodo 2012 a 2017, junto con la información disponible de la base de datos del informe de Ingetec 2015, que contiene datos de tormentas desde el año 2004 hasta el 2012, que a su vez complementó las analizadas por dicho consultor en los estudios de los años 1995 y 2005.

Tabla 2- 34. Estaciones pluviográficas área de estudio.

| Código | Nombre Estación | Entidad | Tipo | Fecha Inicio | Fecha Fin | Elevación (M.S.N.M.) |
|---------|-------------------|---------|------|--------------|------------|----------------------|
| 2120031 | CERRO DE SUBA | EAAB | PVG | 01/04/1946 | 21/10/2018 | 2691 |
| 2120111 | USAQUEN SANTA ANA | EAAB | PVG | 01/03/1929 | 25/09/2018 | 2647 |
| 2120202 | SERREZUELA | EAAB | PVG | 01/01/1990 | 13/08/2018 | 2800 |
| 2120208 | LA CONEJERA | EAAB | PVG | 30/05/1990 | 10/08/2018 | 2500 |
| 2120531 | LA CARO | EAAB | PVG | 01/01/1990 | 08/08/2018 | 2560 |

Fuente: EAAB, 2019.

2.5.2.5.1 Caudales medios

El modelo de base para la estimación de la oferta hídrica superficial es el ciclo hidrológico y la aplicación del principio de conservación de masa mediante el uso de la ecuación de balance hídrico en las unidades hidrográficas de análisis. El ciclo hidrológico describe el transporte de las masas de agua a través de la atmósfera a la tierra y su retorno a la atmósfera, y es el modelo básico para entender el funcionamiento de los sistemas hídricos. En el análisis del ciclo hidrológico se deben considerar variables como precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración, de forma que el único componente de entrada al ciclo hidrológico es la precipitación, mientras que las salidas están representadas por la evaporación, la transpiración, la infiltración y la escorrentía (IDEAM, 2014).

La estimación de la oferta hídrica para un espacio y periodo específico tiene como base el ciclo hidrológico modelado mediante el balance hídrico, el cual determina la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía. El balance hídrico es considerado un buen método para estimar con un margen de error pequeño el caudal medio anual en diferentes regiones de Colombia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, 2004). El balance hídrico establece la cantidad de agua que entra al ecosistema por medio de la precipitación, la que regresa a la atmósfera por la evapotranspiración y la que es almacenada en el suelo para ser usada por la vegetación; así como la que entra por excesos o agua de escorrentía y percolación.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La base física del balance hidrológico es la formulación de las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrográficas determinadas. Expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado. De esta manera:

$$I - O = \Delta S / \Delta t$$

Entradas (I):

Precipitación (P)
Escorrentía superficial desde las cuencas
Agua superficial desde otras cuencas

Salidas (O):

Evaporación
Transpiración
Escorrentía superficial hacia otras cuencas
Agua subterránea hacia otras cuencas
Infiltración

Al final el balance hídrico se expresa como:

$$\text{Esc, Total} = P - ETR$$

Para el cálculo del balance hídrico climático en la zona de estudio se utilizaron los datos de precipitación, temperatura y evapotranspiración, calculados para cada grupo de cuencas según la ponderación de los registros meteorológicos para las estaciones correspondientes, operada por el IDEAM.

La estimación del caudal medio y mínimo generado al interior de cada cuenca en el sitio de intervención por la construcción de las obras de drenaje se realiza mediante la aplicación de la metodología del balance hídrico de largo plazo, el cual se calcula de acuerdo con la metodología de Hargreaves – Samani (1985), que depende únicamente de los datos de temperatura y radiación solar, se determinaron las series para cada cuenca.

$$ETP = 0,0135 (T_{media} + 17.78) R_s$$

$$R_s = R_0 KT (T_{max} - T_{min})^{0.5}$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial diaria [mm/día]

T: Temperaturas [°C]

Rs: Radiación solar incidente [mm/día], dependiente del día juliano y la latitud

R0: Radiación solar extraterrestre

KT: Coeficiente dependiente de la presión atmosférica, cercano a 0.162.

Para el cálculo del balance hídrico climático en la zona de estudio se utilizaron los datos estimados de la precipitación y temperatura en cada cuenca, considerando el nivel de información registrada, basados en los datos de precipitación y temperatura de estaciones de registro del IDEAM de las estaciones La Caro (2120531), La Conejera (2120208) y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Serrezuela (2120202), del IDEAM se emplearon las estaciones Escuela Col Ingeniería (21206050), C. Univ. Agropecuaria – Udca (21206260) y Col Miguel A. Caro (21206690).

En la Figura 2-80 y la Figura 2-81 se presentan los registros de precipitación y temperatura empleados en el modelo de simulación de caudales medios y mínimos para las cuencas de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral.

En el Anexo D Estudios Básicos Hidrodinámica – D2 Hidrológico, se presenta el detalle metodológico del modelamiento de la oferta hídrica de caudales en las nueve (9) quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral, así como los modelos hidrológicos aplicados para la estimación de los caudales medios.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

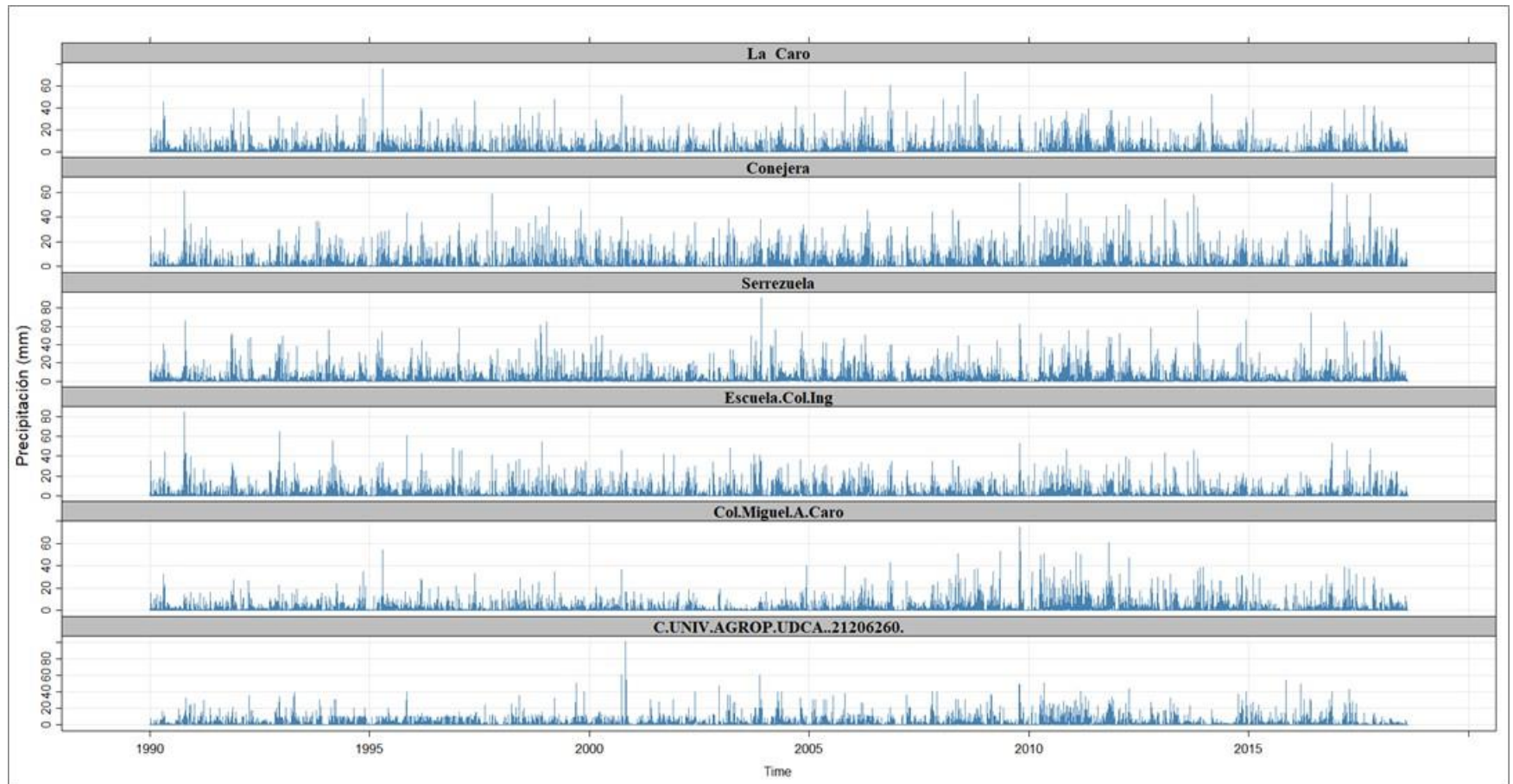


Figura 2- 80. Datos históricos de precipitación total en la zona de estudio. Fuente: IDEAM, EAAB, Modificado Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

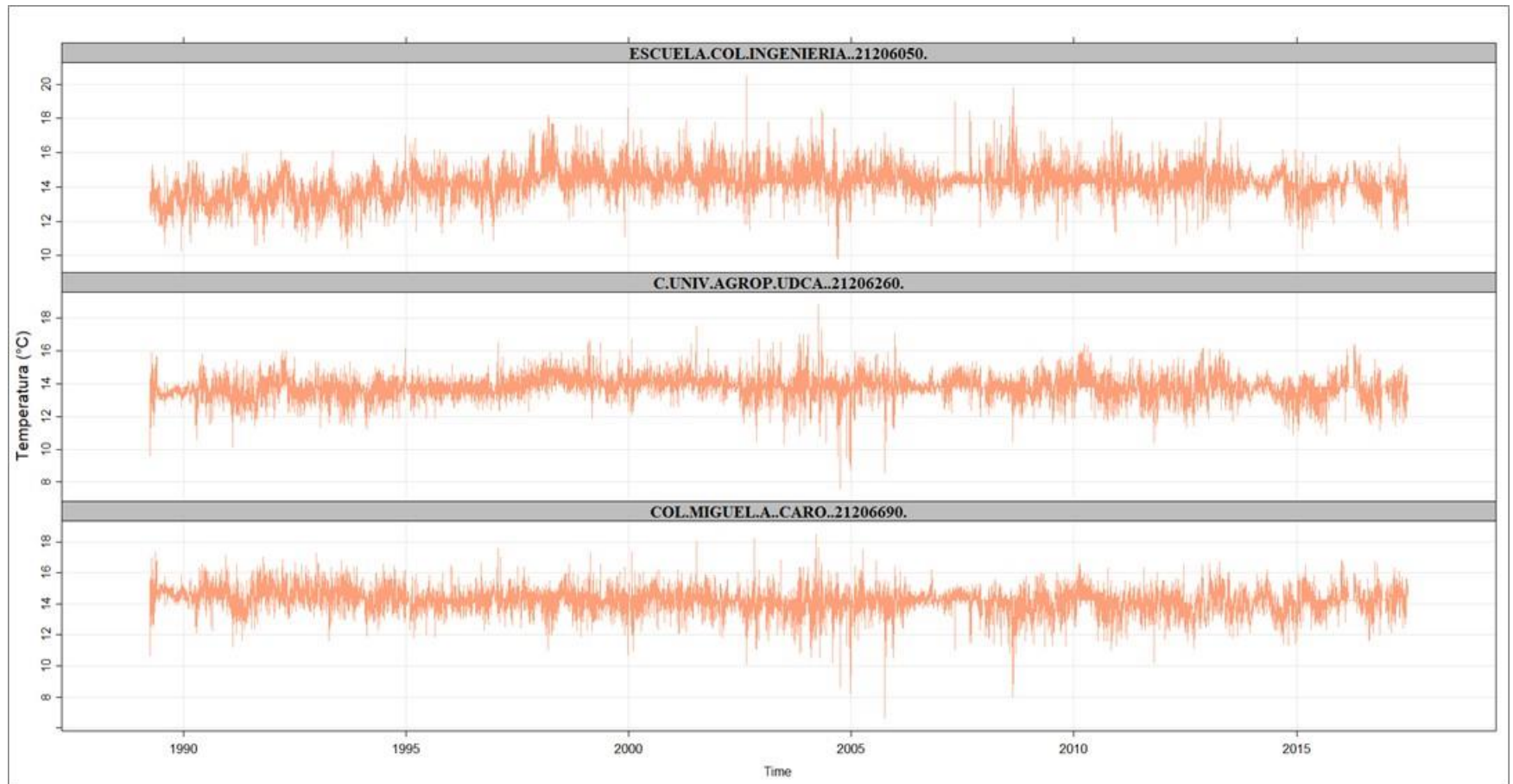


Figura 2- 81. Datos históricos de temperatura media en la zona de estudio. Fuente: IDEAM, EAAB, Modificado Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 35. Caudales medios en las principales cuencas del sistema hídrico Torca-Guaymaral.

| Cuenca | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|----------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Aguascalientes | 31.80 | 41.48 | 59.06 | 71.30 | 67.35 | 39.19 | 33.63 | 29.39 | 34.06 | 75.53 | 82.22 | 42.76 |
| Cañiza | 6.27 | 8.64 | 10.25 | 13.86 | 13.97 | 8.66 | 8.98 | 6.06 | 6.59 | 14.01 | 15.84 | 7.21 |
| Floresta | 64.04 | 96.38 | 124.74 | 167.85 | 169.80 | 97.05 | 100.00 | 67.54 | 74.83 | 172.71 | 194.28 | 84.83 |
| Novita | 9.94 | 14.17 | 17.53 | 23.90 | 24.25 | 14.38 | 14.98 | 9.88 | 10.80 | 24.23 | 27.56 | 12.19 |
| Patiño | 20.86 | 28.40 | 39.76 | 47.39 | 44.63 | 26.16 | 22.84 | 20.18 | 23.55 | 50.67 | 54.35 | 28.32 |
| Pilas | 24.29 | 36.61 | 47.72 | 62.06 | 62.10 | 36.18 | 36.25 | 26.74 | 29.11 | 64.57 | 71.55 | 32.88 |
| San Juan | 29.30 | 45.89 | 61.26 | 76.76 | 75.85 | 43.18 | 42.11 | 32.66 | 37.06 | 81.56 | 88.78 | 41.46 |
| Tibabita | 44.68 | 52.91 | 75.04 | 90.66 | 84.60 | 50.35 | 43.12 | 37.83 | 43.09 | 94.48 | 103.33 | 55.67 |
| Torca | 16.90 | 25.16 | 31.55 | 43.59 | 44.42 | 25.77 | 27.54 | 18.24 | 19.13 | 44.79 | 50.66 | 21.82 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.5.2 Caudal ecológico (mínimo)

En el presente estudio, para el cálculo de caudal ecológico, se adoptó la metodología establecida en la Resolución 0865 de 2004, según el cual este valor corresponde al 25% del caudal mensual medio más bajo, a partir de un registro sintético de caudales medios diarios, que para este caso empleó el procedimiento ofrecido por el software Hec-HMS.

En la Tabla 2- 36 se presenta el cálculo de los caudales ecológicos mensuales, así como el caudal ecológico anual en cada una de las cuencas del sistema hídrico Torca-Guaymaral. En lo que respecta específicamente a las quebradas aportantes a los humedales de Torca y Guaymaral, el comportamiento de los caudales de aporte proyectados son los que se muestran en la Tabla 2-37 y que se representa en la Figura 2-82.

En el Anexo D Estudios Básicos Hidrodinámica – D2 Hidrológico, se presenta en detalle la metodología de estimación de los caudales ecológicos (mínimos) que confluyen al sector del humedal Torca.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 36. Caudales ecológicos mensuales en las principales cuencas del sistema hídrico Torca-Guaymaral (L/s).

| Cuenca | Caudal (L/s) | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Qeco |
| Aguas Calientes | 7.95 | 10.37 | 14.76 | 17.83 | 16.84 | 9.80 | 8.41 | 7.35 | 8.51 | 18.88 | 20.55 | 10.69 | 7.35 |
| Cañiza | 1.57 | 2.16 | 2.56 | 3.47 | 3.49 | 2.16 | 2.25 | 1.52 | 1.65 | 3.50 | 3.96 | 1.80 | 1.52 |
| Floresta | 16.01 | 24.09 | 31.19 | 41.96 | 42.45 | 24.26 | 25.00 | 16.88 | 18.71 | 43.18 | 48.57 | 21.21 | 16.01 |
| Novita | 2.48 | 3.54 | 4.38 | 5.98 | 6.06 | 3.60 | 3.75 | 2.47 | 2.70 | 6.06 | 6.89 | 3.05 | 2.47 |
| Patiño | 5.21 | 7.10 | 9.94 | 11.85 | 11.16 | 6.54 | 5.71 | 5.05 | 5.89 | 12.67 | 13.59 | 7.08 | 5.05 |
| Pilas | 6.07 | 9.15 | 11.93 | 15.51 | 15.53 | 9.05 | 9.06 | 6.68 | 7.28 | 16.14 | 17.89 | 8.22 | 6.07 |
| San Juan | 7.32 | 11.47 | 15.32 | 19.19 | 18.96 | 10.79 | 10.53 | 8.17 | 9.27 | 20.39 | 22.19 | 10.37 | 7.32 |
| Tibabita | 11.17 | 13.23 | 18.76 | 22.67 | 21.15 | 12.59 | 10.78 | 9.46 | 10.77 | 23.62 | 25.83 | 13.92 | 9.46 |
| Torca | 4.22 | 6.29 | 7.89 | 10.90 | 11.11 | 6.44 | 6.89 | 4.56 | 4.78 | 11.20 | 12.66 | 5.46 | 4.22 |

Fuente: Elaboración propia.

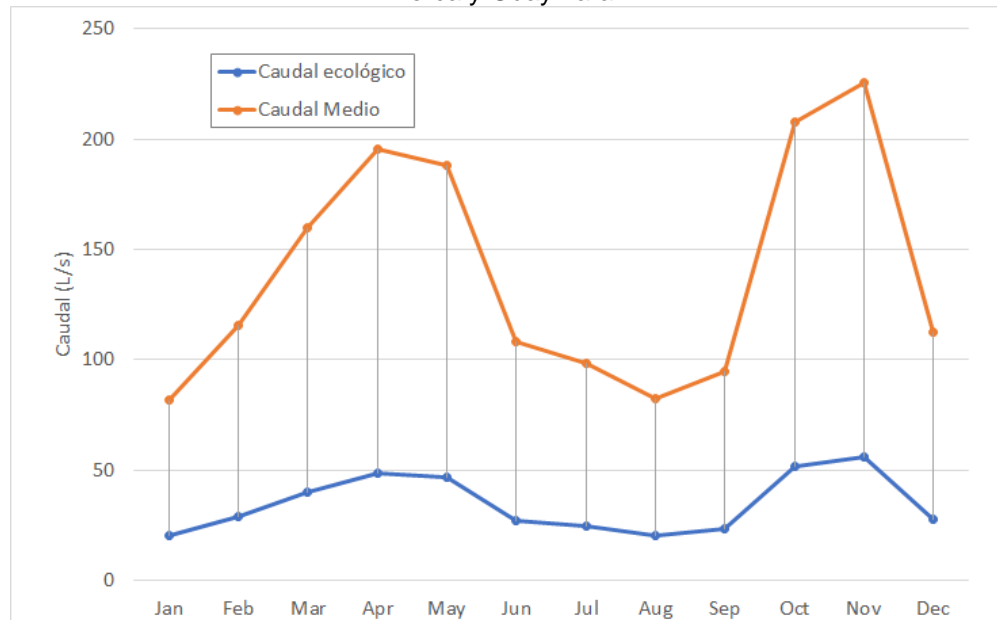
Tabla 2- 37. Caudales ecológicos mensuales esperados afluentes de los humedales de Torca y Guaymaral (L/s).

| Cuenca | Caudal (L/s) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Q25% (Qecológico) Q. Aguas Calientes + Q. San Juan + Q. Patiño | 20.49 | 28.94 | 40.02 | 48.86 | 46.96 | 27.13 | 24.65 | 20.56 | 23.67 | 51.94 | 56.34 | 28.14 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Figura 2- 82. Variación de caudales medios y ecológicos afluentes esperados en los humedales de Torca y Guaymaral.



Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.5.3 Caudales máximos

En este aparte se realiza la estimación de los caudales máximos generados para diferentes períodos de retorno en la cuenca Torca-Guaymaral y que tiene como propósito la actualización del estudio hidrológico de la zona del proyecto y la evaluación del comportamiento hidráulico integral del sistema humedal-quebradas. Teniendo en cuenta el tamaño de la cuenca y las recomendaciones de estudios previos, el proceso inició con la evaluación del comportamiento de las precipitaciones para esta zona de la Sabana de Bogotá.

Estos análisis hacen parte del Estudio de Actualización de la Hidrología del Borde Norte (Producto 4) de esta consultoría, del cual se toman los partes principales del procedimiento metodológico y los resultados obtenidos. Detalles del mismo, podrán consultarse en los documentos que hacen parte de dicho Producto.

2.5.2.5.3.1 Análisis espacial de tormentas

Para determinar las relaciones PADF, actualizadas hasta el año 2017, se empleó la información disponible de tormentas en los años 2004 – 2012, del estudio de Tormentas de INGETEC (2015) y se complementó con la información disponible en las estaciones de estudio hasta el año 2017. El procedimiento llevado a cabo en el presente estudio se basa en lo plasmado en el estudio de Tormentas de INGETEC de 2015, en el cual se presenta el detalle de la metodología para la elaboración de las relaciones PADF.

De acuerdo con el área de influencia del proyecto, se establecieron áreas diferentes con respecto al estudio de INGETEC, por el tamaño del área de estudio, aunque se conservaron las duraciones de aguacero. Estos parámetros se describen a continuación:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Áreas seleccionadas: 100 ha, 500 ha, 2000 ha, 8000 ha y 15000 ha.
- Duraciones en horas: 1,3,6,9,12 y 15
- Periodos de retorno en años: 3,5,10,25,50 y 100

El análisis de distribución de la precipitación consideró la información disponible en el Estudio de Tormentas de Ingetec del año 2015, como punto de partida para la actualización de esta consultoría, con miras a comparar los resultados de aquel con respecto a los resultados obtenidos en este estudio.

A partir de este resumen, se establecieron los días en los cuales se registraron lluvias en un mayor número de estaciones con los valores medios y de precipitación total más altos. Para cada una de esas fechas se generó un resumen diario de tormentas en el que se muestra la precipitación total horaria que fue registrada simultáneamente en las estaciones y el número de estaciones que registraron el evento de lluvia.

Con respecto a la distribución espacial de la precipitación se tuvo en cuenta el informe de Tormentas de Ingetec (INGETEC, 2015), que establece con respecto a la definición de isoyetas a partir de los resultados de la actualización de las curvas PADF, que, durante el análisis espacial de tormentas consideradas en dicho estudio, se detectaron eventos con distribuciones espaciales dispersas difícilmente representables mediante isoyetas elípticas, lo que sugiere que las isoyetas de patrón elíptico no representan adecuadamente los eventos de tormentas registrados en la Sabana de Bogotá.

De acuerdo con lo anterior, en el presente estudio, para el análisis espacial de tormentas, se procedió a determinar el patrón espacial de la precipitación a partir de los datos de precipitación registrados en cada una de las estaciones pluviométricas en el área de estudio. Una vez identificado este patrón, variable para cada tormenta y duración, se movió sobre el área con el fin de obtener el máximo caudal pico teórico, producido sobre las cuencas, con el fin de obtener el nivel de aguas máximo instantáneo sobre en los humedales de Torca y Guaymaral.

Con base en la relación entre la precipitación media ponderada en cada una de las áreas y el área que encierran las isoyetas, se establecieron los valores de precipitación para cada una de áreas establecidas (100, 500, 2000, 5000, 8000 y 15000 ha) por interpolación directa de estos valores. Este procedimiento se realizó para cada una de las tormentas, teniendo en cuenta el año del evento y su duración en horas. Con la información obtenida en el paso anterior se determinaron las relaciones PAD para cada año y duración. Es decir, para cada una de las profundidades totales de precipitación, para cada una de las duraciones de tormenta analizadas, se determinó el volumen de precipitación que cae en las áreas definidas previamente.

En la Tabla 2-38 se presenta el volumen de precipitación asignado cada una de las cuencas con base en los resultados obtenidos de las relaciones PADF, se aprecia que los volúmenes son muy similares para cuencas con un rango de áreas similar, solo se aprecia una variación en las cuencas de mayor tamaño, esto es un resultado intrínseco del método seleccionado.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 38. Precipitación total por cuencas (Duración del evento de 3 horas).

| CUENCA | ÁREA | PRECIPITACIÓN [mm] | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | [ha] | TR 3 | R 5 | TR 10 | TR 25 | TR 50 | TR 100 |
| Qda Torca 3 | 2.27 | 48.12 | 56.19 | 65.18 | 74.95 | 81.20 | 86.68 |
| Qda San Juan 3 | 6.40 | 48.11 | 56.18 | 65.16 | 74.93 | 81.19 | 86.67 |
| Qda Torca 4 | 13.67 | 48.09 | 56.15 | 65.14 | 74.91 | 81.17 | 86.65 |
| Humedal Guaymaral 3 | 14.99 | 48.09 | 56.15 | 65.14 | 74.91 | 81.16 | 86.65 |
| Qda Patiño 2 | 15.35 | 48.09 | 56.15 | 65.14 | 74.91 | 81.16 | 86.64 |
| Qda Patiño 3 | 15.38 | 48.09 | 56.15 | 65.14 | 74.91 | 81.16 | 86.64 |
| Qda Novita 2 | 16.13 | 48.09 | 56.15 | 65.14 | 74.91 | 81.16 | 86.64 |
| Occidente 3-1 | 17.77 | 48.08 | 56.14 | 65.13 | 74.90 | 81.16 | 86.64 |
| Qda La Floresta 4 | 18.57 | 48.08 | 56.14 | 65.13 | 74.90 | 81.15 | 86.64 |
| Qda Torca 2 | 20.04 | 48.07 | 56.14 | 65.12 | 74.89 | 81.15 | 86.63 |
| Qda San Juan 4 | 25.15 | 48.06 | 56.12 | 65.11 | 74.88 | 81.13 | 86.62 |
| Canal Torca Oriental 2 | 25.27 | 48.06 | 56.12 | 65.11 | 74.88 | 81.13 | 86.62 |
| Canal Torca Oriental_sub8 | 25.32 | 48.06 | 56.12 | 65.11 | 74.88 | 81.13 | 86.62 |
| Qda Novita 3 | 28.70 | 48.05 | 56.11 | 65.10 | 74.87 | 81.12 | 86.61 |
| Qda Aguas calientes 2 | 29.33 | 48.05 | 56.11 | 65.09 | 74.87 | 81.12 | 86.61 |
| Qda La Floresta 3 | 29.38 | 48.05 | 56.11 | 65.09 | 74.87 | 81.12 | 86.61 |
| Qda Aguas calientes 3 | 30.56 | 48.05 | 56.10 | 65.09 | 74.86 | 81.12 | 86.60 |
| Qda La Floresta 2 | 34.22 | 48.04 | 56.09 | 65.08 | 74.85 | 81.11 | 86.59 |
| Qda San Juan 2 | 36.83 | 48.03 | 56.09 | 65.07 | 74.84 | 81.10 | 86.59 |
| Canal Torca Oriental_sub7 | 37.37 | 48.03 | 56.08 | 65.07 | 74.84 | 81.10 | 86.59 |
| Qda Patiño 4 | 38.57 | 48.02 | 56.08 | 65.07 | 74.84 | 81.10 | 86.58 |
| Pilas 4 | 39.23 | 48.02 | 56.08 | 65.06 | 74.84 | 81.09 | 86.58 |
| Humedal Guaymaral 2 | 39.62 | 48.02 | 56.08 | 65.06 | 74.83 | 81.09 | 86.58 |
| Qda Tibabita 3 | 40.35 | 48.02 | 56.08 | 65.06 | 74.83 | 81.09 | 86.58 |
| Qda Pilas 2 | 41.75 | 48.02 | 56.07 | 65.06 | 74.83 | 81.09 | 86.57 |
| Qda Novita 1 | 44.35 | 48.008 | 56.063 | 65.049 | 74.820 | 81.080 | 86.568 |
| Humedal Guaymaral 1_2 | 45.48 | 48.005 | 56.060 | 65.045 | 74.817 | 81.077 | 86.565 |
| Qda Pilas 3 | 46.53 | 48.00 | 56.06 | 65.04 | 74.81 | 81.07 | 86.56 |
| Canal Guaymaral Occidente 3 | 52.37 | 47.99 | 56.04 | 65.02 | 74.80 | 81.06 | 86.55 |
| Qda San Juan 5 | 53.83 | 47.98 | 56.04 | 65.02 | 74.79 | 81.05 | 86.54 |
| Qda Tibabita 1 | 53.89 | 47.98 | 56.04 | 65.02 | 74.79 | 81.05 | 86.54 |
| Qda Tibabita 2 | 56.73 | 47.97 | 56.03 | 65.01 | 74.78 | 81.04 | 86.53 |
| Qda Patiño 1 | 59.48 | 47.97 | 56.02 | 65.00 | 74.77 | 81.04 | 86.53 |
| Qda Aguas calientes 4 | 62.55 | 47.96 | 56.01 | 64.99 | 74.77 | 81.03 | 86.52 |
| Qda Aguas calientes 1 | 70.47 | 47.94 | 55.99 | 64.97 | 74.74 | 81.00 | 86.50 |
| Canal Torca Oriental_sub9 | 73.70 | 47.928 | 55.98 | 64.96 | 74.73 | 81.00 | 86.49 |
| Canal Torca Oriental_sub10 | 77.01 | 47.92 | 55.97 | 64.95 | 74.72 | 80.99 | 86.48 |
| Qda Tibabita 4 | 80.75 | 47.91 | 55.96 | 64.94 | 74.71 | 80.98 | 86.47 |
| Qda Pilas 1 | 83.62 | 47.90 | 55.95 | 64.93 | 74.70 | 80.97 | 86.46 |
| Canal Torca Oriental_sub11 | 95.66 | 47.87 | 55.91 | 64.89 | 74.67 | 80.93 | 86.43 |
| Canal Guaymaral Occidente 2 | 108.16 | 47.84 | 55.88 | 64.85 | 74.63 | 80.90 | 86.40 |
| Canal Torca Oriental_sub5 | 111.15 | 47.83 | 55.87 | 64.85 | 74.62 | 80.89 | 86.39 |
| Canal Torca Oriental_sub6 | 113.25 | 47.82 | 55.86 | 64.84 | 74.61 | 80.88 | 86.38 |
| Canal Guaymaral Occidente 1 | 121.47 | 47.80 | 55.84 | 64.81 | 74.59 | 80.86 | 86.36 |
| Qda Torca 1 | 125.93 | 47.79 | 55.83 | 64.80 | 74.57 | 80.84 | 86.35 |
| Qda San Juan 1 | 129.91 | 47.78 | 55.82 | 64.79 | 74.56 | 80.83 | 86.33 |
| Occidente 1_2 | 150.74 | 47.73 | 55.76 | 64.73 | 74.50 | 80.77 | 86.27 |
| Occidente 3 | 183.30 | 47.61 | 55.63 | 64.59 | 74.36 | 80.64 | 86.15 |
| Occidente 2 | 247.00 | 47.46 | 55.46 | 64.40 | 74.17 | 80.45 | 85.97 |
| Humedal Guaymaral 1_1 | 203.18 | 47.56 | 55.57 | 64.53 | 74.30 | 80.58 | 86.09 |
| Occidente 1_1 | 255.36 | 47.44 | 55.43 | 64.38 | 74.15 | 80.43 | 85.95 |
| Canal Torca Oriental_sub3 | 317.23 | 47.29 | 55.27 | 64.20 | 73.97 | 80.25 | 85.78 |
| Canal Torca Oriental_sub4 | 330.08 | 47.26 | 55.23 | 64.17 | 73.93 | 80.21 | 85.75 |
| Canal Torca Occidental | 365.37 | 47.18 | 55.14 | 64.06 | 73.82 | 80.11 | 85.65 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 38. Precipitación total por cuencas (Duración del evento de 3 horas).

| CUENCA | ÁREA | PRECIPITACIÓN [mm] | | | | | |
|---------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | [ha] | TR 3 | R 5 | TR 10 | TR 25 | TR 50 | TR 100 |
| Canal Torca Oriental_sub2 | 370.50 | 47.17 | 55.13 | 64.05 | 73.81 | 80.10 | 85.64 |
| Canal Torca Oriental_sub1 | 388.87 | 47.12 | 55.08 | 64.00 | 73.76 | 80.04 | 85.59 |
| Qda La Floresta 1 | 570.15 | 46.69 | 54.60 | 63.48 | 73.22 | 79.52 | 85.09 |
| Canal Torca Oriental 1 | 1964.44 | 43.38 | 50.89 | 59.48 | 69.13 | 75.51 | 81.26 |

Fuente: Elaboración propia con base en EAAB, 2019.

2.5.2.5.3.2 Análisis temporal de tormentas

Teniendo en cuenta las duraciones de cada uno de los aguaceros analizados, se elaboraron las gráficas de curvas de distribución temporal para 3, 6 y 9 horas, en las cuales se incluyeron los aguaceros correspondientes, se promediaron las curvas de cada tormenta, con el fin de obtener curvas de distribución temporal aplicables a las cuencas para aguaceros con estas duraciones.

Una vez realizado el análisis de distribución temporal de tormentas, se llevó a cabo la comparación con los resultados obtenidos por el estudio de tormentas de INGETEC 2015, con lo cual se identificó un comportamiento similar, en el cual aproximadamente el 50% de la precipitación cae durante la primera hora de la tormenta, para la duración de tormenta de 3 horas, la duración de tormenta definida para el diseño.

2.5.2.5.3.3 Hietogramas de diseño

Se eligió la duración de 3 horas para la tormenta de diseño, teniendo en cuenta los resultados de estudios anteriores en el área de estudio, en los cuales se concluye que esta es la duración que produce los resultados más críticos en comparación con tormentas de duraciones mayores en términos de caudales máximos instantáneos y es la duración de tormentas típica en proyectos para la sabana de Bogotá (ESSERE, 1998), (Ponce de León y Asociados, 2000), (INGETEC, 2015). Teniendo en cuenta la distribución temporal de la tormenta, se realizó la distribución del volumen de precipitación para un intervalo de tiempo de 5 minutos.

De acuerdo con el análisis de distribución temporal realizado, se obtiene el hietograma de precipitación para la duración de tormenta de 3 horas, para un intervalo de 5 minutos, el cual se presenta en términos de porcentaje de la precipitación total, en la Figura 2-83.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

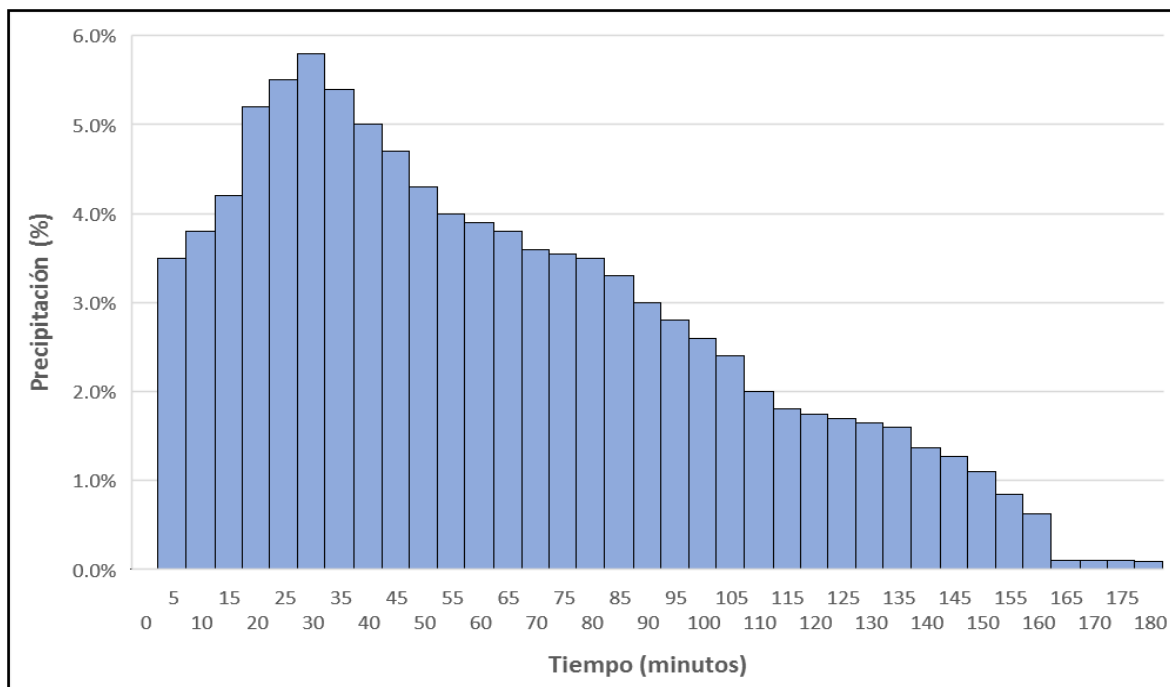


Figura 2- 83. Distribución temporal del hietograma de diseño. Fuente: Elaboración propia, a partir de datos EAAB.

A partir de los volúmenes totales de precipitación obtenidos del análisis de la distribución espacial y el análisis de distribución temporal, se obtienen los hietogramas de diseño para cada una de las cuencas que conforman el sistema para los diferentes periodos de retorno analizados.

2.5.2.5.3.4 Selección del patrón de precipitación

Con el objeto de estimar el volumen máximo de lluvia caído, se llevó a cabo el desplazamiento del patrón de precipitación sobre el área de drenaje del sistema Torca-Guaymaral, generado tres escenarios de desplazamiento: el primero corresponde al Patrón Original; el segundo (Patrón 1) localizando el centro de la tormenta en el centroide de la cuenca total de tal manera que se abarcara la totalidad del área del sistema; y el tercero (Patrón 2) desplazando el centro de la tormenta sobre el centroide de la cuenca de mayor aporte, que en este caso corresponde a la cuenca del canal Torca.

De este análisis se llegó a establecer que el Patrón de desplazamiento No. 1, es el que genera el mayor volumen de precipitación para el área de drenaje del sistema, por lo cual, es el que se selecciona para determinar la precipitación total para cada una de las cuencas. A estas series de precipitación por cuenca, se le realizó el análisis de frecuencia con el fin de determinar la precipitación para diferentes periodos de retorno. Con los resultados obtenidos del análisis de frecuencia, se determinó el volumen de precipitación total por cuenca, para los diferentes periodos de retorno, como se indica en la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 39. Precipitación total por cuencas y subcuencas.

| CUENCA | PRECIPITACIÓN (mm) | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | TR2.33 | TR3 | TR5 | TR10 | TR25 | TR50 | TR100 |
| Qda Torca 3 | 30.50 | 34.95 | 43.14 | 53.44 | 66.44 | 76.09 | 85.67 |
| Oriental 1 | 29.56 | 33.92 | 41.86 | 51.67 | 63.82 | 72.66 | 81.29 |
| Qda San Juan 3 | 35.13 | 39.82 | 48.24 | 58.43 | 70.71 | 79.42 | 87.73 |
| Oriental 2 | 29.34 | 33.61 | 41.49 | 51.38 | 63.89 | 73.17 | 81.01 |
| Qda Torca 4 | 30.59 | 35.03 | 43.10 | 53.02 | 65.23 | 74.05 | 82.62 |
| Humedal Guaymaral 3 | 35.14 | 39.89 | 48.34 | 58.37 | 70.20 | 78.41 | 86.09 |
| Qda Patiño 2 | 33.85 | 38.14 | 46.05 | 55.98 | 68.54 | 77.85 | 87.10 |
| Qda Patiño 3 | 34.45 | 38.78 | 46.76 | 56.78 | 69.45 | 78.85 | 88.17 |
| Qda Novita 2 | 31.55 | 36.11 | 44.35 | 54.44 | 66.79 | 75.66 | 84.23 |
| Occidente 3-1 | 35.91 | 40.62 | 48.99 | 58.99 | 70.82 | 79.06 | 86.82 |
| Qda La Floresta 4 | 33.67 | 38.37 | 46.82 | 57.03 | 69.33 | 78.03 | 86.33 |
| Qda Torca 2 | 30.52 | 35.05 | 43.26 | 53.33 | 65.70 | 74.63 | 83.28 |
| Qda San Juan 4 | 35.02 | 39.57 | 47.80 | 57.83 | 70.03 | 78.77 | 89.84 |
| Canal Torca Oriental 2 | 33.74 | 37.81 | 45.30 | 54.71 | 66.61 | 75.43 | 84.19 |
| Canal Torca Oriental_sub8 | 32.48 | 36.72 | 44.28 | 53.30 | 63.98 | 71.42 | 78.42 |
| Qda Novita 3 | 31.60 | 36.10 | 44.24 | 54.19 | 66.34 | 75.06 | 83.47 |
| Qda Aguas calientes 2 | 33.38 | 37.59 | 45.36 | 55.11 | 67.44 | 76.59 | 85.67 |
| Qda La Floresta 3 | 32.91 | 37.54 | 45.88 | 56.00 | 68.26 | 76.99 | 85.35 |
| Qda Aguas calientes 3 | 33.99 | 38.18 | 45.90 | 55.61 | 67.88 | 76.98 | 86.01 |
| Qda La Floresta 2 | 32.92 | 37.60 | 46.03 | 56.30 | 68.76 | 77.66 | 86.21 |
| Qda San Juan 2 | 33.88 | 38.33 | 46.53 | 56.84 | 69.86 | 79.52 | 89.10 |
| Canal Torca Oriental_sub7 | 32.43 | 36.72 | 44.35 | 53.43 | 64.15 | 71.60 | 78.60 |
| Qda Patiño 4 | 34.95 | 39.30 | 47.30 | 57.35 | 70.05 | 79.48 | 88.83 |
| Pilas 4 | 34.81 | 39.56 | 48.05 | 58.23 | 70.34 | 78.83 | 86.84 |
| Humedal Guaymaral 2 | 35.59 | 40.32 | 48.70 | 58.62 | 70.26 | 78.29 | 85.78 |
| Qda Tibabita 3 | 33.10 | 37.21 | 44.78 | 54.29 | 66.31 | 75.23 | 84.08 |
| Qda Pilas 2 | 34.35 | 39.08 | 47.60 | 57.91 | 70.34 | 79.15 | 87.57 |
| Qda Novita 1 | 31.02 | 35.61 | 43.92 | 54.10 | 66.56 | 75.52 | 84.18 |
| Humedal Guaymaral 1-2 | 34.73 | 39.38 | 47.58 | 57.27 | 68.59 | 76.37 | 83.60 |
| Qda Pilas 3 | 34.07 | 38.70 | 47.22 | 57.94 | 71.47 | 81.52 | 91.49 |
| Canal Guaymaral Occidente 3 | 31.56 | 35.89 | 43.67 | 53.08 | 64.41 | 72.43 | 80.08 |
| Qda San Juan 5 | 34.87 | 39.39 | 47.71 | 58.16 | 71.38 | 81.18 | 90.91 |
| Qda Tibabita 1 | 31.96 | 35.99 | 43.45 | 52.87 | 64.84 | 73.77 | 82.68 |
| Qda Tibabita 2 | 31.74 | 35.78 | 43.25 | 52.64 | 64.55 | 73.41 | 82.22 |
| Qda Patiño 1 | 32.90 | 37.23 | 45.20 | 55.21 | 67.86 | 77.24 | 86.55 |
| Qda Aguas calientes 4 | 34.60 | 38.79 | 46.52 | 56.24 | 68.51 | 77.61 | 86.65 |
| Qda Aguas calientes 1 | 32.41 | 36.53 | 44.13 | 53.72 | 65.90 | 74.98 | 84.04 |
| Canal Torca Oriental_sub9 | 31.97 | 36.31 | 43.78 | 52.29 | 61.80 | 68.04 | 73.64 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 39. Precipitación total por cuencas y subcuencas.

| CUENCA | PRECIPITACIÓN (mm) | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | TR2.33 | TR3 | TR5 | TR10 | TR25 | TR50 | TR100 |
| Canal Torca Oriental_sub10 | 31.30 | 35.64 | 43.01 | 51.22 | 60.13 | 65.83 | 70.83 |
| Qda Tibabita 4 | 33.68 | 37.79 | 45.35 | 54.86 | 66.87 | 75.79 | 84.63 |
| Qda Pilas 1 | 33.68 | 38.38 | 46.86 | 57.22 | 69.86 | 78.91 | 87.63 |
| Canal Torca Oriental_sub11 | 30.18 | 34.57 | 42.05 | 50.43 | 59.58 | 65.47 | 70.66 |
| Canal Guaymaral Occidente 2 | 33.16 | 37.68 | 45.74 | 55.40 | 66.89 | 74.92 | 82.51 |
| Canal Torca Oriental_sub5 | 30.80 | 34.91 | 42.49 | 52.00 | 64.02 | 72.94 | 81.80 |
| Canal Torca Oriental_sub6 | 31.86 | 35.97 | 43.54 | 53.06 | 65.09 | 74.01 | 82.86 |
| Canal Guaymaral Occidente 1 | 29.83 | 34.00 | 41.54 | 50.79 | 62.11 | 70.26 | 78.15 |
| Qda Torca 1 | 29.25 | 33.80 | 41.99 | 51.95 | 64.02 | 72.61 | 80.85 |
| Qda San Juan 1 | 32.59 | 37.10 | 45.40 | 55.83 | 69.00 | 78.78 | 88.48 |
| Occidente 1_2 | 32.42 | 36.53 | 43.89 | 52.75 | 63.33 | 70.78 | 77.84 |
| Occidente 3 | 34.33 | 38.50 | 46.20 | 55.87 | 68.08 | 77.15 | 86.14 |
| Occidente 2 | 34.19 | 38.06 | 44.93 | 53.13 | 62.83 | 69.58 | 75.92 |
| Humedal Guaymaral 1-1 | 34.11 | 38.04 | 44.59 | 51.70 | 59.18 | 63.81 | 67.77 |
| Occidente 1_1 | 31.80 | 35.47 | 42.22 | 50.72 | 61.44 | 69.40 | 77.30 |
| Canal Torca Oriental_sub3 | 27.88 | 31.94 | 39.41 | 48.80 | 60.66 | 69.47 | 78.20 |
| Canal Torca Oriental_sub4 | 29.50 | 33.59 | 41.13 | 50.60 | 62.56 | 71.44 | 80.25 |
| Canal Torca Occidental_sub12 | 28.88 | 32.73 | 39.34 | 46.86 | 55.21 | 60.68 | 65.57 |
| Canal Torca Oriental_sub2 | 27.00 | 31.11 | 38.67 | 48.16 | 60.17 | 69.07 | 77.91 |
| Canal Torca Oriental_sub1 | 27.47 | 31.93 | 39.64 | 48.49 | 58.47 | 65.09 | 71.08 |
| Qda La Floresta 1 | 30.81 | 35.51 | 43.97 | 54.23 | 66.65 | 75.48 | 83.94 |
| Promedio | 32.41 | 36.76 | 44.63 | 54.24 | 65.99 | 74.45 | 82.66 |

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos EAAB.año

2.5.2.5.3.5 Análisis caudales máximos

• Parámetros morfométricos de subcuencas

Para efectos del análisis hidrológico de la cuenca Torca-Guaymaral se llevó a cabo la delimitación de las subcuencas que hace parte de todo el sistema hídrico, de manera que se llegara a la discretización más adecuada para la generación del modelo hidrológico. En la Tabla 2-40 se presentan los valores de los parámetros morfométricos de cada una de las subcuencas que lo conforman, para finalmente calcular la pendiente media ponderada y el tiempo de concentración.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 40. Parámetros morfométricos de las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral.

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | ÁREA | PERÍMETRO | LONGITUD CAUCE | ANCHO MEDIO | LONGITUD CUENCA | ALTURA MEDIA | ALTURA MÁXIMA | ALTURA MÍNIMA | PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE |
|----------------------------|-------|-----------|----------------|-------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | [km²] | [km] | [km] | [km] | [km] | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | % |
| Quebrada La Floresta 1 | 5.702 | 10.275 | 3.672 | 2.296 | 3.359 | 2900.815 | 3215.16 | 2562.91 | 10.3% |
| Quebrada La Floresta 2 | 0.342 | 2.711 | 0.583 | 1.008 | 0.379 | 2561.288 | 2572.10 | 2554.86 | 1.3% |
| Quebrada La Floresta 3 | 0.294 | 2.241 | 0.579 | 0.605 | 0.543 | 2552.581 | 2559.08 | 2543.27 | 1.8% |
| Quebrada La Floresta 4 | 0.186 | 2.092 | 0.868 | 0.364 | 0.734 | 2552.514 | 2558.08 | 2543.99 | 1.1% |
| Quebrada Aguas calientes 1 | 0.705 | 3.975 | 0.845 | 0.609 | 1.345 | 2790.588 | 3008.75 | 2564.31 | 29.9% |
| Quebrada Aguas calientes 2 | 0.293 | 2.535 | 0.438 | 0.386 | 0.960 | 2720.460 | 2890.35 | 2563.12 | 30.2% |
| Quebrada Aguas calientes 3 | 0.306 | 2.396 | 0.456 | 0.675 | 0.433 | 2558.388 | 2570.81 | 2551.98 | 1.1% |
| Quebrada Aguas calientes 4 | 0.625 | 3.346 | 1.042 | 0.620 | 1.084 | 2552.000 | 2557.61 | 2547.90 | 0.3% |
| Quebrada Torca 1 | 1.259 | 7.283 | 3.496 | 0.389 | 3.098 | 2994.596 | 3218.67 | 2578.73 | 20.0% |
| Quebrada Torca 2 | 0.200 | 2.273 | 0.955 | 0.292 | 0.966 | 2739.129 | 2889.11 | 2575.91 | 34.2% |
| Quebrada Torca 3 | 0.023 | 0.902 | 0.251 | 0.071 | 0.372 | 2632.483 | 2740.46 | 2569.88 | 49.8% |
| Quebrada Torca 4 | 0.137 | 1.643 | 0.350 | 0.374 | 0.358 | 2578.555 | 2623.63 | 2558.15 | 5.6% |
| Quebrada Novita 1 | 0.443 | 3.405 | 1.197 | 0.454 | 1.273 | 2726.716 | 2973.00 | 2565.50 | 18.2% |
| Quebrada Novita 2 | 0.161 | 1.622 | 0.570 | 0.456 | 0.391 | 2561.213 | 2570.05 | 2554.45 | 1.6% |
| Quebrada Novita 3 | 0.287 | 2.248 | 0.646 | 0.663 | 0.564 | 2551.225 | 2558.60 | 2543.00 | 1.9% |
| Quebrada Pilas 1 | 0.836 | 4.152 | 0.955 | 1.250 | 1.053 | 2695.245 | 2943.68 | 2565.05 | 28.4% |
| Quebrada Pilas 2 | 0.417 | 3.158 | 0.405 | 1.196 | 0.410 | 2561.522 | 2570.52 | 2555.52 | 1.7% |
| Quebrada Pilas 3 | 0.465 | 3.106 | 0.599 | 1.090 | 0.415 | 2556.885 | 2564.70 | 2549.14 | 1.0% |
| Quebrada Pilas4 | 0.392 | 4.023 | 0.899 | 1.079 | 0.516 | 2550.741 | 2555.48 | 2544.84 | 0.7% |
| Quebrada San Juan 1 | 1.299 | 5.305 | 1.815 | 1.113 | 2.008 | 2879.967 | 3120.03 | 2569.76 | 20.4% |
| Quebrada San Juan 2 | 0.368 | 2.991 | 0.741 | 0.548 | 0.750 | 2701.860 | 2924.97 | 2563.89 | 44.9% |
| Quebrada San Juan 3 | 0.064 | 1.085 | 0.238 | 0.315 | 0.202 | 2563.028 | 2571.27 | 2556.88 | 3.4% |
| Quebrada San Juan 4 | 0.251 | 2.018 | 0.592 | 0.706 | 0.442 | 2560.948 | 2575.73 | 2553.00 | 1.8% |
| Quebrada San Juan 5 | 0.538 | 3.507 | 0.532 | 0.892 | 0.503 | 2554.609 | 2564.71 | 2548.62 | 0.9% |
| Quebrada Patiño 1 | 0.595 | 3.627 | 1.277 | 0.601 | 1.407 | 2862.839 | 3092.05 | 2575.67 | 30.6% |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 40. Parámetros morfométricos de las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral.

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | ÁREA | PERÍMETRO | LONGITUD CAUCE | ANCHO MEDIO | LONGITUD CUENCA | ALTURA MEDIA | ALTURA MÁXIMA | ALTURA MÍNIMA | PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE |
|------------------------------|-------|-----------|----------------|-------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | [km²] | [km] | [km] | [km] | [km] | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | % |
| Quebrada Patiño 2 | 0.153 | 1.880 | 0.565 | 0.231 | 0.645 | 2668.176 | 2810.34 | 2568.78 | 25.0% |
| Quebrada Patiño 3 | 0.154 | 1.706 | 0.458 | 0.421 | 0.403 | 2566.223 | 2585.66 | 2555.77 | 3.4% |
| Quebrada Patiño 4 | 0.386 | 2.699 | 0.812 | 0.529 | 0.869 | 2554.151 | 2558.07 | 2548.52 | 1.2% |
| Quebrada Tibabita 1 | 0.539 | 3.366 | 1.065 | 0.510 | 1.114 | 2745.429 | 2922.85 | 2565.00 | 23.2% |
| Quebrada Tibabita 2 | 0.567 | 3.209 | 0.965 | 0.531 | 1.088 | 2741.236 | 2926.39 | 2567.40 | 32.5% |
| Quebrada Tibabita 3 | 0.404 | 2.693 | 0.598 | 0.836 | 0.481 | 2560.537 | 2575.02 | 2554.92 | 1.1% |
| Quebrada Tibabita 4 | 0.808 | 3.877 | 0.934 | 0.861 | 0.995 | 2553.783 | 2561.22 | 2548.56 | 0.7% |
| Canal Torca Occidental_Sub12 | 3.654 | 10.477 | 2.340 | 1.828 | 2.822 | 2571.350 | 2679.09 | 2553.45 | 0.2% |
| Occidente 1_1 | 2.554 | 7.565 | 2.389 | 1.347 | 2.499 | 2562.286 | 2677.54 | 2547.79 | 0.1% |
| Occidente 1_2 | 1.507 | 7.079 | 2.292 | 0.893 | 2.183 | 2554.808 | 2561.08 | 2547.16 | 0.6% |
| Occidente 2 | 2.470 | 6.801 | 2.447 | 1.020 | 2.522 | 2554.836 | 2610.37 | 2547.85 | 0.4% |
| Occidente 3 | 1.833 | 6.217 | 2.144 | 0.962 | 2.057 | 2554.634 | 2559.91 | 2548.06 | 0.6% |
| Occidente 3-1 | 0.178 | 1.982 | 0.355 | 0.524 | 0.367 | 2553.028 | 2556.27 | 2547.35 | 0.9% |
| Humedal Guaymaral 3 | 0.150 | 1.569 | 0.389 | 0.372 | 0.422 | 2551.021 | 2554.00 | 2546.07 | 2.1% |
| Humedal Guaymaral 2 | 0.396 | 2.696 | 0.843 | 0.482 | 0.870 | 2551.899 | 2556.00 | 2546.88 | 0.9% |
| Humedal Guaymaral 1_1 | 2.032 | 7.612 | 0.874 | 1.155 | 1.512 | 2554.592 | 2559.17 | 2551.39 | 0.0% |
| Humedal Guaymaral 1_2 | 0.455 | 0.977 | 0.977 | 0.717 | 0.976 | 2552.023 | 2554.99 | 2546.87 | 0.5% |
| Canal Guaymaral Occidente 1 | 1.215 | 5.320 | 1.490 | 0.900 | 1.390 | 2546.400 | 2565.03 | 2541.74 | 0.51% |
| Canal Guaymaral Occidente 2 | 1.082 | 4.563 | 1.447 | 0.934 | 1.199 | 2550.884 | 2555.07 | 2542.90 | 0.44% |
| Canal Guaymaral Occidente 3 | 0.524 | 3.432 | 1.436 | 0.386 | 1.277 | 2550.218 | 2554.90 | 2542.66 | 0.83% |
| Oriental 1 | 0.055 | 1.287 | 0.198 | 0.347 | 0.270 | 2594.012 | 2631.31 | 2576.16 | 0.04% |
| Oriental 2 | 0.128 | 1.475 | 0.285 | 0.455 | 0.271 | 2579.040 | 2623.98 | 2559.55 | 0.05% |
| Canal Torca Oriental 2 | 0.253 | 2.504 | 0.865 | 0.837 | 0.398 | 2550.782 | 2554.04 | 2547.20 | 0.1% |
| Canal Torca Oriental_sub1 | 3.889 | 12.010 | 4.217 | 1.162 | 4.867 | 2703.306 | 3094.93 | 2550.65 | 4.9% |
| Canal Torca Oriental_sub2 | 3.705 | 9.236 | 3.444 | 1.065 | 3.360 | 2690.383 | 3055.44 | 2550.02 | 6.0% |
| Canal Torca Oriental_sub3 | 3.172 | 8.810 | 3.677 | 1.071 | 3.363 | 2703.429 | 2998.11 | 2550.03 | 6.6% |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 40. Parámetros morfométricos de las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral.

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | ÁREA | PERÍMETRO | LONGITUD CAUCE | ANCHO MEDIO | LONGITUD CUENCA | ALTURA MEDIA | ALTURA MÁXIMA | ALTURA MÍNIMA | PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE |
|----------------------------|-------|-----------|----------------|-------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | [km²] | [km] | [km] | [km] | [km] | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | (m.s.n.m) | % |
| Canal Torca Oriental_sub4 | 3.301 | 9.234 | 3.005 | 1.121 | 3.238 | 2652.471 | 2878.53 | 2550.04 | 2.3% |
| Canal Torca Oriental_sub5 | 1.111 | 7.501 | 2.432 | 0.415 | 2.741 | 2647.315 | 2891.18 | 2550.04 | 2.5% |
| Canal Torca Oriental_sub6 | 1.133 | 6.571 | 3.057 | 0.750 | 2.281 | 2597.670 | 2892.50 | 2548.45 | 2.8% |
| Canal Torca Oriental_sub7 | 0.374 | 3.386 | 1.432 | 0.471 | 1.047 | 2552.194 | 2556.65 | 2549.00 | 0.4% |
| Canal Torca Oriental_sub8 | 0.253 | 2.811 | 0.646 | 0.570 | 0.529 | 2552.706 | 2555.50 | 2546.86 | 0.4% |
| Canal Torca Oriental_sub9 | 0.737 | 4.317 | 0.896 | 1.032 | 0.645 | 2553.546 | 2556.71 | 2547.40 | 1.1% |
| Canal Torca Oriental_sub10 | 0.770 | 4.086 | 0.866 | 0.541 | 1.084 | 2554.946 | 2557.17 | 2548.86 | 0.2% |
| Canal Torca Oriental_sub11 | 0.957 | 4.044 | 1.194 | 0.835 | 1.226 | 2555.004 | 2557.01 | 2549.06 | 0.4% |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración, T_c , es el tiempo que toma la escorrentía para viajar desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto de salida de esta. Este tiempo puede obtenerse mediante fórmulas empíricas que tienen en cuenta parámetros como la pendiente del cauce principal, la diferencia de cotas entre el sitio más alto y el más bajo, el área y la pendiente media de la cuenca. En la Tabla 2-41, se presentan las expresiones utilizadas para el cálculo de los tiempos de concentración.

Tabla 2- 41. Expresiones empleadas para el cálculo del tiempo de concentración.

| Método | Ecuación | Parámetros |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kirpich | $T_c = 0.000325 * \left(\frac{L^{0.77}}{S_0^{0.385}} \right)$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce principal (m) So: Pendiente del canal en (m/m) |
| Témez | $T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.75}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce principal (Km) So: Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L (%) |
| Pilgrim | $T_c = 0.76 * A^{0.385}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) A: Área de la cuenca (km ²) |
| Clark | $T_c = 0.335 * \left(\frac{A}{S_0^{0.5}} \right)^{0.593}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) So: Pendiente del cauce (m/m) |
| California Culvert Practice | $T_c = \frac{0.87075 * L^3}{H^{3.85}}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce (km) H: Diferencia de alturas (m.s.n.m) |
| Passini | $T_c = \frac{0.108 * (A * L)^{\frac{1}{3}}}{S^{0.5}}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce (km) S: Pendiente del cauce (m/m) A: Área de la cuenca (km ²) |
| California Cuvert USBR | $T_c = 0.066 * \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce (km) S: Pendiente del cauce (m/m) |
| Giandotti | $T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3 * \sqrt{L * S_0}}$ | Tc: Tiempo de concentración (horas) L: Longitud del cauce (km) S: Pendiente del cauce (m/m) A: Área de la cuenca (km ²) |

Fuente: (Chow & Maidment, 1994).

La pendiente media (S_0) se estimó a partir de la pendiente ponderada del cauce principal de la cuenca, como se explicó en una sección anterior. En la Tabla 2-42, se presenta el tiempo de concentración definido para las cuencas aferentes al sistema Torca – Guaymaral. En términos de la hidrología el tiempo de concentración representa el tiempo máximo que tardará la cuenca hidrográfica en contribuir a la escorrentía en el punto de fluencia. Un concepto relacionado, el tiempo de retardo (t_{lag}), que corresponde al tiempo que tarda en ocurrir entre el inicio de la lluvia efectiva y el caudal pico del hidrograma unitario de escorrentía superficial. En general, entre menores sean los tiempos de retardo de una cuenca, mayores caudales se generarán.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 42. Tiempo de concentración.

| NOMBRE CUENCA | TIEMPO CONCENTRACIÓN (Minutos) | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------|---------|-------|-----------------------------|---------|--------------|-----------|-------|-------|
| | Kirpich | Temez | Pilgrim | Clark | California Culvert Practice | Passini | Culvert USBR | Giandotti | TC | Tlag |
| Quebrada La Floresta 1 | 25.93 | 30.81 | - | - | 21.08 | 55.55 | 25.83 | 57.97 | 36.19 | 21.72 |
| Quebrada La Floresta 2 | 14.06 | 11.47 | 30.18 | 38.77 | 10.19 | 33.49 | 14.00 | - | 21.74 | 13.04 |
| Quebrada La Floresta 3 | 12.30 | 10.72 | 28.45 | 32.07 | 10.46 | 26.88 | 12.25 | - | 19.02 | 11.41 |
| Quebrada La Floresta 4 | 20.58 | 16.03 | 23.85 | 28.57 | 17.45 | 34.38 | 20.50 | - | 23.05 | 13.83 |
| Quebrada Aguas calientes 1 | 5.56 | 8.39 | - | 23.37 | 4.48 | 9.98 | 5.54 | 21.84 | 11.31 | 6.79 |
| Quebrada Aguas calientes 2 | 3.34 | 5.11 | - | 13.85 | 2.36 | 5.95 | 3.32 | 18.40 | 7.48* | 4.49 |
| Quebrada Aguas calientes 3 | 12.49 | 9.88 | 28.89 | 38.27 | 7.43 | 32.58 | 12.45 | - | 20.28 | 12.17 |
| Quebrada Aguas calientes 4 | 39.12 | 23.47 | 38.06 | 86.41 | 24.85 | 105.06 | 38.97 | - | 50.85 | 30.51 |
| Quebrada Torca 1 | 19.37 | 26.25 | - | 37.15 | 20.06 | 23.76 | 19.30 | 27.62 | 24.79 | 14.87 |
| Quebrada Torca 2 | 5.80 | 8.97 | - | 10.65 | 5.90 | 6.39 | 5.78 | 13.38 | 8.12* | 4.87 |
| Quebrada Torca 3 | 1.79 | 3.07 | - | 2.62 | 1.59 | 1.64 | 1.79 | 6.57 | 2.72* | 1.63 |
| Quebrada Torca 4 | 5.39 | 5.94 | 21.20 | 14.54 | 3.38 | 9.97 | 5.37 | - | 9.40* | 5.64 |
| Quebrada Novita 1 | 8.79 | 11.95 | - | 20.56 | 6.92 | 12.29 | 8.76 | 22.64 | 13.13 | 7.88 |
| Quebrada Novita 2 | 12.70 | 10.83 | 22.59 | 23.25 | 10.33 | 23.19 | 12.66 | - | 16.51 | 9.90 |
| Quebrada Novita 3 | 13.16 | 11.54 | 28.20 | 31.22 | 11.93 | 27.06 | 13.11 | - | 19.46 | 11.68 |
| Quebrada Pilas 1 | 6.23 | 9.28 | - | 26.25 | 5.49 | 11.28 | 6.20 | 23.17 | 12.56 | 7.53 |
| Quebrada Pilas 2 | 9.59 | 8.31 | 32.58 | 40.29 | 7.07 | 27.74 | 9.55 | - | 19.30 | 11.58 |
| Quebrada Pilas 3 | 15.70 | 12.23 | 33.96 | 49.81 | 10.95 | 42.04 | 15.64 | - | 25.76 | 15.46 |
| Quebrada Pilas4 | 25.19 | 17.92 | 31.81 | 50.95 | 20.24 | 56.02 | 25.09 | - | 32.46 | 19.48 |
| Quebrada San Juan 1 | 11.61 | 15.99 | - | 37.62 | 9.98 | 19.11 | 11.56 | 28.39 | 19.18 | 11.51 |
| Quebrada San Juan 2 | 4.29 | 7.04 | - | 14.09 | 4.17 | 6.27 | 4.28 | 14.54 | 7.81* | 4.69 |
| Quebrada San Juan 3 | 4.82 | 4.87 | 15.82 | 10.69 | 3.89 | 8.65 | 4.80 | - | 7.65* | 4.59 |
| Quebrada San Juan 4 | 12.49 | 10.89 | 26.80 | 29.22 | 9.33 | 25.66 | 12.44 | - | 18.12 | 10.87 |
| Quebrada San Juan 5 | 14.82 | 11.37 | 35.93 | 55.78 | 9.42 | 44.36 | 14.77 | - | 26.63 | 15.98 |
| Quebrada Patiño 1 | 7.57 | 11.38 | - | 20.98 | 6.81 | 10.68 | 7.54 | 18.96 | 11.99 | 7.19 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 42. Tiempo de concentración.

| NOMBRE CUENCA | TIEMPO CONCENTRACIÓN (Minutos) | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|-------|---------|--------|-----------------------------|---------|--------------|-----------|--------|-------|
| | Kirpich | Temez | Pilgrim | Clark | California Culvert Practice | Passini | Culvert USBR | Giandotti | TC | Tlag |
| Quebrada Patiño 2 | 4.36 | 6.41 | - | 9.97 | 3.56 | 5.73 | 4.35 | 15.23 | 7.09* | 4.25 |
| Quebrada Patiño 3 | 7.96 | 7.94 | 22.18 | 17.97 | 6.24 | 14.41 | 7.93 | - | 12.09 | 7.26 |
| Quebrada Patiño 4 | 18.57 | 14.87 | 31.60 | 42.37 | 18.75 | 40.13 | 18.50 | - | 26.40 | 15.84 |
| Quebrada Tibabita 1 | 7.33 | 10.47 | - | 21.49 | 6.36 | 11.19 | 7.30 | 21.65 | 12.26 | 7.35 |
| Quebrada Tibabita 2 | 5.97 | 9.13 | - | 20.05 | 5.67 | 9.30 | 5.94 | 18.90 | 10.71 | 6.43 |
| Quebrada Tibabita 3 | 15.46 | 12.13 | 32.15 | 45.28 | 9.90 | 39.33 | 15.40 | - | 24.24 | 14.54 |
| Quebrada Tibabita 4 | 25.61 | 18.33 | 42.00 | 77.41 | 19.77 | 70.97 | 25.51 | - | 39.94 | 23.97 |
| Canal Torca Occidental_Sub12 | 84.13 | 46.17 | 75.10 | 274.67 | 23.62 | 298.22 | 83.81 | - | 126.53 | 75.92 |
| Occidente 1_1 | 112.49 | 53.59 | 65.42 | 274.42 | 23.89 | | 112.06 | - | 106.98 | 64.19 |
| Occidente 1_2 | 55.45 | 37.39 | 53.41 | 119.32 | 53.81 | 130.99 | 55.24 | - | 72.23 | 43.34 |
| Occidente 2 | 68.46 | 42.46 | 64.59 | 180.96 | 32.54 | 194.41 | 68.20 | - | 93.09 | 55.85 |
| Occidente 3 | 52.21 | 35.41 | 57.58 | 133.11 | 52.98 | 135.22 | 52.01 | - | 74.08 | 44.45 |
| Occidente 3-1 | 11.16 | 8.51 | 23.45 | 29.54 | 7.40 | 27.78 | 11.12 | - | 16.99 | 10.20 |
| Humedal Guaymaral 3 | 8.50 | 7.72 | 21.96 | 20.48 | 8.63 | 17.31 | 8.46 | - | 13.29 | 7.97 |
| Humedal Guaymaral 2 | 21.84 | 16.33 | 31.93 | 47.69 | 19.95 | 48.72 | 21.76 | - | 29.75 | 17.85 |
| Humedal Guaymaral 1_1 | 87.10 | 32.46 | 59.91 | 357.13 | 22.11 | 494.52 | 86.76 | - | 162.86 | 97.71 |
| Humedal Guaymaral 1_2 | 29.29 | 19.90 | 33.67 | 59.46 | 24.72 | 67.72 | 29.18 | - | 37.71 | 22.62 |
| Canal Guaymaral Occidente 2 | 42.39 | 27.61 | 47.00 | 104.71 | 33.29 | 112.47 | 42.23 | - | 58.53 | 35.12 |
| Canal Guaymaral Occidente 3 | 33.16 | 24.43 | 35.55 | 56.62 | 32.94 | 64.51 | 33.03 | - | 40.03 | 24.02 |
| Canal Torca Oriental 2 | 65.12 | 28.06 | 26.85 | 83.46 | 22.95 | 170.40 | 64.87 | - | 65.96 | 39.58 |
| Canal Torca Oriental_sub1 | 38.50 | 39.35 | 76.92 | - | - | 74.52 | 38.36 | 74.30 | 56.99 | 34.19 |
| Canal Torca Oriental_sub2 | 30.36 | 32.48 | 75.50 | - | - | 61.64 | 30.25 | 66.93 | 49.53 | 29.72 |
| Canal Torca Oriental_sub3 | 30.92 | 33.59 | 71.12 | - | - | 57.37 | 30.80 | 61.03 | 47.47 | 28.48 |
| Canal Torca Oriental_sub4 | 39.55 | 35.11 | 72.22 | - | - | 91.55 | 39.40 | - | 55.56 | 33.34 |
| Canal Torca Oriental_sub5 | 32.80 | 29.61 | 47.49 | 64.18 | - | 57.53 | 32.68 | - | 44.05 | 26.43 |
| Canal Torca Oriental_sub6 | 37.16 | 34.27 | 47.84 | 62.38 | - | 58.44 | 37.01 | - | 46.18 | 27.71 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 42. Tiempo de concentración.

| NOMBRE CUENCA | TIEMPO CONCENTRACIÓN (Minutos) | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------|---------|--------|-----------------------------|---------|--------------|-----------|-------|-------|
| | Kirpich | Temez | Pilgrim | Clark | California Culvert Practice | Passini | Culvert USBR | Giandotti | TC | Tlag |
| Canal Torca Oriental_sub7 | 42.94 | 27.68 | 31.22 | 56.64 | 39.36 | 80.78 | 42.78 | - | 45.91 | 27.55 |
| Canal Torca Oriental_sub8 | 24.34 | 15.57 | 26.87 | 46.59 | 14.96 | 57.75 | 24.25 | - | 30.05 | 18.03 |
| Canal Torca Oriental_sub9 | 20.57 | 16.22 | 40.55 | 63.50 | 21.22 | 53.26 | 20.49 | - | 33.69 | 20.21 |
| Canal Torca Oriental_sub10 | 36.68 | 21.22 | 41.24 | 103.81 | 21.31 | 117.16 | 36.54 | - | 53.99 | 32.40 |
| Canal Torca Oriental_sub11 | 37.97 | 24.35 | 44.83 | 100.19 | 31.44 | 106.30 | 37.82 | - | 54.70 | 32.82 |

* Estos tiempos de concentración inferiores a lo mínimo recomendado en la Norma NS-085 se ajustaron en el modelo hidrológico a 10 minutos, por lo tanto, para tlag se asignó un valor de 6 minutos.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Hidrograma Unitario SCS**

Este método de cálculo de la escorrentía máxima utiliza como información básica, el área de drenaje, la longitud del cauce principal, la pendiente del cauce, la precipitación bruta caída en la cuenca en estudio, su duración y el valor característico del suelo CN, de acuerdo con la clasificación definida por el U.S. S.C.S.

En esencia se pretende determinar un caudal pico específico o por unidad de lluvia neta (qp) en m³/s-cm de lluvia neta. Para este fin, se utilizó la metodología del Hidrograma Unitario, el cual, a través de un proceso lineal como lo es la convolución (Corresponde a un operador matemático que transforma dos funciones en una tercera función que representa la magnitud en la que se superpones), se hace la transformación de lluvia efectiva a escorrentía directa por el cauce. Uno de los métodos más utilizados para cuencas con tamaños similares a la de las cuencas de la zona del proyecto, es el Hidrograma Unitario Curvilíneo, desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service.

Para determinar el tiempo de concentración se revisaron diferentes fórmulas empíricas, las cuales fueron evaluadas de acuerdo con su desarrollo y aplicación en diferentes tipos de cuencas. El Tiempo al pico, se mide desde el comienzo del hidrograma unitario en horas y está dado por la siguiente expresión:

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_l$$

Donde t_r es la duración de precipitación efectiva en horas y t_l es el tiempo de retardo que se puede expresar aproximadamente igual a $0.6T_c$.

Ahora:

El caudal unitario máximo está dado por la expresión:

$$Q_p = 0.2083A \frac{E}{T_p}$$

Dónde:

A: Área de la cuenca en Km
E: Esgurrimiento efectivo en mm
Tp: Tiempo al pico en horas

Para la determinación del hietograma sintético de la lluvia de diseño o sea la distribución de la profundidad de la lluvia en el tiempo, se obtuvieron las profundidades totales para diferentes períodos de retorno para cada cuenca aferente a los sitios de interés a partir de la regionalización de la precipitación máxima.

La precipitación efectiva (Pe), fue estimada utilizando el método del Soil Conservation Service de los EEUU, el cual se puede expresar de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50.8 \right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203.2}$$

Dónde:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Pe: precipitación efectiva en mm.
P: precipitación de tormenta de diseño en mm.
CN: número de curva.

• Método del Número de curva

Para la determinación del número de curva (CN) fue necesario identificar los suelos hidrológicos y los usos del suelo para cada una de las cuencas delimitadas. A continuación, se describen los criterios de identificación de los factores mencionados anteriormente:

Suelos hidrológicos

El manual de drenaje para carreteras desarrollado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) describe los suelos hidrológicos en las siguientes cuatro categorías de acuerdo con su potencial de escurrimiento:

- a) (Bajo potencial de escorrentía). Suelos que tienen alta tasa de infiltración incluso cuando estén muy húmedos. Consisten en arenas o gravas profundas, bien a excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
- b) (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.
- c) (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de texturas moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcalis 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).
- d) (Alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o álcalis y suelos poco profundos sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta.

Para determinar el tipo de suelo hidrológico, se realizó el análisis de las texturas de las unidades cartográficas de suelo definidas en la actualización del POMCA del río Bogotá (Consortio Huitaca, 2018), con base en el estudio detallado realizado en dicho informe, en la Figura 2-84 se presenta el resumen de las características principales de cada una de las unidades de suelo presentes en las unidades hidrográficas definidas (ver Figura 2-85), y su correspondiente clasificación de suelo hidrológico.

Uso del Suelo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El uso del suelo se correlaciona principalmente a las coberturas de la tierra existentes en la cuenca hidrográfica de análisis, por tal razón para la identificación del uso del suelo en las cuencas aferentes se utilizó la cobertura de la tierra a escala 1:25.000 producto del POMCA del río Bogotá (Consortio Huitaca, 2018) , el cual fue elaborado siguiendo la metodología Corine Land Cover del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el cual se presenta en la Figura 2-86.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

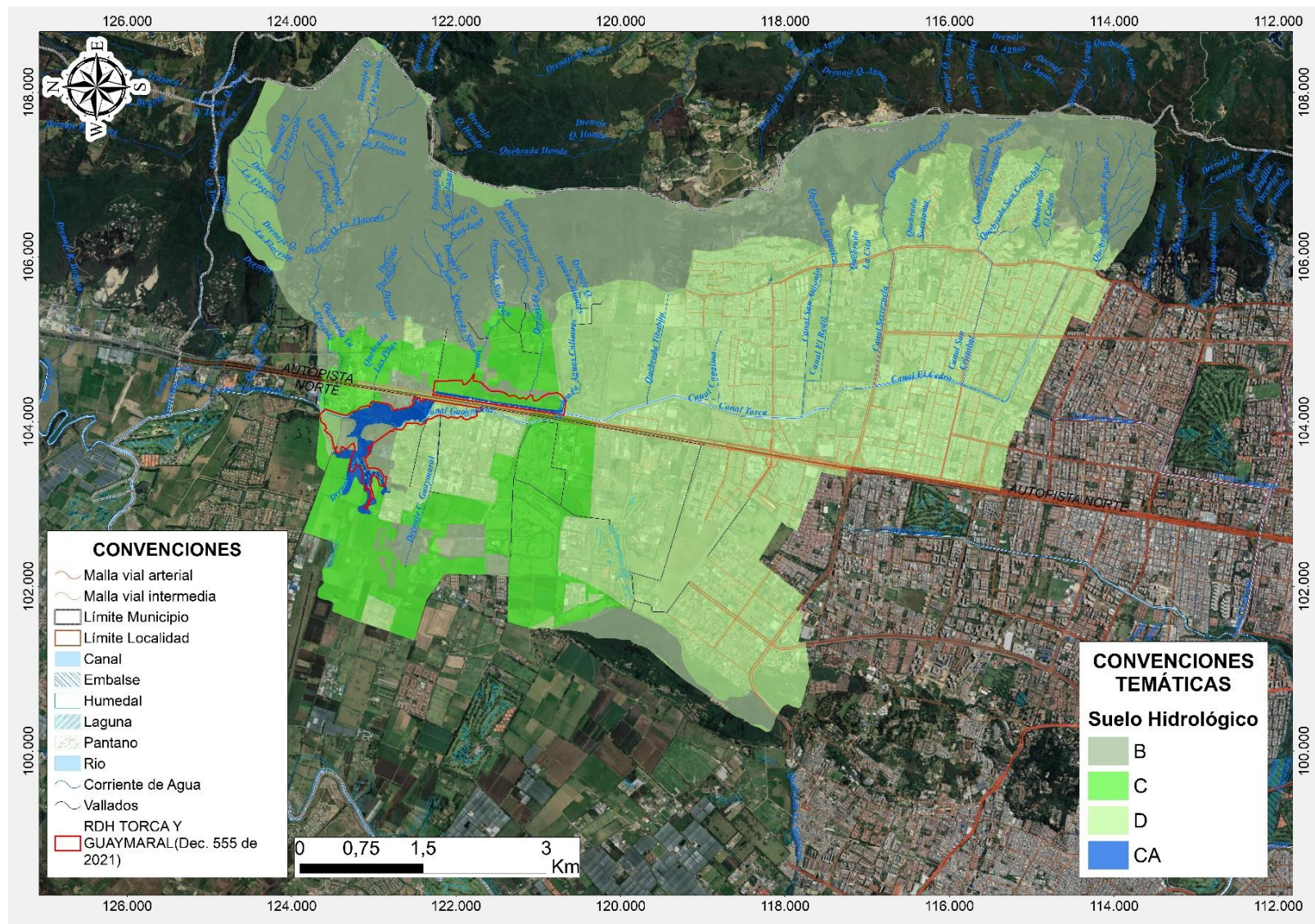


Figura 2- 84. Unidades de suelo cuencas hidrográficas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

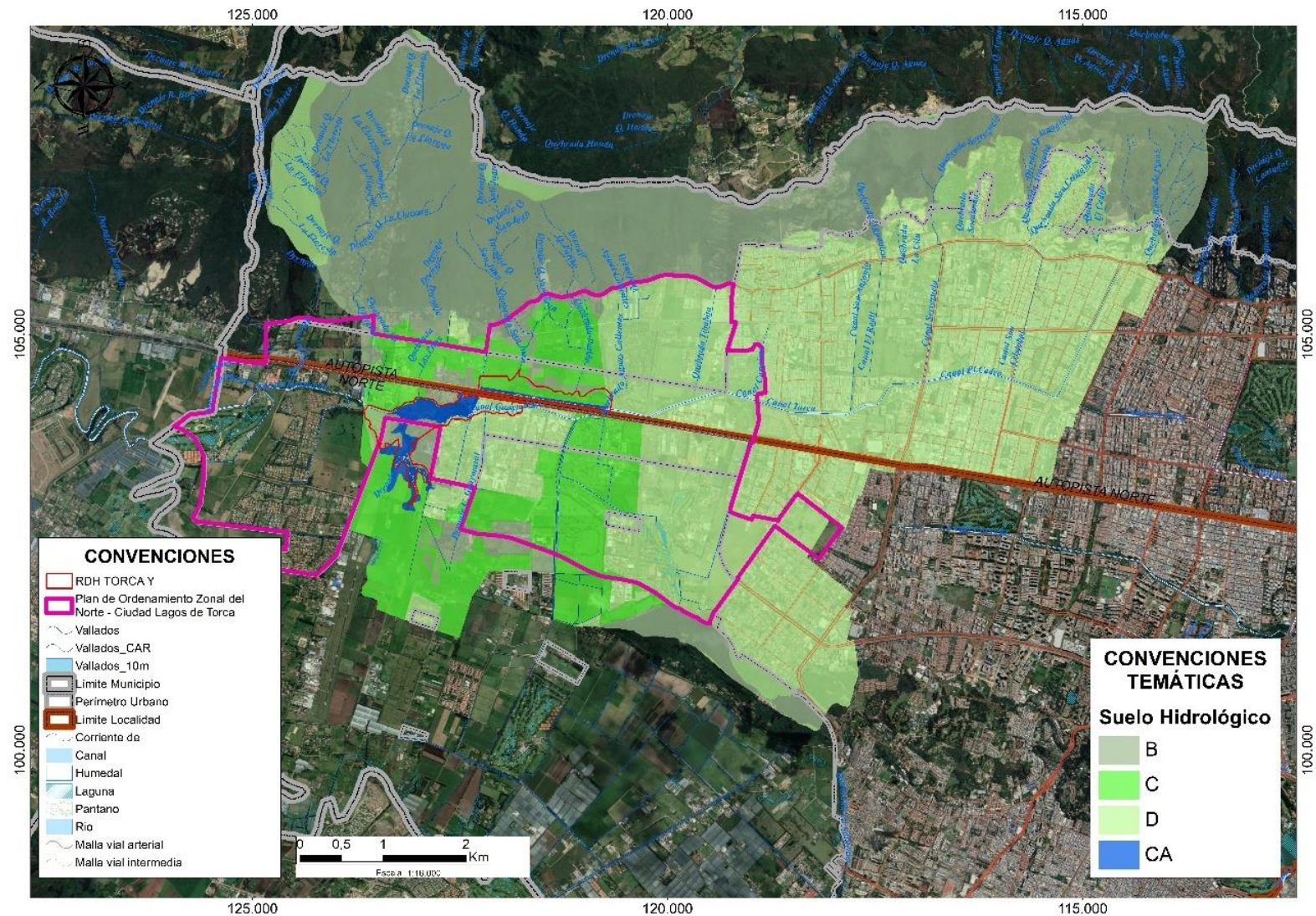


Figura 2- 85. Tipo de suelo hidrológico. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 43. Unidades de suelo y tipo de suelo hidrológico.

| PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO | TIPO DE RELIEVE | MATERIAL PARENTAL | FORMA DEL TERRENO | CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS | UNIDAD DE SUELO | CLASE HIDROLÓGICA |
|----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Lomerio - Deposicional Coluvio Aluvial | Glacis de acumulación | Depósitos coluvio- aluviales mixtos con predominio de finos | Parte media | Suelos superficiales, limitado por arcillas endurecidas, texturas finas, bien drenados | LxM05 | C |
| Montaña - Deposicional Coluvial | | Depósitos heterométricos de origen coluvial | Plano inclinado | Suelos superficiales, bien drenados, de texturas medias | McM01 | B |
| Montaña - Estructural Erosional | Espinazos | Rocas sedimentarias tipo areniscas y arcillolitas | Escarpe | Misceláneo erosionado con inclusiones de afloramiento Rocoso | ME12 | D |
| | Cresones | Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados y cenizas volcánicas | Frente y Revés | Suelos superficiales, bien drenados, textura arenosa franca | MsE03 | B |
| | Espinazos | Rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados | Revés | Afloramiento Rocoso | MsH07 | D |
| | | | Escarpe | Afloramiento Rocoso | MsH09 | D |
| | Crestones | Cenizas volcánicas sobre rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados | Frente | Suelos superficiales, bien drenados, de texturas medias | MsH19 | B |
| | | | Escarpe | Suelos superficiales, bien drenados, de texturas medias | MsH20 | D |
| | | Cenizas volcánicas sobre rocas sedimentarias químicas carbonatadas | Revés | Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias | MsH21 | B |
| | | | Frente | Suelos superficiales, bien drenados, de texturas medias | MsH22 | B |
| | Cuestas | Cenizas volcánicas sobre rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados | Frente y Revés | Suelos superficiales y profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas | MsH27 | B |
| | Espinazos | Cenizas volcánicas con sustrato de rocas sedimentarias no diferenciadas | Revés | Suelos profundos, bien drenados, texturas medias | MsL04 | B |
| | Crestones | Cenizas volcánicas con sustrato de rocas | Revés | Suelos profundos, bien drenados, de texturas medias | MsL08 | B |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 43. Unidades de suelo y tipo de suelo hidrológico.

| PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO | TIPO DE RELIEVE | MATERIAL PARENTAL | FORMA DEL TERRENO | CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS | UNIDAD DE SUELO | CLASE HIDROLÓGICA |
|------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | sedimentarias no diferenciadas | | | | |
| | | Rocas sedimentarias no diferenciadas | Escarpe | Afloramiento Rocoso | MsL09 | D |
| | Cuestas | Cenizas volcánicas sobre rocas sedimentarias tipo arcillolitas y areniscas | Revés | Suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas | MsL11 | B |
| | | | Frente | Suelos profundos, bien drenados, de texturas medias | MsL12 | B |
| | Crestones | Rocas sedimentarias no diferenciadas | Frente | Suelos superficiales y profundos, excesivamente drenados, de texturas finas | MsM06 | D |
| Montaña - Deposicional Coluvio Aluvial | Glacis de acumulación | Cenizas volcánicas con influencia de material coluvio aluviales | Plano inclinado | Suelos profundos, bien drenados, moderadamente finos | MxL01 | B |
| | | Cenizas volcánicas sobre depósitos heterométricos de origen coluvio - aluvial | Cuerpo | Suelos profundos a superficiales, bien drenados, de texturas medias | MxL09 | B |
| Planicie - Deposicional Fluvio Lacustre | Terraza Nivel 2 | Aluviones medios y cenizas volcánicas | Plano | Suelos profundos de texturas medias y moderadamente finas | RzL08 | C |
| | Terraza Nivel 1 | Sedimentos muy finos | Depresión | Suelos superficiales, pobremente drenados, texturas muy finas | RzL31 | D |
| | | Sedimentos gruesos y medios sobre gruesos | Talud | Suelos profundos de texturas moderadamente gruesas, bien drenados | RzL35 | B |
| | Plano de Inundación | Sedimentos finos | Cubeta de Desborde | Suelos muy superficiales, muy pobremente drenados, texturas finas | RzL37 | C |
| Planicie - Deposicional Deposicional Fluvio Lacustre | Terraza Nivel 2 | Depósitos de cenizas volcánicas sobre arcillas fluvio lacustres | Plano | Suelos moderadamente profundos, texturas medias, bien drenados | RzM07 | B |
| | Terraza Nivel 1 | Sedimentos medios y finos con capas discontinuas de cenizas volcánicas | Plano y Talud | Suelos profundos, bien drenados, texturas contrastadas | RzM11 | C |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 43. Unidades de suelo y tipo de suelo hidrológico.

| PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO | TIPO DE RELIEVE | MATERIAL PARENTAL | FORMA DEL TERRENO | CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS | UNIDAD DE SUELO | CLASE HIDROLÓGICA |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | Sedimentos medios con sustrato fino | Plano y Talud | Suelos moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, texturas contrastadas | RzM12 | C |
| | Plano de Inundación | Sedimentos muy finos | Cubeta de Desborde | Suelos superficiales, de texturas finas y muy finas, pobremente drenados | RzM13 | D |
| | | | Cubeta de Decantación | Suelos muy superficiales y superficiales, pobremente drenados, texturas muy finas y medias, Inundables | RzM17 | D |
| Autonorte | | | | | AUTON | D |
| Cuerpo de agua | | | | | CA | |
| Zonas de relleno | | | | | ZR | B |
| Zonas urbanas | | | | | ZU | D |

Fuente: Elaboración propia, con base en POMCA río Bogotá, 2018.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

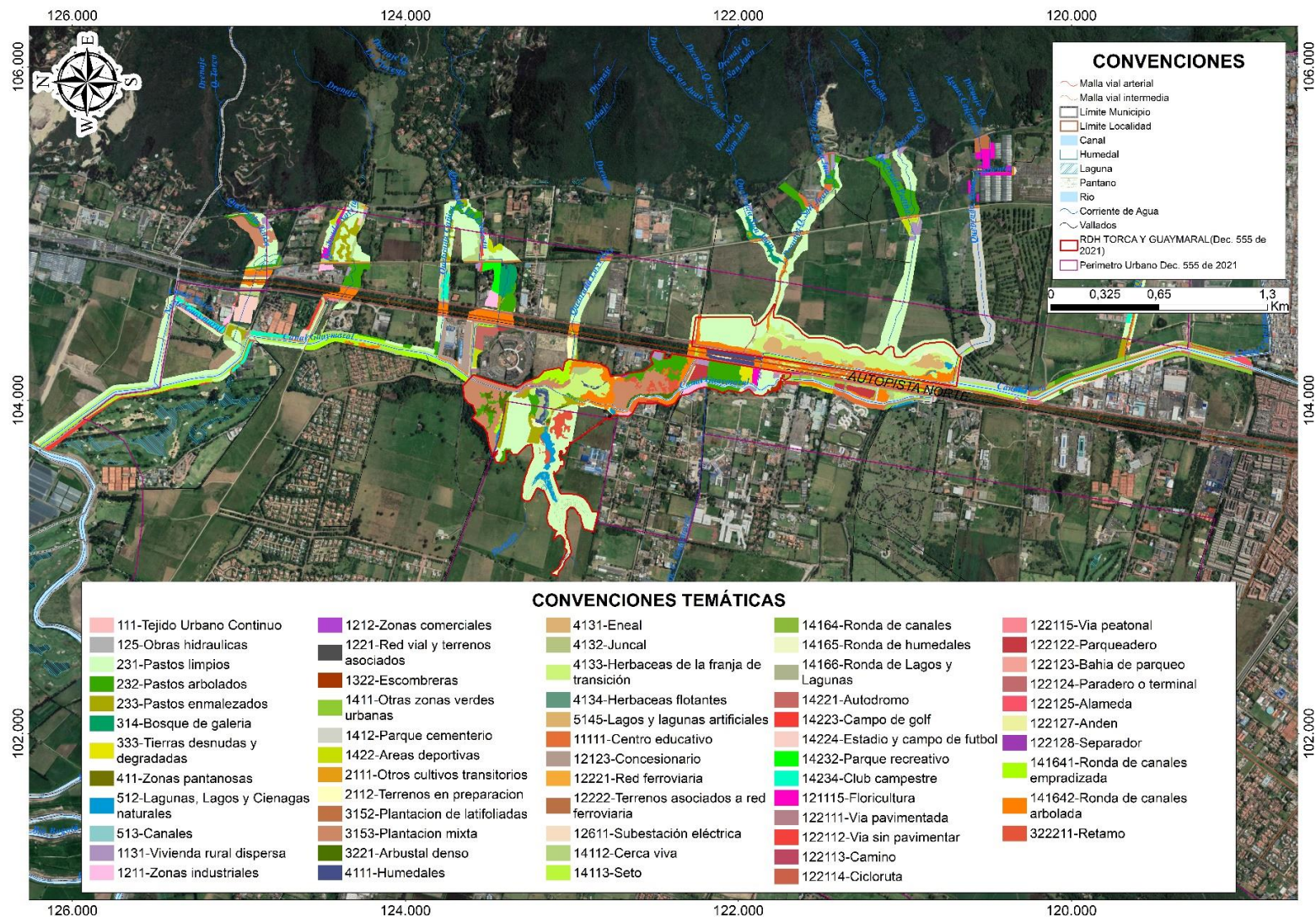


Figura 2- 86. Coberturas del suelo condiciones actuales. Fuente: Elaboración propia a partir de información POMCA Río Bogotá 2018.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Determinación número de curva**

Identificados los suelos hidrológicos y las coberturas de la tierra con su condición hidrológica respectiva y la humedad antecedente, para cada una de las cuencas a modelar hidrológicamente se procedió a determinar el número de curva a partir de la Tabla 2-50 a la tabla 2-52.

Humedad Antecedente

Para analizar la humedad antecedente del suelo se realizó el análisis de la precipitación 5 días previos a los eventos de tormentas más representativos de las estaciones del área de estudio, a continuación, se presenta la cuantificación con de la condición de humedad antecedente de acuerdo al criterio establecido en la literatura (Chow & Maidment, 1994) (ver Tabla 2-44).

Tabla 2- 44. Clasificación de clases antecedentes de humedad (AMC) para el método de las abstracciones de lluvia del SCS.

| GRUPO AMC | LLUVIA ANTECEDENTE TOTAL DE 5 DÍAS (pulg) | |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------------|
| | Estación Inactiva | Estación de crecimiento |
| I | Menor que 0.5 | Menor que 1.4 |
| II | 0.5 a 1.1 | 1.4 a 2.1 |
| III | Sobre 1.1 | Sobre 2.1 |

Fuente: (Chow & Maidment, 1994)

Para los eventos de precipitación seleccionados en el análisis de distribución espacio-temporal llevado a cabo previamente, se verificaron los eventos de lluvia previos, de donde se determinó la altura de precipitación para los cinco días anteriores, para luego clasificarse dentro de Grupos AMC definidos en la Tabla 2-44.

Para este análisis se tomaron un total de 75 eventos en las cinco estaciones de registro empleadas, como se ilustra en la Tabla 2-45 a la Tabla 2-49.

Tabla 2- 45. Humedad Antecedente estación La Caro.

| Fecha | 03/03/2014 | 18/07/2008 | 07/11/2006 | 23/10/2005 | 01/11/2008 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P Total | 52.10 | 72.8 | 60.80 | 55.6 | 52.6 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 2.5 | 6.8 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 5.3 | 0.5 | 0 | 1.3 |
| 3 | 12.4 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
| 4 | 6.3 | 0.6 | 0 | 0.2 | 0 |
| 5 | 5.7 | 12.9 | 0 | 8.9 | 0 |
| Total | 26.9 | 25.7 | 1 | 9.3 | 2.4 |
| Estación Inactiva | CII | CII | CI | CI | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 22/09/2000 | 8/11/1994 | 18/03/1999 | 20/01/2008 | 5/10/2008 |
| P Total | 51.3 | 48.8 | 48.2 | 47.7 | 47.1 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 16 | 1.1 | 0 | 3.6 |
| 2 | 1.5 | 0 | 0.1 | 0.5 | 0.1 |
| 3 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0.2 | 1.5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0.4 | 0 | 22.8 | 0 | 17.9 |
| Total | 2.2 | 17.5 | 24 | 0.5 | 21.6 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 45. Humedad Antecedente estación La Caro.

| Fecha | 03/03/2014 | 18/07/2008 | 07/11/2006 | 23/10/2005 | 01/11/2008 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Estación Inactiva | CI | CII | CII | CI | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 26/05/1997 | 22/04/1990 | 24/05/2008 | 18/08/2017 | 7/09/2004 |
| P Total | 46.3 | 46 | 42.1 | 41.9 | 41.7 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0.3 | 11.9 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 2 | 2 | 0.1 | 12.6 | 0 | 0 |
| 3 | 0.1 | 0 | 5.3 | 0.8 | 6.7 |
| 4 | 0 | 0 | 4.9 | 5.5 | 0.8 |
| 5 | 0 | 10.5 | 32.2 | 0 | 0 |
| Total | 2.4 | 22.5 | 55.1 | 6.5 | 7.6 |
| Estación Inactiva | CII | CII | CII | CI | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |

Fuente: Elaboración propia, con base en Información EAAB 2019.

Tabla 2- 46. Humedad Antecedente estación La Conejera.

| Fecha | 19/10/2009 | 25/11/2006 | 17/10/1990 | 09/11/2010 | 09/10/2017 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P Total | 67.7 | 67.5 | 61.3 | 59.5 | 59 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 37.2 | 0 | 1.2 | 0 | 0 |
| 2 | 1.5 | 0 | 0.4 | 6.8 | 0 |
| 3 | 0 | 13.6 | 0 | 2.4 | 0.2 |
| 4 | 0 | 0 | 0.3 | 7.8 | 0.1 |
| 5 | 6.3 | 0.7 | 0 | 1.5 | 0 |
| Total | 45 | 14.3 | 1.9 | 18.5 | 0.3 |
| Estación Inactiva | CIII | CII | CI | CII | CI |
| Estación Activa | CII | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 15/10/1997 | 1/10/2013 | 27/03/2017 | 18/03/2012 | 1/02/1999 |
| P Total | 58.5 | 58.3 | 57.8 | 50.4 | 48.4 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 1.5 | 1.7 | 0.3 | 0 | 6.7 |
| 2 | 0 | 0 | 10.5 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 18.7 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0.3 | 4.5 | 5.1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 19.8 | 8.6 | 0 |
| Total | 1.5 | 2 | 53.8 | 13.7 | 6.7 |
| Estación Inactiva | CI | CI | CII | CII | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 6/11/2013 | 30/04/2006 | 11/04/2012 | 8/04/2008 | 18/11/2016 |
| P Total | 47.7 | 46 | 45.8 | 45.4 | 45 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 0.3 | 20.4 | 0.1 | 0.8 |
| 2 | 0 | 15.3 | 9.5 | 0.6 | 10.7 |
| 3 | 0 | 3.6 | 0 | 0.1 | 0.2 |
| 4 | 11.1 | 0 | 1.5 | 0.7 | 7.8 |
| 5 | 1.6 | 2.5 | 18.4 | 12 | 0.6 |
| Total | 12.7 | 21.7 | 49.8 | 13.5 | 20.1 |
| Estación Inactiva | CII | CII | CII | CII | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |

Fuente: Elaboración propia, con base en Información EAAB 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 47. Humedad Antecedente estación Serrezuela.

| Fecha | 01/12/2003 | 06/11/2013 | 30/05/2016 | 10/12/2014 | 19/10/1990 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P Total | 91.2 | 77.7 | 74.3 | 66.2 | 66 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 10.2 | 1 | 0.2 |
| 2 | 0 | 0 | 1.2 | 0.9 | 0.3 |
| 3 | 0.1 | 2.4 | 1 | 6.9 | 1.9 |
| 4 | 0.2 | 10.9 | 9.6 | 0 | 16.1 |
| 5 | 4.9 | 7 | 0.6 | 3.1 | 0.2 |
| Total | 5.2 | 20.3 | 22.6 | 11.9 | 18.7 |
| Estación Inactiva | CI | CII | CII | CI | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 11/01/1999 | 7/03/2017 | 14/10/2009 | 21/11/1998 | 19/10/2009 |
| P Total | 65 | 64.6 | 62.4 | 61.7 | 61.2 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 | 62.4 |
| 2 | 0 | 0 | 0.7 | 0.4 | 5.1 |
| 3 | 16.9 | 0 | 11.4 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 1.9 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 0.3 | 0.8 | 0.1 | 7.5 | 0 |
| Total | 17.4 | 2.7 | 14.2 | 8 | 67.5 |
| Estación Inactiva | CII | CI | CII | CI | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 14/01/1997 | 12/10/2012 | 29/01/1994 | 26/03/2004 | 1/05/2011 |
| P Total | 58 | 57.9 | 56.5 | 56.3 | 56.3 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0.2 | 4.9 | 0.2 | 0 | 0 |
| 2 | 18.3 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0 |
| 3 | 6 | 0 | 0.1 | 1.3 | 2.4 |
| 4 | 2.4 | 4.5 | 0.2 | 4.2 | 0 |
| 5 | 13.5 | 0.3 | 1.3 | 0.4 | 5.2 |
| Total | 40.4 | 9.8 | 1.9 | 5.9 | 7.6 |
| Estación Inactiva | CII | CI | CI | CI | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |

Fuente: Elaboración propia, con base en Información EAAB 2019.

Tabla 2- 48. Humedad Antecedente estación Usaqué.

| Fecha | 07/03/2017 | 09/11/2006 | 16/04/2014 | 10/12/2017 | 04/12/2011 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P Total | 73.2 | 68.8 | 66.5 | 66 | 62.7 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 8.5 | 0 | 0 | 9 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.4 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.5 |
| 4 | 0.7 | 62.3 | 0.2 | 0 | 18.9 |
| 5 | 0 | 4.9 | 2.1 | 0.4 | 0.7 |
| Total | 0.7 | 75.7 | 2.3 | 0.4 | 44.5 |
| Estación Inactiva | CI | CIII | CI | CI | CIII |
| Estación Activa | CI | CIII | CI | CI | CII |
| Fecha | 17/11/1966 | 7/11/2006 | 14/09/1940 | 27/04/1979 | 6/11/2013 |
| P Total | 72 | 62.3 | 68.3 | 62 | 61.6 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 2 | 18.5 | 0 | 12.5 | 0 |
| 2 | 0 | 9.8 | 0 | 1.1 | 0 |
| 3 | 0 | 8.5 | 0 | 0.2 | 2.8 |
| 4 | 0 | 0 | 49.3 | 4.7 | 18 |
| 5 | 27.1 | 0 | 2.4 | 10.6 | 22.9 |
| Total | 29.1 | 36.8 | 51.7 | 29.1 | 43.7 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | | | | |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Estación Inactiva | CII | CII | CII | CII | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 8/04/2002 | 1/11/2016 | 13/04/2006 | 20/11/2014 | 2/05/2010 |
| P Total | 61.5 | 60.1 | 59.6 | 58.3 | 58.2 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 3.5 | 4.2 |
| 2 | 0 | 11.3 | 4.1 | 0.5 | 0.6 |
| 3 | 0 | 0.7 | 16.8 | 0 | 0.1 |
| 4 | 8.6 | 0 | 12.7 | 1.9 | 5.4 |
| 5 | 0 | 0.2 | 11.4 | 2.2 | 0.3 |
| Total | 8.6 | 12.2 | 45 | 8.1 | 10.6 |
| Estación Inactiva | CI | CI | CII | CI | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |

Fuente: Elaboración propia, con base en Información EAAB 2019.

Tabla 2- 49. Humedad Antecedente estación Cerro Suba.

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fecha | 26/03/2004 | 31/03/1990 | 4/05/1990 | 25/12/2009 | 14/10/2009 |
| P Total | 73.2 | 60.7 | 58 | 52.1 | 51.4 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 2.8 | 0 | 0 |
| 2 | 6.8 | 0 | 10 | 0 | 0.1 |
| 3 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 20.1 |
| 4 | 0.4 | 0 | 5.4 | 0 | 3.7 |
| 5 | 0 | 0 | 28.7 | 2.3 | 0.6 |
| Total | 7.9 | 0 | 46.9 | 2.3 | 24.5 |
| Estación Inactiva | CI | CI | CII | CI | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 23/08/2011 | 2/04/2018 | 7/05/2017 | 23/03/2007 | 3/01/2006 |
| P Total | 51 | 49.5 | 47.3 | 44.9 | 44.3 |
| Día | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0.2 | 0.9 | 6.3 | 0 | 0.5 |
| 2 | 11.9 | 0.1 | 6 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 5.2 | 16.7 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 5.4 | 4 | 25.9 | 0 |
| 5 | 7.8 | 0 | 4.1 | 6.4 | 0 |
| Total | 21.9 | 11.6 | 37.1 | 32.3 | 0.5 |
| Estación Inactiva | CII | CI | CII | CII | CI |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |
| Fecha | 24/02/1993 | 3/05/2016 | 20/05/2006 | 30/03/1994 | 8/03/2006 |
| P Total | 44.1 | 44 | 43.9 | 43 | 42.1 |
| Día | P (mm) | P (mmba) | P (mm) | P (mm) | P (mm) |
| 1 | 0 | 1.8 | 0 | 0 | 0.3 |
| 2 | 0 | 0 | 5.2 | 0 | 2 |
| 3 | 0 | 0 | 6.5 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0.1 | 31 | 9.8 |
| 5 | 0 | 0 | 5.8 | 0 | 6.5 |
| Total | 0 | 1.8 | 17.6 | 31 | 18.6 |
| Estación Inactiva | CI | CI | CII | CII | CII |
| Estación Activa | CI | CI | CI | CI | CI |

Fuente: Elaboración propia, con base en Información EAAB 2019.

En la Figura 2-87 se presenta la distribución de la altura de precipitación durante los 5 días previos a los eventos máximos y la comparación con los límites de precipitación para las condiciones de humedad antecedente. De esta se observa que el 47.1 % de los eventos corresponden a una AMC tipo I, el 28.6 % a una AMC tipo II y el 24.3 % a una AMC tipo III.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

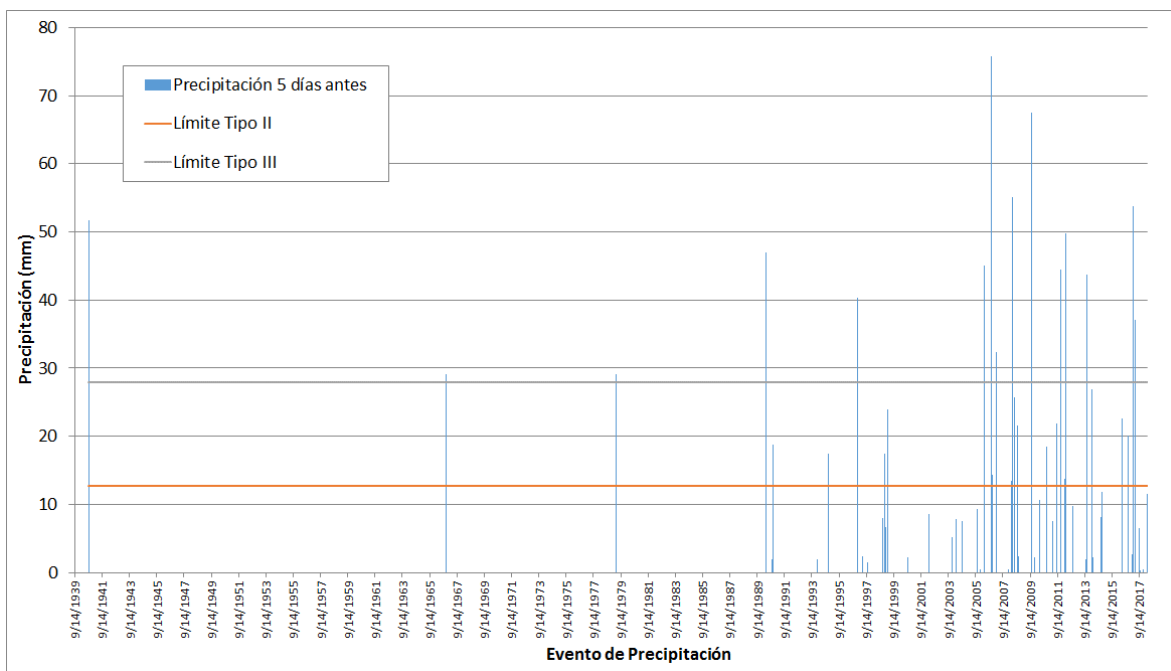


Figura 2- 87. Distribución de valores de precipitación antecedente para eventos seleccionados.
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta este análisis, se aprecia que la condición de humedad antecedente predominante es la AMC=I, sin embargo, considerando que en algunos casos se presenta una condición de humedad antecedente de III y II, para el desarrollo del estudio hidrológico se selecciona la condición AMC=II, con el fin de no subestimar ni sobreestimar los valores del número de curva.

Tabla 2- 50. Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Naturales.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| DESCRIPCIÓN Y TIPO DE COBERTURA | CONDICIÓN HIDROLÓGICA | NÚMERO DE CURVA PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| Pastos, forraje para pastoreo ¹ | Mala | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Regular | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Buena | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segados para heno | --- | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Maleza mezclada con pasto de semilla con la maleza como principal elemento ² | Mala | 48 | 67 | 77 | 83 |
| | Regular | 35 | 56 | 70 | 77 |
| | Buena | 30 ³ | 48 | 65 | 73 |
| Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles) ⁴ | Mala | 57 | 73 | 82 | 86 |
| | Regular | 43 | 65 | 76 | 82 |
| | Buena | 32 | 58 | 72 | 79 |
| Bosques ⁵ | Mala | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Regular | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | Buena | 30 | 55 | 70 | 77 |
| Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes | --- | 59 | 74 | 82 | 86 |

Fuente: (INVIAS, 2011)

Tabla 2- 51. Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Urbanas

| TIPO DE COBERTURA Y CONDICIÓN HIDROLÓGICA | % PROMEDIO ÁREAS IMPERMEABLES ¹ | NUMERO DE CURVAS PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| Áreas urbanas totalmente desarrolladas (vegetación ya establecida): | | | | | |
| Espacios abiertos (prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.) ² | | | | | |
| Condición pobre (menos del 50% cubierto de pasto) | | 68 | 79 | 86 | 89 |
| Condición regular (del 50% al 75% cubierto de pasto) | | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Condición buena (más del 75% cubierto de pasto) | | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Áreas Impermeables: | | | | | |
| Parqueaderos pavimentados, techos, autopistas, etc. (excluyendo derecho de vía) | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Calles y caminos: | | | | | |
| Pavimentados | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Pavimentados; zanjas abiertas (incluyendo derecho de vía) | | 83 | 89 | 92 | 93 |
| Grava (incluyendo derecho de vía) | | 76 | 85 | 89 | 91 |
| Tierra (incluyendo derecho de vía) | | 72 | 82 | 87 | 89 |
| Áreas desiertas urbanas: | | | | | |
| Paisajes desérticos naturales (solamente áreas permeables) ³ | | 63 | 77 | 85 | 88 |
| Paisajes desérticos artificiales (barreras impermeables de maleza, arbustos de desierto con 1 a 2 pulg de diámetro; Cubierta de arena o grava y orillas de áreas húmedas) | | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Áreas urbanas: | | | | | |
| Comercial y de negocios | 85 | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Industrial | 72 | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Áreas residenciales por promedio del tamaño del lote: | | | | | |
| 1/8 de acre o menos (506 m ² o menos) | 65 | 77 | 85 | 90 | 92 |
| 1/4 acre (1012 m ²) | 38 | 61 | 75 | 83 | 87 |
| 1/3 acre (1350 m ²) | 30 | 57 | 72 | 81 | 86 |
| 1/2 acre (2025 m ²) | 25 | 54 | 70 | 80 | 85 |
| 1 acre (4050 m ²) | 20 | 51 | 68 | 79 | 84 |
| 2 acre (8100 m ²) | 12 | 46 | 65 | 77 | 82 |
| Áreas urbanas desarrolladas: | | | | | |
| Áreas permeables conformadas (solamente áreas permeables, sin vegetación) | | 77 | 86 | 91 | 94 |

Fuente: (INVIAS, 2011)

Tabla 2- 52. Numero de Curva (CN) condición antecedente AMC=II, Áreas Cultivadas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| COBERTURA | | CONDICIÓN HIDROLÓGICA | GRUPO DE SUELOS | | | |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|----|----|----|
| USO DE LA TIERRA | TRATAMIENTO O PRÁCTICA | | A | B | C | D |
| | | | NÚMERO DE CURVA | | | |
| Rastrojo | Hileras Rectas | --- | 77 | 86 | 91 | 94 |
| Cultivos en hileras | Hileras Rectas | Mala | 72 | 81 | 88 | 91 |
| | | Buena | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | Curvas de nivel | Mala | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | | Buena | 65 | 75 | 82 | 86 |
| | Curvas de nivel y terrazas | Mala | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | | Buena | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Cultivos en hileras estrechas | Hileras rectas | Mala | 65 | 76 | 84 | 88 |
| | | Buena | 63 | 75 | 83 | 87 |
| | Curvas de nivel | Mala | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | | Buena | 61 | 73 | 81 | 84 |
| | Curvas de nivel y terrazas | Mala | 61 | 72 | 79 | 82 |
| | | Buena | 59 | 70 | 78 | 81 |
| Leguminosas en ¹ hileras estrechas o forraje en rotación | Hileras rectas | Mala | 66 | 77 | 85 | 89 |
| | | Buena | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | Curvas de nivel | Mala | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | | Buena | 55 | 69 | 78 | 83 |
| | Curvas de nivel y terrazas | Mala | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | | Buena | 51 | 67 | 76 | 80 |

Fuente: (INVIAS, 2011).

De la equivalencia anterior se obtuvo un número de curva definido para cada combinación de clase de suelo hidrológico y cobertura que se consigna en la Tabla 2-53.

Tabla 2- 53. Asignación del número de curva para condición II según usos del suelo.

| CLASIFICACIÓN DE USO | GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO | | | |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| Mosaico de pastos, cultivos, arbolado y urbano disperso | 64 | 65 | 77 | 82 |
| Pastos | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Urbano | 77 | 85 | 90 | 92 |
| Vías y parqueaderos pavimentadas/os | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Pastos arbolados | 32 | 58 | 72 | 79 |
| Vías destapadas o suelo desnudo | 72 | 82 | 87 | 89 |
| Bosque | 30 | 55 | 70 | 77 |
| Cultivos | 63 | 75 | 83 | 87 |

Fuente: Elaboración propia

El número de curva para condición hidrológica II fue asignado a cruces entre tipo agrológico de suelo y cobertura para determinar el valor único de cada unidad de cruce.

El proceso subsiguiente consiste en llevar a cabo el “álgebra de mapas” que consiste en realizar una asignación espacial de los valores establecidos para cada factor determinante del CN, según lo establecido en la literatura y específicamente en la Norma NS-085 de la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

EAAB, de donde se extrae la Tabla 2-54 que relaciona los valores de CN en relación con la correspondiente cobertura y el tipo de suelo hidrológico.

Tabla 2- 54. Número de curva (CN) recomendados para zonas urbanas.

| Tipo de cobertura y condición hidrológica | | Área impermeable promedio | Números de curva para cada tipo de suelos | | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
| | | | A | B | C | D |
| Espacios abiertos | Cobertura pobre (cobertura de pastos < 50%) | | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Cobertura parcial (cobertura de pastos de 50% a 75%) | | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Cobertura buena (cobertura de pastos > 75%) | | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Áreas impermeables | Parqueaderos, techos, zonas pavimentadas, entre otros. | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Calles y carreteras | Andenes pavimentados y sumideros | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | Zanjas o diques pavimentados | | 83 | 89 | 92 | 93 |
| | Zona cubierta de gravas | | 76 | 85 | 89 | 91 |
| | Zona cubierta de arenas o polvo | | 72 | 82 | 87 | 89 |
| Zonas urbanas | Zonas comerciales y de negocios | 85% | 89 | 92 | 94 | 95 |
| | Zona industrial | 75% | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Zonas residenciales (por tamaño del lote) | 500 m ² o menos | Mínimo 70% | 77 | 85 | 90 | 92 |
| | Mayores a 500 m ² | 38% | 61 | 75 | 83 | 87 |
| Áreas urbanas permeables en desarrollo y sin vegetación | | | 77 | 86 | 91 | 94 |

Fuente: NS-085, adaptado de URBAN STORMWATER HYDROLOGY, Kibler, 1982

Este cruce fue realizado a partir de herramientas de sistemas de información geográfica (ArcGIS). La Figura 2-88 se presenta la estimación del Número de Curva (CN) para cada subcuenca del sistema hídrico en la condición actual.

El procedimiento de asignación del CN a cada cuenca tiene en cuenta lo establecido en la Norma NS-085, según la cual para áreas de drenaje que incluyan sub-áreas con números de curva diferentes, el valor de CN representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas, mediante la ecuación:

$$CN = \frac{(\sum CN * A)}{\sum A}$$

Dónde:

CN = Número de curva.
A = Área tributaria de drenaje (ha).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

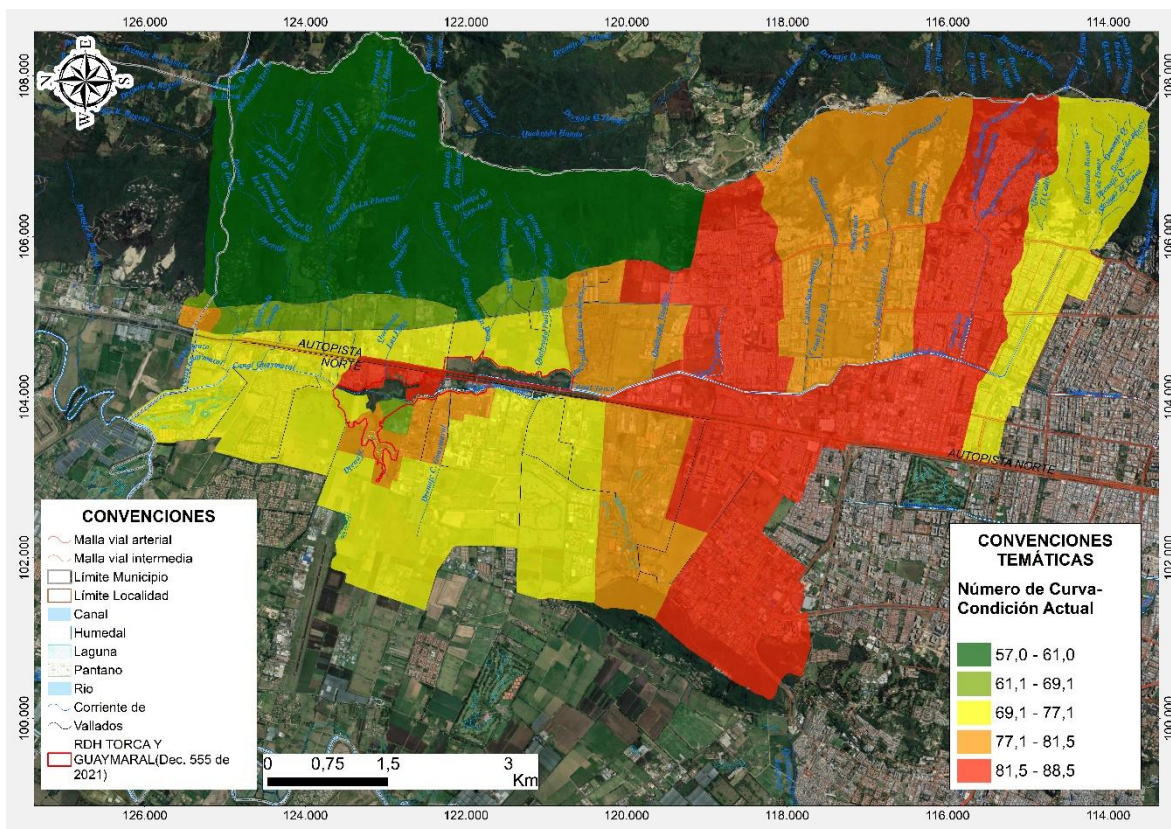


Figura 2- 88. Número de Curva condiciones actuales por Cuencas. Fuente: Elaboración propia, a partir de información POMCA Río Bogotá 2018.

Tabla 2- 55. Asignación del número de curva CN para condición II según usos del suelo.

| Cuenca | CN Actual | Cuenca | CN Actual |
|-----------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| Torca Occidental | 88.16 | Qda La Floresta 1 | 59.89 |
| Torca_sub1 | 77.49 | Qda La Floresta 2 | 62.80 |
| Torca_sub2 | 86.56 | Qda La Floresta 3 | 76.44 |
| Torca_sub3 | 80.00 | Qda La Floresta 4 | 76.08 |
| Torca_sub4 | 81.00 | Qda Novita 1 | 57.60 |
| Torca_sub5 | 85.80 | Qda Novita 2 | 64.36 |
| Torca_sub6 | 89.84 | Qda Novita 3 | 76.87 |
| Torca_sub7 | 93.66 | Qda Patiño 1 | 58.15 |
| Torca_sub8 | 93.51 | Qda Patiño 2 | 58.25 |
| Torca_sub9 | 94.00 | Qda Patiño 3 | 67.86 |
| Torca_sub10 | 94.00 | Qda Patiño 4 | 73.76 |
| Torca_sub11 | 94.00 | Qda Pilas 1 | 58.53 |
| Guaymaral Occidente 1 | 77.00 | Qda Pilas 2 | 68.76 |
| Canal Guaymaral Occidente 2 | 75.00 | Qda Pilas 3 | 71.72 |
| Canal Guaymaral Occidente 3 | 77.00 | Qda Pilas 4 | 84.81 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 55. Asignación del número de curva CN para condición II según usos del suelo.

| Cuenca | CN Actual | Cuenca | CN Actual |
|-----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Humedal Guaymaral 1-1 | 74.00 | Qda San Juan 1 | 57.55 |
| Humedal Guaymaral 1-2 | 81.06 | Qda San Juan 2 | 59.46 |
| Humedal Guaymaral 2 | 80.21 | Qda San Juan 3 | 61.00 |
| Humedal Guaymaral 3 | 67.00 | Qda San Juan 4 | 69.12 |
| Occidente 1_1 | 77.98 | Qda San Juan 5 | 71.23 |
| Occidente 1_2 | 80.00 | Qda Tibabita 1 | 58.12 |
| Occidente 2 | 75.00 | Qda Tibabita 2 | 57.71 |
| Occidente 3 | 74.00 | Qda Tibabita 3 | 86.52 |
| Occidente 3-1 | 81.00 | Qda Tibabita 4 | 81.48 |
| Qda Aguas calientes 1 | 59.06 | Qda Torca 1 | 57.00 |
| Qda Aguas calientes 2 | 58.95 | Qda Torca 2 | 58.91 |
| Qda Aguas calientes 3 | 79.00 | Qda Torca 3 | 57.84 |
| Qda Aguas calientes 4 | 80.05 | Qda Torca 4 | 63.34 |
| | | Torca Oriental2 | 88.47 |

Fuente: Elaboración propia

- **Estructuración del modelo Hec HMS**

El software HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) fue desarrollado por el US Army Corps of Engineers para simular procesos lluvia-escorrentía en una gran variedad de tipos de cuencas (por lo cual permite elegir entre varios métodos de cálculo). La herramienta separa las componentes del ciclo hidrológico en las características morfométricas de la cuenca y meteorológicas de la cuenca, dejando abierta la posibilidad de hacer la modelación agregada, semi-distribuida o distribuida.

El modelo topológico visto desde un punto de vista funcional se entiende como la capa de información en la cual se almacenan las relaciones entre los distintos elementos que la componen. Dentro del estudio de una cuenca, el modelo topológico es el encargado de representar tanto las subcuencas generadoras de escorrentía, las direcciones del flujo, los tránsitos de caudal, los puntos de confluencia entre 2 o más flujos.

El modelo meteorológico es el encargado de las variables climatológicas que rigen la cuenca de estudio, principalmente la precipitación, al tratarse de una modelación para la estimación de caudales máximos, es decir, en respuesta a un evento específico de tormenta. Para el ingreso de datos de precipitación se introducen al modelo los hietogramas de diseño previamente estimados en la sección correspondiente al análisis de precipitación llevado a cabo para esta zona de la ciudad (Producto 4). Para la modelación se plantearon los modelos meteorológicos correspondientes a cada uno de los periodos de retorno analizados.

Una vez seleccionados todos los métodos de cálculo referente a los componentes de la subcuenca, el paso a seguir es especificar la ventana de cálculo del modelo, así como el intervalo de presentación de los resultados. A partir de esta configuración y considerando

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

las condiciones topológicas y los modelos meteorológicos, se crean los escenarios de corrida para cada uno de los periodos de retorno analizados.

En la Tabla 2-56, se presenta el resumen de los parámetros morfométricos al modelo de simulación hidrológica.

Tabla 2- 56. Resumen de parámetros morfométricos del sistema Torca-Guaymaral.

| CUENCA | SUBCUENCA | Área (Km2) | CN Actual | TC (min) | Tlag (min) |
|---------------------------|-----------------------------|------------|-----------|----------|------------|
| Canal Torca | Torca Occidental | 6.9202 | 88.16 | 126.53 | 75.92 |
| | Torca_sub1 | 3.8855 | 77.49 | 56.99 | 34.19 |
| | Torca_sub2 | 3.7020 | 86.56 | 49.53 | 29.72 |
| | Torca_sub3 | 3.1698 | 80.00 | 47.47 | 28.48 |
| | Torca_sub4 | 3.2982 | 81.00 | 55.56 | 33.34 |
| | Torca_sub5 | 1.1106 | 85.80 | 44.05 | 26.43 |
| | Torca_sub6 | 1.1325 | 89.84 | 46.18 | 27.71 |
| | Torca_sub7 | 0.3734 | 93.66 | 45.91 | 27.55 |
| | Torca_sub8 | 0.2530 | 93.51 | 30.05 | 18.03 |
| | Torca_sub9 | 0.7364 | 94.00 | 33.69 | 20.21 |
| | Torca_sub10 | 0.7695 | 94.00 | 53.99 | 32.40 |
| | Torca_sub11 | 0.9558 | 94.00 | 54.70 | 32.82 |
| Canal Guaymaral Occidente | Guaymaral Occidente 1 | 1.2147 | 77.00 | 28.96 | 17.38 |
| | Canal Guaymaral Occidente 2 | 1.0951 | 75.00 | 58.53 | 35.12 |
| | Canal Guaymaral Occidente 3 | 0.5233 | 77.00 | 40.03 | 24.02 |
| Humedal Guaymaral | Humedal Guaymaral 1-1 | 2.0302 | 74.00 | 162.86 | 97.71 |
| | Humedal Guaymaral 1-2 | 0.4544 | 81.06 | 37.71 | 22.62 |
| | Humedal Guaymaral 2 | 0.4011 | 80.21 | 29.75 | 17.85 |
| | Humedal Guaymaral 3 | 0.1517 | 67.00 | 13.29 | 7.97 |
| Occidente 1 | Occidente 1_1 | 1.5263 | 77.98 | 106.98 | 64.19 |
| | Occidente 1_2 | 1.5062 | 80.00 | 72.23 | 43.34 |
| Occidente 2 | Occidente 2 | 2.4681 | 75.00 | 93.09 | 55.85 |
| Occidente 3 | Occidente 3 | 1.8559 | 74.00 | 16.67 | 10.00 |
| | Occidente 3-1 | 0.1633 | 81.00 | 14.67 | 8.80 |
| Quebrada Aguas Calientes | Qda Aguas calientes 1 | 0.7042 | 59.06 | 16.67 | 10.00 |
| | Qda Aguas calientes 2 | 0.2931 | 58.95 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda Aguas calientes 3 | 0.3053 | 79.00 | 20.28 | 12.17 |
| | Qda Aguas calientes 4 | 0.6250 | 80.05 | 50.85 | 30.51 |
| Quebrada La Floresta | Qda La Floresta 1 | 5.6969 | 59.89 | 36.19 | 21.72 |
| | Qda La Floresta 2 | 0.3419 | 62.80 | 21.74 | 13.04 |
| | Qda La Floresta 3 | 0.2975 | 76.44 | 19.02 | 11.41 |
| | Qda La Floresta 4 | 0.1880 | 76.08 | 23.05 | 13.83 |
| Quebrada Novita | Qda Novita 1 | 0.4431 | 57.60 | 13.13 | 7.88 |
| | Qda Novita 2 | 0.1611 | 64.36 | 16.51 | 9.90 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 56. Resumen de parámetros morfométricos del sistema Torca-Guaymaral.

| CUENCA | SUBCUENCA | Área (Km2) | CN Actual | TC (min) | Tlag (min) |
|-------------------|-----------------|------------|-----------|----------|------------|
| | Qda Novita 3 | 0.2612 | 76.87 | 19.46 | 11.68 |
| Quebrada Patiño | Qda Patiño 1 | 0.5943 | 58.15 | 11.99 | 7.19 |
| | Qda Patiño 2 | 0.1534 | 58.25 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda Patiño 3 | 0.1537 | 67.86 | 12.09 | 7.26 |
| | Qda Patiño 4 | 0.3854 | 73.76 | 26.40 | 15.84 |
| Quebrada Pilas | Qda Pilas 1 | 0.8355 | 58.53 | 12.56 | 7.53 |
| | Qda Pilas 2 | 0.4171 | 68.76 | 19.30 | 11.58 |
| | Qda Pilas 3 | 0.4649 | 71.72 | 25.76 | 15.46 |
| | Qda Pilas 4 | 0.3972 | 84.81 | 32.46 | 19.48 |
| Quebrada San Juan | Qda San Juan 1 | 1.2980 | 57.55 | 19.18 | 11.51 |
| | Qda San Juan 2 | 0.3681 | 59.46 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda San Juan 3 | 0.0639 | 61.00 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda San Juan 4 | 0.2513 | 69.12 | 18.12 | 10.87 |
| | Qda San Juan 5 | 0.5379 | 71.23 | 26.63 | 15.98 |
| Canal Tibabita | Qda Tibabita 1 | 0.5384 | 58.12 | 12.26 | 7.35 |
| | Qda Tibabita 2 | 0.5667 | 57.71 | 10.71 | 6.43 |
| | Qda Tibabita 3 | 0.4032 | 86.52 | 24.24 | 14.54 |
| | Qda Tibabita 4 | 0.8069 | 81.48 | 39.94 | 23.97 |
| Quebrada Torca | Qda Torca 1 | 1.2582 | 57.00 | 24.79 | 14.87 |
| | Qda Torca 2 | 0.2003 | 58.91 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda Torca 3 | 0.0227 | 57.84 | 10.00 | 6.00 |
| | Qda Torca 4 | 0.1366 | 63.34 | 10.00 | 6.00 |
| Torca Oriental2 | Torca Oriental2 | 0.2559 | 88.47 | 65.96 | 39.58 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-89 se presenta la esquematización del modelo de simulación en Hec-HMS para el sistema Torca – Guaymaral, considerando la agregación generada por la simultaneidad del evento de precipitación. Es de tener en cuenta que a pesar de que este modelo tiene la capacidad de realizar el tránsito a través de los cuerpos de agua que generan almacenamiento, estos se evaluarán desde el modelo de simulación hidráulico, dado empleo de simulación de flujo en 2D que será aplicado en este caso.

El producto de este proceso lluvia – escorrentía serán los hidrogramas de creciente de cada cuenca, insumos que ingresarán la modelo de simulación hidráulica y en el caso específico de la cuenca del canal Torca, la más grande del sistema, siguiendo las especificaciones de la Norma NS-085 y la Normas NS-163.

- **Resultados**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ, D.C.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 57. Caudales máximos para la Condición Actual.

| ID CUENCA | CAUDALES (m3/s) - PERIODOS DE RETORNO | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| AGC_7M1 | 0.010 | 0.100 | 0.292 | 0.673 | 1.043 | 1.461 |
| AGC_7M2 | 0.010 | 0.052 | 0.137 | 0.310 | 0.469 | 0.651 |
| AGUAS_CALIENTES_3 | 0.280 | 0.585 | 0.875 | 1.276 | 1.587 | 1.911 |
| AGUAS_CALIENTES_4 | 0.586 | 1.183 | 1.745 | 2.528 | 3.147 | 3.785 |
| CANAL_TORCA_1 | 32.038 | 47.789 | 68.394 | 95.124 | 114.960 | 134.540 |
| CANAL_TORCA_2 | 1.255 | 4.770 | 3.439 | 4.770 | 5.761 | 6.730 |
| CANAL_TORCA_3 | 1.641 | 2.300 | 3.690 | 5.023 | 6.029 | 6.930 |
| FLO1 | 0.010 | 0.125 | 0.281 | 0.540 | 0.755 | 0.986 |
| FLO_7M1 | 0.178 | 0.453 | 0.720 | 1.083 | 1.359 | 1.636 |
| FLORESTA3 | 0.119 | 0.283 | 0.468 | 0.698 | 0.872 | 1.046 |
| FLORESTA4 | 0.010 | 0.910 | 2.657 | 5.743 | 8.648 | 11.827 |
| GUAY2 | 0.499 | 1.293 | 2.074 | 3.134 | 3.946 | 4.753 |
| GUAY3 | 0.365 | 0.814 | 1.250 | 1.868 | 2.363 | 2.878 |
| HG2 | 0.444 | 0.906 | 1.309 | 1.821 | 2.192 | 2.550 |
| HG3 | 0.013 | 0.076 | 0.159 | 0.289 | 0.398 | 0.515 |
| HGUAY_1-2 | 0.485 | 1.024 | 1.467 | 2.030 | 2.437 | 2.829 |
| HGUAY_1_1 | 0.568 | 1.349 | 2.004 | 2.785 | 3.302 | 3.770 |
| NOVITA_2 | 0.005 | 0.059 | 0.135 | 0.257 | 0.362 | 0.475 |
| NOVITA_3 | 0.155 | 0.395 | 0.628 | 0.947 | 1.192 | 1.437 |
| NOV_7M1 | 0.010 | 0.046 | 0.167 | 0.398 | 0.619 | 0.864 |
| OCC3_1 | 0.213 | 0.417 | 0.591 | 0.811 | 1.012 | 1.123 |
| OCC_2 | 0.726 | 1.574 | 2.410 | 3.601 | 4.568 | 5.579 |
| OCC_3 | 1.091 | 2.434 | 3.681 | 5.363 | 6.644 | 7.920 |
| OCCIDENTE_1-1 | 0.996 | 2.451 | 3.936 | 5.120 | 7.801 | 9.592 |
| PATINO_3 | 0.034 | 0.119 | 0.216 | 0.370 | 0.499 | 0.636 |
| PATINO_4 | 0.212 | 0.526 | 0.843 | 1.298 | 1.668 | 2.055 |
| PAT_7M1 | 0.010 | 0.078 | 0.245 | 0.576 | 0.894 | 1.256 |
| PAT_7M2 | 0.010 | 0.023 | 0.067 | 0.155 | 0.237 | 0.330 |
| PILAS_2 | 0.106 | 0.374 | 0.664 | 1.082 | 1.414 | 1.756 |
| PILAS_3 | 0.172 | 0.532 | 0.909 | 1.466 | 1.923 | 2.405 |
| PILAS_4 | 0.646 | 1.199 | 1.665 | 2.248 | 2.675 | 3.085 |
| PIL_7M1 | 0.000 | 0.179 | 0.449 | 0.995 | 1.458 | 1.966 |
| SANJUAN_3 | 0.002 | 0.022 | 0.050 | 0.095 | 0.133 | 0.174 |
| SANJUAN_4 | 0.070 | 0.229 | 0.399 | 0.647 | 0.847 | 1.116 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 57. Caudales máximos para la Condición Actual.

| ID CUENCA | CAUDALES (m ³ /s) - PERIODOS DE RETORNO | | | | | |
|-----------|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| SANJUAN_5 | 0.190 | 0.575 | 0.984 | 1.593 | 2.093 | 2.623 |
| SAN_7M1 | 0.010 | 0.173 | 0.549 | 1.302 | 2.042 | 2.875 |
| SAN_7M2 | 0.010 | 0.076 | 0.195 | 0.440 | 0.660 | 0.911 |
| TBT1 | 0.718 | 1.241 | 1.696 | 2.303 | 2.770 | 3.266 |
| TBT_7M1 | 0.010 | 0.051 | 0.183 | 0.439 | 0.699 | 0.997 |
| TBT_7M2 | 0.010 | 0.052 | 0.189 | 0.455 | 0.726 | 1.033 |
| TOR1 | 0.010 | 0.061 | 0.396 | 0.984 | 1.621 | 2.346 |
| TORCA4 | 0.010 | 0.039 | 0.094 | 0.190 | 0.272 | 0.366 |

Fuente: Elaboración propia.

- Análisis de sensibilidad del modelo HEC-HMS**

Con el fin de realizar un análisis de sensibilidad del modelo hidrológico HEC-HMS, se calcularon los hidrogramas resultantes para 5 cuencas para el periodo de retorno de 100 años y condiciones futuras, modificando el valor del Número de Curva obtenido en el análisis, aumentando y disminuyendo el valor en 5 unidades, teniendo en cuenta que este parámetro es el más sensible del modelo (Valcárel, 2016). Por ejemplo, en la Figura 2-90 se presentan los hidrogramas resultantes obtenidos para la cuenca Canal Torca 1, la de mayor aporte al sistema, para la condición del CN obtenido por el análisis, se obtiene un caudal máximo de 131.55 m³/s, para la condición de CN disminuido 5 unidades se obtiene un caudal de 105.08 m³/s que corresponde a una disminución del 20.12 % y para la condición de CN aumentado se obtiene un caudal de 161.46 m³/s, que corresponde a un aumento del 22.73 %.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

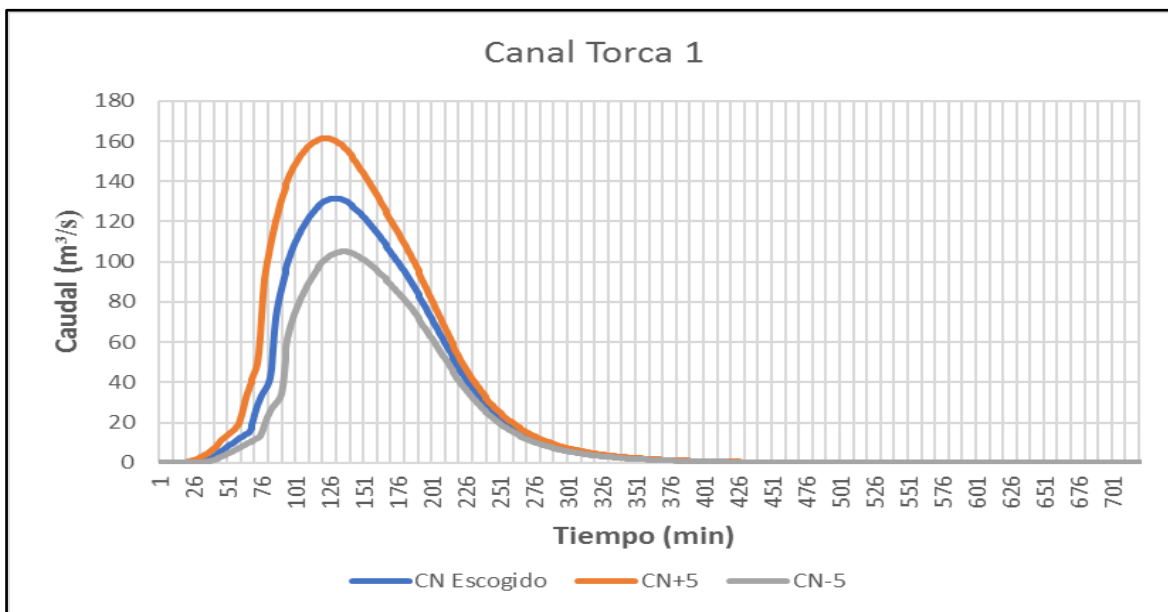


Figura 2- 90. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Canal torca 1. Fuente: Elaboración propia a partir de datos EAAB, 2019.

En la Figura 2-91 se presentan los hidrogramas resultantes obtenidos para la cuenca Occidente 1_1, para la condición del CN obtenido por el análisis, se obtiene un caudal máximo de 6.4 m³/s, para la condición de CN disminuido 5 unidades se obtiene un caudal de 5.06 m³/s que corresponde a una disminución del 21.04% y para la condición de CN aumentado se obtiene un caudal de 7.97 m³/s, que corresponde a un aumento del 24.4%.

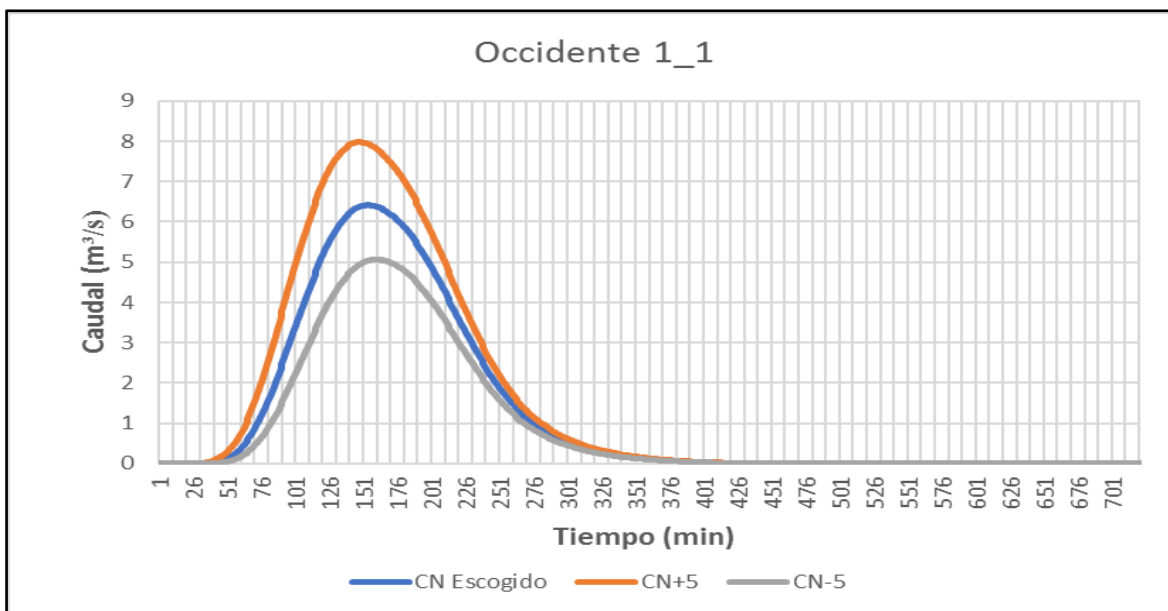


Figura 2- 91. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Occidente 1_1. Fuente: Elaboración propia a partir de datos EAAB, 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la Figura 2-92 se presentan los hidrogramas resultantes obtenidos para la cuenca San Juan 5, para la condición del CN obtenido por el análisis, se obtiene un caudal máximo de $3.48 \text{ m}^3/\text{s}$, para la condición de CN disminuido 5 unidades se obtiene un caudal de $2.84 \text{ m}^3/\text{s}$ que corresponde a una disminución del 18.36 % y para la condición de CN aumentado se obtiene un caudal de $4.16 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a un aumento del 19.8 %.

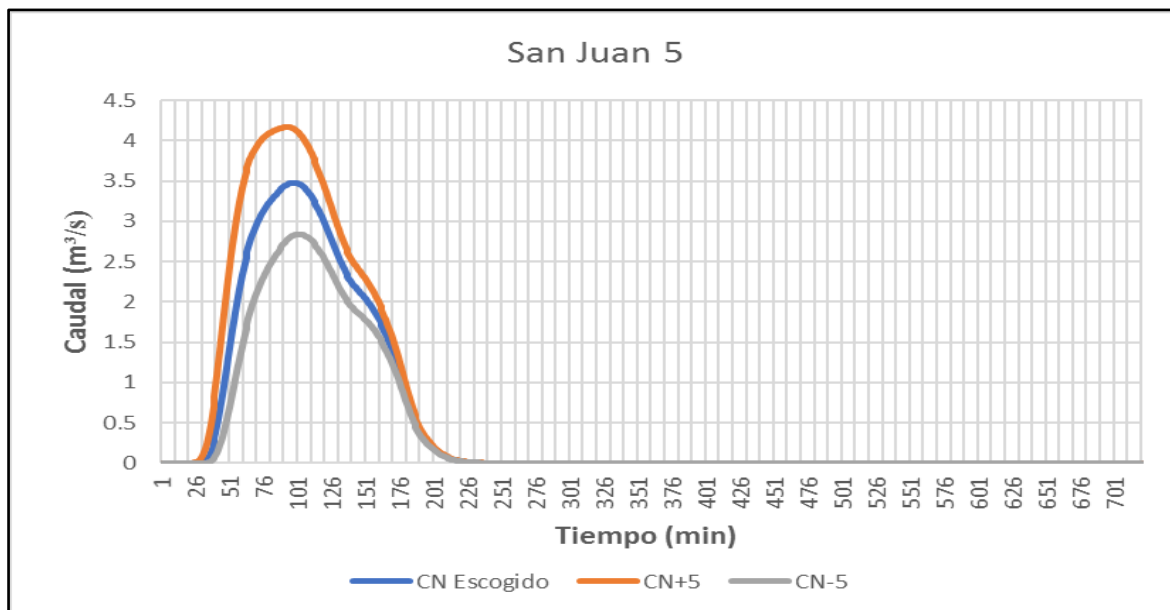


Figura 2- 92. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca San Juan 5. Fuente: Elaboración propia a partir de datos EAAB, 2019.

En la Figura 2-93 y 2-94 se presentan los hidrogramas resultantes obtenidos para la cuenca Occ_3, para la condición del CN obtenido por el análisis, se obtiene un caudal máximo de $11.18 \text{ m}^3/\text{s}$, para la condición de CN disminuido 5 unidades se obtiene un caudal de $9.07 \text{ m}^3/\text{s}$ que corresponde a una disminución del 18.87 % y para la condición de CN aumentado se obtiene un caudal de $13.57 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a un aumento del 21.34 %.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

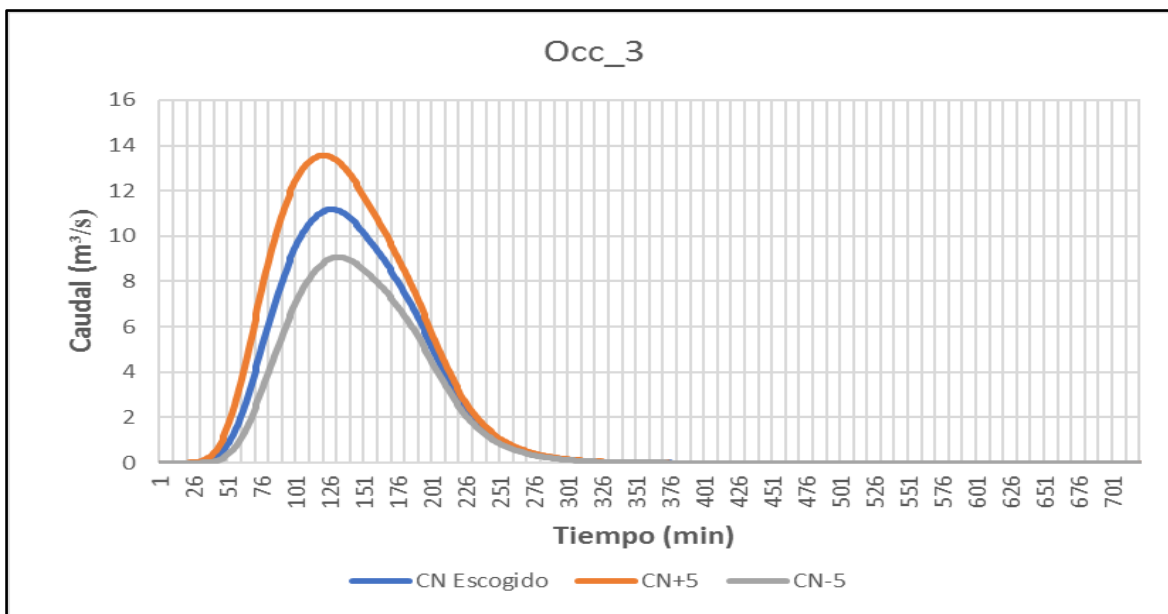


Figura 2- 93. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Occ_3. Fuente: Elaboración propia a partir de datos EAAB, 2019.

En la Figura 2-94 se presentan los hidrogramas resultantes obtenidos para la cuenca Canal Torca 3, para la condición del CN obtenido por el análisis, se obtiene un caudal máximo de 7.97 m³/s, para la condición de CN disminuido 5 unidades se obtiene un caudal de 6.56 m³/s que corresponde a una disminución del 17.6% y para la condición de CN aumentado se obtiene un caudal de 9.58 m³/s, que corresponde a un aumento del 20.26%.

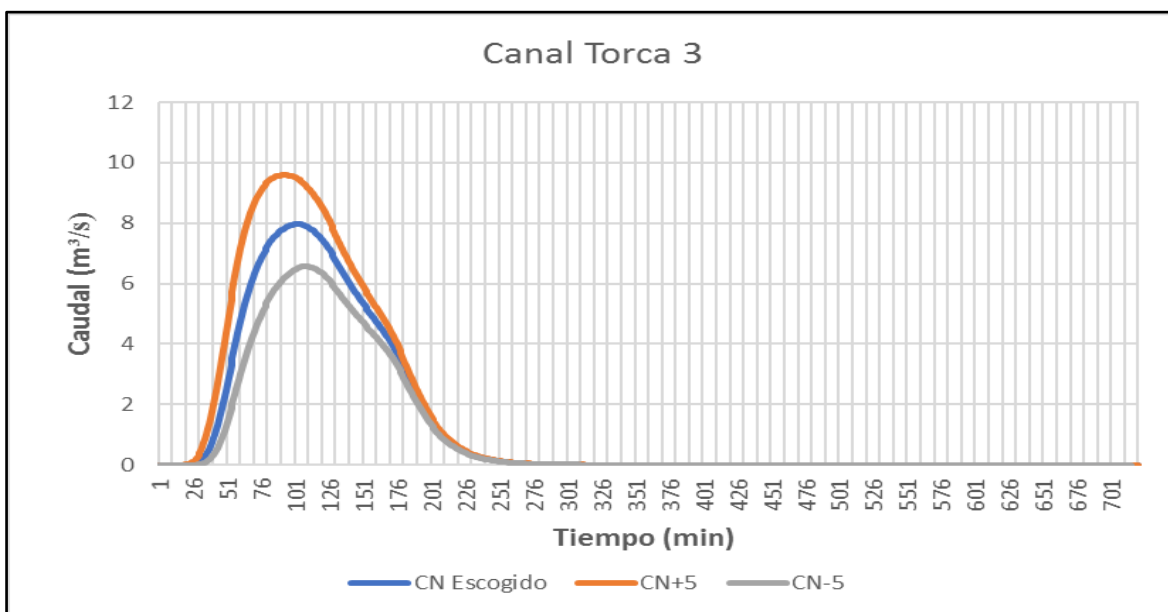


Figura 2- 94. Hidrogramas TR100 Futuro cuenca Canal Torca 3. Fuente: Elaboración propia a partir de datos EAAB, 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En general la variación del CN muestra una diferenciación en la determinación de los caudales de este sistema hídrico, esto porque después de aumentar el CN en cinco unidades se sobreestima el caudal pico en un poco más del 20%. En cambio, si el CN se reduce en este mismo número de unidades respecto al CN inicial, el cambio porcentual en el caudal pico, no supera el 20%; aspecto que hace a este parámetro sumamente sensible.

Lo anterior indica que el parámetro CN que incorpora el tipo de suelo, su impermeabilización, el uso actual del suelo y la lluvia previa, son elementos cuya variación o adecuada utilización, darán como resultado modelos más acertados en la fase de calibración y validación de estos, razón por la cual el análisis deberá ser exhaustivo en su asignación a los modelos hidrológicos.

• Calibración del Modelo

Dentro de los alcances solicitados por los Términos de Referencia de esta consultoría, está la de realizar la calibración del modelo hidrológico e hidráulico, a partir de registros valores observados de precipitación y en este caso de los valores de caudal derivados de los niveles obtenidos de las estaciones limnimétricas instaladas por el proyecto. El periodo de análisis considerado corresponde a los eventos de mayor nivel registrado en las corrientes, que cuenten con la información pluviográfica correspondiente, a partir de estaciones de precipitación de la EAAB.

En el Anexo D del presente documento se hace el desarrollo de la metodología para la calibración y validación de los resultados encontrados a partir de la aplicación de los modelos teóricos de hidrología e hidráulica aplicados en este documento, para la cuenca del sistema Torca-Guaymaral, la cual carece de información detallada sobre sus comportamientos hidrológicos en el marco de la relación precipitación – escorrentía, de lo que se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El procedimiento de calibración llevado a cabo para las cuencas monitoreadas dentro de esta consultoría muestra que la deficiencia en los datos tanto de precipitación como de aforos, para la generación de curvas de calibración de caudales, conlleva a una apreciable variabilidad entre los resultados esperados, al momento de comparar un evento de precipitación con la respuesta hidrológica medida aguas abajo.
- La mejora en los resultados debe implicar la extensión del período de toma de datos, especialmente los referentes a los aforos y que de alguna manera se logren llevar a cabo la toma de registros de caudal durante los eventos hidrológicos de creciente o lluvia intensa al interior de la cuenca, con lo cual será posible tener datos para completar la curva de calibración de caudales. Los tomados durante esta consultoría solo llegaron a representar la zona baja de estas curvas, por lo que se recurrió a establecer una curva de calibración teórica utilizando la información topográfica y batimétrica de los cauces monitoreados.
- La fase de validación del modelo hidrológico no se llevó a cabo debido a que la calibración no fue exitosa, al no generar un modelo que pueda reproducir otro tipo de eventos distintos a los seleccionados para la fase de calibración.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Los resultados de las campañas de aforo realizados a lo largo del período de duración de la presente consultoría indican que será necesario en el futuro, continuar con las jornadas de manera sistemática, con el objeto e incrementar el número de registros con miras a la complementación y/o validación de la curva de calibración de caudales, para realizar la posterior calibración de los modelos hidrológicos e hidráulico de las cuencas y los cauces de las quebradas de estudio.
- Es recomendable la implementación de estaciones de medición meteorológica dentro de la cuenca Torca Guaymaral, que complementen la red de monitoreo de precipitación y climatológico, que la EAAB tiene en este sector de la Sabana de Bogotá, dado que los datos empleados para el presente análisis se hicieron a partir de registros de estaciones alejadas del centroide de la cuenca. De esta manera se podrá disminuir la dispersión de la distribución de los eventos de precipitación, sea esta temporal o espacialmente.

Todos los procesos de la fase de calibración y validación se incluyen en el Anexo D3 – Modelo Hidrodinámico – Producto 4 - Anexo 3 “Calibración del Modelo Hidrológico”, en el cual se recopilan y analizan los registros de mediciones de miras instalados en el proyecto versus la información de precipitación registrada por la EAAB en las estaciones de medida empleadas en esta consultoría.

2.5.2.6 MODELAMIENTO HIDRÁULICO

2.5.2.6.1 Generalidades

La simulación tiene como propósitos principales encontrar la lámina de agua para la condición actual sobre los humedales de Torca y Guaymaral y cuerpos de agua aferentes, para distintos períodos de retorno.

El modelo planteado para el sistema Torca-Guaymaral está delimitado a sur por la calle 201 o Avenida El Polo, en donde ingresa el hidrograma del Canal Torca, y al norte por el tramo final del canal Guaymaral, hasta la desembocadura en el río Bogotá. Al oriente está delimitado por la carrera séptima desde donde cruzan y se desarrollan las quebradas hasta llegar los humedales de Torca y Guaymaral o al canal Guaymaral directamente.

Para la construcción del modelo se utilizaron los siguientes insumos:

- Levantamiento topográfico de detalle sobre los cuerpos de agua (humedales y quebradas). (Anexo D1).
- Hidrogramas de entrada para las quebradas incluidas en el modelo y para el canal Torca. Las quebradas contempladas son: Quebrada Aguas Calientes, Quebrada La Floresta, Quebrada Novita, Quebrada San Juan, Quebrada Patiño, Vallado Occidental (Modelo hidrológico espacializado y temporalmente distribuido - Producto 4 – Anexo D Estudios Básicos Hidrodinámica - D3. Modelo Hidráulico).
- Levantamiento de estructuras transversales (alcantarillas)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.6.2 Condiciones de borde

- **Niveles en río Bogotá**

Para la modelación hidráulica del sistema Torca-Guaymaral, se consideró el nivel en el río Bogotá, como elemento controlador del flujo a la llegada, que correspondiente al nivel máximo en el Río, para la condición de diseño, valor que fue suministrado por la Corporación Autónoma Regional del Río Bogotá CAR y cuyo valor corresponde a 2546.66 msnm (2546.78 msnm, ajustado al sistema de georreferenciación de la Consultoría, Elaboración propia).

La sección reconformada del Río Bogotá es la que se presenta en la Figura 2-95 que muestra las condiciones actuales del perfil batimétrico del río y el proyectado, a partir del cual se realizó el modelamiento hidráulico del sistema Torca – Guaymaral.



Figura 2- 95. Detalle del sitio de desembocadura del Canal Guaymaral al Río Bogotá. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente el río Bogotá cuenta con un Jarillón que se encuentra sobre la cota 2546.97 msnm, mientras que la cota de diseño prevista por las obras de adecuación del río, es la 2547.37 msnm, para esta zona en la desembocadura del sistema Torca- Guaymaral, lo que significa un borde libre de 0.71 m (Figura 2-96).

- **Rugosidad de Manning**

Para definir la rugosidad en la superficie de modelación se utilizó el coeficiente propuesto por Manning, teniendo como referencia áreas o zonas homogéneas, identificados a partir del ortofotomosaico capturado para el presente estudio y de las visitas de campo realizadas entre marzo y junio del 2019. La Figura 2-97 indica la distribución espacial de la rugosidad de Manning para la zona de modelamiento hidráulico.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

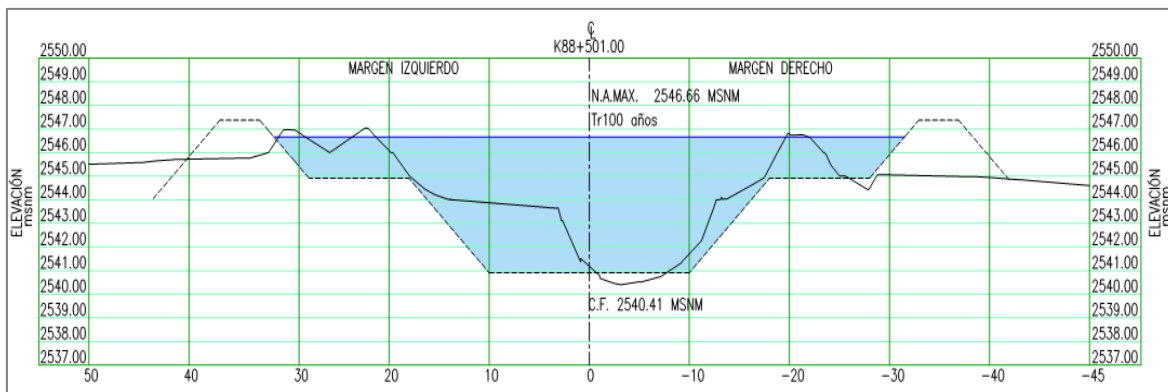


Figura 2- 96. Detalle de la sección actual y proyectada del río Bogotá, sitio de desembocadura del canal Guaymaral. Fuente: CAR, 2017.

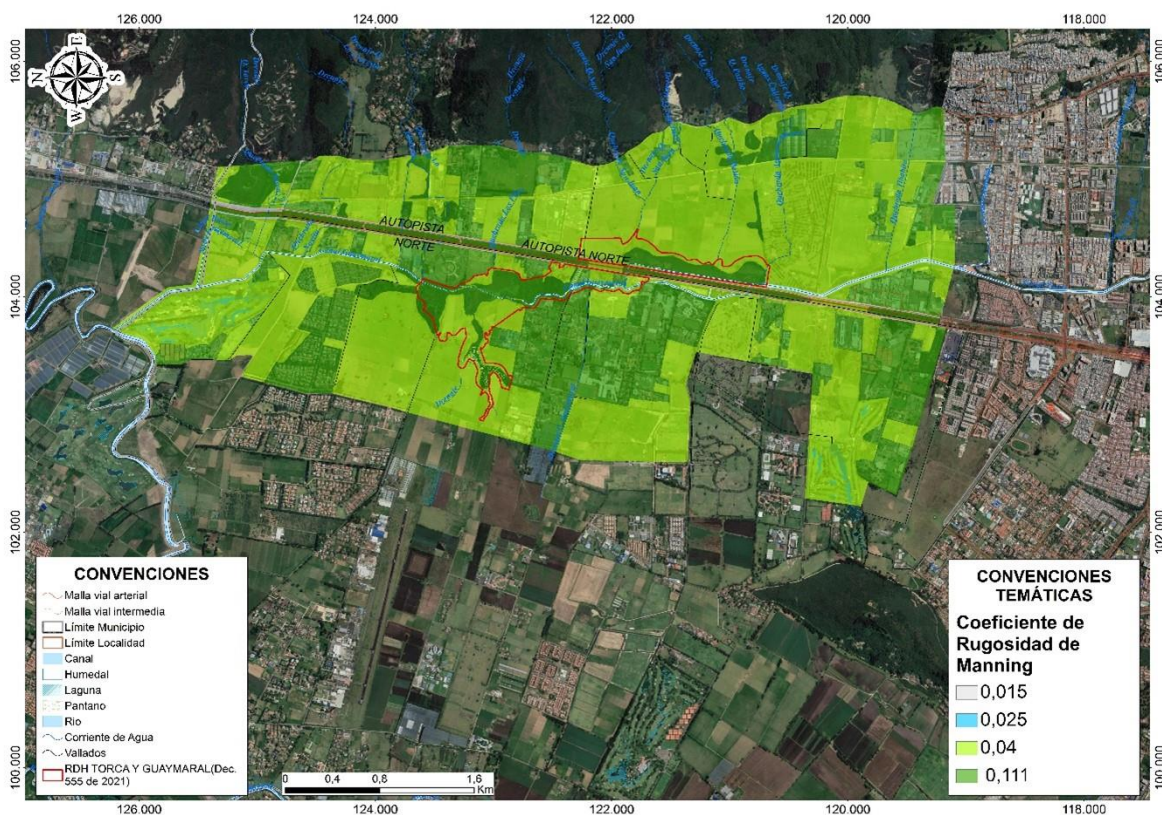


Figura 2- 97. Distribución de la rugosidad de Manning – Condición Futura. Fuente: Elaboración propia.

- **Condiciones de almacenamiento inicial**

Para tener en cuenta el efecto de las lluvias antecedentes dentro del modelo de inundaciones, se ha considerado la presencia de un espesor de sedimentos, que eleva el nivel del fondo del sistema en los canales y humedales, y por otro lado un nivel básico de inundación precedente en los vasos de los humedales. La metodología de estimación del nivel de sedimentos se describió en el Anexo D1 -Topografía, de este documento.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El procedimiento para establecer un nivel de agua inicial, consistió en la incorporación de un hidrograma de un volumen tal que efectuase el llenado inicial del vaso de cada sector de humedal, hasta el punto de desborde establecido como límite del “cauce permanente” como se ilustra en la Figura 2-98, como lo define la guía de acotamiento de corrientes de agua del MADS.

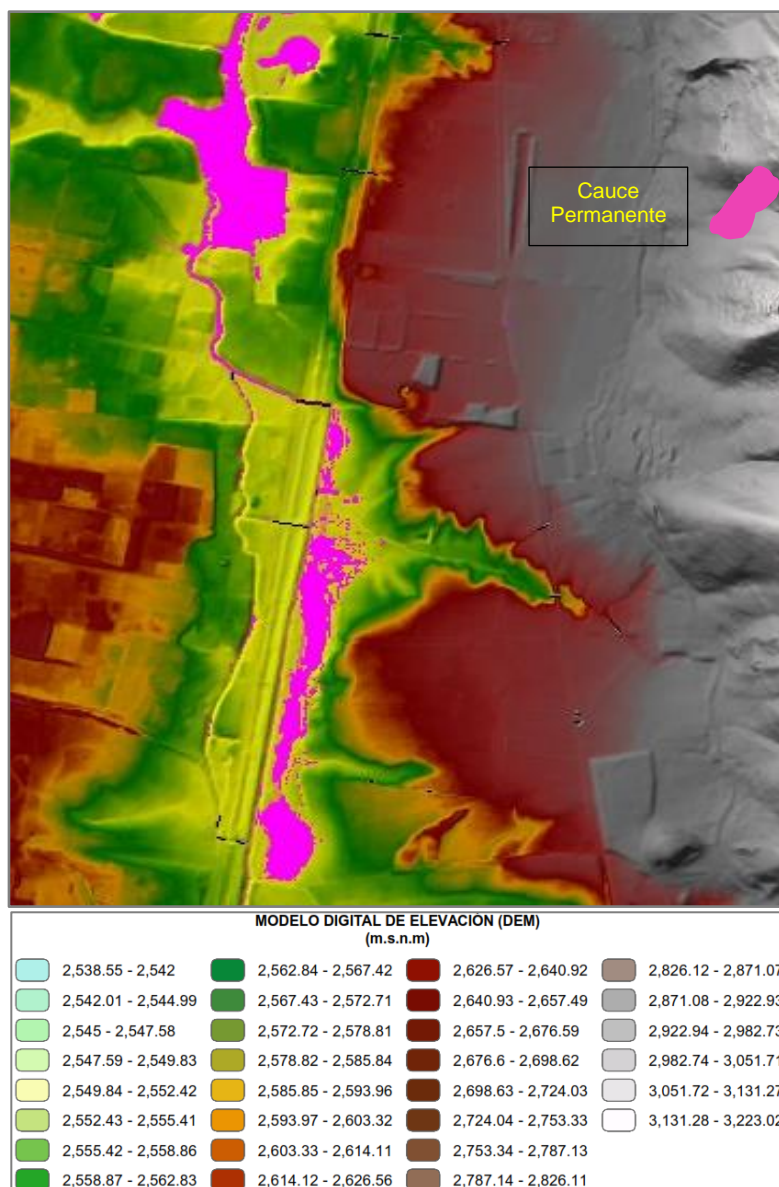


Figura 2- 98. Conformación de nivel de embalsamiento previo o cauce permanente en el humedal en el Modelo Digital de Terreno del Humedal. Fuente: Elaboración propia con base en el modelo HEC-RAS, 2019

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Construcción del modelo**

El modelo digital de terreno (MDT) surge a partir de la conjunción de los levantamientos topográficos realizados para toda la zona de estudio y que corresponden a las batimetrías, topografía convencional y lidar. De esta manera se reproduce la superficie de manera que representara el terreno actual y el sistema de drenaje, incluyendo las quebradas de la zona oriental.

Para la estructuración del modelo se definió un tamaño de celda de 5 m para la conformación de la malla 2D, en algunos sectores se definieron regiones de refinamiento de 2.5 m, con el fin de obtener resultados más precisos.

Delimitación de cauces (Breaklines)

La delimitación de cauces en la malla de HEC RAS 2D se logra con el uso de las breaklines, que tienen la finalidad de refinar la malla y alinear los bordes de las celdas a estas líneas. De esta manera, si las breaklines se ubican sobre el borde de los cauces, se permite asegurar que el caudal no abandone el cauce y se vierta hacia las llanuras de inundación hasta que sea superada la mayor elevación de la celda, es decir la elevación del borde del cauce.

Por lo anterior, se ubicaron breaklines sobre cada uno de los cauces del modelo; entre los cuales se destacan el canal Torca, las quebradas de la zona y algunos canales y vallados menores. Así mismo, se ubicaron breaklines sobre las vías principales que funcionan como una barrera para el flujo.

Hidrogramas de entrada y condiciones de frontera

En el modelo HEC-RAS 2D, tanto las condiciones de frontera ya sean para entrada o para la salida se ingresan mediante SA/2D Área BC Lines. En el modelo se tuvieron en cuenta entradas de flujo no permanente (hidrogramas) y una condición de salida en la llegada al canal Guaymaral.

Los hidrogramas utilizados para la modelación fueron obtenidos a partir de los modelos hidrológicos generados en el Producto 4 de la Consultoría. Se obtuvieron así hidrogramas de cada una de las quebradas y del canal Torca para un periodo de retorno de 100 años, como se ilustra en la Figura 2-99.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

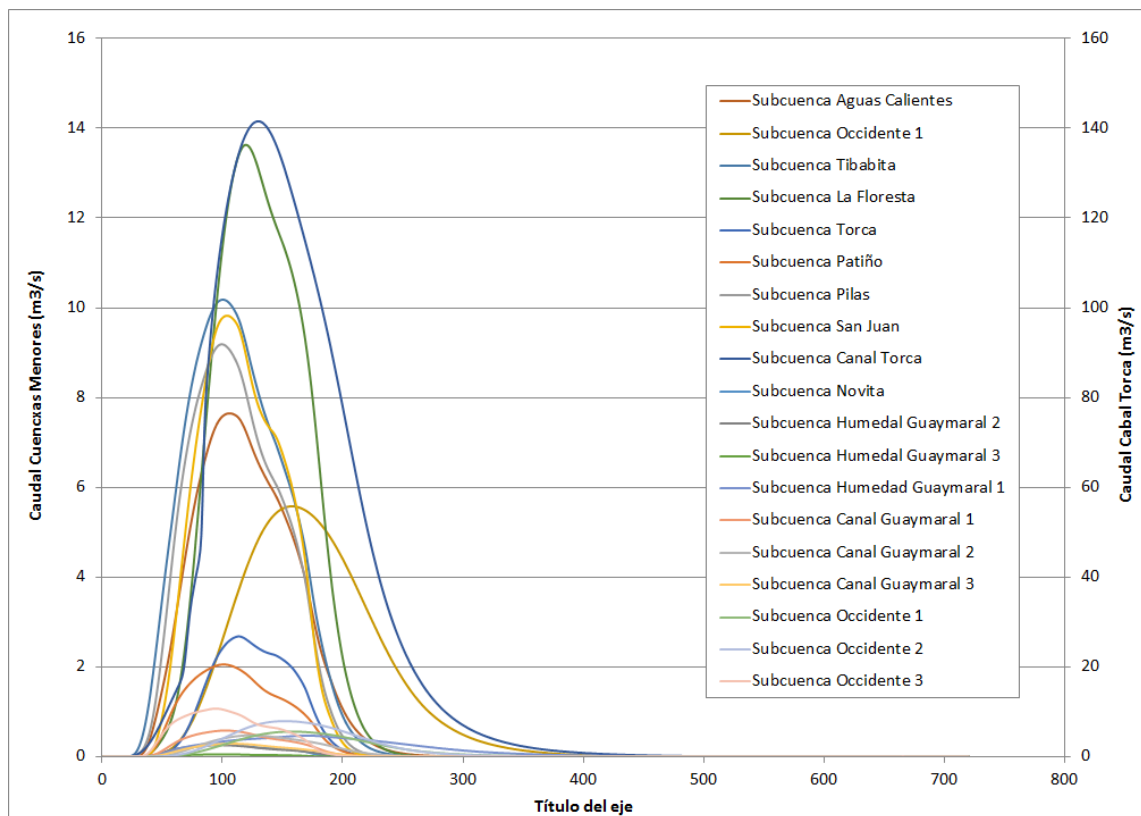


Figura 2- 99. Hidrogramas de creciente en las subcuencas del sistema Torca-Guaymaral (Tr 100 años Escenario Actual). Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.6.3 Generación de resultados

• Elevación de la lámina de agua

El modelamiento bidimensional del sistema hídrico genera como resultado mapas de inundación y de lámina de agua como los indicados en la Figura 2-99. El modelamiento hidráulico llevado a cabo que la lámina máxima de inundación se alcanza durante las primeras tres horas del evento de hidrológico. En el Tabla 2-58 se presentan las elevaciones de fondo y cotas de nivel de agua asociadas a los periodos de retorno de 100 años de las quebradas tributarias en el sitio en el que confluyen a los humedales de Torca y Guaymaral. Cualquier intervención en estos drenajes se debe realizar a lo ancho del cauce y mantener las cotas de fondo del lecho, con el fin de no modificar las dinámicas hídricas de la cuenca de los humedales Torca y Guaymaral.

Tabla 2-58. Elevaciones de fondo y cotas de nivel de agua TR 100 años quebradas tributarias humedales de Torca y Guaymaral

| QUEBRADAS | NIVELES DE DESCARGA | |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| | ELEVACIÓN DE FONDO (msnm) | ELEVACIÓN NIVEL DE AGUA TR 100 AÑOS (msnm) |
| Aguas Calientes | 2547.00 | 2549.85 |
| Cañiza | 2544.00 | 2548.19 |
| Floresta | 2543.50 | 2548.28 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2-58. Elevaciones de fondo y cotas de nivel de agua TR 100 años quebradas tributarias humedales de Torca y Guaymaral

| QUEBRADAS | NIVELES DE DESCARGA | |
|-----------|---------------------------|--------------------------------------------|
| | ELEVACIÓN DE FONDO (msnm) | ELEVACIÓN NIVEL DE AGUA TR 100 AÑOS (msnm) |
| Novita | 2542.50 | 2547.15 |
| Patiño | 2547.35 | 2549.74 |
| Pilas | 2545.50 | 2548.56 |
| San Juan | 2548.02 | 2549.58 |
| Tibabita | 2549.00 | 2550.71 |
| Torca | 2542.00 | 2547.02 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Perfil hidráulico**

En la Figura 2-100, se aprecia que existe una diferencia de niveles de aproximadamente un metro entre las elevaciones de lámina de agua de ambos humedales. Esta condición es provocada por el control que supone una estructura de conexión insuficiente entre ambos sectores del humedal. La Figura 2-101 se presenta el perfil hidráulico indicando cada período de retorno y condición de simulación, a lo largo del sistema hídrico, iniciando a la altura de Makro (Abscisa K0+250, Calle 193) y terminando en el Río Bogotá (Abscisa K8+050).

En la Figura 2-102 se presenta el perfil hidráulico del sistema Torca – Guaymaral y sus respectivos niveles de lámina de agua asociada a los caudales del periodo de retorno de 100 años, adicionalmente la esquematización de los principales drenajes de dicho sistema.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

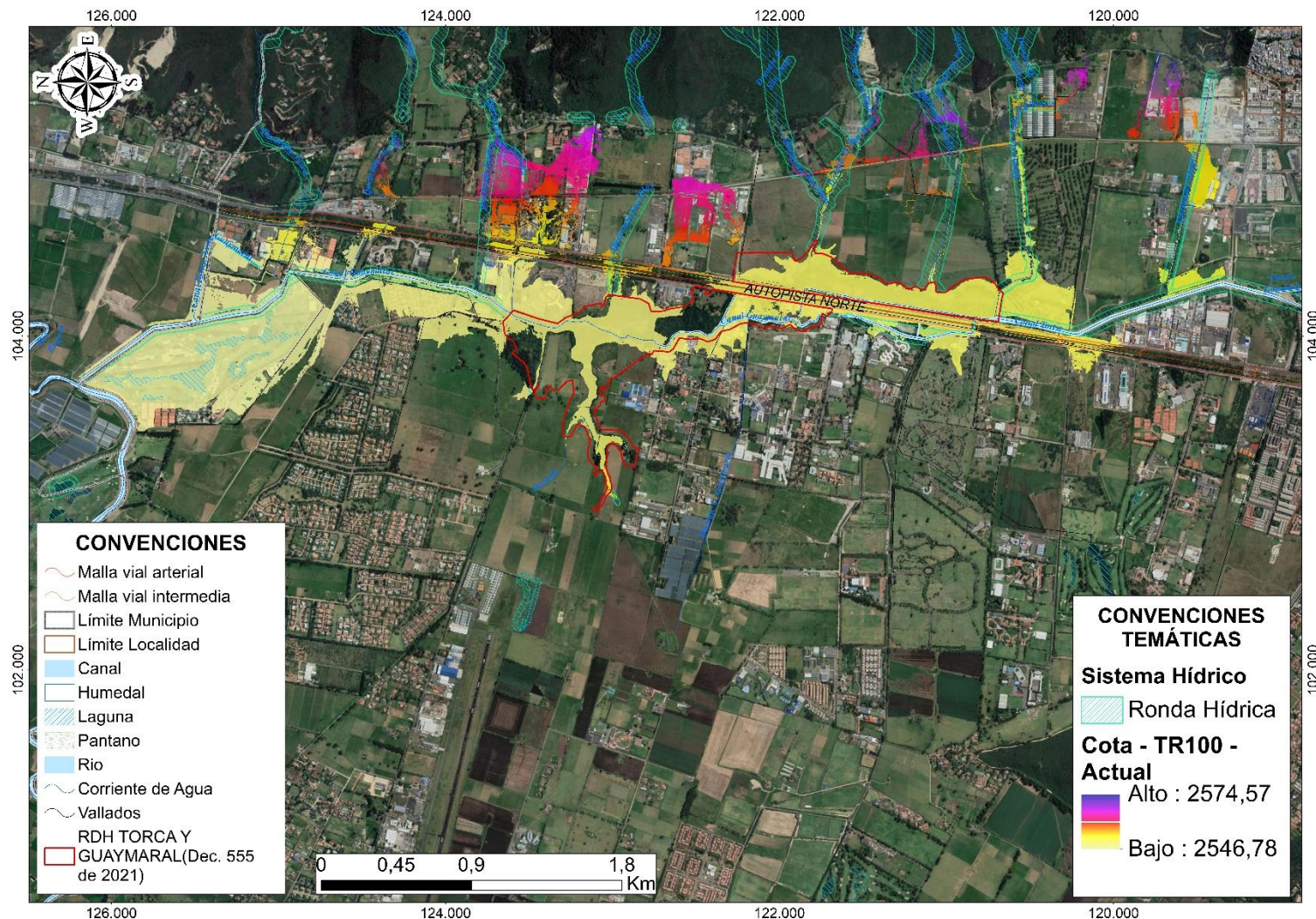


Figura 2- 100. Representación general de la elevación del nivel del agua del Sistema Hídrico Torca Guaymaral – Tr 100, Condición Actual.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

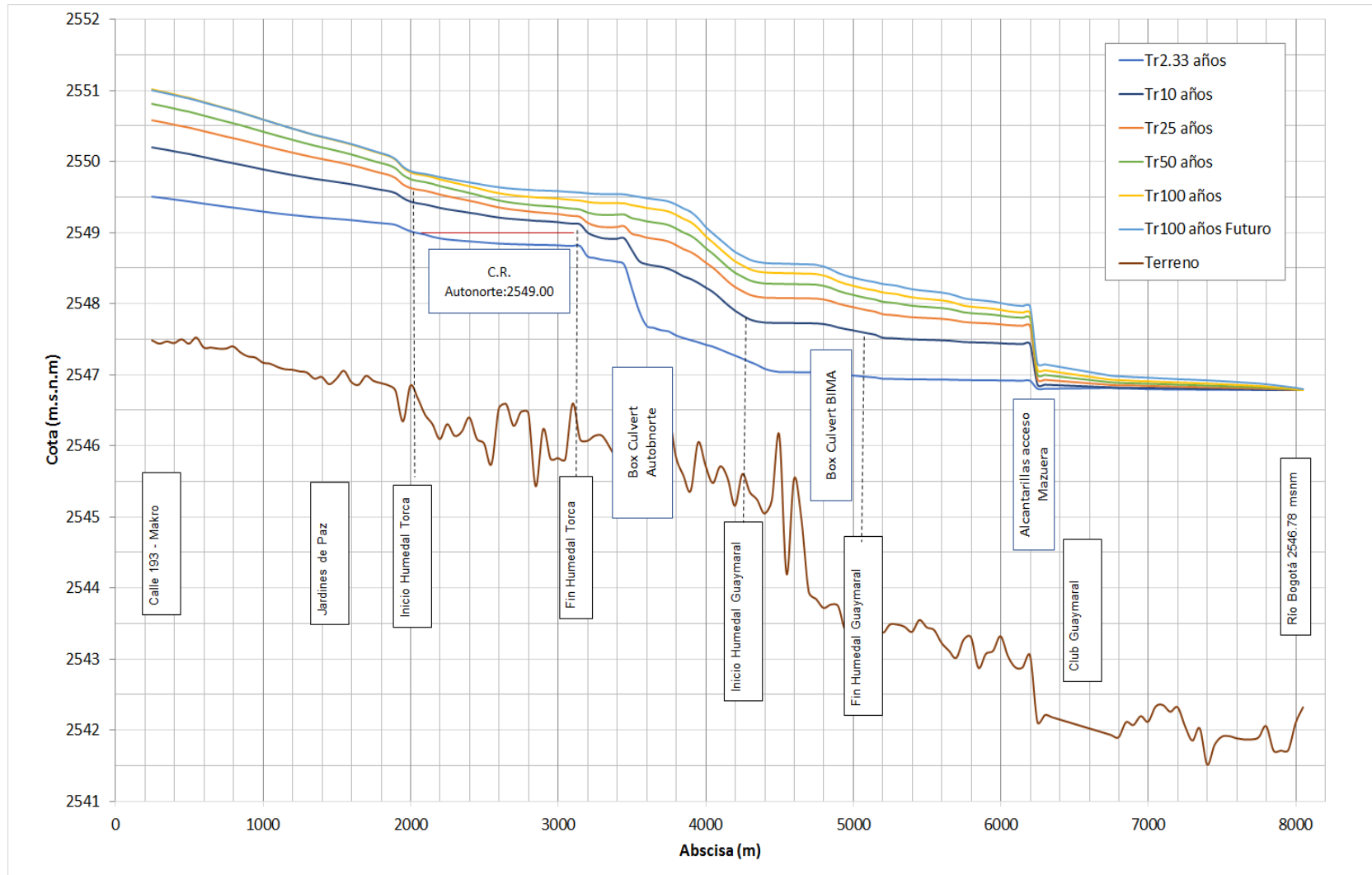


Figura 2- 101. Perfil longitudinal de inundaciones del Sistema Torca – Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

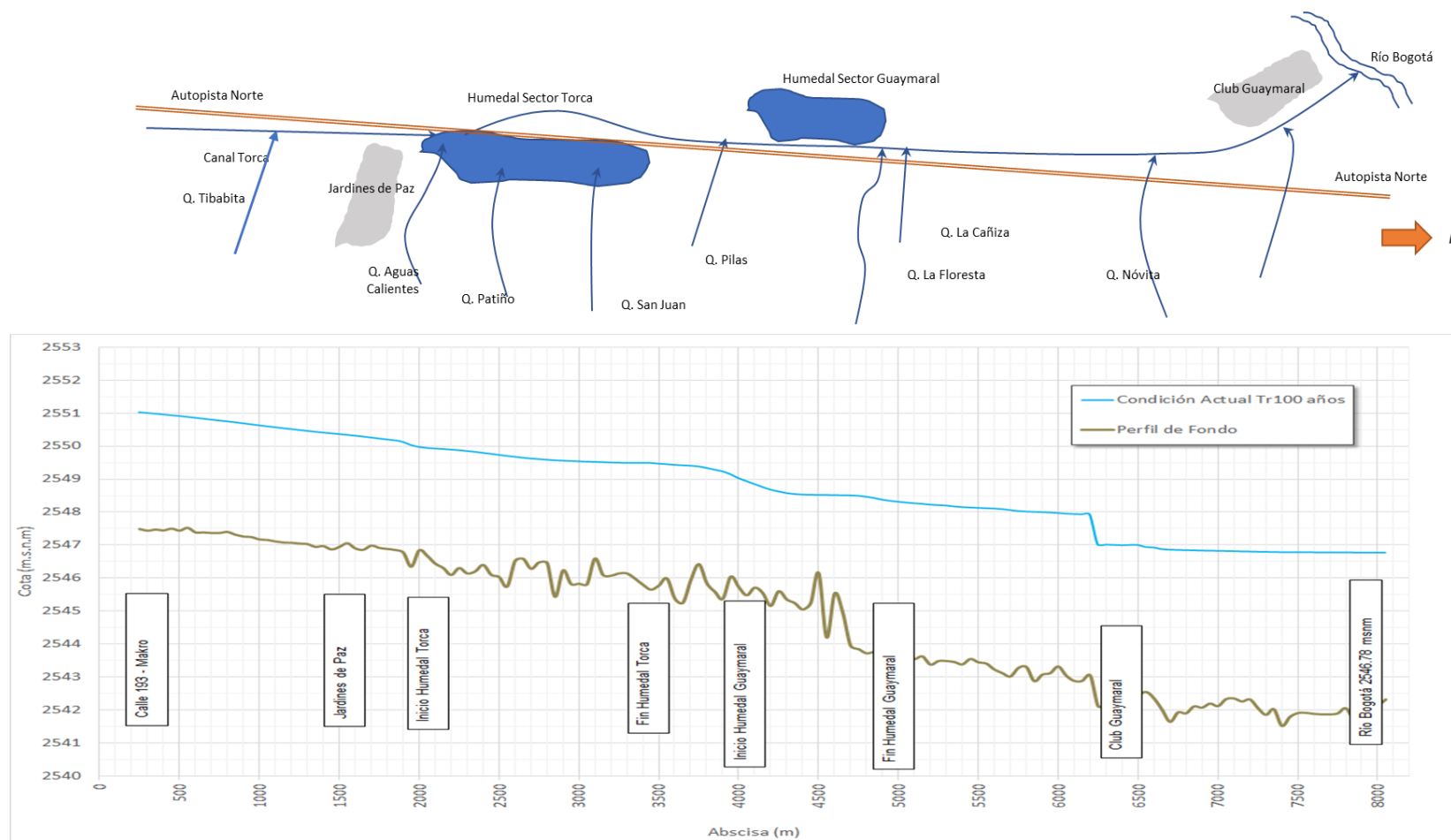


Figura 2- 102. Perfil hidráulico del Sistema Torca – Guaymaral y niveles de la lámina de agua TR 100 años.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Amortiguamiento del humedal**

La evaluación geomorfológica del humedal, que en detalle se analizó en la caracterización geomorfológica, presenta como principal problemática la ocurrencia de rellenos y depósito de escombros con el fin de nivelar el suelo para aumentar el área apta para construir o realizar actividades agropecuarias, aunado a las acciones de la canalización y modificación de los cauces natural de las quebradas, que han obstruido y o redireccionado el flujo de agua hacia el humedal, generado control en el flujo de los sedimentos a través del cuerpo de agua léntico.

Estos fenómenos han generado la disminución en el área del humedal debido al depósito de rellenos para utilizar los terrenos en usos agropecuarios, institucionales, recreativos y residenciales, principalmente. Se ha alterado la morfología original, la cual mantiene el sistema hídrico en equilibrio y repercute en el medio biótico.

Las quebradas presentan canalizaciones que modifican su dinámica natural propiciando inundaciones en temporadas invernales y modificando los procesos de erosión y sedimentación propios del sistema. La canalización, además, aumenta el transporte de sedimentos y otros residuos sólidos depositándolos en las zonas topográficamente más bajas e interfiriendo con la conectividad entre las quebradas y el humedal disminuyendo el aporte hídrico natural a este último.

Para establecer la condición actual de amortiguamiento de los humedales de Torca y Guaymaral, se procedió a generar hidrogramas en el sitio de salida de cada uno de estos cuerpos de agua. De esta manera en la Figura 2-103 se representa el correspondiente al humedal sector Torca, en el costado oriental de la Autopista Norte, en el cual se evidencia la capacidad de amortiguación del vaso actual, aun con las condiciones de sedimentación que este presenta, además de su extensión espacial.

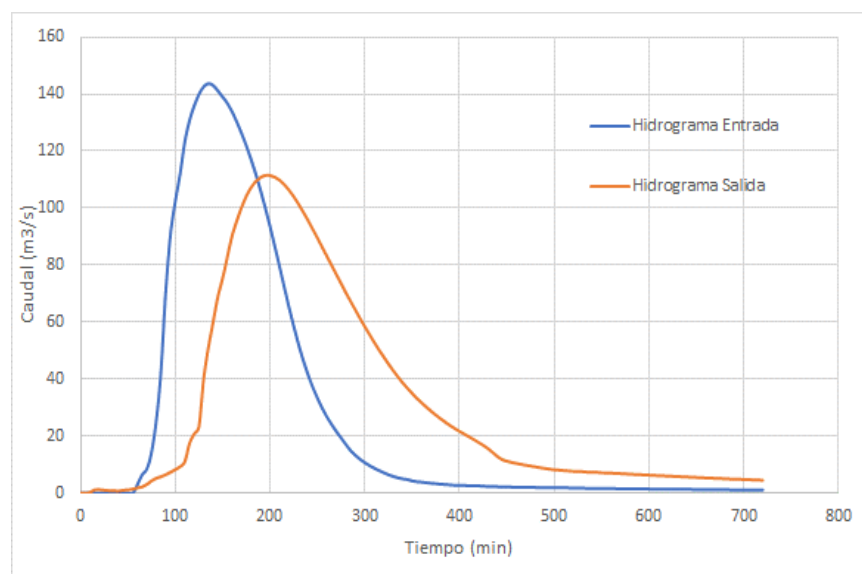


Figura 2- 103. Hidrograma de entrada y salida en el Humedal Sector Torca. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La curva de capacidad de almacenamiento del humedal sector Torca es la que se muestra en la Figura 2-104

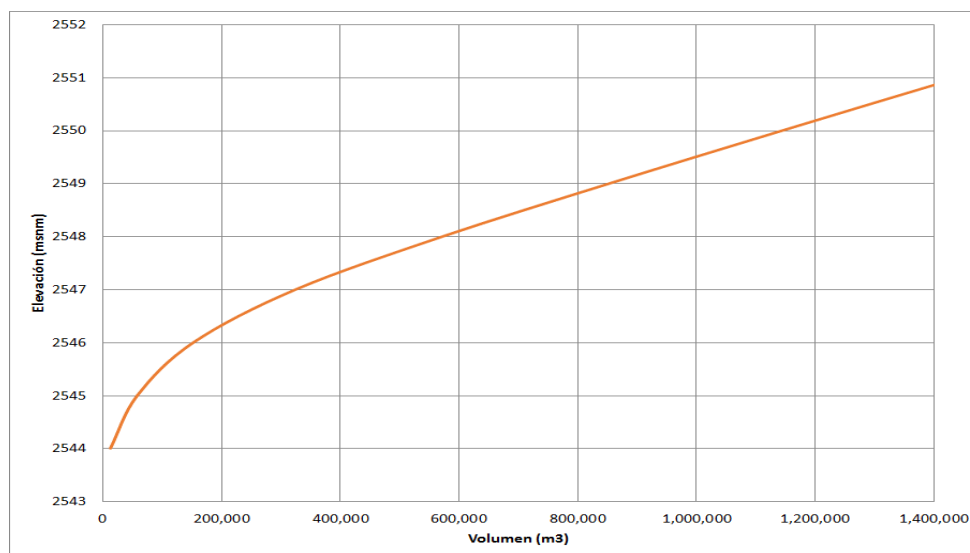


Figura 2- 104. Curva de almacenamiento del Humedal sector Torca. Fuente: Elaboración propia.

El volumen de amortiguación estimado para el humedal Sector Torca, a partir de las dos curvas es de aproximadamente 444.271 m³.

En la Figura 2-105 se presentan la extensión de las áreas de inundación generadas para el evento hidrológico simulado a través de este sector del Humedal. Dentro de la misma figura se ha incluido el límite legal en esta zona con el objeto de observar el alcance de la amenaza por inundación ocurrida durante este evento.

En cuanto al sector Guaymaral del humedal, el hidrograma mostrado en la figura 2-106 indica que los picos un almacenamiento en la zona inundable de este humedal, representado por la atenuación en el pico de la creciente a la salida de este. Este comportamiento de las curvas de los hidrogramas de entrada y salida explican la escasa capacidad de almacenamiento que tiene este sector del humedal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

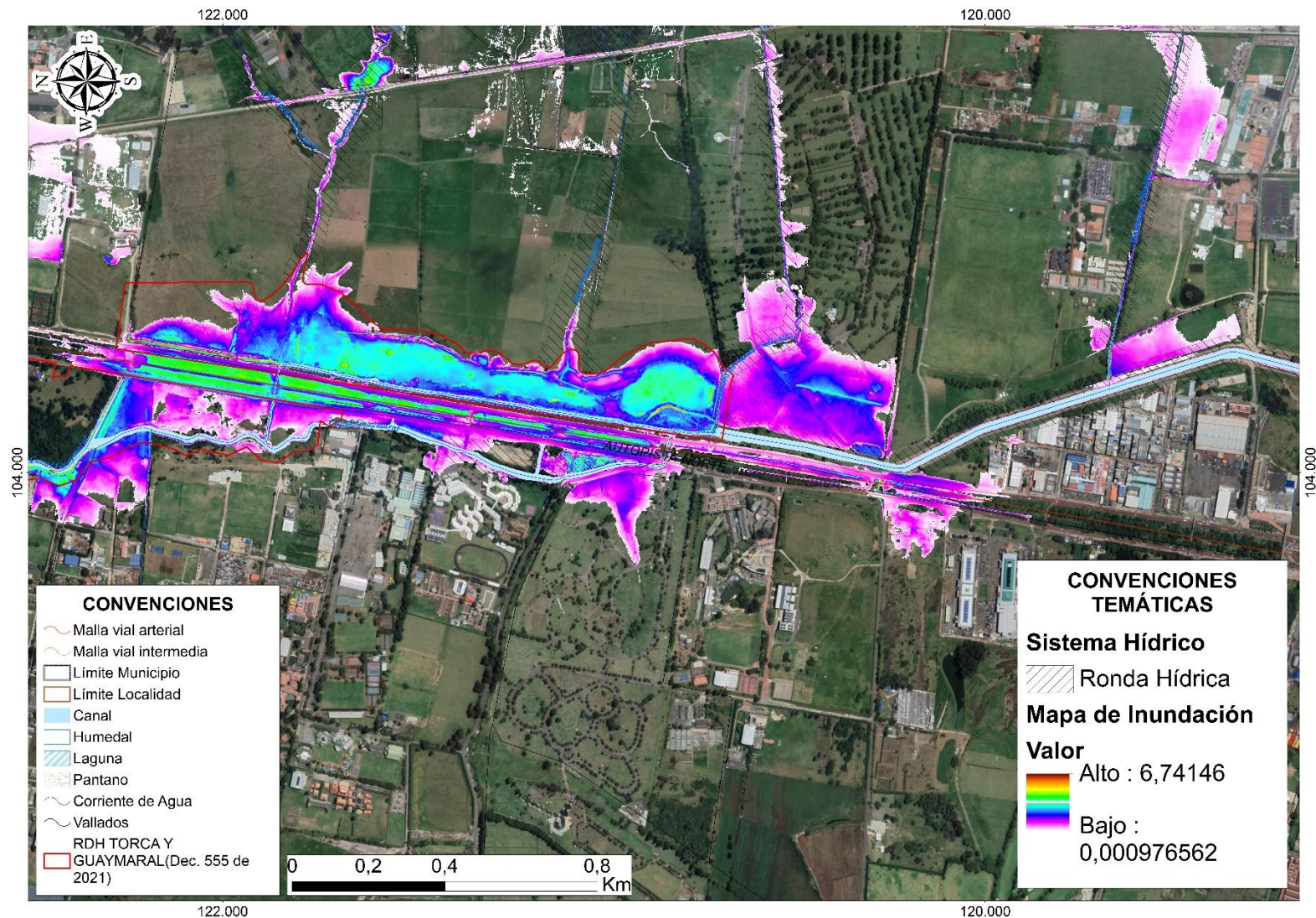


Figura 2- 105. Mapa de inundación en la zona de los humedales de Torca y Guaymaral - sector Torca.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

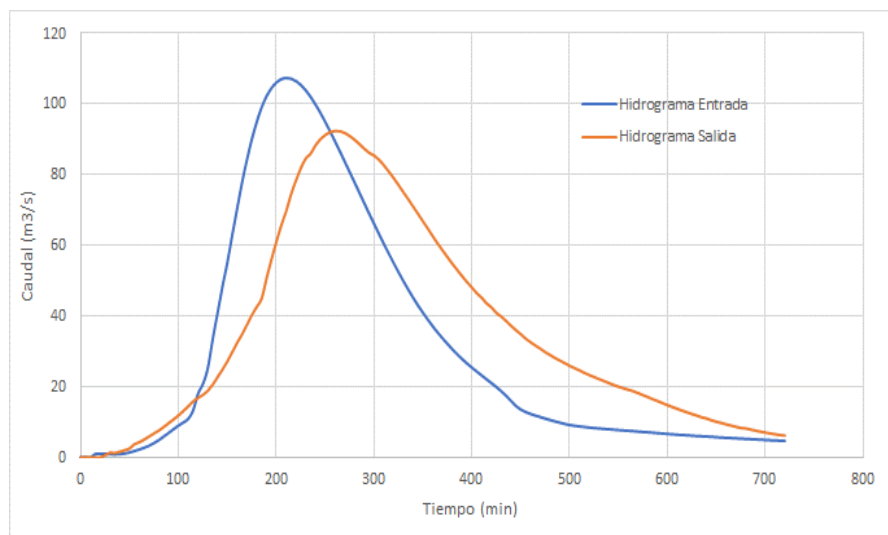


Figura 2- 106. Hidrograma de caudales en el Humedal sector Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

La curva de capacidad de almacenamiento del Humedal sector Guaymaral es la que se muestra en la Figura 2-107

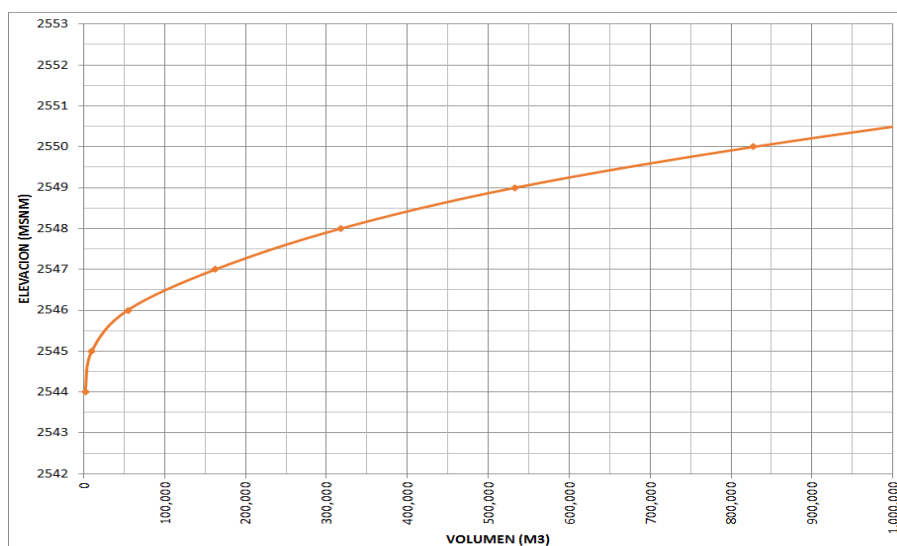


Figura 2- 107. Curva de almacenamiento del Humedal sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del Humedal sector Guaymaral y según las alteraciones a su capacidad que se han descrito previamente, la capacidad de amortiguamiento actual es de solo 233.262 m³.

La función de retención que tiene el humedal en este sector ha sido rebasada debido a la disposición intencional de los rellenos en las zonas que circundan el humedal, lo que implica una acumulación de materiales foráneos, la reducción del volumen de almacenamiento de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

agua y del área de exposición o espejo de agua, que altera la condición ecosistémica natural del humedal.

En la Figura 2-109 se presentan la extensión de las áreas de inundación generadas para el evento hidrológico simulado a través de este sector del humedal. Dentro de la misma figura se ha incluido el límite legal en esta zona con el objeto de observar el alcance de la amenaza por inundación ocurrida durante este evento.

Ahora, con respecto a la entrega de la creciente al Río Bogotá, en la Figura 2-108 se presenta el hidrograma de entrega desde el sistema Torca-Guaymaral a través del canal Guaymaral, para la condición actual. De esta figura se obtiene que el caudal pico de entrada al río Bogotá que ha sido tránsito a través del sistema hídrico es de 86.8 m³/s para la condición actual.

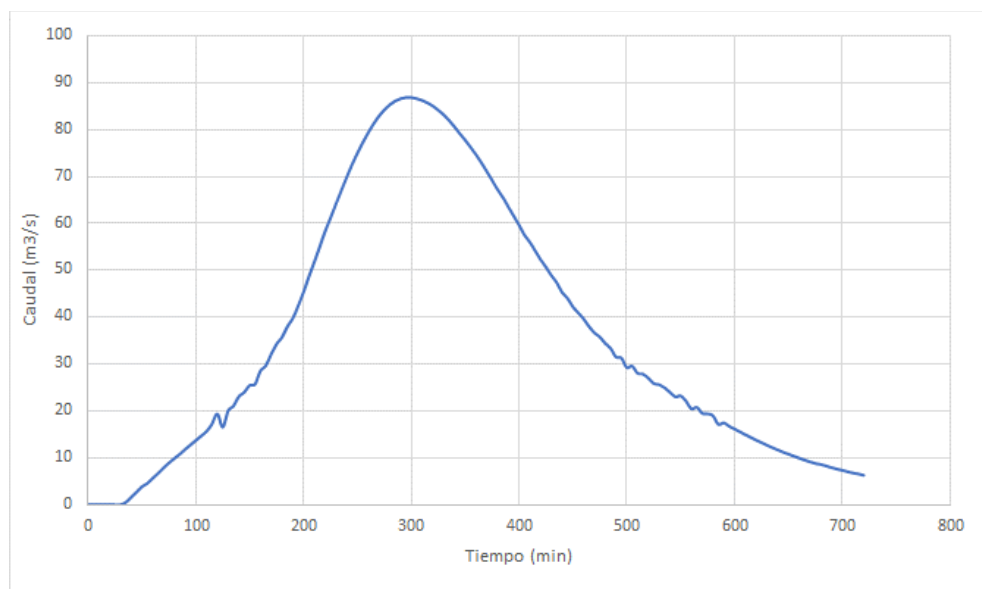


Figura 2- 108. Hidrograma de caudales en la desembocadura al Río Bogotá. Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis de afectaciones del sistema hídrico**

A partir de los resultados del modelamiento hidrodinámico del sistema hídrico Torca – Guaymaral, para la condición actual, se procedió a realizar una evaluación diagnóstica de los sitios que presentan conflicto por desbordamientos de quebradas y humedal, con los resultados que se muestran en la Tabla 2-59.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

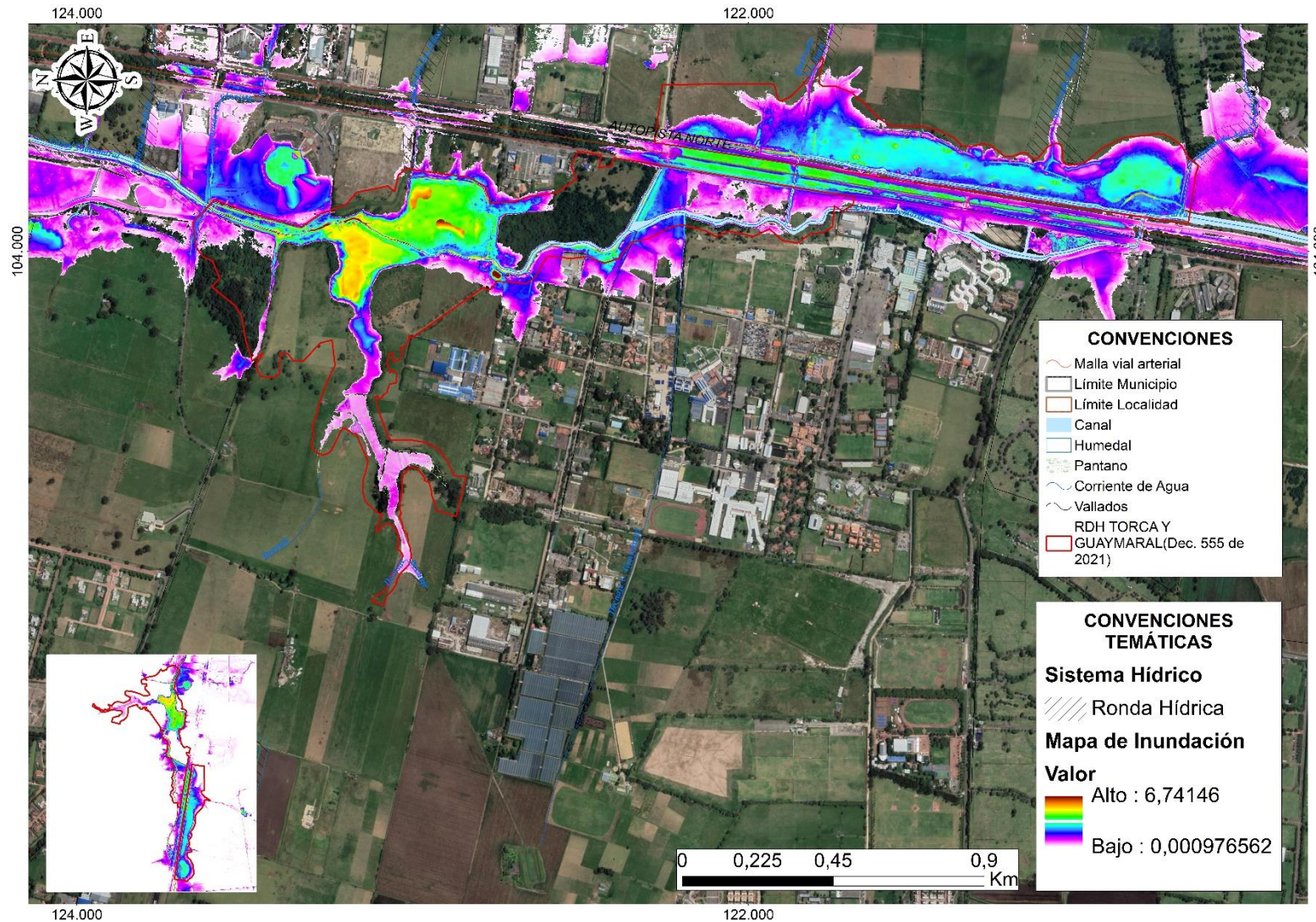




Figura 2- 109. Mapa de inundación en la zona de los humedales de Torca y Guaymaral - sector Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

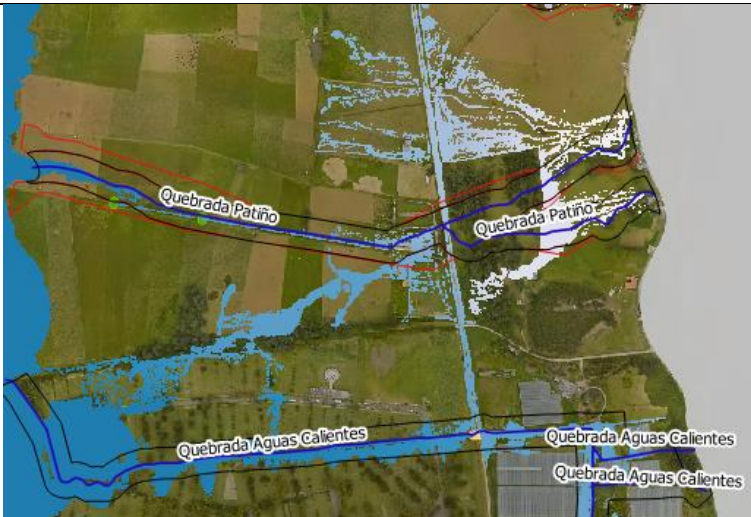
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Quebrada Tibabita | Se observa que la parte alta de la cuenca de la quebrada Tibabita presenta una alteración de su red de drenaje, que tampoco sigue la delimitación de corredor hídrico definido por la SDA. Sobre el cruce de la Vía Férrea, se evidencia falta de obras de cruce apropiadas y aguas abajo de esta, falta de capacidad hidráulica. En la llegada al canal Torca la estructura de entrega no tiene suficiente capacidad lo que genera un represamiento en la margen derecha de este canal. |  |
| Quebrada Aguas Calientes | Entre la Carrera 7a y la Vía Férrea se observa que a pesar de que la lámina de inundación sigue los trazados de la red de drenaje, los canales actuales no tienen la capacidad suficiente evidenciado por los desbordamientos de las márgenes. El costado suroriental indica la necesidad de implementar un eje de drenaje que permita el desagüe de la zona que está siendo inundada actualmente, lo que incluso, representa un riesgo para la subestación eléctrica. Aguas abajo de la vía férrea se hace evidente la falta de capacidad en la sección hidráulica actual, a pesar de que esta zona conserva un buen estado de mantenimiento del cauce actual. En la entrega al Canal Torca, igualmente se evidencia la falta de capacidad de la sección transversal y de sus obras de cruce, lo que genera restricción al flujo y por ende un |  |


Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>remanso hidráulico hacia aguas arriba, que desborda el cauce principal, con afectaciones en el costado occidental de los predios de Jardines de Paz y encharcamientos puntuales en la zona media de la quebrada. En cuanto a los caudales de la mayor parte del tiempo, actualmente no están siendo ingresados al cuerpo del Humedal, por lo que se requiere realizar su redireccionamiento de tal manera que permitir el abastecimiento de agua al sector sur del Humedal.</p> | |
| Quebrada Patiño | <p>Aguas arriba de la vía férrea, se aprecia la obstrucción de los cauces naturales de la cuenca de la quebrada Patiño, debido a rellenos antrópicos y falta de obras de cruce, tal como se observa en la imagen, lo que genera la falta de continuidad del drenaje y que el flujo de agua se comporte de manera caótica.</p> <p>Aguas abajo de la vía férrea el agua fluye siguiendo la morfología del terreno, que demarca el trazado original del cauce de la quebrada, permitiendo inferir que el cauce delimitado por la SDA, se convierte en un alivio de los desbordes del cauce original, mas no constituiría el cauce principal.</p> <p>Los caudales aportados de la quebrada El Perro, son originados probablemente por el trasvase de la quebrada Patiño.</p> |  |


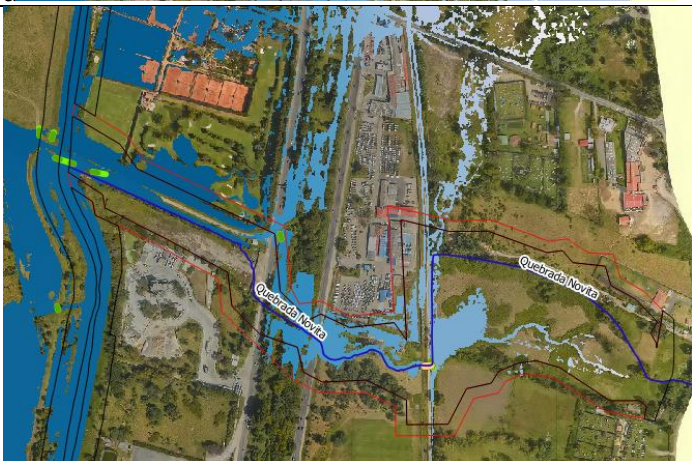
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Quebrada San Juan | <p>Se aprecia la capacidad insuficiente de las obras de cruce de la vía férrea, generando represamientos importantes y trasvases aguas arriba.</p> <p>Las zonas inundables siguen los trazados definidos por la SDA.</p> |  |
| Quebrada Las Pilas | <p>La zona inundable se presenta por la falta de obras y canalización al interior de los predios que permitan el adecuado drenaje del área.</p> <p>Aguas arriba de la vía férrea, la quebrada Pilas se ve contralada por el pondaje construido en la hacienda La Gloria, lo que impide el drenaje natural aguas abajo de la vía férrea.</p> |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Quebrada La Floresta | <p>Se aprecia la necesidad de obras de cruce en la vía férrea.</p> <p>Aguas abajo de la vía férrea se presenta un déficit de la red de drenaje que permita el adecuado alivio de las crecientes.</p> <p>Aguas debajo de la Autopista Norte el canal es insuficiente, así como la obra de entrega al canal Guaymaral.</p> |  |
| Quebrada Novita | <p>El drenaje principal definido por la SDA corresponde a un desvío del cauce mas no al cauce original demarcado por la geomorfología del terreno.</p> <p>No se aprecia un cauce definido entre la vía férrea y la autopista, a pesar de que hay obras que permiten la continuidad del drenaje entre la Autopista Norte y la desembocadura en el canal Guaymaral.</p> |  |

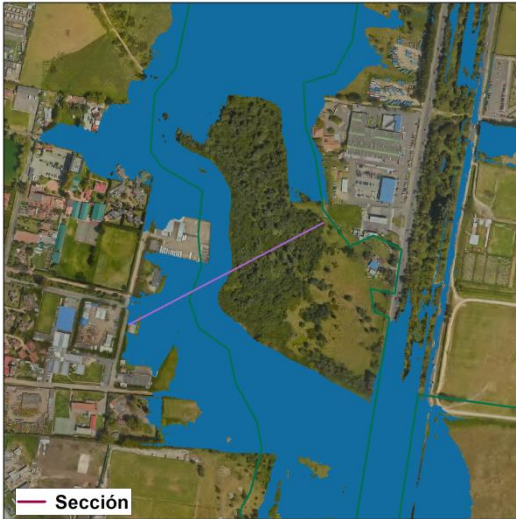
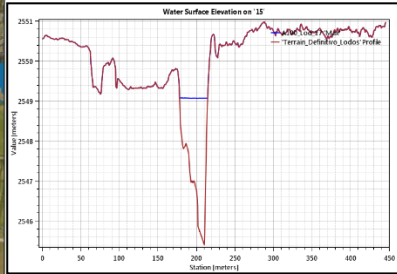

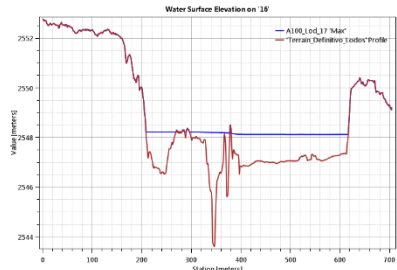
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Quebrada Torca | <p>No se presenta un cauce definido aguas arriba de la vía férrea y al norte de la calle 245. La construcción de esta vía interrumpe el drenaje natural aguas abajo que originalmente la morfología muestra que su trazado fue en sentido nororiente - suroccidente, conformándose, en el pasado, como un afluente a la quebrada Novita.</p> <p>Aguas debajo de la Autopista Norte no se aprecia un cauce conformado, debido a que fue totalmente intervenido con una canalización cerrada.</p> |  |
| Zona baja humedal sector Torca | <p>La lamina de inundación en algunos sectores de la zona baja del humedal sector Torca supera la delimitación de la área de protección o conservación aferente del humedal, lo requerirá confinamiento futuro o la ampliación de la capacidad del humedal.</p> |  |

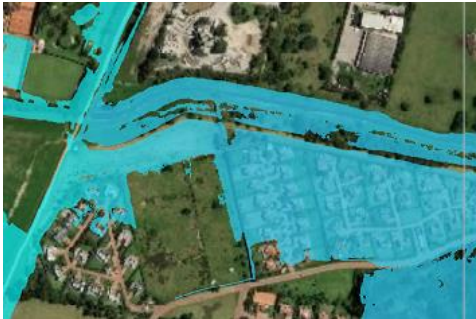
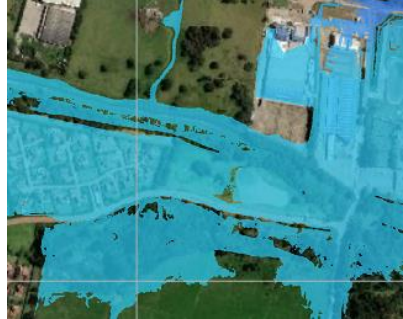

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Canal Guaymaral – desde la confluencia con el canal Torca hacia el humedal sector Guaymaral | Rellenos antrópicos han ocasionado que la inundación ocurra hacia la margen occidental del Canal. Estas áreas ocupadas, inhabilitan zonas dentro del área de protección o conservación aferente del humedal que pueden llegar a ser restituidas para garantizar confinamiento de la inundación. |   |
| Canal Guaymaral - Bima | Rellenos antrópicos fuerzan la lámina de inundación hacia el occidente, inhabilitando áreas dentro del área de protección o conservación aferente del humedal que pueden llegar a ser restituidas para garantizar confinamiento de la inundación. |   |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 59. Descripción de funcionamiento hídrico de sitios críticos en el sistema Torca- Guaymaral.

| SITIO | DESCRIPCIÓN | DETALLE | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Canal Guaymaral – Sector San Simón | Se observa confinamiento adecuado del canal Guaymaral, aunque algunos sectores como San Simón, se identifican desbordamientos hacia la margen izquierda, unos debidos a la irregularidad de la cota máxima en el Jarillón de confinamiento y otros por descargas pluviales por debajo del nivel máximo de inundación. |  |  |
| Canal Guaymaral – Desembocadura río Bogotá | El tramo del canal Guaymaral comprendido entre la entrada club Guaymaral hasta la desembocadura en el río Bogotá, presenta control hidráulico definido por la cota máxima de inundación del río Bogotá y los desbordamientos del canal están relacionados con este efecto. |  | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.2.7 CONCLUSIONES

2.5.2.7.1 Hidrografía

De acuerdo con la zonificación hidrográfica del IDEAM (IDEAM, 2013), el área de estudio se encuentra en el Área Hidrográfica 2, del Magdalena-Cauca, Subzona Hidrográfica 21, del Alto Magdalena, en la Subzona Hidrográfica 2120, del Río Bogotá.

El área de estudio se desarrolla sobre la terraza aluvial del río Bogotá. Las aguas de escorrentía que llegan desde los cerros bajan en régimen torrencial hasta la Carrera Séptima, a partir de la cual las pendientes se suavizan y los cauces se dividen en canales, conductos, cunetas y cauces menores.

Humedales de Torca y Guaymaral

La zona de estudio incluye dos áreas de drenaje que corresponden a los humedales de Torca y Guaymaral en el nororiente (Cuenca Torca), cuyo sistema hídrico está conformado por una serie de drenajes que fluyen a través del canal Torca que, en la zona urbana, se inicia en la Calle 153 en la localidad de Usaquén, corre en sentido sur norte, contrario al río Bogotá hasta desembocar en éste a través del Canal Guaymaral.

Quebradas afluentes a los humedales de Torca y Guaymaral

El humedal en el sector de Torca actualmente se abastece de agua, para la mayor parte del tiempo, solo a través de las quebradas Patiño y San Juan, que tienen su origen en la parte alta de los Cerros Orientales. La quebrada Aguas Calientes, se encuentra reconducida mediante un canal artificial hacia el cauce de aguas mínimas del Canal Torca y por ende, el caudal de la mayor parte del tiempo, no hace ingreso al cuerpo del Humedal. Situación similar ocurre con el Canal Torca, cuyos caudales de condición media, no hacen tránsito dentro del humedal, si no a través de un canal que fluye de manera paralela a la Autopista Norte y cruzan hacia el sector de Guaymaral, a través de obras de drenaje transversal bajo esta vía. En el sector Guaymaral, el cuerpo léntico se abastece a partir de vallados y canales artificiales que desembocan en el cuerpo del humedal o a través de canal Guaymaral.

2.5.2.7.2 Hidrología

Los resultados de los análisis de precipitación para la zona de estudio indicaron que la distribución de la precipitación de la zona nororiental de la ciudad es distinta al de toda la Sabana, razón por la cual Ingetec en el estudio del año 2013 no considera adecuado el empleo de un patrón elíptico para llevar a cabo análisis de este tipo, y que por el contrario deberán llevarse a cabo estudios específicos, como el que se llevó a cabo para el análisis hidrológico de la cuenca Torca, en la cual finalmente se sugiere que la duración del evento de máximo volumen siga siendo el de 3 horas, con una distribución temporal según lo aquí planteado. De todas maneras, debe evaluarse su aplicación de manera específica al diseño de redes de alcantarillado o estimación de caudales hidrológicos de cuencas en la zona, según lo establece la Norma NS-085 de la EAAB.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dado que en el presente estudio se utilizó la información de precipitación de eventos extremos registrados en estaciones operadas por la EAAB, se recomienda, por lo tanto, llevar a cabo nuevos modelamientos a partir de la información que está siendo reportada por estaciones limnimétricas recientemente instaladas por esta Consultoría, para lo cual también se sugiere continuar el monitoreo con las estaciones de registro de niveles, además de procurar la implementación de por lo menos una estación meteorológica al interior de la cuenca Torca. Actualmente, dentro de la cuenca no existen este tipo de registros.

Humedales de Torca y Guaymaral

El nivel máximo estimado para cada sector del humedal (Torca y Guaymaral) correspondió al generado al realizar un tránsito de un creciente producto de un evento de precipitación con un periodo de retorno de 100 años distribuido en la totalidad de la cuenca.

El tránsito de crecientes a través del sistema léntico de los humedales de Torca y Guaymaral, incluyendo a las quebradas afluentes de la zona oriental de la cuenca, genera desbordamientos de los cauces actuales y de los límites geomorfológicos actuales del Humedal, generando zonas de amenaza sobre las áreas urbanizadas que se encuentran a su alrededor, así como a la infraestructura vial de la zona, especialmente de la Autopista Norte.

El comportamiento del perfil hidráulico del sistema muestra que para el escenario de Tr100 años, en el Río Bogotá, como en al interior de la cuenca Torca-Guaymaral, la condición de borde generada por el Río Bogotá en la cota 2546.78 msnm, de igual manera sigue siendo el control de todo el sistema hacia aguas arriba, con lo cual el perfil prácticamente se superpone al generado por la creciente evaluada para el sistema Torca-Guaymaral, fluyendo hacia el río. Este perfil se mantiene controlado, hasta el sitio de la desembocadura de la quebrada Novita, hacia la Calle 245, con lo cual los niveles generados en este escenario no ejercen control sobre los niveles del humedal en el sector de Guaymaral.

Un análisis particular requiere las obras necesarias para el cruce de la Autopista Norte, debido a que, en la actualidad, ocasionan control del flujo hacia la zona del sistema Guaymaral (canal y humedal). La propuesta de adecuación de estas obras de cruce deberá evaluarse de manera conjunta con el manejo que el futuro concesionario de la Autopista Norte (Agencia Nacional de Infraestructura y Distrito Capital) plantee para el drenaje de esta infraestructura. Esta solución debe incorporar el manejo de conectividad ecosistémica requerida, con miras a la restauración del sistema hídrico y su función conectora de la Reserva Forestal Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen (RFPNTVDH) y los Cerros Orientales de la Sabana. Un determinante general para este proyecto de infraestructura serán los niveles máximos del humedal en el sector de Torca y que para las condiciones actuales tiene un valor que varía entre 2549.96 msnm en la desembocadura del canal Torca (Jardines de Paz), y 2549.49 msnm al final del humedal (Acceso al Club Deportivo Los Millonarios).

Quebradas afluentes de los humedales de Torca y Guaymaral

El resultado de la simulación de eventos de crecida en la cuenca, generó láminas de inundación de las quebradas afluentes a los humedales del sector oriental y desde los vallados de occidente, indicadores de que los cauces actuales no tienen capacidad para

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

albergar crecientes hidrológicas frecuentes, lo cual evidencia que para la consecución de los objetivos propuestos en el Decreto 088 de 2017, será necesario llevar a cabo acciones de restauración hidrogeomorfológica y ecosistémica de los cauces, para que de esta manera se pueda llegar a restituir el corredor ecológico Río Bogotá – Cerros Orientales. Situación especial cobra el cauce bajo de la quebrada Aguas Calientes y las obras de cruce en ese sector, que, sin ingresar de manera directa al Humedal, presenta fenómenos de inundación en la zona media y baja, así como ocurre para las quebradas Patiño y San Juan, las cuales adolecen de cauces con la capacidad hidráulica suficiente para albergar eventos de crecida en sus cuencas.

2.5.3 GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

2.5.3.1 GEOLOGÍA

2.5.3.1.1 Geología regional

A nivel región, el área de estudio se ubica en la cuenca de la cordillera oriental (ECB) (en la rama oriental de los Andes de Colombia), y limita al occidente por la Cuenca del Valle Medio de Magdalena (MMB), al este con la cuenca de los Llanos Orientales (LIAB), al norte con la cuenca de Maracaibo (Venezuela), y hacia el noroccidente con la subcuenca de la Serranía del Perijá (SP).

El altiplano de la Sabana de Bogotá y sectores aledaños se localizan sobre la parte central de la Cordillera Oriental de Colombia y se ubican a una altura promedio de 2600 m, adicionalmente, constituyen una provincia geomorfológica en la cual se diferencian dos zonas: la primera, una zona plana, ubicada hacia la parte central del área, y, la segunda, un área con relieve montañoso de características variadas

La zona plana y montañosa son drenadas por los ríos Bogotá, que corre en sentido NNE-SSW con sus afluentes principales que son los ríos Tunjuelito, Fucha, Juan Amarillo, Subachoque, Los Andes, Frío, Susagúa, Neusa, Tejar, Chivata, Siecha y Teusacá, San Francisco; y quebradas de menor caudal que corren en diferentes sentidos.

La nomenclatura para la secuencia del Cretácico Superior (Cenomaniano hasta el Santoniano), corresponde a la Formación Chipaque y al Occidente a las Formaciones Simijaca, La Frontera y Conejo definidas en la región de Chiquinquirá y Villa de Leyva (Etayo, 1968 y 1979); mientras para las unidades de edad Campaniano y Maastrichtiano, la nomenclatura utilizada son las formaciones que conforman el Grupo Guadalupe: Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna, que fueron definidas formalmente por Pérez & Salazar (1978), al oriente de Bogotá y se aplica para toda el área.

Para las unidades litoestratigráficas paleógenas y neógenas, la nomenclatura que se utiliza son las Formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera, Usme y Tiltatá (Figura 2-110). Para el Cuaternario se usan denominaciones que tienen que ver con el tipo de depósito y con la nomenclatura de Helmes y Van der Hammen (1995).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

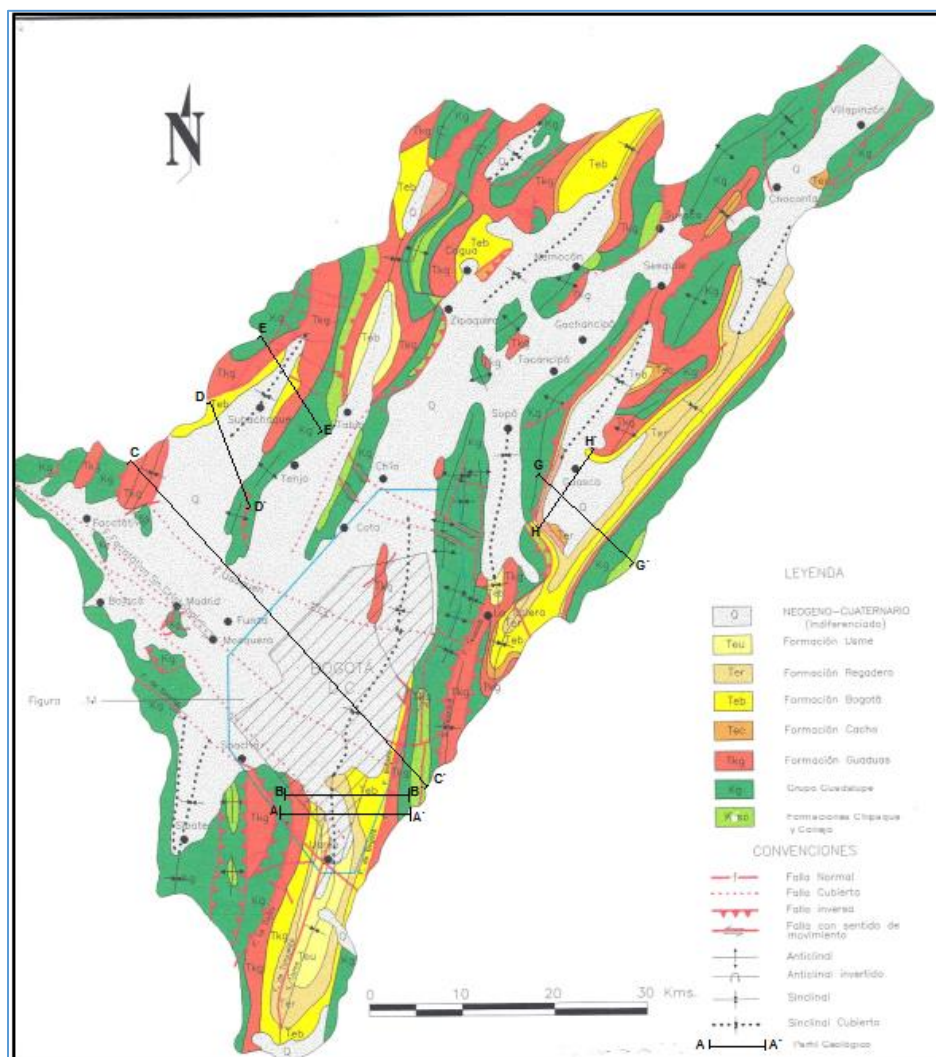


Figura 2- 110. Mapa geológico general de la Sabana de Bogotá. Fuente: Lobo Guerrero 1992, Van Der Hammen y Helmens 1995; INGEOMINAS 2004.

2.5.3.1.2 Geología histórica

A continuación, se realiza una descripción general de la Sabana de Bogotá desde las épocas de sedimentación marina del Cretácico Superior hasta los cambios antropogénicos realizados durante la última etapa del Holoceno (Magalayense).

La historia geológica de la Sabana de Bogotá hace parte de la evolución de la cuenca sedimentaria y posterior levantamiento de la actual Cordillera Oriental. El registro sedimentario de esta cuenca comienza cuando aún la actual Cordillera Oriental estaba en una etapa sin *rifts* (Cooper, et al., 1995; Acosta, 2002; Sarmiento, 2002; Branquet, et al., 2002) con fallas normales que controlaban la sedimentación y que posteriormente fueron reactivadas por inversión tectónica, durante la fase de la orogenia andina en el Mioceno Plioceno (Colletta et al., 1990; Branquet, et al., 2002) y, por último, el levantamiento de la cordillera durante el plioceno (Van der Hammen, 2003).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La Cordillera Oriental se formó en el Neógeno como respuesta a los esfuerzos compresivos que involucran la convergencia de las placas de Suramérica, Nazca y Caribe. Esta interacción dio lugar a una deformación intensa y un acortamiento en dirección ENE-WSW, perpendicular a las estructuras regionales.

En la Sabana de Bogotá se tienen varios registros sedimentarios. Los que tienen dataciones más antiguas son las Formaciones Simijaca y Frontera que datan del Turoniano, el cual reposa sobre rocas de Formación Une y en el occidente de la cuenca sobre la Formación Churuvita que nos da ambientes de plataforma media. En el Turoniano hay una transgresión marina lo cual genera la depositación de lodolitas y *chert* de las Formaciones Simijaca, La Frontera y la parte inferior de la Formación Chipaque.

Posteriormente ocurre una regresión marina, la cual está acompañada por vulcanismo que aportó material silíceo y corrientes de surgencia que enriquecieron de materia orgánica el ambiente favoreciendo el desarrollo de fauna (INGEOMINAS, 2005). En este periodo se depositaron y las formaciones Conejo, Chipaque, Arenisca Dura, Lidita Superior, Plaeners y Labor-Tierna ocurriendo durante el Coniaciano hasta el Maastrichtiano, con grandes tramos depositados en ambientes marinos.

La primera fase de deformación ocurre durante el Cretácico Superior y el Paleoceno (Cooper, et. al., 1995) debido a la acreción de la Cordillera Occidental, que determina la finalización de la sedimentación marina para dar lugar a depósitos continentales de ríos meandriformes y trenzados representados en la parte alta de la Formación Guaduas y las Formaciones Cacho, Bogotá y Regadera.

Otra fase de deformación importante es la que se produjo en el Eoceno Medio conocida como orogenia preandina (Duque-Caro, 1980; Villamil & Restrepo, 1997), la cual marcó el cese de la sedimentación paleógena. La máxima deformación ocurrió en el Mioceno (Villamil, 1999), hace aproximadamente 10,5 millones de años (Cooper, *et al.*, 1995), que produjo un rápido levantamiento y favoreció una alta erosión y sedimentación molásica hacia los flancos de la cordillera.

La deformación compresiva del Mioceno se dio mediante la inversión tectónica (Cooper, *et al.*, 1995; Sarmiento, 2002) de antiguas fallas normales (Jurásico-Cretácico inferior) reactivadas como cabalgamientos (Figura 2-111).

Después del evento de máxima deformación del Mioceno se generaron cuencas intracordillera en las cuales, a partir de la parte alta del Mioceno y durante el Plioceno, se depositó la Formación Tilatá que marca el levantamiento de la Sabana de Bogotá desde 600 hasta los 2600 m.s.n.m.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

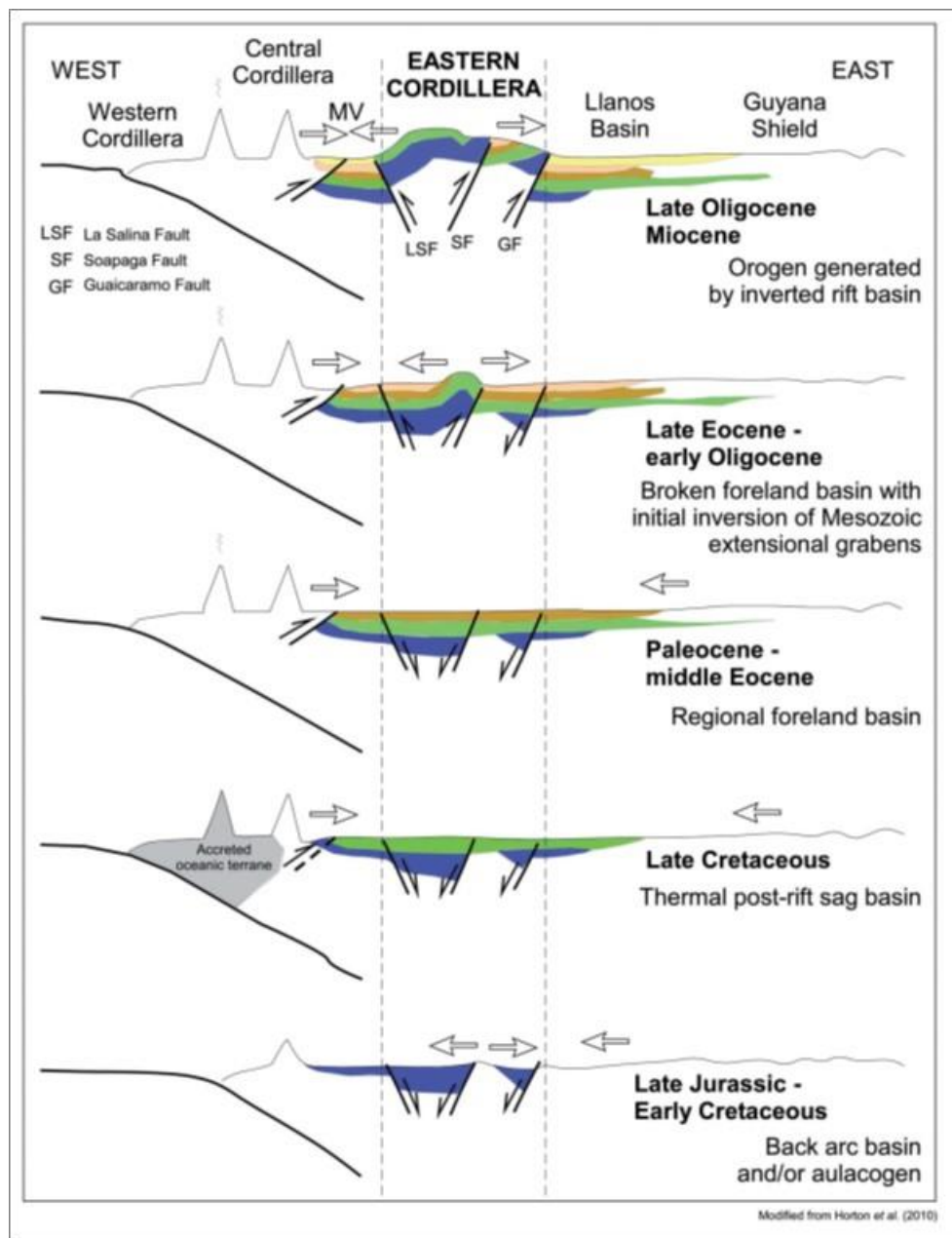


Figura 2- 111. Evolución geológica de la Cordillera Oriental. Fuente: Tectonic evolution of the Eastern Cordillera. After Horton et al. (2010), ANH 2010.

A finales del plioceno comienza a formarse la cuenca de la Sabana, cuya sedimentación empezó aproximadamente hace tres millones de años (Van der Hammen, 2003). En el cuaternario la sedimentación fue lacustre en la parte plana y depósitos fluvio-glaciares hacia sus bordes.

El área de estudio referido al sistema de humedal, se encuentra ubicada en la Sabana de Bogotá, en la planicie de inundación del Río Bogotá, y hace parte de los doce humedales presentes en la Sabana; no obstante, esta zona se ha transformado fuertemente por la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

intervención antrópica en los últimos 100 años, lo cual ha cambiado significativamente los cursos de quebradas, geoformas y áreas inundables del humedal.

La composición litológica regional del área corresponde a depósitos sedimentados en el centro y en los bordes de grandes lagos interandinos a los cuales llegaban los materiales fluviales y fluvioglaciares del Plioceno y Pleistoceno. Para el caso del noreste de la ciudad de Bogotá y la zona en donde se localiza el cuerpo léntico en estudio, encontramos sedimentos generalmente finos pertenecientes a la formación Sabana que representa la parte superior del relleno lacustre del gran lago de la Sabana de Bogotá (Hubach, 1927) y la formación Chía que se constituye principalmente de arcillas de inundación, localmente limos fluviales y en áreas pantanosas arcillas orgánicas lacustres (diatomitas). En estos entornos, el suelo está saturado o las inundaciones ocurren a poca profundidad (comúnmente menos de 1m) de manera tal que el suelo está estacional o permanentemente necesitado de oxígeno.

En la Figura 2-112 se muestra la cartografía de unidades geológicas superficiales (UGS) elaborada por IDIGER, en el marco de la mesa de trabajo interinstitucional entre las entidades distritales encargadas del acotamiento de rondas hídricas en la ciudad de Bogotá.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

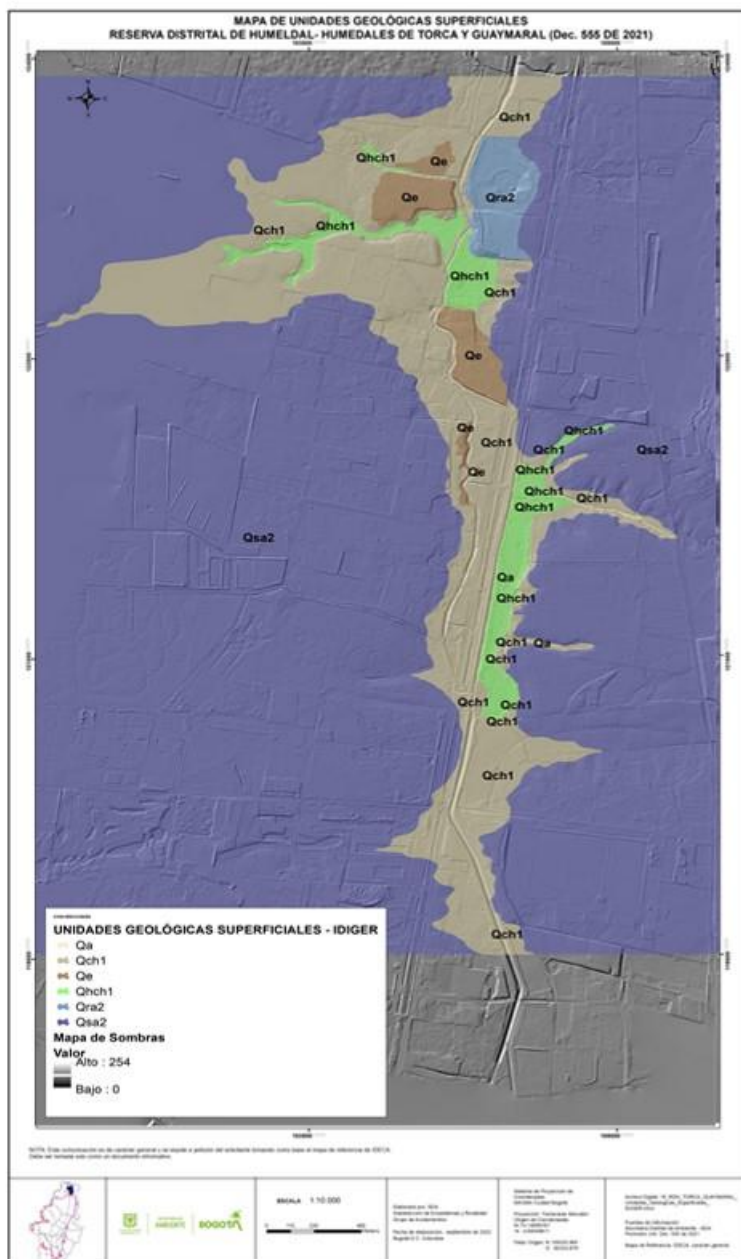


Figura 2- 112. Unidades geológicas superficiales (UGS) identificadas en el área de estudio que enmarca el humedal Torca-Guaymaral. Fuente: IDIGER, 2022.

Geológicamente, la zona plana que conforma la Sabana de Bogotá se localiza sobre un extenso relleno sedimentario, constituido por depósitos de origen fluvial, lacustre y fluvio-lacustre, que tiene una composición litológica variada, y la parte montañosa que conforma los cerros, se encuentra constituida por rocas sedimentarias de tipos areniscas, lutitas, arcillolitas, limolitas, calizas y conglomerados. En el cuaternario la sedimentación fue lacustre en la parte plana y depósitos fluvio-glaciares hacia sus bordes.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.1.3 Geología estructural

La Sabana de Bogotá se puede enmarcar dentro de un sinclinorio de mucha complejidad estructural, cuyo origen está asociado a la evolución geológica de la Cordillera Oriental de Colombia. La configuración estructural de la Cordillera se puede explicar, en forma general, mediante una tectónica que ha operado en dos fases principales. En la primera fase, precretácica, se pueden observar esfuerzos distensionales, lo que genera en los límites de la cuenca una serie de fallas normales hacia el costado oriental y occidental, definiendo así el límite de esta cuenca precretácica. En la siguiente fase, comprendida desde el Neógeno hasta la actualidad, actuaron fuerzas compresionales en los límites de la cuenca que plegaron y fracturaron las rocas preneógenas y produjeron el levantamiento de la Cordillera. Además, las fallas que anteriormente tenían un comportamiento normal cambiaron su movimiento formando fallas inversas con comportamiento de rumbo, suceso que se atribuye al choque de las placas tectónicas de Nazca y Suramérica (INGEOMINAS, 2004).

A nivel regional, el área de la Sabana de Bogotá presenta una serie de sinclinales y anticlinales dispuestos en la cuenca. Los sinclinales que sobresalen son los de Usme, Tunjuelito, Checua, Sisga, Soacha, Subachoque, río Frío, Siecha, Teusacá - Suesca, Nemocón y Sesquile. Estos plegamientos también dan origen a estructuras en forma de anticlinal en la región. En la Sabana de Bogotá se presentan los siguientes anticlinales: Bogotá, Usaquén, Sopó, Guatavita - Chocontá, Guanagua, Suesca y Nemocón (INGEOMINAS, 2005).

La mayoría de las fallas son inversas con convergencia tanto al oriente como al occidente, pero son comunes fallas transcurrentes, las cuales se caracterizan por ser de movimiento de rumbo izquierdo. Por las primeras sobresalen las fallas Bogotá, La Cajita, río Tunjuelito, Teusacá, La Calera y del Sisga (INGEOMINAS, 2004).

En análisis de fotografías aéreas del año 1952, fue posible seguir un lineamiento y una falla inferida por fotointerpretación de dirección NE-SW que controlan algunas quebradas en el sector norte de Bogotá y que tienen influencia en el área en estudio (CAR, 2022).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

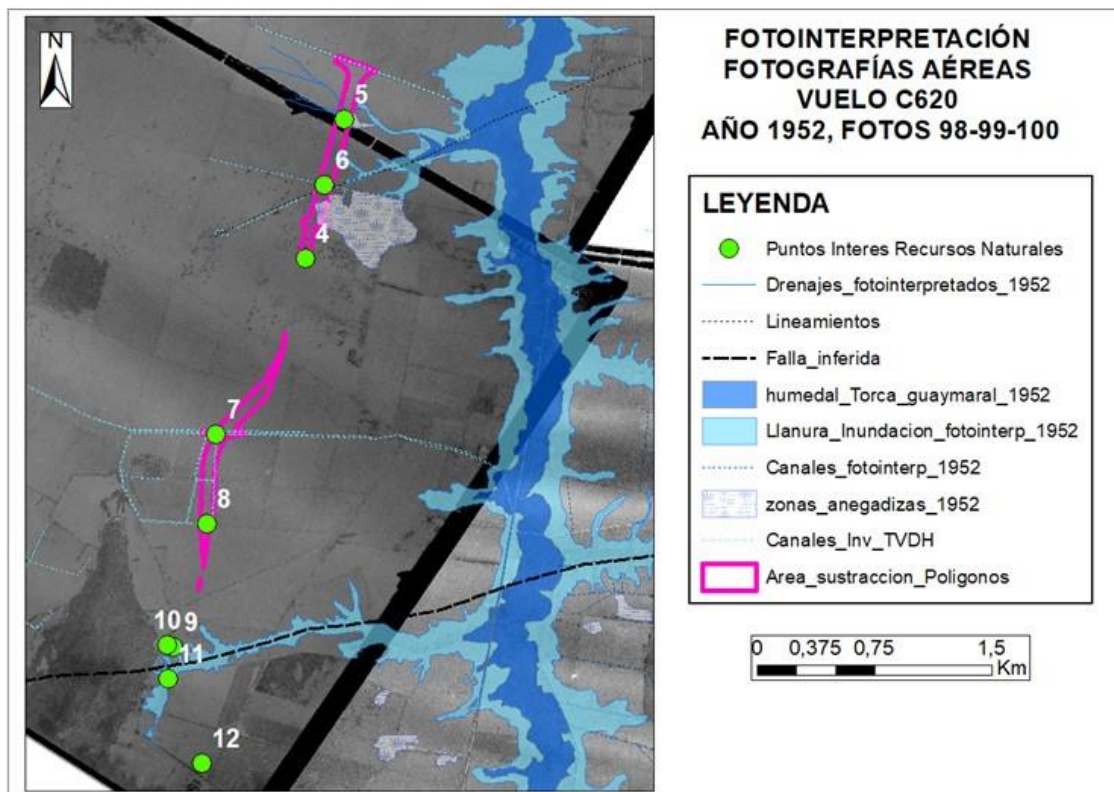


Figura 2- 113. Lineamiento al sur, sector Conejera, los Búhos, Q. Aguas Calientes. Lineamiento Norte: Sector brazo del humedal, Q. La Floresta. CAR – 2022. Fuente: CAR, 2022.

Estructuralmente cabe anotar que al momento no se ha evidenciado actividad neotectónica asociada a los pliegues y fallas limitados por el Cerro de La Conejera y la Cordillera Oriental, por lo cual no hay evidencia estructural que indique algún cambio en este sentido. Así, el área es estable, sin presencia de fenómenos de remoción en masa, diaclasamiento o fallas activas.

Teniendo en cuenta el análisis estructural realizado por (INGEOMINAS; De Bermudez, Olga; Velandia P, Francisco, 2013) en el que se registran fallas y lineamientos para la Sabana de Bogotá y su incidencia en la zona norte de Bogotá y basado en las fotografías aéreas de 1956 se realizó un análisis con respecto a estas estructuras, el cual se aprecia en la Figura 2-114. (CAR, 2022).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

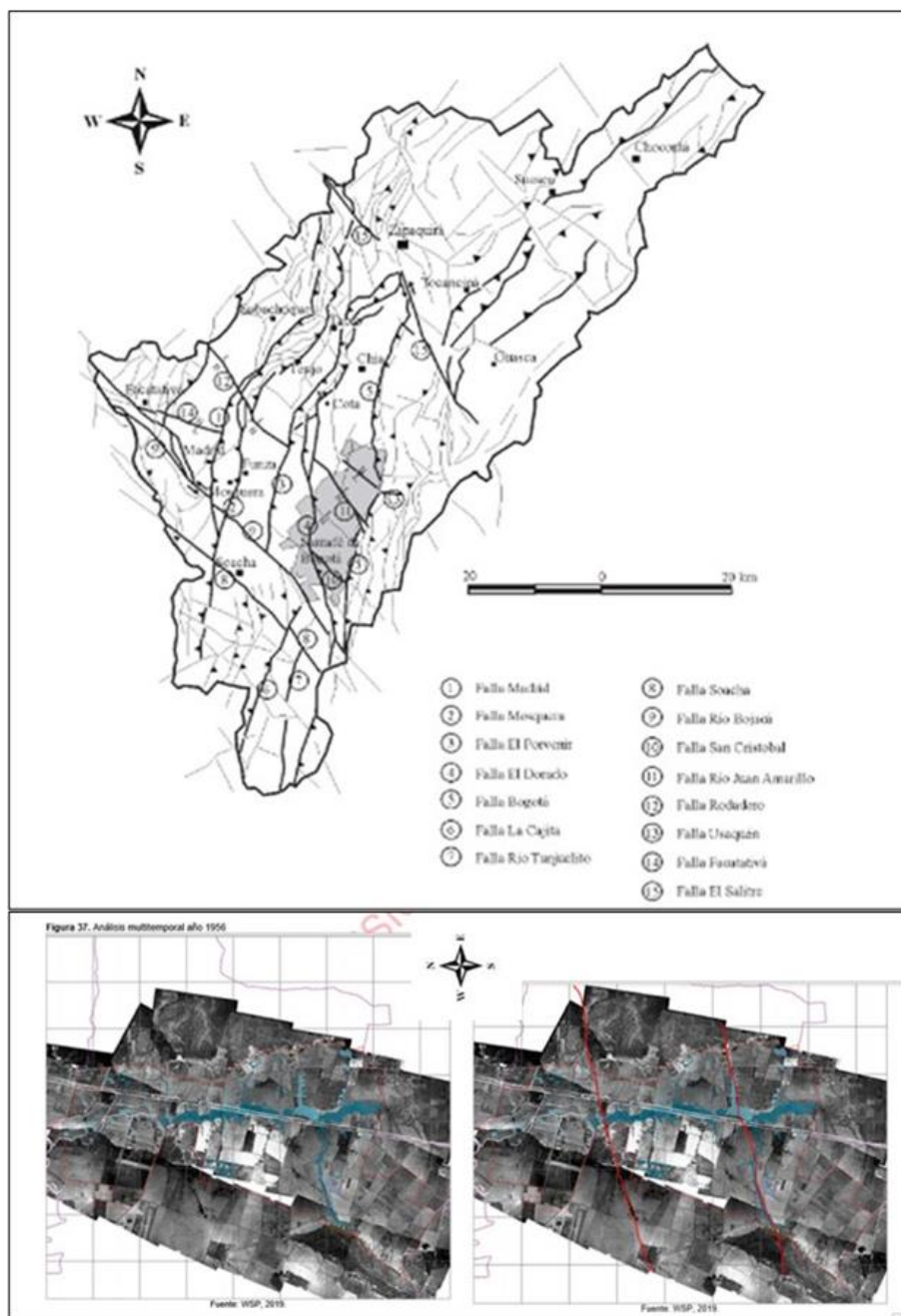


Figura 2- 114. Análisis estructural Sabana de Bogotá CAR – 2022.
Fuente: mapa tomado de INGEOMINAS 2013. Fotointerpretación Elaboración propia – modificado por CAR, 2022.

2.5.3.1.4 Geología local

En el área de estudio se encuentran materiales pertenecientes a la Formación Sabana (Qfa), Formación Guaduas (KPgg) y Formación Plaeners (Ksgp); estas formaciones se encuentran cubiertas parcialmente por depósitos de edad Cuaternario tales como,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

depósitos Fluvioglaciares (Qfg), Formación Chía (Qch), depósitos de piedemonte (Qdp) y rellenos antrópicos (Qra). A partir de lo anterior se reportan siete (7) unidades geológicas de edad Cretácica hasta edad Cuaternaria (Figura 2-115) están representadas por rocas de la Formación Plaeners (Ksgp), Formación Guaduas (pgg), Formación Sabana (Qsa), Formación Chía (Qch), depósitos fluvioglaciares (Qfg), depósitos coluviales (Qc) y rellenos antrópicos (Qar).

El mapa geológico (escala 1:5000) resultado de la actualización del plano normativo de remoción en masa, según Resolución 0751 del 2018 (Secretaría Distrital de Planeación-Alcaldía de Bogotá D.C., 2018), fue consultado para la realización del mapa geológico del área de estudio (ver Figura 2-116).

A continuación, se describen las unidades geológicas, basadas en la información secundaria tomada del Servicio Geológico Colombiano (SGC). De igual forma se realizó una homologación de acuerdo con la edad y la posición estratigráfica de cada unidad (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Geología - APMHTG_PMA_GLO).

- **Grupo Guadalupe**

Este grupo está compuesto por tres formaciones. De base a techo, tenemos la Formación Arenisca Dura, la Formación Plaeners y la Formación Arenisca de Labor-Tierna que consta de areniscas intercaladas con limolitas, arcillolitas, lodolitas y, a veces, liditas.

Su depósito tuvo lugar, en forma alternante, en un ambiente litoral y sublitoral más interior, enmarcado fisiográficamente en una llanura de marea con características litológicas, inorgánicas y biológicas bien definidas. Dentro de este ambiente, la Arenisca Dura constituye un depósito de llanuras de arena y llanuras de sedimentos mezclados con intervalos esporádicos de sedimentación lodosa. En la Figura 2-114 se observa la columna estratigráfica, la cual describe la secuencia litoestratigráfica, bioestratigrafía y cronoestratigrafía generalizada para esta área, donde se pueden observar las formaciones presentes en ella.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

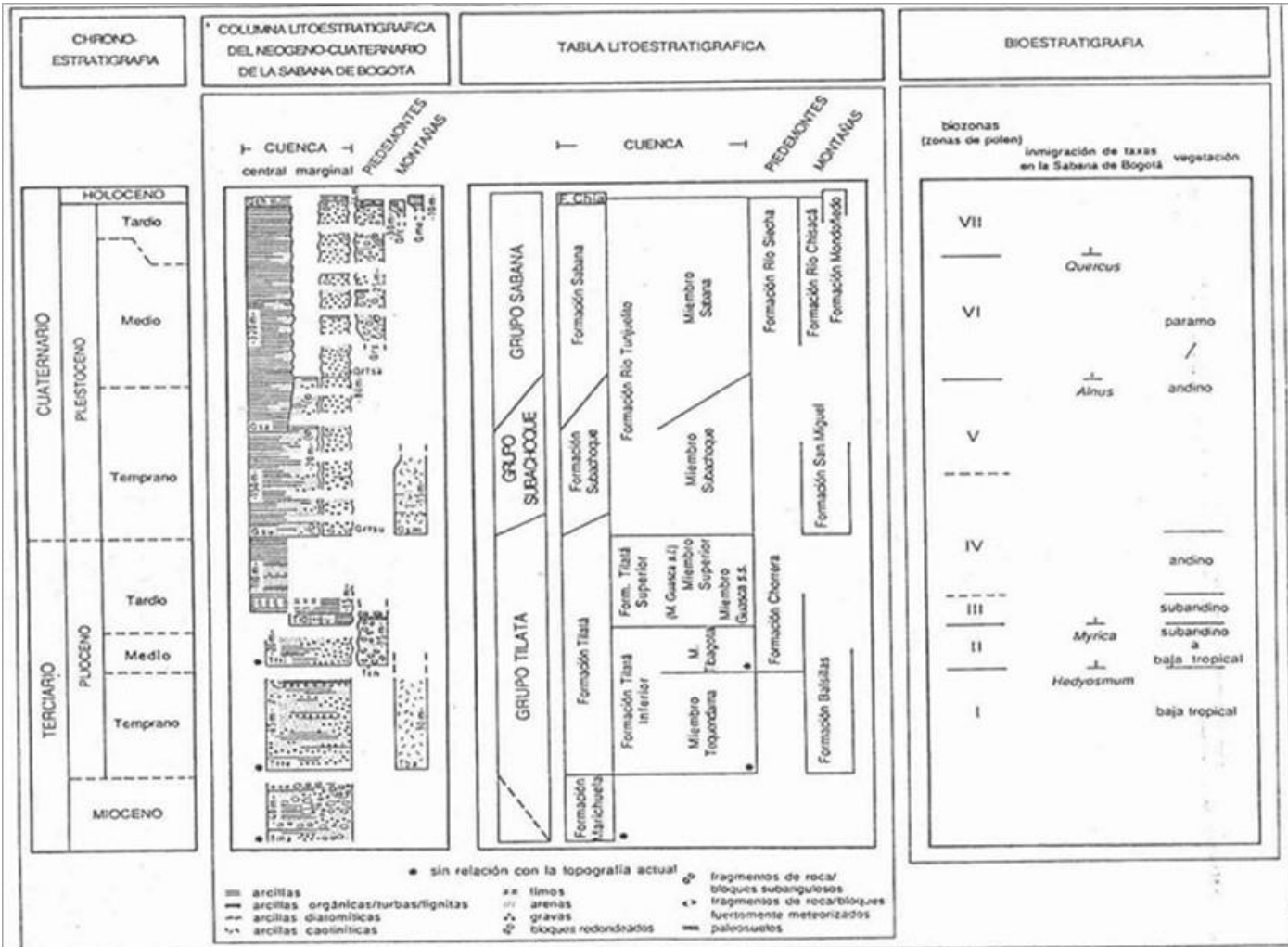


Figura 2- 115. Columna estratigráfica de la Sabana de Bogotá. Fuente: secuencia litoestratigráfica, bioestratigrafía y cronoestratigrafía general de los sedimentos del Neógeno-Cuaternario del área de la Sabana de Bogotá. El límite Plioceno-Pleistoceno corresponde a 2.4 ma. (Van der Hammen y Heleen, 1995)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

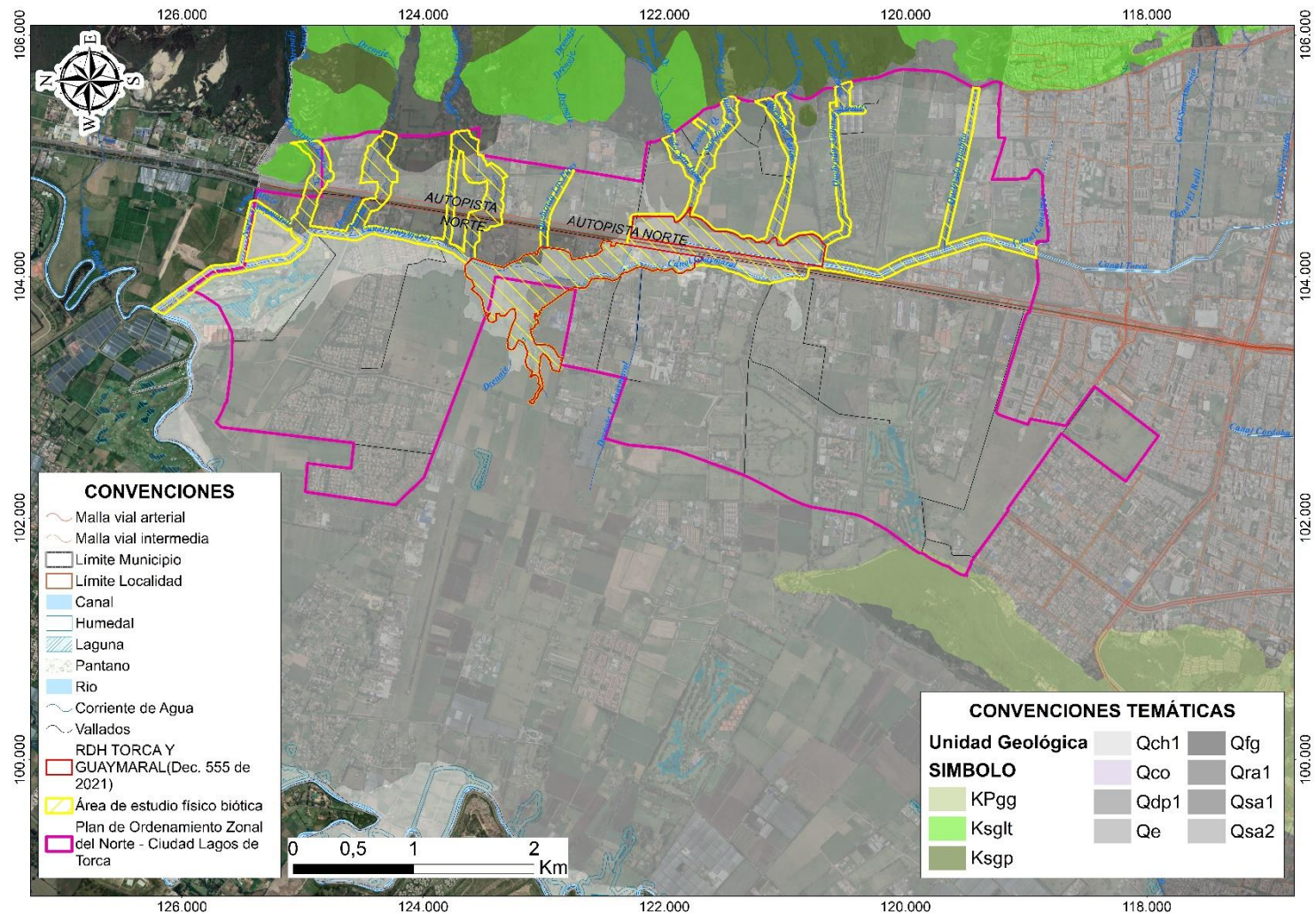


Figura 2- 116. Mapa geológico de Bogotá. Fuente: Resolución 0751 del 7 de junio de 2018 “Por la cual se actualiza el Mapa No. 3 “Amenaza por Remoción en Masa” del Decreto Distrital 555 de 2021” (Secretaría Distrital de Planeación- Alcaldía de Bogotá D.C., 2018)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

A continuación, se describen las unidades geológicas, basadas en la información secundaria tomada del Servicio Geológico Colombiano (SGC). De igual forma se realizó una homologación de acuerdo con la edad y la posición estratigráfica de cada unidad (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Geología - APMHTG_PMA_GLO).

El depósito de los Plaeners representa un intervalo de sedimentación lodosa, mucho mayor y más uniforme que aquellos de la Arenisca Dura. En el depósito de la Arenisca de Labor la sedimentación en llanuras mezcladas y canales fue muy importante; esta última es predominante en la mayor parte de la Arenisca Tierna con suministro de material más grueso y consiguiente aumento en las condiciones energéticas del medio. La secuencia se depositó en una cuenca sometida a subsidencia moderada, y el levantamiento relativo del continente determinó una regresión marina.

- **Formación Plaeners (Ksgp)**

La Formación Plaeners hace parte del grupo Guadalupe. Este nombre fue formalizado por Pérez & Salazar (1978) para la unidad litológica que reposa concordantemente sobre la Formación Arenisca Dura y que es suprayacida por la Formación Arenisca de Labor; en la sección tipo tiene un espesor de 73 m y está representada por arcillolitas, liditas, limolitas y en menor proporción por areniscas de grano muy fino. Esta formación se reporta al oriente del área de estudio, sobre la cordillera oriental (Fotografía 2-13).

Litológicamente está constituida en la parte inferior por paquetes de areniscas de grano fino arcillolitas y limolitas silíceas, y liditas; en la parte media por una alternancia de limolitas, arcillolitas y areniscas de grano fino, y en la parte superior por limolitas y liditas. El espesor de la unidad es variable y oscila entre 156 y 212 m para la parte nororiental y suroccidental de Bogotá, y entre 60 y 300 m para la región occidental y noroccidental de la Sabana. La depositación de esta formación ocurrió en un ambiente marino.

- **Formación Guaduas (KPgg)**

Esta unidad fue referenciada originalmente por Hettner en 1892. Aflora en varios sectores del piedemonte de los cerros que bordean la Sabana, y se encuentra aflorando en el área de estudio en el cerro de la Conejera. Está compuesta por tres miembros fácilmente diferenciables: la base está compuesta por arcillolitas y areniscas de grano fino y mantos de carbón, la parte intermedia por areniscas cuarzosas de color gris claro, de grano fino a grueso, con algunas intercalaciones de arcillolitas, y, su techo, constituido por arcillolitas de color gris oscuro, con intercalaciones de areniscas cuarzosas, de grano medio a grueso y mantos de carbón.

Los sedimentos de la Formación Guaduas se depositaron en un ambiente marino para la parte inferior, y en un ambiente transicional y aluvial para la parte media y superior. Su edad se considera Maastrichtiano tardío - Paleoceno temprano (Sarmiento, 1995, y Martínez, 1990). Esta unidad contiene el carbón para uso comercial en la Sabana de Bogotá. Las arcillas como producto de meteorización de la roca parental se utilizan para la fabricación de ladrillo, bloque, teja y tubería. El nivel intermedio se considera importante como acuífero y como fuente de arena para la construcción.

- **Formación Sabana (Qsa1 – Qsa2)**

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Referenciada inicialmente por Hubach (1957), esta formación se encuentra en el altiplano, en gran parte de las planicies de la sabana de Bogotá (Ver Fotografía 2-15). suprayaciendo la Formación Subachoque y otras unidades. Comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas. En el centro de la cuenca representa aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a un millón de años, perteneciendo al Pleistoceno Medio a Tardío. Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre) con fluctuaciones del nivel de agua, mostrando una relación estrecha con los cambios de las condiciones climáticas y de vegetación. La depositación cesó hace cerca de 30.000 años (A.P.) con la desaparición del lago de la Sabana (INGEOMINAS, 2004).

- **Formación Chía (Qch1)**

Corresponde a sedimentos fluviales de inundación y de los cauces actuales, localizados a lo largo de los ríos principales que cruzan la Sabana, algo por debajo de la planicie general. Está constituida principalmente por arcillas de color gris claro, oscuro y amarillo; que localmente puede contener limos y arcillas orgánicas (Fotografía 2-16) Su espesor máximo puede alcanzar los 5 m (INGEOMINAS, 2004). Se pueden interpretar como arcillas de inundación, de una edad Pleistoceno Tardío a Holoceno. Durante los últimos años, los ríos depositaron mayor cantidad de sedimentos limosos, principalmente en las regiones más áridas. Están asociadas con erosión en las pendientes que rodean la Sabana en esas áreas secas, relacionadas con deforestación causada por el hombre. En el área de estudio esta formación se encuentra sobre la planicie de inundación asociada al humedal sector Torca.

- **Depósitos fluvioglaciares (Qfg)**

Estos depósitos están restringidos a cuencas pequeñas dispersas en el sector oriental del área de estudio, son de poca extensión, presentan formas en valles en U, y están compuestos principalmente por gravas y arenas de grano fino, no consolidadas. Las gravas son granos soportados con tamaños guijos de 4 cm y en menor proporción de 6 cm, envueltos en una matriz arenosa.

- **Depósitos de pendiente (Qdp1)**

Estos depósitos fueron depositados en los valles aluviales de las microcuencas, su pendiente varía entre un 5 %-15% (Fotografía 2-17). Estos depósitos son de tipo coluviones, llamados también flujos de lodo y escombros sin diferenciar, formados por materiales heterogéneos de arcillolitas y limolitas de diversos tamaños. Se encuentran diferentes tamaños desde guijarro hasta areniscas finas imbuidos en matriz arcillo- arenosa, y se extienden de manera continua por el piedemonte de la Cordillera Oriental.

- **Rellenos antrópicos (Qra1)**

Son los depósitos que han resultado de acciones antrópicas para la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico o productivo, principalmente en zonas pantanosas y deprimidas, donde el material utilizado es heterogéneo mezclado con el sobrante sacado de las

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

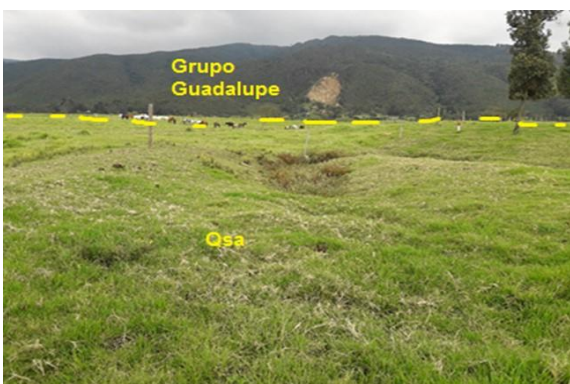
excavaciones (Fotografía 2-18 y Fotografía 2-19). La transformación del área de estudio a partir de los rellenos antrópicos ha generado grandes cambios en las dinámicas hidrogeomorfológicas del sector.



Fotografía 2- 13. Formación Plaeneres (Ksgp) sobre la cordillera oriental. Fuente: Elaboración propia.



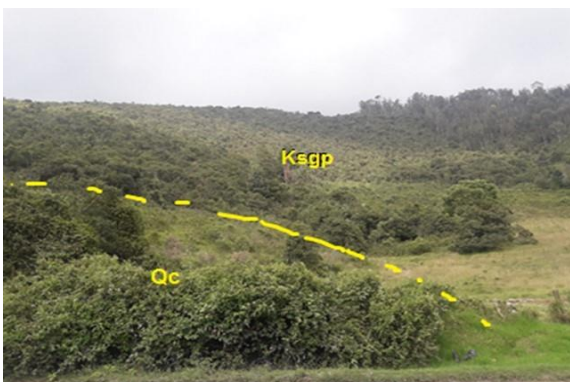
Fotografía 2- 14. Límite entre la Formación Guaduas (Kpgg) y la Formación Sabana (Qsa), ubicada en el cerro la Conejera. Fuente: Consorcio Bordo Norte Bogotá, 2011.



Fotografía 2- 15. Grupo Guadalupe y la Formación Sabana (Qsa1). Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 16. Formación Chía (Qch1). Fuente: Elaboración propia.



Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Fotografía 2- 17. Depósitos de pendientes (Qdp1), Cordillera Oriental, limitados por la Formación Plaeners (Ksgp).
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2- 18. Rellenos antrópicos (Qra1).
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 19. Depósitos antrópicos. Carrilera – Kr 9.
Fuente: SDA – SER 2021.

Esta geología fue corroborada con la información de los registros geofísicos y su correlación litológica (Ambiente, 2022) utilizada para la elaboración del modelo hidrogeológico y a través de las perforaciones y piezómetros que inicialmente no superaban los 8 m, y posteriormente las cuatro perforaciones de las actualizaciones donde se exploró hasta los 15 m de profundidad. Su composición geológica es descrita en la Tabla 2-60.

Tabla 2- 60. Descripción geológica de capas.

| Capa | Descripción | Espesor [m] | Profundidad (m) |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| CAPA 1 Techo | La capa más superficial del modelo comprende suelos orgánicos y material fino: arcillas y limos. Adicionalmente puede contener intercalaciones de lentes de arenas. | 2 a 4 | 0-3,90 |
| CAPA 2 | Está conformada por material muy fino en forma de arcillas plásticas, arcillas y limos. En la capa se encuentran gradaciones laterales hacia limos arenosos. | 4 a 6 | 3,90-6,0 |
| CAPA 3 | Capa arenosa que lateralmente puede gradar a limos. Capa acuífera. | 1 a 2 | 6,0-8,50 |
| CAPA 4 | Capa heterogénea que consistente en intercalaciones de material arcilloso, limos y lentes de arena. Si bien contiene arena, no conforma una buena capa acuífera. | 3 | 8,50-9,50 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

| | | | |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| CAPA 5 | Corresponde a un lente arenoso de espesor variable que conforma una de las capas acuíferas. | 1 a 2 | 9,50-12,0 |
| CAPA 6 | La capa estratigráficamente más profunda del modelo. Consistente en material de grano fino, consistente en arcillas con algunas gradaciones laterales en las cuales las arcillas presentan una fracción de limos y arenas finas. | Indeterminado | 12,0-15,0 |

Fuente: Elaboración propia. Tomado de Radicado SDA 2021ER162093

La ubicación de las perforaciones se ubica en las siguientes coordenadas: (Ver Tabla 2-61).

Tabla 2- 61. Ubicación de puntos

| Predio | Coordenadas | |
|------------------------|-------------|------------|
| | Este | Norte |
| WSP-1-PREDIO EAAB | 104790.582 | 124789.154 |
| WSP-2-PREDIO FAC | 102711.358 | 121694.237 |
| WSP-3-PREDIO EL MIMBRE | 103017.064 | 123754.083 |
| WSP-4-PREDIO VALMARIA | 102747.166 | 118641.652 |

Fuente: Elaboración propia. Tomado de Radicado SDA 2021ER162093

2.5.3.2 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología explica el estudio de clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de las formas actuales de la Tierra y su relación con las estructuras que subyacen, y de la historia de los cambios geológicos como han quedado registrados con estos rasgos superficiales (SGC S. G., s.f.). La caracterización geomorfológica del área se realiza por medio de Carvajal, que divide las unidades geomorfológicas por los diferentes ambientes en los que estos fueron originados.

Para esto se tuvo en cuenta la descripción de los tipos de relieve que se encuentran dentro del área de estudio, y se hizo de acuerdo al punto de vista de evolución geológica, en el que los procesos endógenos como orogénesis (procesos con los cuales se originan las cordilleras), fragmentación y deriva continental (tectónica de placas), expansión del suelo oceánico, vulcanismo (principal proceso formador de las rocas y sus relieves específicos), eventos sísmicos, metamorfismo de las rocas, y procesos exógenos como el agua, hielo, viento, gravedad, corrientes fluviales y marítimas, actividad biológica y antrópica, son los agentes modeladores de la superficie.

Para un estudio y caracterización adecuada de la evolución de los tipos de relieve, se requiere tener en cuenta la definición de cuatro conceptos muy importantes empleados en el estudio geomorfológico que relacionan al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales. Estos conceptos son:

- **Morfogénesis:** Implica el origen de las formas del terreno, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje, estas variables dependen de los procesos endogenéticos y la modificación de los agentes exogenéticos que actúan sobre la superficie terrestre (SGC, 2015).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

- **Morfografía:** Trata de la geometría o unidades geomorfológicas (SGC, 2015).
- **Morfofísica:** Trata los procesos geodinámicos externo (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas (SGC, 2015).
- **Morfoestructura:** Indica el modelaje del relieve, según composición, disposición y dinámica interna de la tierra. Esta variable incide en el modelaje del paisaje Según su condición pasiva o activa (SGC, 2015).

A continuación, se presentan los estudios y análisis geomorfológicos, los cuales fueron realizados con base en la propuesta de Ingeominas (INGEOMINAS, 2010), la cual relaciona las escalas de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la génesis y los ambientes morfogenéticos (ver Figura 2-117).



Figura 2- 117. Esquema de jerarquización-Geomorfología.
Fuente: Ingeominas, 2010.

2.5.3.2.1 Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra-continenciales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea (megageoformas de origen tectónico). Se consideran como geomorfoestructuras: los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), las grandes cuencas de sedimentación, las cuencas intracratónicas y Rift Valleys, las plataformas y los cinturones orogénicos (INGEOMINAS, 2010).

La evolución del paisaje presente corresponde a la interacción de diferentes procesos modeladores, los cuales han actuado a lo largo del tiempo. En diferente grado de preponderancia ha sufrido procesos de sedimentación y levantamientos orogénicos y epirogénicos, con plegamientos y fallamientos asociados a la actividad tectónica, así como metamorfismo y magmatismo; todos estos procesos le han dado su conformación geológica y geomorfológica actual.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con la jerarquización geomorfológica (INGEOMINAS, 2010), el área de estudio se localiza en la geomorfoestructuras correspondiente al cinturón Orogénico Andino.

2.5.3.2.2 Provincias geomorfológicas

Las provincias geomorfológicas se definen como regiones que presentan geoformas parecidas, definidas a nivel regional. Localmente abarcan las regiones naturales y terrenos geológicos de Colombia, los cuales están delimitados por fallas de importancia regional, definidas o inferidas. Incluyen los cinturones montañosos, llanuras, peneplanicies, cordilleras y serranías (SGC, 2012). Localmente, para el área de estudio, el 100% se encuentra en la provincia llamada Cordillera Oriental.

2.5.3.2.3 Región geomorfológica

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. El ambiente morfogenético hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno) que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las mismas (INGEOMINAS, 2010).

En el área de estudio se identificaron cuatro ambientes morfogenéticos: ambiente antropogénico (A), ambiente denudacional (D), ambiente fluvial (F) y ambiente estructural (S), los cuales son descritos a continuación:

- **Ambiente antropogénico (A)**

Corresponde a geoformas de terreno que son producto de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre (INGEOMINAS, 2010). Dentro de éstas se encuentran las originadas por la implementación de rellenos heterogéneos, a partir de escombros y basura, los cuales generan geoformas variadas poco homogéneas; así mismo se presentan los rellenos estructurales que se establecen en áreas destinadas a la urbanización y deben cumplir requerimientos que le den mayor estabilidad al terreno.

- **Ambiente denudacional (D)**

Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y, principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa sobre geoformas preexistentes (INGEOMINAS, 2010). En el área de estudio, estos ambientes se encuentran en las áreas asociadas a los drenajes que bajan desde los Cerros Orientales, en donde las altas pendientes de la parte media y alta de la montaña generan mayor velocidad de cauce de los mismos, aunando así a los procesos denudativos en el sector.

- **Ambiente fluvial y lagunar (F)**

Corresponde a las geoformas generadas por procesos (erosión y sedimentación), generados por corrientes de agua como ríos y arroyos (fluvial), y lagos y lagunas (lagunar) (INGEOMINAS, 2010). En el área de estudio se encuentran asociados a los drenajes en la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

base de los Cerros Orientales, en donde la pendiente y velocidad de los cauces disminuyen; así como a la planicie, en donde esta velocidad de cauce llega a ser mínima y se establece el aporte de los sedimentos.

- **Ambiente estructural (S)**

Corresponde a geoformas de terreno que son producto de procesos tectónicos, por lo que se pueden asociar con plegamientos o fallamientos del terreno (INGEOMINAS, 2010). Como se mencionó anteriormente, en el área de estudio no se evidencia actividad neotectónica asociada, los pliegues y las fallas se encuentran limitados por el Cerro de la Conejera y la Cordillera Oriental. Por tanto, se considera el área de estudio es estable, sin fenómenos de remoción en masa, diaclasamiento o fallas activas. No obstante, cabe resaltar que, al presentarse el área de estudio en la sabana de inundación del río, áreas con formaciones de sedimentos lacustres y fluviales, constituidos mayoritariamente por arcillas, con niveles freáticos altos y transformados hidrogeomorfológicamente por acción antrópica, son consideradas áreas con alto riesgo de inundación.

2.5.3.2.4 Unidades y subunidades geomorfológicas

El término unidad geomorfológica se define como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo (Acumulación o erosión). Está determinada con criterios genéticos, morfológicos y geométricos. En la Tabla 2-62 y Figura 2-118, se presentan las unidades geomorfológicas reportadas para el área de estudio (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Geomorfología - APMHTG_PMA_GMO).

Tabla 2- 62. Unidades geomorfológicas para el área de estudio.

| Geomorfo-Estructura | Provincia | Región | Unidad | Sub-unidad | Símbolo |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------|
| SISTEMA OROGENICO ANDINO | CORDILLERA ORIENTAL | Antropogénico (A) | Planos y llenos antrópicos | Rellenos antrópicos | Ar |
| | | | | Áreas Urbanizadas | Aru |
| | | Morfoestructural (S) | Homoclinal la conejera | Laderas Estructurales denudadas y residuales | Slead |
| | | Denudacional (D) | Piedemonte | Conos y Lóbulos coluviales y de solifluxión | Dco |
| | | | | Flujos torrenciales | Dlfb |
| | | Fluvial y lagunar (F) | Peniplanicies | Planicies y Deltas lacustrinos | Fpla |
| | | | | Planicie de inundación | Fpi |
| | | | Cuerpos de agua | Lagos y lagunas | Fl |
| | | | Aluviales | Conos de Deyección | Fcdy |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

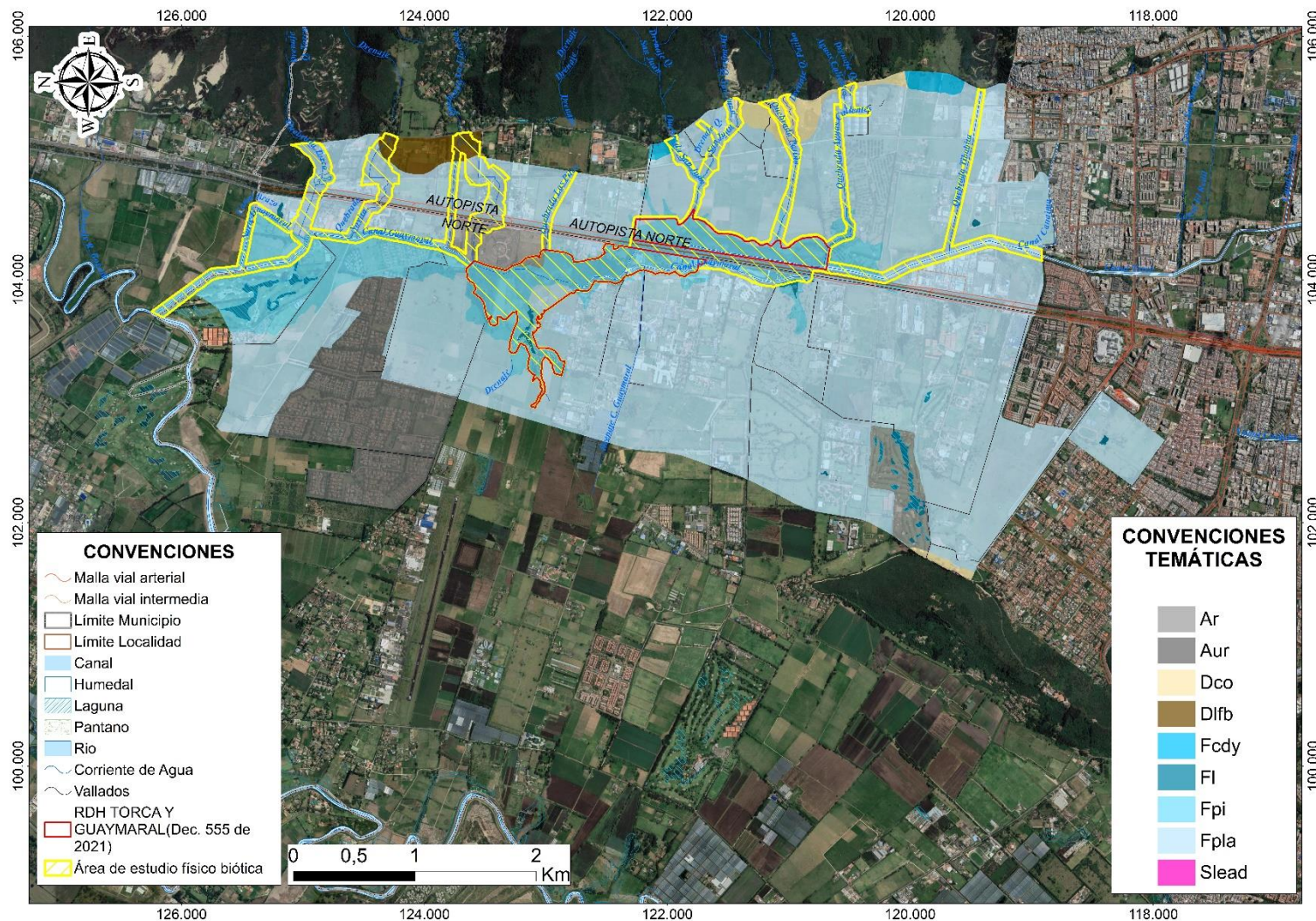


Figura 2- 118. Mapa geomorfológico del área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.2.4.1 Unidades antropogénicas (A)

Hacen parte las áreas transformadas dentro del área de estudios, cuyas geoformas han sido modificadas antrópicamente.

- **Planos y llenos antrópicos (Ar) y áreas urbanizadas (Aru)**
 - Morfogénesis: tipo de relieve plano, hechos técnica o artesanalmente con relleno de escombros en terrenos anegadizos para las construcciones industriales, y, en algunos sectores, para áreas urbanas (Fotografía 2-20).
 - Morfografía: tipos de relieve planos artificiales, presentan pendientes entre 1 y 3 en la mayor parte de su área; los drenajes que se presentan son de canales artificiales; zonas generalmente estables.
 - Morfodinámica: presenta erosión antrópica en algunos sectores donde se ha removido toda la vegetación para dejar el terreno denudado.
 - Morfoestructura: en el área de estudio no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) para esta unidad geomorfológica.



Fotografía 2- 20. Planos y rellenos antrópicos (Ar) dentro del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

- **Unidades Antropogénicas (A)**

Corresponde a intervenciones realizadas por la actividad del hombre que modifica la superficie del terreno. La valoración del relieve se hace a través de atributos cuantificables permitiendo así caracterizar un ambiente geomorfológico (INGEOMINAS, 2015).

Las intervenciones antrópicas implementadas dentro de la zona de estudio, han generado un fuerte impacto sobre el relieve, haciendo que en algunos casos se pierdan rasgos geomorfológicos indicadores durante la fase de fotointerpretación. Además de lo anterior es evidente como se han utilizado diferentes tipos de rellenos y botaderos para la desecación del humedal y posterior aprovechamiento del espacio con la construcción de vías y viviendas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

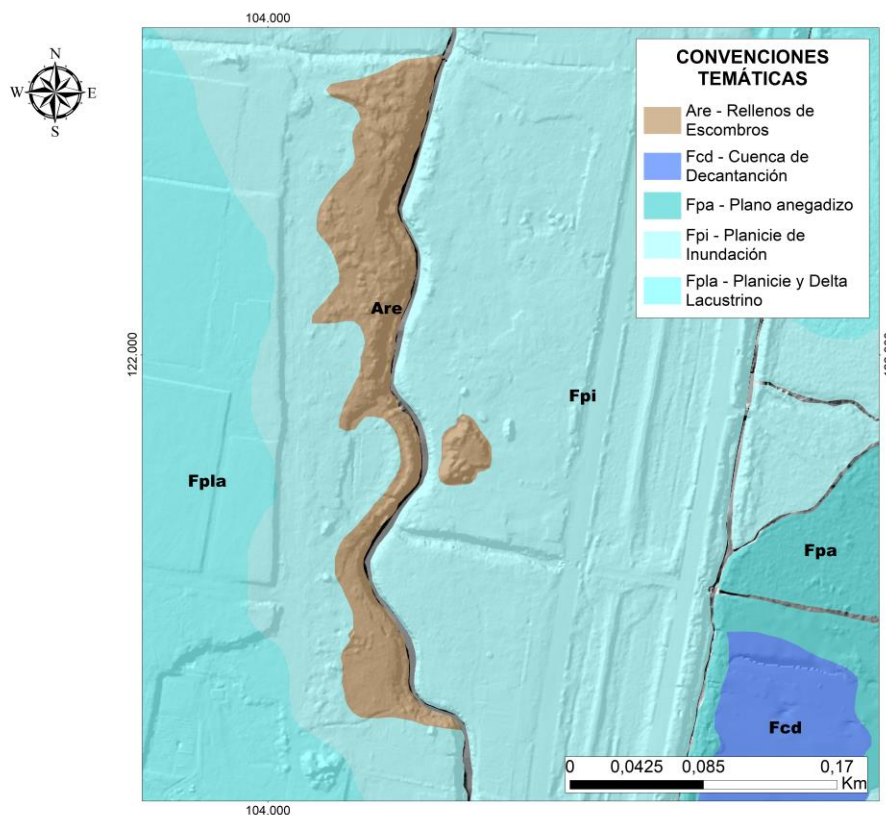


Figura 2- 119. Vista en planta de Rellenos de escombros y/o escombreras (Are), indicados por CAR y fotointerpretados por IDIGER. Fuente: IDIGER 2022

- **Planos y llenos antrópicos (Ar)**

Tipo de relieve plano, hechos técnica o artesanalmente con relleno de escombros en terrenos anegadizos para las construcciones industriales y en algunos sectores, para áreas urbanas, presentan pendientes entre 1% y 3% en la mayor parte de su área; los drenajes que se presentan son de canales artificiales (Ver Fotografía 2-20) y son zonas generalmente estables. Su morfodinámica se caracteriza por presentar erosión antrópica en algunos sectores donde se ha removido toda la vegetación para dejar el terreno denudado (Figura 2-120 y Figura 2-121)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

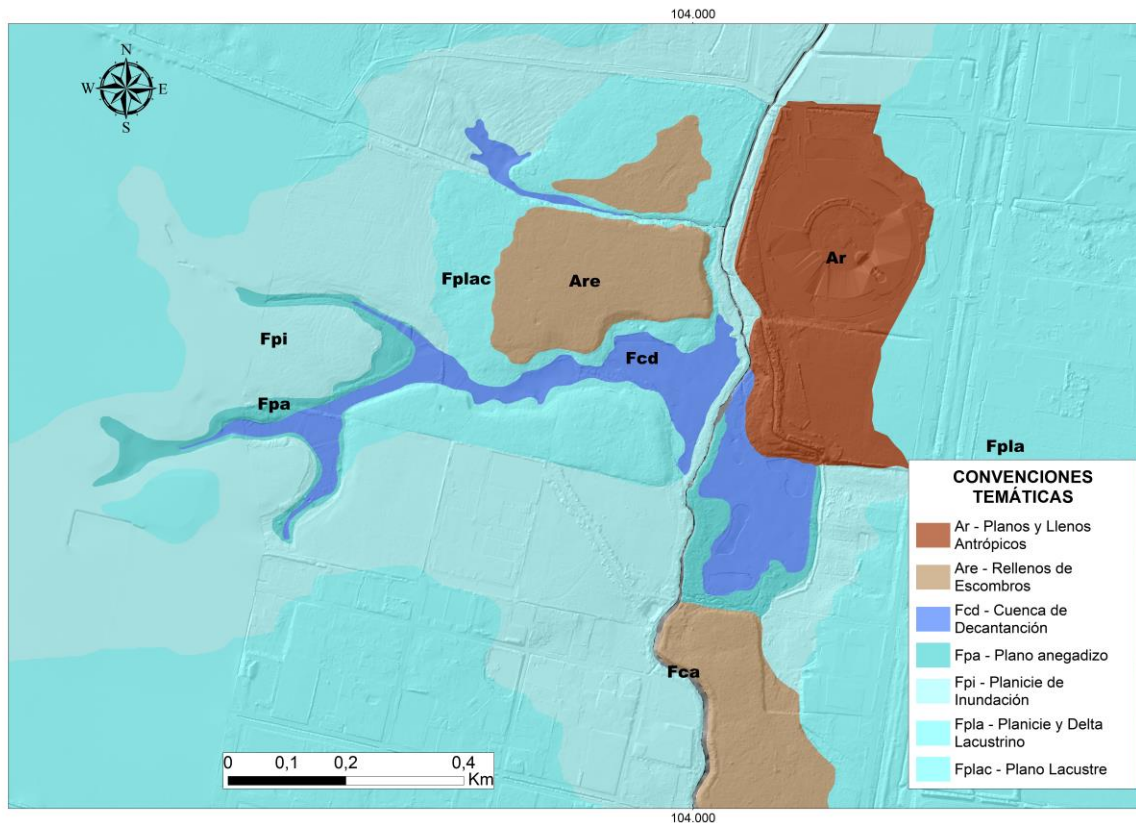


Figura 2- 120. Localización de llenos antrópicos sector Guaymaral. Fuente: IDIGER 2022.



Fotografía 2- 21. Canales, vías y rellenos antrópicos (Ar). Fuente: SDA – SER 2021.

- **Rellenos de escombros y/o escombreras (Are).**

Residuos sólidos de baja compactación, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles y construcción de obras civiles; es decir, los sobrantes de cualquier acción que

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

se ejerza en las estructuras urbanas, como resultado de acciones para la adecuación de terrenos anegadizos, en el cual el proceso de disposición puede ser técnico o no técnico. Se encuentran dispuestos hacia los costados de los canales Torca-Guaymaral ocupando extensiones de terreno de 50 - 250 metros de ancho. Figura 2-121.

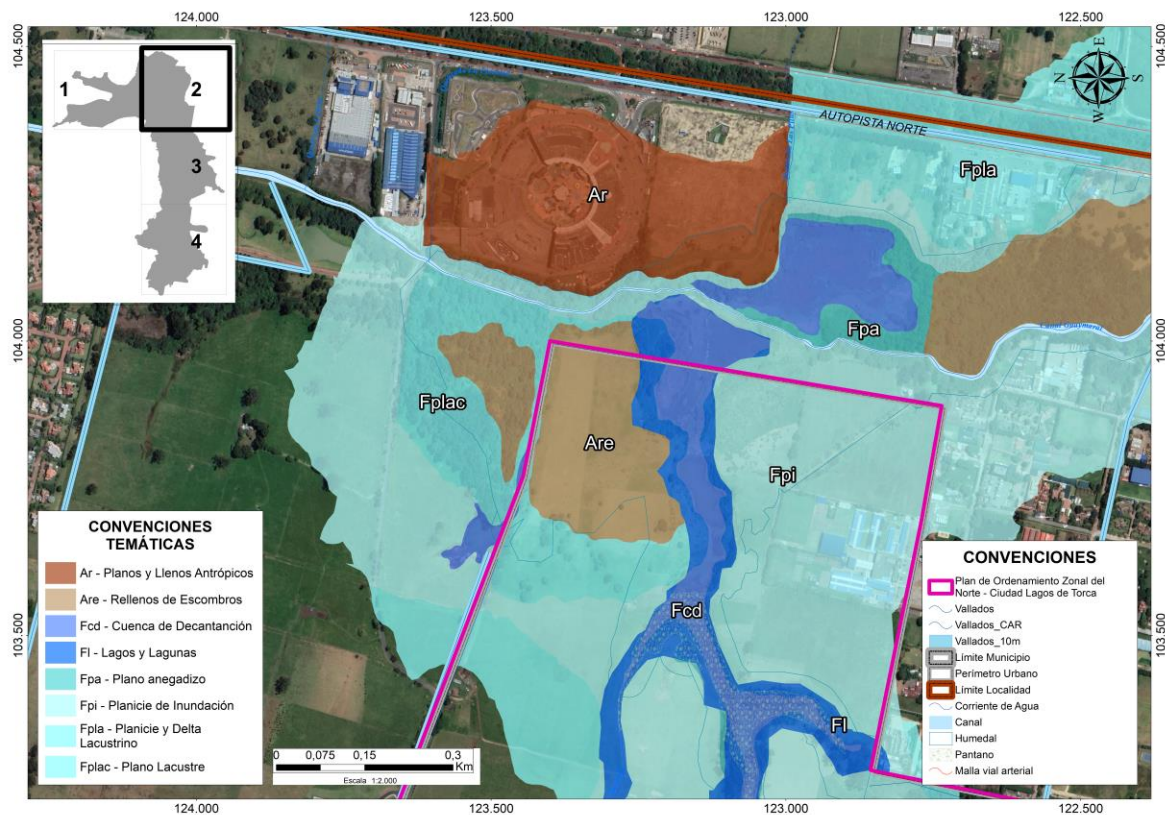


Figura 2- 121. Llenos Antrópicos (Ar) como unidad geomorfológica cartografiada al noreste del Humedal Guaymaral. Esc. 1:2000. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el mapa del área de estudio, donde se encuentran los procesos antrópicos de rellenos y de depósitos que han resultado de acciones para la adecuación de terrenos, algunos para el desarrollo urbanístico. Ver Figura 2-122.

Y “se establece la reconfiguración hidrogeomorfológica de algunas áreas, las cuales presentan rellenos antrópicos que van de 2 m a 5 m de altura. Estos rellenos reducen la capacidad de retención y acumulación de agua en los eventos de altas precipitaciones y por ende aumentan el riesgo de inundación de los alrededores. Las áreas transformadas con suelos que actualmente evidencian rellenos con materiales mixtos, influyen en la alteración de las dinámicas de flujos y retención de agua dentro de los humedales de Torca y Guaymaral, aumentando incluso el riesgo de inundación en las zonas aledañas al área legalmente protegida.

La transformación para el caso de los humedales de Torca y Guaymaral, se relaciona en parte con la implementación de suelos de rellenos, que en décadas anteriores buscaban la desecación de zonas inundables con fines de ampliación de zonas productivas. Los suelos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

de rellenos evidenciados según el Modelo Digital de Elevación del Terreno (DEM), se evidencia con cambios de las características físicas y químicas del suelo lo cual reduce la capacidad de retención de agua.”

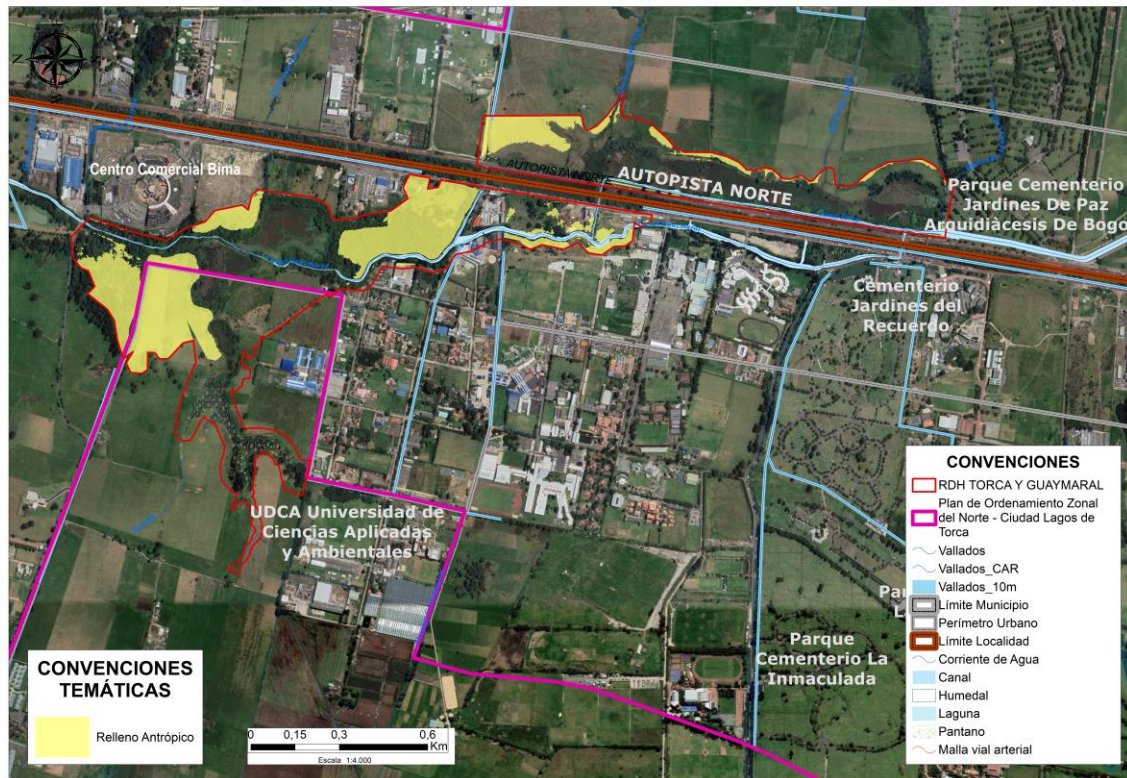


Figura 2- 122. Localización de rellenos Antrópicos dentro del perímetro legal. Esc. 1:4000.
Fuente: Elaboración propia.

Se tienen algunas áreas transformadas dentro del área de estudio caracterizadas por llenos antrópicos de extensión local y áreas urbanizadas que se encuentran sobre las unidades geomorfológicas en las cuales han depositado escombros y otro tipo de materiales. Si bien estos materiales carecen de la capacidad de almacenar y conducir el agua, no cumplen la condición de ser una roca o un sedimento, por lo cual se tiene que los suelos de relleno han remplazado suelos naturales (Figura 2-123).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

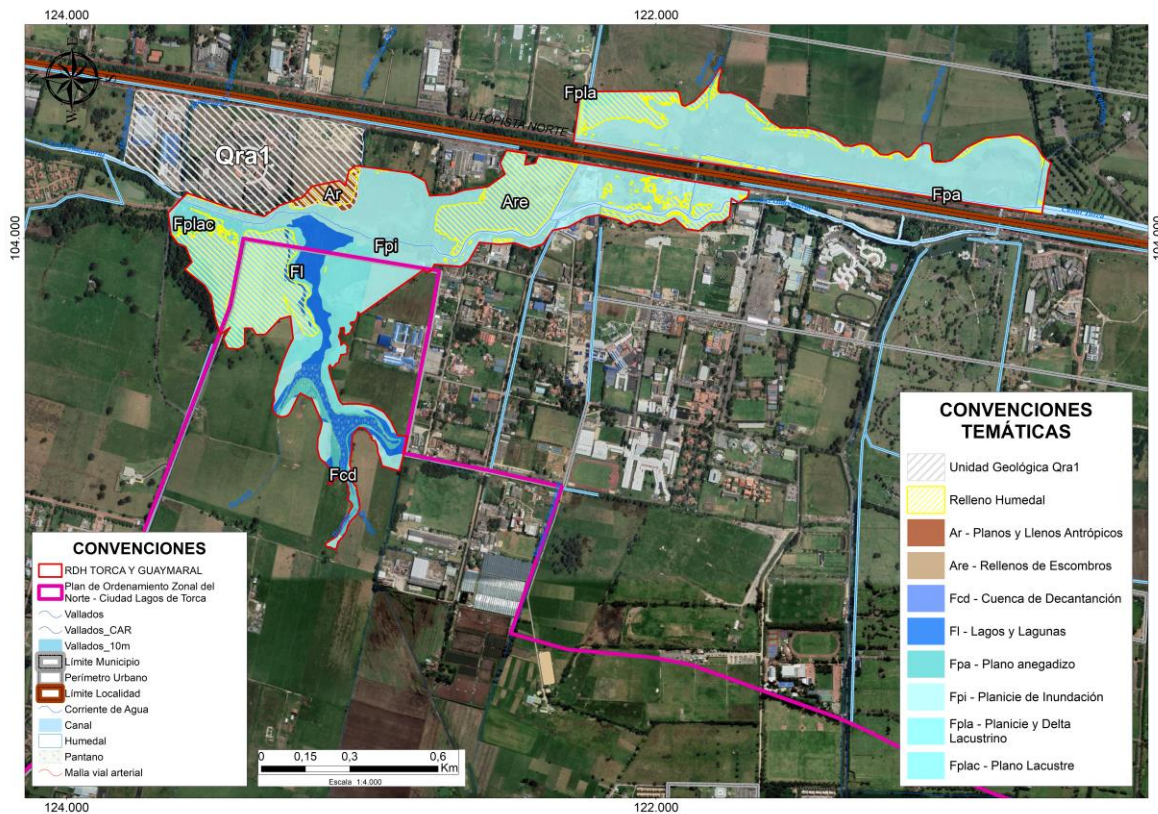


Figura 2- 123. Rellenos ubicados sobre las unidades geomorfológicas presentes.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tiene que estos rellenos se encuentran de dos formas en el área de estudio: los rellenos estructurales que corresponden a terrenos compactados para construcciones establecidas en el área, y rellenos de material extendido o de escombros que no tienen compactación alguna y que lo hacen a modo de desechos.

2.5.3.2.4.2 Unidades de origen estructural (S)

• Laderas estructurales desnudas y residuales (Slead)

Se encuentran localizadas sobre el cerro de la Conejera sobre el costado oriental, en el límite de los depósitos cuaternarios pertenecientes a la Formación Sabana (Qsa) y la Formación Guaduas (Kpgg) al suroccidente del área de estudio.

- **Morfogénesis:** ladera estructural de Anticlinal. Se forma debido a los esfuerzos compresionales de las capas tectónicas que deforman las rocas a gran grado, presentando estructuras regionales en forma de Anticlinal. Localmente presenta diaclasamiento. Es definida por la disposición de los estratos inclinados encontrados y la pendiente del terreno.
- **Morfometría:** presenta superficies ligeramente inclinadas con una pendiente moderada de longitud corta de forma escalonada con los estratos. Los estratos de la Formación Guaduas se encuentran en el plano estructural.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

- Morfodinámica: esta unidad presenta procesos morfodinámicos asociados a la caída de rocas a nivel regional. Dentro de esta estructura se observan escarpes de erosión menor que no tienen ninguna obra de mitigación geotécnica lo que ocasiona el desprendimiento del material. Dentro del área de estudio esta unidad no presenta ningún proceso morfodinámico.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) para esta unidad geomorfológica.

2.5.3.2.4.3 Unidades de origen denudacional (D)

• Conos y lóbulos coluviales y de solifluxión

Los conos y lóbulos coluviales y de solifluxión (Dco) se encuentran en la parte oriental del área de estudio. Corresponden a las zonas pendientes moderadas, cortadas por diferentes cauces aluviales a nivel local.

- Morfogénesis: el origen de esta geoforma está relacionado con procesos de tipo denudacional los cuales deterioran las rocas y modelan la unidad geomorfológica, por acción del tectonismo regional y la erosión diferencial. La geoforma definida como cono o lóbulos de longitudes cortas a largas, de formas convexas e inclinaciones suaves a abruptas, que se originan por acumulación de materiales sobre las laderas tanto por procesos de escorrentía superficial, como por flujo lento y viscoso de suelo saturado y no saturados, está constituida por materiales de diferentes tamaños con una matriz arcillosa.
- Morfometría: superficie en declive caracterizada por la repetición de lomos, con índice de relieve bajo. Las geoformas presentan espesores de 5 a 35 metros altura, son de forma elongada con morfología ondulada con pendientes convexas.
- Morfodinámica: se presentan procesos morfodinámicos como erosión laminar con intensidad leve.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos), debido a que no hay evidencia de actividad neotectónica en el área.

• Flujo torrencial (Dlfb)

- Morfogénesis: su origen está relacionado con la acumulación torrencial y fluvial en forma radial, y se asocia a avalanchas torrenciales inducidas posiblemente por eventos sísmicos o cambios climáticos asociados a lluvias torrenciales debido a las cuales una corriente desemboca en una zona plana, siendo más profundas cerca al piedemonte y más someras al alejarse de él (INGEOMINAS, 2004).
- Morfometría: superficie caracterizada por presentar conos de origen torrencial. El espesor de esta geoforma varía siendo más espeso cerca al piedemonte de los Cerros Orientales; presenta inclinaciones suaves entre 1 – 7 °C, y sedimentos de tamaño guijo cerca al piedemonte. En la parte distal de la geoforma se observan sedimentos de tamaño arena fina y arcilla.
- Morfodinámica: normalmente no presenta procesos de erosión o remoción en masa.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) para esta unidad geomorfológica.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.2.4.4 Unidades de origen fluvial y lagunar (F)

- **Conos de deyección (Fcdy)**

- Morfogénesis: su origen está relacionado con puntos donde los canales o las quebradas llegan a los valles amplios; se presenta una depositación de materiales de diferentes tamaños arcilla, grava y arena de espesores de hasta 5 m.
- Morfometría: geoforma en forma de cono en planta, presenta pendientes entre 5 y 10 °C de inclinación; se extiende desde algunos metros hasta decenas de metros sobre valles amplios (INGEOMINAS, 2004).
- Morfodinámica: normalmente no presenta procesos de erosión o remoción en masa.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) para esta unidad geomorfológica.

- **Lagos y lagunas (FI)**

- Morfogénesis: son pequeños cuerpos de agua su origen se debe a la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, las cuales pueden permanecer en épocas secas ya que son pobremente drenadas. En el área de estudio se encuentran algunas lagunas de origen antrópico (Fotografía 2-22 y Figura 2-124).
- Morfometría: depósito natural de agua, de dimensiones inferiores tanto en área como en profundidad a los lagos; son cuerpos elongados de aproximadamente 15 m.
- Morfodinámica: normalmente no presenta procesos de erosión o remoción en masa.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) debido a que no indicios de actividad neotectónica en el área.



Fotografía 2- 22. Lago ubicado en el costado occidental del cementero Jardines de Paz.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

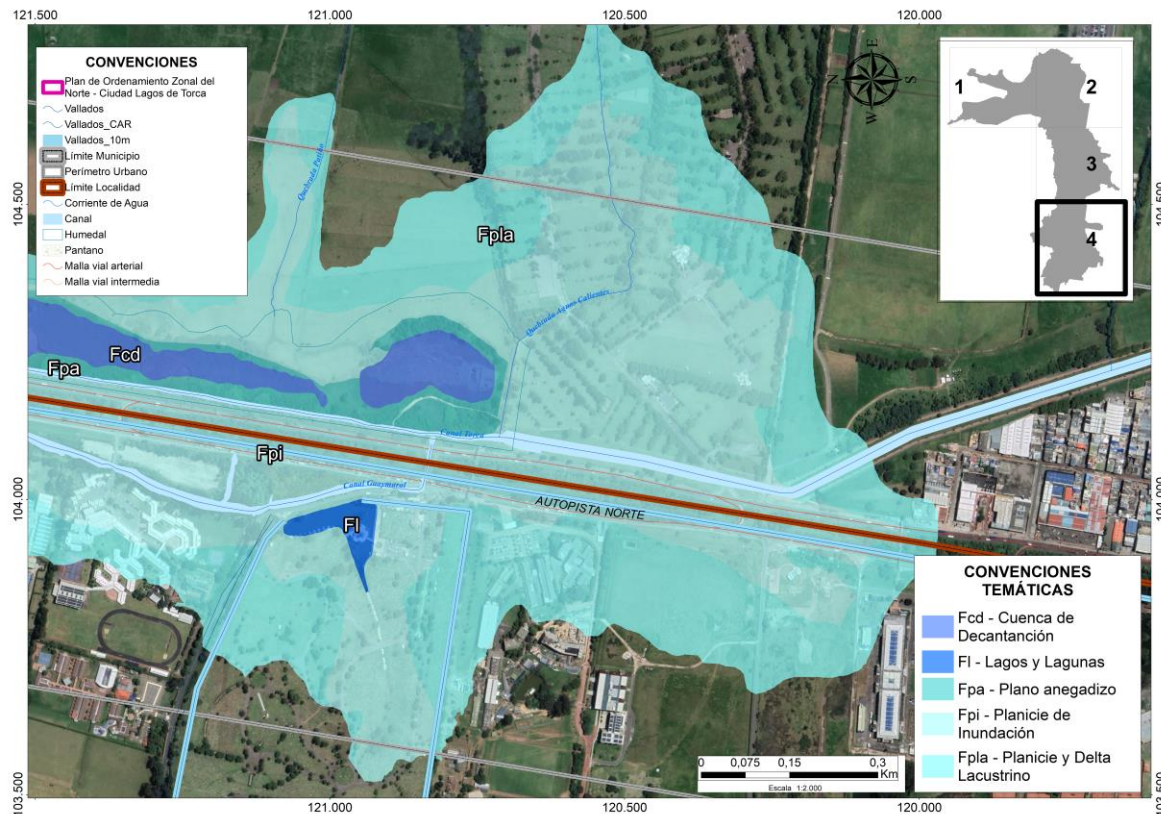
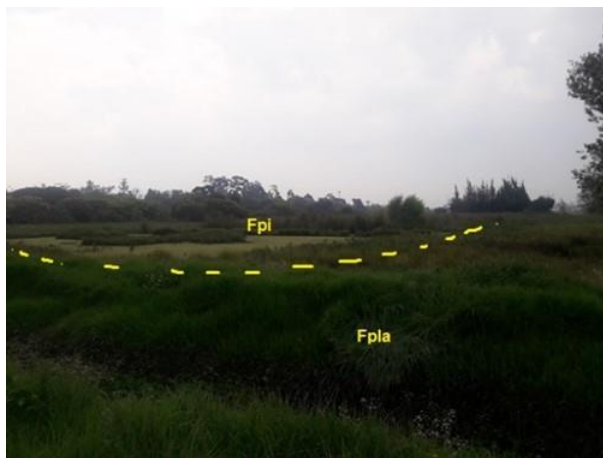


Figura 2- 124. El Sector sur del Humedal Torca se presentan cuerpos de agua cartografiables, al igual que una planicie aluvial extensa enriquecida por la quebrada Aguas Calientes. Esc. 1:2000. Fuente: Elaboración propia.

- **Planicie y delta lacustrino (Fpla)**

- **Morfogénesis:** se formó como producto del desplazamiento lateral del Río Bogotá, dentro de su llanura aluvial y controlada hacia el oriente por los Cerros Orientales, en donde se mezcla con los depósitos dejados por las corrientes que bajan de las zonas montañosas (Fotografía 2-23 y 2-24).
- **Morfometría:** planicies extensas de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de 2 a 20 m de altura. Se constituye de arcillas grises con locales intercalaciones de arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas, en capas paralelas producto de la acumulación de materiales en la cuenca ocupada por el antiguo lago de la Sabana de Bogotá. Espesores de 20 a 300 m (INGEOMINAS, 2004).
- **Morfodinámica:** esta geoforma no presenta movimientos en masa dada su baja pendiente.
- **Morfoestructura:** en el área de estudio no hay evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) debido a que no indicios de actividad neotectónica en el área.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 23. Planicie y delta lacustrino (Fpla). Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 24. Planicies extensas, terreno Ondulado delta lacustrino (Fpla). Fuente: SDA – SER 2021.

- **Plano o llanura de inundación (Fpi)**

- Morfogénesis: se generan por la depositación y divagación de los principales drenajes del área de estudio y por los humedales de Torca y Guaymaral.
- Morfometría: franja de terreno plana baja de morfología ondulada de 0,05 a 5 km, eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 a 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de U y V, conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos (INGEOMINAS, 2004).
- Morfodinámica: esta geoforma no presenta movimientos en masa dada su baja pendiente.
- Morfoestructura: en el área de estudio no hay evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos) debido a que no indicios de actividad neotectónica en el área.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

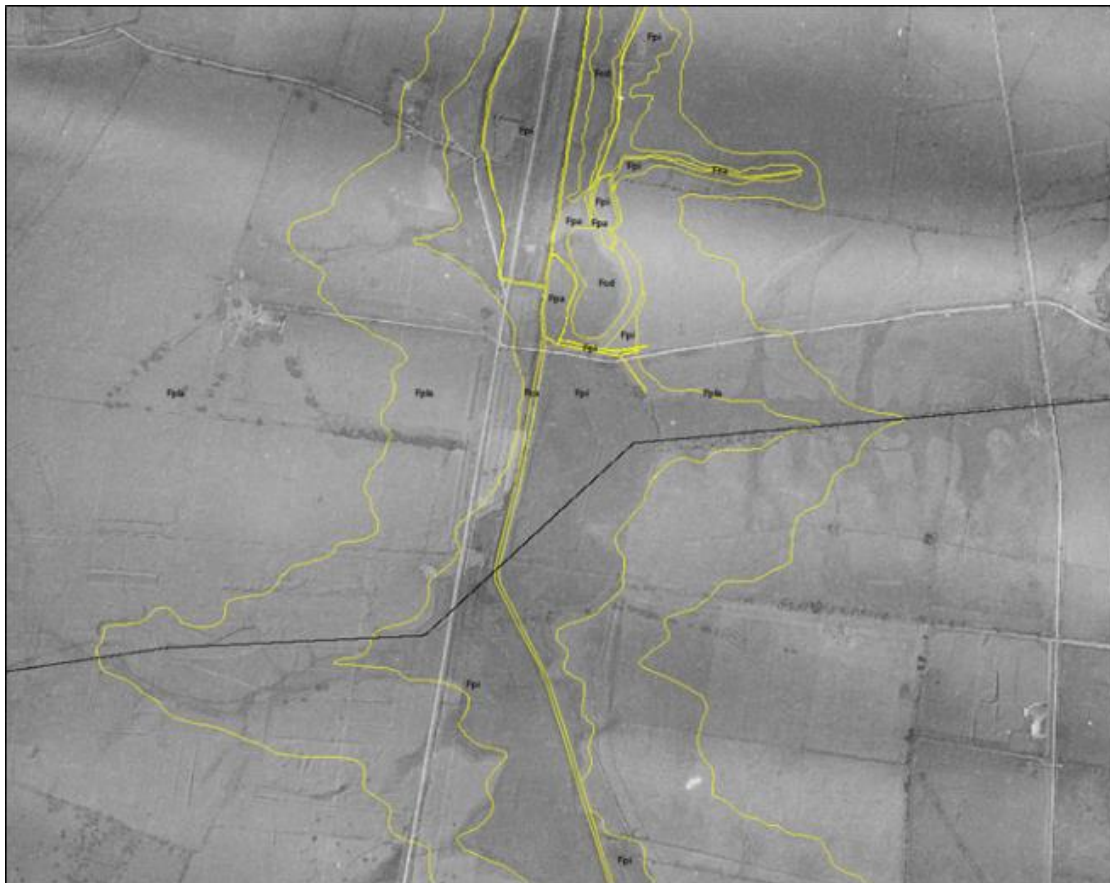


Figura 2- 125. Delimitación de Plano o llanura de inundación (Fpi) sobre fotografía aérea (1952).
Fuente: IDIGER– SER 2022

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

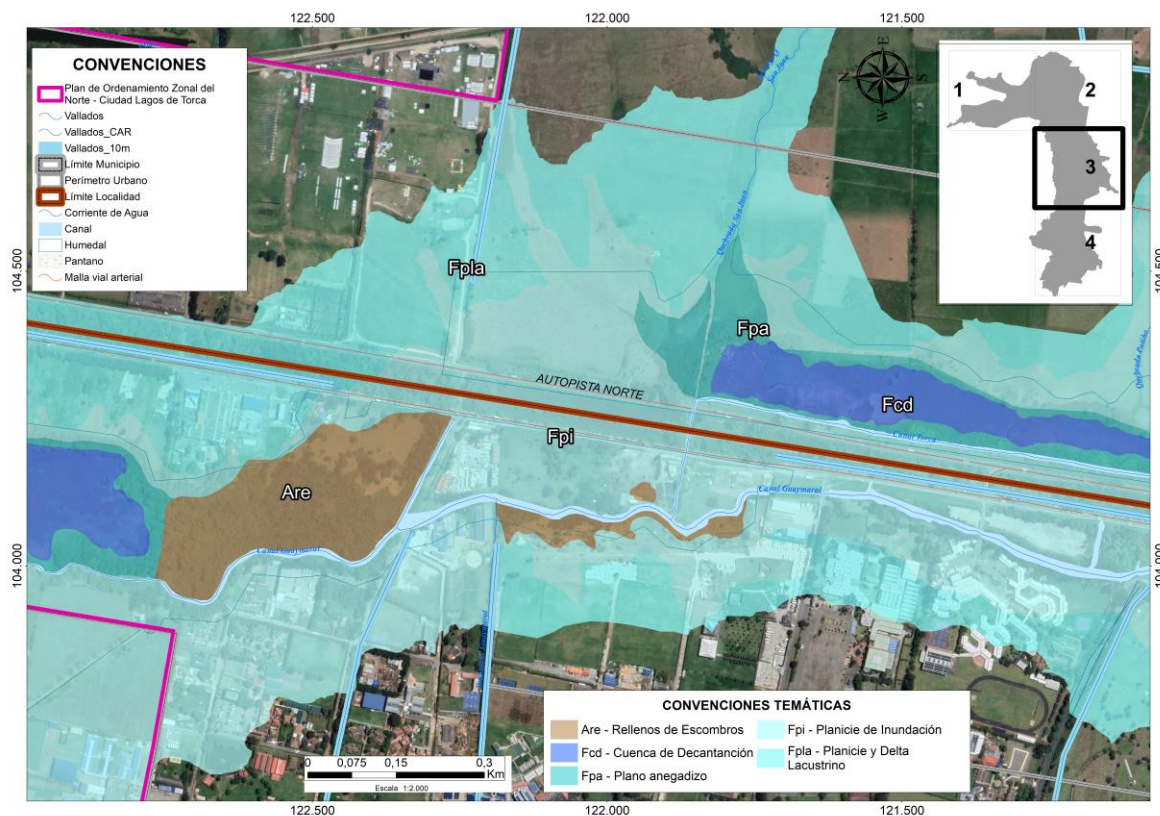


Figura 2- 126. Planicies de inundación se observan más construcciones hacia el sector del Humedal Guaymaral, que están afectando este sistema. Esc. 1:2000
Fuente: Elaboración propia

- **Plano anegadizo (Fpa)**

Superficies en forma de artesa, casi plana e irregular, con pendiente suave. Se localizan en áreas planas mal drenadas. Su origen es relacionado a procesos de encharcamiento temporal, que de manera general bordean las cuencas de decantación. Localizados al costado occidental del canal Guaymaral, norte del Colegio Nueva York y al costado oriental del canal Torca, sobre la parte baja de la cuenca de la quebrada San Juan (Ver Figura 2-127).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

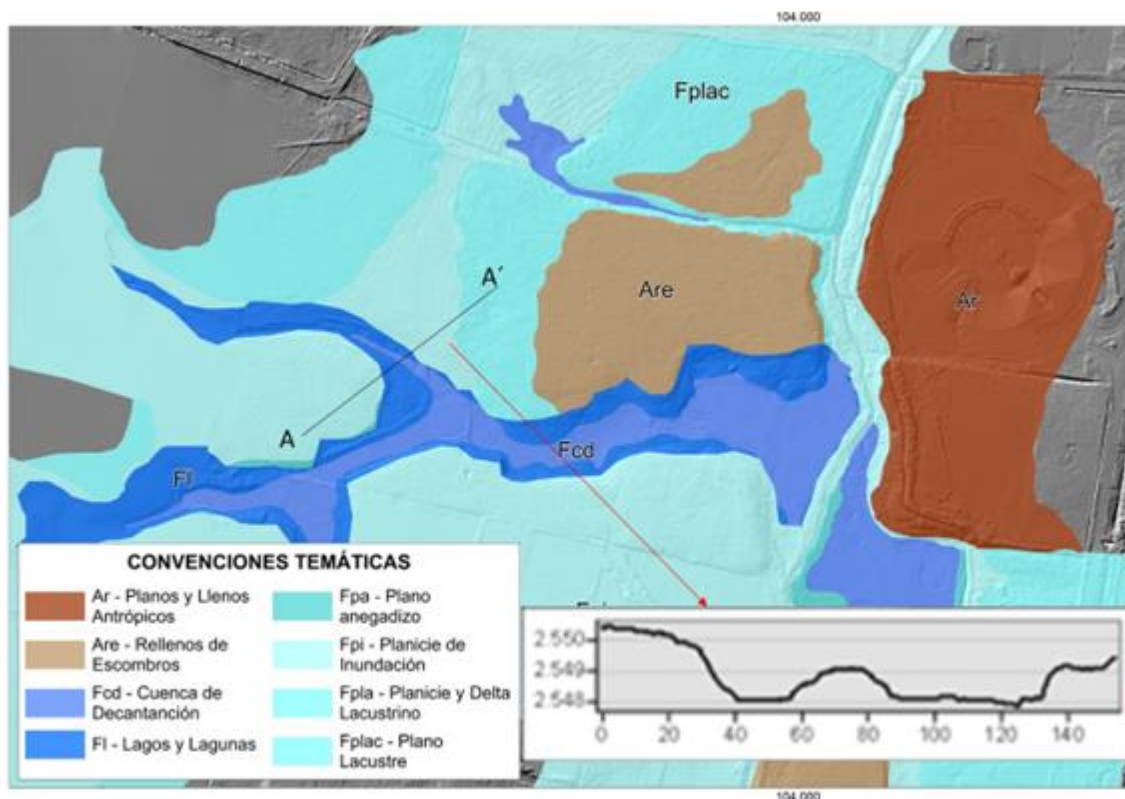


Figura 2- 127. Vista en planta de Plano anegadizo (Fpa), sobre modelo de sombras
Fuente: IDIGER 2022.

- **Cuenca de decantación (Basines) (Fcd)**

Artesa cóncava a plano-cóncava, localmente llena de agua y pobremente drenada, casi plana. Su origen es relacionado al desborde temporal de canales o ríos adyacentes, sobre las terrazas o planos de inundación, quedando como remanentes de agua. Su depósito está constituido por materiales finos arcillosos con abundancia de materia orgánica. Localizados al sur occidente del Centro Comercial Bima y sobre el costado oriental del canal Torca irrigado por las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan (Figura 2-128).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

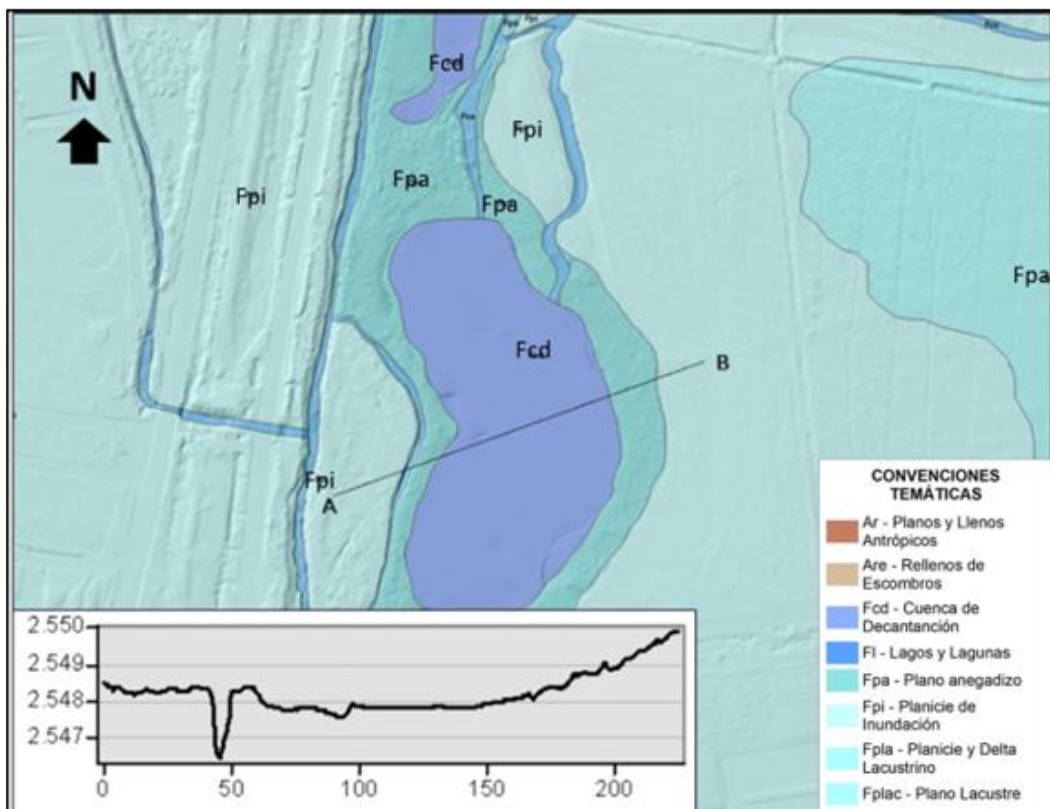


Figura 2- 128. Vista en planta y panorámica de Cuenca de decantación (Fcd). Sector Torca. Fuente: IDIGER 2022.

- **Plano lacustre (Fplac)**

Zona de topografía plana a suavemente inclinada, de aspecto aterrazado y formada por la acumulación de sedimentos en cuerpos de agua lénticos tipo lagos o lagunas, que en algunos casos colmatan por completo los mismos. Estas áreas poseen un pobre drenaje superficial. Localizados al costado occidental del canal Guaymaral (Centro Comercial Bima) (Fotografía 2-25)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 25. Vista panorámica de Plano Lacustre (Fplac). Sector Guaymaral
Fuente: IDIGER, 2022.

En la Tabla 2-63 se da el concepto de las unidades geomorfológicas presentes en los humedales de Torca y Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 63. Concepto de unidades geomorfológicas.

| FLUVIAL | | |
|---------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GEOMORFOLOGIA | | |
| Componente geomorfológico | Acrónimo | Descripción |
| Plano anegadizo | Fpa | Superficies en forma de artesa, casi plana e irregular, con pendiente suave. Se localizan en áreas planas mal drenadas. Su origen es relacionado a procesos de encharcamiento temporal, que de manera general bordean las cuencas de decantación. Localizados al costado occidental del canal Guaymaral, norte del Colegio Nueva York y al costado oriental del canal Torca, sobre la parte baja de la cuenca de la quebrada San Juan. |
| Cuenca de decantación (Basines) | Fcd | Artesa cóncava a plano-cóncava, localmente llena de agua y pobremente drenada, casi plana. Su origen es relacionado al desborde temporal de canales o ríos adyacentes, sobre las terrazas o planos de inundación, quedando como remanentes de agua. Su depósito está constituido por materiales finos arcillosos con abundancia de materia orgánica. Localizados al sur occidente del Centro Comercial Bima y sobre el costado oriental del canal Torca irrigado por las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan. |
| Plano lacustre | Fplac | Zonas de topografía plana a suavemente inclinada, de aspecto aterrazado y formadas por la acumulación de sedimentos en cuerpos de agua lénticos tipo lagos o lagunas, que en algunos casos colmatan por completo los mismos. Estas áreas poseen un pobre drenaje superficial y se localizan al costado occidental del canal Guaymaral (Centro Comercial Bima). |
| Plano o llanura de inundación | Fpi | Superficies de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundables, con aproximadamente 400 – 1000 metros de ancho y pendientes planas a suaves (<5°). Se localizan bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por depósitos lacustre de aspecto aterrazado. Se encuentran constituidas principalmente por los depósitos aluvio-lacustres más recientes pertenecientes a la formación Chía. |
| Planicie y delta lacustre | Fpla | Superficie extensa de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de varios metros de altura. Su origen está relacionado al desplazamiento lateral del cauce de un río dentro de la llanura aluvial. Su depósito está constituido por arcillas con intercalaciones locales de arenas finas con niveles delgados de gravas y turbas concordantes, producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes. |
| Lagos y Lagunas | FI | Depósito natural de agua de dimensiones inferiores, en relación a los lagos tanto en área como en profundidad. Dicha profundidad varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se localice y a su grado de colmatación (acumulación de sedimentos). Las lagunas de origen fluvial, se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas. |
| ANTROPICO | | |
| GEOMORFOLOGIA | | |
| Componente geomorfológico | Acrónimo | Descripción |
| | Are | Residuos sólidos de baja compactación, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles y construcción de obras civiles; es decir, los |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|---------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rellenos de escombros y/o escombreras | | sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas, como resultado de acciones para la adecuación de terrenos anegadizos, en el cual el proceso de disposición puede ser técnico o no técnico. Se encuentran dispuestos hacia los costados de los canales Torca-Guaymaral ocupando extensiones de terreno de 50 - 250 metros de ancho. |
| Planos y campos de llenos antrópicos | Ar | Superficies planas a suavemente inclinadas, constituidas por rellenos estructurales que corresponden a terrenos compactados para construcciones establecidas en el área. Se localizan sobre el costado occidental del canal Guaymaral, sobre el que se construye el Centro Comercial Bima. |

2.5.3.2.5 Procesos morfodinámicos

La morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas o unidades de terreno (BOLETIN SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2010).



Fotografía 2- 26. Planicie de inundación. Zona aledaña al centro comercial Bima.
Fuente: Elaboración propia.

La generación del atributo morfodinámico se ha hecho a través de un proceso de agrupamiento, el cual se construye a partir de la representación cartográfica de los suelos transportados, vistos como geoforma, del inventario de procesos, de la fotointerpretación, y de las variables geométricas derivadas del modelo DEM (RR). Es a través de este agrupamiento que se obtiene una distribución espacial de los movimientos y del relieve derivado de los procesos, asociado además a las características insitu de la zona (Boletín Servicio Geológico Colombiano, 2010).

En el área de estudio se lograron identificar procesos morfodinámicos de poca extensión, de carácter puntual relacionados principalmente a erosiones laminares, surcos (no cartografiables) y socavación lateral de los cauces actuales.

A continuación, se presenta el mapa del área de estudio, donde se encuentran los principales procesos morfodinámicos identificados mediante salidas de campo y análisis de las imágenes satelitales (ver Figura 2-129).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

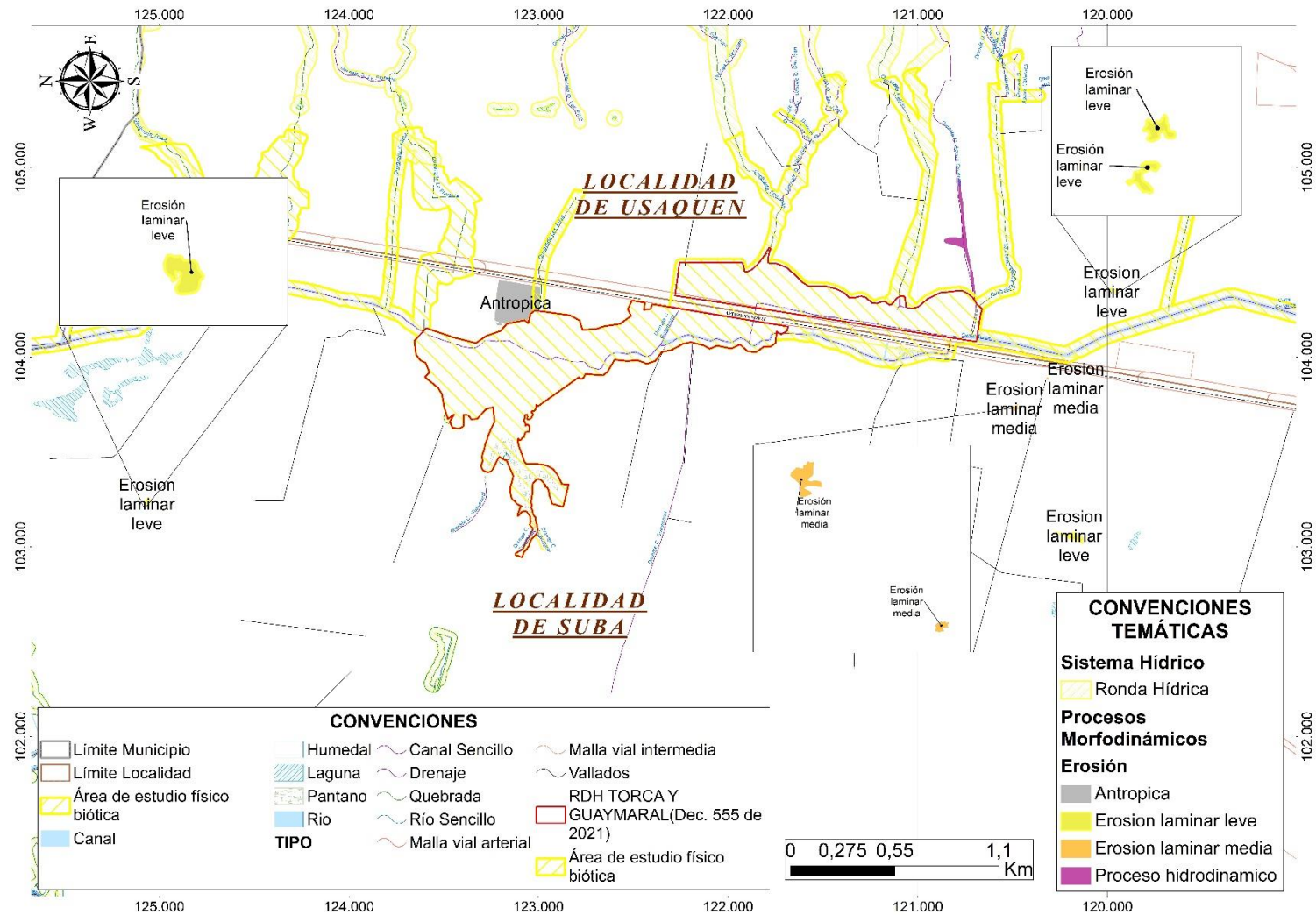


Figura 2- 129. Procesos morfodinámicos área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.2.6 Análisis multitemporal

2.5.3.2.6.1 Humedal

En el estudio de Factibilidad Borde Norte (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011) se adelantó un análisis multitemporal a partir de la fotointerpretación geológica y geomorfológica, el cual permitió apreciar la evolución de los cuerpos de agua en la zona Norte de Bogotá. A continuación, se resumen dichos análisis y, además, se presenta una actualización de los análisis multitemporales para años posteriores, para los cuales se consultaron las siguientes fotografías (obtenidas del Anexo 1 del subproducto 4.1.1 Análisis Geomorfológico y Estudio Geológico y Geotécnico - Consortio Borde Norte Bogotá, 2011 e IGAC, años: 1956; 1960; 2007; 2010; 2014 y 2016):.

Análisis multitemporal 1960: fotografías aéreas del vuelo.

- Análisis multitemporal 2007: fotografías aéreas pertenecientes al vuelo C:2802 a escala 1:39600, fotografías 105, 106, 107 y 108. fotografías del vuelo C:2803 a escala 1.41409.
- Análisis multitemporal 2010: fotomosaico 110010001512012010, fotografías 885, 886, 887, 888 y 889. Interpretadas a escala 1:5000.
- Análisis multitemporal 2014: fotomosaico 251750000718032014, fotografías 789, 790, 791, 792, 862, 863, 864, 865 y 866. Interpretadas a escala 1:5000.
- Análisis multitemporal 2016: fotomosaico 110010002527012016, fotografías 1584, 1585, 1586, 1587 y 1588. Interpretadas a escala 1:5000.

• Análisis 1956-2004

Corresponde al realizado por el Consortio Borde Norte Bogotá (2011) (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011), en el cual se realizó una revisión de las líneas de vuelo entre las décadas de los 50 al 2000, con escalas que varían entre 1:9000 y 1:21000. Las fotografías utilizadas corresponden a los años: 1956, 1971, 1984, 1998 y 2004. Las ventanas de tiempo analizadas fueron: 1956-1971, 1971-1984, 1984-1998 y 1998-2004. De la Figura 2-130 a la 2-145 se incluyen los resultados de la fotointerpretación realizada; en general, se realizó el análisis de contrastes en los cauces y cuerpos de agua que han afectado los humedales de Torca y Guaymaral.

Foto de 1984 donde se demarca la antigua área de un brazo del Humedal Torca, el cual para este año fue relleno. Vuelo IGAC C -2128-1984.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

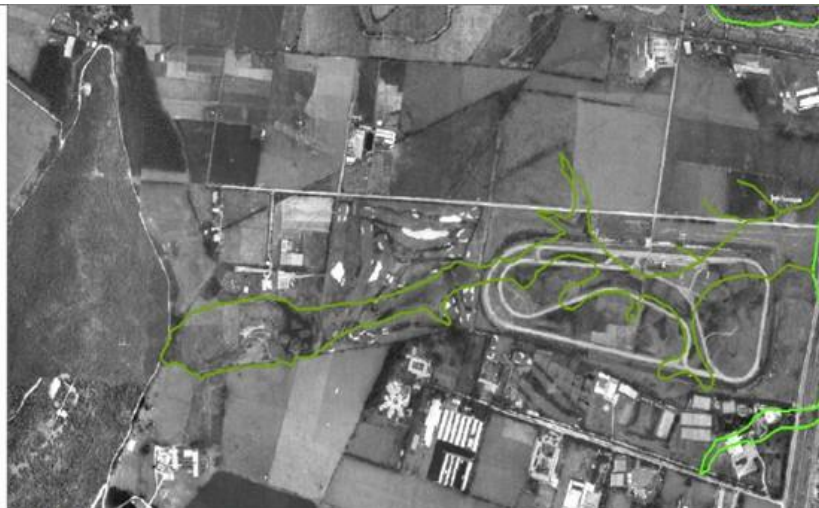


Ilustración 1 Foto de 1984 donde se demarca la antigua área de un brazo del Humedal Torca, el cual para este año fue rellenado. Vuelo IGAC C-2128-1984.

Figura 2- 130. Fotointerpretación 1956-1971 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011).

Fuente: Anexo 1 del subproducto 4.1.1 Análisis Geomorfológico y Estudio Geológico y Geotécnico
- Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011.

Área de afectación y relleno de la parte sur del Humedal Torca para el lapso 1971-1984. El área demarcada de color verde es el área rellenada, y el área de color verde pálido es el límite actual del humedal. Fotografía vuelos del IGAC C2128-1984.

En la parte inferior (A) de la Figura 2-131, se evidencia el Brazo del humedal Guaymaral, con forma de herraduras, que comienza a ser rellenado para el lapso 1971-1984. Fotografías del vuelo IGAC C-2128-1984.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Ilustración 3 Área de afectación y relleno de la parte sur del Humedal Torca para el lapso 1971-1984. El área demarcada de color verde es el área rellenada, y el área de color verde pálido es el límite actual del humedal. Fotografías del vuelo IGAC C-2128-1984.



Ilustración 4 Brazo del Humedal Guaymaral, con forma de Herraduras, que comienza a ser rellenado para el lapso 1971-1984. Fotografías del Vuelo IGAC C-2128-1984.

Figura 2- 131. Fotointerpretación 1971-1984 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011).

Fuente: Anexo 1 del subproducto 4.1.1 Análisis Geomorfológico y Estudio Geológico y Geotécnico
- Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011

Canal al W del canal Guaymaral que es clausurado completamente. Fotografía izquierda del vuelo IGAC C-2128-1984. Derecha fotografía del vuelo IGAC C -2128-1984. Derecha fotografía del vuelo IGAC – SAV -415 -1998.



Ilustración 5 Canal al W del Canal Guaymaral que es clausurado completamente. Izquierda fotografía del Vuelo IGAC C-2128-1984. Derecha fotografía del Vuelo IGAC - SAV-415-1998.

Figura 2- 132. Fotointerpretación 1984-1998 (Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011).

Fuente: Anexo 1 del subproducto 4.1.1 Análisis Geomorfológico y Estudio Geológico y Geotécnico
- Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Meandro del Río Bogotá que fue cortado y rellenado para el lapso 1998-2004. Izquierda fotografía del Vuelo IGAC SAV-425-1998

Algunos de los cauces que a través del tiempo han sido intervenidos o han disminuido sus cauces. Las demarcaciones azules representan los cauces actuales. Izquierda fotografía del Vuelo IGAC SAV-415-1998. Centro y Derecha fotografías del vuelo IGAC C-2717-2004.

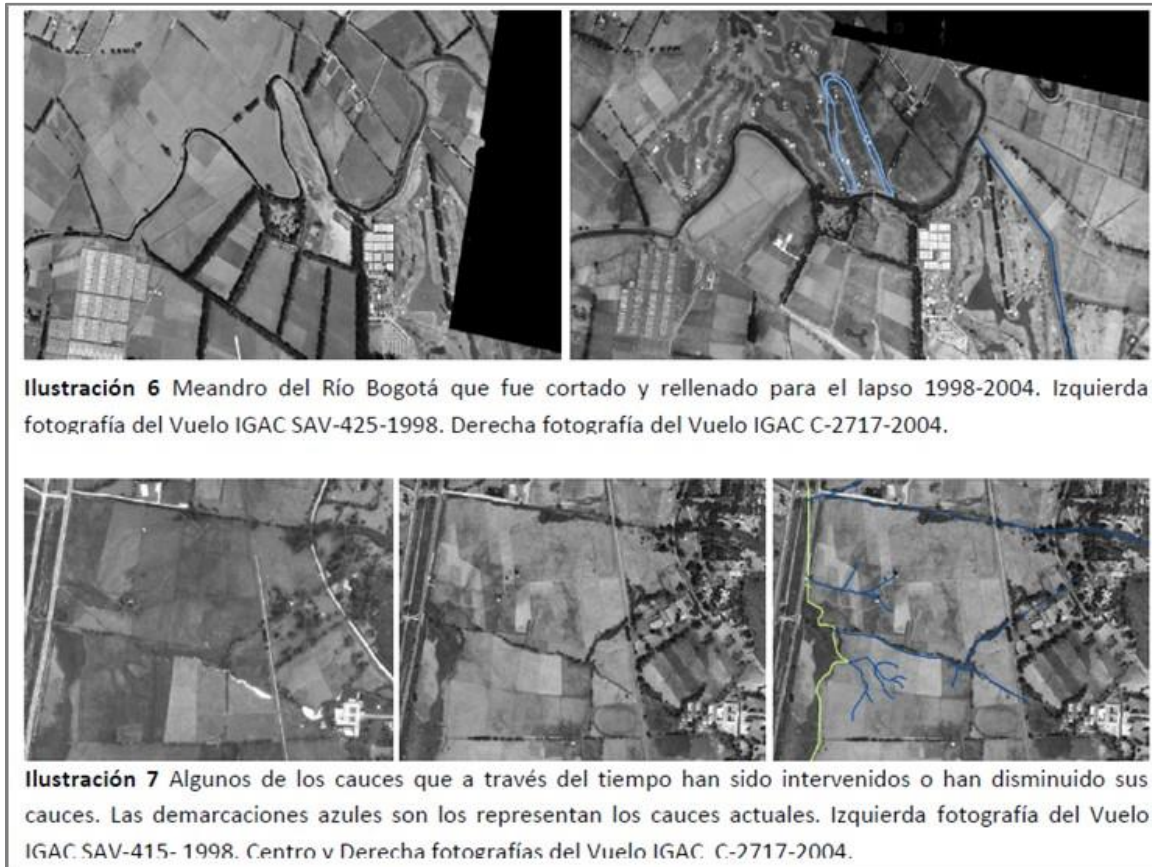


Figura 2- 133. Fotointerpretación 1998-2004 (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011).

Fuente: Anexo 1 del subproducto 4.1.1 Análisis Geomorfológico y Estudio Geológico y Geotécnico
- Consortio Borde Norte Bogotá, 2011

- **Año 1956 y 1960**

En las imágenes del año 1956 y 1960 (Figura 2-134) se pueden observar la extensión del humedal en la parte sur y occidental de la Autopista Norte, y los cauces alrededor del humedal no afectados. La quebrada aguas calientes mostraba tres brazos que daban aguas en el costado occidental; actualmente estos brazos no se encuentran debido a que en esta área se construyó el Cementerio Jardines de Paz. En esta época, la quebrada Patiño tenía su curso natural; actualmente se encuentra canalizada y los sedimentos que transporta son de tamaño arena fina.

Entre las quebradas San Juan y La Floresta se pueden observar, en el sector oriental del humedal, ocho lechos de quebradas que actualmente no se encuentran en el área; estos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

cuerpos de agua dejaron de existir debido a la urbanización que se ha llevado a cabo durante los últimos años. Igualmente, en el sector occidental, se pueden ver tres brazos de agua que actualmente no existen.

Para esta época, la quebrada La Floresta se encontraba en su curso natural desde el piedemonte de los Cerros Orientales hasta el humedal sector Torca; actualmente por la construcción del centro comercial Bima, este cauce se encuentra canalizado en el sector occidental de la Autopista Norte. En el sector suroccidental se puede observar un brazo del humedal; en la actualidad fue rellenado y quedan partes del antiguo humedal formando una serie de lagunas con dirección E-W.

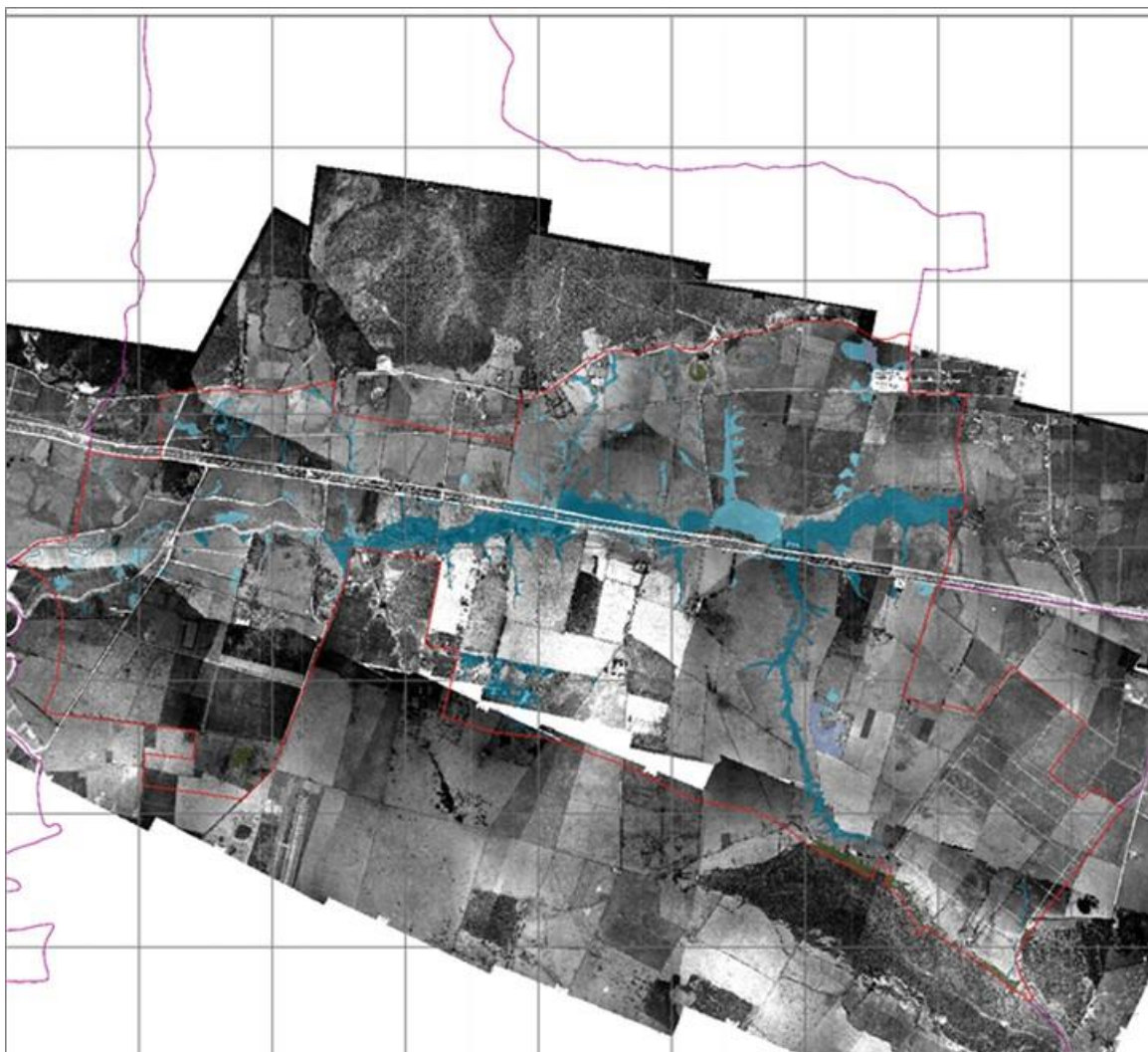


Figura 2- 134. Análisis multitemporal año 1956. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

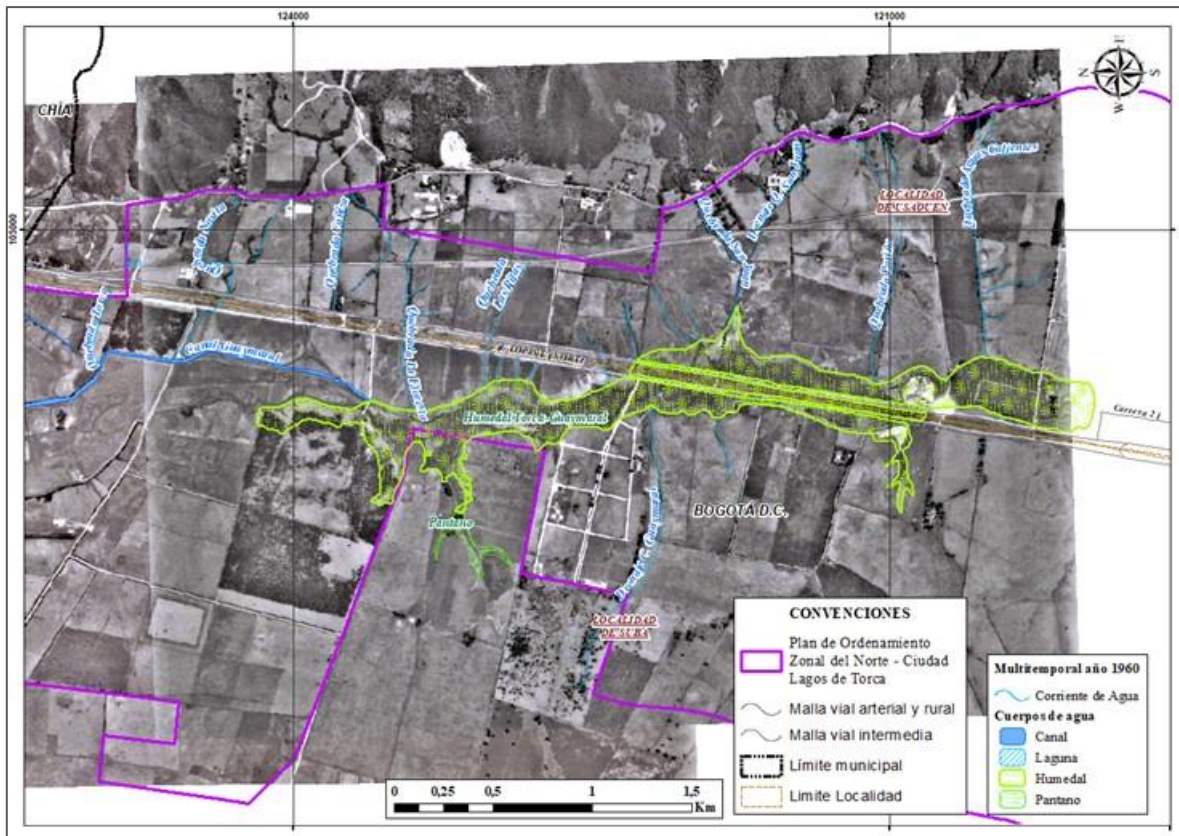


Figura 2- 135. Análisis multitemporal año 1960. Fuente: Elaboración propia.

- **Año 2007**

En la Figura 2-136, se incluye el análisis realizado para el año 2007. A diferencia del año 2004, se observa una construcción antrópica en el costado occidental de la avenida Paseo Los Libertadores, ocupando parte del humedal sector Guaymaral para relleno; se puede observar en el área el crecimiento urbano para viviendas en la parte norte del humedal. Las principales quebradas del área no tuvieron ninguna afectación en el lapso entre 2004 y 2007 ya que gran parte de estas, como Aguas Calientes, Patiño, La Floresta, Novita y Torca, son canalizadas.

También se puede observar la quebrada San Juan que, a pesar de no estar canalizada, no sufrió cambios notorios en este tiempo debido a que su curso se encuentra limitado por una topografía plana y sin obstáculos que le permiten desembocar en el canal de Torca.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

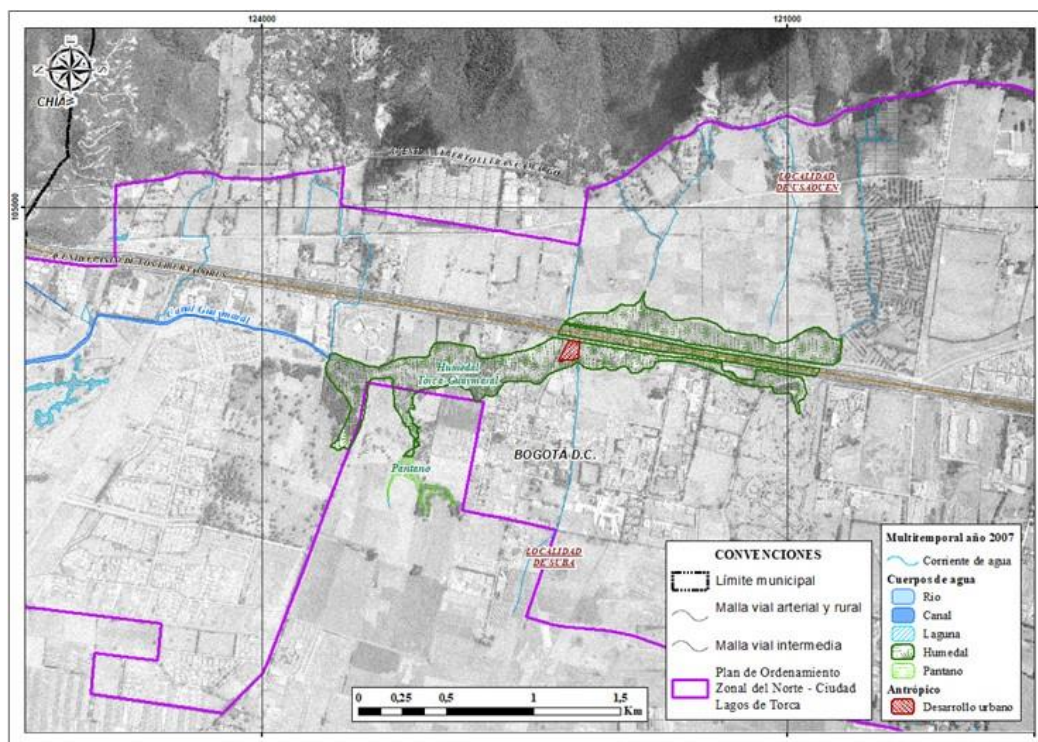


Figura 2- 136. Análisis multitemporal año 2007. Fuente: Elaboración propia.

• Año 2010

Para el año 2010 se puede observar el crecimiento de infraestructura dentro del humedal sector Guaymaral. En el costado occidental de la Avenida Paseo Los Libertadores se observan nuevos rellenos antrópicos dentro del área del humedal; adicionalmente a los costados occidental, oriental y norte del humedal se evidencia el gran crecimiento de casas, conjuntos y centros educativos en el área. Las quebradas, a diferencia del año 2007, no presentan cambios significativos. Lo descrito anteriormente se muestra en la Figura 2-137

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

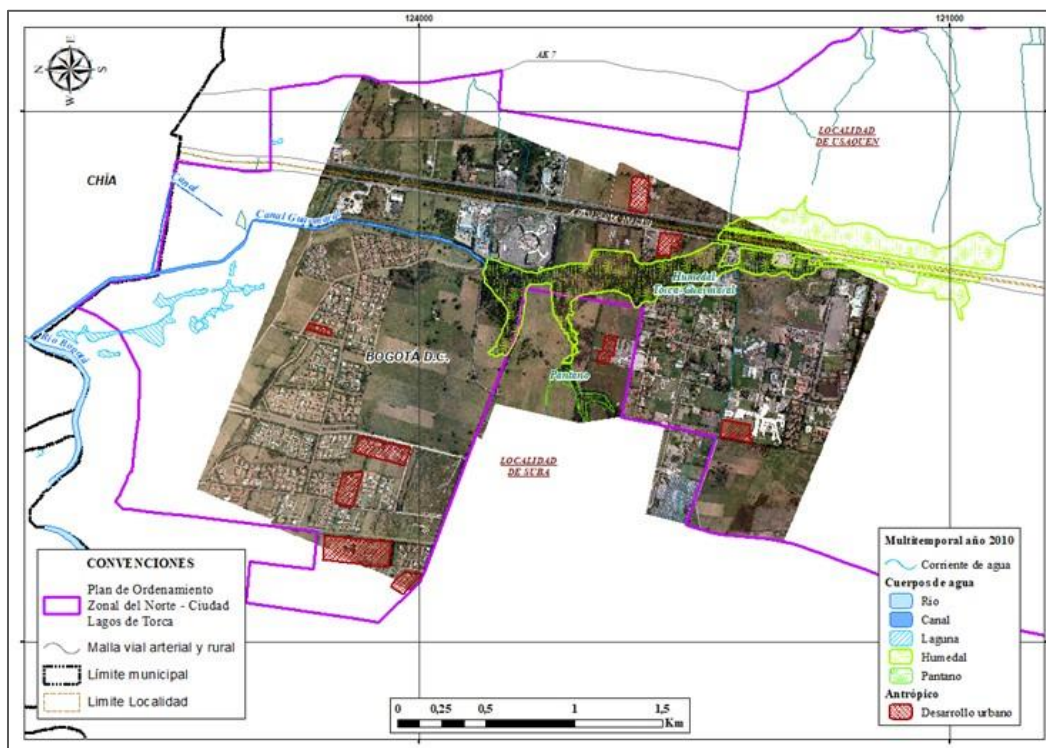


Figura 2- 137. Análisis multitemporal año 2010. Fuente: Elaboración propia.

• Año 2014

Para el año 2014 se observa que el desarrollo urbano sigue incrementando; parte del humedal se ve limitado por algunos predios privados en el sector occidental. Las quebradas Aguas Calientes, Patiño, La Floresta, Novita y Torca siguen sus cursos canalizados, por lo que no han tenido ningún cambio; estos desembocan al canal de Guaymaral (Figura 2-138). En el sector oriental se observa un crecimiento de infraestructura, razón por la cual, áreas que anteriormente eran pastos limpios ahora son rellenos antrópicos que impermeabilizan parte del suelo, afectando directamente áreas de recarga natural de los cuerpos de agua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

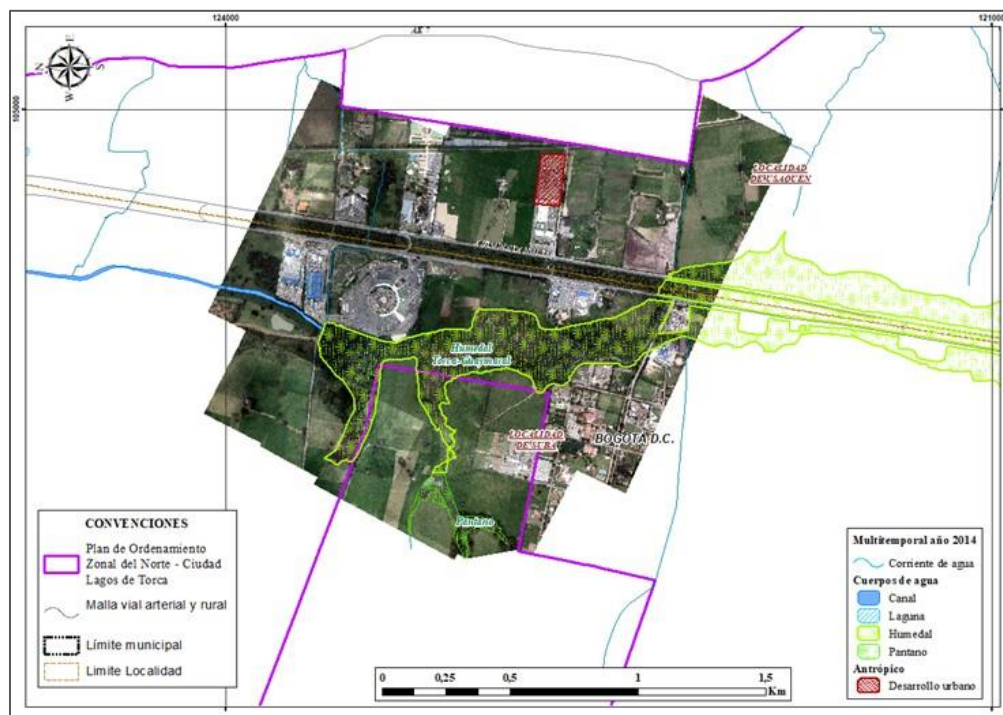


Figura 2- 138. Análisis multitemporal año 2014. Fuente: Elaboración propia.

• Año 2016

Para el año 2016 se observa que el crecimiento urbano es evidente: más áreas modifican el uso del suelo para sectores de comercio, viviendas y educación. Dentro de la planicie de inundación (Fpi) perteneciente al humedal sector Guaymaral se observan más construcciones que están afectando directamente este sistema. También es evidente que al sur de Bima se realizó un relleno antrópico, causando erosión antrópica en el área, dejando los suelos completamente desnudos y afectando las zonas de infiltración del humedal en esta zona (Figura 2-139).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

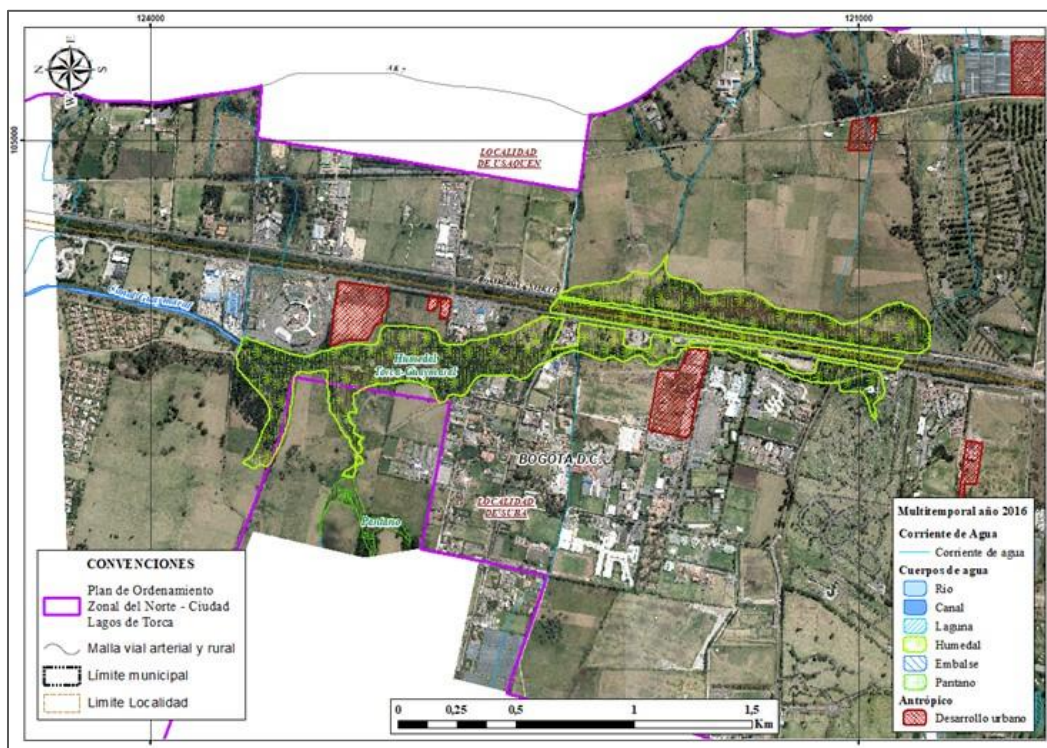


Figura 2- 139. Análisis multitemporal año 2016. Fuente: Elaboración propia.

- Año 2019**

Para el año 2019 se puede observar que las quebradas Aguas Calientes, Patiño, La Floresta, Novita y Torca no han sufrido alguna afectación debido a que, desde antes de 2004, se encuentran canalizadas y su curso se ha mantenido constante a lo largo del tiempo. También se observa que la quebrada San Juan presenta leves cambios de dirección en su curso, que hacen parte del comportamiento natural de la misma (Figura 2-140). En el sector norte del humedal se observa un gran crecimiento urbano, muchas parcelas fueron construidas. La planicie de inundación del humedal no ha sido afectada, manteniendo sus sectores verdes igual que el año 2016.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

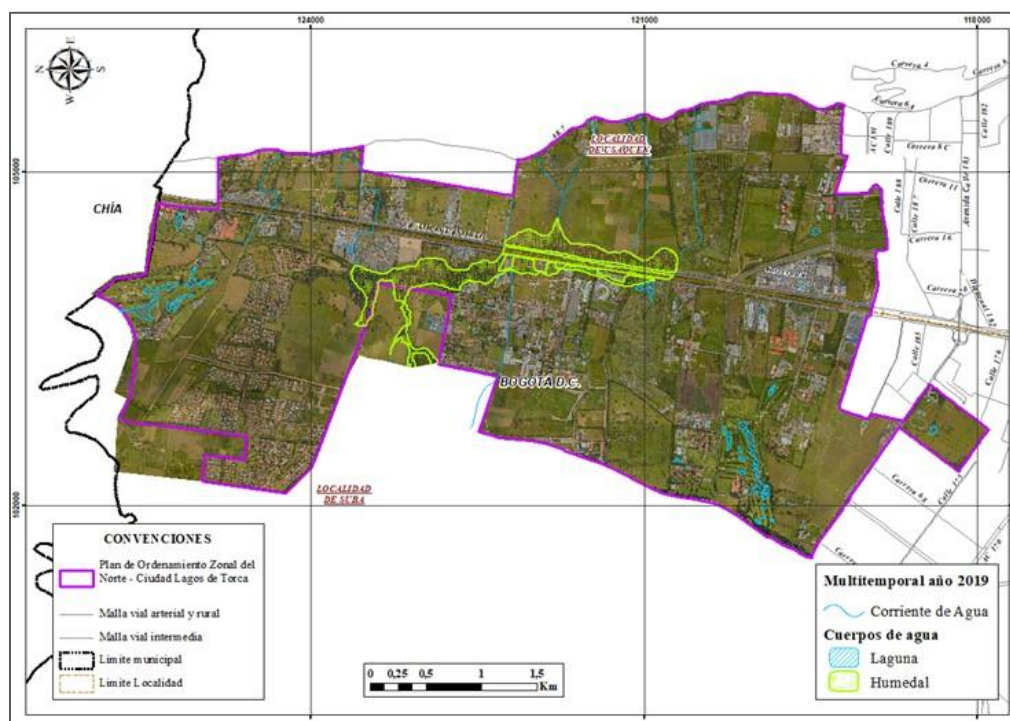


Figura 2- 140. Análisis multitemporal año 2019. Fuente: Elaboración propia.

Como complemento a este análisis, se tomó la Evaluación de los aspectos físico biótico, de la zona del humedal Guaymaral y su área aferente, ubicada entre las calles 234 y 222 sector Guaymaral y su fotointerpretación con los puntos más relevantes desde el año 1956.

- **AÑO 1956**

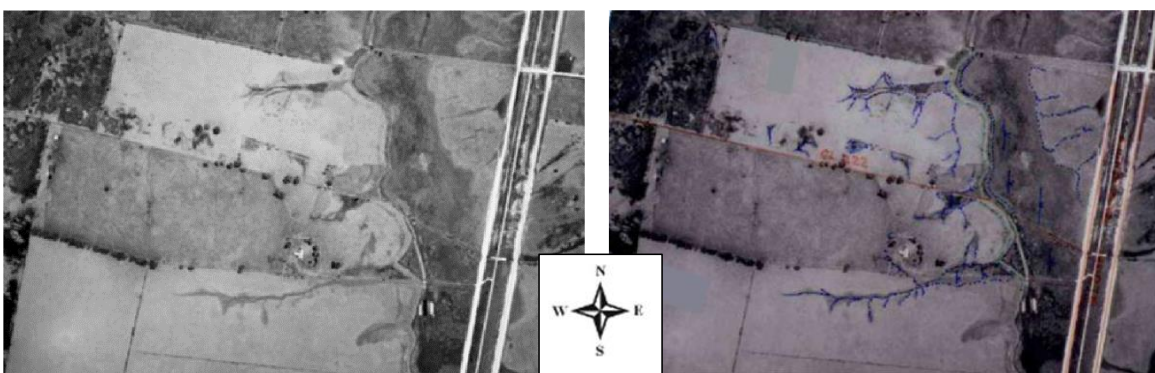
Se señalan los rasgos geomorfológicos del terreno en el área de los humedales, cuando aún no era evidente la intervención por urbanismo diferente a la construcción de la Autopista Norte

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



A la izquierda la fotografía aérea sin interpretación. En la imagen de la derecha, sector norte del tramo evaluado, aledaño al actual centro comercial BIMA. Se observa un canal que cruza el área anegable desde el borde occidental al oriental. La zona anegable al centro de la imagen la conforman sedimentos de la Formación Chía (Qch1), a los dos lados, terraza alta de sedimentos de la Formación Sabana (Qsa2). La convención en rojo indica escarpes de la terraza, de pendiente pronunciada hacia el humedal. Se observa un importante aporte por la vertiente occidental, también con condición de humedal, situación que persiste actualmente.

Figura 2- 141. Año 1956 C778 Foto 841. Fuente: SER-SDA, 2014.



A la izquierda la fotografía aérea sin interpretación. En la imagen de la derecha fotografía interpretada, del sector vecino a la calle 222, al occidente de la autopista norte. Los trazos verdes señalan los tramos de jarillón, a los dos lados del canal. Nótese el aporte de escorrentía superficial que se concentra en canalillos por la vertiente occidental.

Figura 2- 142. Año 1956 C778 Foto 842. Fuente: SER-SDA, 2014

• AÑO 1980.

La fotografía cubre el sector del humedal comprendido entre BIMA y la calle 209 aproximadamente. Se observa el establecimiento de urbanismo con alguna infraestructura vial y de edificaciones. El trazo a puntos verdes delimita el borde superior de la terraza alta,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

que permite identificar zonas bajas anegables que se observan secas, con algunos restos de humedad hacia el lado aguas abajo junto al humedal



A la izquierda la fotografía aérea sin interpretación. En la imagen de la derecha se ilustra la interpretación del sector comprendido entre el sur de BIMA (Calle 133) y la Calle 215. El trazo punteado verde delimita la parte alta, plana de la terraza alta, la convención en rojo señala los tramos del escarpe de la terraza con pendiente pronunciada hacia el vaso de agua. Aún para este año es evidente el aporte de agua de escorrentía superficial por la vertiente oriental, en contraste con la opuesta debido a su conformación morfológica de baja pendiente.

Figura 2- 143. Año 1980 C-1950 Foto 053. Fuente: SER-SDA, 2014

Entre el año 1956 y el año 1980, es evidente la desaparición de áreas anegables asociadas a los tributarios que se conectan al cuerpo principal por las dos vertientes, aun cuando se conservan las morfologías alargadas y estrechas en el terreno, que representan los estrechos que ocuparon esos cuerpos de agua. Es notorio el desecamiento del vaso de agua hacia el lado norte del sector de BIMA y el lado occidental de la autopista alrededor de la Calle 215.

En la fotointerpretación se observa una morfología de ladera ondulada con suave inclinación hacia el humedal, ladera que gana ángulo de inclinación hacia los flancos de las zonas deprimidas del terreno, antes de llegar al cuerpo de agua propiamente dicho.

Tal como se ha indicado anteriormente, sobre esta morfología de leve inclinación se presenta escorrentía superficial difusa, a excepción del límite norte del polígono en donde se observa un cauce bien definido que corresponde al actualmente llamado Canal Guaymaral.

Una vez identificada la evolución y dinámica y los procesos morfodinámicos en las geoformas asociadas a la Ronda Hídrica, se intentaron corroborar en los mapas escala

1:25.000 asociados a la geomorfología rural y urbana. Escala que no permite, a nivel urbano observar el máximo detalle ver figura 2-144 y Figura 2-145)

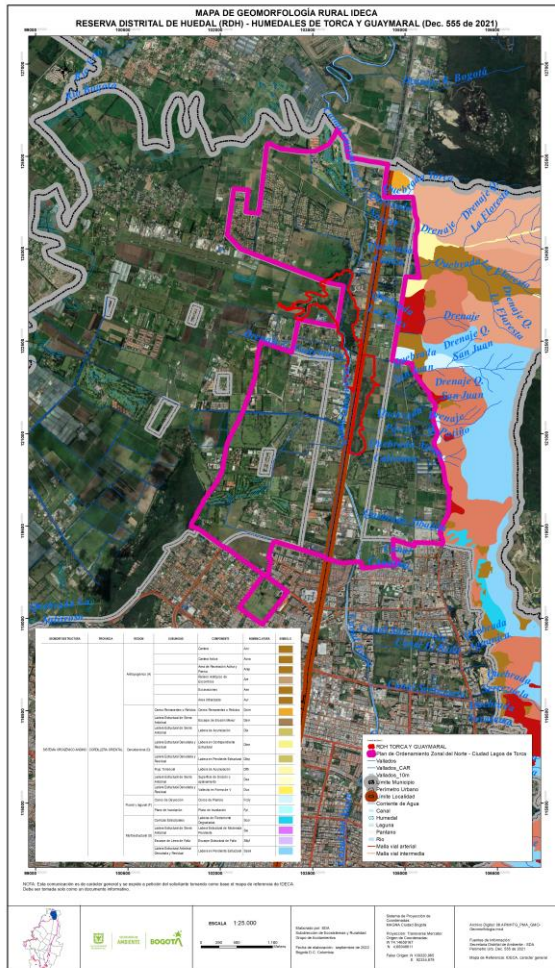


Figura 2- 144. Geomorfología asociada al área rural. Escala 1:25.000. Fuente: IDECA - 2022

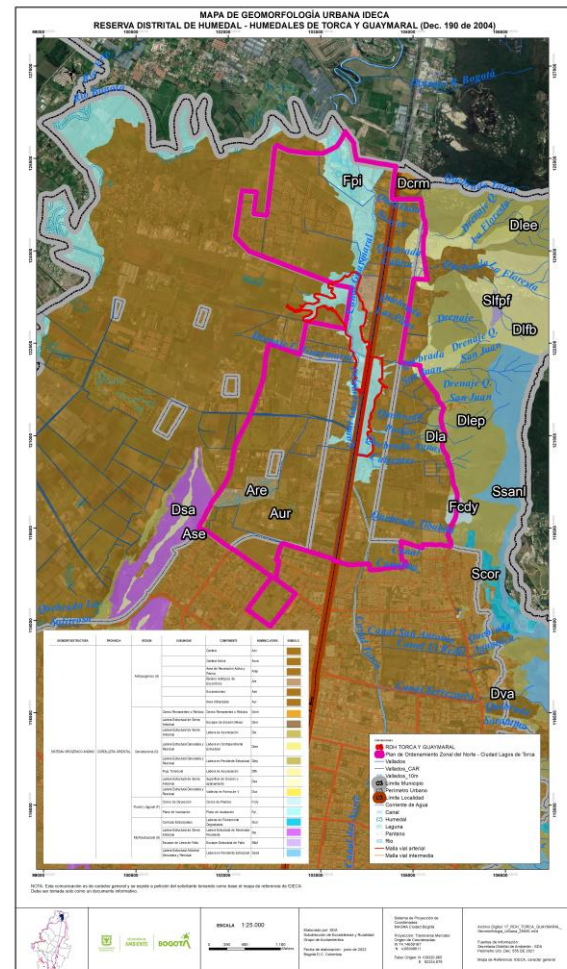


Figura 2- 145. Geomorfología asociada al área urbana. Escala 1:25.000. Fuente: IDECA - 2022

2.5.3.2.6.2 Quebradas

En los siguientes subnumerales se incluye la comparación de las quebradas entre la década de 1960 y la actualidad; lo anterior, con énfasis en cambios antrópicos; adicionalmente, se incluye un análisis de sedimentos.

- **Quebrada Aguas Calientes**

La quebrada Aguas Calientes presenta sedimentos con tamaño variado desde su lecho en el sector oriental hasta desembocar en el humedal sector Torca, en el sector occidental. Sus sedimentos provienen de la Cordillera Oriental; se observan sedimentos de diversos orígenes: rocas sedimentarias, rocas ígneas con vetilleos de 2 cm y algunas rocas máficas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

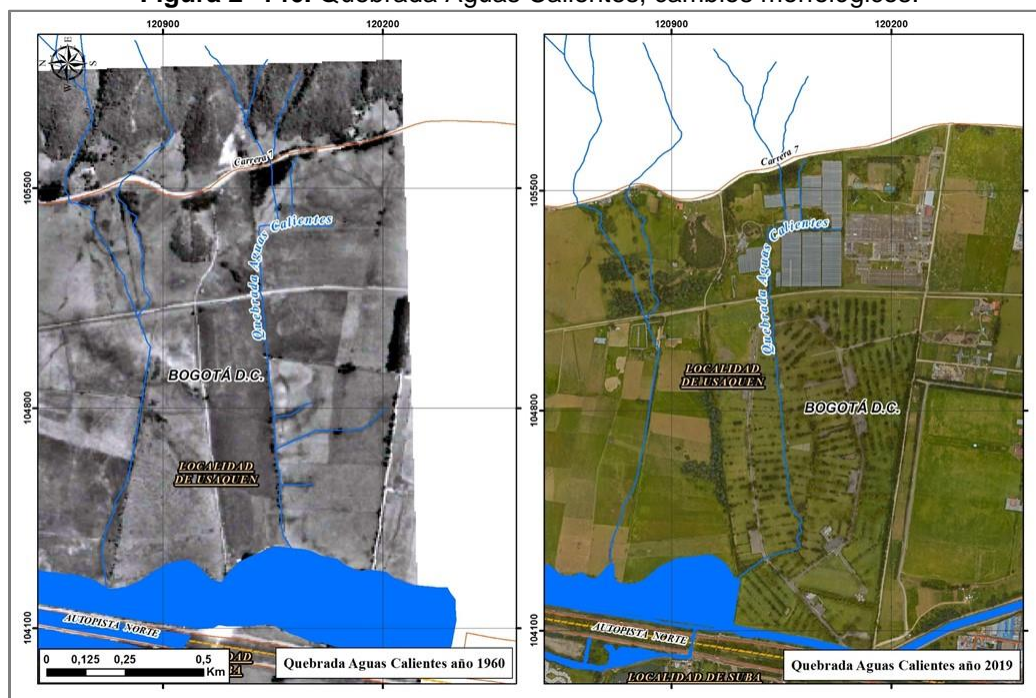
El tamaño de los clastos que contiene está quebrada en un 80% se encuentra entre 2 cm y 5 cm; aunque también presenta clastos de más de 30 cm, pero son pocos; estos son subangulares a subredondeados con poca esfericidad (Fotografía 2-27). Estos sedimentos provienen de las formaciones sedimentarias proximales encontradas en la Cordillera Oriental, que se desprendieron y fueron transportados mediante este cauce hasta donde se depositan.



Fotografía 2- 27. Quebrada Aguas Calientes.
Fuente: Elaboración propia.

En 1956 se observa que esta quebrada tenía tres afluentes naturales y se encontraba con su curso natural; para el año 2019 estos ya no existen y su cauce se encuentra canalizado dentro del Cementerio. Anteriormente el cauce presentaba una sinuosidad leve, la cual fue canalizada y controlada por obras antrópicas, Figura 2-146.

Figura 2- 146. Quebrada Aguas Calientes, cambios morfológicos.



Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Quebrada Patiño**

La quebrada Patiño se encuentra en el sector oriental del humedal sector Torca (Fotografía 2-28), presenta sedimentos con tamaño variado desde su lecho, y una matriz arcillosa con clastos que varían de tamaño hasta los 4 cm. El origen de sus sedimentos es variado; se observan sedimentarias e ígneas y, principalmente, areniscas compactas. También se observan algunas arcillas, pobremente seleccionadas, subredondeadas, elongadas y subesféricas, desde el inicio de la quebrada hasta su desembocadura en el humedal. Presenta una matriz arcillosa y ocasionalmente se observan clastos de más de 10 cm de ancho.



Fotografía 2- 28. Quebrada Patiño. Fuente: Elaboración propia.

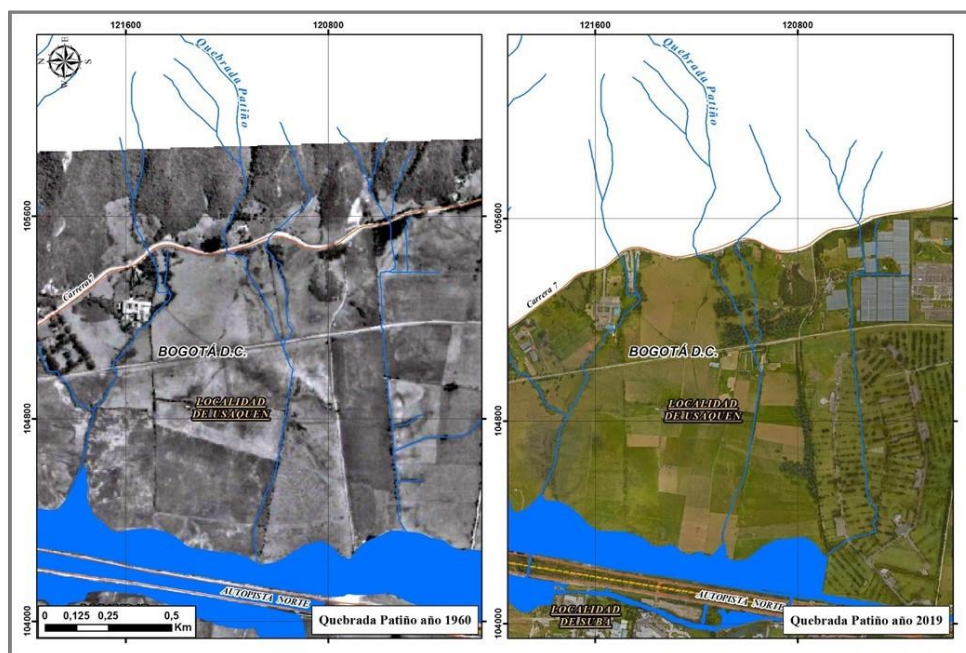


Figura 2- 147. Quebrada Patiño, cambios morfológicos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Desde 1956 hasta la fecha, esta quebrada ha sufrido ligeros cambios, como se puede observar en la Figura 2-147. Los principales cambios en la morfología se deben a la canalización de la quebrada sobre la vía del tren y algunas construcciones urbanas que están sobre su cauce.

- **Quebrada San Juan**

La quebrada San Juan presenta dos brazos que nacen en la Cordillera Oriental y se unen en la Sabana de Bogotá. Se pueden observar pequeños sedimentos de distinto origen que varían en tamaño hasta los 3 cm; son sedimentos pobremente seleccionados, subangulares y subredondeados que presentan una matriz arcillosa y ocasionalmente cantos de hasta 20 cm de diámetro angulares y subesféricos; su cauce no ha tenido modificaciones en los últimos años como se puede observar en la Fotografía 2-29.



Fotografía 2- 29. Quebrada San Juan.
Fuente: Elaboración propia.

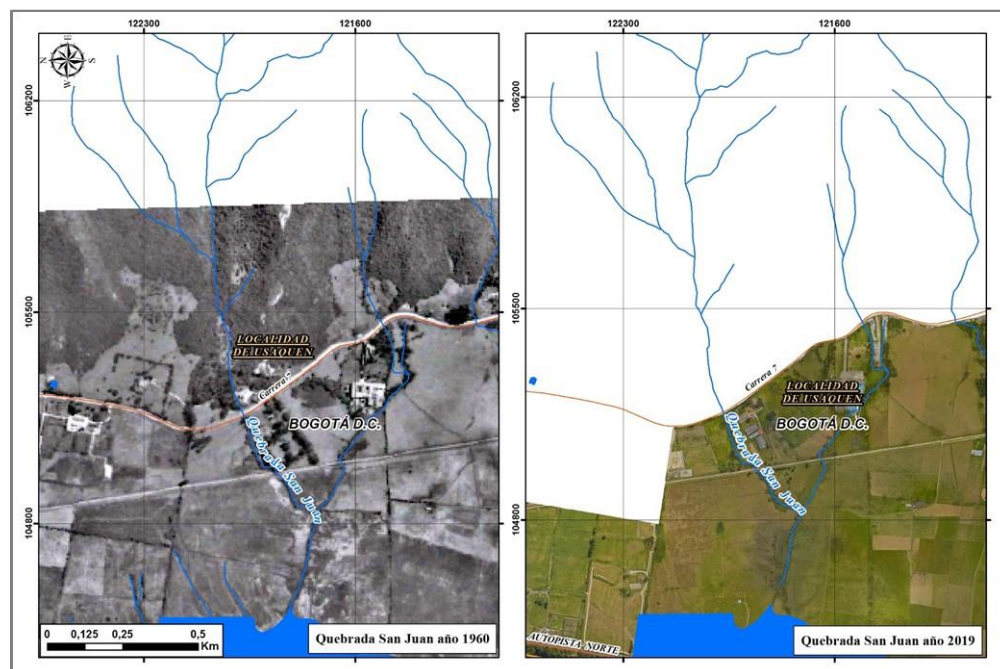


Figura 2- 148. Cambios morfológicos, quebrada San Juan. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

No obstante, para el año 2021 de acuerdo a evidencias de campo esta quebrada sufrió modificaciones (desviación del cauce) posterior al año 2019, razón por la cual en la anterior figura no se evidencia.

En la Figura 2-148 se observan los principales cambios antropogénicos que presenta este cauce y que se dan en el cruce con la vía férrea, donde se realizaron adecuaciones civiles para el cruce del mismo (Fotografía 2-29).

- **Quebrada La Floresta**

La quebrada La Floresta presenta una pendiente baja a muy baja. Se pueden observar sedimentos entre 1 cm y 2 cm de diversos orígenes; son sedimentos subredondeados a subesféricos. También se observan areniscas cuarzosas muy compactadas y algunos clastos ígneos. Dichos clastos son poligomicticos; ocasionalmente, al costado oriental de la Autopista Norte, se pueden observar de hasta 15 cm angulares y de poco transporte, lo que indica que el material de origen se encuentra cerca (rocas del grupo Guadalupe de los Cerros Orientales). El cauce se encuentra canalizado en el sector occidental en donde es evidente la falta de sedimentos y está bordeando el sector norte del BIMA hasta llegar al humedal sector Guaymaral (Fotografía 2-30 y 2-31).



Fotografía 2- 30. Quebrada La Floresta, costado occidental de la autopista norte, canalización paralela al centro comercial Bima. Fuente: Elaboración propia.

Este cauce originalmente atravesaba de oriente a occidente la ciudad, desde los Cerros Orientales hasta el humedal. En 1960 este no presentaba las canalizaciones que tiene ahora, y tenía dos afluentes en dirección SE-NW que con el paso del tiempo desaparecieron debido a construcciones antrópicas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa que el cauce original de la quebrada, en el sector occidental, se canalizó hacia el norte para que este no perdiera la conexión con el humedal sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 31. Quebrada La Floresta. Fuente: Elaboración propia.

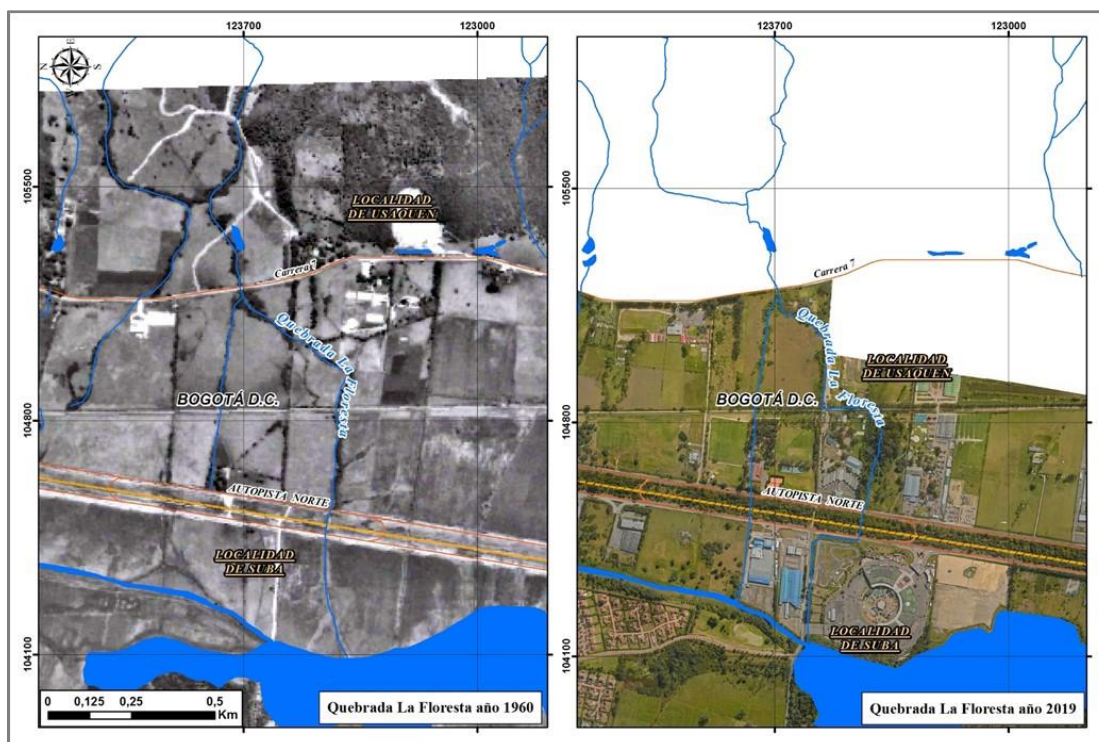


Figura 2- 149. Cambios morfológicos, quebrada La Floresta. Fuente: Elaboración propia.

- **Quebrada Torca**

Sobre la quebrada Torca, en el sector oriental de la Autopista Norte, se pueden observar algunos clastos de tamaños variados de hasta 3 cm de origen sedimentario; estos se encuentran sobre una matriz arcillosa y son pobremente seleccionados subesfericos y subredondeados. El cuerpo de agua se encuentra canalizado con pendientes bajas y caudales muy bajos; el ancho de esta canalización varía entre 0,5 y 1 m (Fotografía 2-32).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 32. Canalización quebrada Torca.
Fuente: Elaboración propia.

Entre 1956 y 2019 se observa que hubo un cambio en la dinámica fluvial ya que al occidente de la Autopista Norte se canalizo la quebrada, cambiando sus propiedades iniciales y condiciones hidráulicas, y su rata de sedimentación. Además, en el sector del Club Cafam se encuentra un box que canaliza la quebrada por debajo de una cancha de fútbol, como se observar en la Figura 2-150. Anteriormente, esta quebrada, en el sector occidental, no tenía ninguna interacción antrópica.

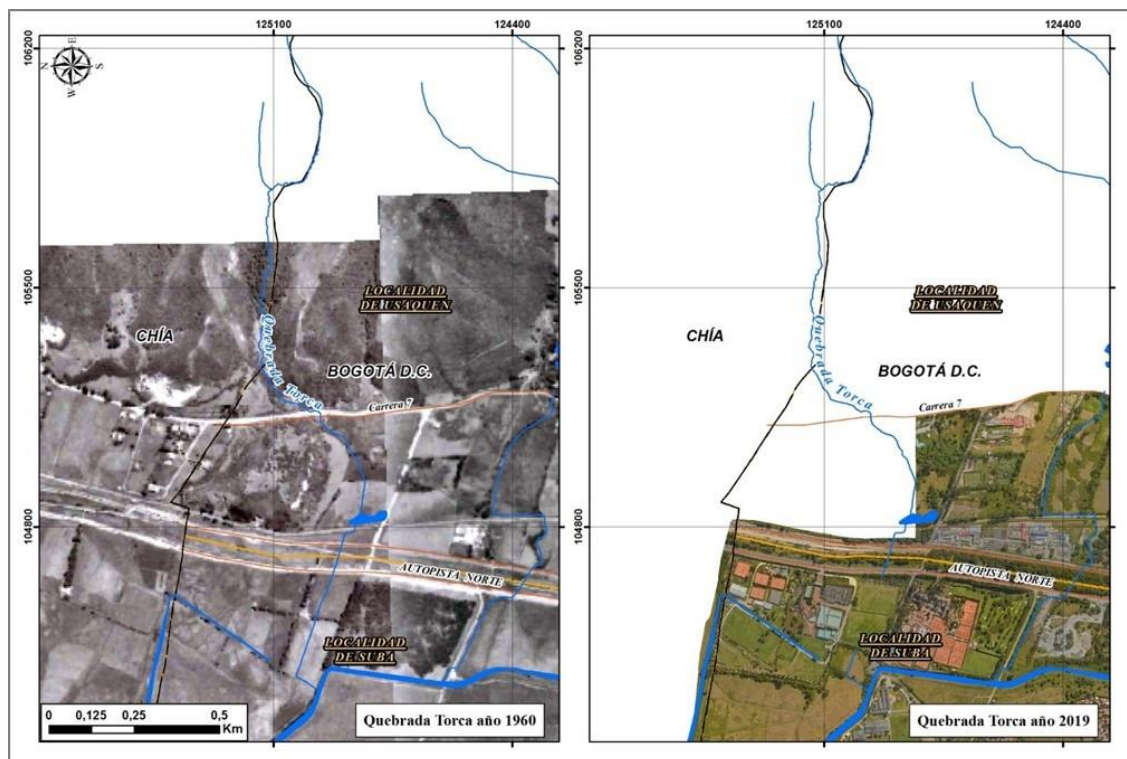


Figura 2- 150. Cambios morfológicos, quebrada Torca. Fuente: Elaboración propia.

- **Quebrada Canal Tibabita**

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Esta quebrada se encuentra canalizada desde su salida en la Cordillera Oriental hasta su desembocadura en el sector occidental hacia el canal de Torca. Sus sedimentos están restringidos a la canalización del cauce; en la parte proximal de la zona montañosa se observan sedimentos que varían de tamaño entre 3 y 5 cm, son pobremente seleccionados, subangulares y subesféricos, y de origen sedimentario (Grupo Guadalupe). En la Figura 2-151 se observa que entre 1956 y 2019, el cauce de la quebrada ha sido fuertemente modificado y canalizado para uso de estas áreas. En 1956, se observaba que el cauce presentaba una sinuosidad leve hacia el sector occidental de la vía férrea, mientras que, en el sector oriental de esta, se ve el recorrido original del cauce. Actualmente la quebrada está canalizada.

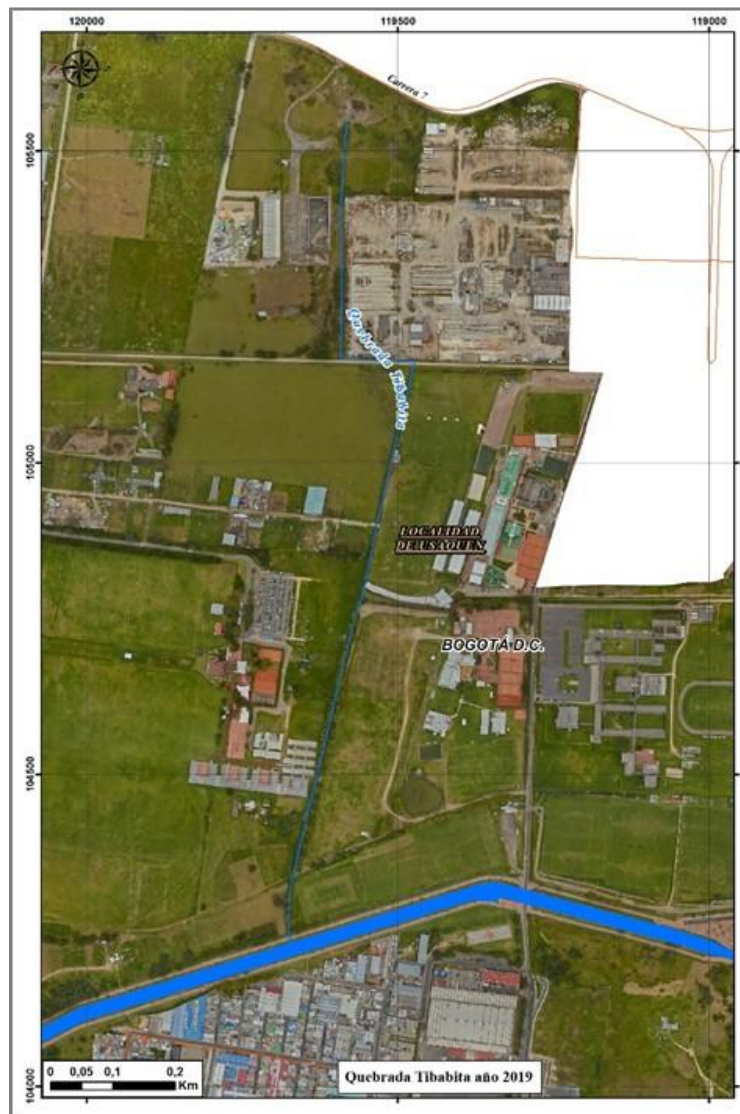


Figura 2- 151. Cambios morfológicos, quebrada Canal Tibabita. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Quebrada Novita**

La quebrada Novita presenta sedimentos que varían de tamaño y son de origen sedimentario. Se pueden observar clastos que varían entre 1 a 2 cm aproximadamente el 60% de los mismos, y sobre el cauce clastos de 15 a 20 cm de origen sedimentario continental y marino; estos clastos se encuentran imbuidos en una matriz arcillosa. Esta quebrada presenta varios cambios desde su origen en la Cordillera Oriental; el primero de ellos es que el cauce en la vía férrea donde se movió 10 m aproximadamente, y, el segundo, cuando se realizó una pequeña canalización sobre éste Fotografía 2-33. A pesar de que estos cambios morfológicos son notorios, desde 1956 esta quebrada no ha sufrido más modificaciones, ver Figura 2-152.



Fotografía 2- 33. Quebrada Novita sobre el costado occidental de la autopista norte.
Fuente: Elaboración propia.

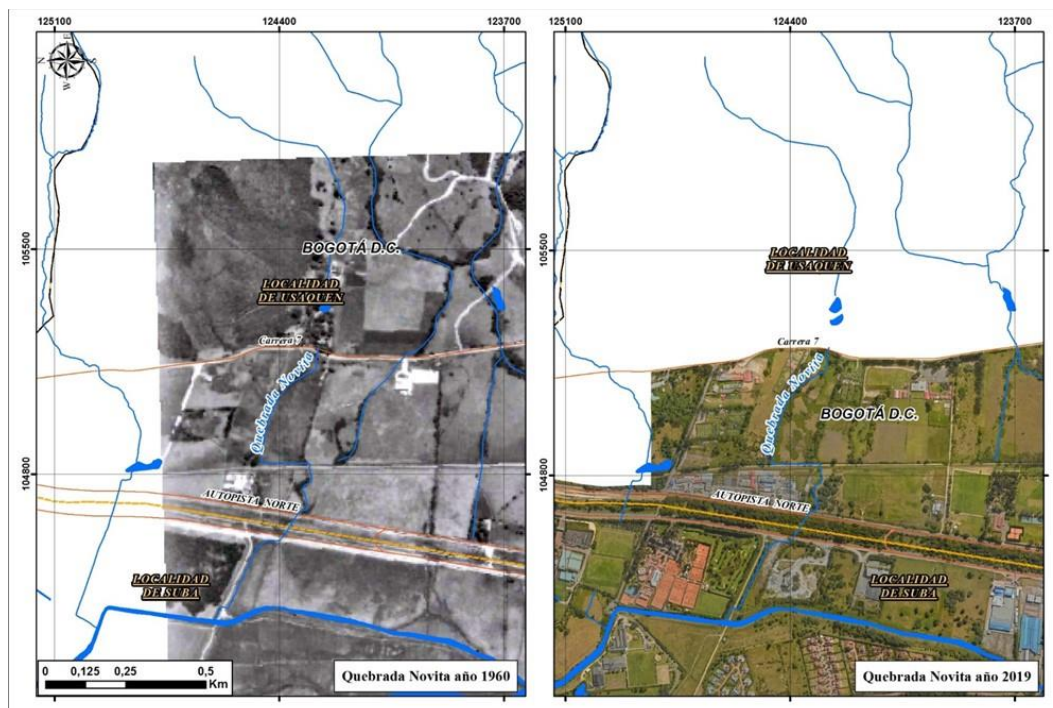


Figura 2- 152. Cambios morfológicos, quebrada Novita. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Quebrada Cañiza**

El cauce principal que viene de la Cordillera Oriental se divide en dos sobre la carrera Séptima, formando las quebradas Cañiza y La Floresta. La quebrada Cañiza tiene una pendiente baja y presenta sedimentos pequeños que han sufrido poco transporte, son subangulares y subredondeados entre 1 y 3 cm, y de origen continental. Esta quebrada pierde su curso después de la vía férrea, y no tiene continuidad hasta el humedal sector Torca, (ver Fotografía 2-34). En la Figura 2-153 se observan los cambios que ha sufrido: en la década de 1960 tenía su curso completo hasta el humedal, pero los primeros cambios por acción antrópica se dieron con la construcción de la Autopista Norte y la vía férrea. Actualmente ésta quebrada no tiene continuidad.



Fotografía 2- 34. Quebrada Cañiza sobre la carrera séptima.
Fuente: Elaboración propia.

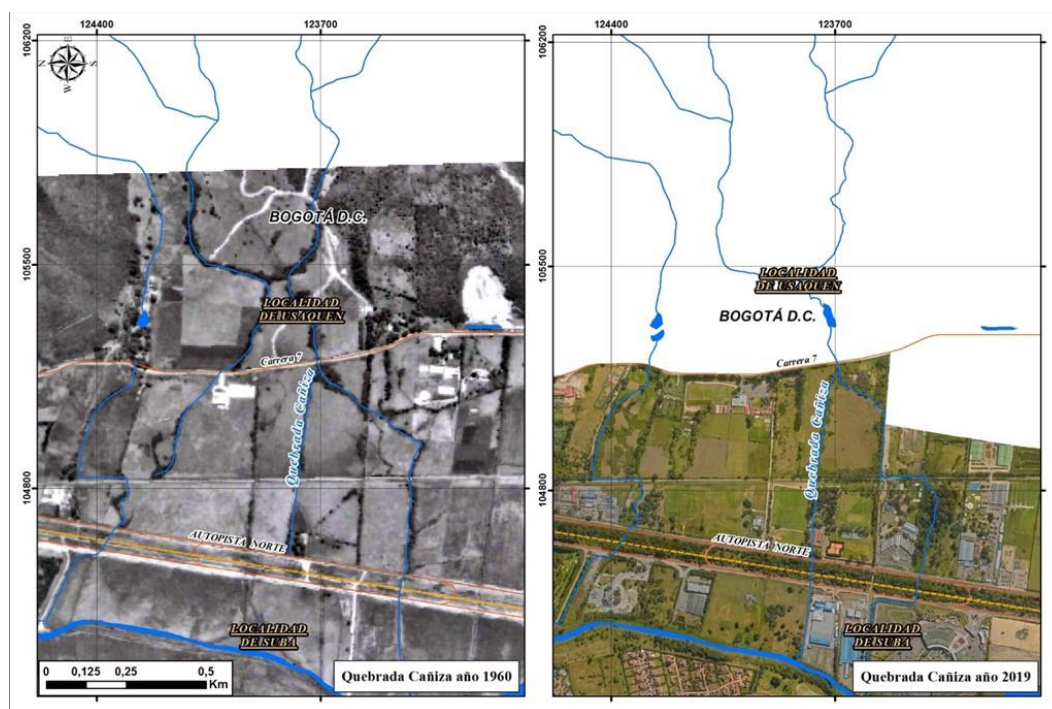


Figura 2- 153. Cambios morfológicos, quebrada Cañiza. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Quebrada Pilas**

Esta quebrada muestra sedimentos de tamaño pequeño de origen sedimentario, subangulares y subredondeados. Es una corriente con poca energía por lo cual el transporte de sedimentos no es de mucha distancia; los clastos en la parte proximal a la Cordillera son más grandes que hacia la planicie. En el sector oriental de la Autopista Norte, aunque se demarca un valle en forma de U en donde era el trazado original de la quebrada, al momento de la visita de campo se encontraba con poca agua debido al tiempo seco, ver Fotografía 2-35. Esta quebrada ha sufrido muchos cambios a nivel general: se realizaron construcciones sobre el cauce natural por debajo de la carrera Séptima, en donde está canalizada hasta la vía férrea; después de esta, siguiendo su curso, se aprecia que el aporte de sedimentos es casi nulo. Estas construcciones afectaron la quebrada de manera directa ver Figura 2-154.

Fotografía 2- 35. Zona inundable aledaña, al trazado original de la quebrada Pilas.



Fuente: Elaboración propia.

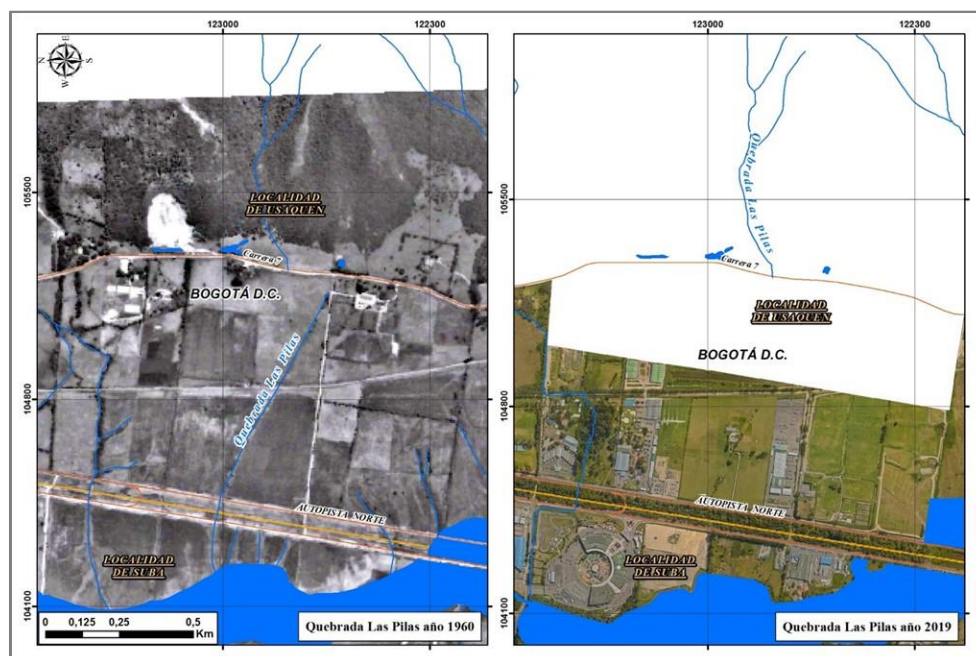


Figura 2- 154. Cambios Morfológicos, quebrada Pilas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.3 HIDROGEOLOGÍA

Teniendo en cuenta el modelo hidrogeológico, dentro del contrato de actualización de los diseños conceptuales del Borde Norte (Ver Anexo E – E1 Modelo Hidrogeológico – 1. Producto 3), a continuación, se presenta la caracterización del componente hidrogeológico para el área de estudio.

El desarrollo y análisis del modelo hidrogeológico (realizado por Elaboración propia), principalmente se evaluó el comportamiento de los niveles medidos en la red de piezómetros existentes en el área de estudio. Esta red cuenta con el inventario de 44 piezómetros de los cuales 17 fueron monitoreados en seis campañas, registrando niveles de la tabla de agua mediante sonda eléctrica a través de equipos Diver. Dicha información permitió conocer la dinámica hídrica subterránea de las capas más someras. El monitoreo de niveles piezométricos fue un insumo para desarrollar tanto el modelo conceptual como numérico.

Es importante resaltar que además de los niveles medidos en los piezómetros, se adelantaron monitoreos fisicoquímicos en varios de ellos, correlaciones litológicas a partir de los diferentes registros geológicos, geotécnicos y registros eléctricos, los cuales también hacen parte de la evaluación hidrogeológica.

El modelo hidrogeológico conceptual realizado dentro del alcance del estudio indicado reúne la evaluación de diversas variables (niveles de la tabla de agua, registros fisicoquímicos, geofísicos, análisis hidrológico, red de flujo entre otros), las cuales permiten la identificación de los sistemas acuíferos de la zona, así como los rasgos geométricos (extensión, distribución, espesores), y zonas de recarga potencial. El área estudiada corresponde a un acuífero somero tipo libre, asociado a la Formación Sabana las cual en los 15 metros de exploración es principalmente arcillosos con intercalaciones de algunos lentes arenosos.

Teniendo en cuenta las condiciones hidroestratigráficas presentadas, se evaluaron las condiciones hidráulicas del acuífero somero con el fin de conocer la capacidad del agua a circular a través de las diferentes capas que, aunque de poco espesor son objeto de análisis en la zona. Lo anterior, mediante ensayos Slug y de carga hidráulica, donde de acuerdo con los cálculos hidrogeológicos el acuífero somero en el área estudiada se clasifica entre buen acuífero, acuífero pobre y acuitardo, asociado a la intercalación de material hallado en la zona. Toda esta evaluación se llevó a cabo con el fin de conocer la dinámica hídrica subterránea y su interacción con los sistemas superficiales.

2.5.3.3.1 Información antecedente del Modelo hidrogeológico conceptual

En este numeral se relaciona una descripción general de los modelos hidrogeológicos que han caracterizado la zona de la Sabana de Bogotá, esto con el fin de generar un concepto generalizado de los procesos que han tenido lugar y han transformado los sistemas hidrogeológicos a nivel de la Sabana.

Acorde con el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del distrito capital, Convenio de asociación No SDA-CV 20161264

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

(Secretaría Distrital de Ambiente, 2018), el acuífero de Bogotá D.C., en particular representa un acuífero urbano de gran complejidad, en el que, para llegar a un modelo conceptual adecuado, es requerido considerar los procesos particulares que suceden en acuíferos someros que se extienden bajo un área urbanizada. Estos procesos son afectados por las intervenciones que se realizan en el subsuelo, como la instalación de infraestructura de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía), la construcción de obras subterráneas, la extracción de agua subterránea en la construcción de sótanos, el cambio del material de los primeros metros para construcción de la malla vial.

Este modelo de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) representa entonces, uno de los primeros ejercicios de investigación desarrollados en el país, que busca contribuir al conocimiento y entendimiento de los procesos que tienen lugar en los acuíferos urbanos, en particular, en los acuíferos someros. Los resultados esperados en este proyecto son muy atractivos de cara a los retos que el país afronta en la urbanización de ciudades intermedias, y renovación urbanística de las ciudades principales. Siempre garantizando una mejor calidad de vida para sus habitantes.

La sabana de Bogotá, que comprende la cuenca alta del río Bogotá y el área del Distrito Capital, es la región más industrializada y poblada de Colombia. Muchas de sus industrias y virtualmente todos los cultivos de flores están soportados por extracciones de agua subterránea. Algunos municipios hacen uso extensivo de este recurso para suministro potable. Desde los años 80-90, paralelamente al desarrollo agroindustrial, en los principales acuíferos de esta región se han registrado importantes descensos de los niveles piezométricos, que han llevado a varios expertos a concluir que se está utilizando más agua de la que se recarga y que, en algunos sectores, se deberían limitar futuros aprovechamientos de los acuíferos. Sin embargo, históricamente se han generado opiniones contrastantes sobre el tema de la recarga, cuyas estimaciones han variado por más de un orden de magnitud (desde aproximadamente 0 a 132 mm/año).

De las primeras aproximaciones para la caracterización hidrogeológica fueron los estudios adelantados en datación del Agua Subterránea en la Sabana de Bogotá y Sus Implicaciones Hidrogeológicas. Geología Colombiana No. 15 (Rodríguez C. , 1986). Rodríguez parte del análisis del balance hídrico anual, que arroja un resultado de infiltración próxima a cero, para inferir que la cuenca de la sabana de Bogotá es una cuenca hidrogeológica cerrada, que no tiene ni entradas ni salidas de agua subterránea. Sin embargo, reconoce que los ríos y quebradas del área pueden recibir caudal base (ver Figura 2-155).

Analizando los resultados de isótopos radioactivos (C-14 y Tritio) en muestras de aguas subterráneas tomadas de diferentes pozos de la sabana de Bogotá, se reportan edades del agua subterráneas de hasta varios miles de años (rango: agua moderna – 17,382 años basado en el método de Vogel). Los valores de infiltración, estimados mediante las edades del agua basadas en C-14, la profundidad de la muestra y la porosidad de la roca, resultan ser de unos pocos mm/año, excepto por dos pozos en las zonas de Madrid y Bojacá donde se reportan infiltraciones de 26 y 59 mm/año, respectivamente. Se observa que estos dos pozos se encuentran cerca de los cerros de Madrid y cerca de los cerros occidentales, potenciales zonas de recarga. Rodríguez afirma que las elevadas edades de algunos pozos que captan el Complejo Acuífero Guadalupe y ubicados cerca de la zona de recarga (i.e. pozo Madrid y Cartagenita con edades de aproximadamente 8,000 y 17,000 años), indican

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

que no hay recarga reciente debido a que no hay flujo en este acuífero y que se encuentra saturado desde hace miles de años.

Adicionalmente, el autor reporta que todas las muestras de agua tomadas de la Formación Sabana (Cuaternario) presentan edades mayores a 5,000 años y sugiere que son sistemas acuíferos con recarga muy limitada. El reporte concluye que los acuíferos de la sabana de Bogotá están conformados por agua relativamente vieja y que la recarga a estos sistemas no es substancial.

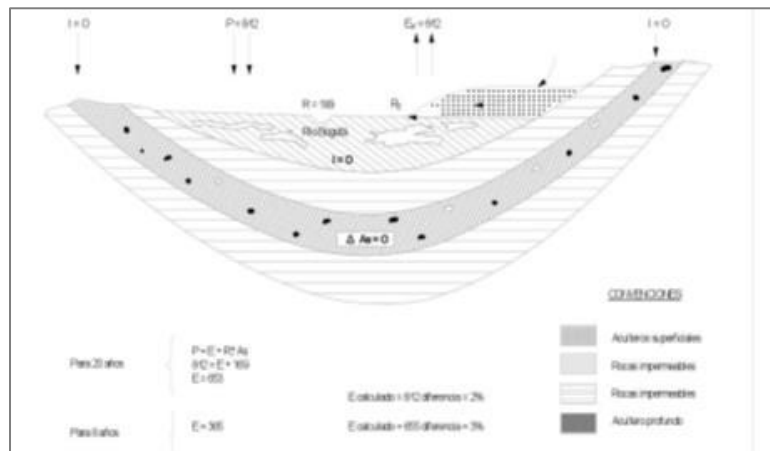


Figura 2- 155. Esquema conceptual del balance hídrico.

Fuente: Agua Subterránea en la Sabana de Bogotá y Sus Implicaciones Hidrogeológicas. Geología Colombiana No. 15 (Rodríguez C. , 1986).

Otro estudio más reciente es el de Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana. VII Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Sociedad Colombiana de Geotecnia (Lobo-Guerrero Uscátegui, 1992). En este artículo Lobo-Guerrero resalta el problema de la sobreexplotación de los acuíferos, evidente en muchos sectores de la región que presentan descensos en los niveles piezométricos entre 3 y 5 m/año, causada por una tasa de bombeo total superior a la recarga del sistema acuífero. Estos fenómenos son observados no solamente en los depósitos no consolidados de la Formación Sabana sino también en el Acuífero Guadalupe. El autor no comparte el modelo conceptual de Rodríguez (1986), el cual asume que no hay recarga en los acuíferos de la sabana de Bogotá y que el acuífero Guadalupe sigue saturado de agua. El argumento contra Rodríguez sería que los niveles se están bajando rápidamente en ambos acuíferos y por lo tanto estos no siguen completamente saturados de agua. Adicionalmente, este descenso regional de los niveles estaría causando problemas de hundimiento de los suelos que afectan las construcciones y las vías.

En este trabajo Lobo-Guerrero presenta un corte hidrogeológico esquemático de la sabana de Bogotá (Figura 2-156), donde se observa que existen flujos ascendentes desde las formaciones cretácicas hacia la parte basal de los depósitos no consolidados o poco consolidados de las formaciones del Neógeno-Cuaternario. Se nota como el nivel

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

piezométrico del período preindustrial haya disminuido como consecuencia de la extracción de las aguas subterráneas.

Las principales áreas de recarga de los depósitos cuaternarios eran [y potencialmente son] los abanicos aluviales presentes en las zonas de piedemonte, sin embargo, Lobo-Guerrero considera que con la progresiva urbanización e impermeabilización de la ciudad el rol de recarga de estas franjas ha venido disminuyendo.

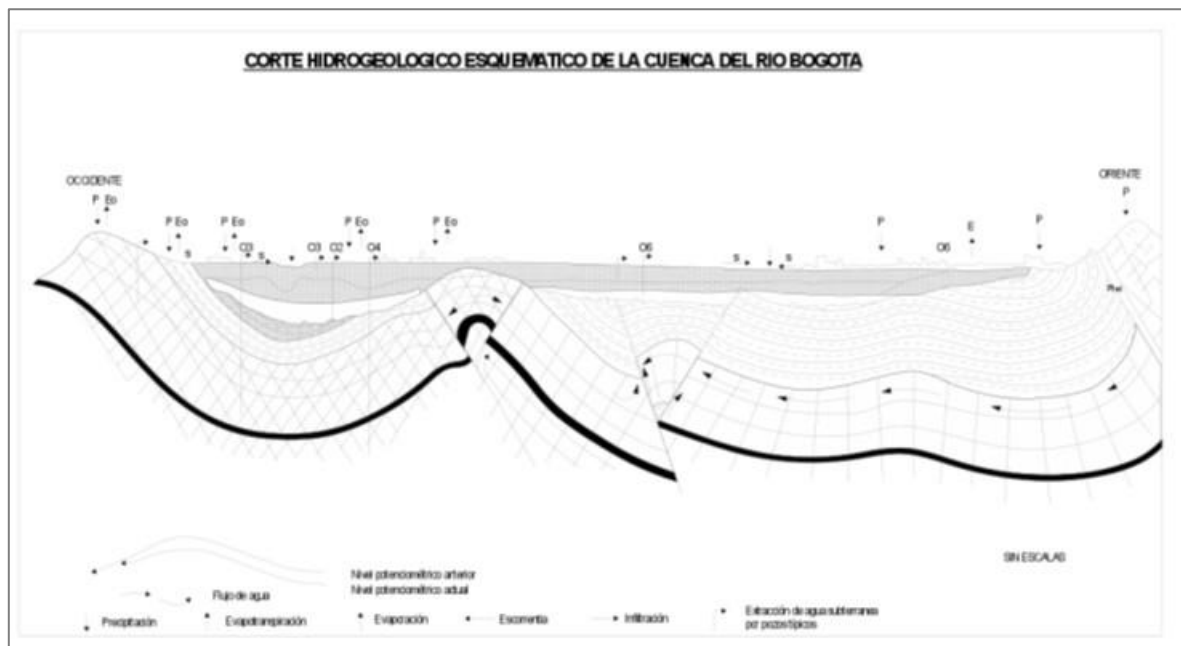


Figura 2- 156. Corte hidrogeológico esquemático de la sabana de Bogotá.

Fuente: Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana (Lobo-Guerrero Uscátegui, 1992).

Seguido de este, tenemos como nuevo aporte la Elaboración del modelo hidrogeológico para los acuíferos de Santa Fe de Bogotá, D.C. Informe Final (PNUD-DAMA-Hidrogeocol, 1999). El objetivo de este estudio fue elaborar el modelo hidrogeológico conceptual y numérico del área de jurisdicción del DAMA (hoy SDA), sin embargo, la firma consultora Hidrogeocol analizó una zona más grande (2184 km²) para tener en cuenta los aspectos hidrogeológicos regionales. El modelo geológico desarrollado por Hidrogeocol subdivide el área de estudio en 12 bloques tectónicos delimitados por fallas longitudinales y transversales, que pueden comportarse como barreras impermeables o facilitar el flujo de agua a través de ellas. El balance hídrico sugiere que en el área de Bogotá la recarga real y los bombeos de agua subterránea son similares, ambos del orden de 1 m³/s, siendo la recarga potencial del orden de 2 m³/s.

La calibración del modelo numérico en estado estacionario (antes de la explotación) se realizó asumiendo que la tabla de agua estuviera cerca de la superficie, mientras que la calibración en estado transitorio se apoyó en datos esporádicos de pozos, aparentemente debido a la falta de una red de monitoreo de agua subterránea. Hidrogeocol considera que

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

los descensos pronunciados de niveles piezométricos que se observan en muchos pozos se pueden explicar con la recarga pequeña, las bajas a media permeabilidades de los acuíferos y su bajo coeficiente de almacenamiento.

Las simulaciones numéricas sugieren que los tiempos de tránsito desde la zona de recarga hasta la ciudad son del orden de 10,000 años [lo cual sugiere que agua subterránea con miles de años no necesariamente implica que esta no se mueva, es decir que no haya flujo en el acuífero según el modelo de Rodríguez (1986)]. Hidrogeocol sugiere que para profundidades mayores a 600m (Acuífero Guadalupe) aún se podría bombear un caudal adicional de 0.5 m³/s, llegando a un total de extracción de 1.5 m³/s.

Posteriormente se presenta la Caracterización Geoquímica e Isotópica de los Acuíferos de la Cuenca Alta de la Sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2001). En este estudio se reportan los resultados de un convenio de cooperación entre INGEOMINAS (hoy en día Servicio Geológico Colombiano) y la CAR para analizar la hidrogeoquímica (iones mayoritarios) e isotopía (isótopos estables y radioisótopos) de diferentes componentes del ciclo hidrológico en la sabana de Bogotá. Se analizaron muestras tomadas de 95 pozos representativos de los diferentes acuíferos de la región, además se tomaron muestras de lluvia, manantiales, ríos y lagunas. En las zonas de recarga del acuífero Guadalupe, así como en los depósitos cuaternarios de piedemonte prevalecen las facies bicarbonatadas-cálcicas (Ca-HCO₃), mientras que en los pozos profundos del Guadalupe cubiertos por sedimentos cuaternarios y en los mismos sedimentos fluvio-lacustres predominan las facies bicarbonatadas-sódicas (Na-HCO₃). En algunos manantiales con flujos profundos se presentan aguas cloruradas-sódicas (Na-Cl), por ejemplo, en el manantial de Tabio que presenta además temperaturas mayores a 40°C, y cuya alimentación está posiblemente relacionada con flujos salinos profundos procedentes de la Formación Chipaque (Cretácico Inferior) que aflora en los alrededores. A lo largo del flujo [sectores profundos del acuífero] predomina un ambiente reductor, con presencia de hierro disuelto, sulfatos y manganeso disuelto.

- **Modelo hidrogeológico conceptual general**

Realizando un perfil NE-SW regional de la Sabana De Bogotá, se observa que el área de estudiada adena a los humedales de Torca y Guaymaral; se localiza sobre la Formación Sabana, suprayaciendo el sinclinal de Bogotá asociado a unidades de edad Cretácico superior – Paleógeno, por otro lado, es evidente el acunamiento de la Formación Sabana al E del área de estudio, coherente con lo reportado al espesor de la Formación Sabana para el área de estudio (170 m) (Ver Figura 2-157).

La Formación Sabana está compuesta por intercalaciones de arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas, arenas, en general se trata de una unidad no consolidada de capas plano-paralelas. Según estudios de Geofísica realizados, se reporta un espesor de la formación de 170 m, sin embargo, al centro de la cuenca (Funza) reportan espesores de 320 m.

La Formación Sabana conforma un acuífero multicapa que caracteriza la zona de estudio y está definido por valores de conductividad hidráulica que varían entre permeables a poco permeables encontrándose acuíferos libres a confinados. Esta formación es de extensión regional, está conformada por arcillas orgánicas, turbas, arcillas limo arenosas y arenas (arcillosas) intercaladas. El acuífero reporta un espesor máximo de 320 m, transmisividades

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

(T) entre 30 y 204 m²/d y permeabilidades (K) de 1 a 4 m/d (Valores obtenidos de la base de datos de pozos. PUJ-SDA, 2018).

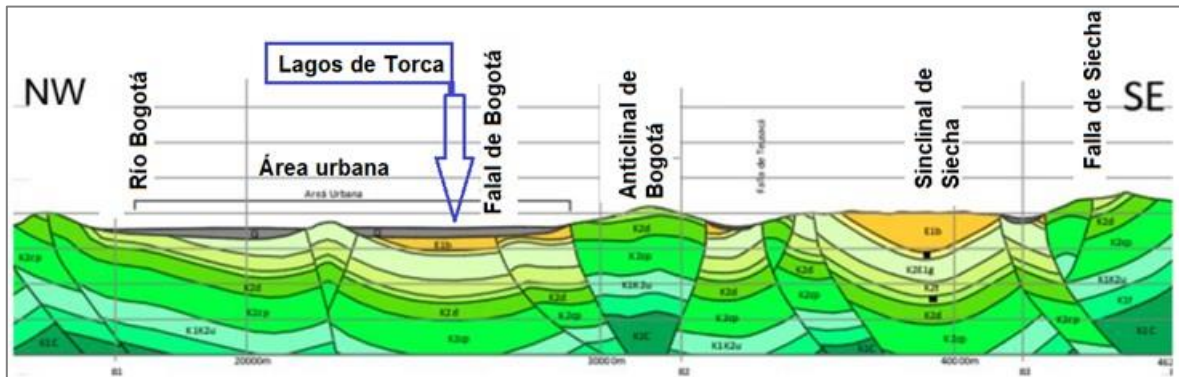


Figura 2- 157. Perfil Geológico NW – SE. Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018).

Las direcciones de flujo sugieren una dirección preferencial SE - NW con mayor componente al W, constituyendo los humedales de Torca y Guaymaral; una zona de descarga, se presentan facies hidrogeoquímicas Bicarbonatadas Sódicas (Na-HCO₃), seguidas por las Bicarbonatadas Cálcicas (Ca-Na-HCO₃) y unas pocas muestras Sulfatadas Sódicas (Na-SO₄), que sugieren un tiempo corto a moderado (pueden variar de días meses hasta años de residencia) conformando una zona de tránsito con dirección SE-NW como lo sugieren las direcciones de flujo.

El Acuífero de la Formación Sabana de extensión regional libre a semiconfinado (se sugiere realizar pruebas de bombeo 72 h y determinar parámetros hidráulicos que permitan establecer el tipo de acuífero en el área de estudio), se extiende a lo largo de la Sabana de Bogotá, es un acuífero multicapa de extensión regional, según estudios de Geofísica realizados, para este se reporta un espesor de 170 m, sin embargo al centro de la cuenca (Funza) se reportan espesores de 320 m, está compuesto por intercalaciones de arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas, arenas, en general se trata de una unidad no consolidada de capas plano paralelas, las direcciones de flujo sugieren una dirección preferencial SE - NW con mayor componente al W, constituyendo el área de estudio una zona de descarga, se presentan facies hidrogeoquímicas Bicarbonatadas Sódicas (Na-HCO₃), seguidas por las Bicarbonatadas Cálcicas (Ca-Na-HCO₃) y unas pocas muestras Sulfatadas Sódicas (Na-SO₄), que sugieren un tiempo corto a moderado (pueden variar de días meses hasta años de residencia) conformando una zona de tránsito con dirección SE-NW como lo sugieren las direcciones de flujo, (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018).

El producto del volumen de la zona no saturada y la porosidad efectiva, obedece al volumen de agua que puede ingresar al sistema antes de saturar el acuífero de la Formación Sabana, este volumen se estimó a partir del área del proyecto (18717500 m²) y el espesor promedio de la zona no saturada la cual corresponde al valor medio del nivel freático (1,52 m), la porosidad efectiva con la que se realizó este cálculo obedece a lo reportado por Sanders (Sanders, 1998) y las observaciones realizadas de los registros de perforación realizados para la construcción de los piezómetros se tomó el menor valor para simular el escenario más crítico (porosidad efectiva de 0.1). Respecto a lo anterior el volumen libre en la zona no saturada corresponde a 2845060m³ (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Acorde con lo descrito anteriormente, asociado a una descripción regional, a continuación, se presenta el análisis detallado de la zona, cuya información de insumo como piezómetros (monitoreo de niveles y red piezométrica instalada en el 2019) y datos de calidad del agua corresponde a los ensayos y prueba realizadas en el año 2019, con posterior análisis e interpretación de información a escala detallada y modelos refinados.

2.5.3.3.2 Red de monitoreo piezométrico

En el presente capítulo se hará relación a los piezómetros instalados en toda el área de caracterización, teniendo en cuenta que en el desarrollo del proyecto se han ido implementando una serie de piezómetros, los cuales han variado en cuanto a ubicación o existencia dentro de la red.

De esta manera para en el inventario de puntos se reconocieron los siguientes piezómetros:

Tabla 2- 64. Resumen de inventario de piezómetros.

| ID Del piezómetro | N.º de Piezómetros | N.º de Pz monitoreados |
|------------------------------|--------------------|------------------------|
| Consortio Borde Norte Bogotá | 30 | 7 |
| Cementerios | 7 | 3 |
| Bombas Texaco | 3 | 3 |
| Mejoramiento (WSP) | 4 | 4 |
| Total | 44 | 17 |

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de validar la inspección y revisión llevada a cabo a todos los piezómetros en el área de estudio, a continuación, se incluyen los hallazgos de las visitas realizadas a los piezómetros monitoreados durante la ejecución del Estudio de Factibilidad Bogotá (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011) . Además, se presentan los 4 piezómetros instalados dentro del alcance del presente estudio.

- **Piezómetros monitoreados durante el estudio de Factibilidad (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011)**

Dentro de las actividades desarrolladas en los “Estudios de factibilidad técnica ambiental económica y financiera para el desarrollo de la infraestructura de acueducto y alcantarillado sanitario y sistema de drenaje pluvial del Borde Norte de la ciudad de Bogotá” (Consortio Borde Norte Bogotá, 2011) se encuentra la instalación y monitoreo de 30 piezómetros y, adicionalmente, el monitoreo 7 piezómetros pertenecientes a los Cementerios Jardines de Paz (3) y Jardines del Recuerdo (4).

Fueron realizadas dos campañas de revisión del estado de la red de piezómetros, y posteriormente se realiza la verificación de los puntos totales de la red de monitoreo, se toman niveles freáticos de algunos puntos o donde fue accesible y se determinan acciones para tomar medidas de nivel freático en otros puntos; en la Tabla 2-64 se resumen los principales hallazgos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 65. Resumen de las visitas realizadas a los piezómetros instalados por el Consorcio Bordo Norte Bogotá, 2011; y los puntos de monitoreo realizados en los cementerios.

| Piezómetro | Coordenadas | | Ubicación | Observación |
|------------|-------------|---------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Este | Norte | | |
| PZ-1 | 1004434 | 1025061 | Club Colsubsidio | Se verifico el piezómetro, en el predio no se encuentra el punto. En el predio del club se encuentra un pozo profundo que es utilizado para abastecimiento, no se puede tomar medidas de nivel estático debido a que el pozo está sellado. |
| PZ-2 | 1004384 | 1024857 | Bogotá Tennis Club | No se encontró el piezómetro. |
| PZ-3 | 1002845 | 1024930 | Conjunto Residencial San Simón 1 | Piezómetro verificado dado las condiciones del punto la tapa que lo cubre no pudo ser removida para verificar los niveles freáticos. |
| PZ-4 | 1004759 | 1022799 | Lote EAAB | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-5 | 1004116 | 1024343 | Conjunto Residencial San Simón 2 | Piezómetro verificado este punto se midió el nivel piezométrico: 1,20 m. |
| PZ-6 | 1004095 | 1023357 | Centro comercial Bima | Piezómetro verificado |
| PZ-7 | 1004183 | 1022717 | Estación de servicio Texaco | No se encuentra el piezómetro. |
| PZ-8 | 1003590 | 1022933 | Colegio Nueva York | En el área donde estaba el piezómetro actualmente hay canchas de voleibol, el punto no se encuentra. |
| PZ-9 | 1002905 | 1022691 | Inversiones Morcolote Ltda. | El punto fue visitado actualmente el predio pertenece a la UDCA. |
| PZ-10 | 1004832 | 1022628 | Sede deportiva club Los Millonarios | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-11 | 1003620 | 1021972 | Colegio Nueva Inglaterra | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-12 | 1004702 | 1022212 | Finca Santa María | No se encuentra el piezómetro, actualmente el terreno tiene canchas de futbol. |
| PZ-13 | 1005166 | 1021592 | Colegio el Rosario Campestre | Piezómetro verificado |
| PZ-14 | 1004509 | 1023245 | Multiparque | El piezómetro no se encuentra en el área, la profesional ambiental del parque afirma que se construyó un jardín en la entrada al parque por la avenida libertadores, lugar donde estaba el punto. |
| PZ-15 | 1002672 | 1021544 | Universidad Santo tomas | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-16 | 1002776 | 1020331 | Colegio La Enseñanza | Piezómetro verificado |
| PZ-17 | 1002910 | 1020759 | Cementerio Jardines del recuerdo | No se cuenta con permiso para entrar a verificar piezómetro |
| PZ-18 | 1004983 | 1019382 | No se encontró el piezómetro en el lugar | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-19 | 1003751 | 1020552 | Escuela Colombiana de Ingeniería | Piezómetro verificado |
| PZ-20 | 1004013 | 1021434 | Colegio San Viator | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-21 | 1002060 | 1019150 | Lote Bavaria | No se encuentra el piezómetro, actualmente en el lote se realizan obras civiles. |
| PZ-22 | 1003596 | 1020034 | Megaoutlet | Piezómetro verificado |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 65. Resumen de las visitas realizadas a los piezómetros instalados por el Consorcio Bordo Norte Bogotá, 2011; y los puntos de monitoreo realizados en los cementerios.

| Piezómetro | Coordenadas | | Ubicación | Observación |
|-------------|-------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| | Este | Norte | | |
| PZ-23 | 1002204 | 1020119 | Club Profesores universidad nacional | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-24 | 1002617 | 1019595 | Colegio Vermont | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-25 | 1004065 | 1019457 | Makro Autonorte | Piezómetro verificado. |
| PZ-26 | 1002037 | 1020375 | Gimnasio del Norte | No se encontró el piezómetro en el lugar |
| PZ-27 | 1003169 | 1020293 | Flores Ball Colombia | No se encontró el piezómetro |
| PZ-28 | 1001795 | 1018629 | Seminario San Luis Beltrán | No se encontró el piezómetro |
| PZ-29 | 1001842 | 1019501 | Gimnasio Josefina Castro | No se encontró el piezómetro |
| PZ-30 | 1024541 | 1002466 | Hacienda San Sebastián | No se encontró el piezómetro |
| JP POZO N3 | 1004939 | 1020343 | Cementerio Jardines de paz | Piezómetro verificado |
| JP POZO N6 | 1004423 | 1020702 | Cementerio Jardines de paz | Piezómetro verificado, tapa rota, se observa nivel freático. |
| JP POZO N10 | 1005155 | 1020529 | Cementerio Jardines de paz | Piezómetro verificado |
| JR POZO N2 | 1003986 | 1020901 | Cementerio Jardines del recuerdo | Piezómetro verificado |
| JR POZO N4 | 1003524 | 1020878 | Cementerio Jardines del recuerdo | Piezómetro verificado |
| JR POZO N5 | 1003476 | 1021049 | Cementerio Jardines del recuerdo | Piezómetro verificado |
| JR POZO N6 | 1003376 | 1021250 | Cementerio Jardines del recuerdo | Piezómetro verificado |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 2-158, se muestra la caracterización realizada a los piezómetros, calificándolos de acuerdo con la condición observada en las visitas de inspección y monitoreo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Piezómetros instalados durante el desarrollo de la actualización de los estudios conceptuales (Elaboración propia)**

Dentro de la ejecución y desarrollo del proyecto actualización de los estudios conceptuales del Borde Norte (Elaboración propia); se realizó la construcción e instalación de 4 piezómetros en la zona aledaña a los humedales, los cuales sirvieron para alimentar el inventario de puntos de agua anteriormente mencionado. En la Tabla 2-65 se incluye las coordenadas de los mismos y en la figura 2-159 se presenta la ubicación de los 4 piezómetros, además de la construcción de los piezómetros se instalaron Divers (a partir de los cuales se recopiló información de niveles de agua para diferentes meses del año).

Tabla 2- 66. Características de los piezómetros construidos.

| Piezómetro | Coordenadas | |
|---------------------------|-------------|------------|
| | Este | Norte |
| PZ-WSP-1-PREDIO EAAB | 104790.582 | 124789.154 |
| PZ-WSP-2-PREDIO FAC | 102711.358 | 121694.237 |
| PZ-WSP-3-PREDIO EL MIMBRE | 103017.064 | 123754.083 |
| PZ-WSP-4-PREDIO VALMARIA | 102747.166 | 118641.652 |

Fuente: Elaboración propia

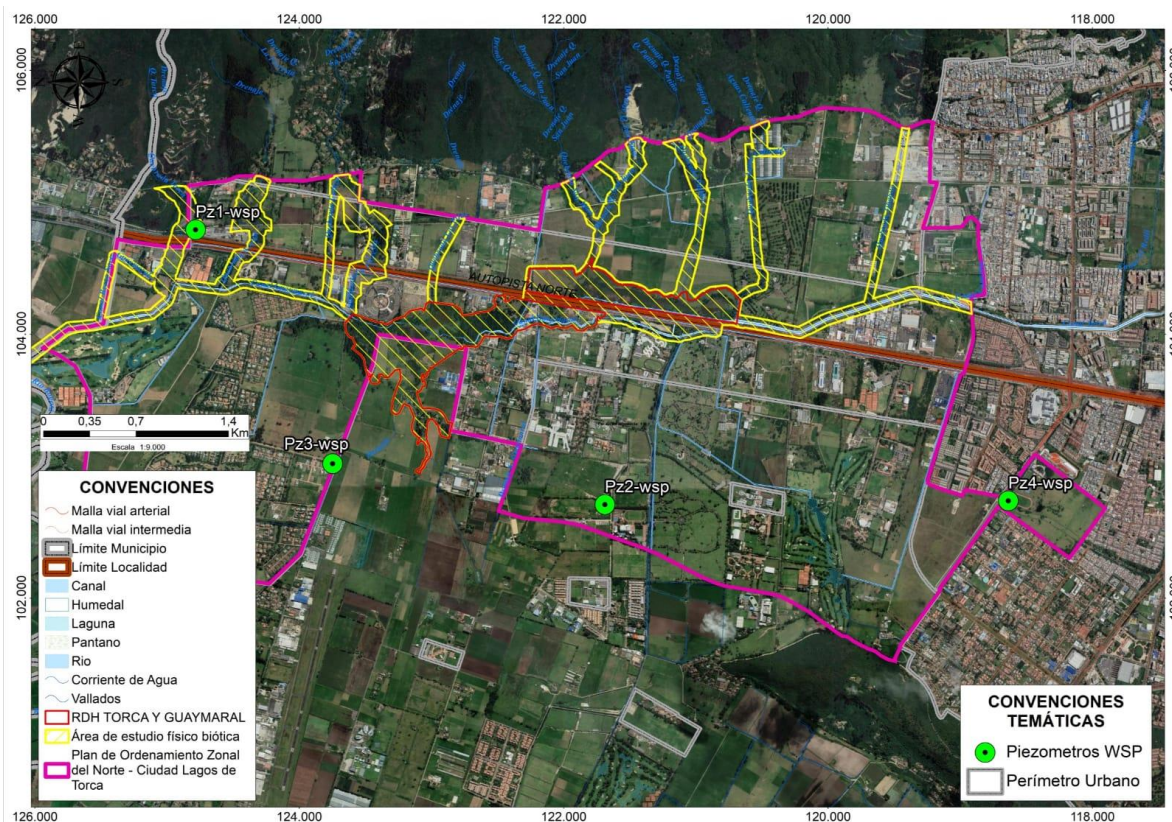


Figura 2- 159. Localización de los piezómetros construidos en la actualización de los estudios conceptuales. Fuente: Modificado Elaboración propia con base en Google Earth, s.f.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con el proceso constructivo de los piezómetros en la Figura 2-160 se explica el diseño general de los cuatro piezómetros; y en Figura 2-161 a la Figura 2-164, se relacionan los diseños implementados para los últimos cuatro piezómetros de monitoreo, adicional a esto se detalla la columna litológica excavada durante la construcción del piezómetro.

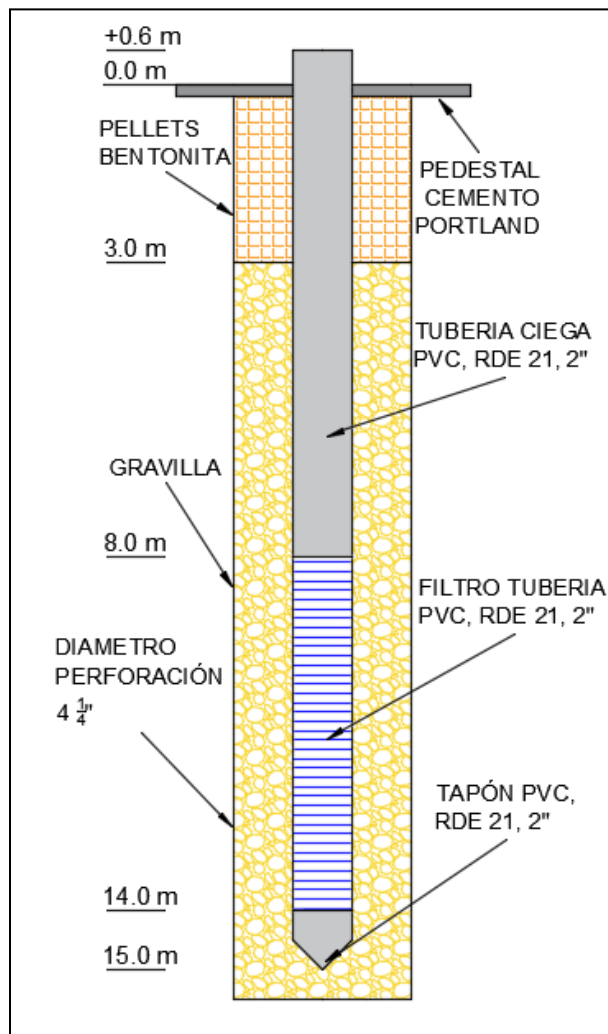


Figura 2- 160. Diseño y características constructivas de los cuatro piezómetros levantados en el presente estudio. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

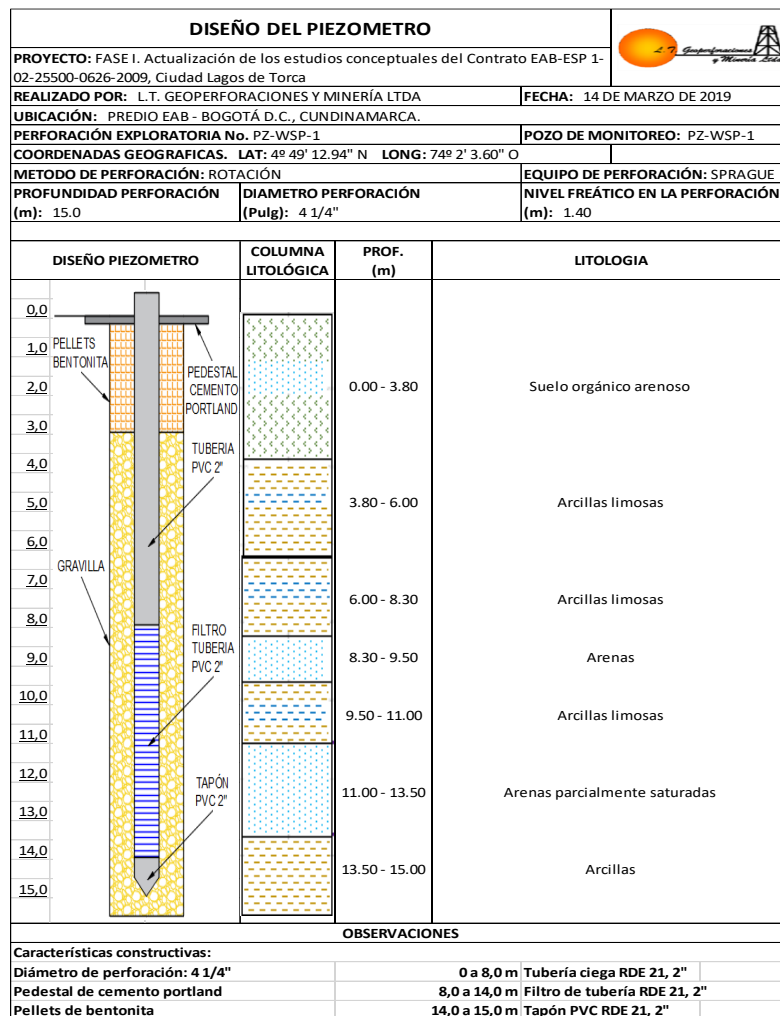


Figura 2- 161. Diseño del piezómetro PZ-WSP-1.

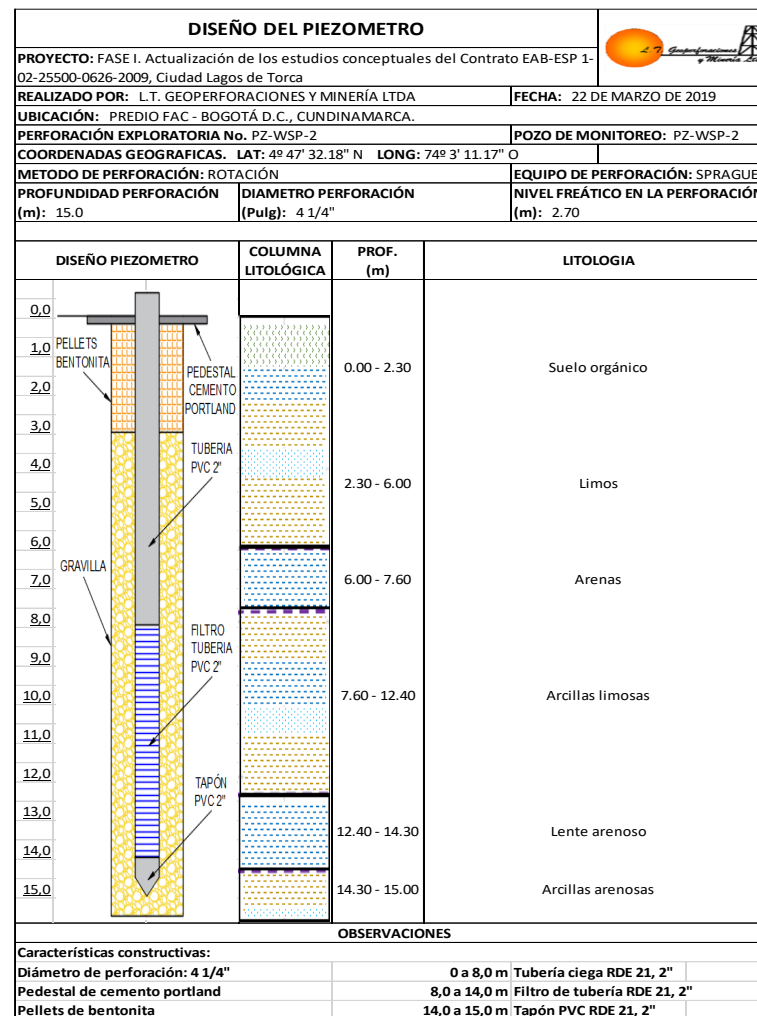


Figura 2- 162. Diseño del piezómetro PZ-WSP-2

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

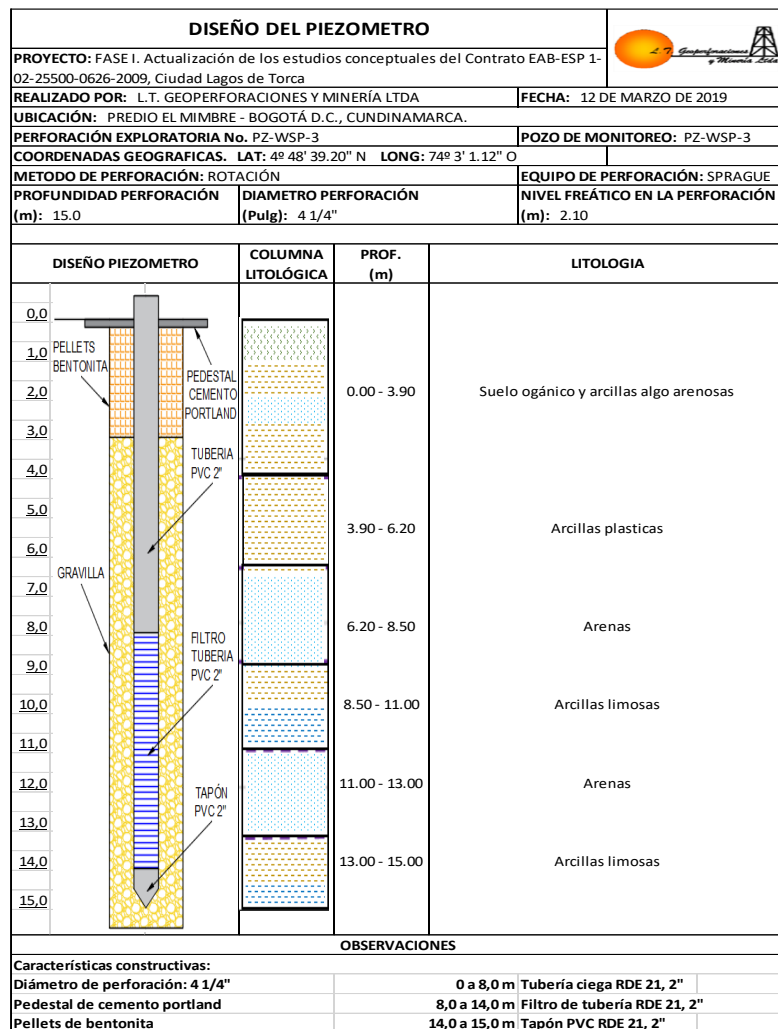


Figura 2- 163. Diseño del piezómetro PZ-WSP-3

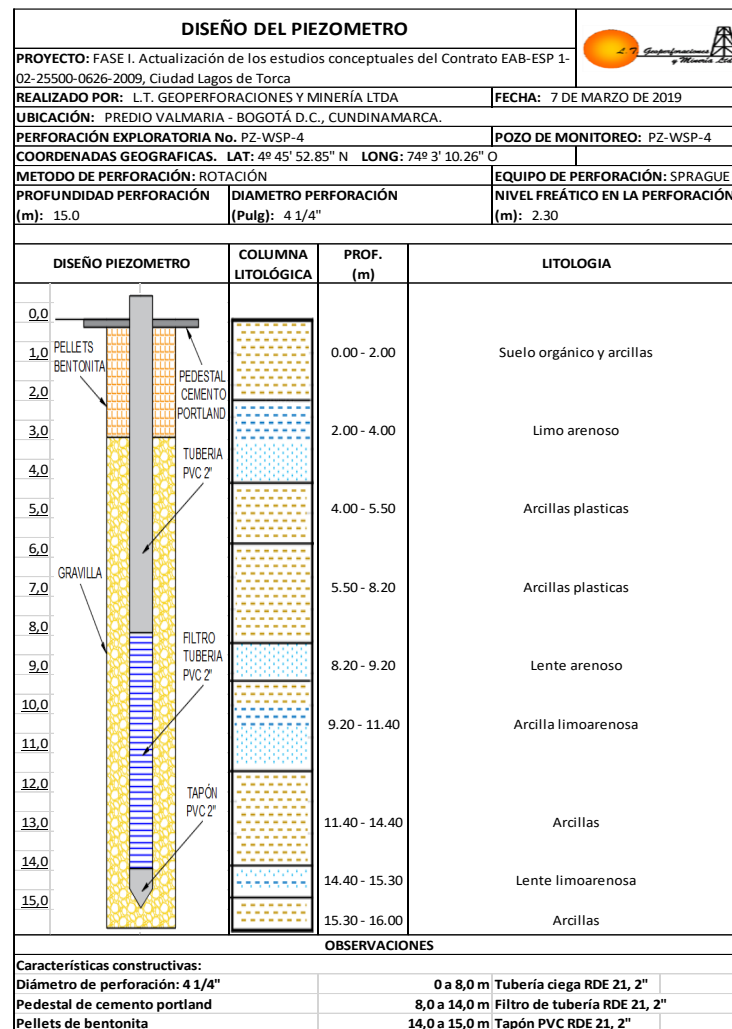


Figura 2- 164. Diseño del piezómetro PZ-WSP-4

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Campañas de Monitoreo de Piezómetros (Elaboración propia)

Con el fin de determinar las posibles variaciones y fluctuaciones de los niveles medidos en los piezómetros, y su comportamiento en las capas más someras del sistema acuífero, se evalúa y analiza los niveles piezométricos, a partir de los cuales se infieren direcciones del flujo subsuperficial, además de evaluar su comportamiento en relación con la condición climatológica, eventos de máximas y mínimas precipitaciones.

Como se ha mencionado se realizó inspección a los 44 piezómetros de la red de monitoreo, sin embargo, considerando las condiciones y el estado actual de cada punto, al momento de las mediciones se logra monitorear 17 piezómetros, en 6 campañas durante seis meses, según lo dispuesto en las especificaciones técnicas.

Es importante aclarar que los niveles medidos en la red piezométrica se llevaron a cabo mediante sonda manual. Para este análisis se incluyen los cuatro últimos piezómetros instalados por WSP los cuales además son evaluados más adelante mediante el registro de niveles con sonda Diver, teniendo en cuenta la densidad de la información y el cumplimiento con la frecuencia de medición establecida en las especificaciones técnicas.

Tabla 2- 67. Evaluación de la red de monitoreo (Altura del nivel de la tabla de agua -cota) en 6 campañas Vs Precipitación

| ID | C1-ABR | C1-MAY | C2-JUN | C3-JUL | C4-AGO | C5-SEP | C6-OCT |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PZ-3 | | 2552,37 | 2552,66 | 2552,54 | 2552,36 | 2548,31 | 2548,34 |
| PZ-5 | 2546,04 | 2546,54 | 2546,74 | 2546,65 | 2547,38 | 2545,26 | 2545,09 |
| PZ-6 | | 2545,51 | 2545,98 | 2546,21 | 2545,89 | 2551,92 | 2551,99 |
| PZ-13 | | 2555,46 | 2555,61 | 2555,59 | 2555,62 | 2557,23 | 2557,40 |
| PZ-16 | | | 2553,99 | 2553,77 | 2553,62 | 2546,63 | 2546,83 |
| PZ-19 | | 2549,88 | 2549,95 | 2549,56 | 2549,27 | 2544,80 | 2544,93 |
| PZ-22 | | 2548,34 | 2548,67 | 2549,13 | 2549,23 | 2547,41 | 2547,63 |
| PZ-25 | | 2550,58 | 2550,58 | 2550,49 | 2550,33 | 2550,99 | 2551,16 |
| J.P. POZO N.3 | 2551,28 | 2552,32 | 2552,48 | 2552,41 | 2551,67 | 2550,48 | 2550,60 |
| J.P. POZO N.6 | 2549,07 | 2550,13 | 2550,12 | 2549,94 | 2549,73 | 2557,90 | 2557,91 |
| J.P. POZO N.10 | 2553,01 | 2553,20 | 2553,15 | 2553,02 | 2552,85 | 2553,18 | 2553,33 |
| PZ1-WSP | 2557,20 | 2557,65 | 2557,09 | 2557,02 | 2556,93 | 2555,27 | 2555,56 |
| PZ2-WSP | 2554,05 | 2554,46 | 2554,88 | 2554,41 | 2554,07 | 2553,46 | 2553,59 |
| PZ3-WSP | 2552,78 | 2552,91 | 2553,19 | 2552,99 | 2552,79 | 2551,78 | 2551,95 |
| PZ4-WSP | 2555,25 | 2555,81 | 2555,75 | 2555,53 | 2555,43 | 2553,44 | 2553,56 |
| PZ- T1 | | 2549,45 | 2549,38 | | | | |
| PZ- T2 | | 2549,12 | 2549,15 | 2548,87 | 2548,72 | 2552,65 | |
| PZ- T3 | | 2549,71 | 2549,84 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2-66, se relacionan los datos en altura del nivel de la tabla de agua (cota), calculados durante las seis campañas. Los niveles medidos se clasifican por colores con el fin de identificar los valores máximos (punto verde), medios (amarillo) y mínimos (rojo), reportados durante la medición. Es importante aclarar que el análisis se llevó a cabo con el valor reportado durante la medición, es decir todos los datos de nivel encontrados el día de monitoreo por campaña, independientemente de si eran mínimos o máximos, dicha clasificación y/o evaluación se realiza es con el fin de conocer la variación de niveles entre cada piezómetro.

Razón por la cual se identifica que el mes donde se presentan el mayor número de piezómetros con valores máximos corresponde a mayo el cual coincide con una de las temporadas de máximas precipitaciones como se puede observar en la Figura 2-165. Donde se presenta la comparación entre la precipitación máxima, mínima y media, mensual (Evaluada a partir de los datos del IDEAM), frente a los niveles de la tabla de agua (cota), medidos durante las seis campañas, de esta manera se identifica que las precipitaciones

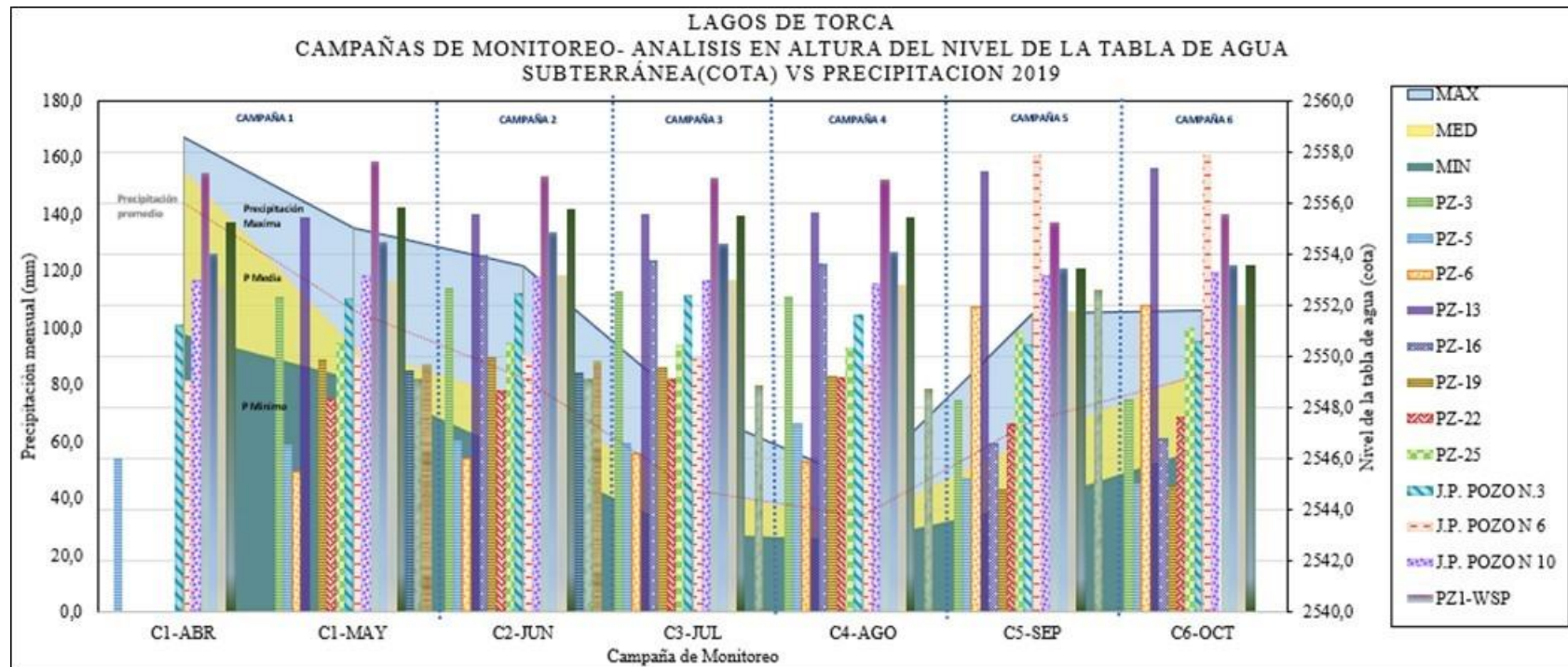
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

más altas se dan entre abril- mayo y octubre, y registros mínimos en agosto- septiembre, los cuales coinciden con los niveles de la tabla de agua (cota), más altos y bajos respectivamente. Es importante mencionar que en la Figura 2-166, se evaluaron datos en series multianuales de precipitación, con el fin de obtener una comparación robusta de los datos pluviométricos y un concepto más general frente a los niveles de la tabla de agua con los cuales se contrasta.

La Figura 2-167, permite definir que para las temporadas de máximas precipitaciones los niveles de la tabla de agua aumentan, sin embargo en temporada de estiaje, continúan con niveles representativos y continuos, (generalmente en época de sequía los niveles reducen drásticamente) es decir a pesar de que se presenten épocas de sequía los niveles no desaparecen ni se reducen, razón por la cual se infiere que la condición de los piezómetros es de niveles de agua constante, que fluctúan levemente.

El proceso mencionado ocurre porque, el acuífero somero que caracteriza el área, si bien recibe aportes de la precipitación y por ende aumenta (en temporadas de máximas precipitaciones), también presenta niveles de flujo subterráneo que aportan cuando se presentan condiciones climáticas de sequía razón por la cual se infiere que el agua sea constante.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

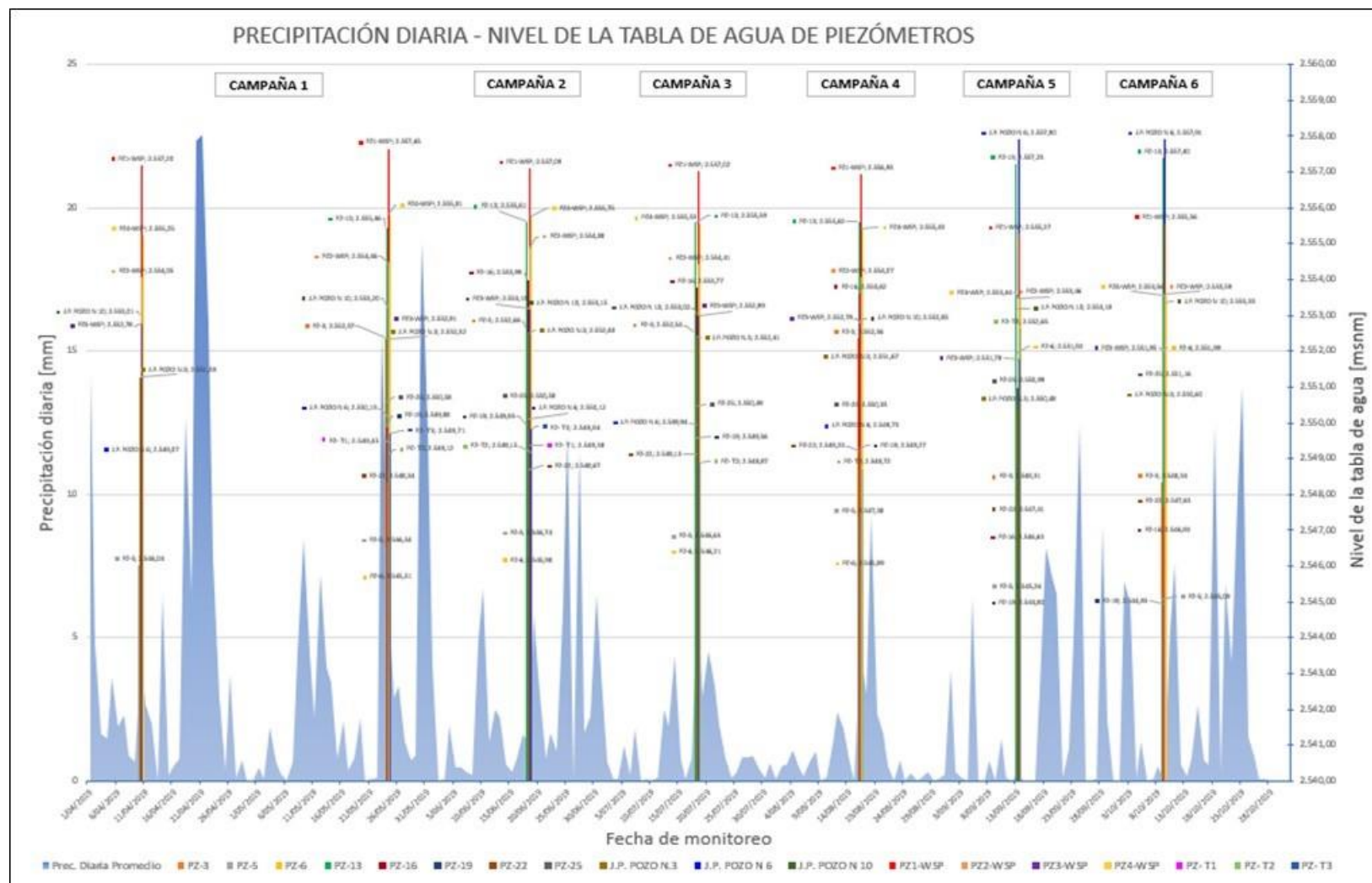


Figura 2- 166. Precipitación Vs Niveles de la tabla de agua en todas las campañas en datos diarios.

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Toma de Niveles de Agua Registrados por los DIVERS

Con el fin de verificar el comportamiento y la tendencia de los niveles de la tabla de agua medidos en los cuatro nuevos piezómetros a través del equipo de precisión Diver, se procesan los datos recopilados de cada punto en las seis campañas, de esta manera se analizan los niveles diarios (tomados cada 20 minutos), a partir de los cuales se obtiene un promedio de cada piezómetro en cada mes de evaluación, esto teniendo en cuenta que por campaña se obtuvieron más de 2440 registros, por tanto con el fin de organizar y sintetizar la información se evalúa como se muestra a continuación, ver Tabla 2-67.

Es importante resaltar que para realizar el análisis comparativo de los niveles frente a la precipitación se deben evaluar la misma cantidad de días en cada variable, y teniendo en cuenta que las mediciones se realizaron cada veinte minutos al día, se realiza un promedio para poder contrastar la información

Tabla 2- 68. Niveles de la tabla de agua (cota) evaluados en las seis campañas (Pz-WSP).

| ID | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <u>PZ-1</u> | 2557,123 | 2557,068 | 2557,145 | 2557,010 | 2556,894 | 2556,786 | 2556,875 |
| <u>PZ-2</u> | 2554,355 | 2554,528 | 2554,957 | 2554,478 | 2554,165 | 2554,018 | 2554,074 |
| <u>PZ-3</u> | 2553,063 | 2553,029 | 2553,220 | 2553,024 | 2552,872 | 2552,838 | 2552,922 |
| <u>PZ-4</u> | 2555,503 | 2555,694 | 2555,819 | 2555,526 | 2555,294 | 2555,126 | 2555,247 |

Fuente: Elaboración propia

Los valores marcados en verde corresponden a los niveles altos, amarillo medios y rojo bajos, en ese orden respectivamente se tienen niveles piezométricos más someros, medios y profundos, esto teniendo en cuenta que se están analizando los datos en nivel de la tabla de agua (cota). Indican que durante las campañas 1 a la 3, comprendida entre los meses de abril – jul, los niveles tienden a ser medios y someros. Corresponden a épocas donde se presentan precipitaciones máximas y medias por lo que se infiere una relación tipo estacional que favorece la recarga al acuífero durante los meses en mención.

Los niveles medidos en las campañas 4 a la 6 presentan niveles relativamente más profundos, comparados con las tres primeras campañas (ver Tabla 2-67), valores que se reportan en meses en condición de estiaje, siendo agosto el mes más crítico con un valor promedio de precipitación mensual multianual de 45.8 mm. En estas tres campañas (agosto, septiembre, octubre) también se observa la heterogeneidad de los datos entre un mes y otro, los cuales representan valores más profundos (ver Tabla 2-67), medidos desde la superficie del terreno. Esta condición puede asociarse a la disminución de las precipitaciones. Sin embargo, es importante resaltar que aunque los niveles presentan una variabilidad diferenciada, respecto a las tres primeras campañas (razón por la cual se definen como niveles más profundos), dichos niveles no desaparecen o reducen drásticamente, por lo que se infiere que los niveles registrados corresponden a aportes de sistemas subterráneos Figura 2-167.

Los niveles piezométricos medidos mediante sonda Diver en los cuatro piezómetros no superan una desviación de 1.73 m (validando la precisión del registro de datos), con un valor máximo de todos los niveles medidos en los 4 piezómetros de 2557.15 m.s.n.m y mínimo de 2552.84 m.s.n.m, por lo cual se tendría una columna de agua aproximada de 4.31 m.c.a.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

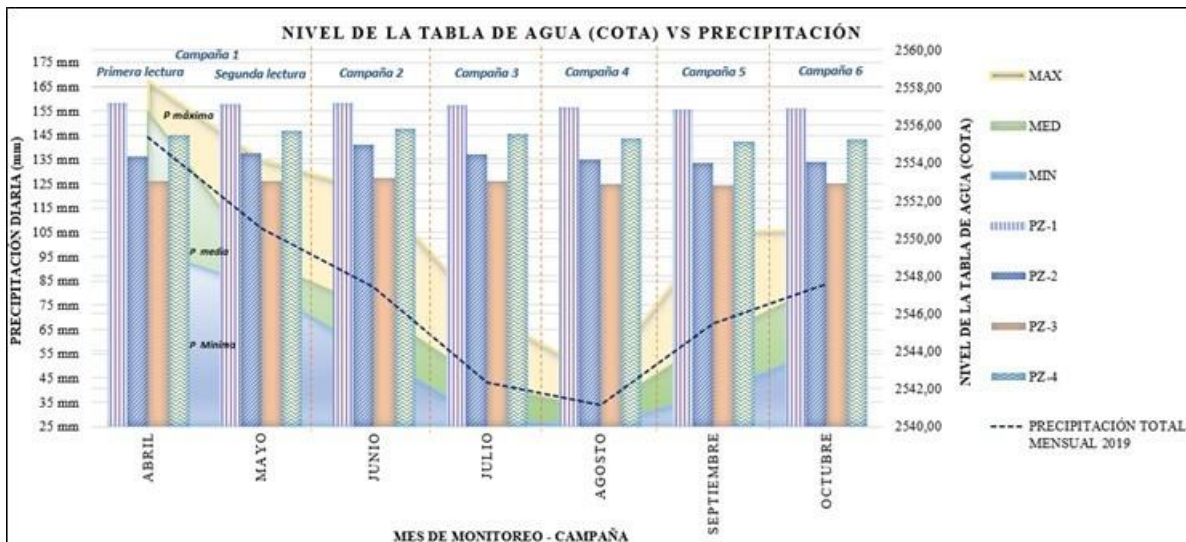


Figura 2- 167. Variaciones de nivel de la tabla de agua (cota) Vs precipitación.
Fuente: Elaboración propia.

2.5.3.3.3 Análisis hidrológico

• Estimación de la recarga espacial

A partir de cruces de capas temáticas y asignando valores a cada unidad de cada capa temática es posible determinar la recarga potencial en un área determinada, por otro lado, es posible calcular la recarga potencial a partir de la ecuación de balance hídrico esta se denomina recarga neta, a continuación, se define la recarga potencial y la recarga neta en el área de estudio.

Para determinar las zonas de recarga potencial en el área de influencia se aplicó el método Matus, (Matus, 2007) que involucra ponderaciones de 1 a 5 para los siguientes parámetros: Pendiente (Pend), Tipo de suelo (Ts), tipo de roca (Tr), cobertura vegetal permanente (Cve) y se evaluó el uso del suelo (Us); con base en estas ponderaciones se obtuvo el mapa de zonas de recarga potenciales para el área de influencia (Tabla 2-68).

Tabla 2- 69. Variables y evaluación de zonas de recarga.

| Pendiente (Pend) | | | |
|------------------------------------|-------|-------------|------------------------|
| Descripción | % | Ponderación | Posibilidad de recarga |
| Planos a casi planos | 0-6 | 5 | Muy Alta |
| Moderadamente ondulados | 6-15. | 4 | Alta |
| Ondulados/cóncavos | 15-45 | 3 | Moderada |
| Escarpados | 45-65 | 2 | Baja |
| Fuertemente escarpados | >65 | 1 | Muy Baja |
| Tipo de Suelo (Ts) | | | |
| Textura | | Ponderación | Posibilidad de recarga |
| Suelos franco-arenosos a arenosos. | | 5 | Muy Alta |
| Suelos francos | | 4 | Alta |
| Suelos franco-limosos | | 3 | Moderada |
| Suelos Franco arcillosos | | 2 | Baja |
| Suelos arcillosos | | 1 | Muy Baja |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 69. Variables y evaluación de zonas de recarga.

| Pendiente (Pend) | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| Tipo de roca (Tr) | | |
| Textura | Ponderación | Posibilidad de recarga |
| Rocas muy permeables, muy suaves constituidas por agregados gruesos, con macro poros interconectados | 5 | Muy Alta |
| Rocas permeables constituidas por agregados medianos con poros conectados entre sí, ej arenas finas. | 4 | Alta |
| Rocas moderadamente permeables, con regular conexión de poros entre si | 3 | Moderada |
| Rocas poco permeables un poco duras, moderadamente compactas, constituidas por partículas finas, una combinación de gravas con arcillas, con presencia de fracturas conectadas entre si | 2 | Baja |
| Rocas impermeables | 1 | Muy Baja |
| Cobertura vegetal permanente (Cve) | | |
| Porcentaje | Ponderación | Posibilidad de recarga |
| >80% | 5 | Muy Alta |
| 70-80% | 4 | Alta |
| 50-70% | 3 | Moderada |
| 30-50% | 2 | Baja |
| <30% | 1 | Muy Baja |
| Uso de suelo (Us) | | |
| Uso de suelo | Ponderación | Posibilidad de recarga |
| Bosque que presentan los tres estratos con árboles, arbustos y hierbas | 5 | Muy Alta |
| Sistemas agroforestales o silvopastoriles | 4 | Alta |
| Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo | 3 | Moderada |
| Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua | 2 | Baja |
| Terrenos agropecuarios, con manejo intensivo | 1 | Muy Baja |

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la calificación y la ponderación a cada una de estas variables se aplicó la siguiente relación para obtener la zona potencial de recarga:

$$ZR = (0.27 \cdot \text{Pend}) + (0.23 \cdot \text{TS}) + (0.12 \cdot \text{Tr}) + (0.25 \cdot \text{Cve}) + (0.13 \cdot \text{Us})$$

Teniendo en cuenta los valores asignados para cada variable, como resultado final se obtuvo una recarga potencial ponderada para el área estudiada, de lo anterior esta recarga potencial se representa en la Figura 2-168.

En la Figura 2-168 se evidencia que, la mayoría del área estudiada obedece a una recarga potencial de moderada a alta, posibilitando la infiltración del recurso hídrico al sistema hídrico subterráneo.

Es importante mencionar que cada variable de cada unidad temática es la calificación otorgada en términos de posibilitar o no la infiltración del recurso hídrico, en la Tabla 2-68, se presenta el resumen de estas calificaciones en una escala de 1 a 5.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

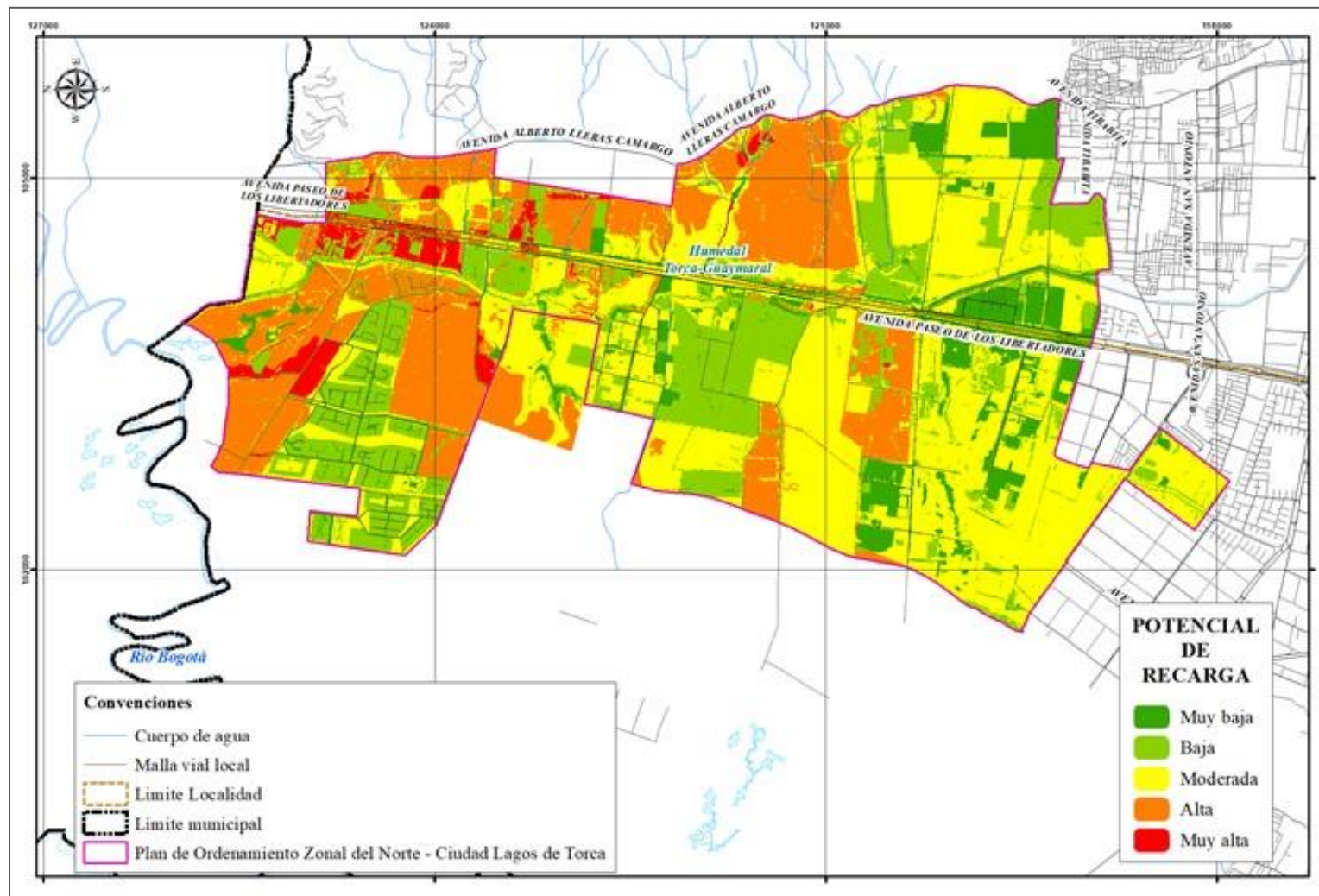


Figura 2- 168. Recarga Potencial para el Área. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Estimación de la recarga potencial

Balance hídrico

El balance hídrico se define como el cálculo de los valores relativos de entrada y salida de aguas, flujo y el volumen de agua. (FAO, 2000). El sistema tendrá entradas que corresponden a la precipitación que logra llegar hasta el suelo y salidas como la escorrentía superficial, la evapotranspiración de las plantas y el agua que percola hasta los acuíferos. Se podrá definir una ecuación simplificada para el balance hídrico del suelo:

$$P = ETP + ESC + S$$

Para conocer la cantidad de agua que recarga al acuífero primero se debe conocer qué tanta agua es retenida por la vegetación para así saber cuánta es aquella que logra llegar hasta la superficie del suelo. Seguidamente cuánta de esta agua que logra llegar al suelo se logra infiltrar en el terreno una vez conocido esto se calcula un balance de suelos para determinar cuánta agua es retenida en los poros del suelo, cuánta es evapotranspirada por las plantas y cuánta resta para que se infiltre a zonas más profundas del subsuelo y recargue los acuíferos.

Se planteó como metodología para encontrar el balance hídrico del agua en un volumen de suelo la planteada por Gunther Schosinsky (2006) en “*Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos*” que considera la interceptación superficial, la infiltración, la evapotranspiración lluvia neta que se infiltra como variables para determinar la recarga potencial en el acuífero.

Retención mensual por el follaje (Ret) [mm/mes]

La retención superficial se refiere a la cantidad de agua retenida por el follaje de las plantas en una determinada zona y está condicionada por la densidad y tipo de cobertura vegetal del suelo. Schosinsky y Losilla (2000) sugieren que en una zona con una cierta cobertura vegetal cualquier precipitación inferior a 5 mm/mes es totalmente retenida por la vegetación y no se genera infiltración. Además, se considera que la retención de la lluvia en follajes es de alrededor del 12% y para bosques de un 20%, esto siempre y cuando se tenga una cantidad de precipitación mayor a los 5 mm/mes (Butler, 1957). La retención mensual por el follaje se puede expresar como:

$$Ret = P * C_{fo}$$

$$Si (P)(C_{fo}) \geq 5 \text{ mm/mes entonces } Ret = P * C_{fo}$$

$$En tanto que si P \leq 5 \text{ mm/mes entonces } Ret = P$$

$$Pero si P < 5 \text{ mm/mes y } (P)(C_{fo}) < 5 \text{ entonces } Ret = 5$$

Donde:

Ret [mm/mes] = Retención mensual a causa del follaje.

P [mm/mes] = Precipitación mensual bruta.

(C_{fo}) [0,01%]=Coeficiente de follaje

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El coeficiente de follaje (Cfo)

Este valor corresponde al porcentaje mensual de la lluvia que es retenida en la vegetación. Se expresa en tanto por uno y es una variable adimensional; en la metodología se considera que presenta un valor de 0,20 para bosques espesos y 0,12 para otro tipo de cobertura vegetal (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006).

$$Cfo = 0,20 \text{ para bosques espesos}$$
$$Cfo = 0,12 \text{ para otros tipos de follaje}$$

Debido a las condiciones de la cobertura vegetal de la zona, se optó por un valor de C_{fo} de 0,12 puesto que la gran mayoría del follaje que cubre las zonas no urbanizadas del terreno corresponde a pastizales.

El valor agua retenida por la vegetación anualmente para el área estudiada, (Ret) fue de 96,3 mm/año.

Infiltración pluvial mensual (Pi) [mm/mes]

Sólo una porción de la precipitación que llega a la superficie del suelo tiene la capacidad de infiltrarse en el terreno, otra parte del agua de precipitación es captada por la vegetación, mientras que otra fracción de esta agua-lluvia se escurre y otra fracción más pequeña se acumula en charcos en donde se infiltra o se evapora (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

La infiltración pluvial efectiva corresponde a la precipitación que mensualmente logra infiltrarse en el subsuelo. Involucra los factores del coeficiente de infiltración (C_i), la precipitación mensual bruta (P) y la retención de lluvia mensual por parte de la vegetación (Ret) (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006)

$$P_i = C_i(P - Ret)$$

Donde:

P_i [mm/mes] = Infiltración pluvial mensual.

C_i [Tanto por uno, 0,01%] = Coeficiente de infiltración.

P [mm/mes] = Precipitación mensual bruta.

Ret [mm/mes] = Retención mensual a causa del follaje.

Para el área de estudio el valor anual de precipitación infiltrada anualmente (P_i) fue de 481.53 mm/año

Precipitación mensual bruta (P) [mm/mes]

Medida meteorológica. Medida de la cantidad mensual de pluviosidad en milímetros de agua lluvia en un mes. En el estudio realizado (producto 3) los datos de pluviosidad se resumen en la Tabla 2-69.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 70. Precipitación mensual acumulada del año 2019 en las estaciones meteorológicas utilizadas.

| Estaciones de estudio /Mes | Valores Totales Mensuales 2019 [mm/mes] | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|---------|------|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| La Caro | 22,5 | 44,3 | 100 | 97,6 | 93 | 72,2 | 42,4 | 36,2 | 38,8 | 57,8 | 59,6 | 7,1 |
| Conejera | 31,2 | 53,9 | 92,4 | 154,9 | 90,8 | 55,1 | 30,7 | 25,5 | 84,4 | 106,1 | Anómalo | S.I. |
| Serrezuela | 20,3 | 44,5 | 47,6 | 162,9 | 130,7 | 73,7 | 71,6 | 31,8 | 61,3 | 73,4 | Anómalo | S.I. |
| Cerro de Suba | 25,9 | 43,8 | 28,3 | 137,3 | 135,3 | 89,5 | 27,8 | 30 | 47,8 | 97,1 | 58,9 | S.I. |
| Usaquén Santa Ana | 34,4 | 40,9 | 173,3 | 167,3 | 82,3 | 121,9 | 43,1 | 45,7 | 105,2 | 84,3 | 55,4 | S.I. |
| Promedio | 26,86 | 45,48 | 88,3 | 144 | 106,4 | 82,4 | 43,1 | 33,8 | 67,5 | 83,7 | 57,97 | 7,1 |

Fuente: Elaboración propia

Coeficiente de infiltración (Ci) [0.01%]

El coeficiente aparente de infiltración constituye la fracción del agua de la precipitación que se infiltra en el subsuelo, su cálculo corresponde a la sumatoria de los coeficientes de infiltración por cobertura vegetal (K_v), efecto de: pendiente del terreno (K_p) y textura del suelo (K_{fc}); esta forma de calcularlo se expone en la metodología expuesta en (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000). Se puede determinar con la siguiente ecuación:

$$C_i = K_p + K_v + K_{fc}$$

En donde:

C_i [Tanto por uno, 0.01%]. = Coeficiente de infiltración.

C_i siendo siempre un valor decimal inferior a 1.

K_v [Tanto por uno, 0.01%] = Coeficiente de cobertura vegetal.

K_p [Tanto por uno, 0.01%] = Coeficiente de pendiente.

K_{fc} [Tanto por uno, 0.01%] = Coeficiente de capacidad de infiltración.

Coeficiente de cobertura vegetal (K_v) [0.01%]

Corresponde a la fracción de la precipitación que se infiltra en el terreno por efecto de la cobertura vegetal. Áreas cubiertas por bosques o con más del 75% de área de césped tienen altos coeficientes de infiltración, en tanto que zonas impermeables o con terreno de cultivo tienen coeficientes relativamente bajos. Constituye una de las variables para el cálculo de la infiltración aparente; de acuerdo con las características de la cobertura de la zona de estudio el valor de esta variable K_v fue de 0,180 indicando coberturas de pastizal; este valor fue tomado de la Tabla 2-70 la cual ha sido adoptada de la metodología de (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Coeficiente de pendiente (K_p) [0.01%]

Representa a la fracción de la lluvia que se infiltra en el subsuelo por efecto de la pendiente del terreno. Terrenos con alta pendiente presentan un bajo coeficiente de infiltración, mientras que en terrenos llanos el agua tiende a infiltrarse de manera más sencilla. Constituye una de las variables para el cálculo de la infiltración aparente; de acuerdo con

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

el mapa de pendientes de la zona de estudio el 98% del área presenta una pendiente de 0 a 6%, por lo que se determinó una variable de Kp 0,188, valor que es el promedio del rango de valores de zonas muy planas a promedio; esta variable fue tomada de la Tabla 2-70 la cual ha sido adoptada de la metodología de (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Tabla 2- 71. Componentes del coeficiente de infiltración según la metodología de Schosinsky & Losilla, 2000.

| Componentes del coeficiente de infiltración | | |
|---------------------------------------------|-------------|------|
| Coeficiente por cobertura vegetal (Kv) | | |
| Tipo de cobertura | | Kv |
| Cobertura con césped* menos del 50% | | 0,09 |
| Terrenos cultivados | | 0,10 |
| Cobertura con pastizal | | 0,18 |
| Bosques | | 0,20 |
| Cobertura con césped* más del 75% | | 0,21 |
| * Originalmente "zacate" | | |
| Coeficiente por pendiente (Kp) | | |
| Pendiente | | Kp |
| Muy plana | 0,02%-0,06% | 0,30 |
| Plana | 0,3%-0,4% | 0,20 |
| Algo plana | 1%-2% | 0,15 |
| Promedio | 2%-7% | 0,10 |
| Fuerte | mayor de 7% | 0,06 |

Fuente: Adaptado de (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Coeficiente de capacidad de infiltración (Kfc) [0.01%]

Es la fracción de agua lluvia que se infiltra en el terreno facilitada por la textura del suelo, esta textura viene definida por la granulometría del suelo y si está o no compactado. Terrenos arcillosos y compactos presentaran un coeficiente de infiltración bajo a diferencia de suelos arenosos y poco consolidados en los cuales la infiltración del agua es más viable. Constituye una de las variables para el cálculo de la infiltración aparente; sus valores son calculados como sigue:

$$K_{fc} = 0.267 \ln(f'_c) - 0.000154(f'_c) - 0.723$$

Donde:

K_{fc} [Tanto por uno, 0.01%] = Coeficiente de capacidad de infiltración

f'_c [m/d] = Capacidad de infiltración (ensayo)

Ecuación de la metodología expuesta en (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Capacidad de infiltración (f'_c) [mm/d]

Medida hidrológica, es una cualidad intrínseca a los suelos, corresponde a la velocidad máxima con la cual el agua penetra en el suelo dada en milímetros sobre día. Su magnitud depende de la textura, la granulometría, permeabilidad y porosidad del terreno. Constituye un insumo para el cálculo del coeficiente de infiltración capacidad de infiltración (Kfc) que a

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

su vez es una variable del coeficiente de infiltración (C_i) (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006).

La capacidad de infiltración (f_c) es un concepto análogo a la conductividad hidráulica saturada (K_{sat}) por lo que en el presente estudio se empelarán datos de K_{sat} para el cálculo del coeficiente de la capacidad de infiltración (K_{fc}).

El valor de la conductividad hidráulica promedio en el área estudiada fue calculado a partir del mapa de cobertura de suelos elaborado para el estudio. Para conocer la conductividad hidráulica de cada uno de estos tipos de suelos se recurrió a la bibliografía hallada en (Rawls, Brakensiek, & Saxton, 1981) en donde se le da un valor de conductividad hidráulica a cada tipo de textura de suelo (ver Tabla 2-71).

Tabla 2- 72. Conductividad hidráulica de suelo saturado de acuerdo con la clasificación textural del suelo.

| Clase de textura de suelo (USDA) | Conductividad hidráulica K [mm/día] |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Arena | 2827 |
| Arenoso franco | 718 |
| Franco arenoso | 262 |
| Franco | 82 |
| Franco limoso | 156 |
| Franco arcillo arenoso | 36 |
| Franco arcilloso | 24 |
| Franco arcillo limoso | 24 |
| Arcillo arenoso | 14 |
| Arcillo limoso | 12 |
| Arcilla | 7 |

Fuente: Adaptado por (WSP, 2020) de (Rawls, Brakensiek, & Saxton, 1981).

Dado que la zona estudiada presenta áreas duras, se consideró que para efectos prácticos las zonas urbanizadas y la infraestructura vial son impermeables teniendo un valor de 0 mm/día de conductividad hidráulica. Posteriormente, para asociar la clasificación de los suelos del área de estudio con su respectiva clasificación textural se utilizó como referencia el libro “*Claves para la Taxonomía de Suelos*” (USDA, 2014) (ver Tabla 2-72).

Tabla 2- 73. Valores de conductividad hidráulica específicos y promedio ponderado con respecto al área total de estudio.

| Símbolo | Clasificación de suelos ANEXO N | Clasificación* | K_i^{**} [mm/día] | Porción área por cobertura de suelo (ha) |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|
| AUTON | Autopista Norte | Impermeable | 0 | 21,71 |
| CA | Cuerpos de agua | Fuera | N/A | 25,43 |
| McM01 | Consociación: Lithic Dystrustepts, familia franca fina, isomésica; Typic Ustorthents, familia esquelética, isomésica | Franco | 82 | 9,88 |
| MsL04 | Consociación: Typic Hapludands, familia medial, isomésica; Typic Udorthents, familia franca gruesa, isomésica | Arenoso franco | 718 | 1,89 |
| MsL08 | Consociación: Pachic Melanudands, familia medial, isomésica; Typic Udorthents, familia esquelética, isomésica; Afloramientos Rocosos | Arenoso franco | 718 | 1,05 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 73. Valores de conductividad hidráulica específicos y promedio ponderado con respecto al área total de estudio.

| Símbolo | Clasificación de suelos ANEXO N | Clasificación* | Ki** [mm/día] | Porción área por cobertura de suelo (ha) |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------------------|
| MxL01 | Consociación: Acrudoxic Melanudands, familia medial, isomésica; Thaptic Hapludands, familia medial, isomésica | Franco arenoso | 262 | 30,14 |
| MxL01 | Consociación: Acrudoxic Melanudands, familia medial, isomésica; Thaptic Hapludands, familia medial, isomésica | Franco arenoso | 262 | 17,39 |
| MxL09 | Complejo: Typic Placudands, familia medial, isomésica; Typic Hapludands, familia medial sobre fragmental, isomésica | Franco arenoso | 262 | 25,70 |
| RzL08 | Consociación: Andic Humudepts, familia fina, isomésica; Typic Hapludands, familia medial, isomésica; Typic Humudepts, familia franca fina, isomésica | Arenoso franco | 718 | 74,45 |
| RzL35 | Consociación: Fluventic Humudepts, familia franca gruesa, isomésica; Typic Durudepts, familia arcillosa fina, isomésica; Typic Dystrudepts, familia franca fina, isomésica | Franco arenoso | 262 | 12,00 |
| RzL37 | Consociación: Vertic Endoaquepts, familia fina, isomésica; Vertic Endoaquepts, familia muy fina, isomésica | Arcilloso | 7 | 33,17 |
| RzM07 | Consociación: Humic Haplustands, familia medial, isomésica; Typic Haplustands, familia medial, isomésica | Franco arcilloso | 24 | 1,51 |
| RzM11 | Consociación: Andic Humustepts, familia arcillosa sobre franca, isomésica; Cumulic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, isomésica; Andic Humustepts, familia franca gruesa sobre arcillosa, isomésica; Typic Haplustands, familia medial, isom | Franco arcilloso | 24 | 489,28 |
| RzM12 | Consociación: Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, isomésica; Fluventic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, isomésica; Ultic Haplustolls, familia franca fina, isomésica | Franco arcilloso | 24 | 79,99 |
| RzM13 | Consociación: Fluvaquentic Endoaquepts, familia muy fina, isomésica; Typic Endoaquepts, familia fina, isomésica | Arcilloso | 7 | 30,14 |
| RzM17 | Complejo: Typic Sulfaquepts, familia muy fina, isomésica; Vertic Endoaquepts, familia muy fina, isomésica; Fluvaquentic Endoaquepts, familia franca fina, isomésica; Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, isomésica | Franco arcilloso | 24 | 22,78 |
| ZR | Zona de Relleno | Franco arcilloso | 24 | 20,00 |
| ZU | Zona urbana | Impermeable | 0 | 896,31 |
| Área total [ha] | | | | 1.792,82 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 73. Valores de conductividad hidráulica específicos y promedio ponderado con respecto al área total de estudio.

| Símbolo | Clasificación de suelos ANEXO N | Clasificación* | K _i ** [mm/día] | Porción área por cobertura de suelo (ha) |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| Área neta excluyendo cuerpos de agua [ha] | | | | 1.767,39 |
| Promedio ponderado de conductividad hidráulica (K _p) [mm/día] | | | | 53,12 |
| * Apoyado en USDA, 2014 | | | | |
| ** Valores de Rawls, Brakensiek, & Saxton, 1981. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo de un valor promedio de conductividad hidráulica para el área estudiada, se calculó un promedio ponderado involucrando el área de cada una de las coberturas de suelo con respecto al área total de la zona; esto se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n K_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{K_1 A_1 + K_2 A_2 + \dots + K_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Donde:

K_p [mm/día] = Conductividad hidráulica promedio para los suelos del área de estudio.

K_i [mm/día] = Conductividad hidráulica para un determinado suelo.

A_i [ha] = Área de cobertura de un suelo determinado.

Se estableció un área total de 1.792,82 ha de las cuales se restaron 25,43 ha pertenecientes a superficies de cuerpos de agua para un área de trabajo de 1.767,39 ha. De esta manera se calculó un valor promedio de conductividad **hidráulica de 53,12 mm/día** para la zona de estudio (Ver Tabla 2-73), se determinó que predominan los suelos con textura franco-arcillosa.

Escorrentía superficial (ESC) [mm/mes]

La teoría de infiltración plantea a la escorrentía como el exceso de volumen agua una vez sucedido el proceso de retención por parte de la vegetación e infiltración (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006). Por lo tanto, la escorrentía se puede establecer como:

$$Esc = P - Ret - P_i$$

Donde:

Esc [mm/mes] = escorrentía superficial.

P [mm/mes] = Precipitación mensual bruta.

Ret [mm/mes] = Retención mensual a causa del follaje.

P_i [mm/mes] = Infiltración pluvial mensual.

Para el área de estudio se calculó un valor de escorrentía superficial (ESC) de 201,92 mm/año.

Es un proceso mixto entre la evaporación y la transpiración. La evaporación se define como el proceso físico en el cual el agua pasa de líquido a vapor, esto desde el agua de la superficie de las plantas, superficies de agua o desde capas muy superficiales del terreno; la transpiración es un proceso biológico en el cual las plantas ceden agua a la atmósfera a través de sus estomas, las plantas toman agua a través de sus raíces una parte se aprovecha para el metabolismo y otra es expulsada (Sánchez J. , 2009).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Evapotranspiración

Es un proceso mixto entre la evaporación y la transpiración. La evaporación se define como el proceso físico en el cual el agua pasa de líquido a vapor, esto desde el agua de la superficie de las plantas, superficies de agua o desde capas muy superficiales del terreno; la transpiración es un proceso biológico en el cual las plantas ceden agua a la atmósfera a través de sus estomas, las plantas toman agua a través de sus raíces una parte se aprovecha para el metabolismo y otra es expulsada (Sánchez J. , 2009).

Evapotranspiración potencial real (ETPR) [mm/día]

La evapotranspiración se define como la transpiración de la planta cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo, más la evaporación del suelo. La evapotranspiración de una planta depende de diferentes variables: temperatura ambiental (T), la humedad del suelo, radiación solar, velocidad del viento, tipo y estado de desarrollo de la planta.

$$ETPR = (HS - PM) * (ET) / (CC - PM)$$

Donde:

ETPR [mm/día] = Evapotranspiración potencial real.

HS [%] = Humedad del suelo.

ET [mm/día] = Evapotranspiración de la planta a capacidad de campo.

CC [%] = Capacidad de campo.

PM [%] = Punto de marchitez.

$$ET [mm/día]$$

Evapotranspiración de una planta determinada estando el suelo a la capacidad de campo.

$$\text{Humedad del suelo } HS [\%]$$

Medida en valor porcentual que indica la cantidad de agua por volumen de suelo que existe en determinado terreno.

$$\text{Capacidad de campo } (CC) [\%]$$

La capacidad de campo corresponde a la cantidad de agua que contiene un suelo saturado después haber sido drenado durante un periodo de 1 a 2 días. El porcentaje de agua alojada en el suelo estando este en capacidad de campo es variable y depende de factores como la granulometría y textura del suelo; entre menor sea la granulometría de las partículas del suelo la proporción de agua almacenada en capacidad de campo será mayor (FAO, 2000), (García Petillo, Puppo, Hayashi, & Morales, 2012) Según la metodología se determinó un valor de CC de 31% adecuado para suelos con textura franco-arcillosa (Ver Tabla 2-74).

Para el cálculo de balance de suelos se toma la capacidad de campo como la humedad inicial del suelo (Hsi) que se encontraría al mes siguiente de una temporada de meses consecutivos en los cuales la precipitación que infiltra (Pi) supere a la evapotranspiración potencial (ETP) (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006), para la zona de estudio esto ocurre en diciembre un mes con tiempo seco el cual fue precedido por octubre y noviembre, meses de tiempo húmedo (Jaramillo & Chaves, 2000).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Punto de marchitez PM [%]

Es la cantidad mínima de agua que puede contener el suelo antes de que las plantas que en este crecen empiecen a morir. Al reducirse más de este punto el contenido de agua de las plantas no es capaces de succionar esta humedad residual pues esta se encuentra retenida por partículas arcillosas o de materia orgánica. Este punto de marchitez varía con respecto a la textura y granulometría del suelo; entre menor sea la granulometría de las partículas del suelo la proporción de agua almacenada en el punto de marchitez será mayor (FAO, 2000), (García Petillo, Puppo, Hayashi, & Morales, 2012) y (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006). Según la metodología se determinó un valor de PM de 15 % adecuado para suelos con textura franco-arcillosa (Ver Tabla 2-74).

Tabla 2- 74. Características del suelo según su clasificación textural.

| TEXTURA DEL SUELO | Porcentaje por peso de suelo seco | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------|
| | Punto de Marchitez [%] | Capacidad de campo [%] | Densidad aparente [g/cm ³] |
| Arenoso | 2 a 6 | 6 a 12 | 1,55 a 1,80 |
| Franco-Arenoso | 4 a 8 | 10 a 18 | 1,40 a 1,60 |
| Franco-Arenoso | 8 a 12 | 18 a 26 | 1,35 a 1,50 |
| Franco-Arcilloso | 11 a 15 | 23 a 31 | 1,30 a 1,40 |
| Arcillo-Arenoso | 13 a 17 | 27 a 31 | 1,25 a 1,35 |
| Arcilloso | 15 a 19 | 31 a 39 | 1,20 a 1,30 |

Fuente: (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Evapotranspiración potencial (ETP) [mm/mes]

Debido a la gran variedad de vegetación que puede existir en una cuenca es casi imposible poder determinar la evapotranspiración de la totalidad de las plantas de tal cuenca, por lo tanto, se debe de asumir una evapotranspiración promedio de la cuenca que será igual a la evaporación potencial (ETP). Para determinar este dato se optó por emplear el método expuesto en (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006) el cual a su vez es extraído de Blaney & Cridle en (ONU, 1972). Esta ecuación involucra datos meteorológicos a los cuales se tiene acceso en las estaciones de la zona de estudio:

$$ETP (mm/mes) = (8.1 + 0.46T) * Ps$$

Donde:

(ETP) [mm/mes] = Evapotranspiración potencial.

T [°C] = Temperatura media mensual (dato meteorológico).

Ps [%] = Porcentaje de horas de luz solar mensual, con respecto al año (dato meteorológico). Para la latitud de Bogotá D.C., la cantidad de horas de luz solar posibles en el año es de 4425 aproximadamente.

Los datos meteorológicos de temperatura media mensual (T) y el porcentaje de horas de luz solar (Ps) es fue obtenido del registro de las estaciones del IDEAM mostradas en la Tabla 2-75, estas estaciones cubren el área de estudio; datos de (Ps) solo se encuentran registrados en la estación meteorológica de C.UNIV.AGROP-UDCA.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para el área estudiada se calculó una evapotranspiración potencial (ETP) de 396,43 mm/año.

Tabla 2- 75. Estaciones meteorológicas para datos de T y Ps.

| Estación IDEAM | Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Bogota | |
|----------------------|----------------------------------------|-----------|
| | Este (m) | Norte (m) |
| C.UNIV.AGROP-UDCA | 1003082 | 1022386 |
| Col. Miguel A. Caro | 1005147 | 1023993 |
| Nueva Generación AUT | 998133 | 1020571 |
| Suasuke | 1012604 | 1024841 |

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura media mensual T [°C]:

Dato meteorológico, está definido por el promedio estadístico entre los valores máximos y mínimos de temperaturas en el mes. Para el modelo hidrogeológico los datos de temperatura fueron obtenidos de los registros del IDEAM información que se presenta en Ver Tabla 2-76.

Tabla 2- 76. Registros de temperatura media mensual para el año 2019 en el área de estudio.

| Estaciones IDEAM | Índice T | Valores Mensuales T octubre 2017 - septiembre 2018 [°C] | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
| C.UNIV.AGROP-UDCA | MAX | 24,0 | 22,0 | S.I. | 23,0 | S.I. | 24,0 | 22,0 | 22,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 22,0 |
| | MEDIA | 13,3 | 14,3 | S.I. | 14,9 | S.I. | 14,4 | 13,4 | 13,4 | 12,3 | 12,7 | 11,6 | 12,3 |
| | MIN | 2,6 | 6,6 | S.I. | 6,8 | S.I. | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,6 | 5,4 | 3,2 | 2,6 |
| Col. Miguel A. Caro | MAX | 25,4 | 25,2 | S.I. | 24,9 | 25,0 | 25,0 | 23,4 | 23,8 | 22,2 | 23,4 | 22,2 | 23,2 |
| | MEDIA | 15,2 | 15,1 | S.I. | 15,1 | 15,0 | 16,4 | 15,6 | 14,9 | 14,1 | 14,7 | 14,1 | 15,2 |
| | MIN | 5,0 | 5,0 | S.I. | 5,2 | 5,0 | 7,8 | 7,8 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 7,2 |
| Nueva Generación AUT | MAX | 24,2 | 23,2 | 23,8 | 23,4 | 24,0 | 24,4 | 23,0 | 22,2 | 22,8 | 21,6 | 21,6 | 23,6 |
| | MEDIA | 15,0 | 14,5 | 13,8 | 13,7 | 14,4 | 14,2 | 15,3 | 15,0 | 14,8 | 14,0 | 12,7 | 14,8 |
| | MIN | 5,8 | 5,8 | 3,8 | 4,0 | 4,8 | 4,0 | 7,6 | 7,8 | 6,8 | 6,4 | 3,8 | 6,0 |
| Suasuke | MAX | 23,8 | 22,4 | 23,0 | 22,8 | 23,6 | 23,6 | 21,8 | 20,8 | 19,4 | 20,0 | 19,2 | 21,4 |
| | MEDIA | 11,9 | 11,2 | 13,9 | 13,1 | 13,5 | 13,5 | 12,6 | 11,7 | 10,6 | 12,3 | 9,8 | 10,9 |
| | MIN | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 2,6 | 1,8 | 4,6 | 0,4 | 0,4 |
| T [°C] Promedio | MAX | 24,4 | 23,2 | 23,4 | 23,5 | 24,2 | 24,3 | 22,6 | 22,2 | 21,1 | 21,3 | 20,8 | 22,6 |
| | MEDIA | 13,9 | 13,8 | 13,9 | 14,2 | 14,3 | 14,6 | 14,2 | 13,8 | 13,0 | 13,4 | 12,1 | 13,3 |
| | MIN | 3,4 | 4,4 | 4,3 | 4,9 | 4,4 | 5,0 | 5,9 | 5,3 | 4,8 | 5,6 | 3,4 | 4,1 |

S.I. Sin información, hiato en el registro.

Fuente: Elaboración propia, recopilado de IDEAM.

Porcentaje de horas de luz solar Ps [%]

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dato meteorológico, el porcentaje de horas de sol mensuales con respecto al año. En el presente estudio los datos de horas de luz solar fueron extraídos de los registros del IDEAM (Ver Tabla 2-77).

Tabla 2- 77. Registros de porcentaje de horas de sol con respecto al periodo entre 10-2017 y 09-2018 en el área de estudio.

| C.UNIV.AGROP-UDCA | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mes | Oct | Nov | Dic* | Ene* | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep |
| Horas de luz solar / mes | 85,3 | 109 | 169 | 166 | 140 | 89,1 | 54 | 60,7 | 72,7 | 77,1 | 107 | 87,9 |
| Ps [%] Con respecto a 4425 Hrs | 1,93 | 2,45 | 3,81 | 3,75 | 3,17 | 2,01 | 1,22 | 1,37 | 1,64 | 1,74 | 2,41 | 1,99 |

Fuente: Elaboración propia, recopilado de IDEAM.

Recarga al acuífero

El agua que recarga al acuífero es aquella que logra percolar a niveles más profundos del subsuelo luego de que han ocurrido los procesos de interceptación por parte de las plantas, escorrentía y evapotranspiración.

Consistencia entre unidades de las variables

Con el objetivo de mantener la consistencia entre las unidades de los diferentes parámetros que se emplearán a partir de este punto, las magnitudes actuales que se encuentran en porcentajes por peso de suelo seco (Ver Tabla 2-78) han de convertirse a milímetros sobre m². Se deben de convertir la humedad del suelo (Hsi), punto de marchitez (PM) y capacidad de campo (CC); inicialmente multiplicando la densidad aparente del suelo por la magnitud porcentual de entrada obteniéndose un porcentaje con respecto al volumen. (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006):

$$\%_{\text{por Volumen}} = (\%_{\text{peso de suelo seco}} * \text{Densidad Aparente})$$

Densidad aparente (DS) [g/cm³]

Expresa la relación de densidad del suelo, masa de suelo seco en gramos dividida sobre centímetros cúbicos. Este valor fue extraído de la metodología de (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006) para suelos de textura franco-arcillosa se estima una densidad aparente de 1,2 g/cm³ (ver Tabla 2-79).

Posteriormente el porcentaje por volumen se multiplica por la profundidad de las raíces en el terreno.

$$\text{Variable [mm]} = (\%_{\text{por Volumen}} * \text{Profundidad de raíces})$$

Profundidad de raíces (PR) [mm]

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Es en este horizonte en donde la planta podrá hacer uso del suelo y será esta agua la que está sujeta a ser evapotranspirada y afectará el balance de suelos (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006), según la metodología este dato depende del tipo de vegetación que cubre el área que en el caso de la zona de estudio, son pastizales y tienen una profundidad de raíces de 500 mm (ver Tabla 2-78).

Tabla 2- 78. Profundidad de raíces según el tipo de vegetación.

| Cultivo | Metros | Cultivo | Metros |
|----------------|------------|----------|------------|
| Alfalfa | 1 a 2 | Cebolla | 0,3 a 0,5 |
| Algodón | 1 a 1,7 | Cítricos | 1,20 a 2,0 |
| Banano | 0,5 a 0,8 | Zacate | 0,3 a 0,5 |
| Caña de azúcar | 1,20 a 2,0 | Bosques | 2,0 a 3,0 |
| Frijol | 0,5 a 0,7 | | |

Fuente: (Schosinsky & Losilla, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000).

Los resultados de las conversiones se encuentran en la Tabla 2-79.

Tabla 2- 79. Conversión de variables de peso por porcentaje de suelo seco a milímetros.

| Variable | %Peso Seco | % Volumen | [mm] |
|----------|------------|-----------|-------|
| CC | 31,0 | 37,2 | 186,0 |
| PM | 15,0 | 18,0 | 180,0 |
| HSi | 31,0 | 37,2 | 186,0 |

Fuente: Elaboración propia

Coeficientes de humedad (Ch)

Cuando llueve el agua que se infiltra se acumula en los poros del suelo y alcanza capacidad de campo, la cual es la máxima acumulación de agua que puede tener un suelo no saturado. Tras finalizar el aguacero ocurre la evapotranspiración cuando las raíces de las plantas absorben el agua entre los poros del suelo. Si la cantidad de agua infiltrada es más que suficiente para que el suelo alcance la capacidad de campo y supla la evapotranspiración, el agua sobrante será la que percole y recargue el acuífero. Para continuar con el proceso se han de conocer los coeficientes de humedad.

Llamado coeficiente de humedad (Ch) dado por la ecuación:

$$Ch = \frac{\text{humedad del suelo} - \text{punto de marchitez}}{\text{capacidad de campo} - \text{punto de marchitez}}$$

Se definirán dos coeficientes de humedad. Ambos a final de mes, pero en uno no ha ocurrido el fenómeno de evapotranspiración (ETP), (C1) y (C2), respectivamente.

C1

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Al comienzo de un mes cualquiera, el suelo tendrá una humedad inicial (HS_i). Si no existiera una evapotranspiración inmediata, la precipitación infiltrada (P_i) aumentaría la humedad del suelo, favoreciendo una mayor evapotranspiración posterior. Para esta situación se tiene un coeficiente de humedad a final de mes llamado C_1 definido como:

Dónde:

$$C_1 = (HS_i - PM + P_i) / (CC - PM)$$

C_1 = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración.

HS_i = Humedad al inicio del mes, humedad de suelo inicial en [mm].

PM = Punto de marchitez en [mm].

P_i = Precipitación que infiltra en [mm/mes].

CC = Capacidad de campo en [mm].

C_2

Pero si, por el contrario, se considera la ETP sucede una vez ocurrida la infiltración el coeficiente sería

$$C_2 = (HS_i - PM + P_i - ETR_1) / (CC - PM)$$

En donde $ETR_1 = (C_1)(ETP)$

Dónde:

C_2 = Coeficiente de humedad al final del mes, después de que ocurra la evapotranspiración.
 ETR_1 = Evapotranspiración potencial real [mm/mes], considera la humedad correspondiente al coeficiente C_1 .

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes].

El valor de C_1 corresponde al coeficiente de humedad máximo pues considera la humedad al inicio del mes, más la infiltración de la lluvia sin ocurrir la evapotranspiración. En cambio, el valor de C_2 es el coeficiente de humedad mínimo pues está calculado con la humedad del suelo anterior al cual se le ha restado la evapotranspiración mensual. Por lo tanto, el coeficiente C_2 se aproxima al coeficiente de humedad al final de mes (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006).

$C_{promedio}$

Como la infiltración y la evapotranspiración ocurren simultáneamente durante el mes, se estima que el coeficiente de humedad del mes equivale al promedio entre C_1 y C_2 :

$$C_{promedio} = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

Lo cual quiere decir que la evapotranspiración potencial real en un mes estaría definida por:

$$ETPR (mm/mes) = ((C_1 + C_2)/2) ETP$$

Dónde:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

ETPR= Evapotranspiración real tentativa promedio, en una zona, ocurrida durante el mes
[mm/mes]

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración.

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1.

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes]

Ninguno de los coeficientes de humedad, C1 y C2, pueden ser superiores a 1, ni menores a 0. En caso de que C1 o C2, sea mayor de 1, se tomará igual a 1. Si C1 o C2 son negativos se tomarán con valor de 0.

Humedad disponible (HD) [mm/mes]

Se define como la humedad que las raíces de las plantas pueden absorber para poder evapotranspirar. Está dada por la diferencia entre la suma de la humedad inicial del suelo, la precipitación infiltrada y el punto de marchitez (estando Hsi y el PM previamente convertidas a [mm]).

$$HD \text{ (mm/mes)} = HSi + Pi - PM$$

Dónde:

HD = Humedad disponible [mm/mes].

Hsi = Humedad de suelo inicial (al inicio del mes) [mm].

Pi = Precipitación que infiltra [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

La humedad disponible (HD) promedio del suelo para el área de estudio fue de 130,37 mm.

Evapotranspiración real (ETR) [mm/mes]

Se define a la evapotranspiración real como la evapotranspiración promedio de la zona dada en milímetros por mes (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006). El cálculo de la evapotranspiración real la depende de:

$$\text{Si } ((C1 + C2/2))ETP \leq HD, \text{ entonces } ETR = ((C1 + C2/2))ETP$$

Pero cambio:

$$\text{Si } ((C1 + C2/2))ETP > HD, \text{ entonces } ETR = HD$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración real promedio de la zona, ocurrida durante el mes [mm/mes].

C1 = Coeficiente de humedad máximo, sin considerar la evapotranspiración [adimensional].

C2 = Coeficiente de humedad mínimo considerando evapotranspiración calculada con C1, [adimensional].

ETP = Evapotranspiración potencial [mm/mes].

HD = Humedad disponible [mm/mes]

El valor de la evapotranspiración real (ETR) en la zona de estudio fue de un total de 371,04 mm/año.

Humedad inicial del suelo (Hsi) [mm]

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Este valor corresponde a la capacidad de campo (CC) del primer mes de tiempo seco tras la ocurrencia de una temporada de tiempo húmedo en la cual la precipitación infiltrada (Pi) superó a la evaporación potencial (ETP). En este caso diciembre con un porcentaje de humedad por peso seco de 31,0% o 186 mm.

Humedad final del suelo (Hsf) [mm]

Con el fin de poder realizar el cálculo de la recarga del acuífero, se ha de conocer la humedad del suelo al final del mes (Hsf), esta no puede ser mayor que la capacidad de campo y se obtiene con la siguiente ecuación la cual presenta ciertas condiciones:

$$\text{Si } (HD + PM - ETR)ETP < CC, \text{ entonces } Hsf = HD + PM - ETR$$

$$\text{Si } (HD + PM - ETR)ETP \geq CC, \text{ entonces } Hsf = CC$$

Dónde:

Hsf = Humedad del suelo final (final de mes) [mm].

HD = Humedad disponible [mm/mes].

PM = Punto de marchitez [mm].

ETR= Evapotranspiración real [mm/mes].

CC = Capacidad de campo [mm].

La humedad final del suelo (Hsf) en ningún momento puede ser mayor a la capacidad de campo CC.

Y la para el cálculo de la humedad del suelo a inicio de mes (Hsi) dada por los siguientes parámetros:

Hsi = Es igual a la humedad de suelo final del mes anterior [mm]

Hsi = Humedad del suelo inicial (inicio de mes) [mm].

Hsf = Humedad del suelo final (final de mes) [mm].

En promedio la humedad del suelo al final del mes fue un promedio de 177,38 mm/mes en el área de estudio.

Recarga potencial al acuífero (Rp) [mm/mes]

La recarga al acuífero ocurre cuando el suelo se lleva a capacidad de campo y se satisface la evapotranspiración. El agua que sobra es la recarga al acuífero y se calcula con la siguiente ecuación (Schosinsky, Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos, 2006):

$$Rp = Pi + HSi - Hsf - ETR$$

Dónde:

Rp = Recarga potencial mensual en mm/mes.

Pi = Precipitación que infiltra en mm/mes.

Hsf = Humedad del suelo al final del mes en mm.

ETR = Evapotranspiración real en mm/mes.

Se calculó un valor de recarga potencial anual de 111,97 mm/año para la zona de estudio.

Resumen de variables y resultados

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la Tabla 2-80 se presentan las variables de entrada para el cálculo de balance de suelos.

Tabla 2- 80. Variables de entrada para el balance hídrico de suelos.

| Variables de entrada | | |
|---------------------------|------------------|--------|
| Textura de suelo | Franco-arcilloso | |
| Cap. De Infiltración | f'c [mm/d] | 53,12 |
| Coef. Follaje | Cfo [0.01%] | 0,12 |
| Coef. Pendiente | Kp [0.01%] | 0,19 |
| Coef. Vegetación | Kv [0.01%] | 0,18 |
| Coef. Textura de suelo | Kfc [0.01%] | 0,34 |
| Coef. Infiltración | Ci [0.01%] | 0,70 |
| Densidad aparente. | DS [g/cm3] | 1,20 |
| Profundidad radicular | PR [mm] | 500,00 |
| Capacidad de campo | CC [%S.Seco] | 31,0% |
| | CC [%V.Total] | 37,2% |
| | CC [mm] | 186,00 |
| Punto de marchitez | PM [%S.Seco] | 15,0% |
| | PM [%V.Total] | 18,0% |
| | PM [mm] | 90,00 |
| Humedad inicial del suelo | Hsi [%S.Seco] | 31,0% |
| | Hsi [%V.Total] | 37,2% |
| | Hsi [mm] | 186,00 |
| N° mes inicial | 12 | |

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente el valor de recarga potencial al acuífero durante el año es de 153,38 mm/año. La recarga al acuífero se da en los meses en los cuales la precipitación es más intensa, la radiación solar es más débil y la cantidad de agua que se infiltra es mayor que aquella que es evapotranspirada de nuevo a la atmósfera; estos meses de recarga tienen una distribución bimodal de abril a junio y luego de septiembre a noviembre; abril es el mes en donde se presentó más recarga al acuífero con 49,63 mm/mes (ver tabla 2-81) y el patrón gráfico de esta distribución de la recarga se aprecia en la Figura 2-169.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 81. Variables calculadas y resultados del balance hídrico suelos.

| VARIABLE | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P [mm/mes] | 26,86 | 45,48 | 88,32 | 144 | 106,4 | 82,48 | 43,12 | 33,84 | 67,5 | 83,74 | 57,97 | 7,1 | 786,8 |
| Ret [mm/mes] | 5 | 5,458 | 10,6 | 17,28 | 12,77 | 9,898 | 5,174 | 5 | 8,1 | 10,05 | 6,956 | 5 | 101,3 |
| Pi [mm/mes] | 15,4 | 28,2 | 54,76 | 89,28 | 65,98 | 51,14 | 26,73 | 20,32 | 41,85 | 51,92 | 35,94 | 1,48 | 483,0 |
| ESC [mm/mes] | 6,458 | 11,82 | 22,96 | 37,44 | 27,67 | 21,44 | 11,21 | 8,52 | 17,55 | 21,77 | 15,07 | 0,62 | 202,5 |
| T [°C] | 14,2 | 14,3 | 14,6 | 14,2 | 13,8 | 13 | 13,4 | 12,1 | 13,3 | 13,9 | 13,8 | 13,9 | 13,7 |
| Ps [%] | 3,75 | 3,17 | 2,01 | 1,22 | 1,37 | 1,64 | 1,74 | 2,41 | 1,99 | 1,93 | 2,45 | 3,81 | 2,3 |
| ETP [mm/mes] | 54,87 | 46,53 | 29,78 | 17,85 | 19,79 | 23,09 | 24,82 | 32,94 | 28,29 | 27,97 | 35,4 | 55,22 | 396,6 |
| Hsi [mm/mes] | 147,7 | 133,3 | 135,2 | 164,2 | 186 | 186 | 186 | 186 | 175,5 | 186 | 186 | 186 | 171,5 |
| C1 | 0,762 | 0,744 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,0 |
| C2 | 0,326 | 0,384 | 0,731 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,869 | 1 | 1 | 1 | 0,44 | 0,8 |
| ETPR [mm/mes] | 29,85 | 26,24 | 25,78 | 17,85 | 19,79 | 23,09 | 24,82 | 30,77 | 28,29 | 27,97 | 35,4 | 39,76 | 329,6 |
| HD [mm] | 73,12 | 71,47 | 99,98 | 163,5 | 162 | 147,1 | 122,7 | 116,3 | 127,4 | 147,9 | 131,9 | 97,48 | 121,7 |
| ETR [mm/mes] | 29,85 | 26,24 | 25,78 | 17,85 | 19,79 | 23,09 | 24,82 | 30,77 | 28,29 | 27,97 | 35,4 | 39,76 | 329,6 |
| HSf [mm/mes] | 133,3 | 135,2 | 164,2 | 186 | 186 | 186 | 186 | 175,5 | 186 | 186 | 186 | 147,7 | 171,5 |
| Rp [mm/mes] | 0 | 0 | 0 | 49,63 | 46,19 | 28,05 | 1,916 | 0 | 3,106 | 23,95 | 0,545 | 0 | 153,4 |
| <p> P [mm/mes] = Precipitación mensual bruta Ret [mm/mes] = Retención mensual a causa del follaje Pi = Precipitación que infiltra en [mm/mes] Esc [mm/mes] = escorrentía superficial T [°C] = Temperatura media mensual (dato meteorológico) Ps [%] = Porcentaje de horas de luz solar mensual ETP[mm/mes] = Evapotranspiración potencial Hsi = Humedad de suelo inicial en [mm] </p> <p> C1 = Coeficiente de humedad al final del mes antes de que ocurra la evapotranspiración C2 = Coeficiente de humedad al final del mes, después de que ocurra la evapotranspiración ETPR= Evapotranspiración real tentativa promedio HD = Humedad disponible [mm/mes] ETR = Evapotranspiración real [mm/mes] Hsf =Humedad final del suelo [mm] Rp = Recarga potencial al acuífero [mm/mes] </p> <p><i>* Humedad de suelo inicial de diciembre = CC. El ciclo continúa en enero.]</i></p> | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

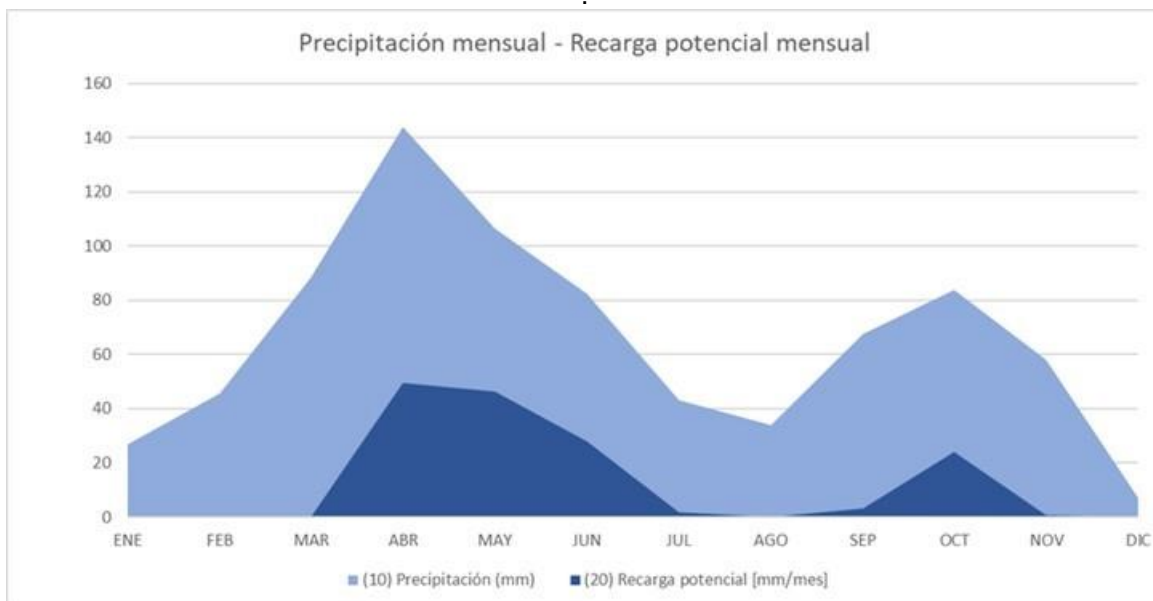


Figura 2- 169. Gráfica de la distribución de la recarga potencial al acuífero a lo largo del año.
Fuente: Elaboración propia.

2.5.3.3.4 Geofísica

Dentro de la metodología para la elaboración del modelo hidrogeológico es necesario integrar la información geológica y geofísica con el fin de identificar la geometría del sistema acuífero que constituye el área estudiada, a continuación, se describen las características geofísicas que inciden en la definición espacial de los sistemas hidrogeológicas.

Los registros geofísicos realizados a los piezómetros se interpretan litológicamente, se evalúa el comportamiento y la tendencia de cada línea de registro teniendo en cuenta el comportamiento de las sondas de registro R Gamma, resistividades larga y corta, y Potencial espontaneo (SP), donde además se contrastan con los perfiles geológico-geotécnicos. A nivel general y a partir de esta información, se obtienen seis tipos de capas, (para efectos de evaluación de la geometría del acuífero) que incluyen suelos residuales, limos arcillosos, lentes de arena y arcillas consolidadas. Las interpretaciones realizadas a cada piezómetro y los tipos de registros son como el que se observa en la Figura 2-170 y como los relacionados en el 1.3.3.3.2.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

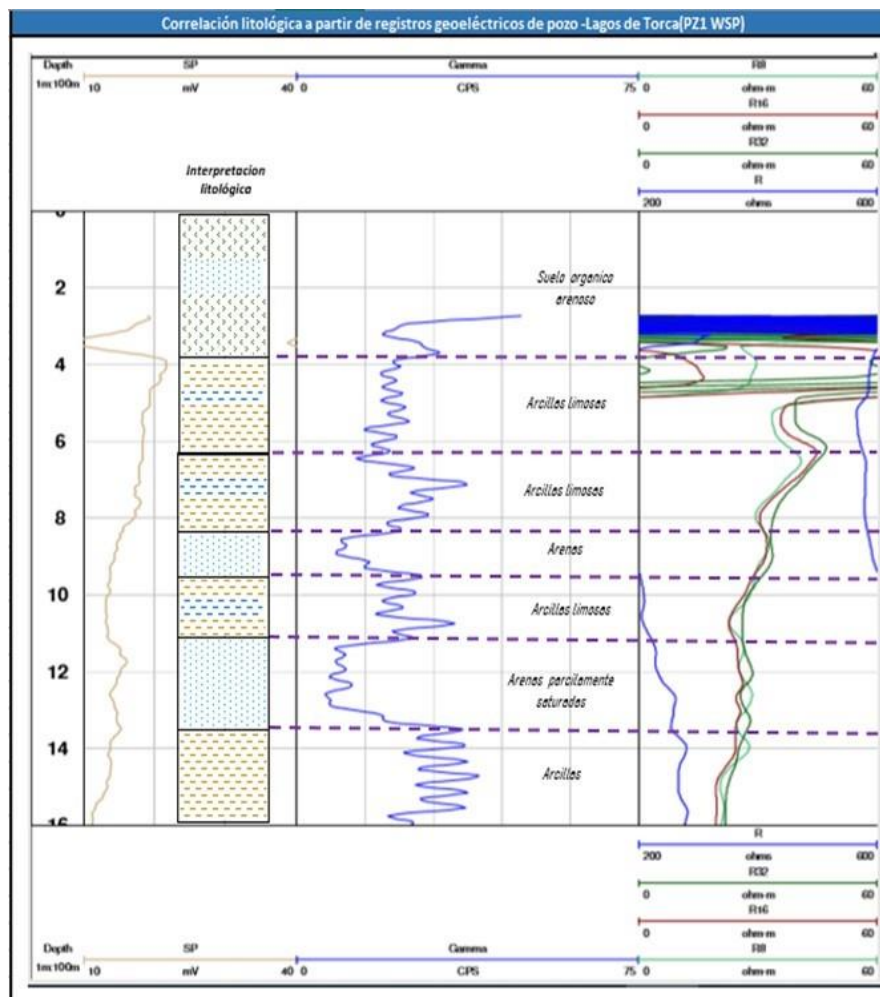


Figura 2- 170. Interpretación Registro eléctrico PZ-WSP-1-Predio EAAB.
Fuente: Elaboración propia

Con la información de los registros geofísicos y su correlación litológica se genera el modelo geométrico a través de las perforaciones y piezómetros que inicialmente no superaban los 8 m, y posteriormente las cuatro perforaciones de las actualizaciones donde se exploró hasta los 15 m de profundidad. Razón por la cual en el modelo hidrogeológico se correlacionarán con el fin de generar un análisis horizontal de las capas que componen el área de estudio. Anexo E1 - Producto 3.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 82. Descripción de las capas del modelo geométrico del acuífero somero.

| Capa | Descripción | Espesor [m] | Profundidad (m) |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| CAPA 1 Techo | La capa más superficial del modelo comprende suelos orgánicos y material fino: arcillas y limos. Adicionalmente puede contener intercalaciones de lentes de arenas. | 2 a 4 | 0-3,90 |
| CAPA 2 | Está conformada por material muy fino en forma de arcillas plásticas, arcillas y limos. En la capa se encuentran gradaciones laterales hacia limos arenosos. | 4 a 6 | 3,90-6,0 |
| CAPA 3 | Capa arenosa que lateralmente puede gradar a limos. Capa acuífera. | 1 a 2 | 6,0-8,50 |
| CAPA 4 | Capa heterogénea que consistente en intercalaciones de material arcilloso, limos y lentes de arena. Si bien contiene arena, no conforma una buena capa acuífera. | 3 | 8,50-9,50 |
| CAPA 5 | Corresponde a un lente arenoso de espesor variable que conforma una de las capas acuíferas. | 1 a 2 | 9,50-12,0 |
| CAPA 6 | La capa estratigráficamente más profunda del modelo. Consistente en material de grano fino, consistente en arcillas con algunas gradaciones laterales en las cuales las arcillas presentan una fracción de limos y arenas finas. | Indeterminado | 12,0-15,0 |

Fuente: Elaboración propia

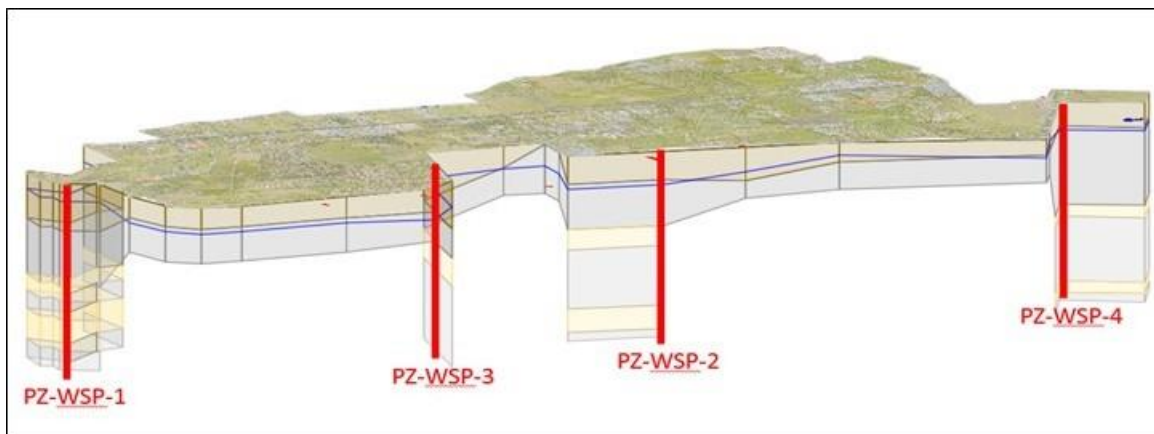


Figura 2- 171. Modelo geométrico del acuífero somero. Fuente: Elaboración propia

2.5.3.3.5 Dirección de Flujo

La definición de las direcciones de flujo consiste en representar la dirección del agua a través de las zonas con mayor o menor permeabilidad. Para este análisis se realizaron mapas con direcciones de agua a partir de isopiezas, en donde la metodología de interpolación define vectores de dirección del flujo subterráneo.

Para el área estudiada se calcularon las direcciones de flujo en cada una de las campañas y se representó sobre el mapa hidrogeológico, como se indica entre la Figura 2-172 a la Figura 2-177.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Con el fin de determinar las posibles variaciones del nivel piezométrico más somera, direcciones del flujo subsuperficial y establecer la relación con los cuerpos de agua superficial y su comportamiento con los cambios estacionales dentro del área de estudio, se generan evaluaciones de las direcciones de flujo subterráneo, en seis campañas de monitoreo. A continuación, se incluyen los resultados de análisis de direcciones de flujo en las diferentes campañas de monitoreo, como lo son: Campaña 1 de monitoreo, comprendida entre mediados de abril y mediados de mayo de 2019; Campaña 2 de monitoreo que se realizó los días 18 y 19 de junio de 2019; Campaña 3 realizada los días 17 y 18 de julio de 2019, Campaña 4 que se realizó los días 15 y 16 de agosto de 2019; Campaña 5 que se realizó los días 12 y 13 de septiembre y la Campaña 6 que se realizó los días 8 y 9 de octubre.

La dirección de flujo en el modelo conceptual se incorporó a través de las isopiezas las cuales fueron transformadas en vector para así georreferenciarlas y correlacionarlas en el bloque diagrama, en la vista de perfil. Las direcciones en planta corresponden al flujo superficial interpolado a partir de las curvas de nivel.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

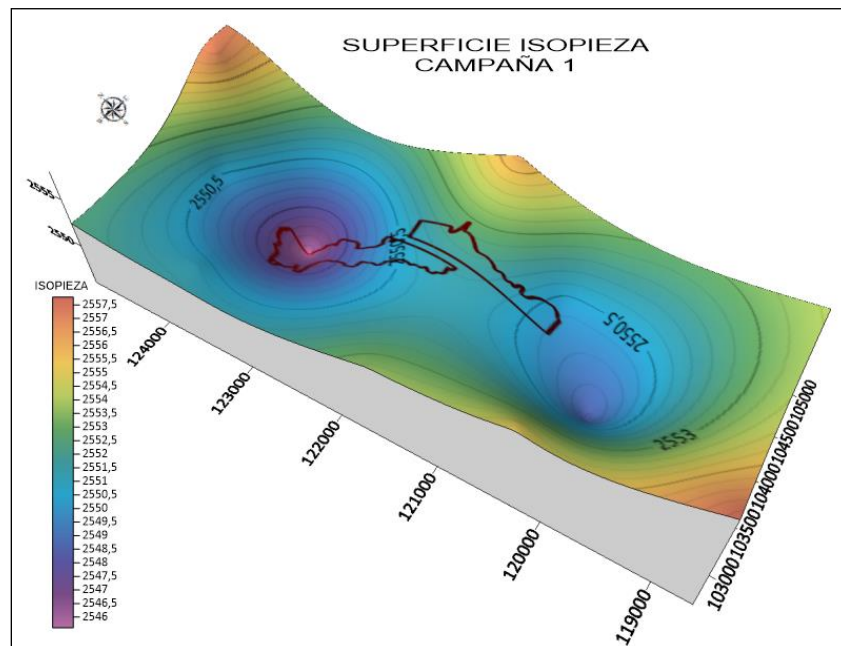
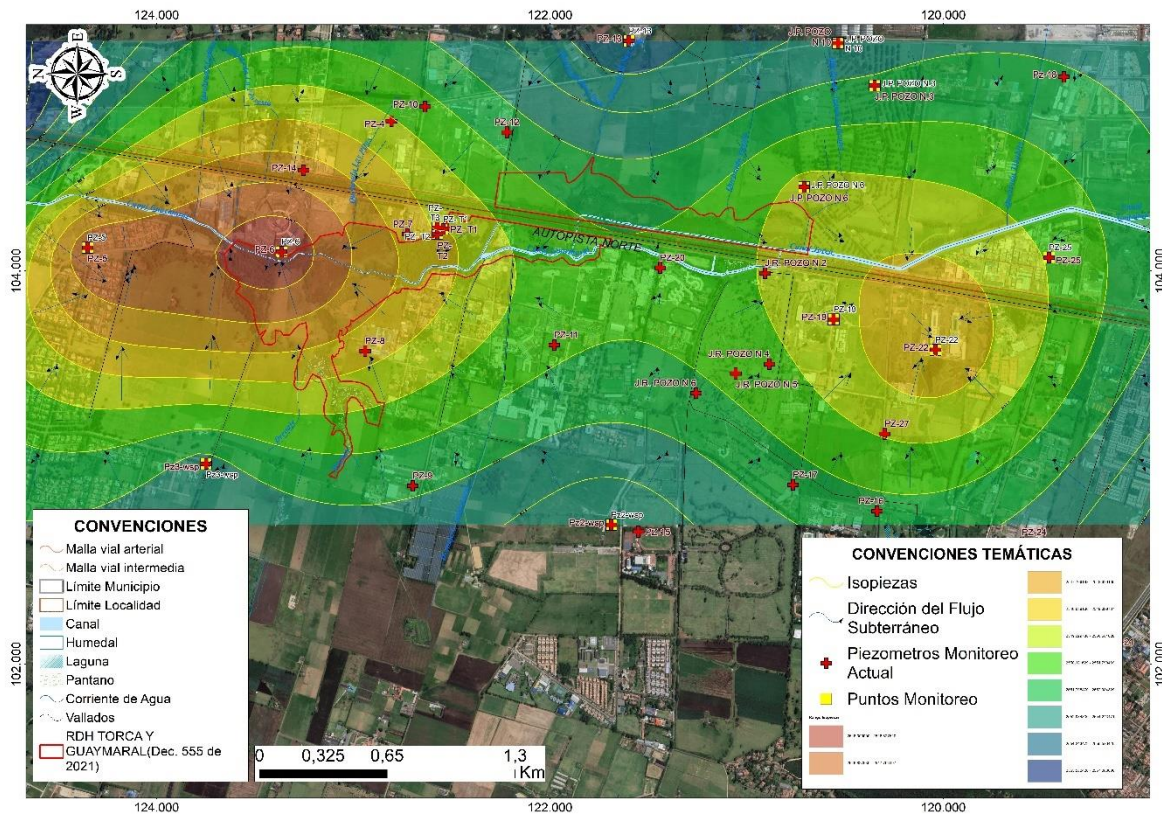


Figura 2- 172. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 1.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

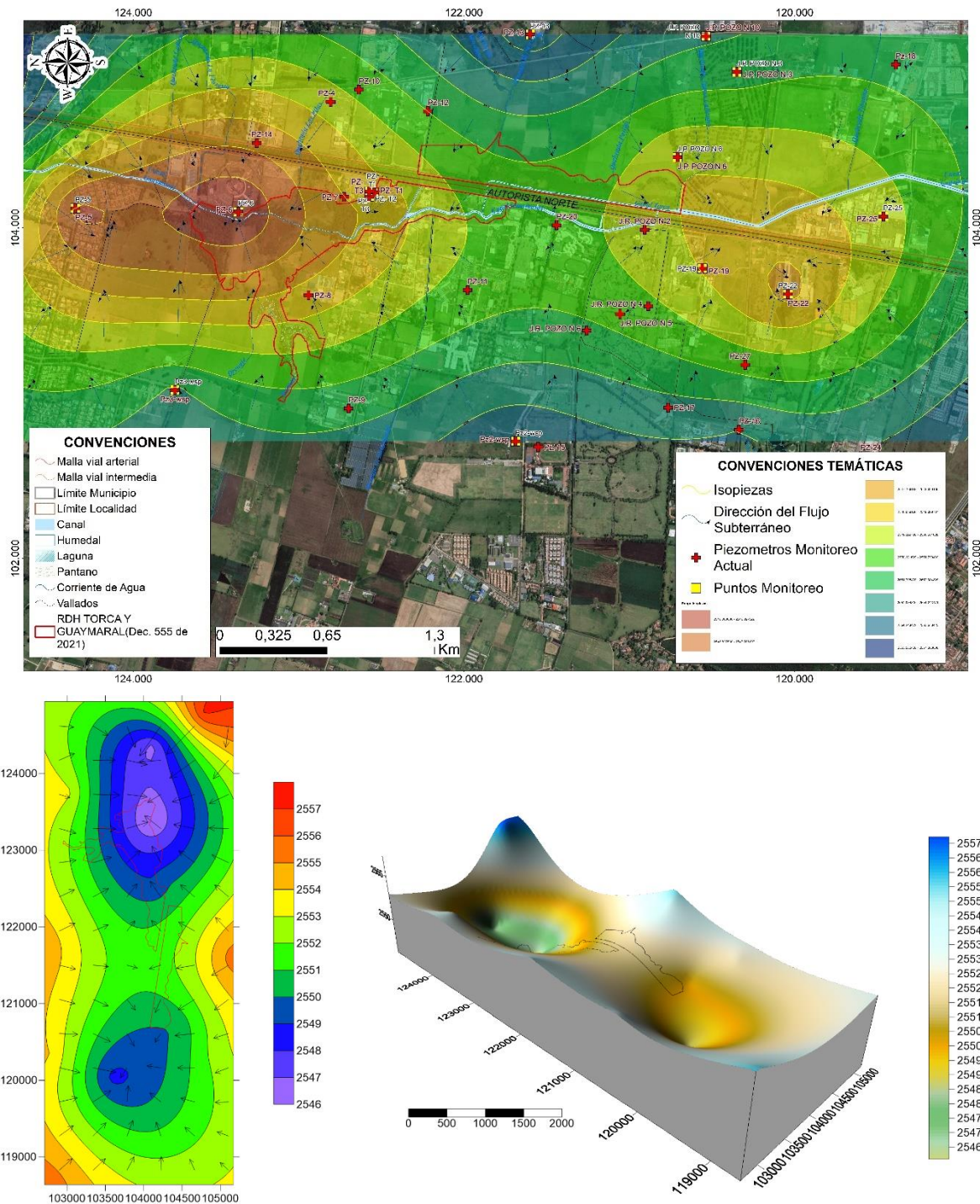


Figura 2- 173. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 2.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

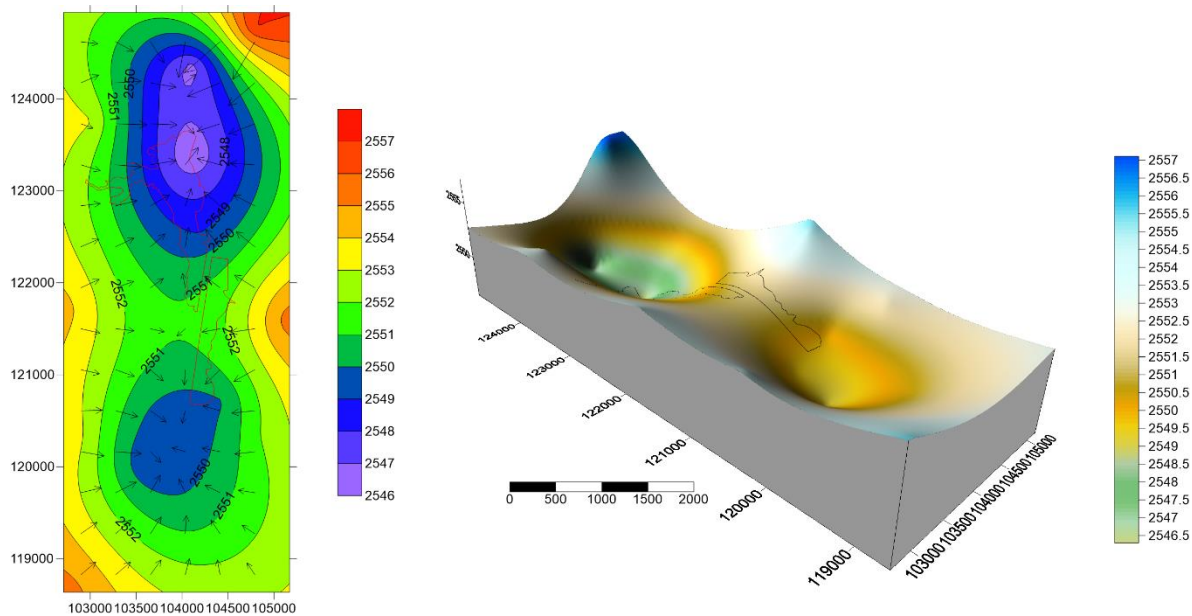
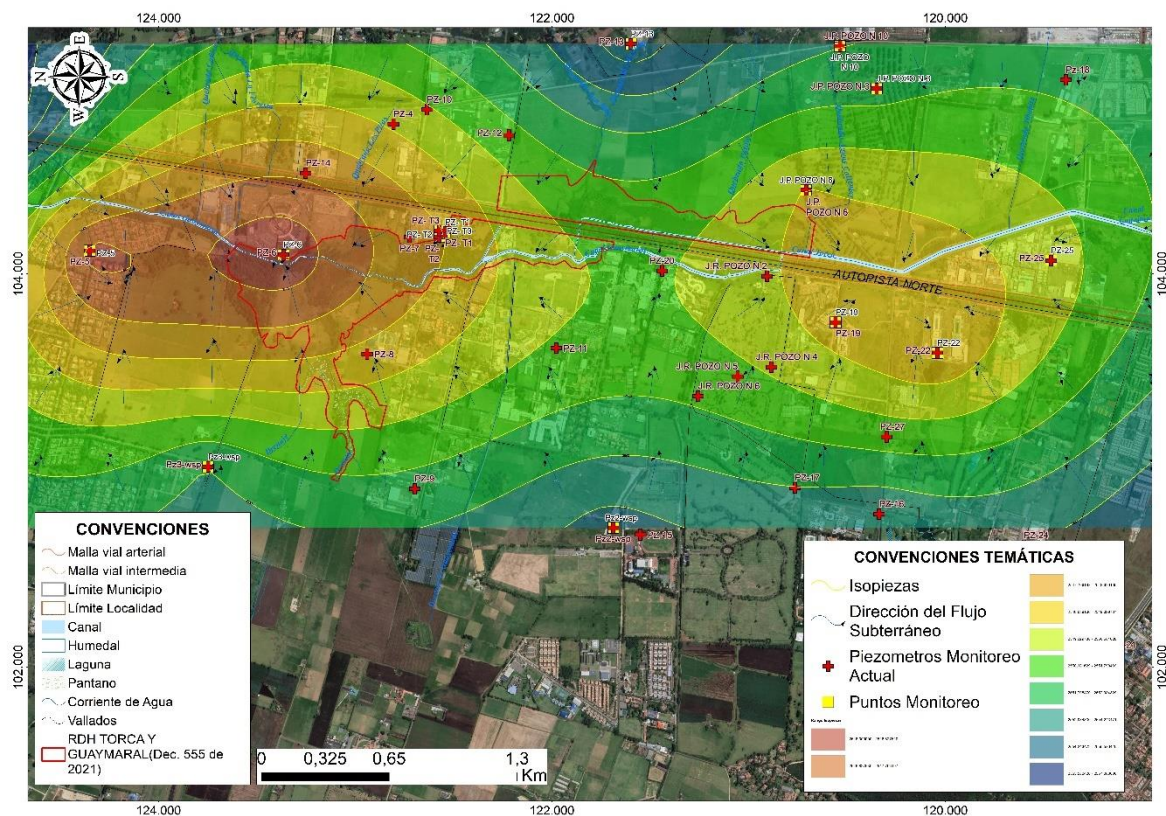


Figura 2- 174. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 3.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

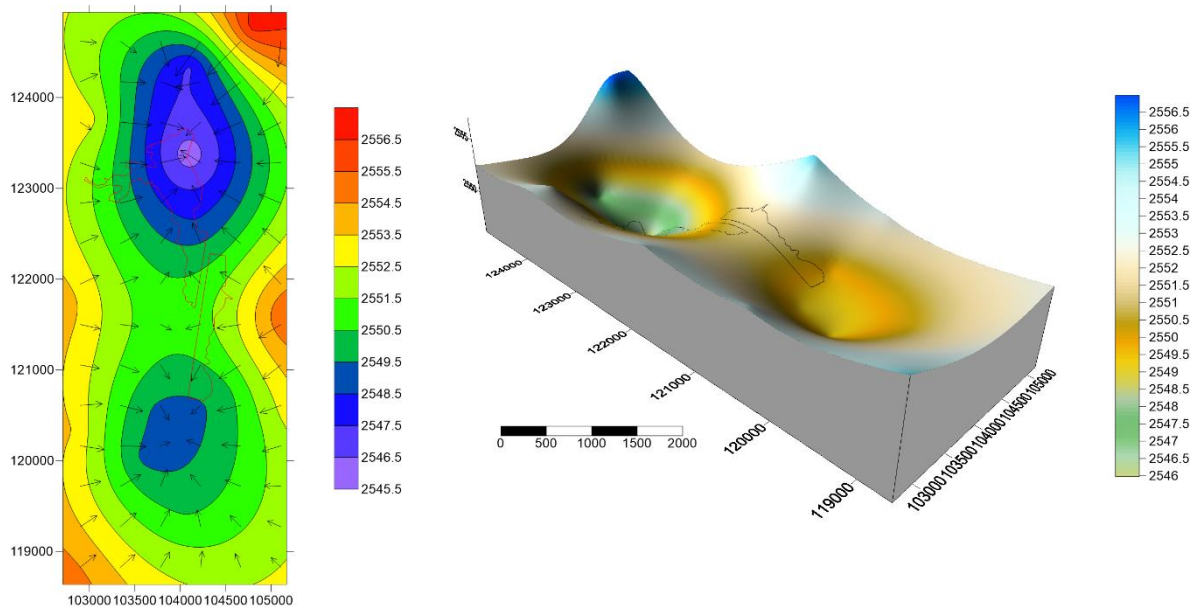
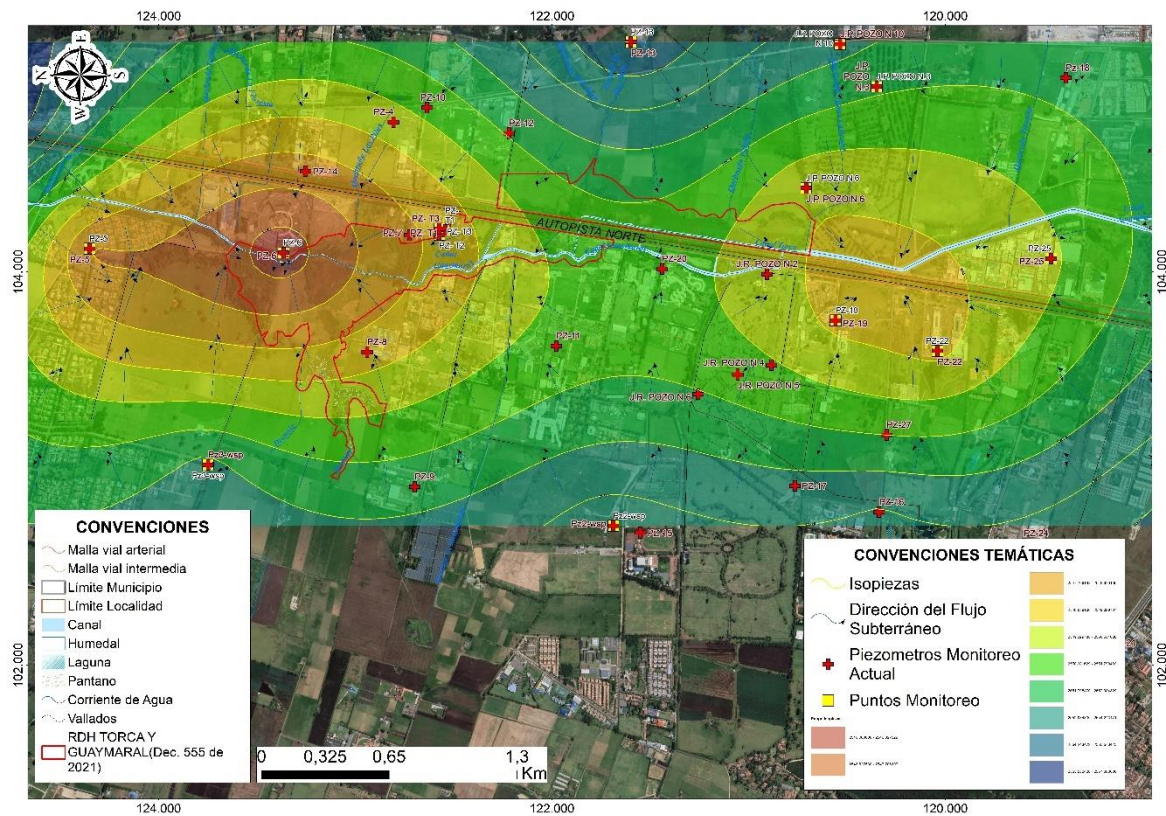


Figura 2- 175. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 4.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

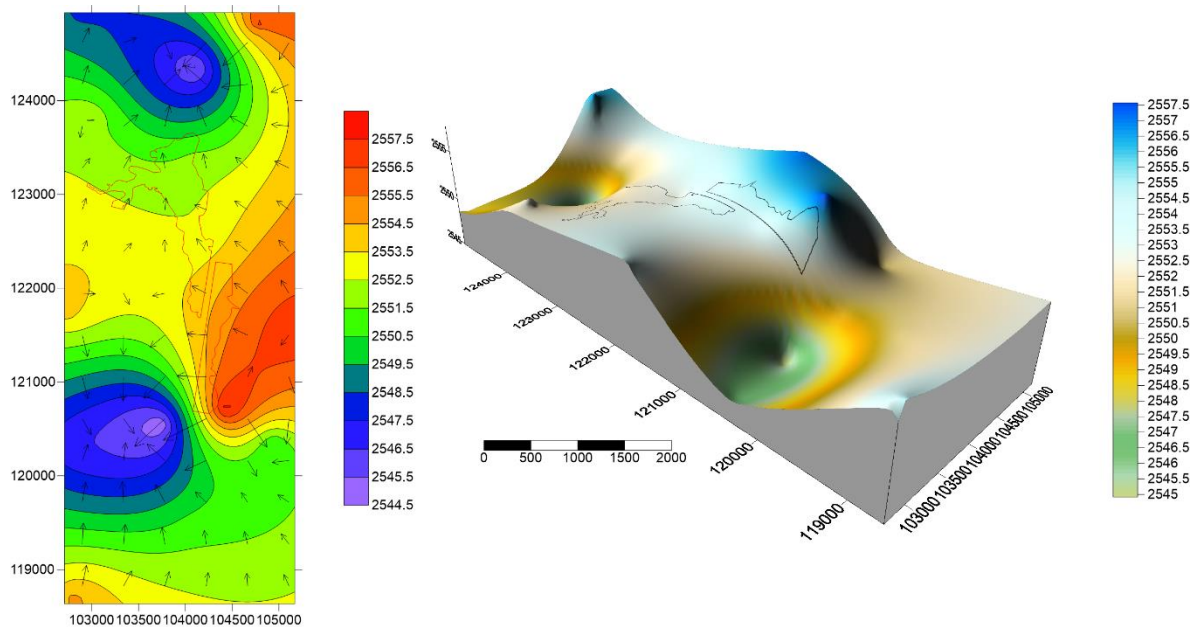
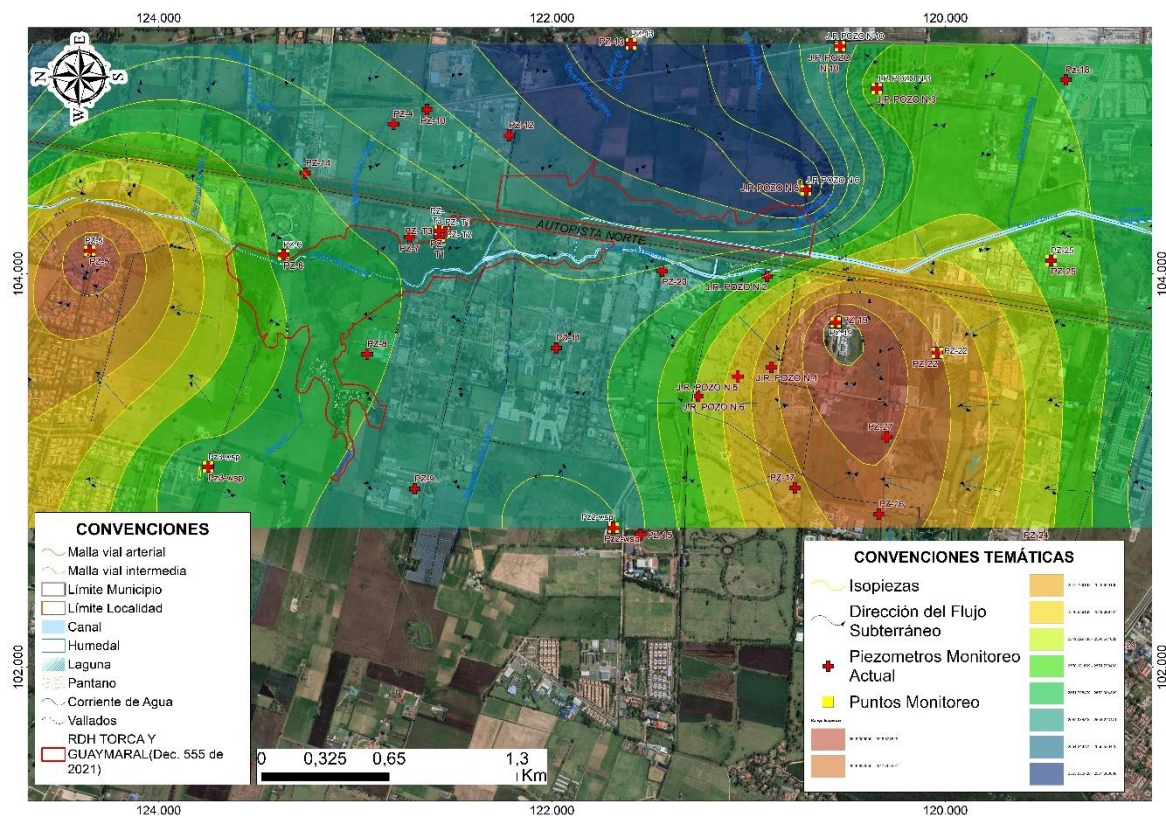


Figura 2- 176. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 5.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

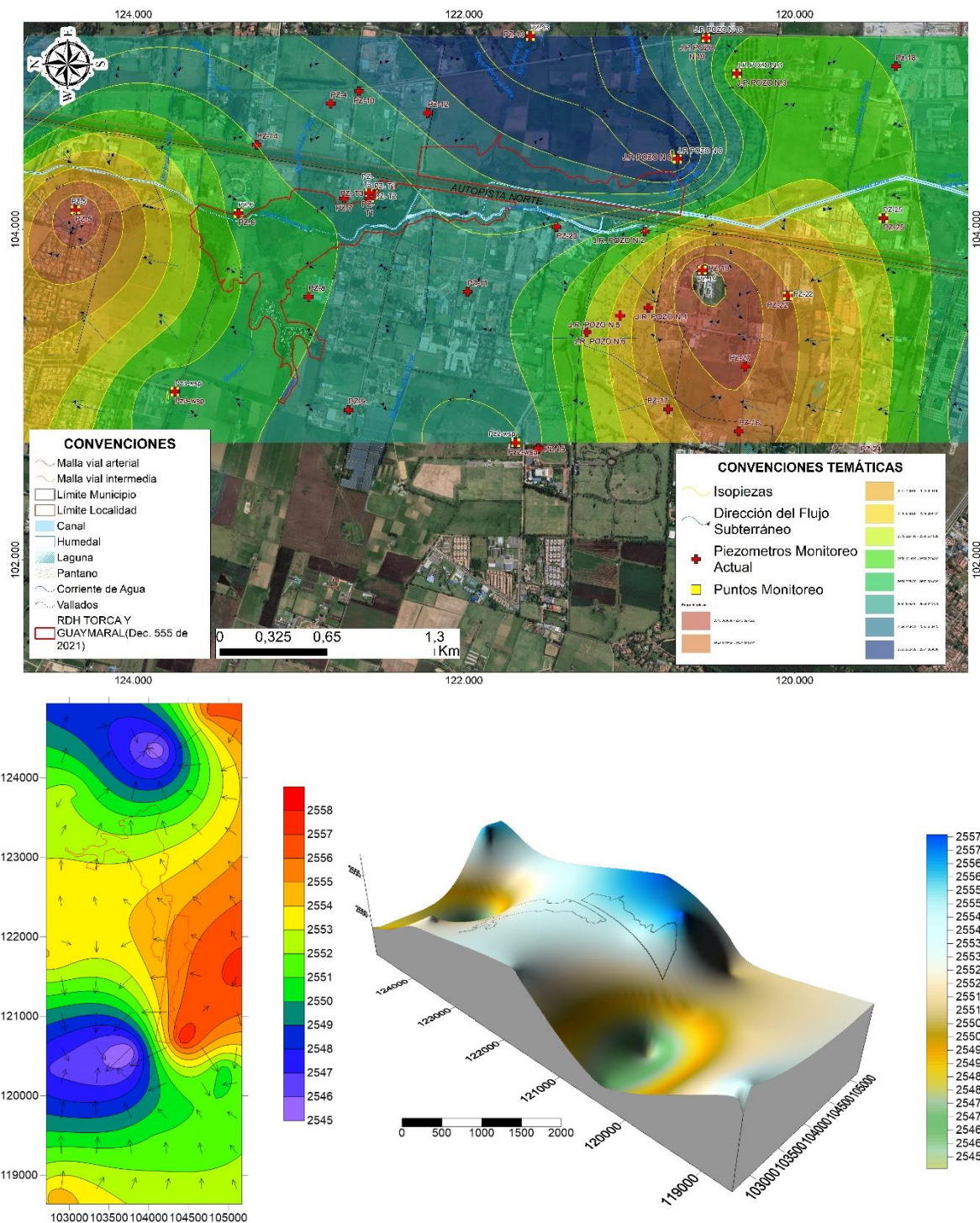


Figura 2- 177. Dirección de flujo e isopiezas Campaña 6. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.3.6 Propiedades hidráulicas del sistema subterráneo

Uno de los factores de mayor relevancia en el desarrollo de un modelo hidrogeológico, es el análisis de la permeabilidad, a partir del cual se evalúa la facilidad con la que el flujo de agua circunda a través de la roca. Con el fin de conocer esta información del subsuelo en el área estudiada, primero se procedió a conocer el parámetro en veintisiete (27) piezómetros preexistentes en el área de estudio y, en segundo lugar, a realizar pruebas de carga hidráulica para conocer la permeabilidad en los cuatro (4) piezómetros perforados en el marco del presente estudio.

Los diferentes sedimentos tendrán valores característicos de permeabilidad (Sanders, 1998) (Ver Tabla 2-83) que determinarán la clasificación hidrogeológica de los depósitos hallados en la zona (Custodio & Llamas, 1983) (Ver Tabla 2-84), es así que teniendo como soporte la literatura, los registros litológicos y los valores de permeabilidad, se determinó la clasificación hidrogeológica de los materiales estudiados.

Tabla 2- 83. Valores de permeabilidad estimados para sedimentos.

| | | Domenico | Smith & W | Freeze | Fetter | Sanders |
|------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sedimentos | Grava | 25 a 2500 | 100 a 10^5 | 100 a 10^6 | 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 | 0,1a 50 | | | 0,01 a 1 | 0,01 a 1 |
| | Arena fina | 0,02a 20 | | | | |
| | Arena arcillosa | | | 0,01 a 100 | 0,001 a 0,1 | |
| | Silt, loess | 10^{-4} a 2 | 10^{-4} a 1 | 10^{-4} a 1 | 0,001 a 0,1 | 10^{-4} a 1 |
| | Arcilla | 10^{-6} a 4×10^{-4} | 10^{-7} a 10^{-3} | | 10^{-6} a 10^{-3} | 10^{-6} a 10^{-3} |
| | Arcilla marina inalterada | 10^{-7} a 2×10^{-4} | | 10^{-11} a 10^{-7} | | |

Fuente: (Sanders, 1998)

Tabla 2- 84. Clasificación de sedimentos según su permeabilidad.

| PERMEABILIDAD EN (m / día) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------------|----|------------------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| | 10 ⁴ | 10 ³ | 10 ² | 10 | 1 | 10 ⁻¹ | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁶ |
| CLASIFICACIÓN GEOLÓGICA | GRAVAS LIMPIAS | | GRAVAS Y ARENAS, ARENAS GRUESAS | | ARENAS FINAS O CON MEZCLA DE LIMOS | | LIMOS O ARCILLAS ARENOSAS | | ARCILLAS COMPACTAS | | |
| CLASIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA | BUEN ACUÍFERO | | | | ACUÍFERO POBRE | | ACUITARDO | | PRÁCTICAMENTE IMPERMEABLE | | |

Fuente: (Custodio & Llamas, 1983)

• Permeabilidad de los piezómetros de la EAAB

Como se mencionó, para el estudio realizado por Elaboración propia, se evaluó la información de veintisiete 27 piezómetros con información disponible de permeabilidad, desarrollados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para tal fin se llevaron a cabo pruebas Slug en los piezómetros mencionados los cuales presentaban profundidades de hasta 8.8m, y se distribuyen en toda el área estudiada, siendo estos un insumo robusto para dar alcance a la definición de este parámetro. En la Tabla 2-85, se relacionan los valores hallados.

Las pruebas slug ejecutadas en los piezómetros y de acuerdo con la EAAB, consistieron en adicionar o remover en forma instantánea un volumen de agua conocido, con el fin de generar también un cambio instantáneo en la presión o cabeza hidráulica del pozo o piezómetro y por lo tanto en la zona acuífera interceptada. Razón por la cual el desarrollo de estas pruebas estuvo definido por el método de Hvorslev (1951) el cual mide la recuperación al cambio instantáneo de cabeza en función del tiempo. Los análisis estuvieron basados en el software especializado Aquifer Test v3.5, producido por la empresa Waterloo Hydrogeologic, Inc. En tal sentido todas las especificaciones constructivas, diseño de piezómetros, registros litológicos, y especificaciones de las pruebas Slug (tiempo, descensos y abatimientos) se encuentran definidos y graficados en el Anexo E3. Informe Red de Piezómetros Bordo Norte. El registro de niveles de agua se presenta en la Tabla 2-86.

El número de pruebas realizadas a lo largo de toda el área y en cada uno de los piezómetros que a continuación se muestran, permite afirmar que es información robusta, puesto que alimenta más los cálculos y clasificaciones de la permeabilidad. Más adelante se mostrará además los cálculos definidos para los cuatro piezómetros instalados por WSP donde se llevaron a cabo ensayos hasta los 15m, alimentando más la base de datos para los futuros análisis.

Tabla 2- 85. Valores de permeabilidad hallados en cada piezómetro.

| ID_Pozo | Coordenadas | | Ubicación | Litología predominante en el nivel saturado | Conductividad (m/día) |
|---------|-------------|--------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| | Este | Norte | | | |
| PZ-1 | 104437 | 125069 | Club Colsubsidio | Arcilla gris clara, plástica, con moteamiento por meteorización | 7,74E-01 |
| PZ-2 | 104387 | 124865 | Bogotá Tennis Club | Limo arcilloso y arcillas limosas, baja plasticidad | 3,38E-01 |
| PZ-3 | 102847 | 124937 | Conjunto Residencial San Simón 1 | Arcilla gris clara, plástica, limos arcillosos | 5,26E-02 |
| PZ-4 | 104762 | 122806 | Lote EAAB | Arenas finas cuarzosas, arenas arcillosas y arcillas arenosas | 1,25E-02 |
| PZ-5 | 104119 | 124350 | Conjunto Residencial San Simón 2 | Limos arcillosos medianamente plásticos y arcillas muy plásticas | 1,50E-01 |
| PZ-6 | 104098 | 123364 | Centro comercial Bima | Arcilla limosa, plástica | 4,30E-04 |
| PZ-7 | 104186 | 122724 | Estación de servicio Texaco | Arcilla gris claro, alta plasticidad | 5,22E-02 |
| PZ-8 | 103593 | 122940 | Colegio Nueva York | Arcilla gris, alta plasticidad | 1,61E-01 |
| PZ-9 | 102908 | 122698 | Inversiones Morcolote Ltda. | Arcilla gris, alta plasticidad | 9,76E-01 |
| PZ-10 | 104835 | 122635 | Sede deportiva club Los Millonarios | Limo arcilloso baja plasticidad | 6,37E-01 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 85. Valores de permeabilidad hallados en cada piezómetro.

| ID_Pozo | Coordenadas | | Ubicación | Litología predominante en el nivel saturado | Conductividad (m/día) |
|---------|-------------|--------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| | Este | Norte | | | |
| PZ-11 | 103623 | 121978 | Colegio Nueva Inglaterra | Arcilla gris clara, alta plasticidad | No interpretable |
| PZ-12 | 104705 | 122219 | Finca Santa María | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 2,96E-03 |
| PZ-13 | 105170 | 121598 | Colegio el Rosario Campestre | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 4,88E-02 |
| PZ-14 | 104512 | 123252 | Multiparque | Limo y arcilla limosa con alta plasticidad | 2,42E-02 |
| PZ-15 | 102675 | 121550 | Universidad Santo tomas | Arcilla gris clara, alta plasticidad | No interpretable |
| PZ-16 | 102779 | 120337 | Colegio La Enseñanza | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 7,00E-01 |
| PZ-17 | 102913 | 120765 | Cementerio Jardines del recuerdo | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 1,32E-01 |
| PZ-19 | 103754 | 120558 | Escuela Colombiana de Ingeniería | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 1,17E-01 |
| PZ-22 | 103599 | 120040 | Megaoutlet | Arcilla gris y arcilla limosa negra plástica | 9,79E-03 |
| PZ-23 | 102207 | 120124 | Club Profesores universidad nacional | Arcilla y arcilla limosa gris claro, con alta plasticidad | 3,80E-06 |
| PZ-24 | 102620 | 119600 | Colegio Vermont | Arcilla gris claro con alta plasticidad y limos marrones | 1,29E-01 |
| PZ-25 | 104068 | 119462 | Makro Autonorte | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 7,02E-02 |
| PZ-26 | 102040 | 120381 | Gimnasio del Norte | Arcilla gris, alta plasticidad y arcilla limosa | 1,07E+00 |
| PZ-27 | 103172 | 120299 | Flores Ball Colombia | Arcilla gris clara, alta plasticidad | 5,44E-01 |
| PZ-28 | 101798 | 118634 | Seminario San Luis Beltrán | Arcilla marrón plástica | 6,74E-01 |
| PZ-29 | 101845 | 119506 | Gimnasio Josefina Castro | Arcilla gris clara, alta plasticidad | No interpretable |
| PZ-30 | 124554 | 102467 | Hacienda San Sebastián | Arcilla gris clara y arcilla limosa, alta plasticidad | 2,50E-01 |

Fuente: Elaboración propia con base en EAAB, 2010.

Tabla 2- 86. Nivel de la tabla de agua en cada piezómetro.

| ID_Pozo | Coordenadas | | Ubicación | Nivel de la tabla de agua | |
|---------|-------------|--------|-------------------------------------|---------------------------|------|
| | Este | Norte | | m | |
| PZ-1 | 104437 | 125069 | Club Colsubsidio | 0,95 | 1,18 |
| PZ-2 | 104387 | 124865 | Bogotá Tennis Club | 2,95 | 3,18 |
| PZ-3 | 102847 | 124937 | Conjunto Residencial San Simón 1 | 1,43 | 1,77 |
| PZ-4 | 104762 | 122806 | Lote EAAB | 1650 | 1,95 |
| PZ-5 | 104119 | 124350 | Conjunto Residencial San Simón 2 | 1,46 | 1,72 |
| PZ-6 | 104098 | 123364 | Centro comercial Bima | 2,77 | 2,92 |
| PZ-7 | 104186 | 122724 | Estación de servicio Texaco | 1,8 | 1,85 |
| PZ-8 | 103593 | 122940 | Colegio Nueva York | 1 | 1,18 |
| PZ-9 | 102908 | 122698 | Inversiones Morcolote Ltda. | 1,55 | 1,74 |
| PZ-10 | 104835 | 122635 | Sede deportiva club Los Millonarios | 2,17 | 2,4 |
| PZ-11 | 103623 | 121978 | Colegio Nueva Inglaterra | 1 | 1,19 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 86. Nivel de la tabla de agua en cada piezómetro.

| ID_Pozo | Coordenadas | | Ubicación | Nivel de la tabla de agua | |
|---------|-------------|--------|--------------------------------------|---------------------------|------|
| | Este | Norte | | m | |
| PZ-12 | 104705 | 122219 | Finca Santa María | 1,69 | 1,92 |
| PZ-13 | 105170 | 121598 | Colegio el Rosario Campestre | 0,73 | 0,82 |
| PZ-14 | 104512 | 123252 | Multiparque | 1,3 | 1,15 |
| PZ-15 | 102675 | 121550 | Universidad Santo tomas | 1,99 | 2,17 |
| PZ-16 | 102779 | 120337 | Colegio La Enseñanza | 1,035 | 1,29 |
| PZ-17 | 102913 | 120765 | Cementerio Jardines del recuerdo | 1,18 | 1,39 |
| PZ-19 | 103754 | 120558 | Escuela Colombiana de Ingeniería | 1,27 | 1,42 |
| PZ-22 | 103599 | 120040 | Megaoutlet | 1,85 | 2,07 |
| PZ-23 | 102207 | 120124 | Club Profesores universidad nacional | 1,04 | 1,36 |
| PZ-24 | 102620 | 119600 | Colegio Vermont | 0,72 | 1,06 |
| PZ-25 | 104068 | 119462 | Makro Autonorte | 1,17 | 1,84 |
| PZ-26 | 102040 | 120381 | Gimnasio del Norte | 1 | 1,29 |
| PZ-27 | 103172 | 120299 | Flores Ball Colombia | 0,8 | 1,09 |
| PZ-28 | 101798 | 118634 | Seminario San Luis Beltrán | 0,74 | 1,02 |
| PZ-29 | 101845 | 119506 | Gimnasio Josefina Castro | 0,6 | 0,84 |
| PZ-30 | 124554 | 102467 | Hacienda San Sebastián | 1,98 | 2,24 |

Fuente: Elaboración propia con base en EAAB, 2010.

Teniendo en cuenta la información anterior, con los valores de permeabilidad calculados en los piezómetros (PZ1 - PZ30, ver Tabla 2-85) se realizó una clasificación de los valores hallados para el cálculo de la conductividad hidráulica (m/d), incluyendo rangos para su diferenciación (Ver Tabla 2-87).

Dicha clasificación tanto en el modelo conceptual como numérico se aplicó, para cada una de las capas definidas en la geometría del acuífero, considerando capas homogéneas e isotrópicas, esto con al fin de asignar el valor de (K) en tres direcciones, es decir manejando permeabilidades equivalentes, concepto valido para el modelo numérico, donde también se especifica esta condición.

Tabla 2- 87. Rangos de permeabilidad hasta los 8 m de espesor.

| Rango K(m/d) | Sedimento | Grado de Permeabilidad | Clasificación Hidrogeológica |
|------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1.07 – 1.29 E+00 | Arena fina | Permeabilidad alta | Buen acuífero |
| 1.50 -9.76 E-01 | Arena limosa | Permeabilidad moderadamente alta | Acuífero pobre |
| 7.02 -1.25 E-02 | Arcilla arenosa limosa | Permeabilidad moderada | Acuitardos |
| 2.96 - 9.79 E-03 | Limos | Permeabilidad baja | Acuitardos |
| 4.30 E-04 | Arcillas | Permeabilidad muy baja | Acuitardos |
| 3.80 E-06 | Arcillas | Impermeable | Acuicludo |

Fuente: Elaboración propia

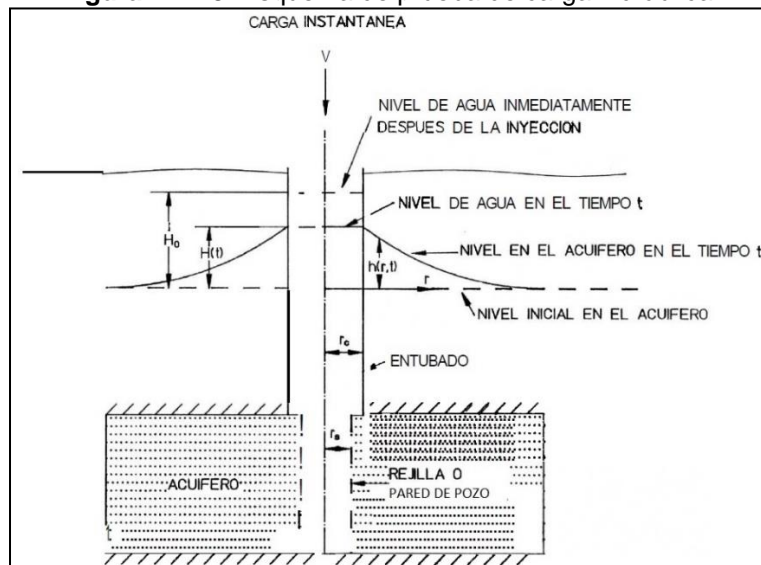
• Permeabilidad de los piezómetros instalados en presente proyecto

Para los cuatro últimos piezómetros de actualización del estudio se llevaron a cabo pruebas de carga hidráulica, con el fin de determinar el nivel estático del piezómetro, nivel de abatimiento y así calcular la transmisividad y conductividad hidráulica en los materiales alrededor del pozo en las profundidades desde los 8 a los 15 m (en donde se encuentran los filtros de cada piezómetro). Una vez desarrollados los pozos se practicaron las pruebas de carga hidráulica, ver Anexo E1.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Estas fueron realizadas mediante la introducción de una barra o *slug* el cual desplaza volumen de agua contenido dentro del piezómetro de tal forma que el nivel de la tabla de agua se eleve hasta el nivel del suelo (0 m de profundidad), posteriormente se irá registrando el descenso gradual del nivel del agua con respecto al tiempo (hasta llegar a los 150 minutos de registro) (Ver Figura 2-178).

Figura 2- 178. Esquema de prueba de carga hidráulica.



Fuente: Adaptado de (Cooper, Bredehoeft, & Papadopoulos, 1967).

Las pruebas de carga hidráulica presentan su resolución mediante el método de (Bouwer & Rice, 1976) en (Zabala, Weinzettel, & Varni, 2006) que asumen:

- Un acuífero de extensión infinita, homogéneo, isotrópico y de espesores uniforme.
- Superficie piezométrica inicial horizontal.
- La inyección del volumen del agua al piezómetro se hace de una manera instantánea y producirá un cambio en el nivel de agua. De tal manera que se emplea una masa sólida.
- El almacenamiento del piezómetro no es despreciable, las pérdidas en el pozo son despreciables.
- El acuífero es penetrado total o parcialmente.
- El flujo hacia el pozo es estacionario y no existe un flujo sobre el nivel freático.

La ecuación de (Bouwer & Rice, 1976) para el cálculo de K es la siguiente:

$$K = \frac{rc^2 \ln\left(\frac{R_e}{r_w}\right)}{2L} - \frac{1}{t} - \ln\left(\frac{h_0}{h_t}\right)$$

Donde:

K es la conductividad hidráulica del acuífero.

r_c = Radio de entubado

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

t = tiempo desde la extracción o inyección de agua.
 R_e = radio del pozo incluyendo el empaque de grava.
 r_w = radio efectivo del piezómetro (radio del piezómetro y empaque de grava)
 L = Longitud del filtro.
 h_t = desplazamiento en el tiempo
 h_0 =desplazamiento inicial

Los datos de permeabilidad y transmisividad registrados en los piezómetros se listan en la Tabla 2-88.

Tabla 2- 88. Rangos de permeabilidad entre los 8 y 14 m de profundidad.

| PZ | K(m/d) | T(m ² /d) | Sedimentos | Grado de permeabilidad | Clasificación hidrogeológica |
|----------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| PZ-WSP-1 | 1.37E-01 | 2,05E+00 | Arena fina | Permeabilidad moderada | Acuífero pobre |
| PZ-WSP-2 | 1.02E-01 | 1,54E+00 | Arena muy fina | Permeabilidad moderada | Acuífero pobre |
| PZ-WSP-3 | 7.71E-2 | 1,16E+00 | Arcilla arenosa limosa | Permeabilidad moderada | Acuitardos |
| PZ-WSP-4 | 6.46 E-2 | 9,68E-01 | Arcilla arenosa limosa | Permeabilidad moderada | Acuitardos |

Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar que la clasificación hidrogeológica definida a partir de los resultados de conductividad hidráulica obtenida en cada uno de los piezómetros mencionados en la Tabla 2-85, están categorizados de acuerdo con la clasificación de sedimentos que se mencionó al inicio del capítulo, en la Tabla 2-86.

Donde teniendo en cuenta el tipo de material y los valores de permeabilidad se le asigna una condición hidrogeológica, que para el caso son: Buenos acuíferos, acuíferos pobres y acuitardos, que coincide con la condición litológica mencionada (arenas finas, arcilla areno-limosa, y arcillas principalmente), características típicas de los depósitos que conforman la geología de la Sabana de Bogotá.

En tal sentido el contexto hidrogeológico y de productividad se ajusta a las condiciones imperantes en el área de estudio, por cuanto se valida su clasificación. Además, la importancia hidrogeológica tanto para el aprovechamiento del recurso como para la conservación de los sistemas hídricos asociados, y definidos por las diferentes capas con comportamientos entre acuíferos y acuitardados sugieren una importancia media a baja, puesto que como lo indica su definición, algunas veces permite el paso del agua otras no. Sin embargo, a nivel de ecosistema es importante destacar la importancia del humedal.

2.5.3.3.7 Definición de unidades hidrogeológicas

La definición de las unidades hidrogeológicas en el área de estudio es el resultado de la diferenciación de las unidades geológicas de acuerdo con sus condiciones hidrogeológicas, soportada en sus características litológicas, estructurales, valores de sus principales parámetros hidráulicos y potencialidad en cuanto al almacenamiento de agua subterránea. Geológicamente el área de estudio está definida por unidades cretácicas a depósitos cuaternarios.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para la caracterización de las unidades hidrogeológicas y la elaboración de la cartografía hidrogeológica, se realizó una clasificación de las unidades geológicas según su comportamiento hidrogeológico (definición de Acuíferos, Acuícludos, Acuitardos o Acuífugos), para esto se siguieron los lineamientos propuestos en los estándares internacionales, adoptando la nomenclatura de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda Internacional de los Mapas Hidrogeológicos”(UNESCO, 1983) y el Servicio Geológico Colombiano SGC. Esta leyenda se basa en la asignación de categorías hidrogeológicas basándose en: la cobertura de los acuíferos si regionales o locales, el potencial de rocas y/o sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, edad, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad litológica evaluada litológica evaluada (Ver Tabla 2-89).

Tabla 2- 89. Clasificación General para la definición de unidades hidrogeológicas.

| TONALIDAD | UNIDAD | CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (l/s/m) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| AD | | |
| A. SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR | | |
| A4 | Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano. | Muy Alta Mayor de 5,0 |
| A3 | Acuíferos continuos de extensión regional, de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidados de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano. | Alta Entre 2.0 y 5.0 |
| A2 | Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidados de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos generalmente confinados con aguas de buena calidad química para el consumo humano. | Media Entre 1,0 y 2,0 |
| A1 | 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 aguas de regular calidad química para consumo humano. | Baja Entre 0,05 y 1,0 |
| B. ROCAS CON FLUJO ESENCIALMENTE A TRAVÉS DE FRACTURAS (ROCAS FRACTURADAS Y/O CARSTIFICADAS) | | |
| B4 | Acuíferos discontinuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas cretácicas, consolidadas, de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados, con aguas de buena calidad química para consumo humano. | Muy Alta Mayor de 5,0 |
| B3 | Acuíferos discontinuos de extensión regional de extensión regional, de alta productividad, conformados por rocas sedimentarias clásticas y carbonatadas, terciarias y cretácicas consolidadas, de ambiente transicional a marino. Acuíferos confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano, generalmente duras. | Alta Entre 2.0 y 5.0 |
| B2 | Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas, de ambiente marino y 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 |
| B1 | 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 para consumo humano. | Baja Entre 0,05 y 1,0 |
| C. SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADO A NINGÚN RECURSO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. | | |
| C3 | Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambiente lacustre, deltaicos y marinos, y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a | Muy Baja Menor de 0,05 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| TONALIDAD | UNIDAD | CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (l/s/m) |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a muy mala calidad química para consumo humano, generalmente salada en regiones costeras. | |
| C2 | Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica. | Muy Baja a ninguna Menor de 0,05 |
| C1 | Regiones compuestas por depósitos arcillosos o de playas con agua salada. | Muy Baja a ninguna Menor de 0,05 |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se define de acuerdo con la secuencia estratigráfica definida por la geología del presente estudio, las unidades hidrogeológicas, el tipo de sistema al que pertenecen y su importancia hidrogeológica; estas unidades son representadas cartográficamente en la Figura 2-179 y Figura 2-181.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

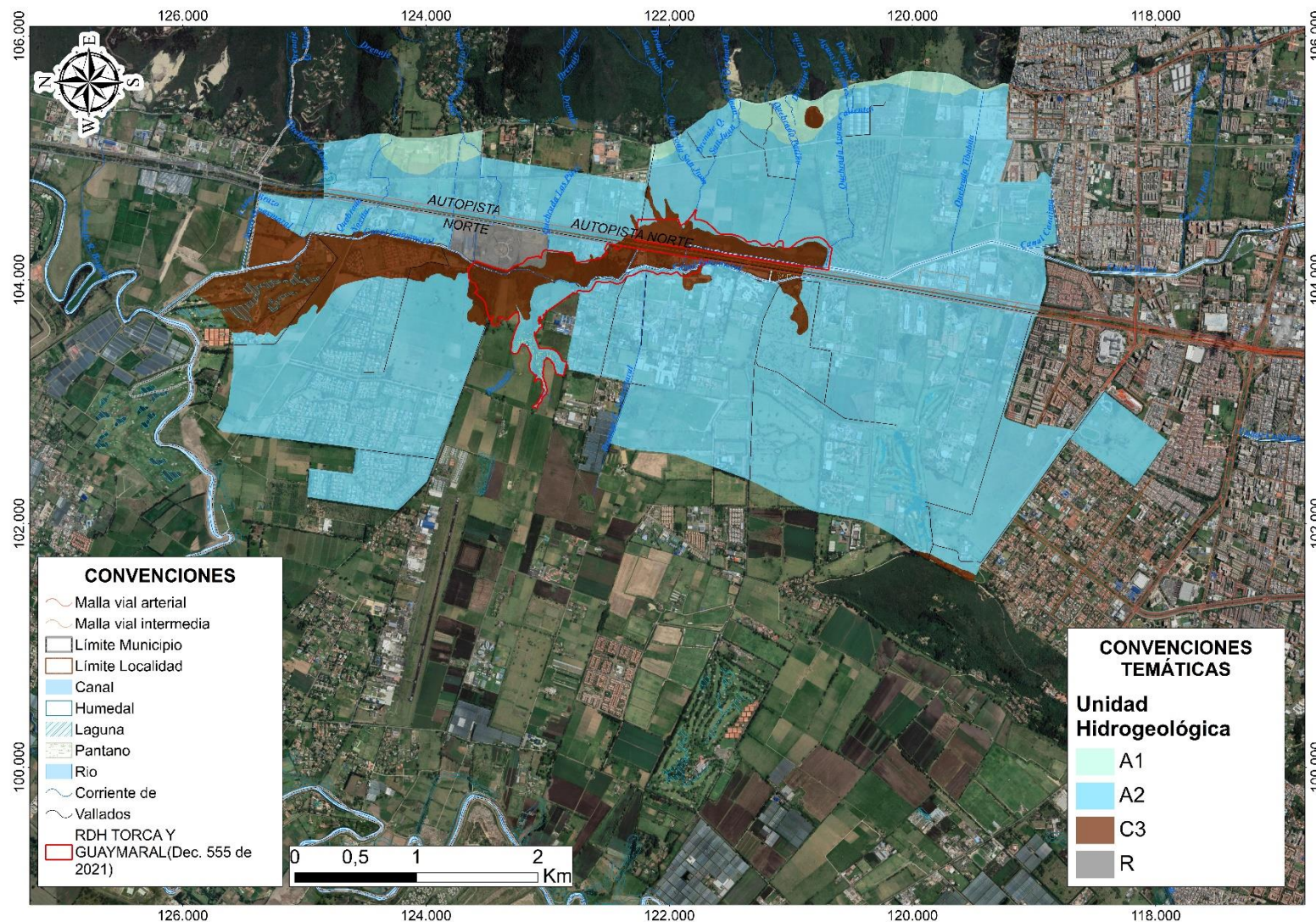


Figura 2- 179. Clasificación General para la definición de unidades hidrogeológicas.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| SISTEMA ACUÍFERO | | CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS | UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS | |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|
| SISTEMA ACUÍFERO | | CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS | UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS | |
| A. SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR / POROSIDAD PRIMARIA | | | | |
| A2 | Acuíferos de Mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m | Acuíferos continuos de extensión semi-regional a local, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados formados en ambientes lacustres y fluviales. Acuíferos libres o localmente confinados con aguas de buena calidad química para el consumo humano. | Formación Sabana | Qsa2 |
| | | | | Qsa1 |
| A1 | Acuíferos de Baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m | Acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados en la zona de estudio por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente colucial (Qdp1) y fluviglaciares (Qfg). Acuíferos libres a confinados con aguas de regular calidad química para consumo humano. | Depósitos de Pendiente | Qdp1 |
| | | | Depósitos Fluviglaciares | Qfg |
| SISTEMA ACUÍFERO | | CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS | UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS | |
| C. SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS | | | | |
| C3 | Acuitardos y acuicludos. con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor a 0,05 l/s/m. Acuitardos y acuicludos. | Complejo de sedimentos no consolidados y rocas con muy baja productividad. Una extensión limitada y localizada en el área de estudio. representados en el área por depósitos cuaternarios no consolidados de ambiente lacustre y pantanoso (Qch1); y por rocas sedimentarias cretécias a terciarias a cretácicas muy consolidadas, originadas en ambiente marino transicional (Ksgp, Ksglt y KPgg). | Formación Chía | Qch1 |
| | | | Formación Guaduas | KPgg |
| | | | Formación Areniscas Labor-Tierna | Ksglt |
| | | | Formación Plaeners | Ksgp |
| R. RELLENOS ANTRÓPICOS | | | | |
| R | Materiales sin la capacidad de almacenar o transmitir agua subterránea. | Materiales de origen antrópico con los cuales se han estabilizado zonas para la construcción. Rellenos y superficies impermeables e insaturados con muy baja a ninguna capacidad de almacenar y/o transmitir agua. | Rellenos Antrópicos | Qra1 |

Figura 2- 180. Clasificación de acuíferos. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

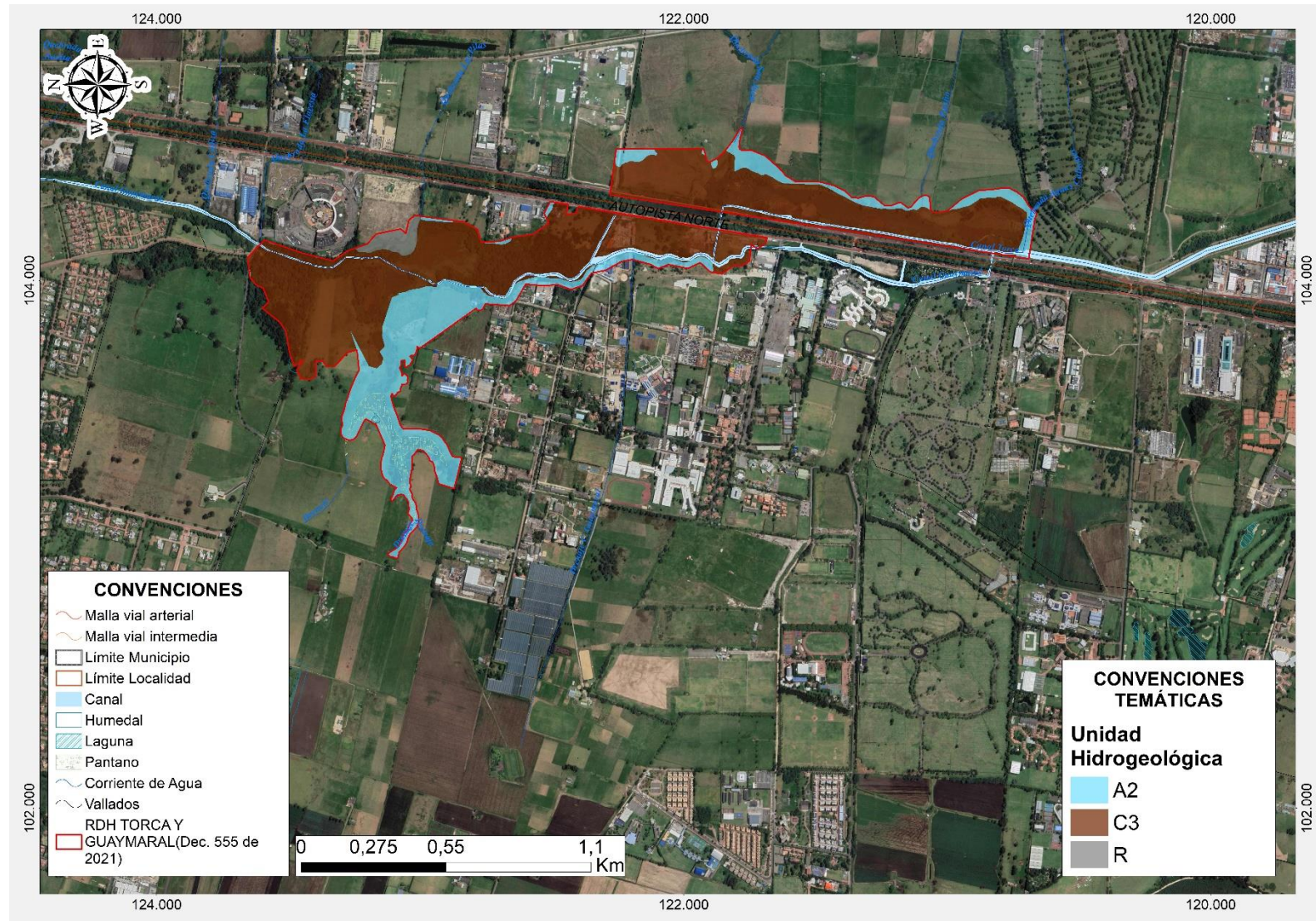


Figura 2- 181. Mapa de Unidades Hidrogeológicas en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Caracterización hidrogeológica del área de influencia**

En general se encuentra que el área de estudio comprende acuíferos con media a baja productividad cuya capacidad específica es varía entre menos de 0,05 a 2,0 l/s/m.

En el área la Formación Sabana (Qsa1-Qsa2) presenta la mayor cobertura y funciona como un acuífero de importancia en la parte llana, esta unidad que, aunque es de carácter limo-arcilloso, contiene numerosos lentes de arenas en la zona del área de estudio, estos funcionan como acuíferos que dependiendo de su posición estratigráfica serán acuíferos libres, confinados o semiconfinados. Hacia el borde oriental del área depósitos coluviales (Qdp) y (Qfg) se comportan como acuíferos de importancia baja asociados a agua que escurre ladera abajo por los Cerros Orientales. La Formación Chía (Qch1) aflora en las zonas de humedales y es marcadamente arcillosa, por lo que actúa como un acuicludo. Las anteriores unidades tendrán un flujo de agua intergranular.

Las formaciones cretácicas son de extensión regional (aunque en el área de estudio afloran de manera muy limitada) se comportan como acuitardos pues tienen un alto grado de diagénesis y contienen importantes intercalaciones de arcillas (SGC, 2015), el agua se almacenará y circulará en estas rocas principalmente a través de las fracturas.

Clasificación de unidades según su capacidad de almacenamiento y transporte de agua:

Teniendo en cuenta esta información y las características de las unidades litológicas para conformar unidades con capacidad de almacenamiento se clasifican en los siguientes tipos:

Acuíferos: Unidad geológica que contiene agua y permite su circulación dadas sus condiciones de permeabilidad. En esta unidad se dan acumulaciones apreciables del recurso hídrico. Los acuíferos más comunes son las arenas y gravas (materiales no consolidados), pero rocas sedimentarias permeables tales como las areniscas, calizas, rocas cristalinas fracturadas y volcánicas intensamente meteorizadas o fracturadas también pueden ser clasificadas como acuíferos (Sánchez J. , 2014). En el área aflora la Formación Sabana (Qsa1) se clasifica como un acuífero que presenta una extensión considerable y se comporta de manera variable como un acuífero libre a confinado. De manera localizada los Depósitos Fluvioglaciares (Qfg) y Depósitos de Pendiente (Qdp1) también constituyen acuíferos, aunque de pequeñas dimensiones, distribución muy limitada e importancia baja.

Acuicludos: Unidad geológica que conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmiten y por lo tanto no es posible su explotación. Se pueden citar como ejemplos los depósitos arcillosos de cualquier origen (Sánchez J. , 2014). En la zona de estudio se considera que la Formación Chía (Qch1) corresponde a un acuicludo.

Acuitardos: Unidad geológica que contiene cantidades apreciables de agua, pero que la transmite muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas. Sin embargo, bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos, que puede llegar a ser muy importante. Es un concepto intermedio entre los dos anteriores (Sánchez J. , 2014). En el área de estudio las unidades del Cretácico Tardío y Paleoceno como lo son las formaciones Plaenners (Ksgp), Areniscas Labor-Tierna y Guaduas corresponden a acuitardos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Acuífugo: Aquellas unidades geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir, como por ejemplo un macizo granítico que no esté fisurado o rocas metamórficas sin meteorización ni fracturación, estas se consideran unidades impermeables (Sánchez, 2014). En la zona de estudio no se clasificaron acuífugos.

Rellenos antrópicos y zonas urbanizadas: Los rellenos Antrópicos (Qra1) de extensión local cubren unidades sobre las que se ha edificado o terrenos que han sido elevados al depositar escombros y otro tipo de materiales. Si bien estos materiales carecen de la capacidad de almacenar y conducir el agua, no cumplen la condición de ser una roca o un sedimento por lo que no pueden considerarse como un acuífugo.

Clasificación por capacidad específica de unidades hidrogeológicas

A Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular

A2 Sistemas acuíferos de productividad media, con capacidades específicas entre 1,0 y 2,0 l/s/m

Estos sistemas acuíferos son continuos de extensión semi-regional a local, de mediana productividad. En el área están conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados originados en un ambiente fluvial y lacustre. Acuíferos semiconfinados y localmente libres con aguas de buena calidad química para el consumo humano, de acuerdo con el SGC.

Formación Sabana (Qsa1-Qsa2): Comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas. Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre) con fluctuaciones del nivel de agua, mostrando una relación estrecha con los cambios de las condiciones climáticas y de vegetación, (INGEOMINAS, 2004). Hacia el sector de Chía-Cota en el techo de la unidad se encuentran intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas que están relacionadas al proceso sedimentario de los ríos Frío y Bogotá (SGC, 2015), el río Bogotá encontrándose hacia el norte del área de estudio.

Los cuatro piezómetros perforados en el marco del presente estudio se encuentran en la Formación Sabana (Qsa1-Qsa2), a partir de los sondeos geofísicos de estas perforaciones (resistividad eléctrica) y los registros litológicos de la perforación se puede inferir la configuración hidrogeológica de la unidad: en el piezómetro PZ-WSP-1 Predio EAB se aprecian 15 m de intercalaciones de arcillas, arcillas limosas y arenas; en el PZ-WSP-2 FAC se presenta una secuencia en la que, aunque predominan capas de arcillas limo arenosas, se encuentran también lentes métricos de arenas; en PZ-WSP-3 la secuencia fino-granular compuesta por arcillas plásticas, arcillas limosas, sin embargo, se encuentra un lente de arenas a mitad del registro de perforación. En PZ-WSP-4 se encuentra una secuencia con capas más finas en las que se intercalan limos arenosos, arcillas plásticas y lentes de arenas.

Los parámetros hidráulicos de la unidad indican: en los ensayos realizados en los piezómetros de actualización los materiales de la unidad presentan una permeabilidad moderada en sus capas arenosas ($1,02 \times 10^{-1}$ a $1,37 \times 10^{-1}$ m/d) y baja ($6,46 \times 10^{-2}$ y $7,71 \times 10^{-2}$ m/d).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2 m/d) para las capas de carácter lodoso (arcillas con contenido de arenas y limos); en el caso de las permeabilidades registradas en los pozos preexistentes, las capas de arenas limosas a arenas medias presentaron valores moderados de permeabilidad (0,15 a 1,29 m/d), en las capas de limos y lodos la permeabilidad fue baja (desde $2,96 \times 10^{-3}$ a $7,02 \times 10^{-2}$ m/d) mientras que en las capas arcillosas las permeabilidades fueron muy bajas con (de $3,80 \times 10^{-6}$ a $4,30 \times 10^{-4}$ m/d) siendo casi impermeables. Los valores de los diferentes registros permeabilidad son consistentes para las pruebas de la actualización como para los datos de los pozos preexistentes, un tipo de granulometría tendrá valores de permeabilidad similares en diferentes lugares de la zona de estudio.

De esto se puede concluir que en la Formación Sabana (Qsa1-Qsa2) las intercalaciones y lentes de arenas rodeados por sedimentos arcillosos y limosos conforman acuíferos confinados a semiconfinados; en las zonas en donde las arenas se encuentran hacia el tope de la secuencia y cerca de la superficie se conformarán acuíferos libres. La unidad presenta una importancia hidrogeológica moderada definición descrita teniendo en cuenta que esta unidad es representativa y cubre la mayor parte del área de una manera regional.

A1 Sistemas acuíferos de productividad baja, con capacidades específicas entre 0,05 y 1,0 l/s/m:

En el área se encuentran acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios poco consolidados de ambiente lacustre, coluvial y fluvio-glacial. Son acuíferos libres y semiconfinados con aguas de regular calidad química para consumo humano.

Depósitos Fluvioglaciares (Qfg): Unidades de sedimentos cuaternarios asociados a cuerpos coluviales restringidos a microcuencas de pendiente, valles en forma de U y dispersas en el sector oriental del área de estudio en las laderas de los Cerros Orientales de Bogotá. Son depósitos locales, de poca extensión y están compuestos por materiales heterogéneos, clasto-soportados, mal seleccionados y angulosos: clastos de tamaño arena fina hasta guijarro, las gravas presentan en mayor parte tamaño de 4 cm y en menor proporción de 6 cm; todos estos clastos se encuentran imbuidos en una matriz arcillo-arenosa.

Teniendo en cuenta que estos depósitos se encuentran en partes bajas de las laderas en donde el agua se acumularía y que su composición corresponde a sedimentos no consolidados de una granulometría variada en los que se puede dar el fenómeno de recarga, almacenamiento y circulación de agua (las arenas y gravas facilitarían la porosidad y la permeabilidad, mientras que la fracción arcillosa ayudaría a la retención del agua), estos Depósitos Fluvioglaciares (Qfg) conformarían acuíferos libres pero que debido a sus pequeñas dimensiones serán de una baja importancia hidrogeológica.

Depósitos de pendiente (Qdp1): Estos depósitos son de tipo coluviales, llamados también flujos de lodo y escombros sin diferenciar, formados por materiales heterogéneos de arcillolitas y limolitas de diversos tamaños, se encuentran diferentes tamaños desde guijarro hasta areniscas finas embebidos en matriz arcillo-arenosa. Son depósitos de extensión y dimensiones muy limitadas hacia el borde oriental del área de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Sus materiales heterogéneos y poco consolidados (gravas, arenas y arcillas) pudiesen facilitar el almacenamiento para conformar acuíferos libres a confinados y el flujo de agua que escurre por las pendientes de los cerros orientales podría recargarlos; pero debido a las escasas dimensiones de estos cuerpos y a que la cobertura vegetal sobre estos depósitos en la zona de estudio ha sido deforestada se ha de considerar que los depósitos de Pendiente (Qdp) tienen una baja importancia hidrogeológica.

C Sedimentos y rocas con limitado a ningún recurso de aguas subterráneas.

C3 Complejo de sedimentos y rocas sedimentarias con capacidades específicas menores a 0,05 l/s/m.

Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambiente lacustre, 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 muy mala calidad química para consumo humano.

Formación Plaeners (Ksgp): Litológicamente está constituida: en la parte inferior, por paquetes de areniscas de grano fino arcillolitas y limolitas silíceas, y liditas; la parte media, por una alternancia de limolitas, arcillolitas y areniscas de grano fino, y la parte superior, por limolitas y liditas. El espesor de la unidad es variable y oscila entre 156 y 212 m para la parte nororiental y suroccidental de Bogotá, y entre 60 y 300 m para la región occidental y noroccidental de la sabana. La denotación de esta formación ocurrió en un ambiente marino. Hidrogeológicamente es clasificado como un acuitardo, teniendo en cuenta su grado de diagénesis y su composición que como se ha mencionado consiste en areniscas de fino, arcillolitas y limolitas principalmente. En la unidad el flujo de agua a través de la roca será muy lento y será principalmente a través de fracturas en la roca. En el área de estudio su representatividad a nivel escala es mínima. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se le asigna una importancia hidrogeológica muy baja, para el área de estudio.

Formación Areniscas Labor y tierna (Kslgt): La formación cuenta con dos secciones la Formación Arenisca Tierna y Formación Arenisca de Labor. La primera se compone en la sección tipo por areniscas granulosas, las cuales llevan un banco poroso de materia orgánica silícea mientras que la segunda son bancos gruesos de arenisca separados por capas muy delgadas de arcillolitas para luego dar paso a intercalaciones estratificadas de lodolitas y arcillolitas (SGC, 2015). La unidad aflora al oriente, sobre los Cerros Orientales. Hidrogeológicamente es clasificada como un acuitardo teniendo en cuenta su composición principalmente de areniscas con buen grado de diagénesis, capas de areniscas friables y arcillolitas, en donde la secuencia entre rocas de diferente granulometría actuó como un almacenamiento de agua. La permeabilidad de la unidad será baja pues está limitada por el contenido de arcillolitas y su grado de diagénesis, es así como el tránsito de agua a través de la roca estará asociado principalmente a fracturas asociadas a los procesos tectónicos y en segundo lugar a porosidad intergranular de las areniscas friables.

Formación Guaduas (KPgg): Está compuesta por tres miembros fácilmente diferenciables: la base está compuesta por arcillolitas y areniscas, la parte intermedia está compuesta por areniscas cuarzosas, con algunas intercalaciones de arcillolitas, y su techo, constituido por arcillolitas de color gris oscuro, con intercalaciones de areniscas cuarzosas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los sedimentos de la Formación Guaduas se depositaron en un ambiente marino para la parte inferior, y en un ambiente transicional y aluvial para la parte media y superior. En el área de estudio es clasificada como un acuitardo, teniendo en cuenta que su composición litológica además de contener arcillolitas, alterna con areniscas cuarzosas las cuales generalmente actúan como capas permeables, solo que para este caso estarían limitadas por las arcillolitas.

Formación Chía (Qch1): En el área de estudio esta unidad aflora en las márgenes de los ríos Bogotá y Frío formando terrazas fluviales planas con baja pendiente. Corresponde a sedimentos fluviales de inundación y de los cauces actuales, está constituida principalmente por arcillas de eventos de inundación, localmente limos y en áreas pantanosas arcillas orgánicas lacustres (diatomitas) (SGC, 2015). En el área de estudio esta formación se encuentra sobre la planicie de inundación asociada al Humedal de Torca. Debido a su composición eminentemente arcillosa y a los humedales que se dan asociados a ella, la Formación Chía (Qch1) que se encuentra en el área de estudio corresponde a un acuíclodo de baja importancia hidrogeológica, es una unidad que, si bien se encuentra saturada de agua, no puede transmitirla adecuadamente debido a su litología.

Rellenos antrópicos y zonas urbanizadas: Rellenos antrópicos (Qra1) con capacidades específicas muy bajas a nulas. Son los depósitos que han resultado de acciones antrópicas para la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico. Su importancia hidrogeológica es muy baja. Los rellenos y construcciones se consideran impermeables, en estos no se da el fenómeno de recarga y tampoco almacenan ni transmiten agua.

2.5.3.3.8 Parámetros fisicoquímicos y de calidad del agua

La calidad del agua subterránea depende de la mineralogía y el grado de solubilidad de los sedimentos o rocas que conforman el acuífero, de su tiempo de residencia en la roca, del área de contacto agua-roca, de la mezcla con agua de otros acuíferos o de la presencia de cargas de contaminantes que pueden alterar su calidad natural. Una vez al agua entra en contacto con los sedimentos y las rocas, va adquiriendo sales. Este enriquecimiento en sales del agua subterránea estará controlado por la composición mineralógica de los sedimentos y las rocas, así como de la solubilidad de las sales; siendo por su solubilidad el carbonato de calcio, el carbonato de magnesio, el cloruro de sodio y el sulfato de magnesio, las que se encuentran generalmente en el agua subterránea.

Con el objeto de establecer la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea se realiza en los 4 piezómetros construidos por la Consultoría, dentro del contrato de actualización de los estudios del Borde Norte. Estos análisis contribuyen de igual manera a conocer las propiedades hidrogeoquímicas del agua en cada uno de los acuíferos presentes.

Los parámetros que se utilizan para la caracterización química del agua subterránea incluyen amonio, cadaverina, carbono orgánico total, coliformes fecales, coliformes totales, conductividad, DBO5, DQO, estreptococos fecales, fosfatos, nitratos, nitrógeno total Kjeldahl, oxígeno disuelto, pH, pseudomonas aeruginosa, putrecina, sólidos disueltos totales, sólidos totales volátiles, sulfato y temperatura.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Es importante tener en cuenta que el análisis de la calidad del agua subterránea; que se presenta aquí corresponden a los resultados de la primera campaña de monitoreo. Sin embargo, teniendo en cuenta el alcance de la Consultoría dentro del contrato de actualización de los estudios del Bordo Norte (Concol Consultores S.A.S. – WSP Ingeniería Colombia S.A.S., 2019), se realizaron otras campañas de monitoreo de aguas subterráneas, en los meses de: junio, julio y septiembre, cuyos resultados se presentan en el Anexo E Estudios Hidrogeológicos E1 –Monitoreo Agua Subterránea.

A partir de las mediciones *in situ* se evidencia que el agua subterránea analizada refiere una condición neutra en tres de los puntos evaluados y alcalina en el piezómetro 4–Predio Valmaría; por su parte, la conductividad indica un contenido medio de sólidos, los iones presentan bajas concentraciones, prevalecen las concentraciones buenas de oxígeno disuelto; la temperatura del agua es acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio.

En relación con la comparación normativa, las mediciones de pH demuestran que el recurso no presenta cumplimiento de los criterios de calidad para destinar el agua a actividades agrícolas y consumo humano (artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5) en el piezómetro 4–Predio Valmaría; mientras que en los demás piezómetros es posible destinarla a consumo humano y doméstico, aplicando procesos de desinfección (Artículo 2.2.3.3.9.4).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 90. Resultados de las muestras de agua subterránea tomados de la red de monitoreo.

| Parámetro | Unidades | PZ-1 | PZ-2 | PZ-3 | PZ-4 | Decreto 1076 de 2015 | | |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | PZ-1 PREDIO EAAB | PZ2- PREDIO FAC | PZ-3EL MIMBRE | PZ-4 PREDIO VALMARIA | Artículo 2.2.3.3.9.3 | Artículo 2.2.3.3.9.4 | Artículo 2.2.3.3.9.5 |
| Amonio | NH+4/L | 1.8 | 2.0 | 2.4 | 3.5 | N.E | N.E | N.E |
| Cadaverina | mg/L | <0.500 | - | - | <0.500 | N.E | N.E | N.E |
| Carbono Orgánico Total | mg COT / L | 10 | 13 | 9 | 31 | N.E | N.E | N.E |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 10 | <1 | <1 | <1 | N.E | N.E | 1000 |
| Coliformes totales | NMP/100ml | 135 | 10800 | 10 | 22 | 20000 | 1000 | 5000 |
| Conductividad | µS/cm | 143.5 | 158.3 | 302 | 260 | N.E | N.E | N.E |
| DBO5 | mg O ₂ /L | 7 | 7 | <5 | 13 | N.E | N.E | N.E |
| DQO | mg O ₂ /L | 30 | 70 | 18 | 103 | N.E | N.E | N.E |
| Esptreptococos fecales | UFC/100mL | 0 | 0 | 0 | 17 | N.E | N.E | N.E |
| Fosfatos | mg PO ₄ -3 | <0.15 | <0.15 | <0.15 | <0.15 | N.E | N.E | N.E |
| Nitratos | mg N-NO ₃ /L | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | 10 | 10 | N.E |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | <5.31 | <5.31 | <5.31 | <5.31 | N.E | N.E | N.E |
| Oxígeno Disuelto | mg O ₂ /L | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 6.3 | N.E | N.E | N.E |
| pH | UN | 6.43 | 6.02 | 6.42 | 9.50 | 5.0-9.0 | 6.5-8.5 | 4.5-9.0 |
| Pseudomonas aeruginosa | NMP/100ml | <1 | <1 | 20 | <1 | N.E | N.E | N.E |
| Putrecina | mg/L | <0.500 | - | - | <0.500 | N.E | N.E | N.E |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/L | 108 | 83 | 155 | 181 | N.E | N.E | N.E |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | 54 | 39 | 46 | 61 | N.E | N.E | N.E |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 12 | 15 | 24 | 30 | 400 | 400 | N.E |
| Temperatura | °C | 16.9 | 19.7 | 17.7 | 19.3 | N.E | N.E | N.E |
| Parámetros por encima de la normativa | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.3.9 Modelo Hidrogeológico conceptual

El modelo hidrogeológico conceptual reúne todas las características hidrogeológicas del área, permite la identificación de los acuíferos rasgos geométricos (extensión, distribución, espesores), direcciones de flujo, fuentes y zonas de recarga potencial, adicional a esto se incluyen características fisicoquímicas que indican la evolución de las facies hidrogeológicas en el área de estudio. (Ver Anexo E Estudios Hidrogeológicos E2 – Modelo Hidrogeológico).

El modelo hidrogeológico conceptual (MHC), integra la información geológica y geofísica, hidrodinámica, hidráulica, hidroquímica para representar la dinámica espacial del flujo subterráneo, esto teniendo en cuenta los lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del Agua (IDEAM, 2013).

Con la integración de la información geológica, geomorfológica, hidrológica, hidrogeológica e hidráulica disponible, se elaboró el modelo hidrogeológico conceptual, el cual se puede definir como una versión simplificada del sistema acuífero que define al área de estudio, el cual representa de manera aproximada los aspectos más relevantes con respecto a las características geológicas e hidrogeológicas del medio. La simplificación es introducida como un grupo de definiciones las cuales expresan el mundo real para obtener un análisis predictivo que sirva como herramienta de gestión en el desarrollo del proyecto urbanístico ya que esta definición es calve para las futuras predicciones que se realicen en el modelo numérico.

El área de estudio se encuentra en la Provincia Hidrogeológica Andina – Vertiente Atlántica (INGEOMINAS, 2004), en la Sabana de Bogotá la cual se ubica en el Altiplano Cundiboyacense de la Cordillera Oriental. En la zona y a nivel regional afloran estratos rocosos y depósitos sedimentarios con edades desde el Cretácico Tardío al Cuaternario. Las formaciones cretácicas se encuentran representadas por Planers (Ksgp), Areniscas Labor y Tierna (Ksglt) y Guaduas (KPgg), esta última con su parte superior depositada durante el Paleoceno. Estas rocas son cubiertas de manera discordante por depósitos cuaternarios no consolidados que cubren la mayor parte del área de estudio, se componen de las formaciones: Sabana (Qsa1 – Qsa2), Chía (Qch1), los Depósitos Fluvioglaciares (Qfg), los Depósitos de pendiente (Qdp) y los Rellenos Antrópicos (Qra1).

Uno de los acuíferos de esta secuencia está conformado por la Formación Sabana (Qsa1 – Qsa2) la cual se encuentra conformada por sedimentos de ambiente lacustre y localmente fluvial: capas de arcillas y arcillas limosas intercaladas con estratos de arenas finas a arenas medias con ocasional componente de limos. Hacia el centro de la cuenca la unidad presenta un espesor de aproximadamente 300 m. La unidad cubre un área aproximada de 1525,03 ha, siendo la unidad que tiene mayor cobertura en la zona de estudio. Conformar un acuífero de extensión regional, continuo; de productividad mediana. Presenta como parámetros hidráulicos $T=9,68 \times 10^{-1}$ a $2,05 \text{ m}^2/\text{d}$, $CE= 1,0$ y $2,0 \text{ l/s/m}$, y $K=2,96 \times 10^{-3}$ a $1,37 \times 10^{-1} \text{ m/d}$.

Los Depósitos Fluvioglaciares (Qfg) conformarán son depósitos formados por materiales no consolidados, heterométricos, clasto-soportadas (gravas en matriz de arenas finas). Estos depósitos son de extensión muy reducida, llegando a ocupar solamente 20,3 ha y estando limitados a valles en forma de U hacia el costado oriental de la zona de estudio en las estribaciones de los cerros orientales. En un caso similar los Depósitos de Pendiente (Qdp)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

de naturaleza coluvial se encuentran formados por materiales heterogéneos desde arcillas a guijarros. Estos materiales se encuentran limitados a las laderas de los Cerros Orientales hacia el borde este de la zona de trabajo en donde cubren 35,1 ha. Ambas unidades cuaternarias conforman acuíferos libres de baja importancia con CE de entre 0,05 y 1,0 l/s/m.

La Formación Chía (Qch1) es una unidad delgada con un espesor máximo de 5 m y un área de 195,48 ha la cual en mayor parte está cubierta por humedales. La unidad se conforma de depósitos de pantano, predominan las arcillas si bien hay contenido de limos y materia orgánica. La unidad se conforma como un acuicludo, estando saturada de agua (y cubierta por humedales) pero con escasa capacidad de transmitir el agua, presenta una CE menor a 0,05 l/s/m.

En la siguiente figura se presenta un bloque diagrama para el área de estudio, donde se destaca la definición de dos lentes arenosos intercalados en una secuencia arcillosa típica de la Formación Sabana. Así mismo, se destaca la presencia de zonas de recarga y descarga locales, que coinciden con las partes topográficamente más altas y bajas respectivamente.

Este modelo es el producto del análisis e interacción de información geológica, geomorfológica, hídrica, hidráulica, geofísica e hidrogeoquímica, y de cada una de las variables y procesos que hasta este acápite se han venido evaluado (desde el análisis de la red de piezómetros hasta la dirección de flujo) corresponde entonces a una representación gráfica del sistema hídrico subterráneo Figura 2-182 que caracteriza la zona de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

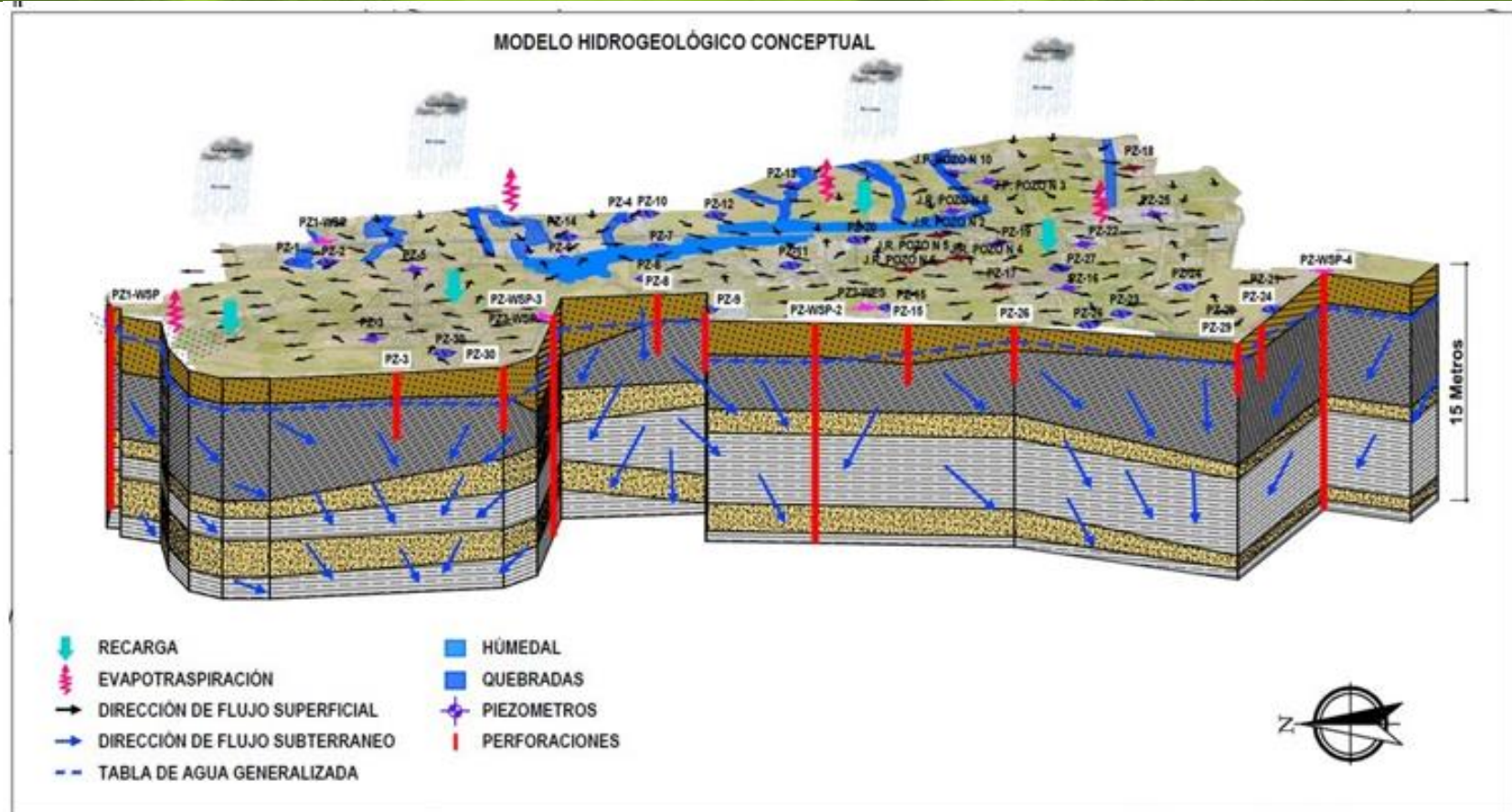


Figura 2- 182. Modelo hidrogeológico conceptual (MHC)
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.3.3.10 Modelo Hidrogeológico numérico

El modelo numérico hidrogeológico generado para el área de estudio, se llevó a cabo mediante el Software FEFLOW (Finite Elements Subsurface Flow). Con el fin de modelar por medio de elementos finitos el proceso hidrogeológico que caracteriza el área. (Ver Anexo E Estudios Hidrogeológicos E2 –Modelo Hidrogeológico).

- Dominio del modelo y discretización

El dominio o área de modelación es un subdominio del sitio de estudio y queda definido por las zonas donde ocurren los procesos que se quieren analizar, (Servicio de evaluación ambiental SEA, Chile, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior el dominio seleccionado para el área de estudio se selecciona a partir de la delimitación y actual área de estudio que incluye los elementos condicionantes, que, para el caso, corresponden la red piezométrica (la cual está definida por piezómetros circundantes al humedal), la inclusión del humedal y ríos aledaños. Además, el área de influencia tuvo una caracterización geológica previa descrita, a partir del cual se definieron las unidades hidrogeológicas. De esta manera se está cumpliendo con el análisis de los elementos condicionantes del flujo subterráneo sin que se genere ninguna distorsión matemática, toda vez que las ecuaciones numéricas del método de elementos finitos satisfacen los límites del área de estudio. Por tal razón se infiere que los resultados en condiciones de frontera son idóneos.

Para el área y teniendo en cuenta que se realizarán análisis a partir de elementos finitos la discretización que se llevara a cabo será mediante mallas no estructuradas, con un número de elementos definidos a partir de la topografía, los cuales se ajustan a la morfología del terreno.

- Geometría y enmallado

Para esto se evaluó un área de aproximadamente 1804.453 Ha, el modelo está discretizado espacialmente en mallas de bloques conocidas como celdas. El modelo tiene 6 capas cuya altura está determinada por el espesor definido en el modelo hidrogeológico conceptual. Su relación aquí se hace con el fin de dar a conocer cuál será la estructura vertical que se tomará en cuenta en el desarrollo del modelo numérico.

La geometría del modelo que se desarrolló consiste en la generación de los siguientes procesos:

- **Supermesh (Supermalla):** En el caso más simple, la supermalla contiene una definición del límite exterior del modelo. Además, se pueden incluir características geométricas como la posición de los piezómetros, y los cursos de ríos para ser considerados para la generación de la malla de elementos finitos.
- **Malla de elementos finitos:** Una vez que el límite exterior y otras restricciones geométricas se han definido en la súper malla, se puede generar la malla de elementos finitos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dependiendo de las condiciones a modelar, ya sea flujo de agua o transporte de masas se empleará una resolución espacial más fina o no, es decir se asignará más número de elementos o menos. Para el área de estudio se toma la condición solo de flujo de agua (ya que no se evalúa transporte de parámetros químicos o similar por no ser objeto del presente estudio), la cual, por la topografía del terreno, suave y ocasionalmente abrupta no requiere mallas demasiado finas, para el caso se ejecutó una malla media con 1000 elementos y densidad 1.0. Esto teniendo en cuenta además que refinar los puntos dependerá de la información a evaluar, ósea del número de datos, sin embargo, con la información que se tiene de niveles piezométricos y recarga se consideró ideo este número de elementos.

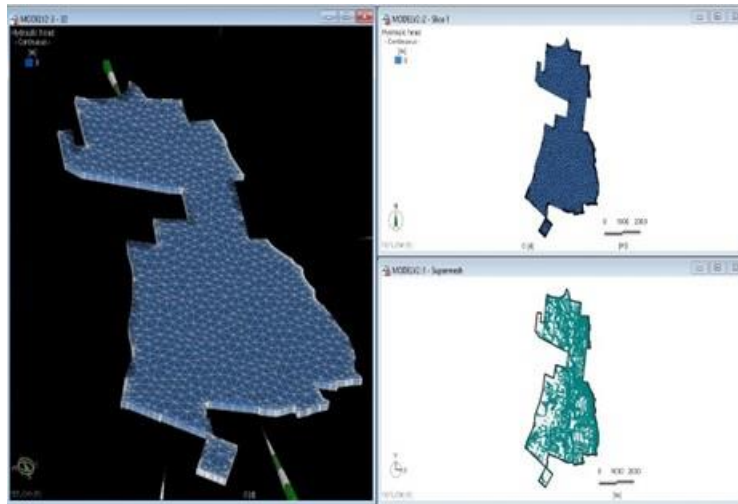


Figura 2- 183. Malla y celdas del modelo numérico
Fuente: Elaboración propia.

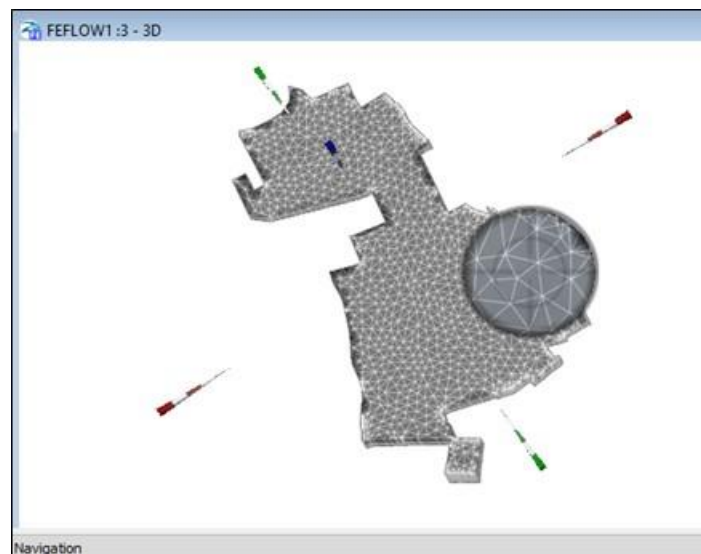


Figura 2- 184. Detalle de la malla.
Fuente: Elaboración propia.

La definición de la superficie del terreno se lleva a cabo mediante el modelo digital de elevación DEM, cuyas curvas de nivel se encuentran aproximadamente cada metro, las

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

cuales fueron idóneas para poder generar la malla y posterior sinterización de los elementos.

- **Expansión a 3D:** Hasta este punto, el modelo se evaluará en la vista superior o vista en planta, sin considerar la dirección vertical. A partir de esta geometría 2D, se configura un modelo 3D que consta de varias capas. La elevación real de las capas superior e inferior de la capa se deriva de una interpolación basada en datos de mapas (datos basados en puntos, para el caso del área de estudio, se evaluó a partir del espesor diferenciado en las seis capas a modelar, considerado mediante la geometría del acuífero).
- Cuando se utiliza un enfoque por capas, FEFLOW distingue entre capas y sectores en 3D. En un primer paso, se definen los números de capas que como ya se mencionó se distinguieron seis.
- Las capas son cuerpos tridimensionales que típicamente representan formaciones geológicas como acuíferos y acuitardos. Las interfaces entre capas, así como los límites del modelo superior e inferior, se denominan sectores.
- **Datos de elevación:** Esta geometría en bruto se formará regionalizando los datos de elevación contenidos en los archivos de mapa.
- En la se relaciona el proceso de asignación de la elevación, verificando que dicha propiedad se halla aplicado a las capas definidas por este estudio.

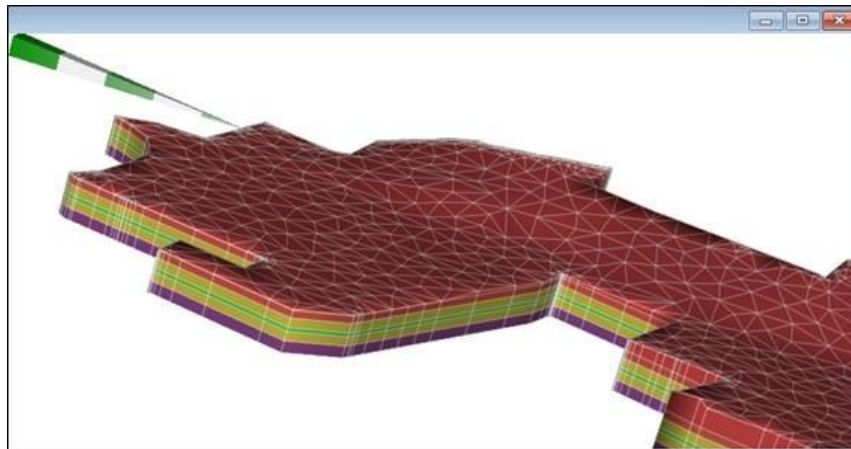


Figura 2- 185. Configuración vertical del modelo – Detalle de elevación, Vista 3D
Fuente: Elaboración propia

• Propiedades Hidráulicas

Las celdas que componen el modelo numérico representan las unidades hidrogeológicas cuando a éstas se les asignan unas propiedades hidráulicas, que, para el análisis del área, se hizo específicamente a partir de la conductividad hidráulica (K) y porosidad efectiva.

Para asignar las propiedades hidráulicas a las capas, se parte del modelo conceptual y geológico, teniendo en cuenta que, para el cálculo de la conductividad hidráulica, se

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

llevaron a cabo ensayos de Slug y carga hidráulica, resultados que fueron clasificados de acuerdo con su condición litológica. Las propiedades hidráulicas iniciales asignadas a cada capa de evaluación se relacionan en la Tabla 2-91.

Tabla 2- 91. Valores de Permeabilidad por capa.

| Capa | Kx |
|--------------|---------|
| CAPA 1 Techo | 1.07e+0 |
| CAPA 2 | 9.76E-1 |
| CAPA 3 | 1.37e-1 |
| CAPA 4 | 9.79e-3 |
| CAPA 5 | 1.37e-1 |
| CAPA 6 | 3.80e-6 |

Fuente: Elaboración propia

Para el modelo de hidrogeológico del área estudiada; se tuvo en cuenta las conductividades hidráulicas (K) tanto del nivel superficial, como de las capas más profundas de la siguiente manera: Inicialmente en la capa superficial o capa de techo se tuvo en cuenta la permeabilidad calculada y clasificada para cada unidad litoestratigráficas, asignándola en la componente X y luego mediante permeabilidades equivalentes se asigna la misma en los otros tres componentes Y, Z.

Para las capas más profundas también se toman los rangos determinados teniendo como mayor relevancia de los piezómetros más profundos, de esta manera se evaluará las condiciones hidráulicas, que además incorporará permeabilidades equivalentes, toda vez que para cada unidad se definió como de tipo homogéneo, isotrópico, por lo cual se tuvo en cuenta este criterio donde el valor de la permeabilidad (K) se asignará en tres dimensiones X, Y, Z suponiéndolo valido para cualquier dirección, ver Figura 2-186 a la Figura 2-188.

A continuación, se presenta la asignación de la conductividad hidráulica en superficie, donde se identifica las unidades definidas por la Formación Sabana y Formación Chía esta última unidad se le asigno un valor promedio de $K = 1.6 E-1 m/d$ teniendo en cuenta que en dicha unidad se encontraron tres piezómetros con ensayos Slug, (Pz-2 ; Pz -5 ; Pz-6).

Es importante mencionar que la Formación Chía presenta un espesor aproximado de 5m, de acuerdo con lo que reporta Helmens & Van der Hammen (1995), con base en dataciones de carbono-14 reportan edad Holoceno, con espesor máximo de esta formación de alrededor de 5 m. Por lo anterior se muestra en la Figura 2-189 la distribución completa y detallada de la distribución en profundidad de la conductividad hidráulica, para dicha unidad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

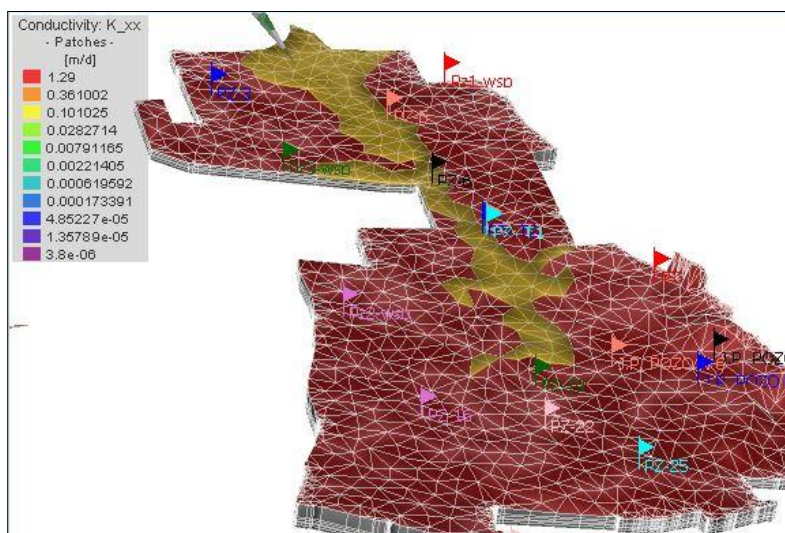


Figura 2- 186. Asignación de parámetros hidráulicos en profundidad del Acuífudo - Formación Chía. Fuente: Elaboración propia

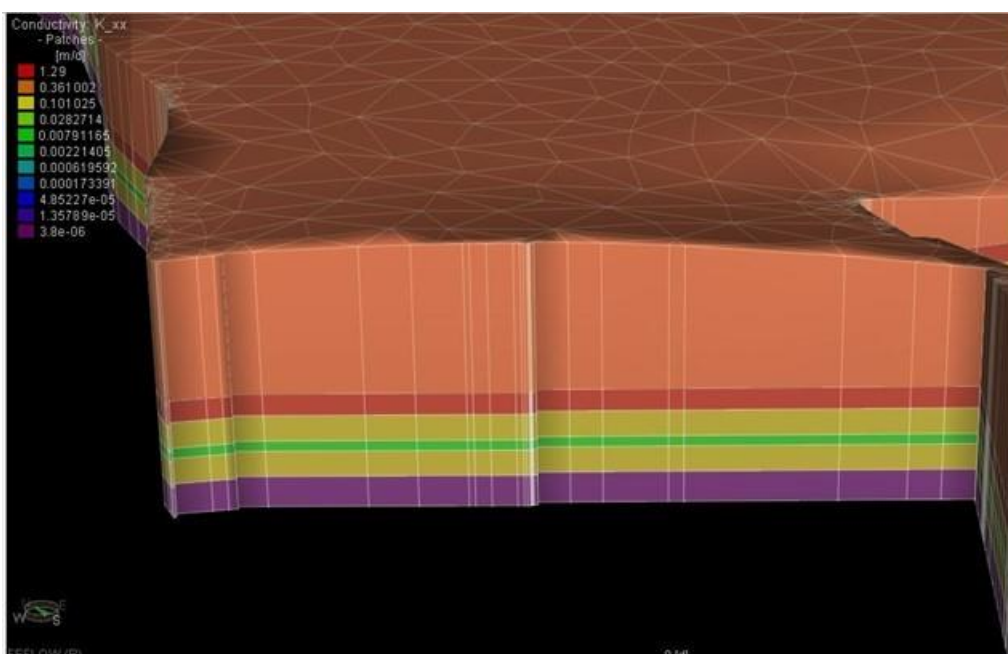


Figura 2- 187. Asignación de parámetros hidráulicos por capa-componente x. Incluye distribución a profundidad. Fuente: Elaboración propia

• Condiciones de borde

Como cualquier modelo numérico, los datos de entrada actúan como condiciones que tienen la función de: imponer energía o en el caso de los modelos de acuíferos, cargas hidráulicas (primer orden), imponer flujos y cargas hidráulicas (segundo orden), ser dependientes de las cargas que son resultado de las iteraciones del modelo (tercer orden) o constituir límites al flujo y por lo tanto a la presencia de aguas subterráneas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para el área y teniendo en cuenta las anteriores afirmaciones, se lleva a cabo el proceso denominado por el Software como *Boundary Condition*, donde se incluye los elementos como cabezas hidráulicas y los pozos de observación (Red de piezómetros), como se indica en detalladamente en las siguientes de figura.

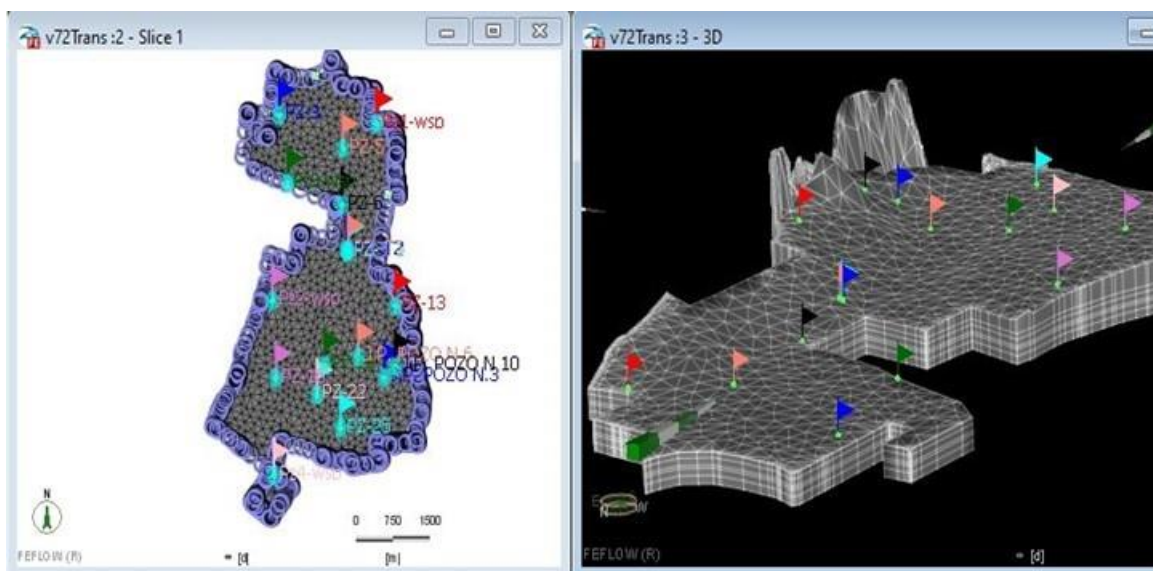


Figura 2- 188. Asignación de cabezas hidráulicas y piezómetros de observación.

Fuente: Elaboración propia

Aunque en el modelo numérico estas cabezas no hacen parte de las condiciones de borde, éstas son importantes para la convergencia del modelo que se hace con un proceso iterativo. En el modelo que se hizo para evaluar la dinámica hidrogeológica actual de la zona, las cabezas iniciales están a la altura de la superficie del terreno.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

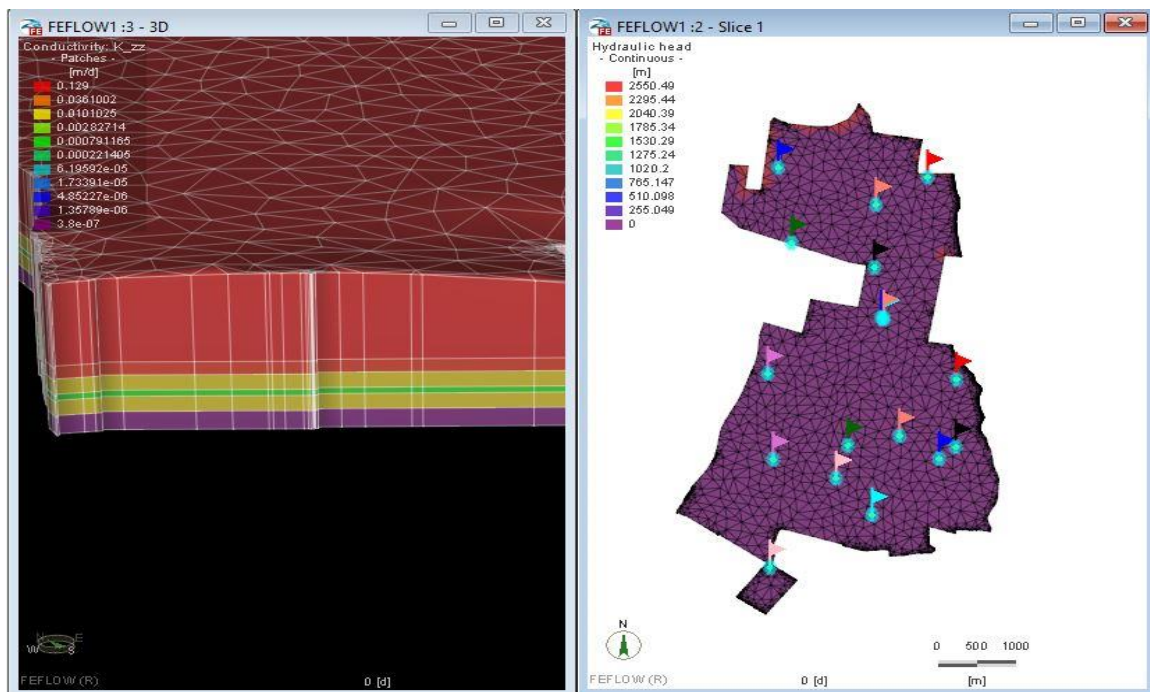


Figura 2- 189. Asignación de puntos de observación.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la inserción al modelo de las zonas de humedal se tuvo en cuenta las siguientes especificaciones:

- En la modelación con Feflow las condiciones para los humedales tienen la siguiente especificación: “En las zonas donde la superficie freática del acuífero interseca con la superficie del terreno se produce el afloramiento de agua, dando lugar a una zona de descarga. Simular este tipo de situaciones denominadas comúnmente superficies de rezume, es una capacidad importante para afrontar los problemas de modelos de drenaje de acuíferos no confinados en *humedales*”, Díaz Noriega *Et al*, 2012.
- FEFLOW por su parte, simula las superficies de rezume de manera distinta a otros programas de flujo, esto teniendo en cuenta que en la mayoría de Software manejan estas condiciones mediante la inserción de conductancia, sin embargo y como se mencionara a continuación este parámetro se resuelve mediante una ecuación de Dirichlet.
- Para ello asigna una condición de contorno Dirichlet, con un nivel piezométrico de valor igual a la cota topográfica, en los nodos en los cuales el nivel freático del acuífero alcanza la superficie del terreno. Se trata de una configuración que se define de antemano, permitiendo al código detectar las zonas de rezume (humedales para el caso) en el modelo y configurar automáticamente durante la simulación esta condición de contorno en estos nodos (DHI-WASY, 2010).
- La condición de contorno saca el agua correspondiente del modelo e impide que los niveles asciendan por encima de dicha cota. Cuando FEFLOW detecta que los

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

niveles en estos nodos vuelven a descender por debajo de la cota de la superficie del terreno, se configura en estos nodos una restricción de caudal tipo Neumann con caudal de entrada al modelo nulo, lo que impide que la condición tipo Dirichlet introduzca agua indebidamente en el modelo. Estudio comparativo de los simuladores de flujo subterráneo Visual MODFLOW y FEFLOW 6.0- (Díaz Noriega Et al, 2012).

- A razón de lo anterior se evaluaron los perfiles topográficos longitudinal y secciones transversales realizados a lo largo de toda la zona de humedal. Allí se identifica el nivel de la lámina de agua, nivel del terreno natural, nivel de lodos, con este insumo se encontró que la lámina de agua máxima para la zona de humedal corresponde a 1 m, valor que es incluido en la ecuación.

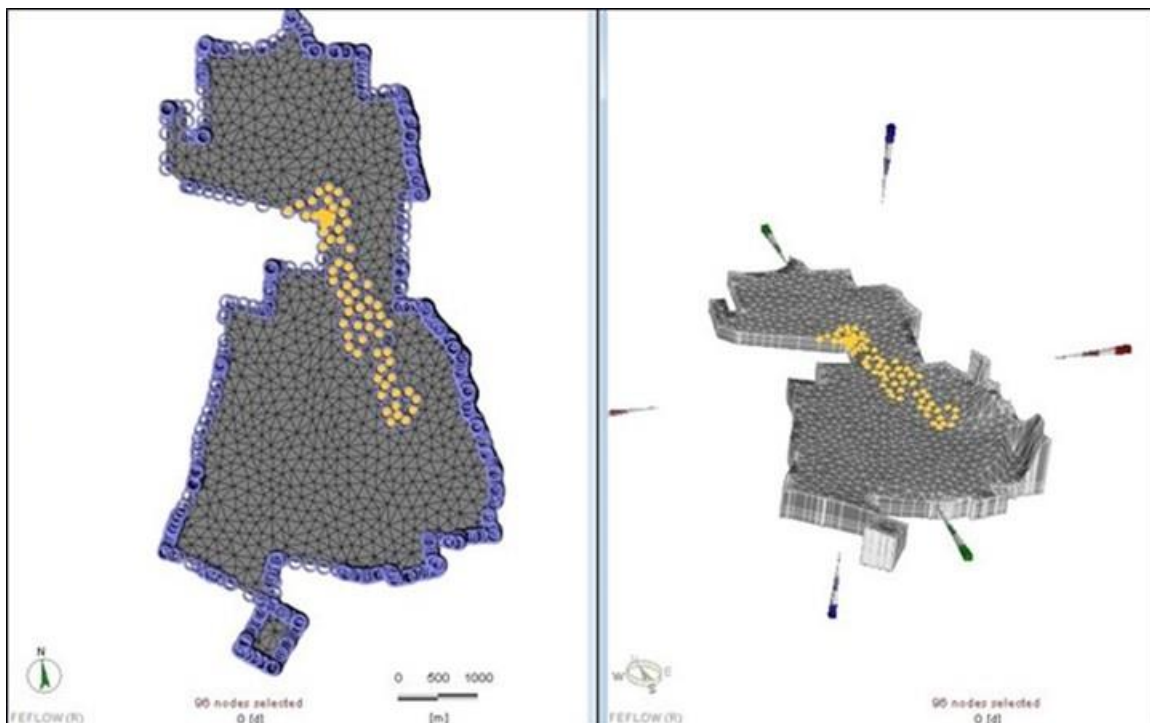


Figura 2- 190. Inserción – humedal. Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo del modelo otro proceso importante es el denominado por el software como *Material Properties* donde se incluyen otros parámetros de inserción como lo es:

- Recarga que fue calculada en el capítulo 2.3.3.3.3 obteniendo un valor de **153.38 mm/año**, en Figura 2-191 se muestra la inserción de este parámetro.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

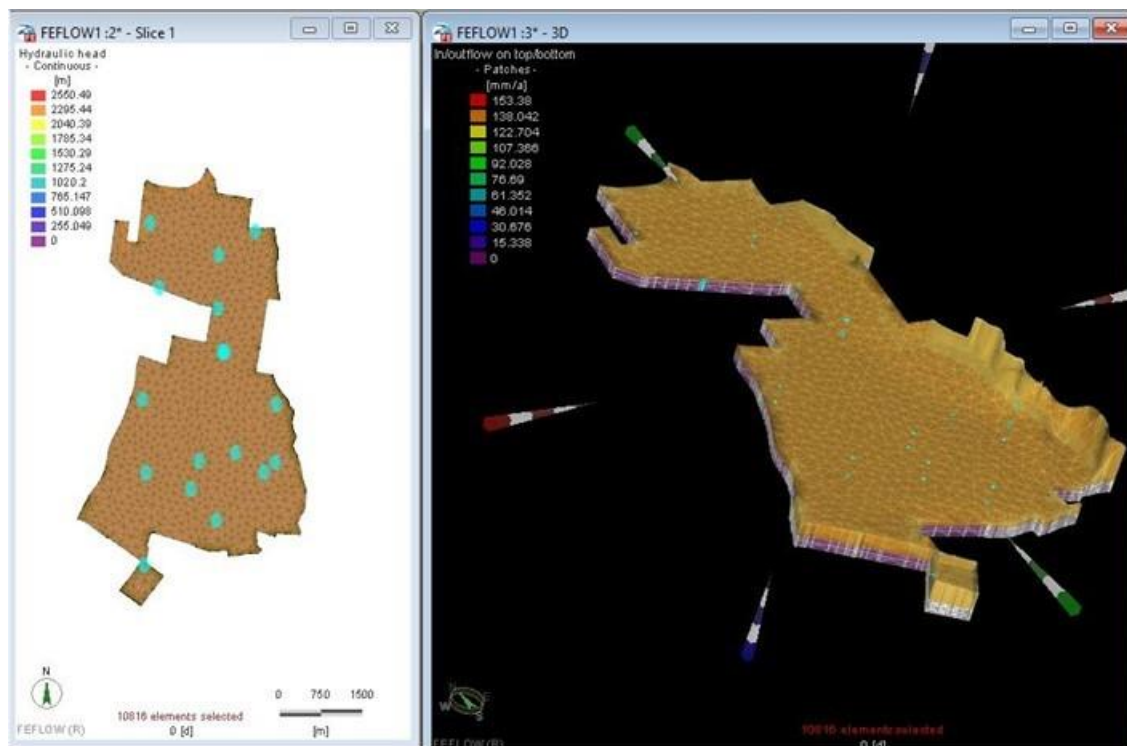


Figura 2- 191. Asignación de la recarga. Fuente: Elaboración propia

- **Calibración del modelo numérico**

La elaboración de modelos numéricos incluye datos que necesariamente provienen de la observación, cuya representatividad es importante en tanto se cubran las zonas de interés hidrogeológico en el modelo.

En ese sentido, existen valores que al final de las corridas iterativas pueden ser contrastados con los datos de observación; en el contexto hidrogeológico, se pueden usar los datos de las cargas hidráulicas observadas y contrastarlas con las calculadas resultantes del modelo, lo mismo se puede realizar con los balances de agua provenientes de las condiciones de borde, como ríos y manantiales, cuya tasa de salida puede estar o no conectada con las aguas subterráneas, (Autoridad Nacional del Agua, 2017-Peru).

Para verificar la precisión del modelo se utilizaron valores reales para hacer una comparación con los resultados del modelo numérico. Los datos de comparación fueron las lecturas del nivel de la tabla de agua subterránea de todos los piezómetros.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

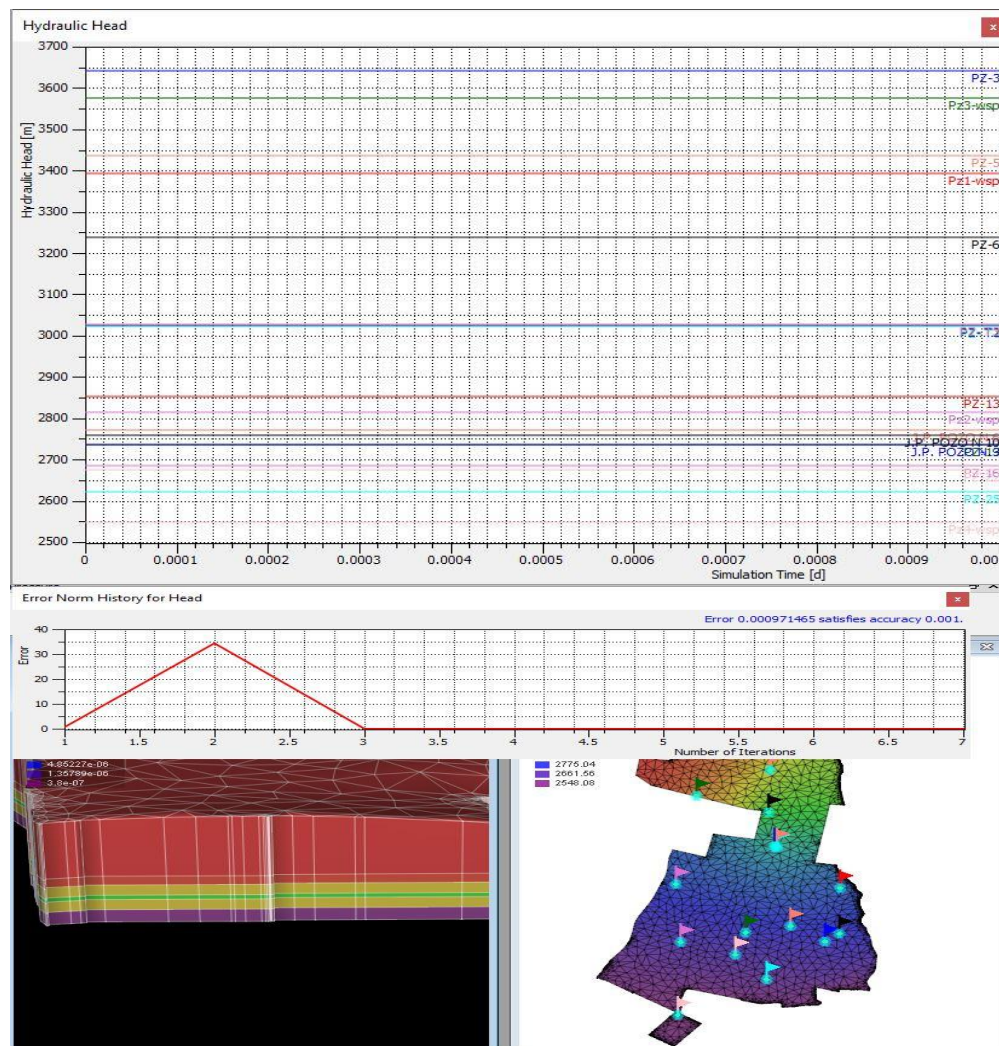


Figura 2- 192. Calibración del modelo. Fuente: Elaboración propia

En condiciones iniciales estacionarias el error de acuerdo con los resultados es de 0.001 como indica la Figura 2-192.

- **Modelo numérico estado estacionario**

Un modelo en estado estacionario asume una magnitud y dirección constante a lo largo del tiempo. Esto significa que la cantidad de agua que fluye dentro del dominio del sistema es siempre la misma, no se toman en cuenta efectos de almacenamiento o desabastecimiento del flujo.

El modelo en estado estacionario se realizó en modelo de elementos finitos. Durante esta fase de modelación se realizaron modelos bidimensionales y tridimensionales. De manera individual se hace un análisis general de la interacción entre el terreno y el comportamiento estacionario del flujo subterráneo.

Se asigna como condición de contorno las lecturas de nivel freático de los piezómetros, así como los puntos en superficie del nivel freático dados por la ubicación de los piezómetros.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para este modelo se toma como base la recarga potencial calculada para el área de estudio en un solo periodo climático con un valor de 153.38 mm/año. Además, se realiza la inserción de la zona de humedal, mediante la ecuación de Dirichlet a través de la evaluación topográfica (Z) más el valor del nivel de la lámina de agua promedio que es de 1m.

A partir de dicho escenario de modelación se simula el proceso completo desde el momento actual, con el objetivo de visualizar el comportamiento del flujo subterráneo

Determinación de las cabezas de presión

Se presenta a continuación la variación local de la cabeza total hidráulica en la sección en planta del área. En las siguientes figuras se presenta la determinación de cabezas totales, ver Figura 2-193 y Figura 2-194.

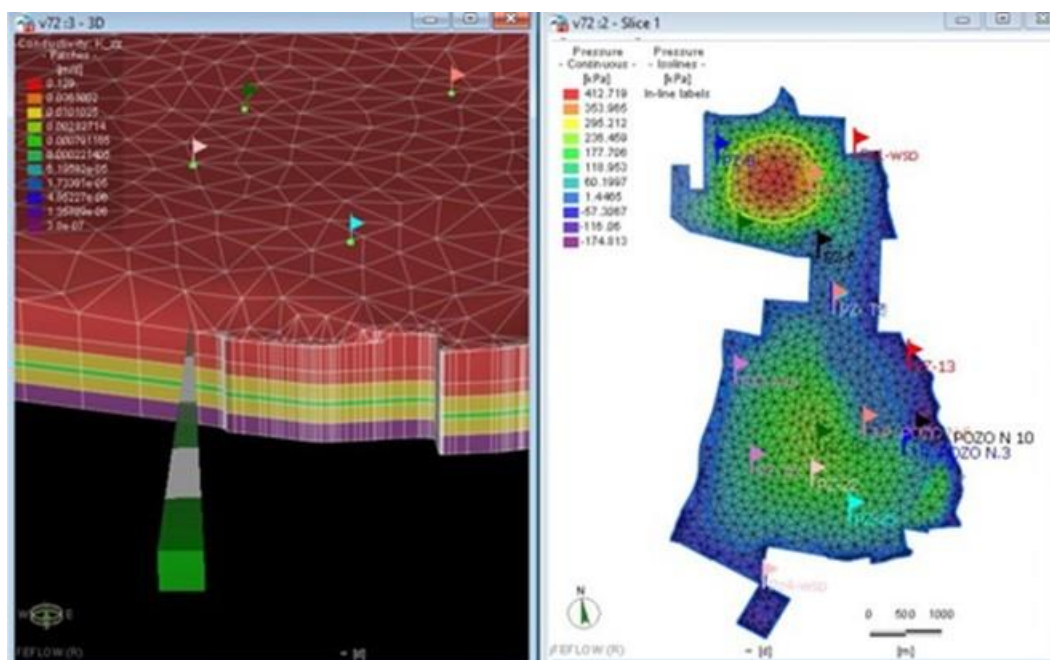


Figura 2- 193. Modelo numérico – Presiones-planta.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

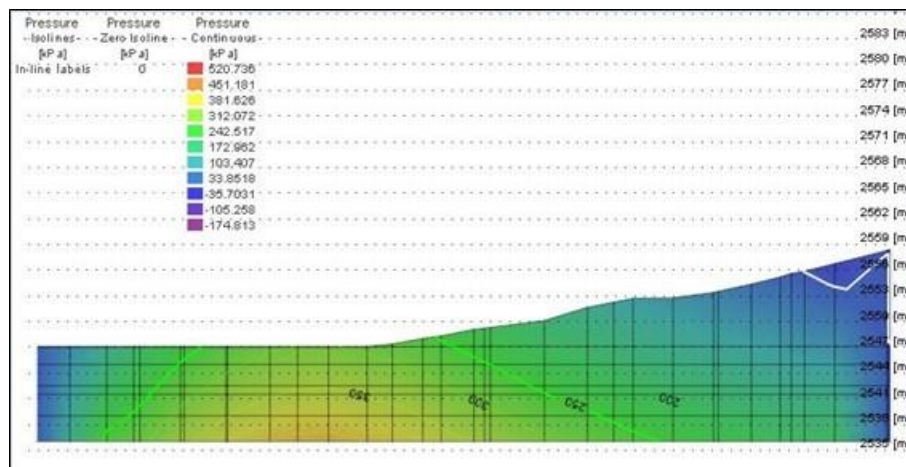


Figura 2- 194. Modelo numérico – Cabezas hidráulicas en perfil
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2-195 se muestra la vista en perfil de las cabezas hidráulicas del estado estacionario.

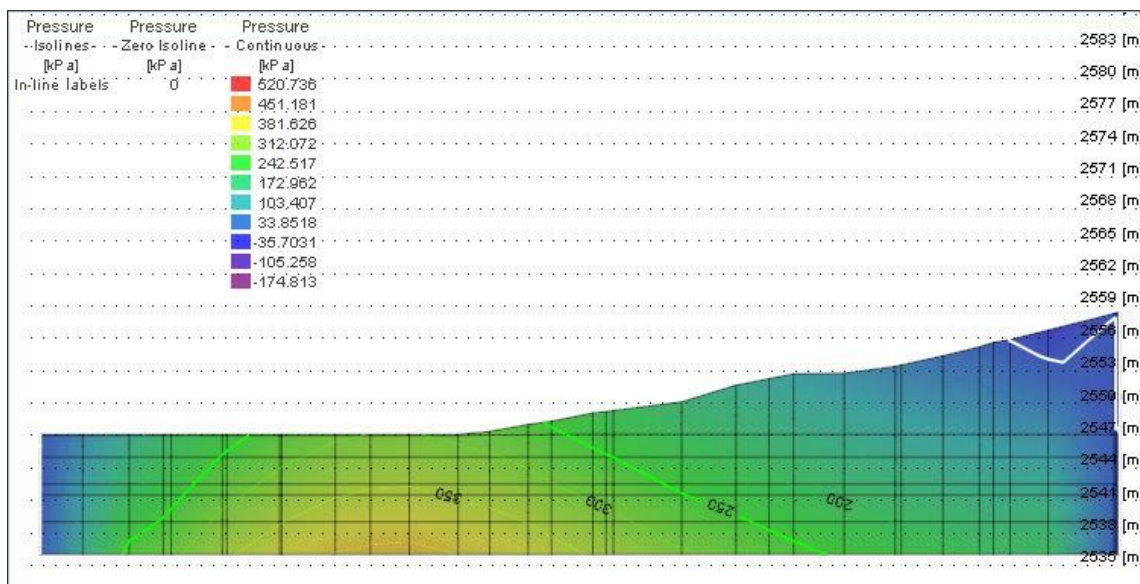


Figura 2- 195. Modelo numérico – Cabezas hidráulicas en perfil.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el modelo generado se evidencia que las cabezas de presión proyectadas en un escenario futuro presentarían variaciones relativamente mínimas, concepto validado por la calibración donde los escenarios de mejor ajuste se comportan en condiciones de poca diferencia con respecto a la condición actual.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La campaña con la cual se hace la evaluación de las cabezas hidráulicas corresponde al monitoreo realizado en el mes de mayo, considerando que durante esta época se presentan las mayores precipitaciones y donde de acuerdo al nivel de la tabla de agua durante este periodo, dichos niveles se encuentran más cercanos a la superficie, considerando este factor como el valor más crítico respecto al objetivo de análisis, ver Figura 2-196.

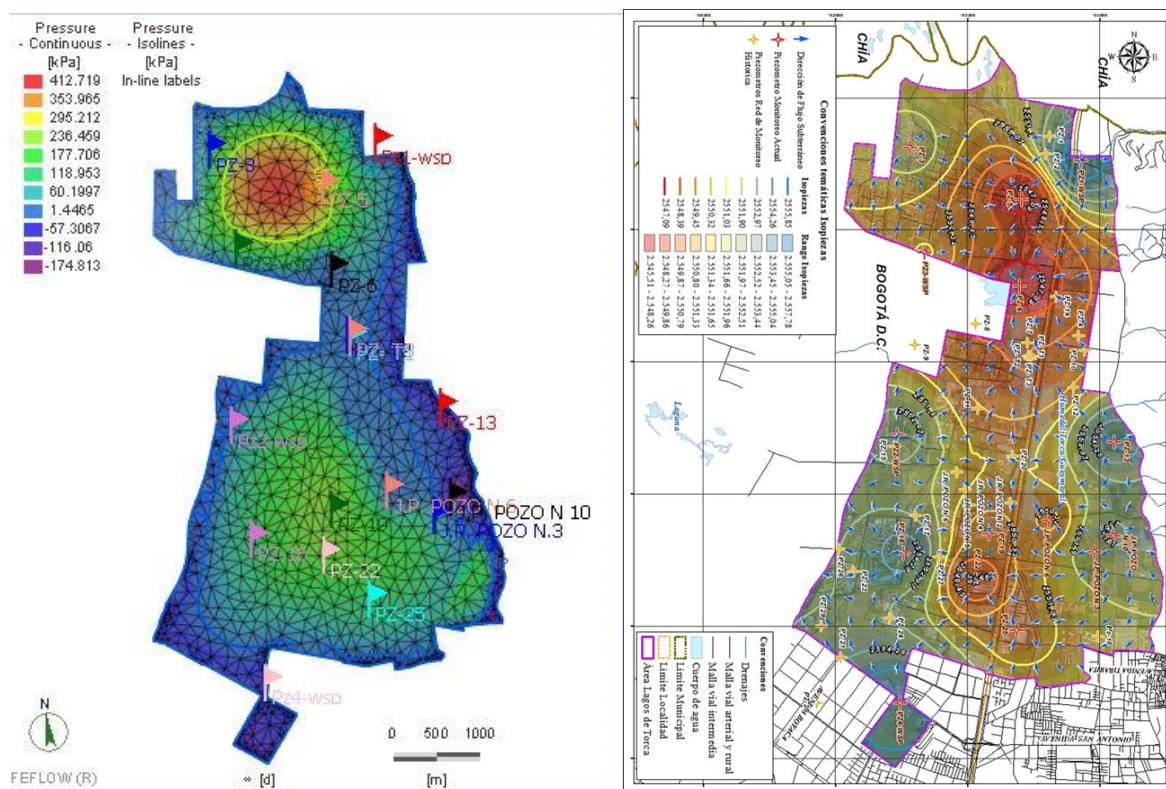


Figura 2- 196. Isopiezas Simuladas Vs Isopiezas Campaña Mes de Mayo.
Fuente: Elaboración propia

Se presentan las isopiezas simuladas vs isopiezas de campo, y se identifica que, aunque las isolíneas no son exactamente iguales puesto que la interpolación numérica y la de campo manejan factores de interpolación y de ecuación diferentes, si existe una similitud de distribución, la cual se identifica hacia la zona norte y zona sur del área de estudio

Balance de masas

El balance obtenido una vez se ejecuta la simulación en estado estacionario es la que se representa en la Figura 2-197. El cual corresponde a una ecuación de balance hídrico general para los diferentes tipos de contorno.

En la Figura 2-197 el *Imbalance* define que para el modelo numérico en estado estacionario se presenta un valor de 78.82 m³/d de almacenamiento a nivel de balance hídrico general, indicando un aporte favorable a toda la zona de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

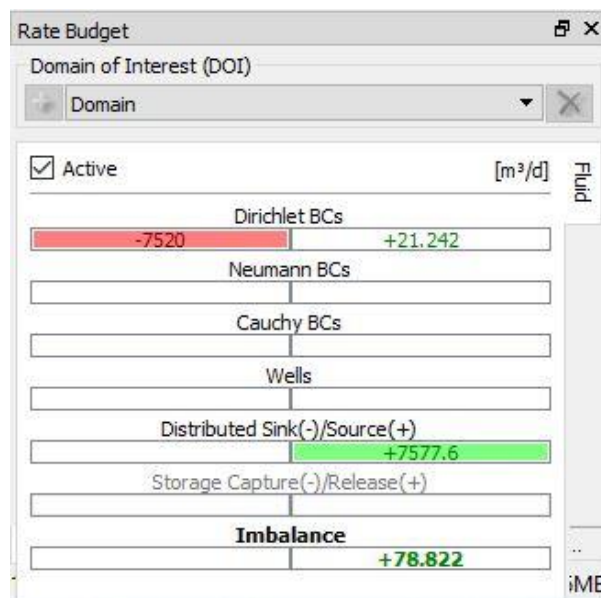


Figura 2- 197. Balance general en estado estacionario. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-198 se muestra el balance de masas para el humedal donde se identifica que existe una relación de poros alta en contraste con la unidad hidrogeológica de la Formación Sabana y de cada una de las capas definidas en la geometría del acuífero, por lo tanto se infiere una zona saturada que aparentemente no se infiltra (Humedal) y donde se calcula un valor de almacenamiento favorable sin pérdidas.



Figura 2- 198. Balance humedal - acuícluido en estado estacionario. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-199 se determina que las pérdidas para esta Unidad, definida como o Acuícluido (Formación Chía) son relativamente mínimas puesto que presenta un valor de -7.947×10^{-6} m³/d, validando su clasificación puesto que el valor de infiltración y permeabilidad

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

que se puede inferir de este valor es baja pero con una porosidad alta como indica la figura en el recuadro de medio poroso.

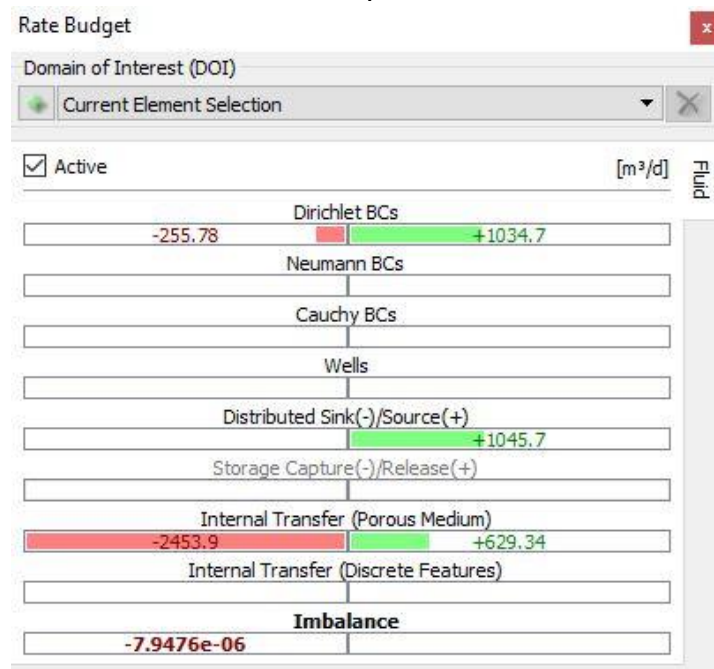


Figura 2- 199. Balance Acuícluido en estado estacionario Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del presente análisis se realizaron modelaciones para estado transitorio donde se presentan un escenario en condiciones futuras, el cual es relevante pues analiza en tiempos futuros el humedal, este se presenta en el Anexo E1, del presente estudio.

2.5.3.4 CONCLUSIONES

En la definición de unidades hidrogeológicas, la unidad que define en superficie a la zona de estudio en la Formación Chía la cual de acuerdo a sus características litológicas y de clasificación de acuerdo con el SGC, corresponde a acuitardo, en tal sentido el contexto hidrogeológico y de productividad se ajusta a las condiciones imperantes en el área de estudio, por cuanto se valida su clasificación. Además, la importancia hidrogeológica tanto para el aprovechamiento del recurso como para la conservación de los sistemas hídricos asociados, y definidos por las diferentes capas con comportamientos entre acuíferos y acuitardos sugieren una importancia media a baja, puesto que como lo indica su definición, algunas veces permite el paso del agua otras no. Sin embargo, a nivel de ecosistema es importante destacar la importancia de los humedales, respecto a la conservación de estas fuentes como generadores del proceso hídrico.

El modelo hidrogeológico conceptual aquí generado sugiere un área de recarga y descarga y zona de tránsito relacionada al área del sistema de humedales, las direcciones de flujo generadas a lo largo de las campañas sugieren una convergencia a los humedales y al cauce principal del río Bogotá, el tránsito del agua subterránea se da en las capas o niveles más arenosos de las arcillas y limoarcillas de la Formación Chía y Sabana. Siendo estos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

procesos lo que generan en áreas circundantes al humedal procesos a nivel hídrico superficial.

El modelo hidrogeológico conceptual y posterior modelo 3D (numérico) fue concebido como una aproximación de la dinámica hidrogeológica con base en los análisis geofísicos, hidrogeoquímicos, monitoreo de piezómetros y definición de red de flujo, evidenciando dos tipos de sistemas hídricos en el área de estudio asociados a las condiciones climáticas (condición bimodal), geomorfológicas, hidroestratigráficas y topográficas. El primer sistema hídrico (abril a junio) actúa como variable de incremento en los niveles saturados de la zona por lo que en épocas de mayor precipitación, los niveles piezométrico y cabezas hidráulicas ascienden hacia la superficie; por el contrario, en el segundo sistema (junio a octubre), los niveles se profundizan hasta alcanzar la zona acuífera, razón por la cual los niveles piezométricos presentan un carácter perenne, condición que favorece la recarga continua del acuífero multicapa que caracteriza la zona.

Se presentan las isopiezas simuladas vs isopiezas de campo, y se identifica que, aunque las isolíneas no son exactamente iguales puesto que la interpolación numérica y la de campo manejan factores de interpolación y de ecuación diferentes, si existe una similitud de distribución, la cual se identifica hacia la zona norte y zona sur del área de estudio

El balance obtenido una vez se ejecuta la simulación en estado estacionario define que para el modelo numérico en estado estacionario se presenta un valor de 78.82 m³/d de almacenamiento a nivel de balance hídrico general, indicando un aporte favorable a toda la zona de estudio, es decir los ingresos son mayores que las salidas, sin embargo se presenta reducciones, derivadas de las condiciones hidroclimáticas del área.

El área de estudio no posee ninguna actividad neotectónica, esto se evidencia debido a que no hay lineamientos, fallamientos o diaclasas que se encuentren afectando unidades preneogenas, por lo tanto a nivel hidrogeológico no se observa ningún componente estructural que influya sobre el humedal. No se reporta hasta la fecha ningún trazo de fallas geológicas sobre la Formación Sabana y Formación Chía, por tanto, se descarta que las unidades mencionadas y de relevancia para el estudio presenten la conectividad hidráulica con los diferentes cuerpos de agua, tanto de sistemas superficiales como subterráneos.

Los niveles piezométricos medidos mediante sonda Diver en los cuatro piezómetros no superan una desviación de 0,56m (validando la precisión del registro de datos), con un valor máximo de todos los niveles medidos en los 4 piezómetros de 2.70m y mínimo de 0.75m, por lo cual se tendría una columna de agua aproximada de 1.95 m.c.a.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.4 SUELO

El desarrollo del componente de suelos contempló el análisis de información secundaria que incluyó el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca (IGAC, 2000), y el capítulo 11, Componente de capacidad de uso de las tierras, del documento de actualización del POMCA del Río Bogotá (Huitaca Consorcio, 2018).

Además, se desarrolló una verificación de suelo a través de barrenadas, en las que se identificaron áreas que han sido objeto de rellenos y que mantienen sus propiedades originales; a estas se les realizó una descripción de propiedades físicas *in situ*, como profundidad, color y textura, y se colectaron muestras de suelos para cada escenario con el fin de desarrollar análisis fisicoquímicos con un laboratorio acreditado.

2.5.4.1 Antecedentes

Debido a la dinámica de las áreas periurbanas, la constante expansión de la ciudad y la demanda del suelo para el establecimiento de actividad agropecuaria, vivienda, infraestructura e industria ha generado procesos de transformación de las áreas de importancia ambiental como lo es el ecosistema de humedales y ronda de quebradas.

En el documento Estudio de suelos, geológicos y geomorfológicos, que corresponde al producto 3 de la actualización de los estudios conceptuales del contrato EAAB-ESP 1-02-25500-0626-2009, se presenta un análisis multitemporal desde 1956 hasta el presente año, en el que se evidencia la presión y transformación que han sufrido los humedales de Torca y Guaymaral.

En el estudio se evidencia que en los últimos diez años ha habido un aumento progresivo de infraestructura y vivienda dentro de los humedales de Torca y Guaymaral, que se puede observar en la Figura 2-200 en el costado occidental de la Avenida Paseo Los Libertadores se observan nuevos rellenos antrópicos; en los costados occidental, oriental y Norte se evidencia el gran crecimiento de casas, conjuntos y centros educativos. A diferencia del año 2007, las quebradas no presentan cambios significativos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

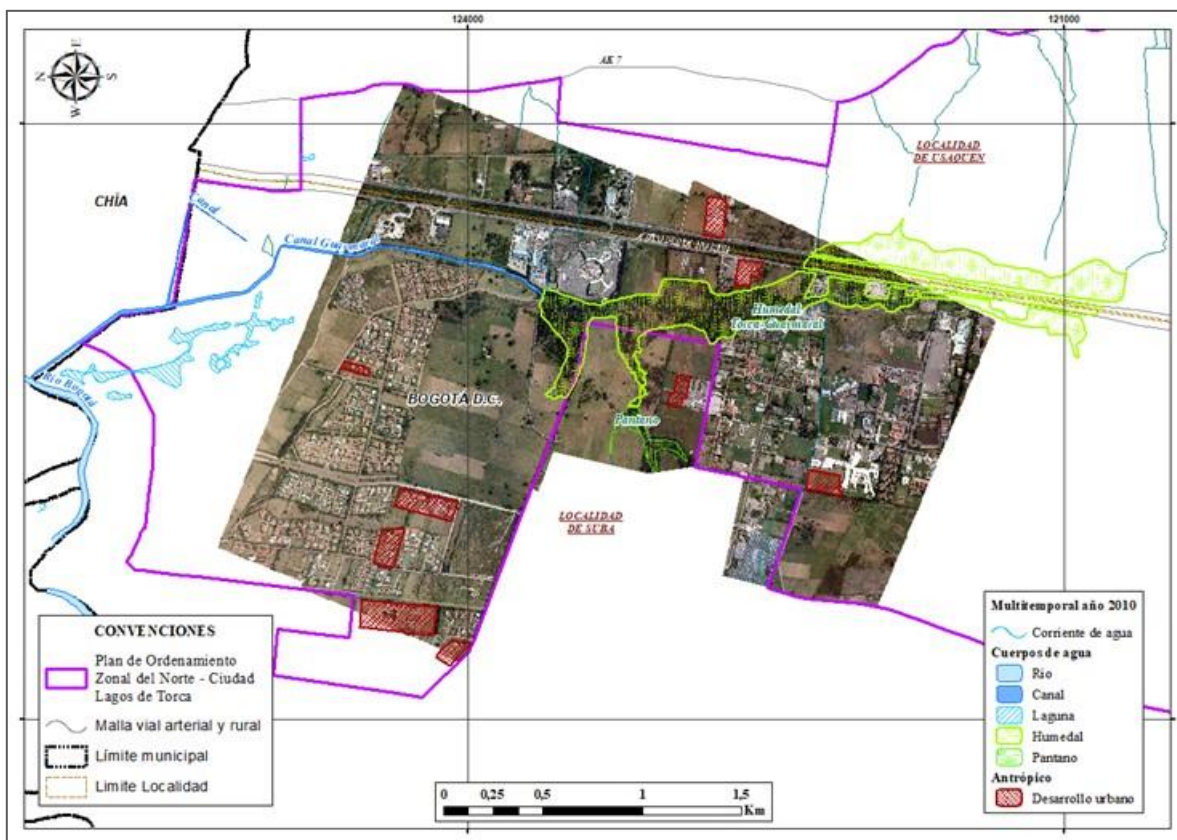


Figura 2- 200. Análisis multitemporal año 2010. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-201 del año 2016 se observa que el crecimiento urbano es evidente, más áreas modifican el uso del suelo para sectores de comercio, viviendas y educación. Dentro de la planicie de inundación (Fpi) perteneciente al humedal sector Guaymaral se observan más construcciones que están afectando directamente este sistema: al sur de Bima se realizó un relleno antrópico que causa erosión antrópica en el área, dejando los suelos completamente denudados y afectando las zonas de infiltración del humedal.

Para el año 2019, en el sector norte del humedal se observa un gran crecimiento urbano, muchas parcelas fueron construidas; sin embargo, no se presenta una afectación al estado de los cauces de las quebradas ya que estas se encuentran canalizadas, y las planicies de inundación han sido preservadas, lo que demuestra un interés por preservar estas áreas de importancia ecológica.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

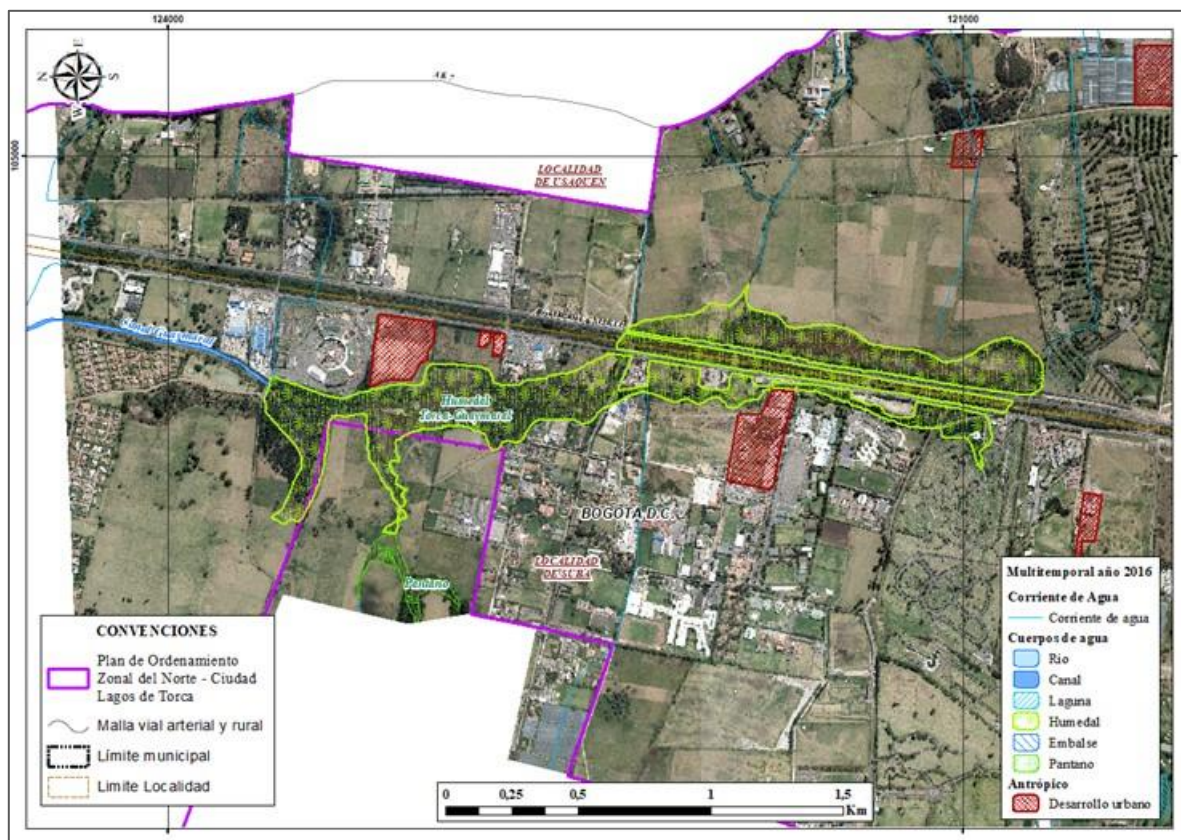


Figura 2- 201. Análisis multitemporal año 2016. Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.2 Descripción de los suelos en el área de estudio

La descripción de los suelos de los escenarios parte de la caracterización realizada para la actualización del POMCA del Río Bogotá, la cual se complementó con las verificaciones realizadas a través de barrenadas y análisis fisicoquímicos de muestras mixtas de suelo, colectadas en puntos de muestreo establecidos en los diferentes escenarios del área de estudio.

La verificación de los suelos está enfocada en los cuatro escenarios de evaluación contemplados por el componente biótico, en los que se incluyen las áreas asociadas a los cuerpos de agua lénticos, los canales de comunicación entre humedales y a las áreas de evaluación asociadas a las zonas de ronda de quebradas pertenecientes al sistema Torca-Guaymaral.

Las barrenadas de verificación se realizaron en algunos transectos propuestos en los sitios de muestreo de vegetación, los cuales se presentan en la Tabla 2-92 y la Figura 2-202. Con el fin de verificar la variación espacial, se seleccionaron tres transectos por escenario de evaluación en los cuales se realizarán dos barrenadas a través de cada transecto.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 92. Puntos de verificación y captura de muestras de suelo.

| Escenario | Transecto | ID | Este | Norte |
|--------------------------|-----------|---------|------------|------------|
| Humedal sector Guaymaral | 9 | T9 - 1 | 104.007,25 | 122.887,26 |
| Humedal sector Guaymaral | 9 | T9 - 2 | 104.059,74 | 122.934,18 |
| Humedal sector Guaymaral | 10 | T10 - 1 | 103.664,53 | 123.140,32 |
| Humedal sector Guaymaral | 10 | T10 - 2 | 103.608,14 | 123.207,58 |
| Humedal sector Guaymaral | 11 | T11 - 1 | 103.995,78 | 123.196,35 |
| Humedal sector Guaymaral | 11 | T11 - 2 | 103.952,02 | 123.293,25 |
| Humedal sector Torca | 1 | T1 - 1 | 104.292,78 | 120.856,98 |
| Humedal sector Torca | 1 | T1 - 2 | 104.378,23 | 120.889,63 |
| Humedal sector Torca | 2 | T2 - 1 | 104.342,74 | 121.438,55 |
| Humedal sector Torca | 2 | T2 - 2 | 104.423,75 | 121.448,84 |
| Humedal sector Torca | 4 | T4 - 1 | 104.370,52 | 121.912,37 |
| Humedal sector Torca | 4 | T4 - 2 | 104.469,08 | 121.886,28 |
| Canal | 7 | T7 - 1 | 104.094,46 | 122.311,46 |
| Canal | 7 | T7 - 2 | 104.124,44 | 122.232,04 |
| Canal | 12 | T12 - 1 | 104.062,42 | 123.495,72 |
| Canal | 12 | T12 - 2 | 104.047,57 | 123.407,65 |
| Quebrada | 3 | T3 - 1 | 105.347,98 | 121.443,03 |
| Quebrada | 3 | T3 - 2 | 105.255,63 | 121.417,53 |
| Quebrada | 5 | T5 - 1 | 104.958,04 | 121.843,44 |
| Quebrada | 5 | T5 - 2 | 104.898,78 | 121.817,31 |
| Quebrada | 6 | T6 - 1 | 105.109,65 | 121.090,65 |
| Quebrada | 6 | T6 - 2 | 105.173,03 | 121.102,82 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

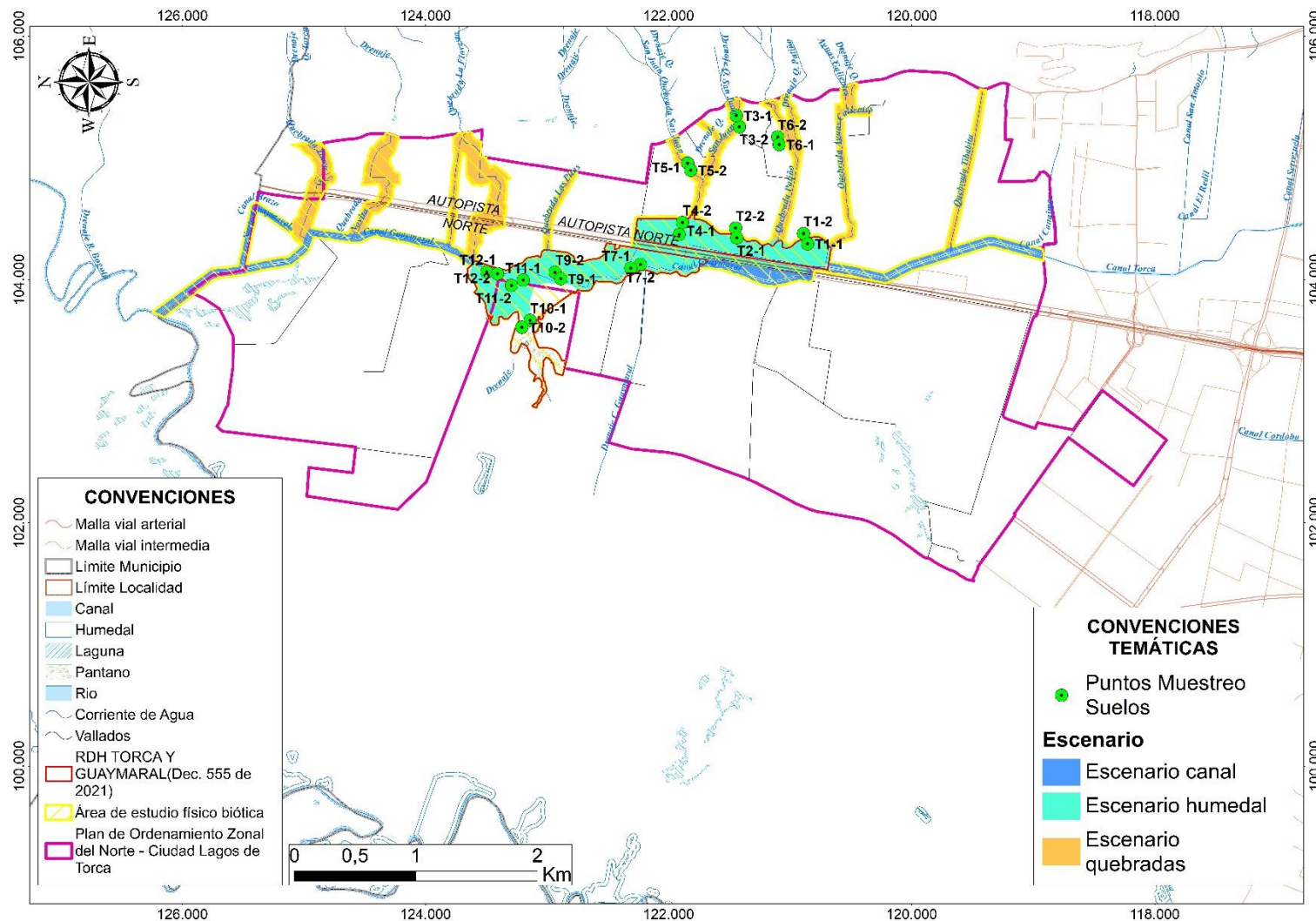


Figura 2- 202. Sitios de muestreo de características de suelo. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Humedal Sector Torca**

En la Tabla 2-93, se presentan las unidades de suelo identificadas en el documento de actualización del POMCA del Río Bogotá, asociadas al escenario del humedal, en esta se evidencia la presencia de cuatro unidades cartográficas de suelos (UCS) que se ubican principalmente en terrazas y planos de inundación de planicies depositacionales fluvio lacustres, las cuales representan el 75 % del área. El porcentaje restante corresponde a áreas antrópicas como zonas urbanas, infraestructura vial y zonas de relleno, así como a cuerpos de agua asociados al humedal.

Tabla 2- 93. UCS en el humedal sector Torca.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|
| Planicie - depositacional fluvio lacustre | Terraza Nivel 2 | Plano | Suelos profundos de texturas medias y moderadamente finas | RzL08 |
| | Terraza Nivel 1 | Talud | Suelos profundos de texturas moderadamente gruesas, bien drenados | RzL35 |
| | Plano de inundación | Cubeta de desborde | Suelos muy superficiales, muy pobremente drenados, texturas finas | RzL37 |
| | Terraza Nivel 1 | Plano y talud | Suelos profundos, bien drenados, texturas contrastadas | RzM11 |
| Auto norte | | | | AUTON |
| Cuerpo de agua | | | | CA |
| Zonas de relleno | | | | ZR |
| Zonas urbanas | | | | ZU |
| Total | | | | |

Fuente: (Huitaca Consorcio, 2018)

En la verificación realizada se evidencia la presencia de suelos profundos, de colores oscuros y texturas francas en áreas cercanas al espejo de agua del humedal, como se puede apreciar en la Fotografía 2-36, lo cual muestra que estas áreas no han sufrido una intervención significativa.



Fotografía 2- 36. Piqueteadero-carrera 7.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Humedal Sector Guaymaral

En la Tabla 2-94 se presentan las UCS reportadas en el POMCA, las cuales incluyen cuatro unidades de suelos; mientras que las áreas antrópicas se reducen únicamente a zonas de relleno. Para este escenario, los cuerpos de agua representan un 45%, cerca de la mitad del escenario, mientras que las zonas de relleno representan solo el 11 % de la misma.

Tabla 2- 94. UCS en el humedal sector Guaymaral.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Montaña depositacional coluvial | Glacis de acumulación | Plano inclinado | Suelos superficiales, bien drenados, de texturas medias | McM01 |
| Planicie Depositacional fluvio lacustre | Terraza Nivel 1 | Plano y talud | Suelos profundos, bien drenados, texturas contrastadas | RzM11 |
| | Plano de inundación | Cubeta de desborde | Suelos superficiales, de texturas finas y muy finas, pobremente drenados | RzM13 |
| | | Cubeta de decantación | Suelos muy superficiales y superficiales, pobremente drenados, texturas muy finas y medias, Inundables | RzM17 |
| Cuerpo de agua | | | | CA |
| Zonas de relleno | | | | ZR |
| Total | | | | |

Fuente: (Huitaca Consorcio, 2018)

En la verificación realizada para este escenario se identificaron zonas de relleno, las cuales se encuentran cerca al espejo de agua del humedal y se utilizan para el desarrollo de actividades ganaderas; como se presenta en la Fotografía 2-37 a una profundidad de 50 cm se identifica material de relleno.

- Canales

En la Tabla 2-95 se presentan las UCS asociadas a las quebradas; cabe mencionar que estas, al presentar una distribución espacial lineal, reportan un mayor porcentaje de área asociado a zonas antrópicas, en las que se incluyen zonas urbanas y la Autopista Norte, al representar dos tercios del área total del escenario (67 %).

Tabla 2- 95. UCS en canales.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS | Área (ha) | Área (%) |
|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------|
| Planicie depocitacional fluvio lacustre | Terraza Nivel 1 | Plano y talud | Suelos profundos, bien drenados, texturas contrastadas | RzM11 | 12.27 | 20.90 |
| | Plano de inundación | Cubeta de desborde | Suelos superficiales, de texturas finas y muy finas, pobremente drenados | RzM13 | 1.85 | 3.15 |
| | | Cubeta de decantación | Suelos muy superficiales y superficiales, pobremente drenados, texturas muy finas y medias, Inundables | RzM17 | 16.74 | 28.53 |
| Auto norte | | | | AUTON | 10.77 | 18.34 |
| Cuerpo de agua | | | | CA | 0.01 | 0.02 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 95. UCS en canales.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS | Área (ha) | Área (%) |
|---------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|-----|-----------|----------|
| Zonas urbanas | | | | ZU | 11.53 | 29.06 |
| Total | | | | | 53.17 | 100 |

Fuente: (Huitaca Consorcio, 2018)

Fotografía 2- 37. Barreno T11 – 2



Fotografía 2- 38. Barreno T7 - 2



Fuente: Elaboración propia.

En la Fotografía 2-38, se evidencia la presencia de suelo sin alteración en zonas asociadas al canal, con lo cual se concluye que la intervención desarrollada a estos cuerpos lénticos fue puntual, permitiendo mantener zonas naturales.

- Quebradas

En la Tabla 2-96 se presentan las unidades de suelo identificadas en el documento de ajustes del POMCA del río Bogotá asociadas al escenario de las quebradas, en esta se evidencia la presencia de diez unidades de suelos que representan cerca del 80% del área total del escenario.

Estas se distribuyen en dos unidades de paisaje con tres ambientes morfogenéticos y ocho tipos de relieve. Al ser áreas que han sufrido una menor alteración antrópica, en comparación con los canales, se reporta un mayor número de unidades asociadas a este escenario.

Tabla 2- 96. UCS en quebradas.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS | Área (ha) | Área (%) |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------------------|-------|-----------|----------|
| Montaña Estructural Erosional | Espinazos | Revés | Suelos profundos, bien drenados, texturas medias | MsL04 | 2.84 | 2.83 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 96. UCS en quebradas.

| Paisaje | Tipo de relieve | Forma del terreno | Características de los suelos | UCS | Área (ha) | Área (%) |
|---------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------|
| Montaña Deposicional Coluvio Aluvial | Glacis acumulación de | Plano inclinado | Suelos profundos, bien drenados, moderadamente finos | MxL01 | 17.41 | 17.32 |
| | | Cuerpo | Suelos profundos a superficiales, bien drenados, de texturas medias | MxL09 | 7.49 | 7.45 |
| Planicie Deposicional Fluvio Lacustre | Terraza Nivel 2 | Plano | Suelos profundos de texturas medias y moderadamente finas | RzL08 | 13.78 | 13.74 |
| | Terraza Nivel 1 | Talud | Suelos profundos de texturas moderadamente gruesas, bien drenados | RzL35 | 1.06 | 1.05 |
| | Plano de Inundación | Cubeta de Desborde | Suelos muy superficiales, muy pobremente drenados, texturas finas | RzL37 | 3.65 | 3,63 |
| | Terraza Nivel 1 | Plano y Talud | Suelos profundos, bien drenados, texturas contrastadas | RzM11 | 25.19 | 25.06 |
| | | Plano y Talud | Suelos moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, texturas contrastadas | RzM12 | 8.82 | 8.87 |
| | Plano de Inundación | Cubeta de Decantación | Suelos muy superficiales y superficiales, pobremente drenados, texturas muy finas y medias, Inundables | RzM17 | 0,17 | 0,17 |
| Auto norte | | | | AUTON | 0,60 | 0,60 |
| Zonas urbanas | | | | ZU | 19.35 | 19.25 |
| Total | | | | | 100.50 | 100 |

Fuente: (Huitaca Consorcio, 2018)

En la verificación realizada se evidencia la presencia de suelos poco profundos, de colores oscuros del humedal, como se puede apreciar en la Fotografía 2-39, lo que evidencia que estas áreas no han sufrido una intervención significativa. Por otro lado, se registraron niveles freáticos superficiales en cercanía a los cuerpos de agua, teniendo en cuenta que la verificación de los suelos se realizó en épocas de lluvia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 39. Barreno T4 – 1.
Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria, se presenta la Figura 2-203 y Mapa de Caracterización de Suelos - APMHTG_PMA_SUE Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos, en los que se pueden observar las unidades de suelos descritas anteriormente en el área de estudio de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

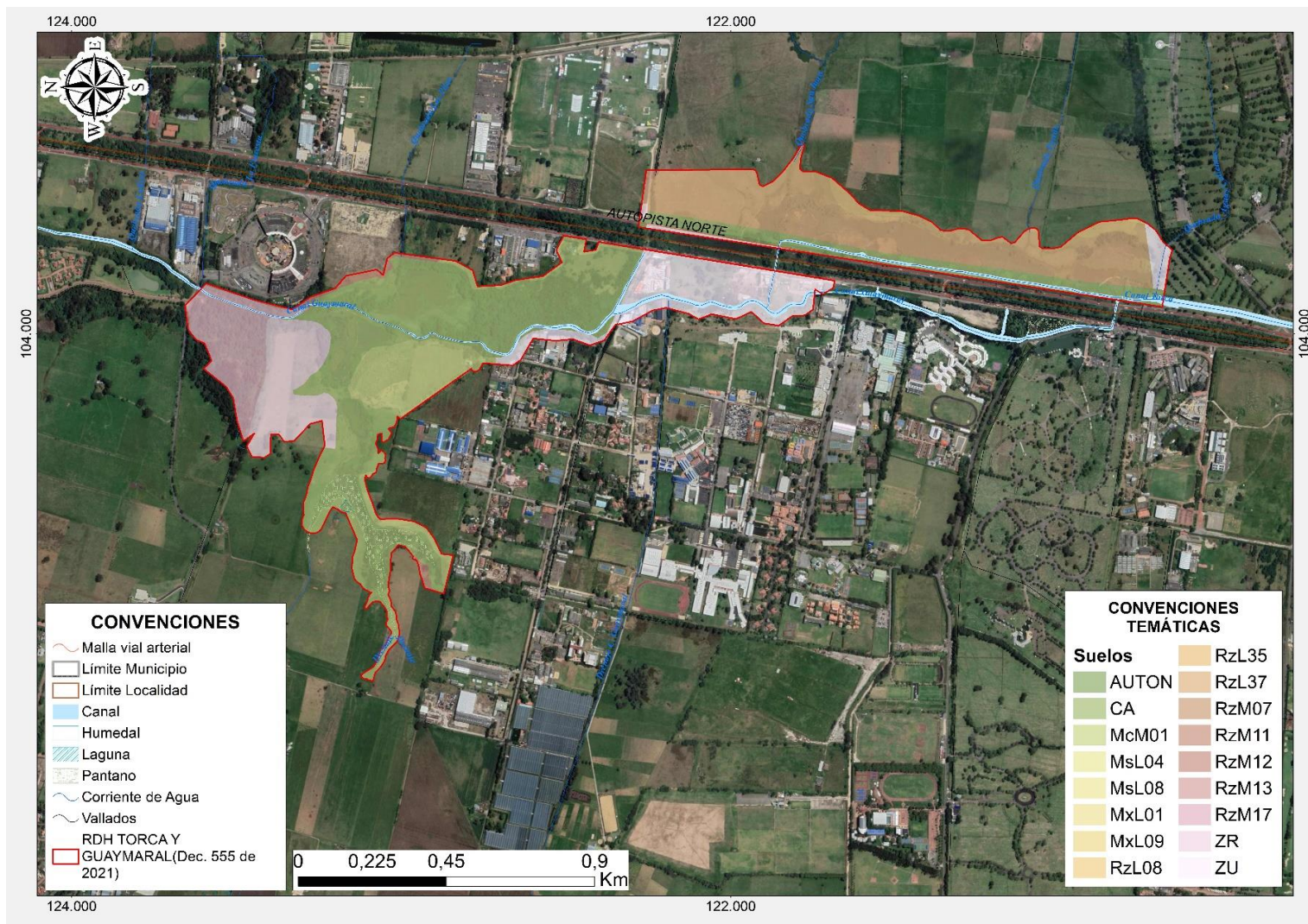


Figura 2- 203. Unidades de suelo en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.4.3 Análisis de parámetros fisicoquímicos del suelo

Como se mencionó en la metodología (Capítulo 1) para la caracterización de los suelos asociados a los escenarios, se tomaron muestras compuestas en los primeros 20 cm de profundidad, con el fin de determinar parámetros físicos y químicos, los cuales se presentan en el Anexo F Resultado Análisis de suelos.

Estos resultados permiten comparar el estado actual de los suelos asociados a vegetación natural con respecto a aquellos que han sido intervenidos para el desarrollo de actividades productoras, principalmente ganadería, en los que se incluyen las áreas del humedal que fueron rellenadas con el fin de aumentar el área productiva.

2.5.4.3.1 Fertilidad del suelo

De acuerdo con los resultados expuestos en la Tabla 2-97 se puede observar diferencias entre los valores de cada parámetro, comparando tanto entre escenarios como entre las coberturas asociadas a estos.

Ejemplos claros de estos, son los valores de pH en donde el valor más elevado fue el escenario de las quebradas con coberturas naturales, el cual reportó un valor de 7,13 que corresponde a un pH neutro, mientras que los valores más bajos fueron las quebradas en vegetación antrópica (pastos) y los canales en vegetación natural, los cuales se categorizan como fuertemente ácidos al estar en un rango entre 5,1 y 5,5. Estos valores de pH permiten la disponibilidad de aluminio intercambiable lo cual se evidencia en el porcentaje de saturación de aluminio (Sat Al) en donde para estos dos escenarios se identificaron contenidos de este elemento, mientras que para suelos con un pH mayor a 5,5, el aluminio no es soluble en el suelo por lo cual no se reporta, permitiendo que la saturación de bases de estos suelos sea del 100%.

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se presentan concentraciones medias a altas, mientras que los contenidos de carbono orgánico (CO) son altos al igual que el potasio (K). Por último, el fósforo varió en concentraciones bajas a altas, lo que evidencia una heterogeneidad en los escenarios evaluados.

Tabla 2- 97. Escala de valoración de los indicadores para la evaluación de la fertilidad del suelo.

| Puntaje | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|---------------|---------|
| pH | <4,5>;8,5 | 4,6-5; 7,9-8,4 | 5,1-5,5;7,4-7,8 | 5,6 - 6 | 6,1-7,3 |
| Saturación aluminio (Sat Al) | >60 | 60-30 | 29-15 | 14-may | <5 |
| CIC (me/100 g) pH7 | <5 | 05-oct | nov-15 | 16-20 | >20 |
| % carbón orgánico (CO) (Clima frío) | <1,3 | 1,4-2,6; >10 | 2,7-4;8,1-10 | 4,1-5,2;8-6,6 | 5,3-6,5 |
| Fósforo (P) ppm (Bray ii) | <10 | oct-20 | 21-30 | 31-40 | >40 |
| Potasio (K) (me/100 g) | <0,1 | 0,1-0,2 | 0,21-0,3 | 0,31-0,4 | >0,4 |

Fuente: IGAC, 2008.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 98. Parámetros para determinación de fertilidad natural por escenario.

| Escenario | | Cobertura | pH | Sat Al (%) | CIC (meq/100g) | Sat Bases (%) | CO (%) | P (ppm) | K (meq/100g) |
|-----------|------------------|-----------|------|------------|----------------|---------------|--------|---------|--------------|
| Humedal | Sector Torca | Natural | 5,66 | 0 | 15,9 | 100 | 8,73 | 65,6 | 1,28 |
| | | Antrópica | 6,42 | 0 | 22,7 | 100 | 7,44 | 30,9 | 0,857 |
| | Sector Guaymaral | Natural | 5,92 | 0 | 22,8 | 100 | 9,97 | 79,6 | 0,831 |
| | | Antrópica | 6,74 | 0 | 21,5 | 100 | 5,38 | 72,6 | 1,41 |
| Quebradas | | Natural | 7,13 | 0 | 18,7 | 100 | 4,77 | 60,2 | 0,67 |
| | | Antrópica | 5,48 | 2,12 | 11,8 | 97,88 | 8,75 | 17,6 | 1,07 |
| Canales | | Natural | 5,29 | 3,34 | 11,1 | 96,66 | 6,04 | 21,1 | 1,13 |
| | | Antrópica | 5,52 | 0 | 10,6 | 100 | 6,05 | 13,5 | 1,38 |

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la escala de valoración de los indicadores Tabla 2-96, en la Tabla 2-99 se presenta la determinación de la fertilidad natural, en la cual se evidencia que para los escenarios de quebrada, canales y vegetación natural del humedal en el sector Torca, se encuentran en un rango medio; mientras que para los suelos del humedal sector Guaymaral y aquellos asociados a los pastos existentes en el humedal Sector Torca, se determinó una fertilidad natural alta.

Tabla 2- 99. Fertilidad natural del suelo.

| Escenario | | Cobertura | Fertilidad | FN |
|-----------|------------------|-----------|------------|-------|
| Humedal | Sector Torca | Natural | 6,70 | Media |
| | | Antrópica | 7,27 | Alta |
| | Sector Guaymaral | Natural | 7,27 | Alta |
| | | Antrópica | 7,84 | Alta |
| Quebradas | | Natural | 7,27 | Alta |
| | | Antrópica | 5,84 | Media |
| Canales | | Natural | 6,70 | Media |
| | | Antrópica | 6,13 | Media |

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.3.2 Disponibilidad de nutrientes

Se determinó la aptitud de disponibilidad de nutrientes a partir de la matriz de calificación de parámetros químicos presentada en la Tabla 2-100 y el árbol de decisión de la Tabla 2-101.

Tabla 2- 100. Matriz de calificación de variables para determinar aptitud de disponibilidad de nutrientes.

| Variable | Aptitud alta | Aptitud media | Aptitud baja | No apta |
|------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|---------|
| Fertilidad natural | Muy alta, alta, mediana | Baja, muy baja | | |
| Saturación de aluminio | 0-30 | 30-60 | 60 - 90 y >90 | |
| | Bajo | Medio | Alto y muy alto | |
| pH | 5,6 - 6,0 | 7,4-7,8 | 4,5-5,0 | <3,5 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 100. Matriz de calificación de variables para determinar aptitud de disponibilidad de nutrientes.

| Variable | Aptitud alta | Aptitud media | Aptitud baja | No apta |
|----------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | 6,1 - 6,5 6,6 - 7,3 | 5,1-5,5 | 7,9-8,4 | 3,5-4,4 8,5-9,0 >9,0 |
| | Moderadamente ácido, ligeramente ácido, neutro | Ligeramente alcalino, fuertemente ácido | Muy fuertemente ácido, moderadamente alcalino | Ultra ácido, extremadamente ácido, muy fuertemente alcalino |

Fuente: UPR, 2015

Tabla 2- 101. Árbol de decisión para calcular la aptitud de disponibilidad de nutrientes.

| Fertilidad | Saturación de aluminio | pH | Aptitud de disponibilidad de nutrientes |
|---------------|------------------------|----------|-----------------------------------------|
| Aptitud alta | Aptitud alta | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |
| | Aptitud media | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |
| | Aptitud baja | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |
| Aptitud media | Aptitud alta | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |
| | Aptitud media | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |
| | Aptitud baja | A. alta | A. alta |
| | | A. media | A. media |
| | | A. baja | A. baja |
| | | N apto | N apto |

Fuente: UPR, 2015.

Los resultados con respecto a la disponibilidad de nutrientes se presentan en la Tabla 2-102. En esta se puede apreciar que para el escenario humedal y la cobertura natural de las quebradas, la disponibilidad de nutrientes presenta una aptitud alta, teniendo en cuenta que presentan una fertilidad natural alta, baja o nula saturación de bases y valores de pH entre 5,6-7 y 3.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En cuanto a los escenarios de los canales y las áreas con coberturas antrópicas la aptitud se considera media ya que si bien parámetros como la fertilidad y la saturación de Al presentan una aptitud alta, los valores de pH reportados para estos escenarios (5,1-5,5) limitan de forma parcial la absorción de nutrientes como N, F, K, S, Ca, Mg, entre otros, favoreciendo la absorción de otros elementos como Fe, y Al, los cuales pueden llegar a ser tóxicos para las plantas al encontrarse en formas más disponibles, razón por la cual la aptitud de disponibilidad se considera media.

Tabla 2- 102. Disponibilidad de nutrientes.

| Escenario | | Cobertura | Fertilidad | Sat Al | pH | Disponibilidad de nutrientes |
|-----------|------------------|-----------|------------|---------|----------|------------------------------|
| Humedal | Sector Torca | Natural | A. Alta | A. Alta | A. Alta | A. Alta |
| | | Antrópica | A. Alta | A. Alta | A. Alta | A. Alta |
| | Sector Guaymaral | Natural | A. Alta | A. Alta | A. Alta | A. Alta |
| | | Antrópica | A. Alta | A. Alta | A. Alta | A. Alta |
| Quebradas | | Natural | A. Alta | A. Alta | A. Alta | A. Alta |
| | | Antrópica | A. Alta | A. Alta | A. Media | A. Media |
| Canales | | Natural | A. Alta | A. Alta | A. Media | A. Media |
| | | Antrópica | A. Alta | A. Alta | A. Media | A. Media |

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.3.3 Índice de calidad del suelo

El índice de calidad del suelo se determinó mediante la metodología de Wilson y Sione (2017), la cual se define a partir de la clasificación de parámetros físicos y químicos, cuyos rangos de calificación se presentan en la Tabla 2-103 y las clases de calidad en la Tabla 2-104.

Tabla 2- 103. Rangos de valoración de calidad del suelo.

| Interpretación de favorabilidad | N (%) | P (ppm) | pH | MO (%) | CIC (meq/100g) | Dap (g/cm ³) |
|---------------------------------|-----------|---------|--------------------|---------|----------------|--------------------------|
| 1 | <0,02; >1 | <5 | <3,5; >9 | <2; >20 | <5 | <0,5; >2,1 |
| 2 | <0,2 | 5-15 | 3,5-4,4; 8,4-9 | 02-05 | 5-10 | 0,2-0,5; 1,8-2,1 |
| 3 | 0,2 -04 | 15-30 | 4,5-5; 7,8-8,4 | 05-10 | 10-20 | 0,5-0,85; 1,5-1,8 |
| 4 | 0,4-0,75 | 30-50 | 5,1 - 5,6; 7,3-7,8 | 10-15 | 20-25 | 1,2-1,5 |
| 5 | 0,75-1 | >50 | 5,6-7,3 | 15-20 | >25 | 0,85 - 1,2 |

Fuente: Castro y Gómez (2010) e IGAC (2014); modificado por Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 104. Clases de calidad de suelos a partir de los InCS.

| Índices de calidad de suelos InCS | Rangos | Clases de calidad de suelos |
|-----------------------------------|--------|-----------------------------|
| 1 | 6 - 10 | Muy baja |
| 2 | 11-15 | Baja |
| 3 | 16-20 | Moderada |
| 4 | 21-25 | Alta |
| 5 | 16-30 | Muy alta |

Fuente: Wilson y Sione (2017); modificado por Elaboración propia

Los resultados de la determinación del índice de calidad se presentan en la Tabla 2-105, en la cual se evidencia que el total de los escenarios presenta una calidad alta. Esto responde a que, en general, las muestras evaluadas presentan concentraciones elevadas de N y P, valores medios y altos de capacidad de intercambio catiónico que indican una alta disponibilidad de nutrientes, presentada anteriormente. Adicional a esto, los valores bajos de densidad aparente ($0,6-1 \text{ g/cm}^3$) y concentraciones medias a altas de MO permiten una adecuada porosidad que facilita el desarrollo radicular de las plantas, y aumenta la capacidad de retención de agua, la cual se presenta a continuación.

Tabla 2- 105. Índice de calidad del suelo.

| Escenario | | Cobertura | N (%) | P (ppm) | pH | MO (%) | CICE (meq/100g) | Dap (g/cm³) | InCS | |
|-----------|------------------|-----------|-------|---------|----|--------|-----------------|-------------|------|----------|
| Humedal | Sector Torca | Natural | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 24 | Muy alta |
| | | Antrópica | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 24 | Muy alta |
| | Sector Guaymaral | Natural | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 27 | Muy alta |
| | | Antrópica | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 24 | Muy alta |
| Quebradas | | Natural | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 24 | Muy alta |
| | | Antrópica | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 22 | Muy alta |
| Canales | | Natural | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 21 | Muy alta |
| | | Antrópica | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 21 | Muy alta |

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.3.4 Capacidad de retención de agua

En la Tabla 2-106 se presenta la determinación de la capacidad de retención de agua el agua disponible (AD), el cual se calcula restando la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP). Tanto la CC y el PMP son parámetros adimensionales expresados en porcentaje, mientras que el AD corresponde al total de metros cúbicos capaces de almacenarse en los primeros 25 cm de suelo en una hectárea, teniendo en cuenta que esta es la profundidad establecida para la caracterización fisicoquímica de los escenarios.

En los resultados se puede apreciar que a nivel general los suelos presentan una texturas franco-limosas (FL), francas (F) y franco arcillosas (FAr); con rangos de densidades aparentes entre $0,7-0,91 \text{ g/cm}^3$, las cuales se pueden considerar bajas, siendo asociadas tanto a los bajos contenidos de arcilla, los cuales no superan el 30% de la composición de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

las partículas por tamaño, como a los altos contenidos de materia orgánica reportados para todos los escenarios evaluados.

En cuanto a la capacidad de retención de agua, dada por la CC y el PMP, se reportan rangos entre 22 y 29% de CC, mientras que el PMP varía entre 14 y 21%. Estos valores evidencian que los suelos poseen una capacidad de retener hasta un 29% de agua con respecto al volumen total del suelo, determinado por la profundidad del horizonte y un área determinada.

Por otro lado, el agua disponible que es aquella que se encuentra entre la CC y el PMP, se mueve en porcentajes de 6-10%, lo cual permite determinar que para un volumen de suelo de 2500 m³, que corresponde a 25 cm de profundidad del suelo en una hectárea, el agua disponible este entre 166 y 245 m³, siendo el escenario más importante el espejo de agua Guaymaral con vegetación natural.

Tabla 2- 106. Parámetros físicos del suelo

| Escenario | | Cobertura | Arena | Limo | Arcilla | Tex | Da | CC (%) | PMP (%) | AD (m³) |
|-----------|------------------|-----------|-------|------|---------|-----|------|--------|---------|---------|
| Humedal | Sector Torca | Natural | 14 | 66 | 20 | FL | 0,70 | 29,02 | 19,33 | 242,20 |
| | | Antrópica | 20 | 58 | 22 | FL | 0,70 | 28,38 | 19,52 | 221,50 |
| | Sector Guaymaral | Natural | 16 | 68 | 16 | FL | 0,74 | 27,13 | 17,30 | 245,80 |
| | | Antrópica | 28 | 44 | 28 | FAr | 0,81 | 28,72 | 21,27 | 186,40 |
| Quebradas | | Natural | 42 | 38 | 20 | F | 0,91 | 22,67 | 16,00 | 166,60 |
| | | Antrópica | 20 | 68 | 12 | FL | 0,66 | 24,78 | 15,02 | 244,00 |
| Canales | | Natural | 26 | 50 | 24 | F | 0,80 | 27,74 | 19,71 | 200,80 |
| | | Antrópica | 34 | 52 | 14 | FL | 0,80 | 22,32 | 14,25 | 201,70 |

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.3.5 Profundidad del suelo

Para la determinación de la profundidad de los suelos asociados a los escenarios, se realizó utilizando la herramienta Spline en ArcGis 10.5 una interpolación de datos de las profundidades identificadas en las barrenadas asociadas a los transectos de caracterización y las profundidades de los perfiles modales de las unidades cartográficas de suelos reportadas a lo largo del total del área de los escenarios evaluados.

Como resultado de esto, en la Tabla 2-107 se reportan los rangos de profundidad de los suelos por escenario, mientras su distribución espacial se presenta en la Figura 2-204 y Mapa de profundidad del suelo - APMHTG_PMA_PRO - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos. En estos se puede apreciar que para el humedal se presentan en una mayor distribución los suelos con profundidades entre 0.50-0.75 m, profundidades que permiten un desarrollo radicular sin limitantes, seguidos por suelos con profundidades con un rango de 0.25-0.50 m.

Además, se resaltan áreas con profundidades inferiores al 0,50 m, debido a que son zonas que han sido rellenadas con escombros y materiales inertes y suelo con materia orgánica, con el fin de aumentar zonas productivas para la ganadería.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En los escenarios de los canales y quebradas, la distribución de la profundidad es más heterogénea, siendo el más representativo el asociado a cuerpo de agua (Rango de cero) mientras que en el escenario de quebradas este es el rango menos representativo (Tabla 2-107, Figura 2-204).

Tabla 2- 107. Profundidad del suelo

| Escenario | Rango | Área (ha) | Área (%) |
|----------------------------------|-----------|-----------|------------|
| Escenario canal | 0 | 0,000207 | 0,000216 |
| | 0,25-0,50 | 0,000031 | 0,0000324 |
| Total Escenario canal | | 0,000238 | 0,0002485 |
| Escenario humedal | 0 | 17,890935 | 18,6782394 |
| | 0-0,25 | 15,630613 | 16,3184502 |
| | 0,25-0,50 | 23,266667 | 24,2905347 |
| | 0,50-0,75 | 29,000311 | 30,2764921 |
| | 0,75-1 | 5,309254 | 5,5428918 |
| Total Escenario humedal | | 91,09778 | 95,1066082 |
| Escenario quebradas | 0 | 0,088235 | 0,0921178 |
| | 0-0,25 | 4,487048 | 4,6845040 |
| | 0,50-0,75 | 0,11161 | 0,1165215 |
| Total Escenario quebradas | | 4,686893 | 4,8931433 |
| Total general | | 95,784911 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

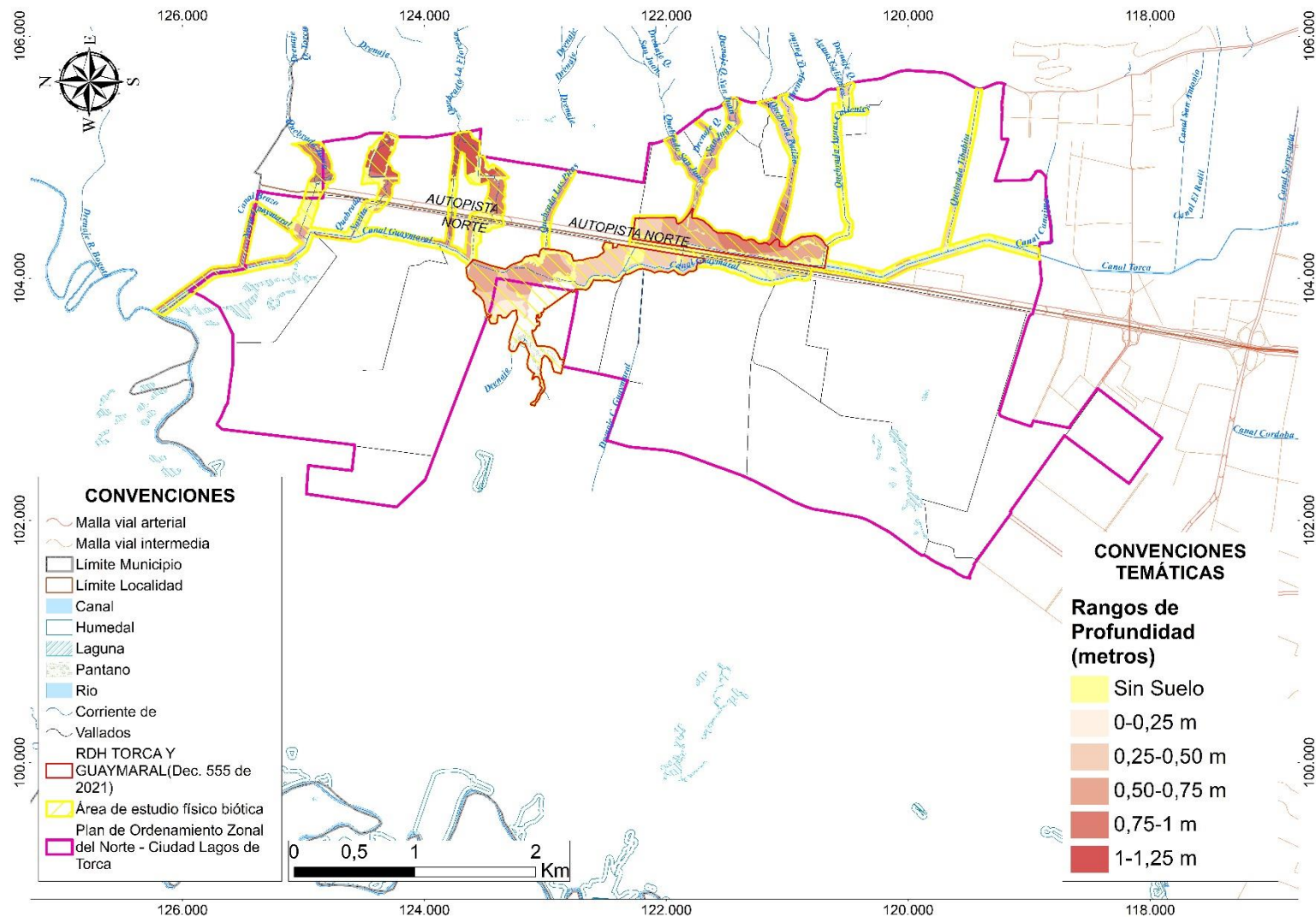


Figura 2- 204. Profundidad del suelo. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con la caracterización del suelo se reportan en los cuatro escenarios 18 ha con profundidades entre 0,25 y 0,50 m, las cuales pueden llegar a presentar limitantes para el desarrollo radicular de las plantas que se establezcan dentro de un proceso de restauración.

Por lo anterior, se propone la restauración del suelo de estas áreas a partir de la adición de sustratos que permitan incrementar su profundidad. Para esto, teniendo en cuenta que en el desarrollo del proyecto se contemplan como alternativas de manejo de los niveles de inundación de cauces y el desarrollo de áreas de zonas de pondaje (los cuales requieren movimientos de tierra y procesos de excavación), debe realizarse un aprovechamiento de las capas superficiales de suelo de las áreas intervenidas y destinarlas para la conformación de sustratos que permitan el enraizamiento de plantas nativas como producto de actividades que mejoren las condiciones de suelo en términos físico, químico y microbiológico.

La conformación de los sustratos se desarrollará a partir de la mezcla del suelo extraído con material inerte y materia orgánica, así como los lodos extraídos en las zonas del humedal. Estos sustratos deberán ser caracterizados químicamente para determinar los requerimientos de aplicación de enmiendas y nutrientes, y deberán presentar una densidad aparente entre 0,8-1,2 g/cm³, la cual permita un desarrollo adecuado de las plantas.

2.5.4.4 Análisis de conflicto de uso del suelo en el área de estudio en escenarios del sistema evaluado

Con el propósito de entender e interpretar qué zonas dentro del humedal requieren mayor prioridad en términos de restauración y manejo se realiza este análisis de conflicto de uso del suelo, integrando el uso actual del suelo derivado de las unidades de cobertura fotointerpretadas y verificadas en campo versus las categorías de uso reglamentado establecido en el plan zonal; en dicho cruce se determinó si existe o no conflicto. Es importante mencionar que, dado a los vacíos de información, existen algunas zonas del área de influencia que no cuentan con dicho análisis y se denominaron en la clasificación de uso como “Sin zonificación”; dicha área representa el 20,27 % del área que equivale a 14,73 ha. Estas zonas equivalen a las áreas del área de estudio que la cartografía del plan zonal no cubre. A continuación, se presentan las categorías de uso del suelo y las del plan zonal interceptada para conocer el conflicto.

Tabla 2- 108. Unidades de uso actual.

| Uso actual | Área (ha) | Porcentaje (%) |
|------------------------------------------------------------|-----------|----------------|
| Áreas para la conservación o recuperación de la naturaleza | 23.15 | 9.38 |
| Cuerpos de agua y canalizaciones | 24.06 | 9.74 |
| Dotacional e institucional | 11.94 | 4.83 |
| Industrial y comercial | 6.67 | 2.70 |
| Infraestructura vial | 28.13 | 11.39 |
| Parques y áreas recreativas | 11.87 | 4.81 |
| Producción agrícola | 3.06 | 1.24 |
| Producción forestal | 12.72 | 5.15 |
| Zona residencial | 3.53 | 1.43 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 108. Unidades de uso actual.

| Uso actual | Área (ha) | Porcentaje (%) |
|--------------------------------|---------------|----------------|
| Zonas de protección de canales | 14.27 | 5.78 |
| Zonas verdes | 107.52 | 43.54 |
| Total general | 246.92 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 109. Unidades reglamentadas en el plan zonal.

| Categoría plan zonal | Área (ha) | Porcentaje (%) |
|----------------------------------------|---------------|----------------|
| Corriente de agua | 3.47 | 1.4 |
| Grandes Superficies Comerciales | 0.00 | 0.00% |
| Humedal | 68.03 | 27.55 |
| Malla Vial | 44.78 | 18.13 |
| Parque Metropolitano Guaymaral | 3.27 | 1.32 |
| Sin zonificación | 14.74 | 5.97 |
| Suelo de protección | 108.55 | 43.96 |
| Zona de comercio cualificado | 0.32 | 0.13 |
| Zona de Servicios Urbanos Básicos | 0.44 | 0.18 |
| Zona Equipamiento Deportivo Recreativo | 0.41 | 0.16 |
| Zona Industrial y de Servicios | 0.48 | 0.19 |
| Zona Residencial | 0.29 | 0.12 |
| Zona Residencial Neta | 1.94 | 0.79 |
| Zonas de Servicios Empresariales | 0.22 | 0.09 |
| Total general | 246.92 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.4.1 Conflicto de uso del suelo por escenario

A continuación, se presenta la distribución espacial en hectáreas y porcentaje del conflicto en el área de los escenarios en función de la representatividad espacial por escenario. Las zonas con conflicto en el área de estudio representan el 32,71 % divididos de la siguiente manera: 4,07 % en el escenario canal, 17,46 % en el escenario humedal, y el 11,17 % en el escenario quebradas (Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - APMHTG_PMA_CON Mapa de Conflicto de Uso del Suelo).

En cuanto a las zonas sin conflicto, estas representan el 62,54 % del área: 4,07 % en el escenario canal, 31,19 % en el escenario humedal, y 19,37 % en el escenario quebradas.

Tabla 2- 110. Análisis de conflicto de uso del suelo por escenario.

| Escenario | Conflicto | Hectáreas (ha) | Porcentaje (%) |
|------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Escenario canal | Conflicto | 11.36 | 4.30 |
| | No se determina | 7.09 | 2.69 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 110. Análisis de conflicto de uso del suelo por escenario.

| Escenario | Conflicto | Hectáreas (ha) | Porcentaje (%) |
|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| | Sin conflicto | 34.73 | 13.16 |
| Total escenario canal | | 53.17 | 20.15 |
| Escenario humedal | Conflicto | 28.04 | 10.63 |
| | Sin conflicto | 77.63 | 29.42 |
| Total escenario humedal | | 105.67 | 40.05 |
| Escenario quebradas | Conflicto | 39.12 | 14.83 |
| | No se determina | 5.82 | 2.21 |
| | Sin conflicto | 60.04 | 22.76 |
| Total escenario quebradas | | 104.99 | 39.79 |
| Total general | | 263.83 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

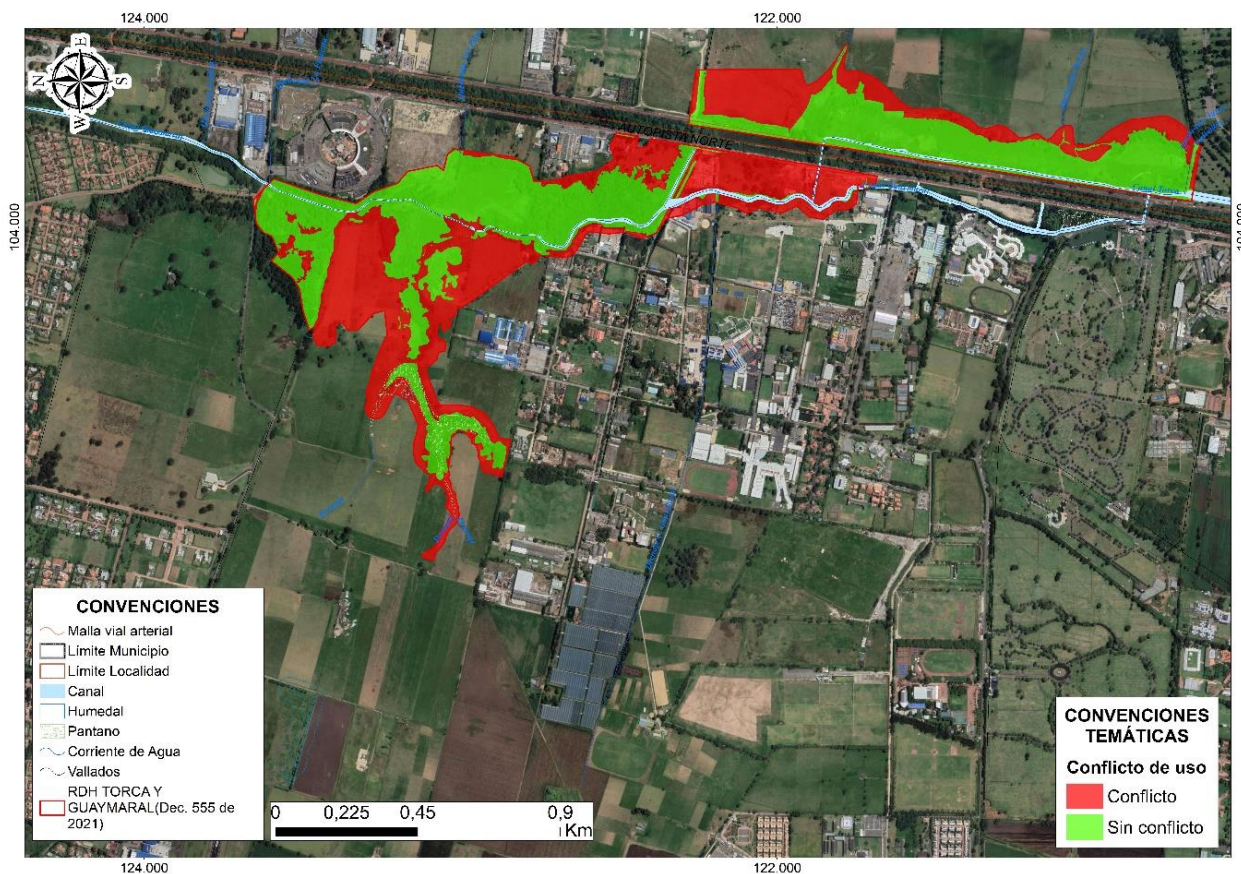


Figura 2- 205. Conflicto del suelo identificado en la RDH de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En cuanto a los escenarios de canales y quebradas el área con conflicto es más grande, siendo en canales cuatro veces más representativa que el área con conflicto (Tabla 2-110, Figura 2-206).

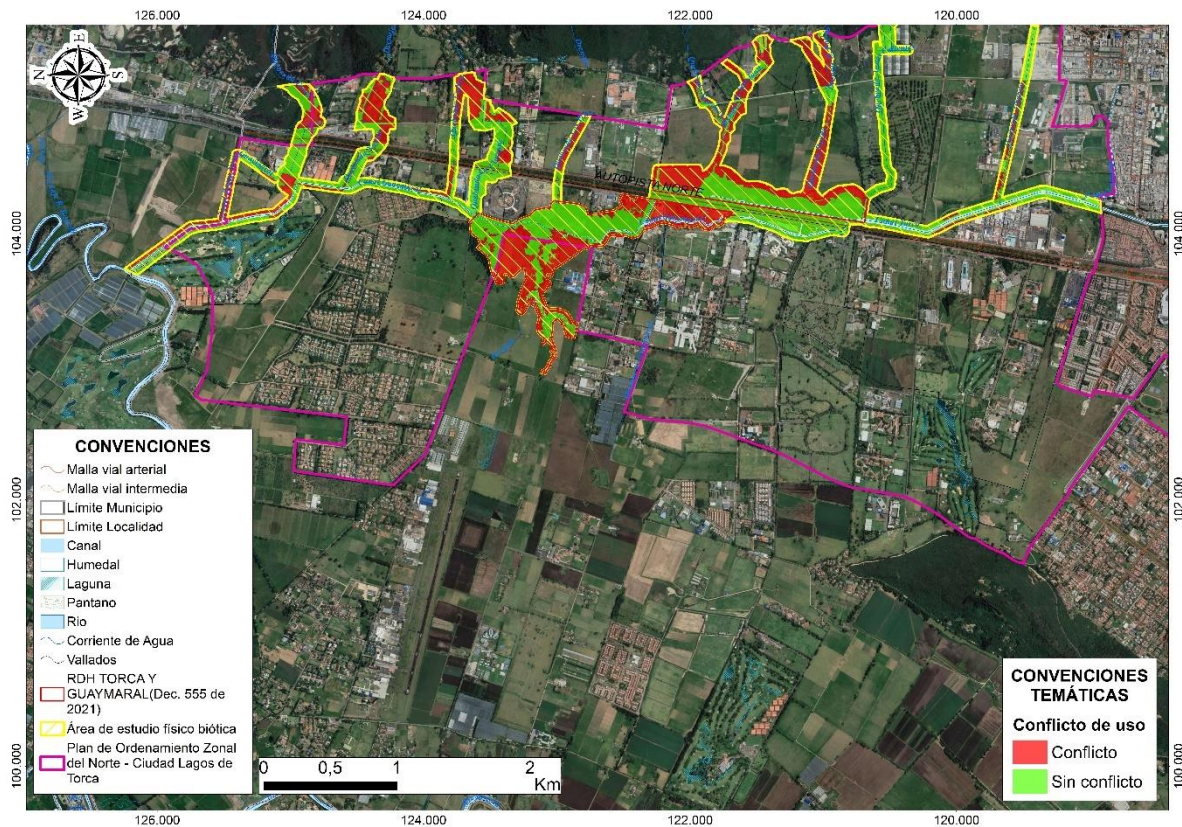


Figura 2- 206. Conflicto del suelo identificado en los tres escenarios identificados en el área de estudio. **Fuente:** Elaboración propia.

2.5.4.5 CONCLUSIONES

Con respecto a las unidades de suelo identificadas en el documento de actualización del POMCA del Río Bogotá y asociadas al escenario del humedal, se observa la presencia de cuatro unidades cartográficas de suelos (UCS): en el humedal sector Torca se encuentran principalmente terrazas y planos de inundación de planicies depositacionales fluvio lacustres, las cuales representan el 75% del área; el porcentaje restante corresponde a áreas antrópicas como zonas urbanas, infraestructura vial y zonas de relleno, así como a cuerpos de agua asociados al humedal. En el humedal sector Guaymaral, los cuerpos de agua representan cerca de la mitad del escenario (45%), mientras que las zonas de relleno representan solo el 11% de la misma.

En la verificación realizada de los suelos se evidencia la presencia de suelos profundos, de colores oscuros y texturas francas en áreas cercanas al espejo de agua del humedal sector

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Torca, lo que evidencia que estas áreas no han sufrido una intervención significativa; mientras que para el humedal sector Guaymaral se identificaron zonas de relleno, las cuales se encuentran cerca al espejo de agua del humedal y se utilizan para el desarrollo de actividades ganaderas.

En el escenario de canales se reporta un mayor porcentaje del área asociado a zonas antrópicas, en las que se incluyen zonas urbanas y la Autopista Norte, al representar dos tercios del área total del escenario (67%). En este se evidencia la presencia de suelo sin alteración en zonas asociadas al canal, lo cual permite concluir que la intervención en estos cuerpos lénticos fue puntual, hecho que permitió mantener zonas naturales.

Para el escenario de quebradas se evidencia la presencia de 10 unidades de suelos que representan cerca del 80% del área total del escenario; estas se distribuyen en dos unidades de paisaje con tres ambientes morfogenéticos y ocho tipos de relieve. Al ser áreas que han sufrido una menor alteración antrópica, en comparación con los canales, se reporta un mayor número de unidades asociadas a este escenario. En la verificación realizada, se evidencia la presencia de suelos poco profundos, de colores oscuros del humedal, lo que indica que estas áreas no han sufrido una intervención significativa.

De acuerdo con la caracterización de los suelos realizada, a partir de las propiedades fisicoquímicas evaluadas se evidencia un bajo estado de degradación de los horizontes superficiales de los suelos, basados en los contenidos nutricionales altos, fertilidades medias a altas, bajos niveles de compactación evidenciados en las densidades aparentes reportadas, una alta disponibilidad de nutrientes y un índice de calidad alto.

En lo relacionado con las unidades de paisaje en los tres escenarios evaluados, se puede observar que, para el caso del escenario del humedal, el cual se distribuye en 150,11 ha, el paisaje más representativo es el agropecuario que corresponde al 22,43%, lo cual evidencia un alto nivel de antropización dentro de este ecosistema.

2.5.5 CALIDAD AMBIENTAL

La calidad ambiental es uno de los componentes de la calidad de vida en una comunidad, entendiéndose como la interacción de factores ambientales, sociales, culturales y económicos de un lugar o entorno, ya que dependiendo del estado de los recursos naturales renovables que lo rodean, se recibirán sus invaluable beneficios o, en caso contrario, sus impactos nocivos que afectarán la salud de los habitantes.

Por lo tanto, uno de los objetivos del plan de manejo ambiental es el diagnóstico del estado actual de los recursos naturales del área de estudio, específicamente calidad de los componentes hídrico, el cual se obtuvo mediante monitoreos ambientales y en el caso del componente atmosférico, mediante recorridos a la zona e información secundaria de estudios ambientales realizados en el área de estudio. A continuación, se describen los resultados obtenidos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1 CALIDAD DEL AGUA

2.5.5.1.1 Identificación de Puntos de Monitoreo

Teniendo en cuenta la dinámica del sistema, se identificaron tres escenarios asociados al área de estudio, los cuales se indican a continuación:

- **Escenario de humedal:** correspondiente a cuerpos lentícos o “espejos de agua” del humedal sector Torca y sector Guaymaral, en donde una parte del área reconocida como humedal, específicamente en el sector Guaymaral, ha sido transformada con rellenos de diversos materiales, y los flujos de agua han sido canalizados; por tanto, aunque normativamente se reconozca como humedal, solo parte de este sector funciona como tal, el resto se acerca más a un escenario de canal.
- **Escenario Quebradas:** Correspondiente a cuerpos lótico, integrado por las “quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral, algunas de las cuales vierten sus aguas directamente al humedal”, los cuales mantienen la dinámica hídrica y el constante fluir de las aguas que provienen de los Cerros Orientales, hacia el humedal.
- **Escenario Canales:** Integrado por “los canales”, los cuales funcionan como conectores entre los sectores del humedal y flujos de desagüe hacia el río Bogotá, los canales son los que contienen y direccionan las aguas que fluyen a través del área de los humedales de Torca y Guaymaral.

En las Tablas 2-111 a la tabla 2-113 y Figura 2-207 se indican los puntos monitoreados en cada uno de los escenarios y en el Anexo G. Calidad Ambiental G1. Calidad del Agua, los resultados obtenidos del laboratorio.

Los cuerpos de agua se monitorearon durante cuatro (04) meses, así:

- Campaña I: 26 de abril al 10 de mayo de 2019
- Campaña II: 04 al 13 de junio de 2019
- Campaña III: 11 al 18 de julio de 2019
- Campaña IV: 21 al 27 de agosto de 2019

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|-------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-11 | Quebrada Patiño | 104535.998 | 121030.965 | Quebrada Patiño, desembocadura en el humedal sector Torca. |  |
| CA-12 | Quebrada San Juan | 104967.332 | 121631.407 | Quebrada San Juan, desembocadura en el humedal sector Torca. |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|-------------------|-------------|------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-6 | Quebrada Floresta | 104210.889 | 123576.097 | Desembocadura de la quebrada La Floresta en el Canal Guaymaral. |  |
| CA-9 | Quebrada Novita | 104684.618 | 124293.78 | Quebrada Nóvita, cruce de la Autopista Norte. |  |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|---------------------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-15 | Quebrada Torca | 104754.407 | 124898.896 | Quebrada Torca. Medición de calidad de agua en el cruce de la Autopista Norte. |  |
| CA-16 | Quebrada Aguas Calientes arriba | 105189.354 | 124280.683 | Quebrada Aguas Calientes Aguas Abajo – Predio Jardines de Paz |  |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|--------------------------------|-------------|------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-17 | Quebrada Aguas Calientes Abajo | 104157.705 | 120705.16 | Quebrada Aguas Calientes aguas arriba – Subestación Torca |  |
| CA-18 | Quebrada Patiño Arriba A. | 105398.178 | 120354.876 | Quebrada Patiño Aguas Arriba, costado oriental de la línea Férrea |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|--------------------------------|-------------|------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-19 | Quebrada Floresta Aguas Arriba | 105214,089 | 123699,345 | Quebrada Floresta aguas arriba, sobre la 7ma |  |
| CA-20 | Quebrada Novita aguas arriba | 104501.126 | 121819.083 | Quebrada Novita aguas arriba sobre la 7ma |  |
| CA-21 | Quebrada Floresta punto medio | 104836.249 | 123419.02 | Quebrada Floresta punto medio, costado oriental de la línea Férrea |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 111. Escenario quebradas

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|-------------------------------|-------------|------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-22 | Quebrada San Juan aguas abajo | 105089.602 | 120980.115 | Quebrada San Juan Aguas Abajo, desembocadura en el humedal sector Torca |  |
| CA-23 | Quebrada Tibabita | 104433.943 | 125009.995 | Quebrada Tibabita costado occidental de la línea Férrea |  |

Fuente: Elaboración propia.


Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 112. Escenario canales

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-1 | Desembocadura Canal Torca | 104043.935 | 120368.527 | Desembocadura del Canal Torca (El Cedro) |  |
| CA-7 | Canal Guaymaral | 103753.294 | 126155.94 | Desembocadura del Canal Guaymaral en el río Bogotá |  |
| CA-10 | Canal Guaymaral - Río Bogotá | 104350.222 | 124236.091 | Canal Guaymaral, punto intermedio entre el canal y su desembocadura en el río Bogotá. |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 112. Escenario canales




| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|--------------------------------|-------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-13 | Canal Colector Torca Guaymaral | 104025.113 | 122478.552 | Canal conector de aguas entre el humedal de Torca y Guaymaral. |  |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral




Tabla 2- 113. Escenario Humedal

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|-----------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-2 | Humedal sector Torca - Occidental | 104227.634 | 120704.635 | Punto monitoreado sobre los humedales de Torca y Guaymaral – Costado Occidental |  |
| CA-3 | Humedal sector Torca Oriental | 104290.211 | 121468.761 | Punto monitoreado sobre los humedales de Torca y Guaymaral – Costado Oriental |  |
| CA-4 | Salida Humedal sector Torca | 104178.623 | 121853.513 | Salida del humedal sector Torca, hacia el humedal sector Guaymaral. |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 113. Escenario Humedal

| CODIGO | NOMBRE | COORDENADAS | | DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|--------|---------------------------------------------------------------|-------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ESTE | NORTE | | |
| CA-5 | Salida humedal sector Torca a Canal Guaymaral | 104094.046 | 123557.52 | Salida de los humedales de Torca y Guaymaral, hacia el Canal Guaymaral. Predio Cinascar. |  |
| CA-8 | Humedal sector Guaymaral | 104004.091 | 123109.702 | Humedal sector Guaymaral. Cuerpo de agua costado nor-occidental del humedal Guaymaral. |  |
| CA-14 | Cuerpo de agua Costado Noroccidental Humedal sector Guaymaral | 103466.319 | 123130.235 | Cuerpo de agua costado nor-occidental del humedal sector Guaymaral, en la zona de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH. |  |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

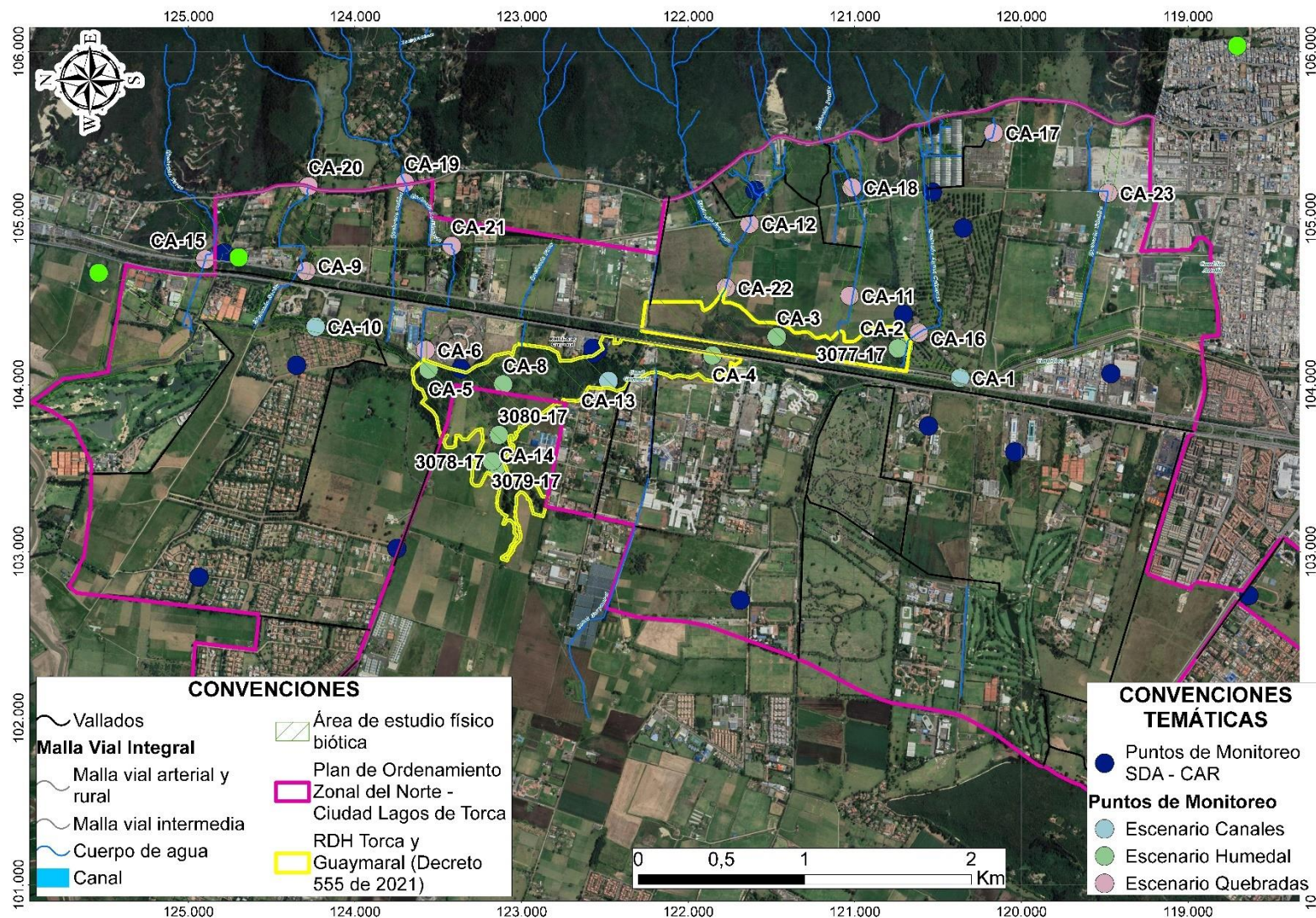


Figura 2- 207. Localización de los Puntos Monitoreados. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.2 Marco Normativo

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través del Decreto 1076 de 2015 (por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), establece en la Sección 9, disposiciones transitorias de los criterios de calidad en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, a través de niveles máximos de contaminantes para cada constituyente estudiado, por tal motivo en el presente informe se realiza un análisis comparativo entre los resultados de laboratorio y los diferentes límites estipulados en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.10, determinando el grado de cumplimiento normativo, así como la idoneidad final del recurso, ya sea para consumo humano, doméstico, agrícola, recreativo y/o preservación de flora y fauna.

Tabla 2- 114. Marco Normativo – Decreto 1076 de 2015.

| Parámetro | Unidad | Límites Permisibles Decreto 1076 de 2015 | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | | Consumo Humano | Consumo Doméstico | Uso Agrícola | Uso Recreativo | Pre. De Flora y Fauna |
| | | Art. | Art. | Art. | Art. | Art. |
| | | 2.2.3.3.9.3 | 2.2.3.3.9.4 | 2.2.3.3.9.5 | 2.2.3.3.9.7 | 2.2.3.3.9.10 |
| Carbono Orgánico Total | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Conductividad | µS/cm | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| DBO ₅ | mg/L O ₂ | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| DQO | mg/L O ₂ | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Fosfatos | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Nitratos | mg/L | 10.0 | 10.0 | N.E. | N.E. | N.E. |
| Nitritos | mg/L | 1.0 | 1.0 | N.E. | N.E. | N.E. |
| Nitrógeno Total Kjeldhal | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Oxígeno Disuelto | mg/L O ₂ | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | 5 |
| pH | Unidades | 5.0 – 9.0 | 6.5 – 8.5 | 4.5 – 9.0 | 5 – 9 | 5.5 – 9 |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Sólidos Sedimentables | ml/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Sólidos Totales | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Sulfatos | mg/L | 400 | 400 | N.E. | N.E. | N.E. |
| Temperatura | °C | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. |
| Coliformes fecales | NMP | 2000 microorganismos/100 ml | N.E. | N.E. | 200 microorganismos/100 ml | N.E. |
| Coliformes totales | NMP | 2000 microorganismos/100 ml | 1000 microorganismos/100 ml | 5000 microorganismos/100 ml | 1000 microorganismos/100 ml | N.E. |
| Amonio Total (Amoniac) | mg/L | 1.0 | 1.0 | N.E. | N.E. | 0.1 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 114. Marco Normativo – Decreto 1076 de 2015.

| Parámetro | Unidad | Límites Permisibles Decreto 1076 de 2015 | | | | |
|-------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------|-------------------|--------------|----------------|-----------------------|
| | | Consumo Humano | Consumo Doméstico | Uso Agrícola | Uso Recreativo | Pre. De Flora y Fauna |
| | | Art. | Art. | Art. | Art. | Art. |
| | | 2.2.3.3.9.3 | 2.2.3.3.9.4 | 2.2.3.3.9.5 | 2.2.3.3.9.7 | 2.2.3.3.9.10 |
| Cadmio Total | mg/L | 0.01 | 0.01 | 0.01 | N.E | 0.01 |
| Cloruros | mg/L | 250 | 250 | N.E | N.E | N.E. |
| Cobre Total | mg/L | 1.0 | 1.0 | 0.2 | N.E | 0.1 |
| Cromo Total | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.1 | N.E | N.E. |
| Fenoles Totales | mg/L | 0.002 | 0.002 | N.E. | 0.002 | 1 |
| Grasas y Aceites | mg/L | S.P.V | S.P.V | N.E. | N.E | 0.01 |
| Hidrocarburos Totales | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E | N.E. |
| Níquel Total | mg/L | N.E. | N.E. | 0.2 | N.E | 0.01 |
| Plomo Total | mg/L | 0.05 | 0.05 | 5.0 | N.E | 0.01 |
| Tensoactivos (Sustancias Activas al Azul de Metileno) | mg/L | 0.5 | 0.5 | N.E. | 0.5 | 0.143 |
| Zinc Total | mg/L | 15.0 | 15.0 | 2.0 | N.E | 0.01 |
| Fosforo Total | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E | N.E. |
| Mercurio | mg/L | 0.002 | 0.002 | N.E. | N.E | 0.01 |
| Solidos Totales Volátiles | mg/L | N.E. | N.E. | N.E. | N.E | N.E. |

N.E.: No Establece

SPV: Sin Presencia Visible

Fuente: Decreto 1076 de 2015.

Por otra parte, La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) mediante la Resolución 5731 de 2008 deroga la Resolución 1813 del 30 de diciembre de 2006 y adopta nuevos objetivos de calidad para los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca en el Distrito Capital. Para efectos de fijación de estos objetivos de calidad a diez años, se adoptaron cuatro tramos por cada corriente principal tal y como se muestra en la Tabla 2-115.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 115. Tramos para los objetivos de calidad.

| Cuenca | Tramo | Límites | |
|--------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | Desde | Hasta |
| Río Tunjuelo | 1 | Entrada perímetro urbano | Desembocadura Quebrada Yomasa |
| | 2 | Desembocadura Quebrada Yomasa | Avenida Boyacá |
| | 3 | Avenida Boyacá | Autopista Sur |
| | 4 | Autopista Sur | Desembocadura río Tunjuelo |
| Río Fucha | 1 | Entra perímetro urbano | Carrera 7ª |
| | 2 | Carrera 7ª | Desembocadura canal Comuneros |
| | 3 | Desembocadura canal Comuneros | Avenida Boyacá |
| | 4 | Avenida Boyacá | Desembocadura río Fucha |
| Río Salitre | 1 | Entrada perímetro urbano | Carrera 7ª |
| | 2 | Carrera 7ª | Carrera 30 |
| | 3 | Carrera 30 | Avenida 68 |
| | 4 | Avenida 68 | Desembocadura río Juan Amarillo |
| Canal Torca | 1 | Entrada perímetro urbano | Calle 183 |
| | 2 | Calle 183 | Desembocadura Canal Torca |

Fuente: Resolución 5731 de 2008

Posteriormente la SDA emitió la Resolución 3162 de 2015, por la cual se establecen los objetivos de calidad para el año 2020, la meta global de carga contaminante de los cuerpos de agua del perímetro urbano de Bogotá, D.C., y las metas individuales de la carga contaminante 2016-2020, conservando los mismos tramos en las cuatro corrientes principales. Frente a estas cuatro corrientes, el Canal de Torca tiene relación con el área de estudio de los humedales de Torca y Guaymaral en el tramo 2, razón por la cual, en la Tabla 2-116, se presentan los objetivos de calidad de la SDA.

Tabla 2- 116. Objetivos de calidad Canal Torca Tramo 2 – SDA.

| Drenaje | Parámetro | Unidad | Resolución 5731 de 2008 | Resolución 3162 de 2015 |
|------------------------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| Canal Torca Tramo 2 | OD | mg/L | 2 | 1 |
| | DB05 | mg/L | 100 | 80 |
| | DQO | mg/L | 250 | 200 |
| | NTOTAL | mg/L | 20 | 8 |
| | PTOTAL | mg/L | 1 | 5 |
| | SST | mg/L | 60 | 50 |
| | G Y A | mg/L | 10 | 10 |
| | Coliformes fecales | NMP/100 ml | 10000 | 10000 |
| | pH | - | 6.5 – 8.5 | 6.5 – 8.5 |
| | SAAM | mg/L | 1 | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.3 Resultados

Teniendo en cuenta los diferentes parámetros analizados en las cuatro (04) campañas de monitoreo, a continuación, se describen los resultados en cada uno de los escenarios identificados dentro del área de estudio.

Adicionalmente, en el Anexo G. Calidad Ambiental G1. Calidad del Agua, se indican los resultados obtenidos de las variables fisicoquímicas y microbiológicas evaluadas en cada uno de los puntos de monitoreo, efectuando su comparación con los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso (consumo humano y/o doméstico y uso agropecuario, estipulado en la normatividad ambiental vigente (Decreto 1076/15), incluyendo su comparación con los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5.

En la Tabla 2-117 se relaciona a manera de resumen los cuerpos de agua que fueron monitoreados en las diferentes campañas, siendo importante considerar que los puntos de agua adicionales monitoreados sólo en las Campañas III y IV se desarrollaron a fin de complementar la modelación de calidad del agua, tal es el caso del punto CA-16, CA-17, CA-18, CA-19, CA-20, CA-21, CA-22 y CA-23. Adicionalmente los puntos de agua CA-18, CA-2 y CA-3 fueron encontrados secos durante la Campaña IV, razón por la cual no fueron monitoreados en dicho periodo (Ver Anexo G. Calidad Ambiental G1. Calidad del Agua).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 117. Monitoreos Realizados Vs. Campañas.

| Escenario | Código | Nombre | Coordenadas | | Campañas | | | |
|------------------------------|---------|-----------------------------------------|-------------|------------|----------|-----|-----|----|
| | | | Este | Norte | I | II | III | IV |
| Quebradas Cuerpos Loticos | CA-15 | Quebrada Torca | 104754.415 | 124898.916 | X | X | X | X |
| | CA-16 | Quebrada Aguas Calientes A Abajo | 104313.816 | 120616.344 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-17 | Quebrada Aguas Calientes A Arriba | 105513.652 | 120167.161 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-18 | Quebrada Patiño A. Arriba | 105185.79 | 121018.229 | N.M | N.M | X | XX |
| | CA-19 | Quebrada Floresta Aguas Arriba | 105214.098 | 123699.363 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-20 | Quebrada Novita aguas arriba | 105193.907 | 124278.947 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-21 | Quebrada Floresta punto medio | 104836.257 | 123419.036 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-22 | Quebrada San Juan aguas abajo | 104584.312 | 121774.773 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-23 | Quebrada Tibabita | 105152.096 | 119480.796 | N.M | N.M | X | X |
| | CA-6 | Quebrada la Floresta | 104210.896 | 123576.11 | X | X | X | X |
| | CA-11 | Quebrada Patiño | 104536.006 | 121030.973 | X | X | X | X |
| | CA-12 | Quebrada San Juan | 104967.34 | 121631.418 | X | X | X | X |
| | CA-9 | Quebrada Novita | 104684.626 | 124293.798 | X | X | X | X |
| Canales Cuerpos Loticos | CA-1 | Desembocadura Canal Torca | 104043.942 | 120368.262 | X | X | X | X |
| | CA-10 | Canal Guaymaral - Rio Bogotá | 104350.229 | 124236.107 | X | X | X | X |
| | CA-13 | Canal Colector Torca Guaymaral | 104025.12 | 122478.562 | X | X | X | X |
| | CA-7 | Canal Guaymaral | 103753.4 | 126155.959 | X | X | X | X |
| Humedal Cuerpo Lentico | 3077-17 | Torca y Guaymaral - Zona torca Eneal | 104220.392 | 120741.879 | SDA-CAR | | | |
| | 3078-17 | Torca y Guaymaral - Guaymaral Eucalipto | 103509.773 | 123150.662 | | | | |
| | 3079-17 | Torca y Guaymaral - Guaymaral Rebose | 103543.986 | 123178.631 | | | | |
| | 3080-17 | Torca y Guaymaral - Guaymaral New York | 103701.208 | 123135.94 | | | | |
| | CA-14 | Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | 103466.325 | 123130.244 | X | X | X | X |
| | CA-2 | Humedal sector Torca - Occidental | 104227.641 | 120704.642 | X | X | X | XX |
| | CA-3 | Humedal sector Torca Oriental | 104290.218 | 121468.769 | X | X | X | XX |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 117. Monitoreos Realizados Vs. Campañas.

| Escenario | Código | Nombre | Coordenadas | | Campañas | | | |
|-----------|--------|----------------------------------------|-------------|------------|----------|----|-----|----|
| | | | Este | Norte | I | II | III | IV |
| | CA-4 | Salida Humedal de Torca | 104178.63 | 121853.522 | X | X | X | X |
| | CA-5 | Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | 104094.053 | 123557.533 | X | X | X | X |
| | CA-8 | Humedal sector Guaymaral | 104004.098 | 123109.713 | X | X | X | X |

Fuente: Elaboración propia

- Resultados**

En la Tabla 2-118 a la Tabla 2-121 se relacionan de manera general los resultados de laboratorio correspondientes a las fuentes hídricas monitoreadas en cada campaña, el presente análisis se presenta por cada uno de los escenarios evaluados, es importante tener en cuenta que como se indica en la tabla anterior, el escenario de quebradas y canales, corresponden a cuerpos lóticos y el escenario de humedal a cuerpo léntico.

Y en la Tabla 2-122, Los resultados de laboratorio, de los monitoreos realizados por la SDA, en el marco del Convenio Interadministrativo No. 20161251 SDA-CAR

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 118. Resultados de laboratorio – escenario quebradas

| PARÁMETRO | UNIDADE S | Quebrada Patiño | | | | Quebrada San Juan | | | | Quebrada la Floresta | | | | Quebrada Novita | | | | Quebrada Torca | | | | Quebrada Aguas Calientes A arriba | | Quebrada Aguas Calientes Abajo | |
|-----------------------------|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | CA-11 | | | | CA-12 | | | | CA-6 | | | | CA-9 | | | | CA-15 | | | | CA-16 | | CA-17 | |
| | | I Campaña a | II Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | I Campaña a | II Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | I Campaña a | II Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | I Campaña a | II Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | I Campaña a | II Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a | III Campaña a | IV Campaña a |
| Alcalinidad Total | mg/L CaCO3 | | | 27.4 | 32.3 | | | 34.1 | 41.7 | | | 13.7 | 15 | | | 24.1 | 29.8 | | | 9.4 | 6.6 | 52.1 | 55.8 | 38.7 | 47.2 |
| Aluminio | mg Al/L | 0.5 | 0.2 | < 0,54 | 2.72 | 0.3 | 0.4 | < 0,54 | 6.99 | 0.2 | < 0,2 | < 0,54 | < 0,200 | 0.5 | 0.8 | < 0,54 | 0.226 | 0.2 | < 0,2 | < 0,54 | 0.209 | < 0,54 | 0.535 | < 0,54 | 0.254 |
| Amonio | NH+4/L | 2.03 | < 1,2 | < 1 | 0.363 | < 0,069 | < 1,2 | < 1,00 | < 0,300 | 8.14 | < 1,2 | < 1 | < 0,300 | 0.154 | < 1,2 | < 1 | < 0,300 | < 0,069 | < 1,2 | < 1,00 | < 0,300 | < 1,00 | < 0,300 | < 1,00 | < 0,300 |
| Cadmio | mg Cd/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,010 |
| Carbono Orgánico Total | mg COT / L | 131 | 25.02 | < 2,00 | 17.1 | 7 | 4.81 | < 2 | 8.06 | 14.15 | 15.27 | < 2,00 | 2.02 | 3.62 | 6.75 | < 2,00 | 3.07 | 7 | 5.49 | < 2 | 4.97 | < 2 | 4.44 | 128 | 2.31 |
| Cloruros | mg Cl / L | 55 | 21 | 22.5 | 39 | 6 | 8 | 5.7 | 5.4 | 27 | 26 | 6 | 4.7 | 5 | 12 | < 4,00 | 3.7 | < 3 | < 3 | < 4,00 | < 10 | 11.7 | 13 | 0.48 | 1.4 |
| Cobre | mg Cu/L | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,100 | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | < 0,100 | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,15 | < 0,100 | < 4,00 | < 0,100 |
| Coliformes fecales | NMP/100m l | 1043 | 179 | 143.6 | 663 | 2046 | 847 | 162.4 | 4300 | 24196 | 24196 | 109.2 | 75.1 | 120 | 1236 | 110.2 | 626 | 187 | 31 | 148.3 | 428 | 154.1 | 411 | 162.4 | 592 |
| Coliformes totales | NMP/100m l | 19863 | 24196 | 1732 | 1728 | 24196 | 24196 | 1892 | 6740 | 24196 | 24196 | 1224 | 165 | 11199 | 24196 | 1423 | 626 | 24196 | 24196 | 1780 | 935 | 1727 | 751 | 1835 | 1,471 |
| Conductividad | µS/cm | 324 | 202 | 190 | 267 | 110 | 143 | 107 | 83 | 409 | 387 | 77 | 61 | 103 | 101 | 81 | 61 | 39 | 33 | 25.2 | 19 | 176 | 151 | 128.00 | 91 |
| Cromo | mgCr/L | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,11 | < 0,050 | < 2 | < 0,050 |
| DBO5 | mg O2/L | <5 | 39 | < 5 | 36.4 | <5 | < 5 | < 5 | 4.43 | 39 | 15 | < 5 | 2.19 | < 5 | < 5 | < 5 | < 2,10 | <5 | < 5 | < 5 | < 2,10 | < 5 | 2.28 | < 0,11 | 2.2 |
| DQO | mg O2/L | 374 | 138 | < 20 | 286.6 | 15 | 18 | < 20 | 66.1 | 67 | 67 | < 20 | < 10 | < 15 | 37 | < 20 | 22.1 | < 15 | 31 | < 20 | 29.1 | < 20 | 14.1 | < 5 | < 10 |
| Estreptococos fecales | NMP/100m l | 63 | 5.1 | < 1,80 | < 1,80 | 31 | 38 | 23 | < 1,80 | 41700 | 3076 | < 1,80 | < 1,80 | 9.6 | 86 | 11 | 31 | 10 | < 1 | < 1.80 | < 1,80 | < 1.80 | < 1,80 | 7.80 | < 1,80 |
| Fenoles totales | mg Fenol/L | 0.04 | 0.03 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | 0.03 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | 0.03 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 0.002 | < 20 | 0.002 |
| Fosfatos | mg PO4-3 | 3.04 | 1.45 | 0.344 | < 0,100 | 0.16 | < 0,15 | 0.047 | < 0,010 | 0.658 | 1.5 | < 0,03 | < 0,1000 | 0.17 | < 0,15 | 0.058 | < 0,100 | < 0,15 | < 0,15 | < 0,03 | < 0,100 | < 0,03 | < 0,100 | < 0,002 | < 0,100 |
| Fósforo Total | mg P/L | 2.36 | 1.84 | 0.74 | 1.5 | 0.18 | 0.13 | 0.101 | 1.8 | 2.4 | 0.64 | < 0,1 | < 0,10 | 0.3 | 0.11 | 0.125 | 12 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | 0.12 | 0.078 | 0.19 |
| Grasas y Aceites | mg/L | < 1,0 | 2.2 | < 1,40 | < 4 | 2.1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | 3.4 | 4.2 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4 | 1.9 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,40 | < 4,0 | 0.168 | < 4,0 |
| Hidrocarburos | mg/L | < 0,1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,0 | < 0,1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | 1.1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4 | < 0,1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,40 | < 4 | < 1,40 | < 4 |
| Mercurio Total | mg Hg/L | < 0.0006 | < 0.0006 | < 0,001 | < 1 | < 0.0006 | < 0.0006 | < 0,001 | < 1,00 | < 0.0006 | < 0.0006 | < 0,001 | < 1 | < 0.0006 | < 0.0006 | < 0,001 | < 1,0 | < 0.0006 | < 0.0006 | < 0,001 | < 1,00 | < 0,001 | < 1,00 | < 1,40 | < 1,00 |
| Níquel Total | mg Ni /L | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,001 | < 0,020 |
| Nitratos | mg N-NO3/L | 0.8 | < 0,5 | 0.254 | < 0,30 | 0.5 | < 0,5 | 0.264 | < 0,30 | < 0,5 | < 0,5 | 0.356 | 0.45 | 0.6 | < 0,5 | 0.384 | < 0,30 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,11 | < 0,30 | < 0,11 | < 0,30 | < 0,15 | < 0,30 |
| Nitritos | mg N-NO2/L | | | < 0,030 | < 0,030 | | | 23 | < 0,030 | | | < 1,80 | < 0,030 | | | 0.0138 | < 0,030 | | | < 0,0030 | < 0,030 | < 0,0030 | < 0,030 | 0.131 | < 0,030 |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | < 3,00 | < 5,31 | < 3 | 7.65 | < 3,00 | < 3,00 | < 3,00 | < 5,00 | < 3,00 | < 5,31 | < 3 | 27.3 | < 3,00 | < 5,31 | < 3,00 | < 5,00 | < 3,00 | < 5,31 | < 3,00 | < 5 | < 3,00 | 6.4 | < 0,0030 | 6.56 |
| Oxígeno Disuelto (OD) | mg O2/L | 1.3 | 0.6 | 3 | 7.4 | 3.6 | 4.1 | 4 | 3.94 | 0.7 | 0.9 | 5.2 | 5.21 | 5.7 | 5.7 | 3.9 | 5.68 | 4.1 | 4.3 | 4.5 | 5.9 | 3.3 | 7.06 | 5.7 | 6.61 |
| pH | UN | 7.23 | 7.46 | 6.35 | 7.4 | 7.15 | 7.58 | 7.06 | 7.6 | 6.88 | 6.97 | 7.14 | 7.5 | 6.66 | 6.7 | 7.25 | 7.2 | 6.05 | 6.46 | 7.03 | 7.9 | 7.18 | 7 | 5.7 | 7.3 |
| Plomo | mg Pb/L | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,05 | < 0,05 | 7.55 | < 0,05 |
| Sólidos Disueltos | mg/L | 435 | 173 | 78.7 | 233.3 | 69 | 80 | 45.2 | 72 | 223 | 220 | 46.3 | 44 | 74 | 129 | 38.6 | 57 | 27 | 34 | 13.9 | 12 | 79.8 | 117 | 43,4 | 57 |
| Sólidos Sedimentables | mg/L | 16 | 2 | < 0,1 | 40 | 0.1 | 0.1 | < 0,1 | 2 | 0.7 | 0.6 | < 0,1 | < 0,10 | 0.1 | 0.1 | < 0,1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | < 0,10 | 43.4 | 0.3 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 33.3 | 63 | 32 | 880 | 21.3 | 54 | 31 | 228 | 12.3 | 26 | < 2 | < 10 | 15.2 | 13.2 | 10 | 29 | 3 | 6.4 | 19 | < 10 | 26 | < 10,00 | < 0,1 | 15 |
| Sólidos Totales | mg/L | 510 | 152 | 115 | 1116 | 106 | 80 | 82 | 310 | 296 | 300 | 53 | 48 | 132 | 154 | 53 | 86 | 36 | 42 | 36 | 17 | 111 | 122 | 39 | 78 |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | 385 | 104 | 25 | 306.7 | 385 | 36 | < 15 | 33 | 244 | 20 | < 15 | < 10 | 48 | 240 | < 15 | 16 | 64 | 100 | < 15 | < 10 | < 15 | < 10,00 | 89 | < 10,00 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 10 | < 5 | < 5,00 | 38.4 | 9 | 15 | < 5,00 | 2.75 | 35 | 47 | < 5,00 | 5.55 | 7 | 27 | < 5,00 | 3.01 | 8 | 9 | < 5,00 | < 0,800 | 8.30 | 10.2 | 16 | 3.92 |
| Temperatura | °C | 19.5 | 21.7 | 20.1 | 27.6 | 16.7 | 17.4 | 17.3 | 22.1 | 16 | 16.9 | 16.7 | 19.7 | 14.7 | 14.3 | 16.1 | 19.4 | 16.1 | 16.1 | 16.7 | 18 | 16.5 | 19.4 | 18.4 | 20.7 |
| Tensoactivos | mg MBAS/L | 0.5 | 0.5 | < 0,24 | 0.296 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,24 | < 0,200 | 1.9 | 0.5 | < 0,24 | < 0,200 | 0.2 | < 0,2 | < 0,24 | 0.395 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,24 | 0.207 | < 0,24 | < 0,200 | 20.1 | < 0,200 |
| Zinc | mg Zn/L | < 0,04 | 0.08 | < 0,12 | < 0,100 | 0.04 | < 0,04 | < 0,12 | 0.125 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | 0.106 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,24 | < 0,100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 119. Resultados de laboratorio – escenario quebradas.

| PARÁMETRO | UNIDADES | Quebrada Patiño A. Arriba | Quebrada Floresta Aguas Arriba | | Quebrada Novita aguas arriba | | Quebrada Floresta punto medio | | Quebrada San Juan aguas abajo | | Quebrada Tibabita | |
|-----------------------------|------------|------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------|------------|
| | | CA-18 | CA-19 | | CA-20 | | CA-21 | | CA-22 | | CA-23 | |
| | | III Campaña | III Campaña | IV Campaña | III Campaña | IV Campaña | III Campaña | IV Campaña | III Campaña | IV Campaña | III Campaña | IV Campaña |
| Alcalinidad Total | mg/L CaCO3 | 110 | 9.40 | 9.02 | 14.2 | <5,00 | 9.60 | <5,00 | 36.3 | 39.4 | 73.5 | 78.9 |
| Aluminio | mg Al/L | < 0,54 | < 0,54 | <0,200 | < 0,54 | < 0,200 | < 0,54 | 0.254 | < 0,54 | 0.484 | < 0,54 | < 0,200 |
| Amonio | NH+4/L | < 1,00 | < 1 | <0,300 | < 1 | <0,300 | < 1 | <0,300 | < 1 | <0,300 | < 1 | < 0,300 |
| Cadmio | mg Cd/L | < 0,01 | < 0,01 | <0,010 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,010 |
| Carbono Orgánico Total | mg COT / L | < 2 | < 2,00 | 1.61 | < 2,00 | 4.23 | < 2,00 | 4.19 | < 2,00 | 11.3 | < 2,00 | 4.09 |
| Cloruros | mg Cl /L | 10.4 | < 4,00 | 2.2 | < 4,00 | <0,70 | < 4,00 | 2.5 | 7.20 | 5.4 | 13.8 | 8.3 |
| Cobre | mg Cu/L | < 0,15 | < 0,15 | <0,100 | < 0,15 | < 0,100 | < 0,15 | <0,100 | < 0,15 | <0,100 | < 0,15 | < 0,100 |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 143 | 111.9 | 305 | 167.4 | 72 | 127.4 | 592 | 169.1 | 595 | 123.5 | 576 |
| Coliformes totales | NMP/100ml | 1679 | 1374 | 769 | 1500 | 204 | 1445 | 1,517 | 1957 | 896 | 1401 | 1924 |
| Conductividad | µS/cm | 338 | 44 | 36 | 88 | 35 | 58 | 36 | 103 | 85 | 242 | 168 |
| Cromo | mgCr/L | < 0,11 | < 0,11 | <0,050 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,11 | < 0,050 |
| DBO5 | mg O2/L | < 5 | < 5 | <2,10 | < 5 | <2,10 | < 5 | <2,10 | < 5 | 9.55 | 5 | < 2,10 |
| DQO | mg O2/L | < 20 | < 20 | <10 | < 20 | <10 | < 20 | 11.1 | < 20 | 19.1 | 20 | < 10 |
| Estreptococos fecales | NMP/100ml | <1.80 | 7.80 | 17 | <1.80 | 32 | <1.80 | 350 | <1.80 | 4.5 | <1.80 | 4.5 |
| Fenoles totales | mg Fenol/L | < 0,002 | < 0,002 | <0,002 | < 0,002 | <0,002 | < 0,002 | <0,002 | < 0,002 | <0,002 | < 0,002 | < 0,002 |
| Fosfatos | mg PO4-3 | 0.041 | 0.038 | <0,100 | 0.560 | 0.391 | 0.040 | <0,100 | < 0,03 | <0,100 | < 0,03 | < 0,100 |
| Fósforo Total | mg P/L | < 0,1 | < 0,1 | <0,10 | 1.203 | 0.53 | < 0,1 | <0,10 | < 0,1 | 0.3 | 0.1 | < 0,10 |
| Grasas y Aceites | mg/L | < 1,40 | < 1,40 | <4,0 | < 1,40 | <4,0 | < 1,40 | <4,0 | < 1,40 | <4,0 | 1.4 | < 4 |
| Hidrocarburos | mg/L | < 1,40 | < 1,40 | < 4 | < 1,40 | < 4 | < 1,40 | < 4 | < 1,40 | < 4 | 1.4 | < 4 |
| Mercurio Total | mg Hg/L | < 0,001 | < 0,001 | <1,00 | < 0,001 | <1,00 | < 0,001 | <1,00 | < 0,001 | <1,00 | < 0,001 | < 1,00 |
| Níquel Total | mg Ni /L | < 0,15 | < 0,15 | <0,020 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,15 | < 0,050 |
| Nitratos | mg N-NO3/L | 0.147 | 0.315 | 0.41 | 0.296 | < 0,30 | 0.426 | 0.46 | 0.415 | <0,30 | 0.273 | < 0,30 |
| Nitritos | mg N-NO2/L | 0.0037 | 0.0043 | <0,030 | < 0,0030 | < 0,030 | 0.0137 | < 0,030 | 0.0355 | < 0,030 | 0.0065 | < 0,030 |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | < 3,00 | < 3 | <5,00 | < 3 | <5,00 | < 3 | <5,00 | < 3 | <5,00 | 3.0 | < 5 |
| Oxígeno Disuelto (OD) | mg O2/L | 3.0 | 4.9 | 6.3 | 5.1 | 6.14 | 5.1 | 5.84 | 4.2 | 5.23 | 4.1 | 1.9 |
| pH | UN | 6.83 | 7.25 | 7.6 | 6.75 | 7.9 | 6.75 | 7.6 | 6.59 | 8 | 6.63 | 7.2 |
| Plomo | mg Pb/L | < 0,05 | < 0,05 | <0,050 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,050 |
| Sólidos Disueltos | mg/L | 161 | 25.1 | 30 | 22.3 | 28 | 25.4 | 29 | 49.1 | 88 | 111 | 112 |
| Sólidos Sedimentables | mg/L | < 0,1 | < 0,1 | <0,10 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | 1.3 | 0.1 | < 0,10 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 23 | 5 | <10,00 | 4 | <10,00 | < 2 | <10,00 | 12 | 71 | 10 | 16 |
| Sólidos Totales | mg/L | 191 | 33 | 33 | 28 | 33 | 30 | 31 | 67 | 161 | 130 | 138 |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | < 15 | < 15 | <10,00 | < 15 | <10,00 | < 15 | <10,00 | 30 | 14 | 50 | <10 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 27.6 | < 5,00 | 3.07 | < 5,00 | 2.27 | < 5,00 | 2.7 | < 5,00 | 3.34 | 11.4 | 11.1 |
| Temperatura | °C | 16.0 | 16.8 | 16.4 | 16.4 | 18.3 | 15.1 | 18.2 | 18.2 | 18.8 | 18.3 | 19.9 |
| Tensoactivos | mg MBAS/L | < 0,24 | < 0,24 | <0,200 | < 0,24 | < 0,200 | < 0,24 | < 0,200 | < 0,24 | < 0,200 | < 0,24 | < 0,200 |
| Zinc | mg Zn/L | < 0,12 | < 0,12 | <0,100 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,12 | < 0,100 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 120. Resultados de laboratorio – escenario canales

| Parámetro | Unidades | Desembocadura Canal Torca | | | | Canal Guaymaral | | | | Canal Guaymaral - Rio Bogotá | | | | Canal Colector Torca Guaymaral | | | |
|-----------------------------|------------|---------------------------|------------|-------------|------------|-----------------|------------|-------------|------------|------------------------------|------------|-------------|------------|--------------------------------|------------|-------------|------------|
| | | CA-1 | | | | CA-7 | | | | CA-10 | | | | CA-13 | | | |
| | | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña |
| Aluminio | mg Al/L | 0.5 | 0.4 | < 0,54 | 0.423 | < 0,2 | 0.5 | < 0,54 | < 0,200 | 0.2 | 0.6 | < 0,54 | < 0,200 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,54 | <0,200 |
| Amonio | NH+4/L | 7.8 | < 1,2 | < 1 | 4.46 | 0.9 | < 1,2 | 12.3 | 6.34 | 13.5 | < 1,2 | 15.0 | 1.55 | 10.6 | < 1,2 | 11.7 | 7.55 |
| Cadmio | mg Cd/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | <0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | <0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | <0,010 |
| Carbono Orgánico Total | mg COT / L | | 17.26 | 14 | 20.7 | 14 | 18.55 | 13 | 14.6 | 14.35 | 9.59 | 16 | 12.6 | 10.89 | 9.59 | 18 | 14.6 |
| Cloruros | mg Cl /L | 28 | 29 | 42.5 | 40 | 30 | 26 | 32.5 | 30 | 29 | 17 | 32.2 | 36 | 29 | 29 | 31.9 | 37 |
| Cobre | mg Cu/L | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | <0,010 | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | <0,100 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | <0,100 |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 24196 | 24196 | 163.1 | 703 | 24196 | 24196 | 7.80 | 2,110 | 24196 | 24196 | 118.7 | 1,081 | 24196 | 24196 | 142.1 | 611 |
| Coliformes totales | NMP/100ml | 24196 | 24196 | 1937 | 1,292 | 24196 | 24196 | 12033 | 3,860 | 24196 | 24196 | 1483 | 1,648 | 24196 | 24196 | 1565 | 1,772 |
| Conductividad | µS/cm | 447 | 451 | 462 | 484 | 391 | 272 | 360 | 395 | 447 | 450 | 445 | 410 | 388 | 400 | 420 | 238 |
| Cromo | mgCr/L | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | <0,050 | 0.23 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | <0,050 | 0.02 | < 0,02 | < 0,11 | <0,050 |
| DBO5 | mg O2/L | 8 | 13 | 49 | 56 | 10 | 17 | 50 | 25.4 | 10 | 12 | 61 | 26.7 | 40 | 5 | 66 | 40.1 |
| DQO | mg O2/L | 54 | 75 | 79 | 192.6 | 61 | 75 | 75 | 80.1 | 79 | 65 | 93 | 87.77 | 58 | 41 | 100 | 100.1 |
| Estreptococos fecales | NMP/100ml | 24890 | 980.0 | 280 | 1,600 | 13740 | 209 | 7.80 | 150 | 75400 | 2420 | 220 | 70 | 29200 | 1203.00 | 350 | 1,600 |
| Fenoles totales | mg Fenol/L | < 0,02 | 0.04 | < 0,002 | <0,002 | 0.02 | 0.02 | < 0,002 | 0.002 | < 0,02 | 0.03 | < 0,002 | 0.002 | 0.15 | < 0,02 | < 0,002 | <0,002 |
| Fosfatos | mg PO4-3 | 0.81 | < 0,15 | 0.979 | 1.63 | 0.76 | 3.66 | 0.391 | 0.877 | 0.17 | 1.41 | 0.456 | 0.594 | 0.34 | 0.16 | 0.644 | 1.11 |
| Fósforo Total | mg P/L | | 1.48 | 2.105 | 2.9 | 1.34 | 1.75 | 0.842 | 1.8 | 1.34 | 1.04 | 0.980 | 1.8 | 0.93 | 0.29 | 1.385 | 2.2 |
| Grasas y Aceites | mg/L | 2.5 | 4.7 | < 1,40 | 9.3 | 1.7 | 3.6 | 3.14 | 18 | 4.6 | 4.5 | 5.95 | 7.6 | 1.9 | 1.8 | 4.15 | 7.6 |
| Hidrocarburos | mg/L | 0.8 | < 1,0 | < 1,40 | <4,000000 | < 0,1 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | 1.0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | 4.85 |
| Mercurio Total | mg Hg/L | < 0,0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 |
| Níquel Total | mg Ni /L | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | <0,020 | 0.07 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | <0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | <0,020 |
| Nitratos | mg N-NO3/L | 1 | < 0,5 | 0.741 | <0,30 | 0.6 | < 0,5 | 0.204 | <0,30 | 1.1 | < 0,5 | 0.211 | <0,30 | 1.4 | < 0,5 | 0.224 | <0,30 |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | <3,00 | < 3,00 | < 3 | 32.5 | 11.3 | < 3,00 | 18.5 | 21.2 | <3,00 | < 3,00 | 22.5 | 26.2 | <3,00 | < 5,31 | 17.6 | 30.4 |
| Oxígeno Disuelto (OD) | mg O2/L | 1.2 | 0.3 | 2.3 | 2.31 | 1.3 | 0.6 | 0.6 | 2.53 | 0.6 | 0.8 | 0.2 | 1.24 | 0.3 | 0.5 | 1.1 | 2.24 |
| pH | UN | 7.58 | 7.84 | 7.55 | 7.1 | 6.57 | 6.80 | 6.64 | 7.1 | 6.95 | 7.12 | 6.90 | 7.2 | 6.99 | 7.01 | 7.02 | 7.1 |
| Plomo | mg Pb/L | 0.04 | < 0,04 | < 0,05 | <0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | <0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | <0,050 |
| Sólidos Disueltos | mg/L | 219.3 | 227 | 248 | 312 | 198 | 175 | 175 | 212 | 198 | 140 | 196 | 225 | 213 | 106 | 230 | 248 |
| Sólidos Sedimentables | mg/L | 0.6 | 0.3 | < 0,1 | 0.1 | < 0,1 | 1.5 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | 0.7 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | 0.4 | < 0,1 | <0,10 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 18.6 | 7.0 | 38 | 48 | 17 | 54.0 | 23 | < 10 | 24 | 19.00 | 14 | 13 | 22 | 10.8 | 24 | 18 |
| Sólidos Totales | mg/L | 324.1 | 268.0 | 291 | 360 | 250 | 80.0 | 213 | 223 | 314.3 | 192.0 | 225 | 255 | 297.8 | 244.0 | 270 | 276 |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | | 76 | 27 | 38 | 109 | 36 | 85 | < 10 | 106 | 164.00 | 90 | < 10 | 102 | 756 | 108 | 11 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 37 | 36.0 | 18.4 | 21.8 | 26 | 45 | 12.8 | 17 | 32 | 32 | 18.7 | 20.5 | 33 | 45 | 15.3 | 18.6 |
| Temperatura | °C | 19.4 | 18.8 | 25.1 | 23.3 | 20.3 | 18.9 | 16.6 | 18.5 | 17.4 | 19.8 | 16.6 | 17.6 | 18.0 | 17.3 | 16.1 | 22.7 |
| Tensoactivos | mg MBAS/L | 1.5 | 1.1 | 3.28 | 1.84 | 1.3 | 1.4 | 0.77 | 2.71 | 1.9 | 1.2 | 2.43 | 1.1 | < 0,2 | 0.9 | 3.18 | 2.93 |
| Zinc | mg Zn/L | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | <0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | <0,100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 121. Resultados de laboratorio – escenario humedal.

| Parámetro | Unidades | Humedal Torca - Occidental | | | Humedal Torca Oriental | | | Salida Humedal de Torca | | | | Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | | | | Humedal Guaymaral | | | | Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | | | |
|-----------------------------|------------|----------------------------|---------------|----------------|------------------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------------------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| | | CA-2 | | | CA-3 | | | CA-4 | | | | CA-5 | | | | CA-8 | | | | CA-14 | | | |
| | | I Campaña | II Campaña | III Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña | I Campaña | II Campaña | III Campaña | IV Campaña |
| Aluminio | mg Al/L | 0.5 | 0.4 | < 0,54 | 0.4842 | 0.5 | < 0,54 | 0.4 | < 0,2 | < 0,54 | 0.219 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,54 | 0.307 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,54 | 0.6 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,54 | <0,200 |
| Amonio | NH+4/L | < 1,314 | < 1,2 | < 1,00 | < 1,3 | < 1,2 | < 1,00 | 6.5 | < 1,2 | 12.5 | 1.47 | 10.905 | < 1,2 | 15.8 | 7.77 | <0,069 | < 1,2 | < 1 | <0,300 | 0.9 | < 1,2 | < 1 | <0,300 |
| Cadmio | mg Cd/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,010 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 | <0,010 |
| Carbono Orgánico Total | mg COT / L | 11.82 | 24.92 | < 2,00 | 19.37 | 37.49 | 23 | 11.34 | 16.38 | 18 | 15.3 | 13.15 | 11.60 | 16 | 14 | 10 | 8.19 | < 2,00 | 31.1 | 11.86 | 6.87 | <2.00 | 23.4 |
| Cloruros | mg Cl /L | 6 | 10 | 8.20 | 14 | 11 | 13.0 | 25 | < 0,01 | 25.8 | 33 | 28 | 25 | 34.1 | 36 | 31 | 36 | 38.2 | 40 | 32 | 36 | 38.7 | 39 |
| Cobre | mg Cu/L | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,01 | 380 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | 0.01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,010 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,15 | < 0,010 |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 448 | 20 | 177.00 | 40 | 156 | 214 | 24196 | 24196 | 135.4 | 640 | 24196 | 24196 | 128.7 | 674 | 31 | 384 | 155.9 | 1,117 | 63 | 1178 | 146.2 | 646 |
| Coliformes totales | NMP/100ml | 12997 | 24196 | 1995 | 4839 | 24196 | 2662 | 24196 | 24196 | 1682 | 1322 | 24196 | 24196 | 1515 | 1450 | 6867 | 24196 | 1730 | 1,948 | 1421 | 24196 | 1694 | 1,324 |
| Conductividad | µS/cm | 220 | 218 | 240 | 175 | 181 | 291 | 375 | < 0,02 | 393 | 375 | 424 | 381 | 444 | 430 | 387 | 469 | 447 | 417 | 316 | 426 | 409 | 417 |
| Cromo | mgCr/L | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,02 | 9 | < 0,11 | < 0,050 | 0.04 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,11 | < 0,050 |
| DBO5 | mg O2/L | 5 | 9 | < 5 | < 5 | 35 | 85 | 6 | 51 | 68 | 27.7 | 51 | 16 | 61 | 50.8 | <5 | 7 | < 5 | 14.2 | <5 | 7 | < 5 | 3.78 |
| DQO | mg O2/L | 42 | 89 | < 20 | 85 | 103 | 129 | 56 | 0.03 | 100 | 95.43 | 74 | 54 | 92 | 81.43 | 32 | 29 | < 20 | 44.1 | 22 | 225 | < 20 | 28.43 |
| Estreptococos fecales | NMP/100ml | 0 | 10 | 6 | 7 | 194.00 | 4.00 | 16070 | 2420.00 | 350 | 220 | 15800 | 2589 | 4.50 | 23 | 20 | 1.0 | <1.80 | 4 | 10 | 5.1 | <1.80 | <1,80 |
| Fenoles totales | mg Fenol/L | 0.04 | 0.02 | < 0,002 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,002 | 0.02 | 0.15 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | 0.02 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,002 | < 0,002 |
| Fosfatos | mg PO4-3 | 0.78 | 2.17 | 0.216 | 0.61 | 0.96 | 0.658 | 0.39 | 1.8 | 0.937 | 1.22 | 1.62 | 1.65 | 0.715 | 0.503 | <0.15 | < 0,15 | < 0,03 | < 0,1000 | < 0,15 | < 0,15 | < 0,03 | < 0,1000 |
| Fósforo Total | mg P/L | 0.52 | 1.37 | 0.465 | 0.56 | 0.78 | 1.414 | | 0.88 | 2.014 | 2.1 | 1.8 | 0.65 | 1.537 | 1.8 | 0.1 | <0.05 | < 0,1 | 0.14 | <0,1 | <0.05 | < 0,1 | <0,10 |
| Grasas y Aceites | mg/L | 3.1 | 2.9 | < 1,40 | 1.3 | 2.1 | < 1,40 | 3.6 | < 1,0 | < 1,40 | 4 | 2.5 | < 1,0 | < 1,40 | 4.8 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | <4,0 |
| Hidrocarburos | mg/L | 1.5 | 1.7 | < 1,40 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | 0.6 | < 0,03 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4,00 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,40 | < 4 |
| Mercurio Total | mg Hg/L | < 0,0006 | <0.0006 | < 0,001 | < 0,0006 | <0.0006 | < 0,001 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | < 1 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | < 1 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 | <0.0006 | <0.0006 | < 0,001 | <1,00 |
| Níquel Total | mg Ni /L | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,03 | < 0,5 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | < 0,020 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,15 | 0.02 |
| Nitratos | mg N-NO3/L | < 0,5 | < 0,5 | 0.368 | < 0,5 | < 0,5 | 1.056 | 1 | < 5,31 | 0.584 | <0,30 | 0.7 | < 0,5 | 0.241 | <0,30 | < 0,5 | < 0,5 | 0.282 | <0,30 | < 0,5 | 0.6 | 0.264 | <0,30 |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | < 5,31 | < 3,00 | < 5,00 | < 2,32 | < 5,31 | < 5,00 | <3,00 | 0.8 | 18.8 | 20.9 | < 3,00 | < 5,31 | 23.7 | <5,00 | <3,00 | < 3,00 | < 3 | <5,00 | <3,00 | < 3,00 | <3 | 6.12 |
| Oxígeno Disuelto (OD) | mg O2/L | 4.0 | 1.2 | 1.3 | 4.2 | 0.9 | 0.3 | 0.9 | 7.18 | 0.3 | 0.42 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 0.55 | 6.2 | 4.6 | 4.9 | 6 | 5.9 | 5.3 | 5.2 | 5.6 |
| pH | UN | 8.73 | 7.88 | 6.99 | 8.15 | 7.68 | 6.48 | 7.08 | < 0,04 | 6.88 | 6.4 | 6.85 | 6.67 | 7.16 | 7.3 | 7.69 | 7.46 | 6.99 | 7.1 | 7.23 | 7.50 | 6.79 | 7.1 |
| Plomo | mg Pb/L | < 0,04 | 0.05 | < 0,05 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,04 | 201 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,05 | < 0,050 | < 0,04 | < 0,04 | <0.05 | <0,050 |
| Sólidos Disueltos | mg/L | 105 | 170 | 115 | 154.0 | 147 | 123 | 207.3 | < 0,1 | 217 | 236 | 230 | 209 | 242 | 301 | 231 | 270 | 230 | 280 | 200 | 265 | 203 | 279 |
| Sólidos Sedimentables | mg/L | 0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 4.5 | 4.7 | 0.4 | 35 | < 0,1 | < 0,10 | 0.2 | 0.6 | < 0,1 | < 0,10 | 0.2 | 0.1 | < 0,1 | < 0,10 | < 0,1 | 0.1 | < 0,1 | 0.1 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 15 | 30.00 | 507 | 6.7 | 13.00 | 4792 | 22.0 | 16.0 | 82 | 15 | 11.7 | 17.0 | 17 | 34 | 5.3 | 7.0 | 8 | 52 | 6.8 | 5.2 | 9 | 22 |
| Sólidos Totales | mg/L | 142 | 248.0 | 631 | | 188.0 | 4922 | 360.0 | 232.0 | 314 | 261 | 240 | 292.0 | 274 | 345 | 260 | 350.0 | 253 | 333 | 232 | 360.0 | 227 | 321 |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | 60 | 84 | 152 | 94 | 112 | 1437 | 124 | 40 | 100 | < 10 | 107 | 16 | 99 | < 10 | 100 | 110 | 103 | 20 | 70 | 122 | 85 | <10,00 |
| Sulfatos | mg SO4/L | 19 | 6 | < 5,00 | 12 | 10 | < 5,00 | 32 | 17.9 | 18.0 | 17.3 | 36 | 43 | 17.6 | 20.8 | 47 | 147 | 57.9 | 48.6 | 39 | 157 | 68.6 | 58.4 |
| Temperatura | °C | 21.9 | 18.9 | 27.8 | 19.5 | 16.8 | 17.4 | 19.7 | 1.0 | 18.3 | 18.5 | 15.8 | 17.1 | 16.2 | 17.8 | 22.0 | 18.8 | 18.0 | 21.6 | 19.5 | 18.0 | 17.2 | 18.2 |
| Tensoactivos | mg MBAS/L | 0.4 | 0.3 | 0.71 | 0.5 | 0.4 | 0.28 | 1.3 | < 0,04 | 2.31 | 2.84 | 2.0 | 0.5 | 3.28 | 2.66 | < 0,2 | 0.3 | < 0,24 | 0.326 | 0.4 | < 0,2 | <0.24 | < 0,200 |
| Zinc | mg Zn/L | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | < 0,04 | < 0,12 | < 0,100 | < 0,04 | 0.05 | <0.12 | <0,100 |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 122. Resultados de Laboratorio en el marco del Convenio Interadministrativo No. 20161251 SDA-CAR.

| No. Muestra | | 3077-17 | 3078-17 | 3079-17 | 3080-17 |
|-------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| Hora | | 07:10 | 09:40 | 10:40 | 11:40 |
| Fecha | | 10 agosto de 2017 | 10 agosto de 2017 | 10 agosto de 2017 | 10 agosto de 2017 |
| Lugar | | Torca y Guaymaral - Zona torca Eneal | Torca y Guaymaral - Guaymaral Eucalipto | Torca y Guaymaral - Guaymaral Rebose | Torca y Guaymaral - Guaymaral New York |
| Coordenadas Planas | Altura | 2556 | 2561 | 2562 | 2563 |
| | Norte (Y) | 1020736 | 1023144 | 1023172 | 1023129 |
| | Este (X) | 1004217 | 1003507 | 1003541 | 1003729 |
| Tipo de Agua | Superficial | Superficial | Superficial | Superficial | |
| pH | (Unidades) | 7,05 | 6,10 | 6,87 | 6,98 |
| OD | (mg/L) | 1,86 | 5,45 | 6,10 | 3,80 |
| Conductividad | (µS/cm) | 210 | 390 | 394 | 406 |
| DBO | (mg/L) | 11,8 | 2,9 | 6,1 | 3,6 |
| DQO | (mg/L) | | 30,1 | 14,3 | 24,1 |
| DQO | (mg/L) | 224 | | | |
| Fosforo Total | (mg/L) | 0,628 | < 0,060 | 0,087 | < 0,060 |
| Nitrógeno Total Kjeldah | (mg/L) | 7,9 | 1 | 1,1 | < 1,0 |
| Solidos sedimentables | (mg/L) | 2,5 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Solidos suspendidos | (mg/L) | 225,7 | 11,5 | 24 | 4 |
| Turbidez | NTU | 170 | 16,9 | 18,2 | 9,5 |
| Coliformes Totales | NMP7100 ML | 2,3 E+04 | 2,6E+03 | 3,5E+03 | 5,8E+03 |
| Grasas y Aceites | (mg/L) | 20 | < 6 | 10 | < 6 |

Fuente: Analquim 2017 marco del Convenio Interadministrativo No. 20161251

2.5.5.1.4 Análisis de Resultados

A continuación, se presentan por escenarios (quebradas, canales y humedal) el comportamiento gráfico y analítico de los parámetros fisicoquímicos de las cuatro campañas de monitoreo del presente estudio, posteriormente se realizará la comparación de dichos resultados con la normatividad ambiental vigente (Decreto 1076 y Res. 3162 del 2015).

En el procesamiento y análisis se incluirán los resultados de las caracterizaciones realizadas en los humedales de Torca y Guaymaral, en cuatro (4) puntos de monitoreo, realizado en el marco del Convenio Interadministrativo No. 20161251 celebrado entre la Secretaría Distrital de Ambiente y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Finalmente, con la información analizada se realizará el cálculo y el correspondiente análisis de los diferentes índices de contaminación (ICOMO, ICOSUS, ICOPH, CWQI) y calidad del

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

agua (ICA) para determinar un diagnóstico sobre el estado de la calidad del agua de los puntos monitoreados.

Los análisis descritos a continuación están enmarcados en la base conceptual que el humedal es un sistema, que contempla diferentes entradas hídricas, para posteriormente, a través del canal Guaymaral, descargar al río Bogotá (Ver Figura 2-208).

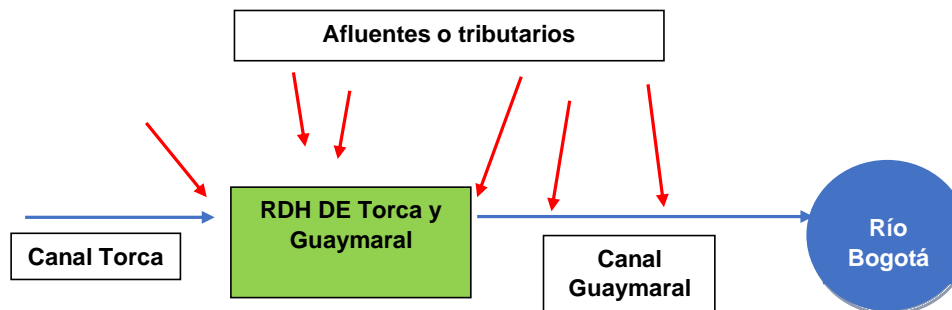


Figura 2- 208. Sistema de los humedales de Torca y Guaymaral – Afluentes o tributarios.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el análisis de los parámetros fisicoquímico y bacteriológicos, para cada uno de los escenarios analizados, teniendo en cuenta cómo se mencionó anteriormente que el escenario de quebradas y canales corresponde a cuerpos lóticos y el del humedal a cuerpos lenticos.

2.5.5.1.4.1 pH

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad de una solución, una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+ (INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY [IUPAC], 2002).

Los cambios en este parámetro naturalmente se dan por procesos de degradación de materia orgánica proveniente de vegetación en descomposición que promueven la generación de ácido carbónico (H_2CO_3) debido a la interacción del CO_2 con el agua; adicionalmente, se puede dar por la presencia de minerales de calcio y de magnesio que provienen de la roca caliza o por la presencia de sales ácidas. Otras fuentes externas pueden ser la lluvia ácida o fuentes de agua con alto contenido de sustancias ácidas o alcalinas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Quebradas**

De acuerdo con el comportamiento de la Figura 2-209, para el escenario de quebradas evaluadas en el área estudio, se caracterizan por presentar una condición que oscila entre neutra 5,70 unidades en la quebrada Aguas Calientes (III Campaña) y ligeramente alcalina 8,00 en la quebrada San Juan – Aguas Abajo (III Campaña).

En los resultados de las diferentes campañas podemos apreciar que en las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan, que son entradas hídricas al sistema del humedal, presentan condiciones de pH cercanos a la neutralidad dado que estos cuerpos de agua se presenta un valor medio de 7,1 unidades. Por otra parte, en las quebradas Floresta, Novita y Tlhabita que son afluentes al canal Guaymaral también se tienen condiciones de pH neutrales dado que tienen un valor medio de 7,2 unidades.

- **Escenario Canales**

Para el escenario de canales evaluados en el área de área estudio Figura 2-210, el punto de entrada al humedal o desembocadura del canal Torca (CA-1) presenta condiciones de pH cercanos a la neutralidad con un valor promedio de 7,5 unidades. Por otra parte, en la desembocadura al río Bogotá (CA-7) también se presentan condiciones neutrales del agua con una baja tendencia a la acidificación, dado que presenta un valor de 6,7 unidades. Finalmente, también se presentan condiciones de neutralidad en los puntos del canal Guaymaral (CA-10) y en el Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) con valores promedio de las cuatro campañas de monitoreo de 7 y 7,1 unidades respectivamente.

- **Escenario Humedal**

Para el escenario de humedal dado el comportamiento de la Figura 2-211 evaluados en el área estudio, en general los puntos evaluados que están al interior del complejo del humedal (CA-2, CA-3, CA-4, CA-5 y CA-8) presentan condiciones de pH neutras con valores medio de 7,25 unidades. Cabe la pena resaltar el comportamiento del pH en el punto humedal Torca – Occidental (CA-2) dado que en este punto se registró un nivel más básico del agua con un valor medio de 7,87 unidades. En el punto humedal sector Guaymaral Costado Noroccidental (CA-14), se reportan condiciones de neutralidad con tendencia hacia la acidificación del agua con un valor medio de 6,69 unidades. Por otra parte, teniendo en cuenta las mediciones realizadas en el año 2017 en las campañas de monitoreo del convenio SDA-CAR, los valores medios de pH al interior de los humedales de Torca y Guaymaral registraron valores medios de 6,75 unidades con tendencia hacia la acidificación de las aguas.

Teniendo en cuenta el comportamiento de los anteriores escenarios, se puede asumir que en general al sistema de los humedales de Torca y Guaymaral, ingresan flujos hídricos con un pH neutro y esta condición permite que en el humedal no genere cambios significativos de su pH hacia la acidificación o basicidad del agua, con estas mismas características se presentan flujos por el canal Guaymaral hasta desembocar al río Bogotá.

En los casos específicos donde se presentan bajos niveles de pH, como es el caso de la quebrada Aguas Calientes Abajo (CA- 17) en la III Campaña y en el Canal Guaymaral en la I Campaña de monitoreo con valores de 5,7 y 6,57 unidades, pueden ser un efecto

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

secundario a la formación y síntesis de ácidos orgánicos que se presentan en procesos de digestión anaeróbicas, en cuerpos de agua característicos por presentar bajas pendientes y cargas relevantes de materia orgánica a causa de vertimientos domésticos.

En la Figura 2-209, Figura 2-10 y Figura 2-11 se evidencian los valores del parámetro con respecto a lo establecido en el Decreto 1076/2015 y los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2005, para todos los escenarios (quebradas, canales y humedal) evaluadas en área estudio. Con respecto al parámetro pH este se encuentra dentro de los límites establecidos frente a los artículos 2.2.3.3.9.3 (Tratamiento convencional-Criterios de calidad para consumo humano y doméstico), 2.2.3.3.9.4 (Desinfección-Criterios de calidad para consumo humano y doméstico), 2.2.3.3.9.5 (Criterios de calidad para uso agrícola), 2.2.3.3.9.7 (Criterios de Calidad para fines recreativo contacto primario), 2.2.3.3.9.10 (Criterios de Calidad para la preservación de la flora y fauna) y los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2005 el cual postula un intervalo ideal de 6.5 – 8.5 unidades. De las mediciones contempladas solamente hay una medición, el cual no cumple con la norma ambiental aplicada y es en el punto de Guaymaral Eucalipto donde registra un valor de pH de 6,1 unidades, estando el valor por debajo del límite establecido por el Art. 2.2.3.3.9.4 y los objetivos de calidad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

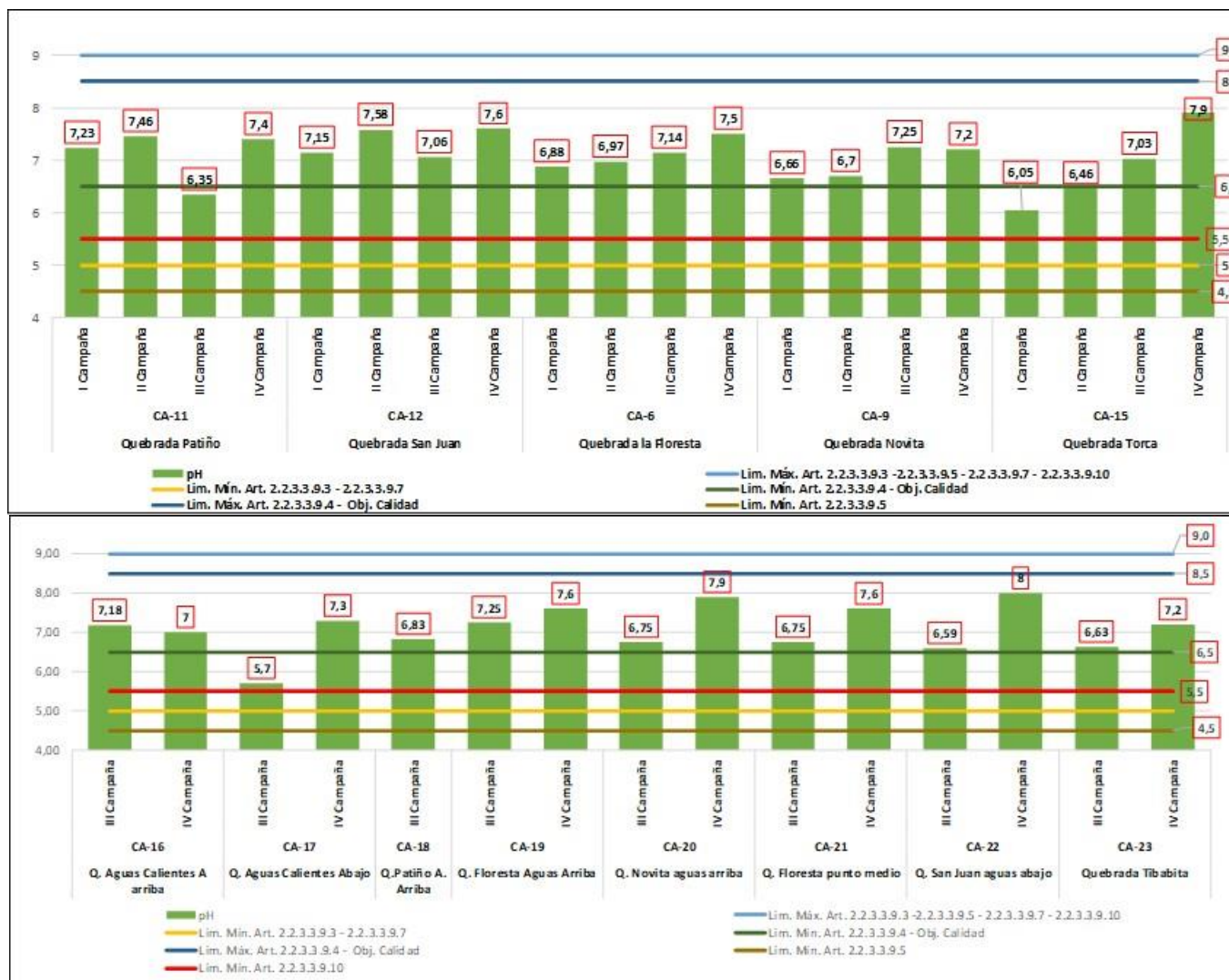


Figura 2- 209. Resultados pH - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

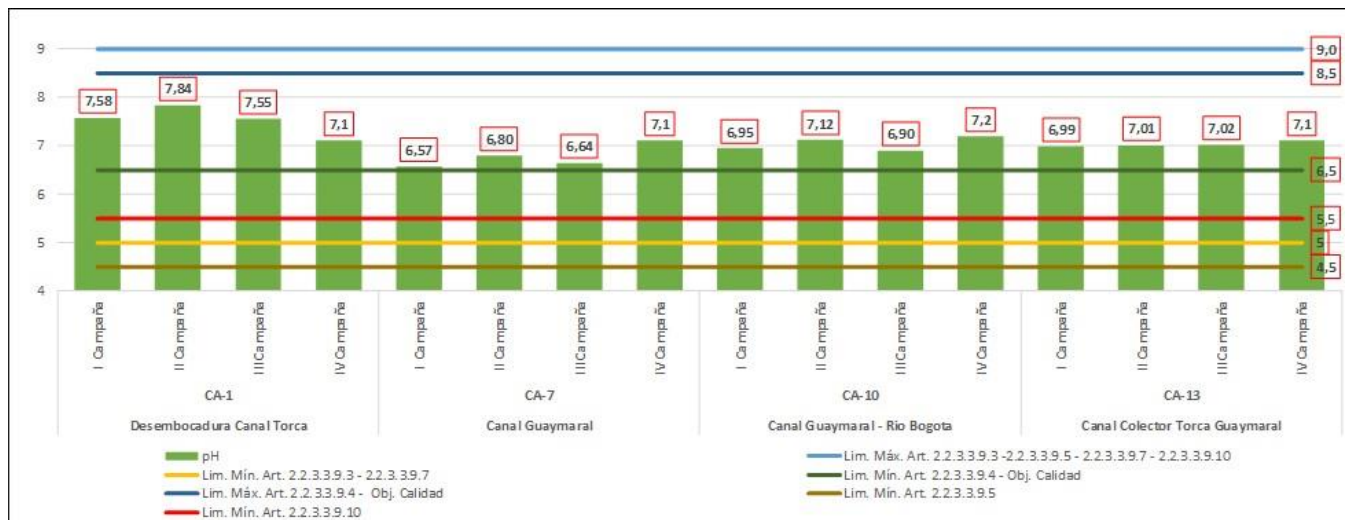


Figura 2- 210. Resultados pH - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

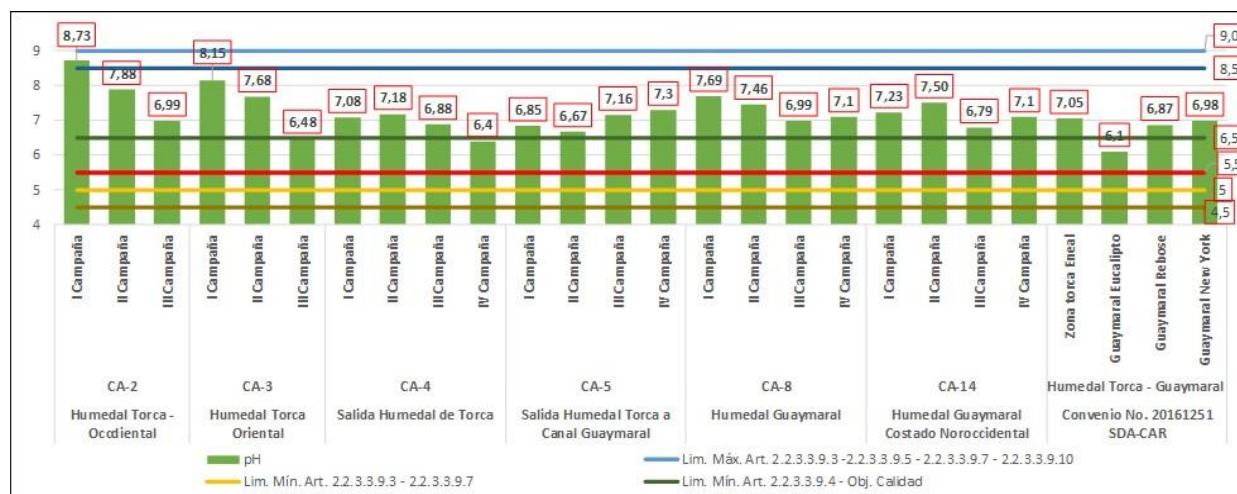


Figura 2- 211. Resultados pH - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.2 Temperatura

La temperatura es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema como la cinética de ciertos compuestos o la actividad enzimática en reacciones bioquímicas. (Fuentes, 2002).

La temperatura es uno de los parámetros más importantes porque determina el comportamiento de los procesos en el agua e influye en el pH y el oxígeno disuelto, por alteración en la adsorción y por catálisis de actividades biológicas. Asimismo, está directamente relacionada con la demanda química de oxígeno (DQO). Adicionalmente, puede afectar la precipitación o la solubilidad de ciertos compuestos como las sales (Salamanca & Palacios, 2005), limitando la presencia de los sólidos disueltos o agregados en el agua.

La temperatura es un parámetro de gran relevancia en los análisis de calidad del agua, debido a que influye en el grado de saturación del oxígeno disuelto y en la solubilidad de gases (Rodier et al., 2010).

Los registros de temperatura en los puntos de agua superficiales monitoreados presentan variaciones significativas entre sí debido a los cambios climáticos que se han presentado últimamente en el área andina, según informes climáticos publicados mensualmente por el IDEAM durante 2019.

- **Escenario Quebradas**

De acuerdo con lo observado en la Figura 2-212, para el escenario de quebradas evaluadas en el área estudio, se caracterizan por presentar una condición mínima de temperatura entre 14,3°C en la quebrada Novita (II Campaña) y una temperatura máxima de 25°C registrada en la quebrada Patiño (IV Campaña). La temperatura media (todas las campañas de monitoreo) en todos los cuerpos de agua corresponde a un valor de 16°C.

Con respecto a los cuerpos loticos que constituyen una entrada hídrica a los humedales de Torca y Guaymaral, tales como la quebrada Aguas Calientes (CA-17), Patiño (CA-11) y Floresta (CA-6) presentan una temperatura media de 19,7°C. Solamente la quebrada San Juan refleja una temperatura menor de ingreso al humedal con un valor de 16,4°C. Con respecto a los demás tributarios del canal de Guaymaral como las quebradas Novita (CA-9), Tibabita (CA-23) y Torca (CA-15) reportan un valor medio de temperatura de 16,7°C.

- **Escenario Canales**

Por su parte, para el escenario de canales evaluados en el área estudio visto en la Figura 2-213 se caracterizan por presentar una condición mínima de temperatura entre 16,1°C en el Canal Colector Torca - Guaymaral (III Campaña) y una temperatura máxima de 25,1°C registrada en la Desembocadura del Canal Torca (III Campaña).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el punto de la desembocadura Canal Torca (CA-1) al humedal se reporta un valor medio de entrada de 21,7°C, mientras que la temperatura del parámetro en el punto Canal Guaymaral - Rio Bogotá (CA-10) reporta un valor promedio de 17,9°C. Finalmente, cerca de la desembocadura del Canal Guaymaral (CA-7) al rio Bogotá se establece una temperatura media del agua de 18,6°C.

• Escenario Humedal

Para el escenario del humedal evaluados en el área estudio. El comportamiento de la Figura 2-214 se caracteriza por presentar una condición mínima de temperatura entre 15,8°C en la salida humedal Torca a Canal Guaymaral (I Campaña) y una temperatura máxima de 27,8°C registrada en el humedal Torca - Occidental (III Campaña). Por otra parte, la temperatura media de los seis puntos monitoreados en las diferentes campañas de medición reporta un valor medio de 18,9°C.

Por otra parte, teniendo en cuenta las mediciones realizadas en el año 2017 en las campañas de monitoreo del convenio SDA-CAR, se presentan temperaturas medias del parámetro de 16,1°C. La mayor temperatura se registró en el punto Guaymaral Eucalipto con un valor de 18 °C y el menor valor del parámetro se estableció en el punto Zona Torca Eneal con un valor de 10,7°C, valor que fue reportado en el mes de agosto (época seca) a las 07:10 horas, motivo por el cual se explica la baja temperatura de la medición.

Teniendo en cuenta el comportamiento de los anteriores escenarios, la temperatura de los cuerpos de agua en general fue más alta en la III Campaña y IV Campaña debido a la incidencia y absorción de energía solar tanto por el agua como por el suelo que circunda en los cuerpos hídricos. Sin embargo, en los canales de Guaymaral (CA-10), colector Torca Guaymaral (CA-13) y en el humedal sector Torca Oriental (CA-3) y sector Guaymaral (CA-8) esta condición no se cumplió, dado que la temperatura registrada en los meses de abril a mayo (I Campaña) fue más alta que en la época seca junio- agosto con valores promedio de 20,3°C. Además del grado de incidencia del sol sobre la lámina de agua de los cuerpos monitoreados, la temperatura también es influida por características ecosistémicas (Cobertura vegetal), morfológicas (características físicas de los cauces, sean estos naturales o artificiales) e hidráulicas (caudal, el movimiento de las partículas, el grado de turbulencia).

El índice metabólico de los organismos acuáticos es mayor en el agua tibia. Puesto que en el proceso metabólico se requiere oxígeno, de esta manera algunas especies podrían no sobrevivir si no existe suficiente oxígeno en el agua para satisfacer sus necesidades y procesos. Además, la temperatura del agua puede afectar los índices de reproducción de algunas especies acuáticas; algunas especies podrían dejar de reproducirse en aguas más calientes. Puesto que las bacterias y otros organismos que causan enfermedades crecen con más rapidez en agua caliente, la susceptibilidad de los organismos acuáticos a las enfermedades aumenta también en agua caliente. Teniendo en cuenta lo anterior, con respecto a los cuerpos loticos la quebrada Patiño (CA-11), quebrada San Juan (CA-20), quebrada Aguas Calientes aguas abajo (CA-17) y la desembocadura Canal Torca hacia el humedal (CA-1) sobre pasaron los 20°C en época seca. Con respecto al sector Torca Occidental (CA-2) y sector Guaymaral (CA-8) presentan una temperatura media máxima de 22,9°C.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los aumentos repentinos de temperatura no se presentan en ninguna de las campañas de monitoreo, al presentar un valor medio de 19°C. Este hecho puede ser considerado por la ausencia de vertimientos de grandes cantidades de agua caliente proveniente del sector industrial. A pesar de lo anterior, cambios mínimos en la temperatura del agua pueden ocasionar un choque térmico en algunas especies acuáticas y ocasionar la muerte de dichas especies. La contaminación térmica, aunque sea gradual, puede perturbar el balance del ecosistema de tal modo que podría exterminar las especies que no toleran el calor en esa área

Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental Decreto 1076 de 2015, ni tampoco es un parámetro que este dentro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

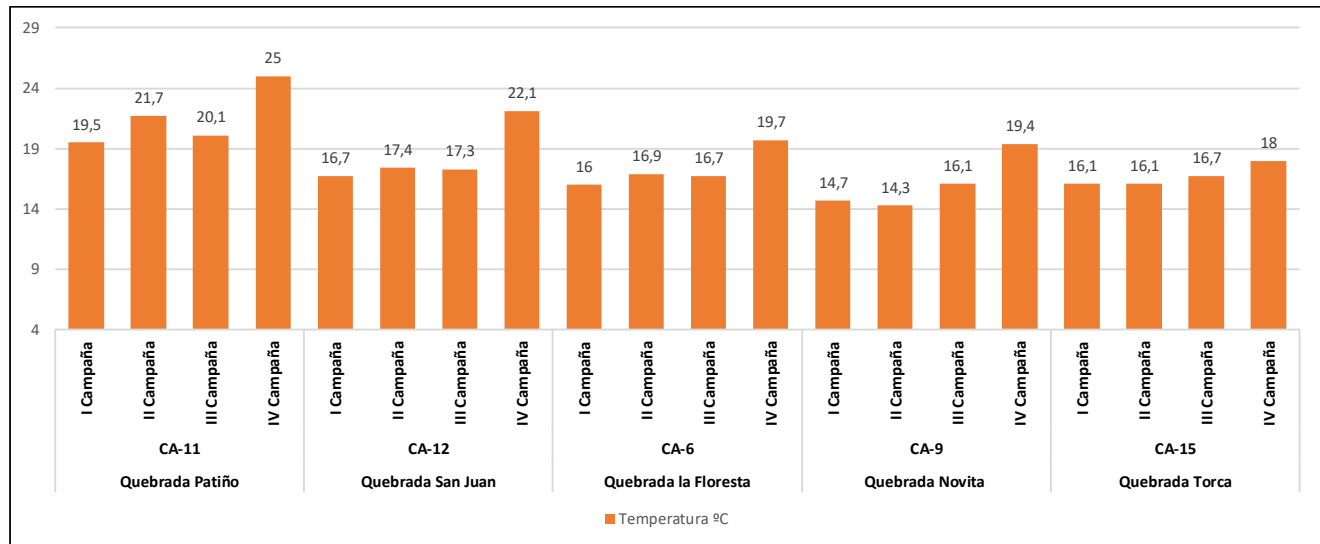


Figura 2- 212. Resultados temperatura (°C) - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

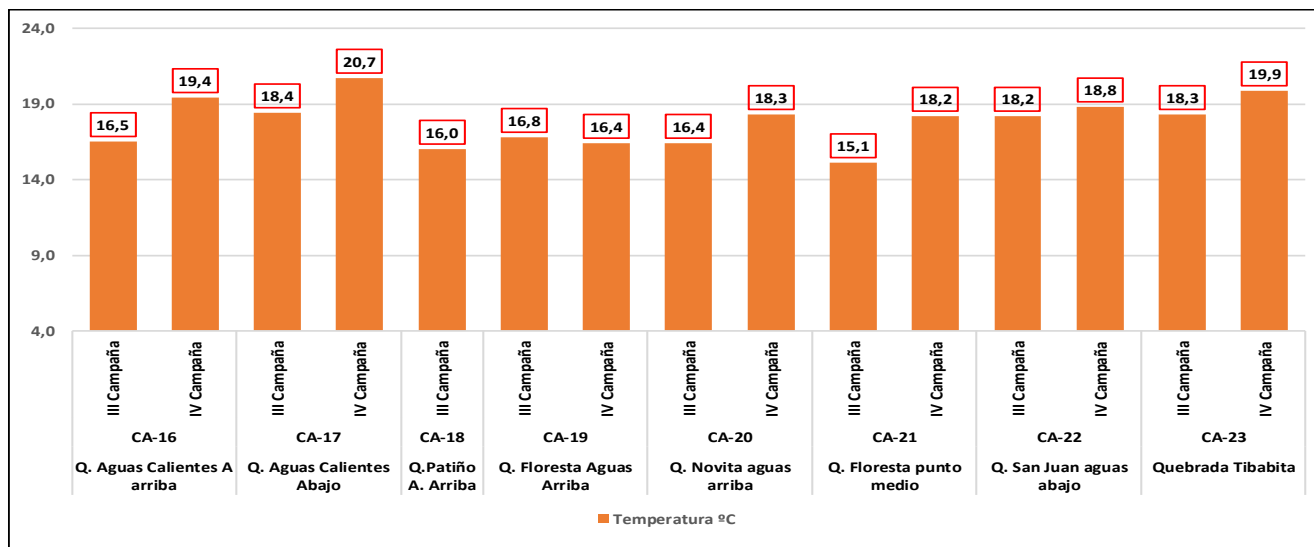


Figura 2- 213. Resultados temperatura (°C) - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

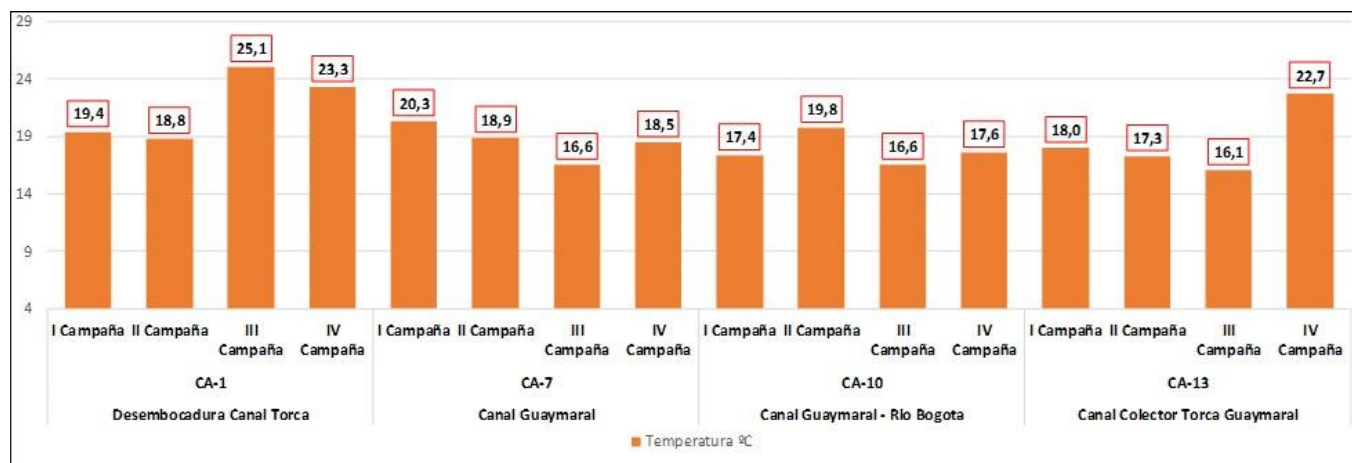


Figura 2- 214. Resultados temperatura (°C) - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

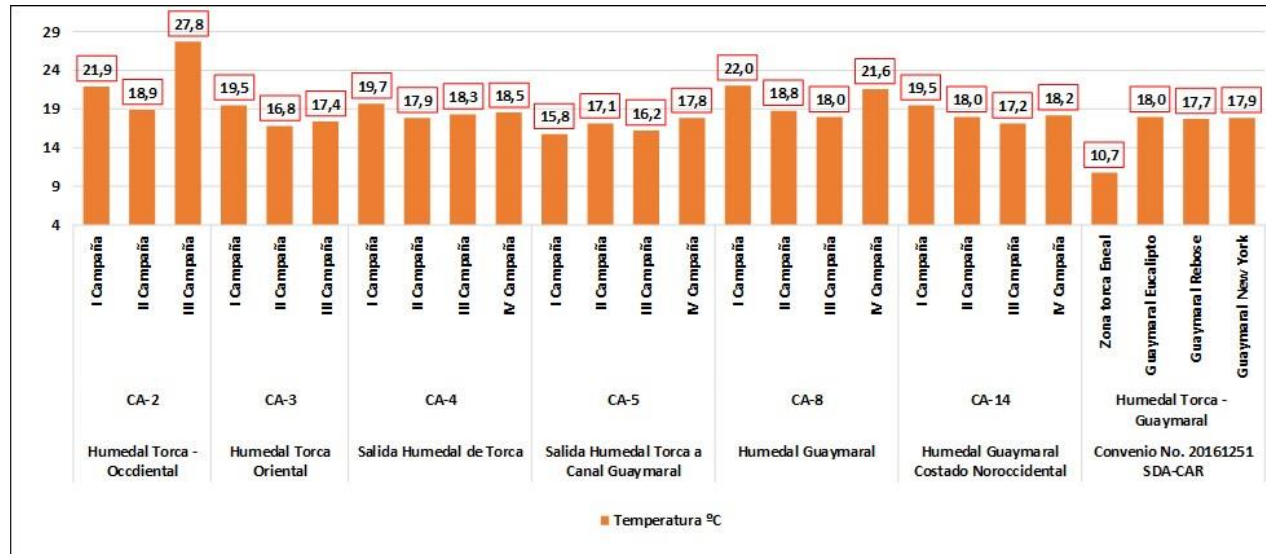


Figura 2- 215. Resultados temperatura (°C) - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.3 Conductividad y Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos tienen una propiedad denominada la conductividad eléctrica o conductancia, que es definida como la capacidad de conducir la corriente del agua; estos dos parámetros están correlacionados, pero en aguas con un alto contenido de sólidos disueltos, la proximidad entre los iones afecta la conductividad eléctrica (MWH, 2005) (Tabla 2-123).

Tabla 2- 123. Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad.

| Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Mineralización |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| Menor de 100 | Muy Débil |
| 100 - 200 | Débil |
| 200 - 700 | Media |
| 700 - 1000 | Importante |
| Más de 1000 | Excesiva |

Fuente: Tomado de Rodier, 1996.

- **Escenario Quebradas**

Teniendo en cuenta lo observado en la Figura 2-216, se puede concluir que para el escenario de las quebradas, los valores de conductividad fluctúan entre 19 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la quebrada Torca (IV Campaña) y 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la quebrada la Floresta y los sólidos disueltos totales fluctúan entre 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la quebrada Torca (IV Campaña) y 435 mg/L en la quebrada Patiño (I Campaña).

Con respecto a las quebradas, en general se presentan condiciones de mineralización media, dado que el valor promedio de las mediciones de conductividad en dichos cuerpos de agua corresponde a 309 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otra parte, las quebradas Novita aguas arriba y aguas abajo (CA-9, CA-20), Torca (CA-15) y Floresta aguas arriba y punto medio (CA-19, CA-21) presentan condiciones de mineralización muy débil dado que su conductividad en dichos puntos tiene un valor medio inferior a los 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estas aguas se caracterizan por ser fuertemente agresivas y corrosivas.

Como un comportamiento de especial interés se presenta la quebrada Floresta donde aguas arriba y en el punto medio se registran valores medios de 40 y 47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, posteriormente aguas abajo se reportan valores medios de 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo la I y II Campaña de medición aquellos momentos en donde se registraron picos importantes de conductividad con valores de 409 y 387 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Escenario Canales**

Con respecto al escenario de los canales según lo observado en la se puede concluir que los valores de conductividad fluctúan entre 238 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el canal colector Torca - Guaymaral (IV Campaña) y 484 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la Desembocadura del Canal de Torca (IV Campaña) y los sólidos disueltos totales fluctúan entre 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el canal colector Torca - Guaymaral (II Campaña) y 312 mg/L en la Desembocadura del Canal de Torca (IV Campaña).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el punto de entrada al sistema del humedal en la Desembocadura del Canal Torca (CA-1) se presentan valores medios de conductividad de 461 $\mu\text{S/cm}$, entre tanto el punto de Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) reporta valores medios de 438 $\mu\text{S/cm}$, y en los puntos Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) y Canal Guaymaral (CA-7) en la desembocadura al río Bogotá se obtienen valores promedio de 362 y 355 $\mu\text{S/cm}$. Constituyendo de esta manera aguas con un grado de mineralización media. Es de especial interés que el grado de conductividad en las quebradas o tributarios de los humedales de Torca y Guaymaral sean mucho más bajos que lo reportado en los diferentes canales de nuestro sistema.

Los sólidos disueltos totales en comparación con las quebradas aumentaron en la época seca con valores medios de 207,6 mg/L, lo cual se pudo dar por la disminución en el caudal y la turbulencia de la corriente, lo cual hizo que los sólidos disueltos se concentren en una fracción más reducida de agua y haya menos dispersión. Esta condición incide directamente en la conductividad, ya que hay menos movimiento de las partículas.

- **Escenario Humedal**

En el escenario del humedal según lo observado en la Figura 2-217 en general se presentan niveles de conductividad y sólidos disueltos relativamente altos con un valor promedio de 395 $\mu\text{S/cm}$. Solamente en los puntos de monitoreo humedal Torca – Occidental (CA-2) y humedal Torca Oriental (CA-3) se reportaron conductividades más bajas de la media con valores de 226 y 216 $\mu\text{S/cm}$.

Como se pudo observar anteriormente, los afluentes o tributarios a los humedales de Torca y Guaymaral al aportan agua con un nivel de mineralización medio-bajo y al interior del complejo del humedal se presentan procesos fisicoquímicos asociados a los sólidos disueltos que pueden concentrar los iones presentes en el agua, haciendo mayor el nivel de conductividad. Esta condición se ve reflejada en las mediciones reportadas en los canales de salida del sistema hasta la desembocadura del río Bogotá.

Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental Decreto 1076/2015, ni tampoco es un parámetro dentro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

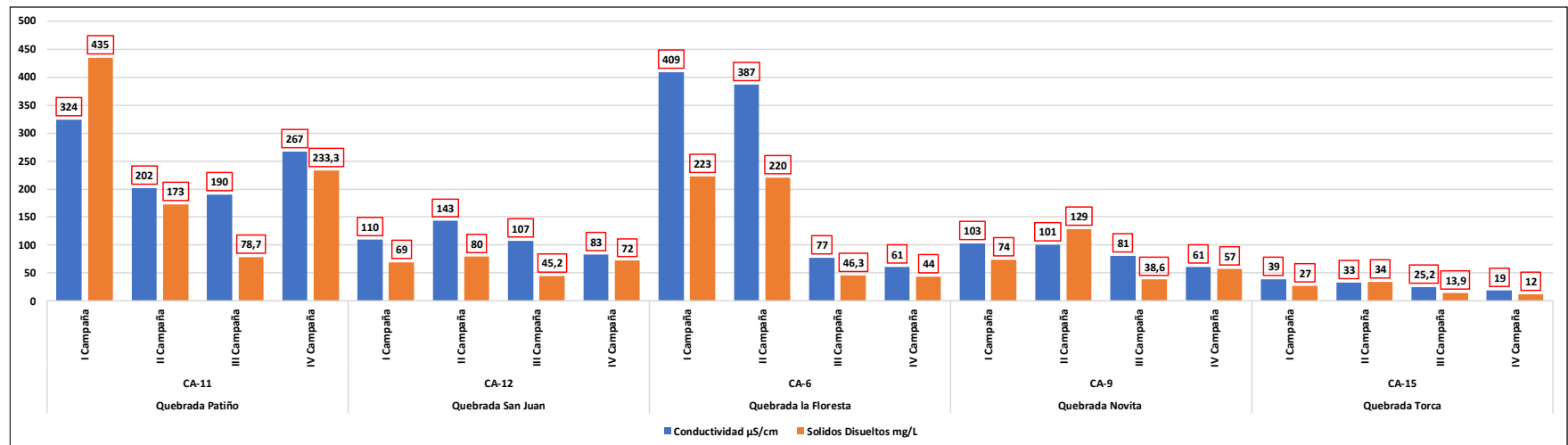


Figura 2- 216. Resultados conductividad y solidos disueltos escenario quebradas 1. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

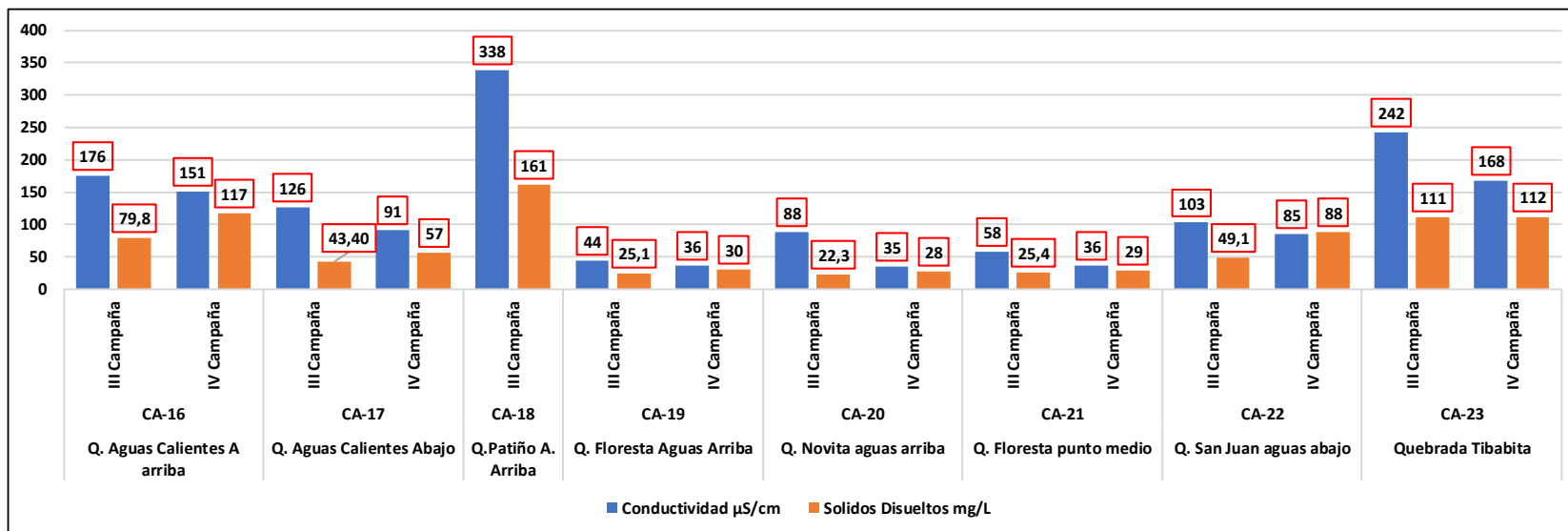


Figura 2- 217. Resultados conductividad y solidos disueltos escenario quebradas 2. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

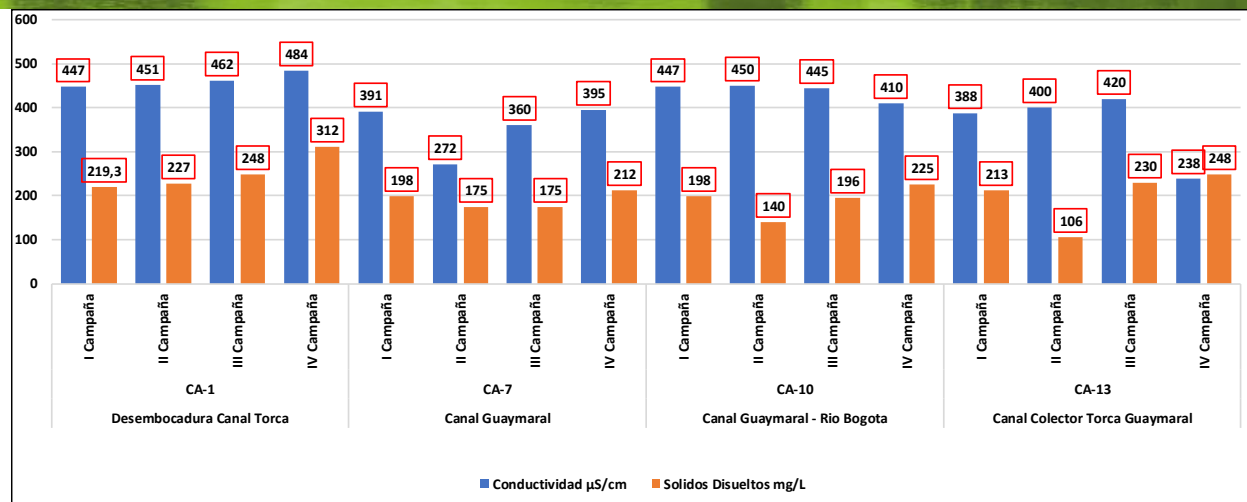


Figura 2- 218. Resultados conductividad y sólidos disueltos - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

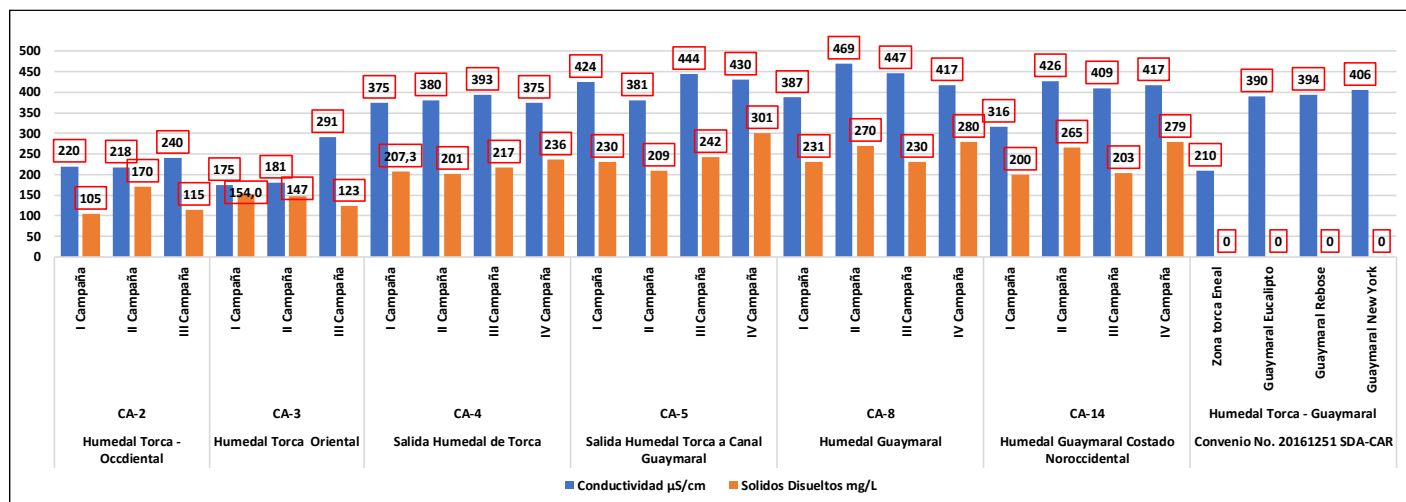


Figura 2- 219. Resultados conductividad y sólidos disueltos - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.4 Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables están formados por partículas más densas que el agua, pero que se mantienen en suspensión debido a la fuerza de arrastre causada por el movimiento o turbulencia de una corriente (Sawyer et al., 2001).

Muchos procesos industriales arrojan en sus afluentes cantidades apreciables de estos materiales influyendo adversamente en los cuerpos de aguas receptoras obstruyendo el paso de la luz solar, por lo tanto, disminuyen la actividad fotosintética de las plantas acuáticas trayendo como consecuencia la disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, lo que induce a la creación de un estado anaerobio indeseable. Estas materias sedimentables puedan ser determinadas y reportadas en peso o en volumen.

- **Escenario Quebradas**

Los valores de sólidos sedimentables determinados para el escenario de las quebradas se presentan en la Figura 2-220. Dichos valores en su mayoría arrojaron valores de concentración menores a 0,1 mg/L (menor al límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio). Solamente las quebradas Patiño (CA-11), Aguas Calientes aguas abajo (CA-17) y San Juan aguas abajo (CA-22) presentaron valores medios de 14,5, 0,2 y 1,3 mg/L respectivamente. De esta manera se observa que los afluentes o tributarios que ingresan al sistema de los humedales de Torca y Guaymaral y al canal de Guaymaral hasta su desembocadura al río Bogotá presentan sólidos sedimentables muy bajos, con aguas que podrían contener una baja turbidez o partículas que, debido a su elevada masa, se precipiten por acción de la gravedad. En los casos en donde hay concentraciones atípicas del parámetro como en el caso de la quebrada Patiño, son generalmente sólidos no reactivos que están compuestos en su mayoría por material como arenas, gravas y flocs en estado estable.

- **Escenario Canales**

Los sólidos sedimentables determinados para el escenario de canales están representados en la. En general este escenario presenta un comportamiento similar al descrito en el escenario de las quebradas, donde se reportan en la mayoría de las mediciones concentraciones inferiores a los 0,1 mg/L (menor al límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio). Solamente se presentan concentraciones relativamente importantes en los puntos Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) y en el canal Guaymaral (CA-7) antes de la desembocadura al río Bogotá en las campañas de monitoreo II donde se presentan valores de 1,5 y 0,7mg/L que son consideradas muy bajas.

Acorde con lo anterior, estas concentraciones no generan restricciones de uso ni indica contaminación por sólidos sedimentables en los canales.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Humedal**

Los valores y el comportamiento de los sólidos sedimentables determinados para el escenario de humedal se presentan Figura 2-221. Al igual que en el escenario de quebradas y canales, la mayoría de las mediciones registradas presentan concentraciones inferiores a los 0,1 mg/L (menor al límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio). Los puntos humedal Torca – Occidental (CA-2), humedal Torca Oriental (CA-3) y la Zona Torca Eneal presentaron concentraciones medias del parámetro con un valor de 2mg/L. A pesar de lo anterior son concentraciones de solidos sedimentables que no constituyen ningún grado de restricción al humedal.

Acorde con el comportamiento de los escenarios con respecto al parámetro, las concentraciones reportadas no generan ningún tipo de restricciones de uso a la normatividad ambiental Decreto 1076 de 2015, ni tampoco es un parámetro dentro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

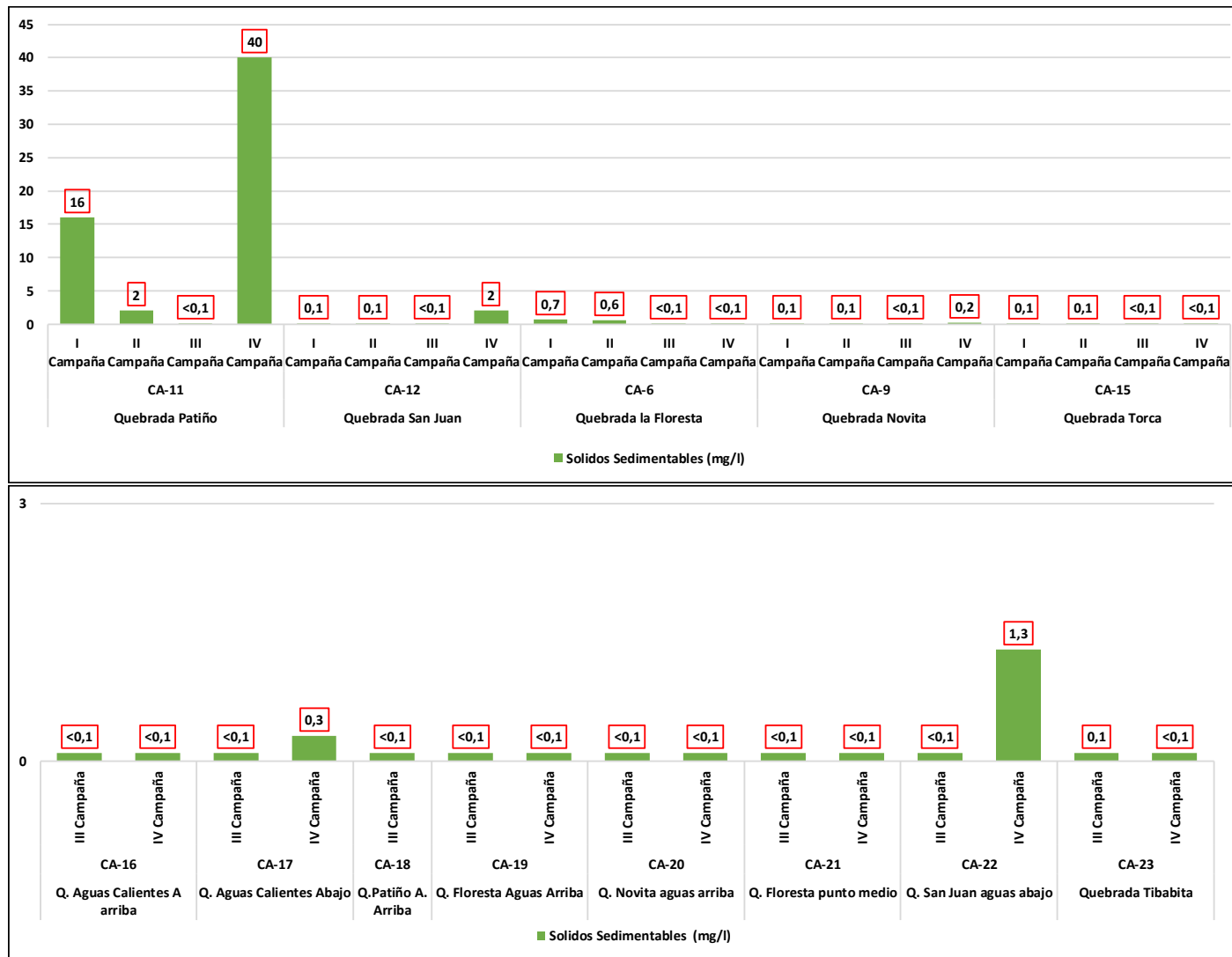


Figura 2- 220. Resultados solidos sedimentables - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

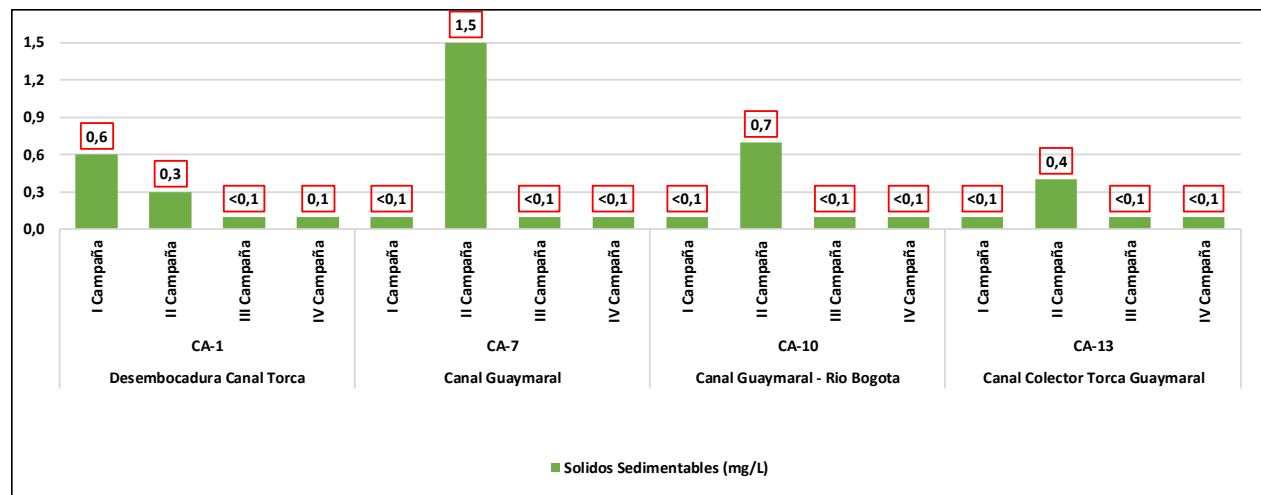


Figura 2- 221. Resultados sólidos sedimentables - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

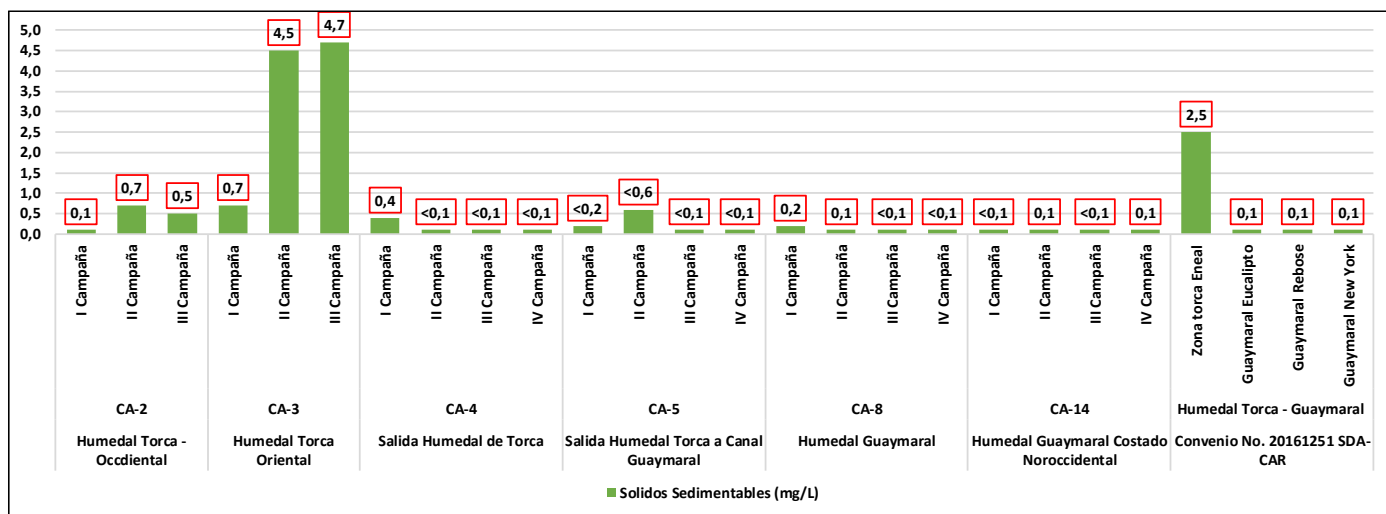


Figura 2- 222. Resultados sólidos sedimentables escenario humedales. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.5 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Este parámetro está conformado por partículas más densas que el agua, que se mantienen suspendidas dentro de ella, se constituye en una medida indirecta de la turbidez, los cuerpos lóticos tienden a presentar menor valor en este parámetro.

Los Sólidos Suspendidos Totales, están compuestos por partículas de origen orgánico e inorgánico; así como líquidos inmiscibles (Gomez, 2003). Las principales características de estas partículas, además de estar influenciadas por la turbidez, es que generan un aspecto al agua no tan agradable a la vista, proveen un refugio para el transporte de agentes químicos que pueden ser tóxicos y agentes biológicamente activos precursores de enfermedades.

- **Escenario Quebradas**

Los resultados de laboratorio obtenidos para el escenario de quebradas se presentan en la Figura 2-223, los SST reportaron concentraciones que se encuentran entre los 2 mg/L en la quebrada La Floresta (III Campaña) y los 880 mg/L en la quebrada Patiño (IV Campaña), se presenta un valor medio del parámetro de 18 mg/L exceptuando los valores atípicos de las quebradas Patiño y San Juan. Las concentraciones de SST tienen una relación directa con la turbiedad, el agua toma una apariencia oscura debido a una alta concentración de partículas en suspensión, es decir una alta turbiedad.

De acuerdo con los resultados presentados, las quebradas: Aguas calientes (CA-17), Patiño (CA-11), San Juan (CA-12) y San Juan aguas abajo (CA-22) presentan concentraciones de SST que en algunas campañas de monitoreo excedente lo establecido como objetivo de calidad (50 mg/L), el valor medio de concentración del parámetro en estos cuerpos de agua es de 34 mg/L. Este promedio no contempla las mediciones atípicas de SST en la IV Campaña de la quebrada Patiño (880mg/L) y quebrada San Juan (228mg/L). A Pesar de lo anterior, es de especial interés que en esta IV Campaña la quebrada San Juan aguas arriba también allá presentado un valor relativamente alto del parámetro (71mg/L) y por su parte la quebrada Patiño aguas arriba (CA-18) allá reportado un valor de acuerdo con la media (23mg/L). Es difícil predecir de manera acertada el comportamiento de las altas concentraciones de SST en los tributarios, sin embargo observando la mayoría de los datos y las tendencias de las mediciones se podría asumir a un evento en particular de vertimiento de aguas residuales domésticas, residuos sólidos o desprendimiento de materiales de arrastre del lecho.

Por otra parte, las quebradas Novita (CA-9), Tibabita (CA-23) y Torca (CA-15) tributarios al canal de Guaymaral se presentaron como poco turbias e incoloras, asociadas a la baja concentración de SST con un valor promedio de 16mg/L.

- **Escenario Canales**

El comportamiento del parámetro para el escenario de canales está representado en la Figura 2-224, los SST reportaron concentraciones que se encuentran entre los 7 mg/L en la desembocadura canal de Torca (II Campaña) y los 54 mg/L en el canal Guaymaral (II Campaña), el valor medio del parámetro se establece con un valor de 22,5 mg/L.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El canal de entrada a los humedales de Torca y Guaymaral, Desembocadura Canal Torca (CA-1) presenta un incremento de SST en la III y IV Campaña de monitoreo con valores de 38 y 48 mg/L respectivamente. En los canales Colector Torca Guaymaral (CA-13) así como el Canal Guaymaral - Río Bogotá se presentan concentraciones medias del parámetro de 18 mg/L que no son característicos de aguas turbias. Por otra parte, el Canal Guaymaral (CA-7) antes de la desembocadura al río Bogotá presenta concentraciones correspondientes al valor medio anteriormente mencionado, excluyendo el valor atípico de la II Campaña de medición con un valor de 54mg/L.

- **Escenario Humedal**

Los resultados de laboratorio obtenidos para el escenario de humedal se presentan de manera gráfica en la Figura 2-225. Los SST reportaron concentraciones que se encuentran entre los 5 mg/L en el humedal Sector Guaymaral (II Campaña) y los 4792 mg/L en el humedal Sector Torca Oriental (III Campaña). El valor medio de las concentraciones de SST para los puntos de monitoreo en general presenta una media de 18,8 mg/L, lo anterior exceptuando los resultados atípicos en los puntos humedal Torca – Occidental (CA-2) (III Campaña), humedal Torca Oriental (CA-3) (III Campaña) y en la zona Torca Eneal cuyas concentraciones fueron de 507, 4792 y 225,7 mg/L respectivamente.

Para el caso del punto humedal Torca Oriental (CA-3) (III Campaña) donde se presentan los mayores valores del parámetro, se puede atribuir este hecho al bajo nivel de caudal y el nivel de material partículas de lecho o material de fondo con la cual se tomó la muestra de análisis.

Teniendo en cuenta el comportamiento de los diferentes escenarios, en general se puede asumir que el parámetro SST es aportado al sistema del humedal en una baja a mediana escala teniendo como referencia el objetivo de calidad de la resolución 3162 de 2015 (50mg/L) por medio de sus afluentes o tributarios. También se observa que el humedal en sus condiciones actuales (ecosistémicas, geomorfológicas e hidráulicas) no tiene tanta capacidad para asimilar y diluir la turbiedad que recibe por parte de sus afluentes, dado que las concentraciones de los canales son muy similares a la reportada al interior del humedal. Es de especial interés el comportamiento del parámetro en el punto de humedal Torca Oriental (CA-3) y zona Torca Eneal dado que en esos puntos se presentan concentraciones relevantes de Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables.

Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental del Decreto 1076/2015. Por otra parte, si está incluido dentro de parámetro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015, el cual establece una concentración máxima de 50mg/L. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo quebradas Patiño (CA-11), San Juan (CA-12), San Juan Aguas abajo (CA-22), Canal Guaymaral (CA-7), humedal Torca – Occidental (CA-2), humedal Torca Oriental (CA-3), humedal sector Guaymaral (CA-8) y Zona Torca Eneal excedieron la norma.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

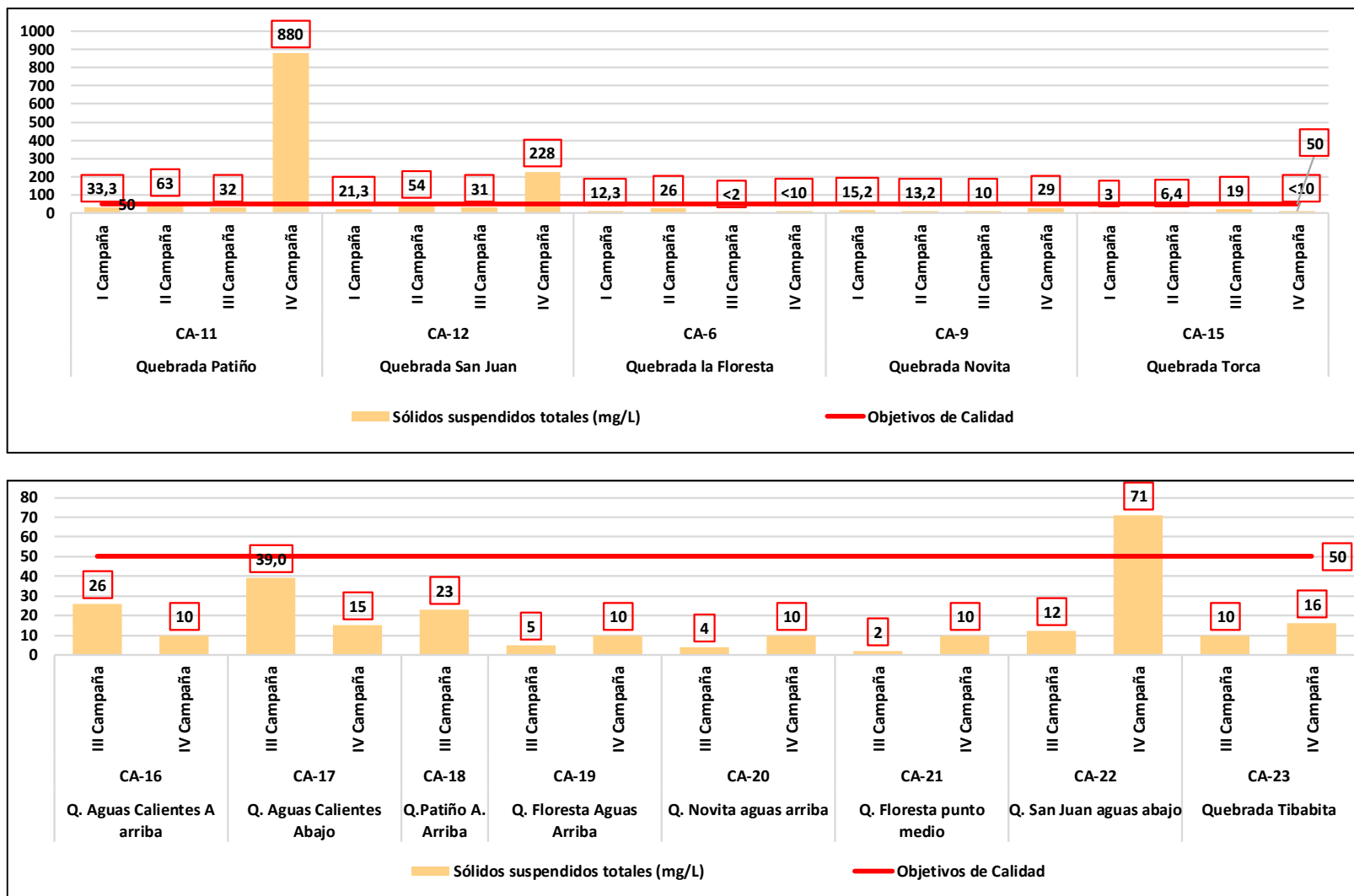


Figura 2- 223. Resultados sólidos suspendidos totales- escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

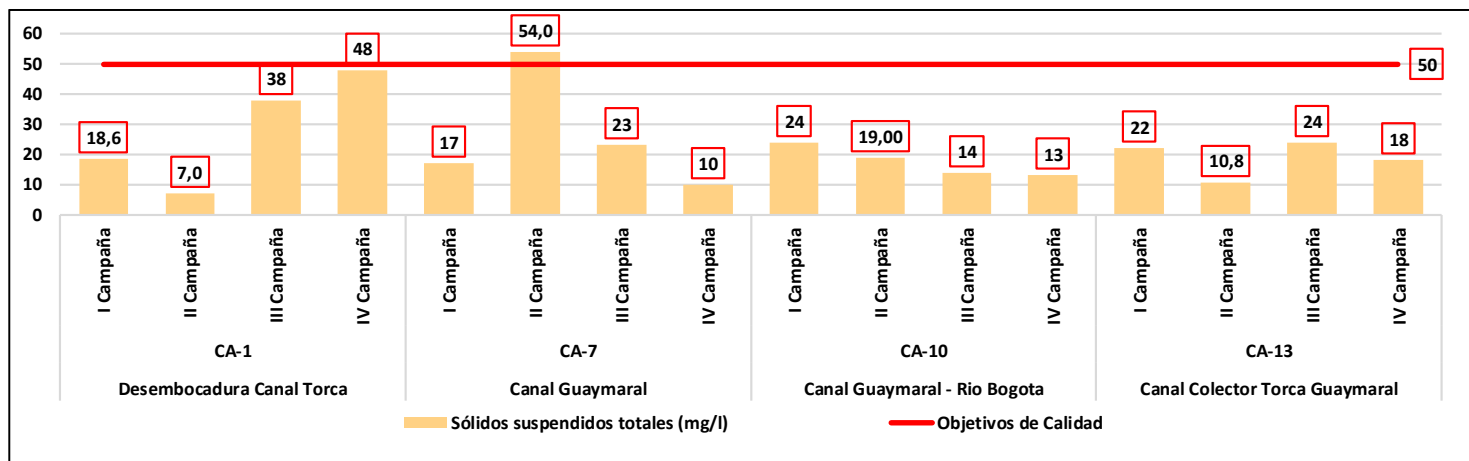


Figura 2- 224. Resultados solidos suspendidos totales - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

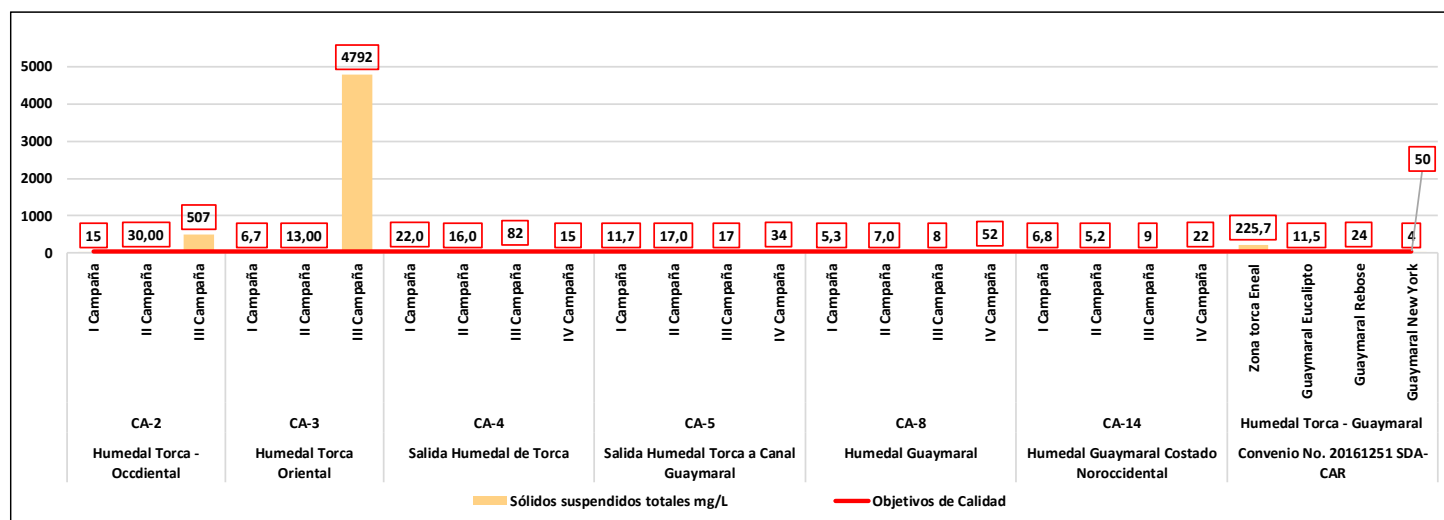


Figura 2- 225. Resultados solidos suspendidos totales - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.6 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD), como su nombre lo dice, corresponde al oxígeno que se encuentra disponible en el agua. Este parámetro es uno de los indicadores más importantes de calidad de agua debido a que provee el desarrollo de vida en los cuerpos de agua. La principal fuente de oxígeno es la interacción aire-líquido, este se da por turbulencia en los cuerpos loticos, mientras que en los cuerpos lenticos la principal fuente son los procesos de fotosíntesis. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática (ver Tabla 2-124).

Tabla 2- 124. Escalas de OD y su relación con la calidad del agua.

| Nivel de OD (mg/L) | Calidad del Agua |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,0 – 4,0 | MALA: Algunas poblaciones de peces y macroinvertebrados empezarán a bajar |
| 4,1 – 7,9 | ACEPTABLE: Preservación de flora y fauna aguas cálidas. |
| 8,0 – 12,0 | BUENA |
| >12,0 | El agua presenta aireación asistida (aireación artificial o en caso de no presentar, inconsistencia en el muestreo o análisis de la muestra) |

Fuente: Center for Innovation in Engineering and Science Education (CIESE) 2006

- **Escenario Quebradas**

Los valores de oxígeno disuelto determinados en el escenario de quebradas se ven representados en la Figura 2-226, en ellos se presentan las concentraciones que fluctúan entre 0,6 mg/L y 7,4 mg/L siendo ambos valores reportados para la quebrada Patiño.

El valor de concentración media del oxígeno disuelto para las quebradas tiene un valor de 4,47 mg/L. Las mediciones realizadas aguas arriba en las quebradas Aguas Calientes (CA-16), Patiño (CA-18), Floresta (CA-19), Floresta punto medio (CA-21) y Novita (CA-20) presentaron una concentración media de 5,19mg/L. Por otra parte, las mediciones realizadas aguas abajo de los correspondientes afluentes, que son aquellos que ingresan al complejo del humedal o a los canales, presenta una concentración media de 4,13 mg/L haciendo evidente que, a mayor altura, con un nivel de intervención antrópico menor sobre las quebradas y con condiciones ambientales (geomorfológicas, ecosistémicas e hidráulicas) más favorables, los cuerpos de agua pueden presentar un mejor nivel de oxígeno. A pesar de lo anterior, una concentración de 5,19mg/L sigue siendo un valor muy sesgado y limitante para promover y favorecer la preservación de la flora y fauna sobre las rondas de las quebradas y también para procesos de oxidación al interior del cuerpo de agua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Canales**

Los valores de oxígeno en el escenario de canales se representan en la Figura 2-227. Estos valores fluctúan entre 0,2 mg/L en el Canal Guaymaral para desembocar al río Bogotá (III Campaña) y 2.54 mg/L en el Canal Guaymaral. El valor medio de la concentración de oxígeno disuelto en los canales presenta un valor de 1,1 mg/L. El canal de entrada al sistema a los humedales de Torca y Guaymaral, Desembocadura Canal Torca (CA-1) presenta una concentración media de 1,5 mg/L. Mientras que el de salida, Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) tiene un valor promedio de 0,7mg/L. Finalmente, el Canal Guaymaral (CA-7) antes de su desembocadura con el río Bogotá presenta una concentración de 1,3mg/L. Estos hechos nos permiten concluir, que la calidad del agua de los canales con respecto al parámetro es mala para preservar un ecosistema acuático. A pesar de que en algunos tramos se tiene interacción de oxígeno disuelto por medio de las quebradas Novita, Tibabita y Torca.

- **Escenario Humedal**

Los valores de oxígeno disuelto reportados en el escenario del humedal están graficados en la Figura 2-228. Estos valores fluctúan entre 0,3 mg/L y 7,18 mg/L en el humedal Sector Torca en la III y II Campaña respectivamente).

Es relevante observar que en los puntos humedal Torca – Occidental (CA-2), humedal Torca Oriental (CA-3), Salida humedal de Torca (CA-4), Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-5) y Zona Torca Eneal se presenten condiciones muy bajas de oxígeno disuelto con un valor medio de 1,8mg/L. También es importante resaltar que en los puntos humedal Guaymaral (CA-8), (CA-14), Guaymaral Eucalipto, Guaymaral Rebose, Guaymaral New York se presenten concentraciones mayores con un valor medio de 5,1mg/L. A pesar de lo anterior, los humedales de Torca y Guaymaral; en sus mejores zonas de oxígeno disuelto en el agua, presenta una condición muy limitada para el establecimiento y la permanencia de ecosistemas acuáticos, así como la preservación de la flora y fauna local.

Una de las posibles razones ante dichas diferencias es el nivel de intervención antrópica al que está sometido el complejo del humedal actualmente, con la presencia de descargar residuales domésticas, residuos sólidos y otros elementos reactivos.

De acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en el artículo 2.2.3.3.9.10 las condiciones de oxígeno reportadas en las quebradas, canales y humedal del sistema Torca y Guaymaral, no son del todo óptimas para el desarrollo de la vida acuática y ecosistémica, así como para la preservación de la flora y fauna, dado que en la mayoría de los registros se presentaron concentraciones de oxígeno de 5 mg/L o inferior.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

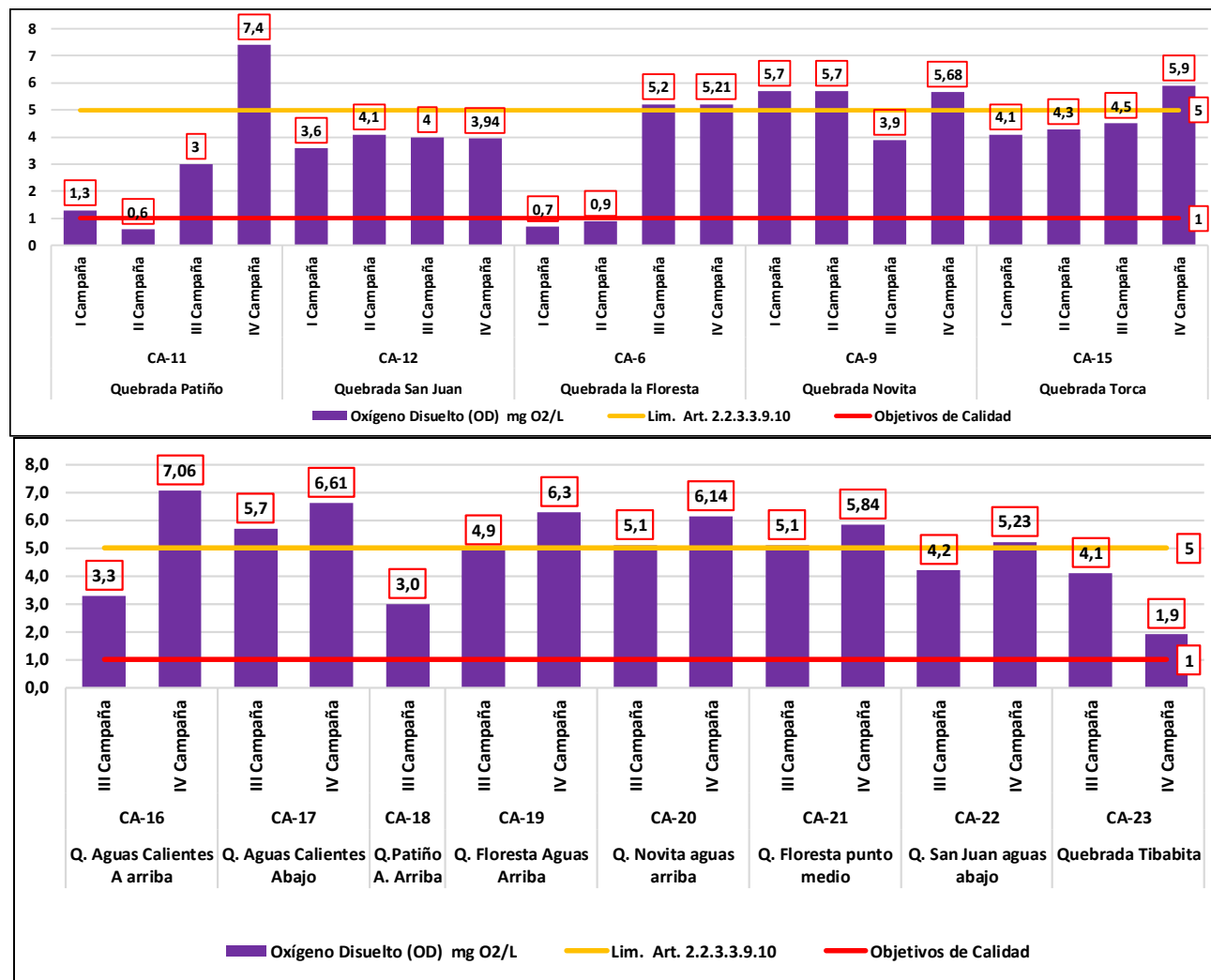


Figura 2- 226. Resultados de oxígeno disuelto - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

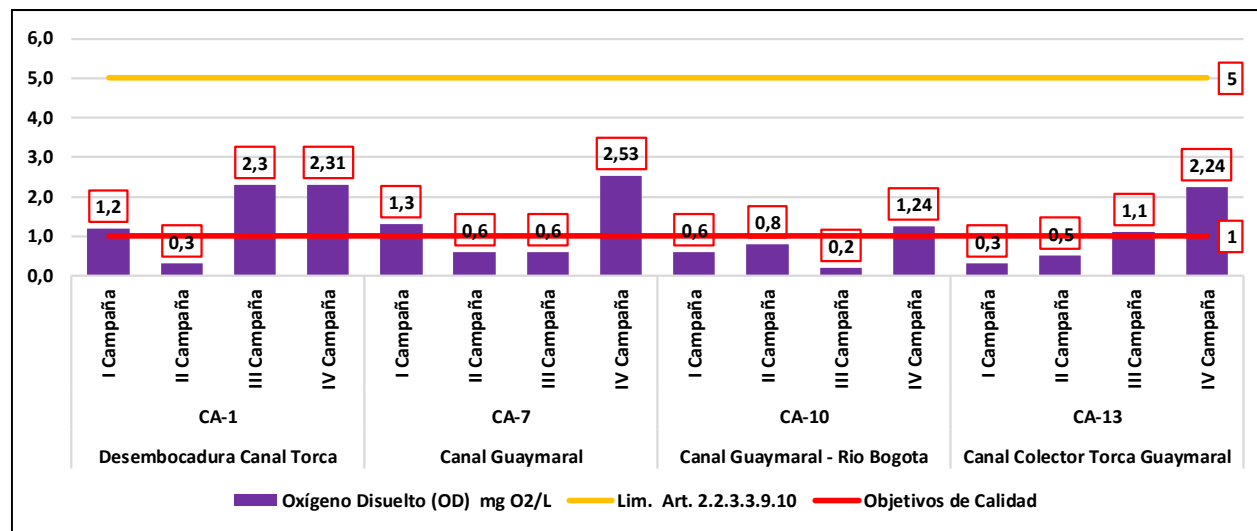


Figura 2- 227. Resultados de oxígeno disuelto - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

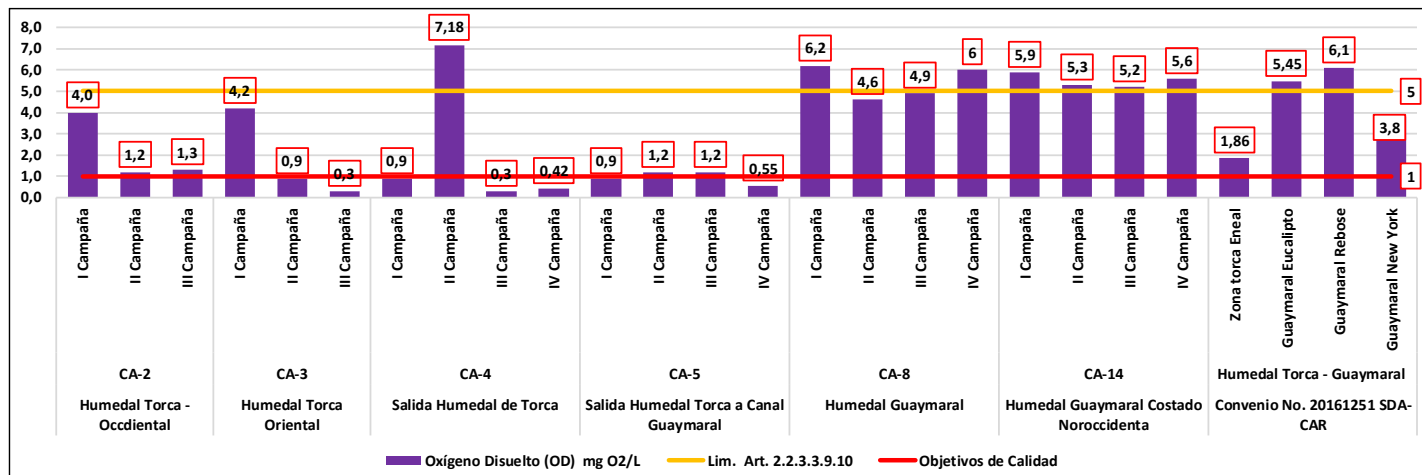


Figura 2- 228. Resultados de oxígeno disuelto - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.7 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DBO se define como la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para descomponer la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas. Esta prueba sirve para cuantificar la contaminación de aguas domésticas e industriales con materia orgánica en términos de requerimiento de oxígeno (Sawyer & McCarty, 2001). Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Existe un índice que indica que tipo de aguas se están analizando, el cual se obtiene con la relación (DBO/DQO) si esta es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se asume como un vertido orgánico (ONU, 2009).

Existe materia orgánica que se puede oxidar por procesos biológicos para la cual aplica la prueba de DBO, pero existe otra que no puede degradarse por este medio o puede demorar un tiempo muy prolongado, y por ello se pone en contacto con agentes fuertemente oxidantes como el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). El resultado es la determinación de la cantidad de desechos en términos de toda la cantidad de oxígeno requerido para oxidar estos desechos y llevarlos a dióxido de carbono y agua considerando que la mayoría de la materia orgánica se oxida por estos agentes oxidantes (Sawyer & McCarty, 2001).

Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Existe un índice que indica que tipo de aguas se están analizando, el cual se obtiene con la relación (DBO/DQO) si esta es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se asume como un vertido orgánico (ONU, 2009).

- **Escenario Quebradas**

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 2-229, los valores de DBO₅ para la mayoría de los puntos monitoreados del escenario de quebradas se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio (<5 mg/L). El mayor valor de la DBO lo arrojan las quebradas Floresta (CA-6) y Patiño (CA-11) con un valor de 39 mg/L posiblemente asociado al uso directo para ganadería de viviendas cercanas al cauce. El valor medio de las concentraciones de DBO, para las quebradas monitoreadas que reportaron valores mayores a los límites de detección es de 17,5 mg O₂/L. Con respecto a los valores de la DQO, también se presentaron mediciones en las quebradas por debajo del límite de detección de los equipos (<15 mg O₂/L) y en aquellas en donde se obtuvo mediciones de mayor valor se presenta un valor medio de 48,5 mg O₂/L. Con respecto a dichas mediciones se consideran importantes las mediciones de la I y IV Campaña de monitoreo de la quebrada Patiño en donde se registran valores de 374 y 286,6 mg O₂/L. Este resultado puede estar asociado con aguas residuales domésticas y actividades relacionadas con la ganadería de acuerdo con lo evidenciado en campo y el uso del agua predominante para estas actividades.

- **Escenario Canales**

Acorde con los resultados presentados en la Figura 2-230, los valores de DBO₅ presentan un valor medio de 31 mg O₂/L. El canal de entrada al sistema Torca y Guaymaral, Desembocadura Canal Torca (CA-1) presenta una concentración media de 32 mg O₂/L,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

mientras que a la salida del humedal en el Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) se reportan valores promedios de 27 mg O₂/L. En el punto cercano a la descarga hacia el río Bogotá, Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) se presentan los mayores valores del parámetro con una media estimada de 38 mg O₂/L. Con respecto a la DQO medida en los canales, se presenta un valor medio de concentración de 82 mg O₂/L. Las campañas que tuvieron mayor nivel de DQO fueron las realizadas en época seca entre los meses de julio y agosto, donde se presentan valores relevantes en la Desembocadura Canal Torca (CA-1) y Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) con valores de 192,6 y 100,1 mg O₂/L. Estas mediciones en los canales pueden estar relacionadas con actividades antrópicas y la acción de diferentes vertimientos de aguas residuales domésticas y diferentes vertimientos de residuos sólidos que confluyen en los canales.

- **Escenario Humedal**

Según los resultados presentados en la Figura 2-231, los valores de DBO₅ para algunas de las mediciones realizadas registraron valores que se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio (<5 mg/L). En aquellas en donde se obtienen mayores valores se establece una concentración media de 26 mgO₂/L. Los puntos que establecieron mayores niveles de concentración con respecto a la DBO fueron humedal Torca Oriental (CA-3), Salida humedal de Torca (CA-4) y Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-5) con un valor medio de 45 mg O₂/L. Con respecto a la DQO los puntos que sobrepasaron el límite de detección límite de detección de los equipos (<15 mg O₂/L) presentan concentraciones promedio de 72,4 mg O₂/L, siendo el punto del humedal Guaymaral (CA-14) aquel que registró mayores valores del parámetro con un valor de 225 mg O₂/L.

El comportamiento de los diferentes escenarios descritos nos permite concluir que al sistema Torca y Guaymaral ingresan corrientes hídricas que no presentan altas concentraciones de materia orgánica, en muchos de los casos imperceptibles ante los límites de detección de la técnica utilizada por el laboratorio (<5 mg/L). Sin embargo, al interior del humedal bien sea por el ingreso de las aguas contaminadas Desembocadura Canal Torca (CA-1), la quebrada Patiño (CA-11), vertimientos, descargas u otras afectaciones dispersas o difusas en el área, se comienzan a producir concentraciones importantes de materia orgánica. Estos a su vez son transportados por medio de los colectores y el Canal Guaymaral - Río Bogotá hasta su desembocadura con el río Bogotá.

Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental del Decreto 1076 de 2015. Pero si está condicionado a los límites expuestos por los objetivos de calidad de la Resolución 3162 que establecen un máximo de 80 mg O₂/L para el parámetro DBO y un valor máximo de 200 mg O₂/L para el parámetro DQO. Observando el cumplimiento de estos lineamientos la quebrada Patiño (CA-11), la Desembocadura Canal Torca (CA-1), el Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) y Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) exceden los establecido para el parámetro DBO. Mientras que nuevamente la quebrada Patiño (CA-11) y el humedal Guaymaral (CA-14) presentan valores en sus campañas de monitoreo que sobrepasan la norma para el parámetro DQO. El anterior comportamiento refleja la relación directa que existe entre los cuerpos de agua y los vertimientos que deterioran el recurso hídrico.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

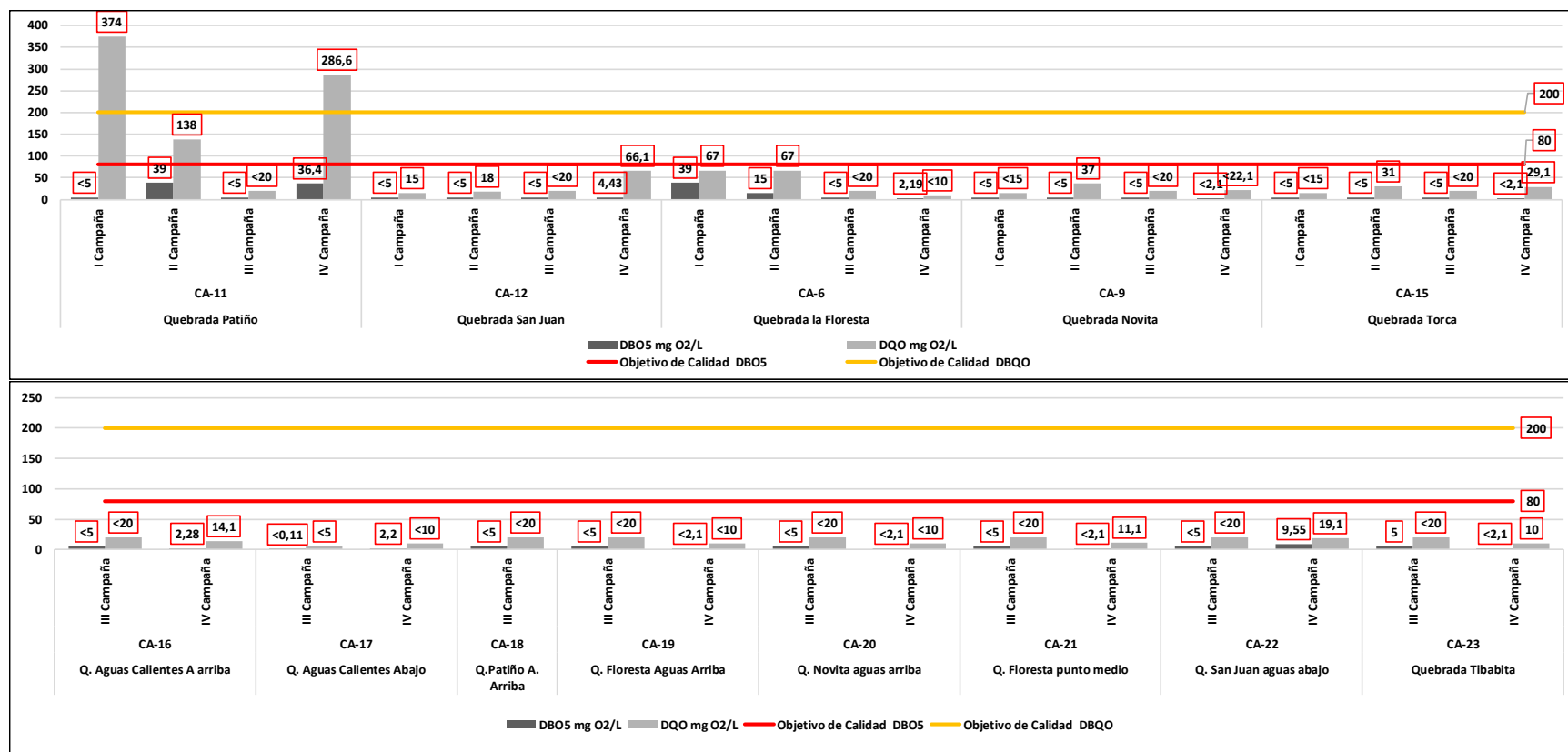


Figura 2- 229. Resultados de DBO y DQO - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

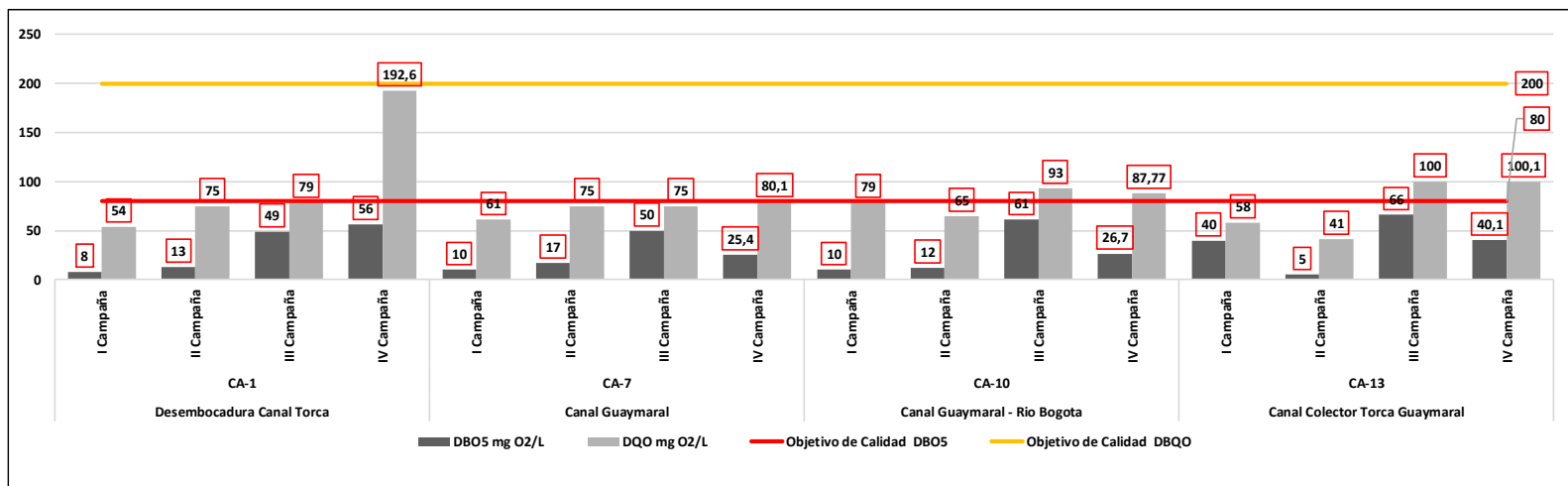


Figura 2- 230. Resultados de DBO₅ y DQO - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

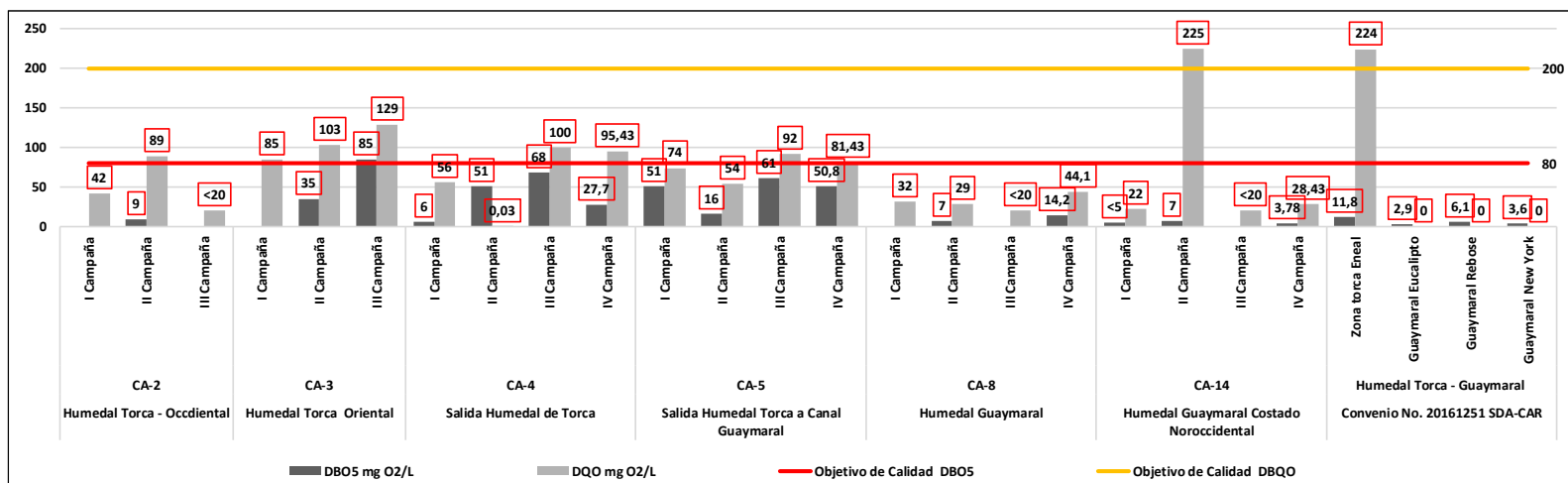


Figura 2- 231. Resultados de DBO₅ y DQO - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.8 Nitratos

Como resultado de los procesos de nitrificación catalizados por los microorganismos, el amoníaco (NH_3) y el ion amonio (NH_4^+) se oxidan a nitrato (NO_3^-) en ambientes aerobios, ya que es el estado de oxidación más alto; por otro lado, en ambientes anaerobios, el nitrógeno se encuentra como amoníaco, amonio y nitrito (NO_2^-), último presente generalmente en ambientes reducidos donde el nitrógeno no se convierte completamente a amoníaco.

La presencia de compuestos nitrogenados se puede dar por la escorrentía de ríos y cursos de agua de las tierras agrícolas (Baird, 2004), así como vertimientos generados a los cuerpos de agua.

- **Escenario Quebradas**

El comportamiento de los nitratos en las diferentes campañas de medición se ve reflejado en la Figura 2-232. Para el escenario de quebradas en general las mediciones realizadas tienen un valor medio estimado de 0,35 mg NO_3 /L. Cuando existen fuertes niveles de intervención y afectación antrópica sobre los cuerpos de agua superficial, estos pueden reportar concentraciones hasta 5 mg NO_3 /L. Sin embargo, en ninguna de las quebradas medidas se obtienen concentraciones del parámetro en este orden de magnitud. Solamente se presenta como valor máximo el registrado por la quebrada Patiño (CA-11) en la I Campaña de medición con un valor de 0,8 mg NO_3 /L. Es importante aclarar que a pesar de no sobrepasar el valor de 1 mg NO_3 /L, la quebrada Patiño está condicionada para generar procesos de eutroficación en sus cuerpos receptores.

- **Escenario Canales**

Con respecto a los canales, el comportamiento de las concentraciones del parámetro está representado en la Figura 2-233. Las mediciones obtenidas para los nitratos establecen valores medios de 0,52 mg NO_3 /L. Cuando la concentración de este tipo de parámetros sobrepasa los 0,2 mg NO_3 /L, se empiezan a generar procesos de eutroficación en el agua (Ramirez, 2011); en ese orden de ideas, el registro máximo sobre los canales se presenta en la entrada del sistema del humedal, desembocadura del Canal de Torca (CA-1) en la I Campaña con un valor reportado de 1,0 mg NO_3 /L, el cual podría estar aportando niveles significativos de nitratos para generar procesos de eutroficación del agua. Este tipo de concentraciones se pueden establecer principalmente por la afectación del recurso de las actividades antrópicas cotidianas como las prácticas ganaderas, vertimientos de aguas residuales domésticos, disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, actividad industrial etc.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Humedal**

Con respecto a los humedales, el comportamiento del parámetro se presenta en la Figura 2-234. Al igual que en los dos anteriores escenarios se presentan concentraciones relativamente bajas con respecto a lo establecido por la normatividad vigente. El valor medio de las mediciones tiene un valor de 0,5 mg NO₃ /L. Donde la mayor concentración se reportó en el punto de humedal Torca Oriental (CA-3) con un valor de 1,1 mg NO₃ /L. A pesar de lo anterior, el humedal en varios puntos presenta condiciones favorables para los procesos de eutroficación del agua, ya que se reportaron valores del parámetro superior a los 0,2 mg NO₃ /L, como es el caso del punto humedal sector Torca – Occidental que presenta un valor de 0,3 en la III Campaña de medición y la salida humedal de Torca (CA-4) que en la I Campaña presenta un valor de 1 mg NO₃ /L.

De acuerdo con el comportamiento de los diferentes escenarios y puntos monitoreados, el parámetro de nitratos genera cumplimiento ante los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 los cuales establecen un valor de concentración del parámetro de 10 mg NO₃ /L. Con respecto a los objetivos de calidad de la Res. 3162 del 2015, este parámetro no está considerado.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

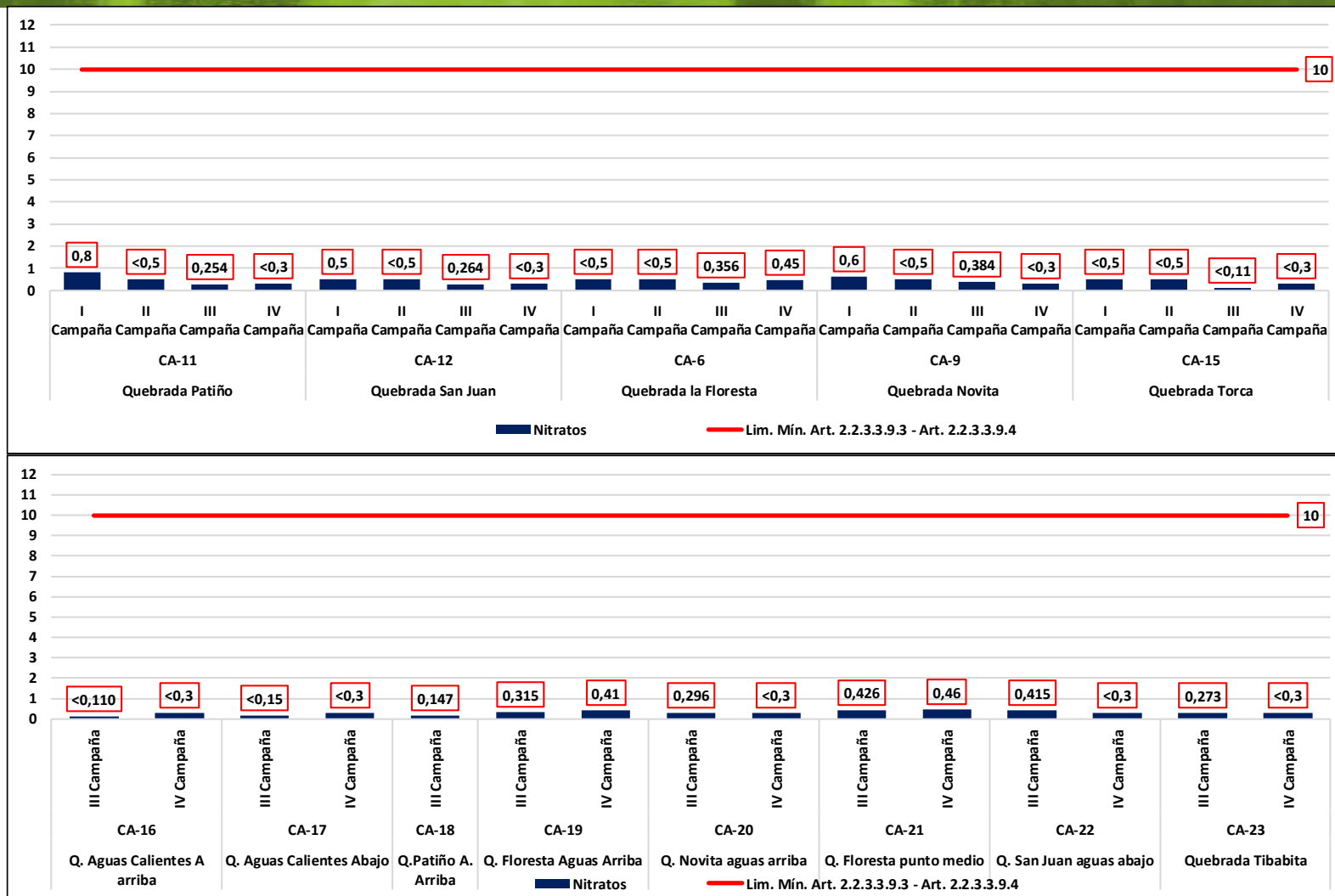


Figura 2- 232. Resultados de nitratos - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

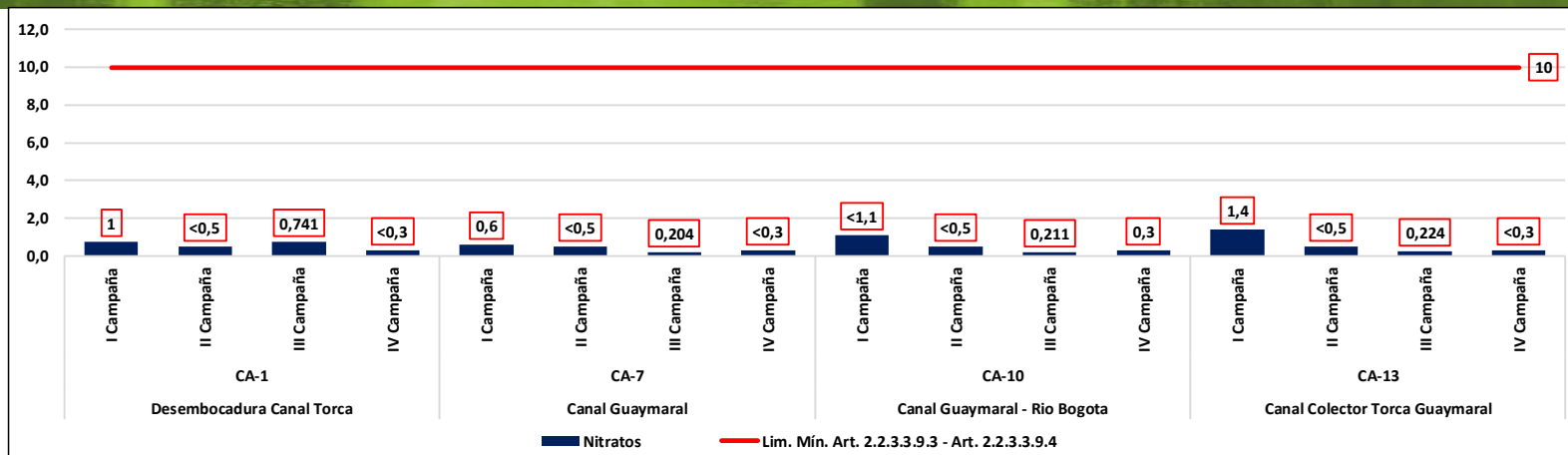


Figura 2- 233. Resultados de nitratos - escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

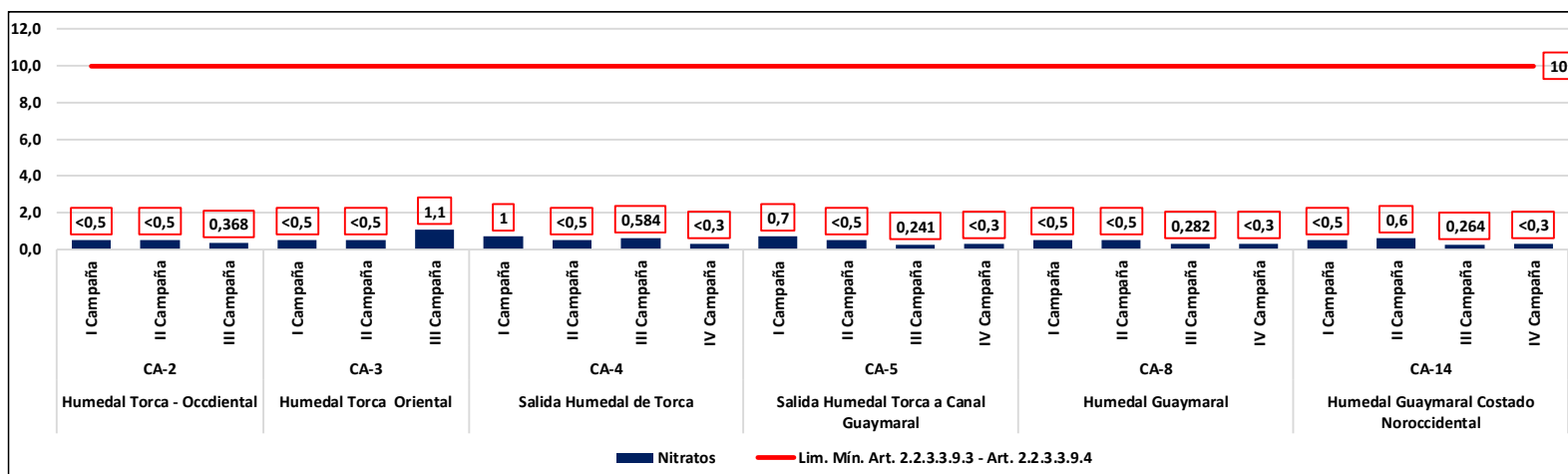


Figura 2- 234. Resultados de nitratos - escenario humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.9 Nitrógeno Total

El nitrógeno total es una medida de todas las varias formas de nitrógeno que se encuentran en una muestra de agua. El nitrógeno es un nutriente necesario para el crecimiento de plantas acuáticas y algas. No todas las formas de nitrógeno pueden ser utilizadas fácilmente por las plantas acuáticas y las algas, especialmente el nitrógeno vinculado con materia orgánica disuelta o partículas. El símbolo químico para el nitrógeno es N, y el símbolo para el nitrógeno total es TN. El nitrógeno total consiste en formas inorgánicas y orgánicas. Las formas inorgánicas incluyen el nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), el amoníaco (NH_4^+) ionizado, no incluye el amoníaco no ionizado (NH_3), y gas del nitrógeno (N_2). Los aminoácidos y las proteínas son formas orgánicas naturales de nitrógeno. Todas las formas de nitrógeno son inofensivas a los organismos acuáticos excepto el amoníaco no ionizado y el nitrito, que puede ser tóxico para los peces. El nitrito no es generalmente un problema en los cuerpos de agua, sin embargo, si hay bastante oxígeno disponible en el agua para que se oxide, el nitrito puede ser convertido fácilmente a nitrato. (IDEAM, 2013)

- **Escenario Quebradas**

En la Figura 2-235 se presenta el comportamiento de los valores de nitrógeno total y su correlación para los diferentes puntos monitoreados en el escenario de quebradas, concluyendo que todos los drenajes donde se realizó la toma y análisis de muestra para el parámetro de nitrógeno arrojaron un valor que se encuentran por debajo del valor límite de detección de la técnica empleada por el laboratorio ($< 5 \text{ mg/L}$), sin embargo la quebrada la Floresta en la IV Campaña de monitoreo registra un valor de $27,3 \text{ mgN/L}$ una concentración alta que puede indicar que existe contaminación de origen orgánico precedente de vertimientos de agua residual doméstica, industriales o producida por la escorrentía que arrastra fertilizantes (Ramirez, 2011).

- **Escenario Canales**

Con respecto al escenario de canales, su comportamiento se presenta en la Figura 2-236. En Donde en algunos casos se presentan valores medidos por debajo del valor límite de detección de la técnica empleada por el laboratorio ($< 5 \text{ mg/L}$), sin embargo, a diferencia del escenario de quebradas, los canales en general presentan varias mediciones con valores altos, como es el caso de la desembocadura del canal de torca (CA-1) en la IV Campaña el cual registra un valor de $32,5 \text{ mgN/L}$. También se presentan concentraciones relevantes en los demás canales los cuales presentan valores medios del parámetro $13,7 \text{ mgN/L}$, los cuales exceden la norma del objetivo de calidad del parámetro (8 mgN/L). Las mayores mediciones del parámetro se presentan en la III y IV Campaña de medición lo que hace ver que en época seca (julio-agosto) se observan las mayores concentraciones de nitrógeno en los canales. Elevadas concentraciones del parámetro pueden suceder dada la existencia de contaminación de origen orgánico precedente de vertimientos de agua residual doméstica, industriales o producida por la escorrentía que arrastra fertilizantes (Ramirez, 2011).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Humedal**

El escenario del humedal se encuentra representado en Figura 2-237. En algunos registros se presentaron valores por debajo del valor límite de detección de la técnica empleada por el laboratorio ($< 5 \text{ mg/L}$), sin embargo, en la Salida del humedal Sector Torca al Canal Guaymaral (CA-5) se presenta el valor más alto con $23,7 \text{ mgN/L}$. También el punto de la Salida humedal de Torca (CA-4) registra valores altos del parámetro con un valor de $18,8$ y $20,9 \text{ mgN/L}$ en la III y IV Campaña de monitoreo respectivamente.

Es de especial interés el comportamiento representado del nitrógeno total en el sistema Torca y Guaymaral, dado que las entradas o afluentes al sistema así como los procesos o interacciones que se establecen al interior del humedal no generan mayoritariamente concentraciones altas del parámetro, sin embargo en el escenario de los canales parece existir un elemento externo que proyecta y aumenta la concentración de los valores de nitrógeno los cuerpos de agua antes de llegar a la desembocadura del río Bogotá. La presencia externa de compuestos nitrogenados puede ser atribuida a la escorrentía de ríos y cursos de agua de las tierras agrícolas (Baird, 2004), así como vertimientos generados a los cuerpos de agua.

La concentración resultante para cada uno de los puntos monitoreados para los diferentes escenarios (quebradas, canales y humedal) no genera restricciones de uso ni indica contaminación por nitrógeno en los cuerpos de agua, de acuerdo con la normatividad establecida en el Decreto 1076 de 2015. Por otra parte, con respecto a los objetivos de calidad de la Res. 3162 del 2015 la quebrada Floresta (CA-6), la desembocadura Canal Torca (CA-1), Canal Guaymaral (CA-7), Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10), el Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13), Salida humedal sector de Torca (CA-4) y la Salida humedal sector Torca a Canal Guaymaral (CA-5) sobrepasan el límite expuesto de 8 mgN/L .

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

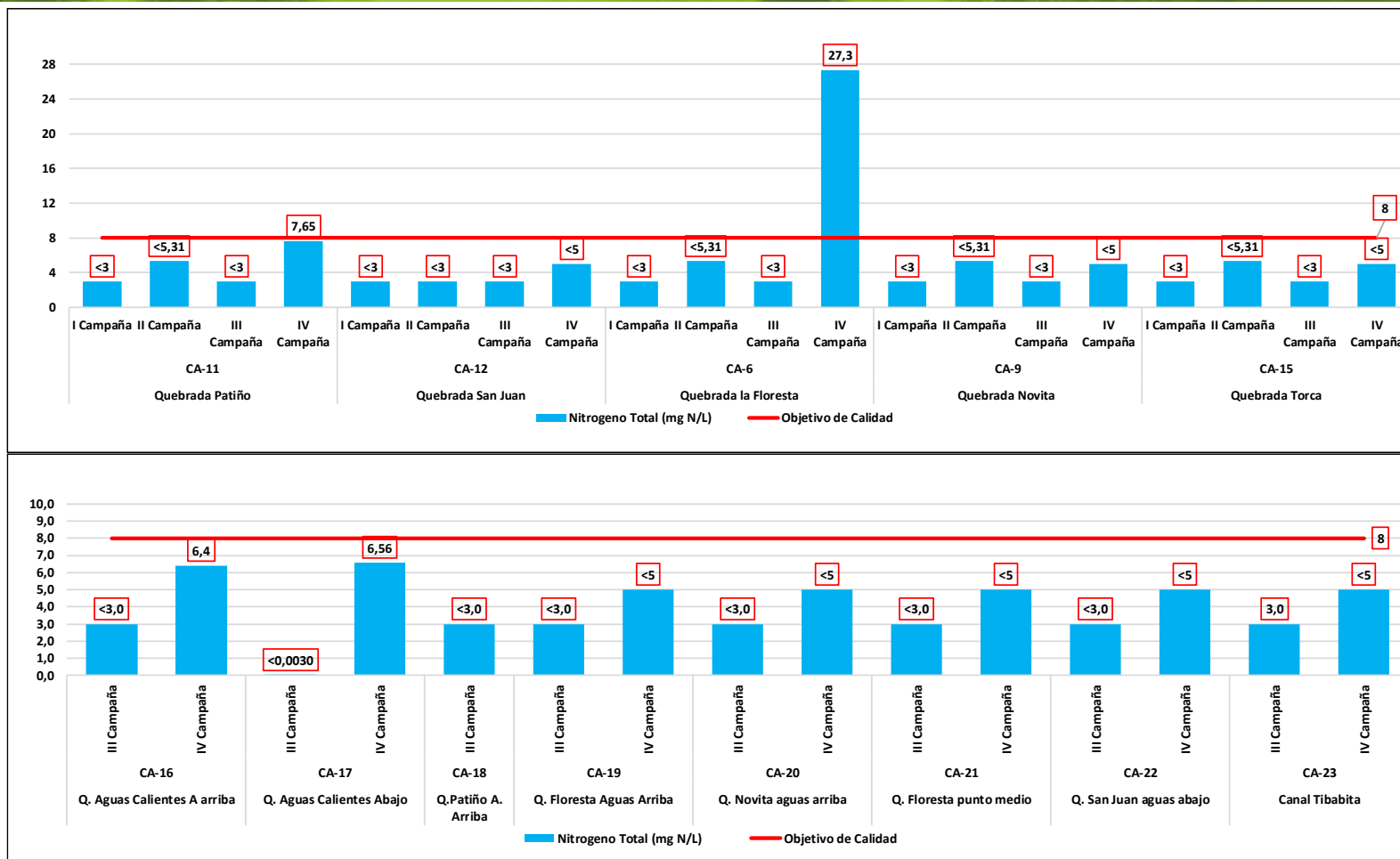


Figura 2- 235. Resultados de nitrógeno total - escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

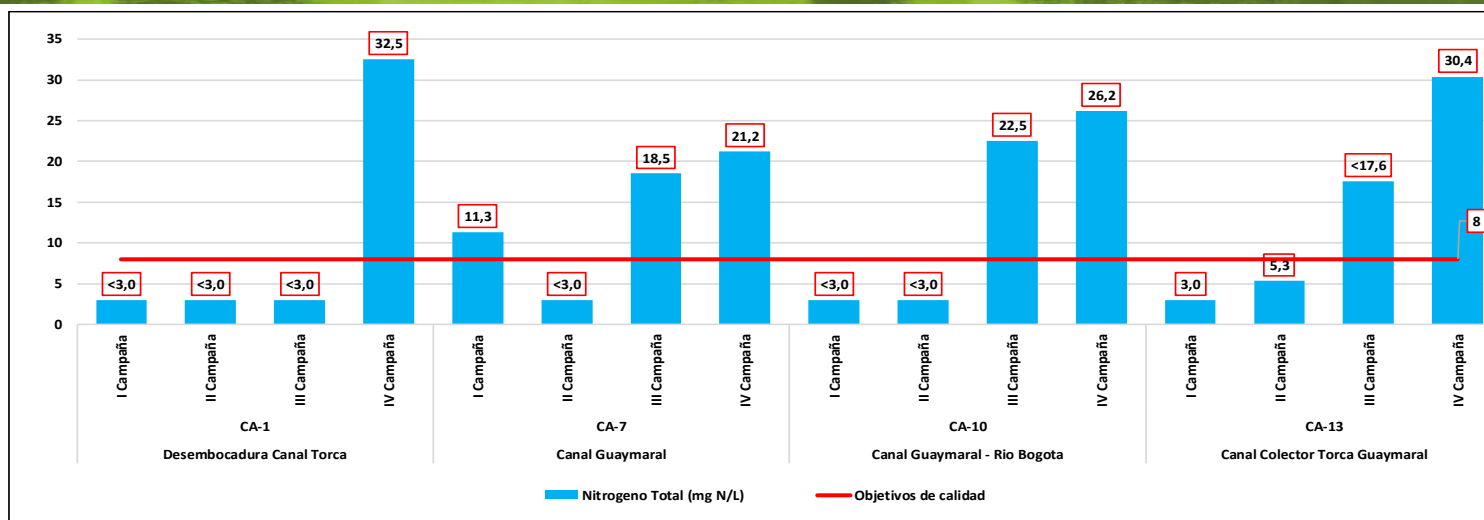


Figura 2- 236. Resultados de nitrógeno total - escenario de canales. Fuente: Elaboración propia.

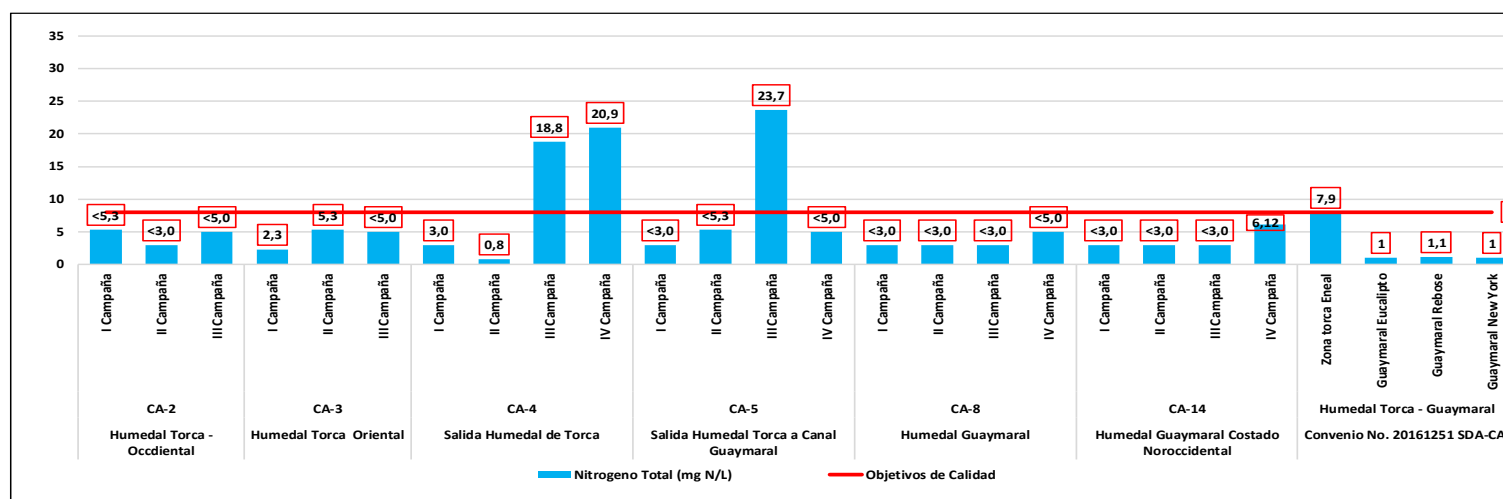


Figura 2- 237. Resultados de nitrógeno total - escenario de humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.10 Fosforo Total

Todos los abastecimientos de agua superficial son base para el crecimiento de pequeños organismos acuáticos. Los organismos libres que flotan y nada, se denominan *plancton*, el cual está compuesto por organismos como *zooplancton* y *fitoplancton*. Este último está formado principalmente por algas y cianobacterias, por su importante contenido de clorofila su crecimiento está limitado por la presencia de nutrientes en el agua. Los principales nutrientes del gua son el nitrógeno y el fósforo. Cuando hay abundancia de estos nutrientes se evidencia en las aguas superficiales la presencia de algas (Sawyer & McCarty, 2001).

- **Escenario Quebradas**

El escenario de quebradas está representado por medio de la Figura 2-238, la mayor concentración de fosforo se presenta en la quebrada Novita (CA-9) y Novita aguas arriba (CA-20) valores de 12 y 1,2 mgP/L. En general todas las mediciones resultaron ser bajas con una media estimada de 0,75 mgP/L.

- **Escenario Canales**

En el escenario de canales de acuerdo con la Figura 2-239, los puntos de monitoreo se caracterizan por presentar una condición que oscila entre 0,29 mgP/L en el Canal Colector Torca – Guaymaral (CA-13) y 2,90 mgP/L en la desembocadura del Canal de Torca (CA-1) al humedal. El valor medio de las concentraciones de fosforo tiene un valor de 1,48 mgP/L, que se consideran relativamente bajas, sin embargo, hay que tener en cuenta que las concentraciones de nitrógeno total en el escenario de canales reporto concentraciones relevantes, que en conjunto con las halladas en fosforo pueden promover con más fuerza procesos de eutroficación en el agua, las cuales están alterando las características fisicoquímicas del recurso hídrico.

- **Escenario Humedal**

Con respecto al humedal el comportamiento del parámetro se halla descrito en la Figura 2-240, donde los valores de fosforo en los puntos humedal Guaymaral (CA-8), humedal Guaymaral Costado Noroccidental (CA-14), Guaymaral Eucalipto, Guaymaral Rebose y Guaymaral New York arrojaron valores en la concentración menores a 0,1 mgP/L que se consideran inferiores al límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio. Por otra parte, en los demás puntos del humedal se registra un valor medio de concentración 1,2 mgP/L, donde las mayores mediciones se presentaron en época seca (julio-agosto) en la Salida humedal de Torca (CA-4).

Como se observó en la descripción de los diferentes escenarios, el comportamiento del fosforo es similar a lo descrito con respecto al nitrógeno total, donde prevalecen concentraciones relevantes en casi en todos los canales y justamente a la Salida humedal de Torca (CA-4) y en la Salida humedal Torca al Canal Guaymaral (CA-5). A pesar de que el fosforo es uno de los parámetros que se encuentra de forma natural en los cuerpos de agua, este elemento en cantidades considerables junto con el nitrógeno puede generar disponibilidad de nutrientes suficientes para promover procesos de eutrofización del recurso hídrico (Rodier et al., 2010).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental Decreto 1076 de 2015, ni tampoco es un parámetro dentro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

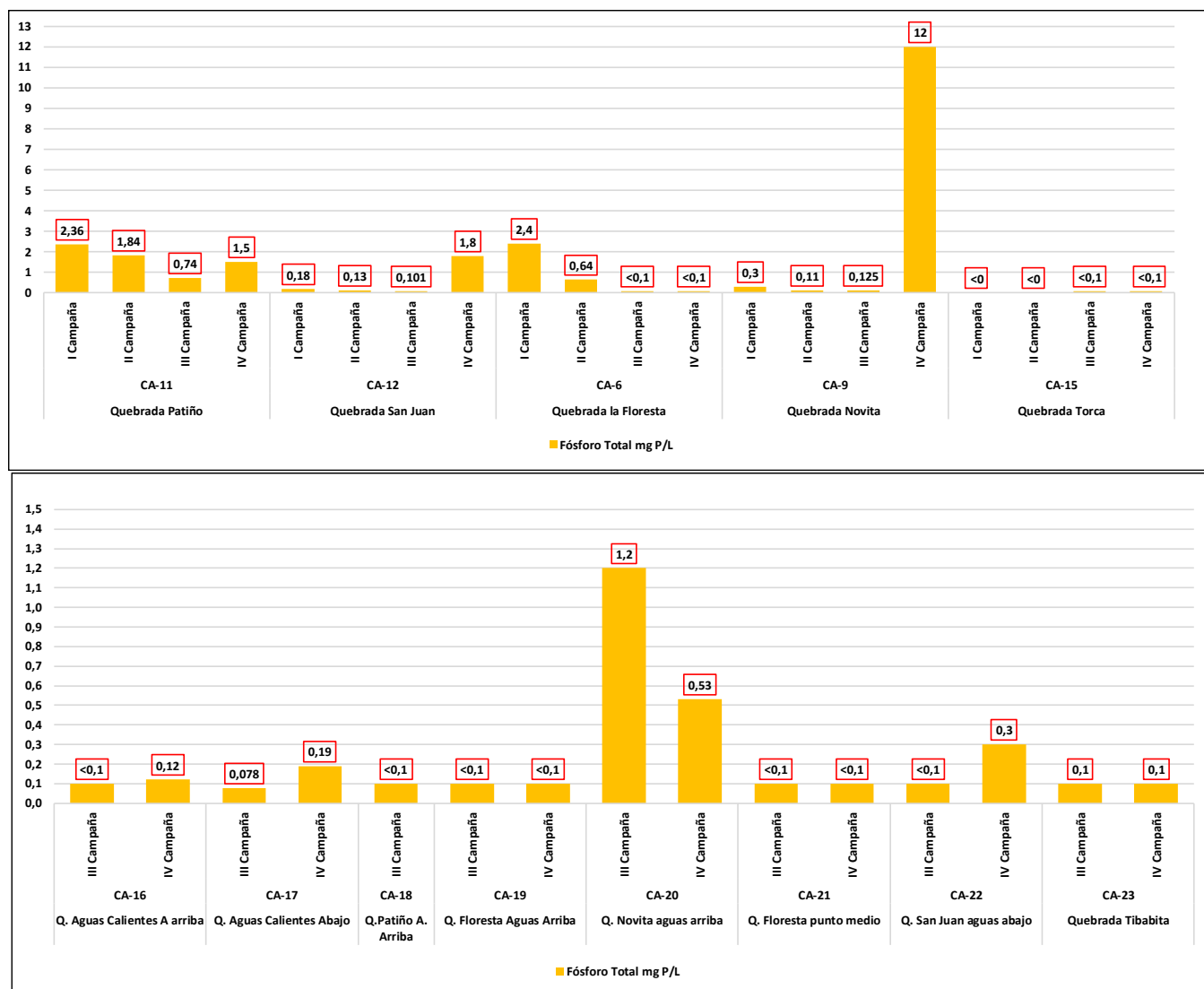


Figura 2- 238. Resultados de fósforo total - escenario de quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

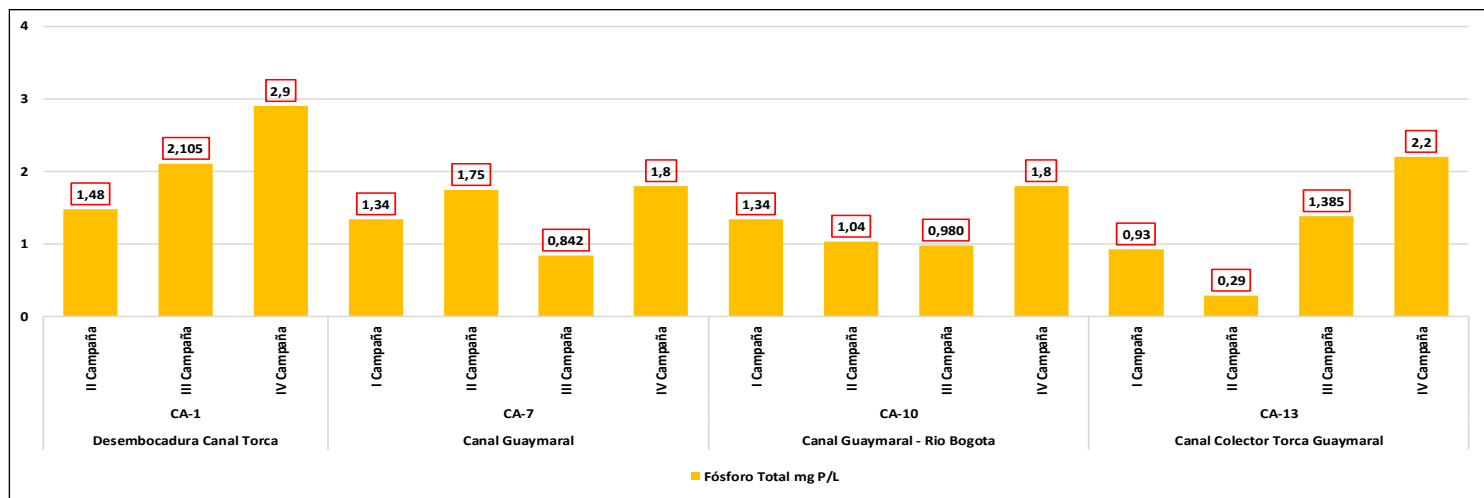


Figura 2- 239. Resultados de fosforo total - escenario de canales. Fuente: Elaboración propia.

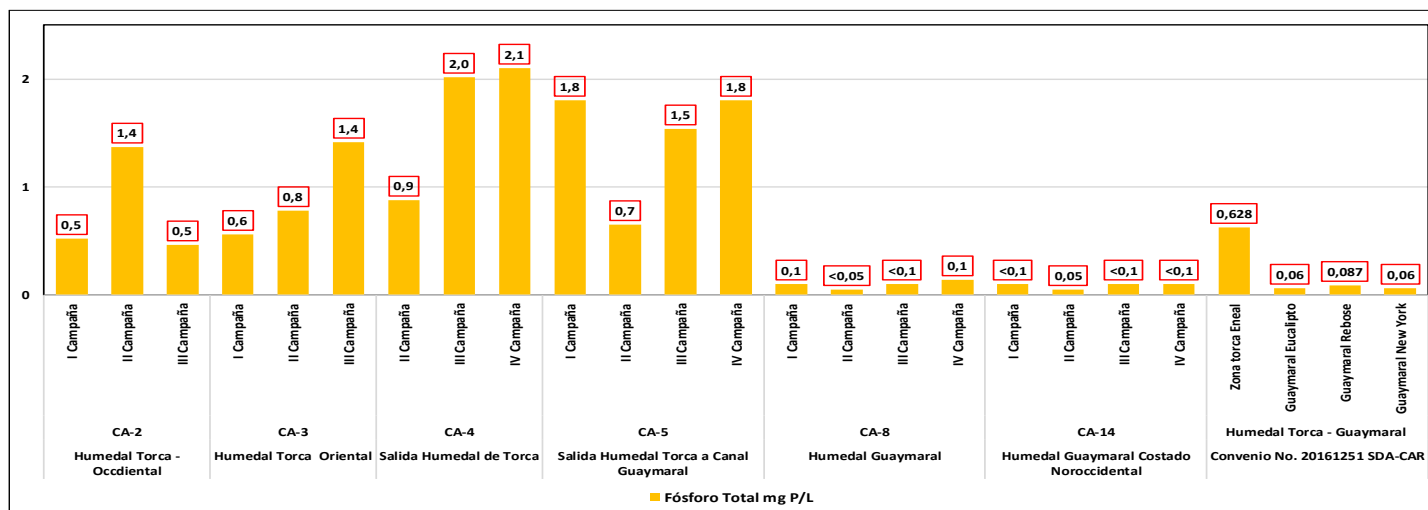


Figura 2- 240. Resultados de fosforo total - escenario de humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.11 Grasas y Aceites e Hidrocarburos Totales

El principal efecto sobre la calidad del recurso se da por su presencia en forma de película sobre la superficie del agua, lo cual dificulta la interacción aire-agua, provocando problemas de difusión y concentración del oxígeno en el agua. Por otro lado, la presencia de hidrocarburos, generalmente se asocia a derrames de tipo industrial y se caracterizan por su alto grado de peligrosidad, en especial los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's) que dificultan de igual forma los procesos de difusión del oxígeno, además de otros problemas directos sobre la biota presente en el agua (adherencia a los individuos, sofocamiento, etc.). (Salamanca & Palacios, 2005, como se citó en Refinería de Cartagena S.A.S., 2019, p. 14).

- **Escenario Quebradas**

Teniendo en cuenta los resultados observados en la Figura 2-241, para el escenario de quebradas la concentración de grasas y aceites e hidrocarburos totales para la mayoría de los puntos de agua monitoreados se consideran bajas debido a que sus reportes presentan concentraciones inferiores a 1,0 mg/L, sin embargo algunos puntos se observa las grasas y aceites en un rango de oscilación entre 0,168 mg/L para la quebrada Aguas Calientes aguas abajo (CA-17) en la III Campaña y 4,2 mg/L para la quebrada la Floresta (CA-6) en la II Campaña, se presenta una concentración media del parámetro de 2,4 mg/L, siendo en época seca (julio-agosto) donde se obtuvieron los resultados más relevantes en todos los tributarios. En cuanto a los valores registrados para Hidrocarburos se observa el valor máximo de 1,4 mg/L en la quebrada Tibabita.

- **Escenario Canales**

En el escenario de canales, la Figura 2-242 muestra el comportamiento de la concentración de grasas y aceites e hidrocarburos totales, donde en algunos de los puntos de agua monitoreados se consideran bajas debido a que sus reportes son menores a 1,0 mg/L, sin embargo, algunos puntos se observa las grasas y aceites en un rango de oscilación entre 1,7 mg/L y 18 mg/L para el Canal Guaymaral en las I y IV Campaña respectivamente, en cuanto a los valores registrados para Hidrocarburos se observa que el parámetro presenta concentraciones en un rango que oscila entre 0,8 mg/L registrado para la desembocadura del Canal de Torca (CA-1) y 4,85 mg/L registrado para el canal colector Torca Guaymaral (CA-13).

- **Escenario Humedal**

Para el escenario de humedal en la Figura 2-243 se presenta gráficamente la concentración de grasas y aceites e hidrocarburos totales, que para algunos de los puntos de agua monitoreados se consideran bajas debido a que sus reportes son menores a 1,0 mg/L, sin embargo en algunos puntos se observa las grasas y aceites en un rango de oscilación entre 1,3 mg/L en el punto del humedal Sector Torca Oriental (CA-3) y 4,8 mg/L para la Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-4), en cuanto a los valores registrados para Hidrocarburos se observa un rango que oscila entre 0,6 mg/L registrado para salida del humedal de Torca (CA-4) y 1,7 mg/L registrado para el humedal Sector Torca Oriental (CA-3).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con la normatividad del Decreto 1076 de 2015, se establece que el agua se debe encontrar sin película visible (SPV), siendo esto acorde con los resultados reportados para la mayoría de los puntos efectivos de muestreo según las observaciones de campo y los análisis de laboratorio, al reportar el límite de la técnica analítica de cuantificación ($<1,40$ mg/L). Sin embargo, algunos de los puntos monitoreados en los escenarios (quebradas, canales y humedal) sobrepasan $>1,40$ mg/L, ya que posiblemente estén asociadas a actividades de aprovechamiento del recurso hídrico (captación con motobombas, lavado y uso directo del recurso en el cauce), vertimientos domésticos e industriales aledaños al área.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Figura 2- 241. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de quebradas.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

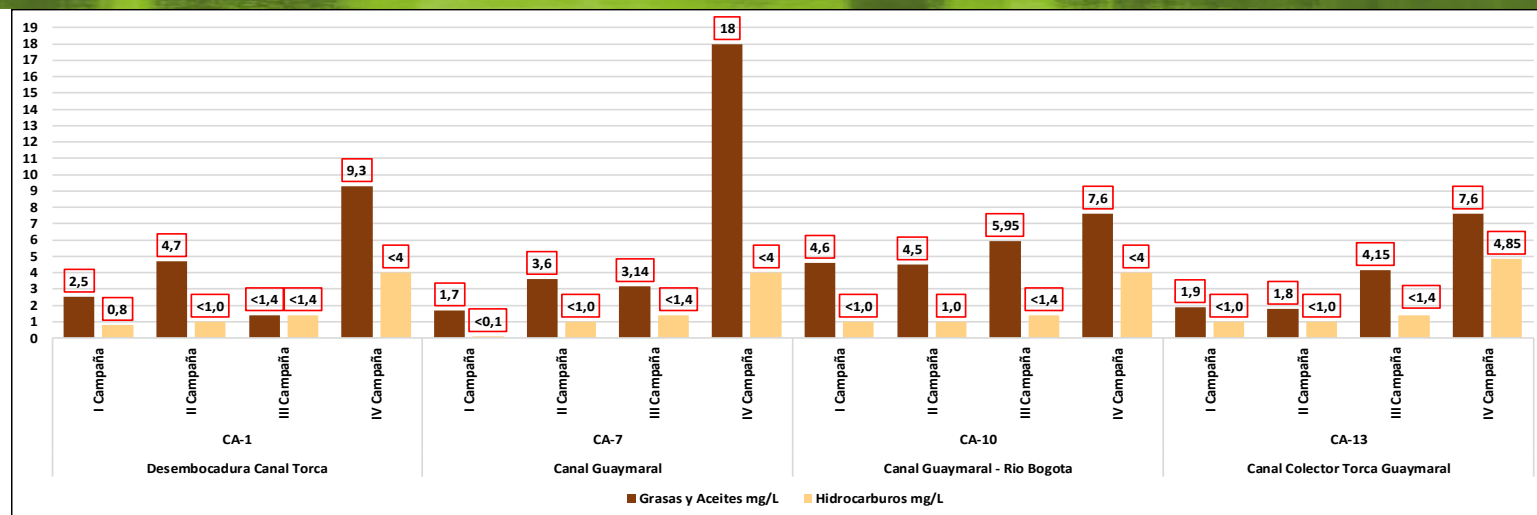


Figura 2- 242. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de canales.

Fuente: Elaboración propia.

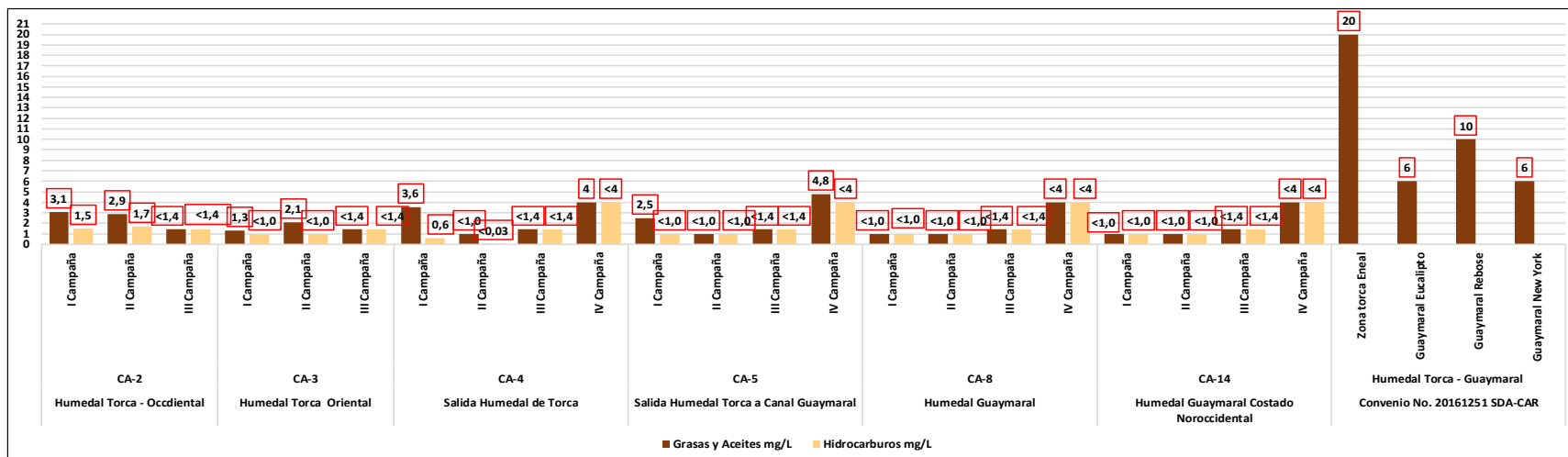


Figura 2- 243. Resultados de grasas y aceites e hidrocarburos totales - escenario de humedal.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.12 Coliformes Fecales

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada por material en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Munn, 2004, como se citó en 2008, Ramos-Ortega, 2008, p. 88).

Las bacterias coliformes se constituyen como el principal indicador del agua, puesto que la densidad de coliformes indica el grado de contaminación y la calidad sanitaria de la misma. Estos microorganismos no son patógenos, pero están asociados a microorganismos que, si lo son. Estas bacterias son más resistentes que las patógenas y por esta razón su ausencia da un índice de la ausencia de microorganismos patógenos. Los coliformes fecales son un buen indicador de la contaminación por excretas de animales y del ser humano, lo que da indicios de la presencia de paracitos y agentes infecciosos (American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA] & Water Pollution Control Federation [WPCF], 2000).

La Organización Mundial de la Salud OMS, ha clasificado el agua de acuerdo con el número más probable (NMP) de coliformes totales en 100 ml, que se presenta a continuación (Roldán Pérez, 1992):

- NMP de Coliformes totales entre 0 y 50. Indica que el agua solo requiere un simple tratamiento de desinfección.
- NMP de Coliformes totales entre 50 y 5.000. Indica que el agua requiere métodos habituales de tratamiento como coagulación y filtración. Agua con un NMP máximo de 200 sirve para fines recreativos, un NMP máximo de 230 junto con un NMP para coliformes fecales de 43, sirve para fines acuícolas. Hasta un NMP de 1.000 indica que el agua es apta para actividades como remo y pesca y un NMP de 5.000 y 1.000 para coliformes fecales como máximo, permite que el agua sea usada en la agricultura.
- NMP de Coliformes totales entre 5.000 y 50.000. Indica que el agua se encuentra contaminada intensamente y requiere tratamientos más activos.
- NMP de Coliformes totales mayores a 50.000. Indica que el agua es inaceptable.

- **Escenario Quebradas**

En la Figura 2-244 se presenta el comportamiento del parámetro en las diferentes campañas de monitoreo, en donde se observa un valor medio de las mediciones de 507,78 NMP/100ml, excluyendo los valores atípicos del parámetro en la quebrada Floresta (CA-6) que reporta dos valores de 24.196 NMP/100ml. Estos resultados se reportan en la I y II Campaña de medición. También se observan concentraciones relevantes en la quebrada San Juan con un valor medio de 1838,8 NMP/100ml y la quebrada Novita con un valor puntual de 1236 NMP/100ml. Del comportamiento anteriormente descrito, en general se observa que las mayores concentraciones del parámetro se obtienen en los puntos aguas abajo de las quebradas. Por otra parte, aguas arriba se presentan concentraciones menores con un valor medio de 286,7 NMP/100ml, haciendo evidente que los cuerpos de agua estén más afectados aguas abajo por las descargas residuales domésticas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Escenario Canales**

Se puede observar en la Figura 2-245 el comportamiento del parámetro en el escenario de los canales, en ella se presenta un valor medio de concentración de coliformes fecales de 12.414 NMP/100 mL, por otra parte, se observa que en época de lluvia (abril-junio) en todos los canales existe una fuerte concentración de coliformes fecales y los valores más altos se presentan un orden de magnitud de 24.196 NMP/100 mL, mientras que en época seca (julio-agosto) se reporta un valor medio del parámetro 632,7 NMP/100 mL. Finalmente, en la desembocadura del Canal Guaymaral al río Bogotá se presenta una concentración media de coliformes fecales de 12.658 NMP/100 mL.

- **Escenario Humedal**

Para el escenario de humedal expuesto en la Figura 2-246, dos (2) de los puntos monitoreados en las diferentes campañas realizadas presentan concentraciones relevantes del parámetro, estas son la Salida humedal de Torca (CA-4) y la Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-5) que reportaron concentraciones de 24.196 NMP/100 mL en época lluvia (abril – junio), los demás puntos del humedal presentaron concentraciones medias de 353 NMP/100 mL, excluyendo los valores atípicos mencionados anteriormente.

Los aportes de coliformes fecales en los distintos escenarios (quebradas, canales y humedal) están asociados a los vertimientos de aguas residuales domésticas que realiza las diferentes comunidades como ausencia de redes de alcantarillado especialmente en aquellos barrios que se han consolidado en la Reserva de forma ilegal.

De acuerdo con el comportamiento de los diferentes escenarios y puntos monitoreados, el parámetro de Coliformes Fecales está regulado mediante el cumplimiento de los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.7 los cuales establecen un valor de concentración del parámetro de 200 y 2000 NMP/100 mL respectivamente. Con respecto a los objetivos de calidad de la Resolución 3162 del 2015, este parámetro también está regulado con un valor límite de 10.000 NMP/100 mL. Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de cuerpos de agua incumplen la norma referente al artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100 mL), mientras que las quebradas San Juan (CA-12), y Floresta (CA-6), todos los canales y los puntos de Salida humedal de Torca (CA-4) y Salida humedal sector Torca a Canal Guaymaral (CA-5) incumplen los límites establecidos por los artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100 mL) y los objetivos de calidad de la resolución 3162 (10.000 NMP/100 mL).

Teniendo en cuenta lo anterior, para los puntos monitoreados en los diferentes escenarios y campañas y en lo que se refiere a este parámetro el agua no cumple con los criterios para consumo humano y doméstico y uso agrícola, para lo cual es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno ya que las coliformes fecales están presentes en las heces humanas y de los animales (Ramirez, 2011).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

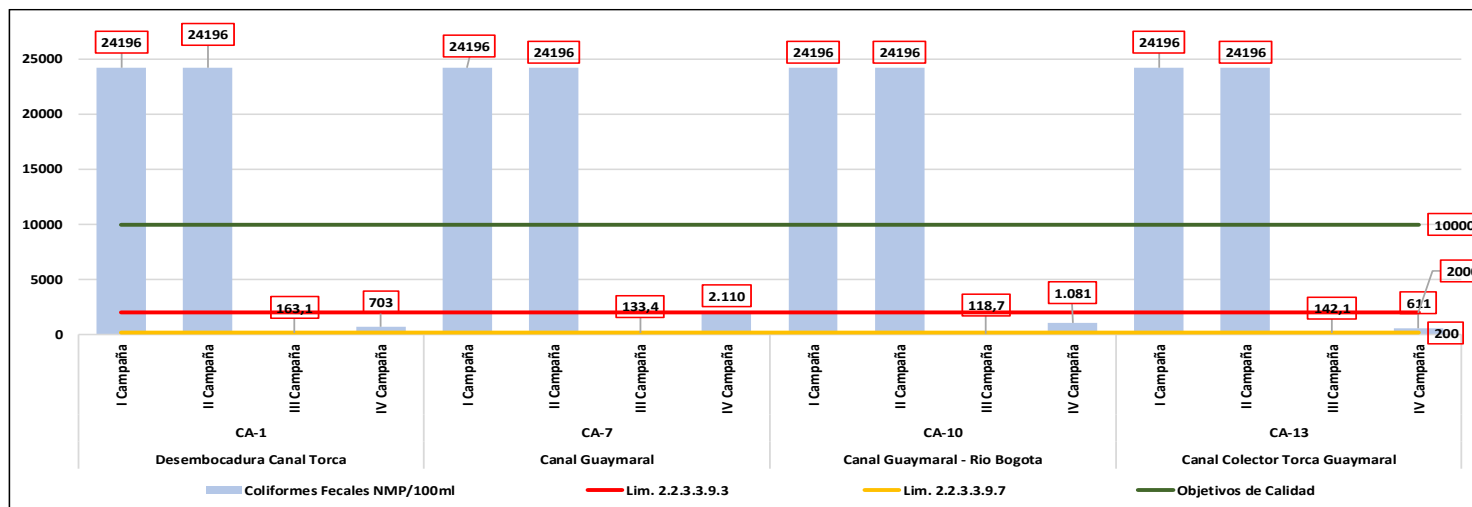


Figura 2- 245. Resultados de coliformes fecales - escenario de canales. Fuente: Elaboración propia.

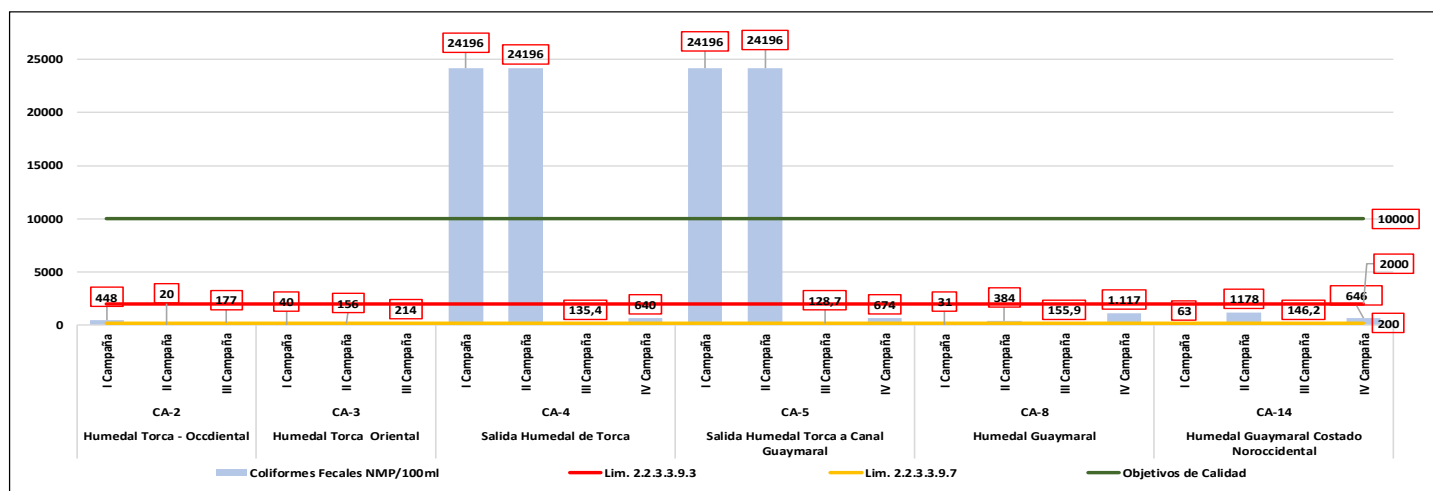


Figura 2- 246. Resultados de coliformes fecales - escenario de humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.13 Coliformes Totales

Las bacterias Coliformes no son microorganismos patógenos, pero están asociados a microorganismos que, si lo son. Estas bacterias son más resistentes que las patógenas y por esta razón su ausencia da un índice de la ausencia de microorganismos patógenos.

La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Marín et al., 2004a, como se citó en 2008, Ramos- Ortega, 2008, p. 88).

- **Escenario Quebradas**

De acuerdo con los resultados obtenidos de coliformes totales se presenta la Figura 2-247, donde se presenta un comportamiento muy similar al obtenido por los Coliformes Fecales en el escenario de las quebradas. De esta manera, se observa que las mayores concentraciones reportadas del parámetro se presentan en la época de lluvia (abril-junio) y son aquellos cuerpos de agua donde sus mediciones fueron realizadas aguas abajo, como es el caso de las quebradas Patiño (CA-11), San Juan (CA-12), Floresta (CA-6), Novita (CA-9) y Torca (CA-15) cuyas mediciones en dicha época presentan un valor de 24.196 NMP/100 mL. Por otra parte, las mediciones realizadas aguas arriba de las quebradas cuentan con un valor medio de 1681,6 NMP/100 mL, teniendo una distribución simétrica en todas las campañas de medición.

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015, solo siete (7) puntos pueden ser empleados para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml). Ellos son: Quebrada Floresta (IV Campaña), quebrada Novita (IV Campaña), quebrada Torca (IV Campaña), quebrada Aguas Calientes A Arriba (CA-16) (IV Campaña), quebrada Floresta Aguas Arriba (IV Campaña), quebrada Novita Aguas Arriba (IV Campaña) y Quebrada San Juan Aguas Abajo (IV Campaña). Con respecto al límite estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: Quebrada San Juan (IV Campaña), Quebrada Novita (I Campaña).

Por otro lado, frente al límite establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: Quebrada Patiño (II Campaña), Quebrada San Juan (I y II Campaña), Quebrada la Floresta (I y II Campaña), Quebrada Novita (II Campaña), Quebrada Torca (I y II Campaña).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Escenario Canales

Con respecto al escenario de canales su comportamiento se presenta en la Figura 2-248, donde se representa el comportamiento del parámetro con una distribución muy similar a la reportada por los coliformes fecales. En general todos los canales asociados al humedal Torca Guaymaral presentan concentraciones relevantes de 24.196 NMP/100 en campañas de monitoreo donde posiblemente se hallan presentado eventos de lluvias (I y II Campaña). Por otra parte, en la época seca (julio-agosto) los puntos de monitoreo dentro del complejo del humedal presentan un valor medio de 3.198 NMP/100. En la desembocadura del Canal Guaymaral al río Bogotá (CA-7) se presenta una concentración media de 16.071 NMP/100. De acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015. Se tiene que ninguno de los puntos de agua monitoreados, puede ser empleado para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Frente al límite estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: Canal Guaymaral (III Campaña). Finalmente, frente al límite establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: Desembocadura Canal de torca (I y II Campaña), Canal Guaymaral (I y II Campaña), Canal Guaymaral – Río Bogotá (I y II Campaña), Canal Colector Torca Guaymaral (I y II Campaña).

• Escenario Humedal

En la Figura 2-249, se presenta el comportamiento del escenario humedal con respecto al parámetro de Coliformes Totales, de manera similar al contexto de coliformes fecales se presentan las mayores concentraciones en la II campaña de medición con valores de 24.196 NMP/100. Por otra parte, en la zona de Torca Eneal se hallan concentraciones importantes del parámetro con un valor de 23.000 NMP/100 y sin tener en cuenta los picos de concentración en los puntos monitoreados se presenta una concentración media de 3.255 NMP/100.

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015. se tiene que ninguno de los puntos de agua monitoreados para el escenario de humedal, puede ser empleado para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml).

Frente al límite estipulado en el artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: humedal Sector Torca Occidental (I Campaña) y humedal sector Guaymaral (I Campaña).

Finalmente, con respecto al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: humedal Sector Torca Occidental (II Campaña), humedal Sector Torca oriental (II Campaña), Salida humedal Sector Torca (I y II Campaña), Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (I y II Campaña), humedal Guaymaral (II Campaña).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

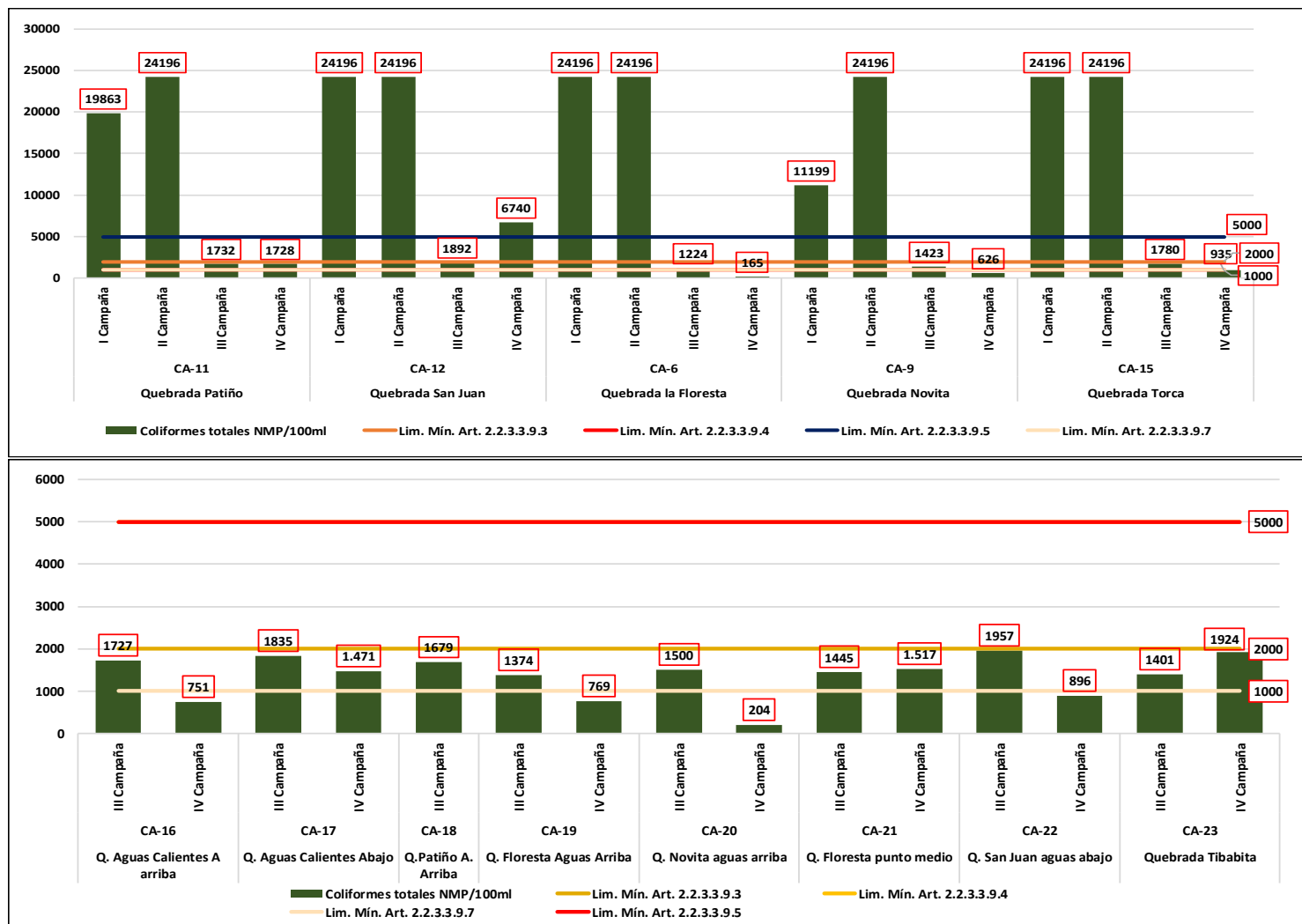


Figura 2- 247. Resultados de coliformes totales - escenario de quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

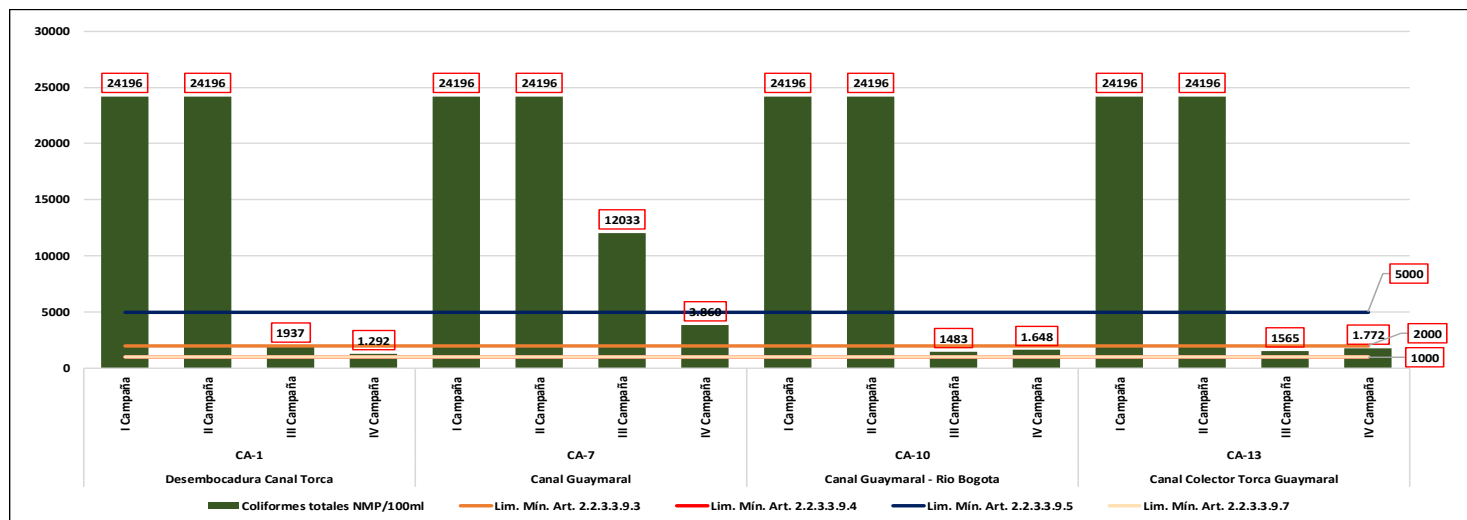


Figura 2- 248. Resultados de coliformes totales - escenario de canales. Fuente: Elaboración propia.

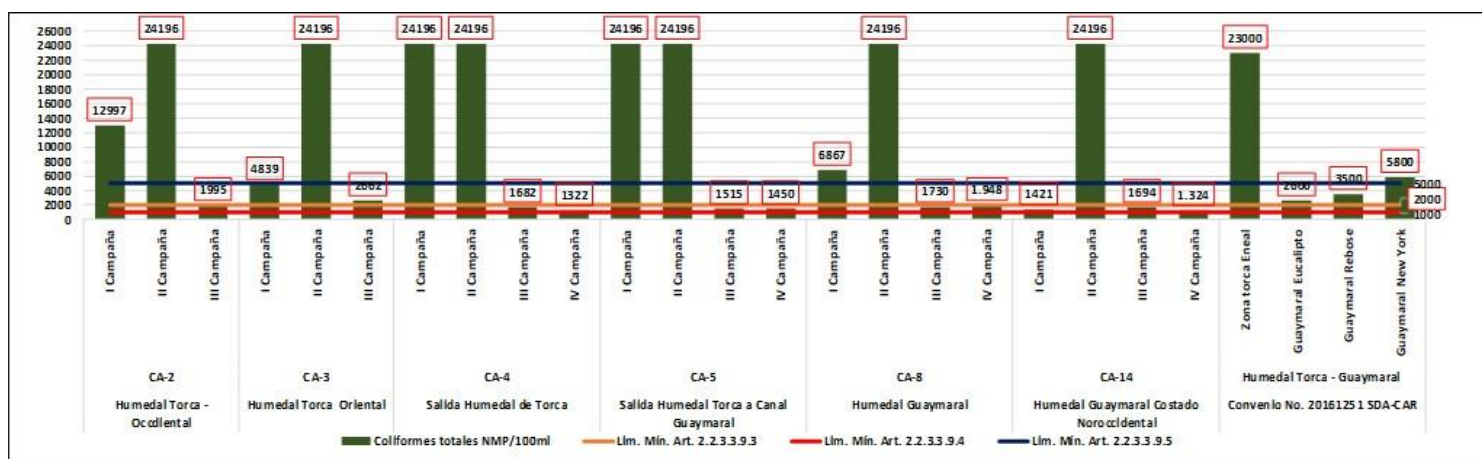


Figura 2- 249. Resultados de coliformes totales - escenario de humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.4.14 Metales Pesados

La presencia de los metales en los cuerpos de agua se da principalmente por aportes del suelo y procesos de contaminación generados por el hombre, de los cuales algunos son necesarios para los humanos como el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), pero otros pueden causar un efecto tóxico al bioacumularse en el cuerpo como el Aluminio (Al), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), etc.

La presencia de estos agentes tóxicos está básicamente relacionada con las actividades antrópicas que generan una acumulación en la cadena trófica hasta llegar al cuerpo humano por consumo de algún alimento contaminado. De acuerdo con los puntos monitoreados para los diferentes escenarios (quebradas, canales, humedal) las mediciones reportadas arrojaron valores muy por debajo de los límites normativos regulados en el Decreto 1076 de 2015.

2.5.5.1.4.15 Putresina y Cadaverina

La cadaverina es el sugerente nombre dado a la amina que tiene el nombre técnico 1,5-diaminopentano, así mismo, la putresina es el sugerente nombre dado a la amina que tiene el nombre técnico de 1,4-diaminobutano. Estos compuestos se producen en la carne en descomposición y tienen un particular olor desagradable; En los puntos monitoreados: Quebrada Aguas Calientes, humedal Sector Torca Oriental – Occidental y en la Salida del humedal Sector Torca al Canal Guaymaral, se observa un reporte por debajo del límite de detección del método indicando que en estos cuerpos de agua no hay afectación por parte de este.

2.5.5.1.5 Índices de Contaminación del Agua superficial

Los índices de contaminación (ICO's) permiten evaluar cuantitativamente el impacto que sobre un cuerpo de agua produce una carga contaminante. Los ICO's calculados en cada grupo de muestreo (quebradas, canales y humedal) fueron: índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO, índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS, índice de calidad de agua ICA y Canadian Water Quality Index (CWQI).

2.5.5.1.5.1 Índice de Contaminación por Materia Orgánica –ICOMO

Se expresa en variables que incluyen Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Coliformes Totales y Oxígeno Disuelto debido a que en las fuentes monitoreadas estos parámetros reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica; igualmente se seleccionó el porcentaje de saturación de oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema ante este tipo de polución. Este índice es el promedio de cada una de las variables elegidas.

$$\text{ICOMO} = \frac{1}{3} (\text{IDBO} + \text{ICOLIFORMES TOTALES} + \text{IOXIGENO}\%)$$

Condiciones:

- Valores de DBO₅ mayores a 30mg/L, tienen un índice de 1.
- Valores de DBO₅ menores a 2mg/L, tienen un índice de 0.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Coliformes Totales mayores a 20.000 NMP/100mL, tienen un índice de 1.
- Coliformes Totales menores a 500 NMP/100ml, tienen un índice de 0.
- Oxígenos (%) mayores a 100%, tienen un índice de 0.

En la Tabla 2-125, se presentan los resultados del ICOMO para cada punto monitoreado y en la Figura 2-250 se muestra el estado de los cuerpos de agua, con respecto a la contaminación por materia orgánica.

Con respecto al Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) calculado para el escenario de las quebradas, en la Figura 2-251 se puede apreciar que: la quebrada Patiño (CA-11), la quebrada San Juan (CA-12) y la quebrada Floresta (CA-6) presentan un índice de contaminación por materia orgánica muy alto, siendo este hecho congruente con los niveles de DBO mostrado por los tributarios en las mediciones realizadas. La mayor parte de las quebradas presentaron índice ICOMO con categoría media, siendo este valor consecuente con los niveles de bajos de DBO y las concentraciones altas y medias de Oxígeno Disuelto presentes en el agua. Solamente las quebradas Floresta y Novita aguas arriba en su IV Campaña de medición registraron una relación ponderada de sus variables para establecer un índice bajo del contaminante, conjugando un rango de los impactos que ocasionan estos procesos de contaminación orgánica.

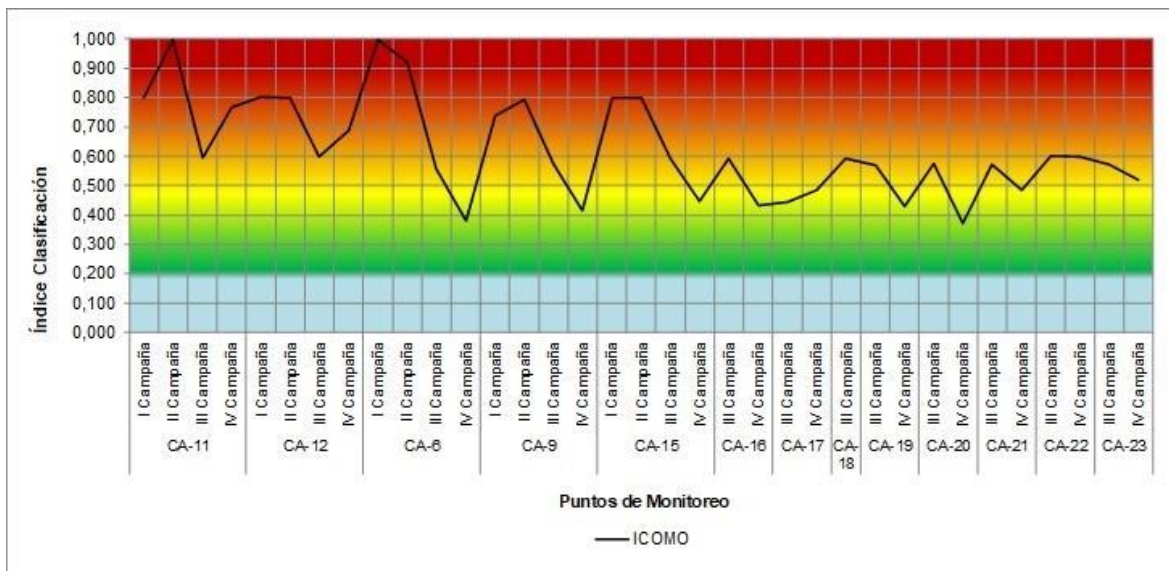


Figura 2- 250. Categorización del ICOMO en las quebradas. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 125. ICOMO en quebradas.

| Puntos de monitoreo | | Campaña | C DBO | C Coliformes totales | Oxígeno % | I DBO | I Coliformes Totales | I Oxígeno | ICOMO | Clasificación |
|---------------------------------|-------|-------------|----------|----------------------------|--------------|-------|-------------------------|--------------|-------|---------------|
| Quebrada Patiño | CA-11 | I Campaña | 5 | 19863 | 1,3 | 0,44 | 0,967 | 0,987 | 0,798 | Alto |
| | | II Campaña | 39 | 24196 | 0,6 | 1 | 1 | 0,994 | 0,998 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1732 | 3 | 0,44 | 0,374 | 0,970 | 0,594 | Medio |
| | | IV Campaña | 36,4 | 1728 | 7,4 | 1 | 0,373 | 0,926 | 0,766 | Alto |
| Quebrada San Juan | CA-12 | I Campaña | 5 | 24196 | 3,6 | 0,44 | 1 | 0,964 | 0,801 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 5 | 24196 | 4,1 | 0,44 | 1 | 0,959 | 0,799 | Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1892 | 4 | 0,44 | 0,395 | 0,960 | 0,598 | Medio |
| | | IV Campaña | 4,43 | 6740 | 3,94 | 0,40 | 0,704 | 0,961 | 0,689 | Alto |
| Quebrada la Floresta | CA-6 | I Campaña | 39 | 24196 | 0,7 | 1 | 1 | 0,993 | 0,998 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 15 | 24196 | 0,9 | 0,77 | 1 | 0,991 | 0,921 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1224 | 5,2 | 0,44 | 0,289 | 0,948 | 0,559 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,19 | 165 | 5,21 | 0,19 | 0 | 0,948 | 0,379 | Bajo |
| Quebrada Novita | CA-9 | I Campaña | 5 | 11199 | 5,7 | 0,44 | 0,828 | 0,943 | 0,737 | Alto |
| | | II Campaña | 5 | 24196 | 5,7 | 0,44 | 1 | 0,943 | 0,794 | Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1423 | 3,9 | 0,44 | 0,326 | 0,961 | 0,575 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,1 | 626 | 5,68 | 0,18 | 0,126 | 0,943 | 0,415 | Medio |
| Quebrada Torca | CA-15 | I Campaña | 5 | 24196 | 4,1 | 0,44 | 1 | 0,959 | 0,799 | Alto |
| | | II Campaña | 5 | 24196 | 4,3 | 0,44 | 1 | 0,957 | 0,799 | Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1780 | 4,5 | 0,44 | 0,380 | 0,955 | 0,592 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,1 | 935 | 5,9 | 0,18 | 0,224 | 0,941 | 0,447 | Medio |
| Quebrada Aguas Calientes arriba | CA-16 | III Campaña | 5 | 1727 | 3,3 | 0,44 | 0,373 | 0,967 | 0,593 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,28 | 751 | 7,06 | 0,20 | 0,170 | 0,929 | 0,433 | Medio |
| Quebrada Aguas Calientes Abajo | CA-17 | III Campaña | 0,11 | 1835 | 5,7 | 0 | 0,388 | 0,943 | 0,444 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,2 | 1.471 | 6,61 | 0,19 | 0,334 | 0,934 | 0,486 | Medio |
| Quebrada Patiño Arriba | CA-18 | III Campaña | 5 | 1679 | 3,0 | 0,44 | 0,366 | 0,970 | 0,592 | Medio |
| Quebrada Floresta Aguas Arriba | CA-19 | III Campaña | 5 | 1374 | 4,9 | 0,44 | 0,317 | 0,951 | 0,569 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,1 | 769 | 6,3 | 0,18 | 0,176 | 0,937 | 0,430 | Medio |
| | CA-20 | III Campaña | 5 | 1500 | 5,1 | 0,44 | 0,339 | 0,949 | 0,576 | Medio |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 125. ICOMO en quebradas.

| Puntos de monitoreo | Campaña | C DBO | C Coliformes totales | Oxígeno % | I DBO | I Coliformes Totales | I Oxígeno | ICOMO | Clasificación |
|-------------------------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-------------------------|--------------|-------|---------------|
| Quebrada Novita aguas arriba | IV Campaña | 2,1 | 204 | 6,14 | 0,18 | 0 | 0,939 | 0,371 | Bajo |
| Quebrada Floresta punto medio | CA-21 | III Campaña | 5 | 1445 | 5,1 | 0,44 | 0,330 | 0,949 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,1 | 1.517 | 5,84 | 0,18 | 0,341 | 0,942 | Medio |
| Quebrada San Juan aguas abajo | CA-22 | III Campaña | 5 | 1957 | 4,2 | 0,44 | 0,403 | 0,958 | Alto |
| | | IV Campaña | 9,55 | 896 | 5,23 | 0,64 | 0,213 | 0,948 | Medio |
| Quebrada Tibabita | CA-23 | III Campaña | 5 | 1401 | 4,1 | 0,44 | 0,322 | 0,959 | Medio |
| | | IV Campaña | 2,1 | 1924 | 1,9 | 0,18 | 0,399 | 0,981 | Medio |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Con respecto al índice ICOMO en los canales, se observa en la Figura 2-251 y Tabla 2-126, como la mayoría de los canales presentan un índice de contaminación por material orgánico muy alto, siendo el punto del canal Colector Torca Guaymaral (CA-13 – Campaña I) el que obtuvo más valor en la relación ponderada de las variables. Este comportamiento se explica dadas las altas concentraciones de DBO y Coliformes totales en conjunción con los rangos bajos y medios de Oxígeno Disuelto que se presentaron en las mediciones en comparación con el escenario de las quebradas.

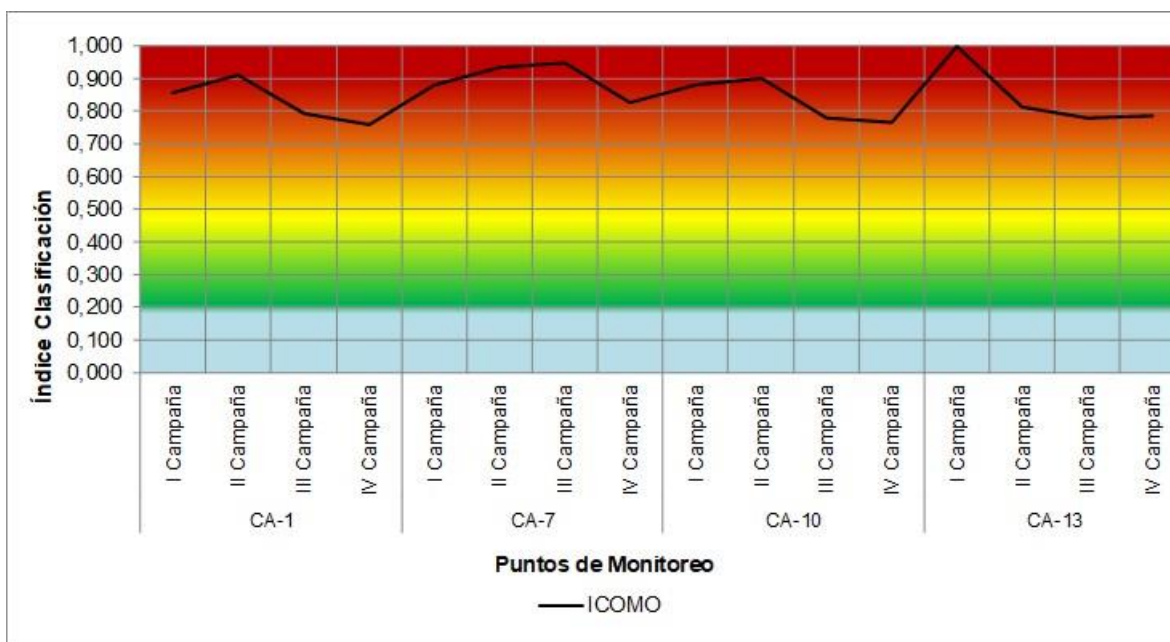


Figura 2- 251. Categorización del ICOMO en las canales. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 126. ICOMO en canales.

| Puntos de monitoreo | | Campaña | C DBO | C Coliformes totales | Oxígeno % | I DBO | I Coliformes Totales | I Oxígeno | ICOMO | Clasificación |
|--------------------------------|-------|-------------|----------|----------------------------|--------------|-------|-------------------------|--------------|-------|---------------|
| Desembocadura Canal Torca | CA-1 | I Campaña | 8 | 24196 | 1,2 | 0,58 | 1 | 0,988 | 0,857 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 13 | 24196 | 0,3 | 0,73 | 1 | 0,997 | 0,909 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 49 | 1937 | 2,3 | 1 | 0,401 | 0,977 | 0,793 | Alto |
| | | IV Campaña | 56 | 1.292 | 2,31 | 1 | 0,302 | 0,977 | 0,760 | Alto |
| Canal Guaymaral | CA-7 | I Campaña | 10 | 24196 | 1,3 | 0,65 | 1 | 0,987 | 0,879 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 17 | 24196 | 0,6 | 0,81 | 1 | 0,994 | 0,935 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 50 | 12033 | 0,6 | 1 | 0,845 | 0,994 | 0,946 | Muy Alto |
| | | IV Campaña | 25,4 | 3.860 | 2,53 | 0,93 | 0,568 | 0,975 | 0,826 | Muy Alto |
| Canal Guaymaral - Rio Bogotá | CA-10 | I Campaña | 10 | 24196 | 0,6 | 0,65 | 1 | 0,994 | 0,881 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 12 | 24196 | 0,8 | 0,71 | 1 | 0,992 | 0,899 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 61 | 1483 | 0,2 | 1 | 0,336 | 0,998 | 0,778 | Alto |
| | | IV Campaña | 26,7 | 1.648 | 1,24 | 0,95 | 0,361 | 0,988 | 0,766 | Alto |
| Canal Colector Torca Guaymaral | CA-13 | I Campaña | 40 | 24196 | 0,3 | 1 | 1 | 0,997 | 0,999 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 5 | 24196 | 0,5 | 0,44 | 1 | 0,995 | 0,811 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 66 | 1565 | 1,1 | 1 | 0,349 | 0,989 | 0,779 | Alto |
| | | IV Campaña | 40,1 | 1.772 | 2,24 | 1 | 0,379 | 0,978 | 0,786 | Alto |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Con respecto al comportamiento del índice (ICOMO) en el escenario del humedal que se representa en la figura 2-252 y Tabla 2-126, se observa un comportamiento similar al expuesto en el escenario de canales, donde la mayoría de los puntos evaluados presentan índices de contaminación por materia orgánica en una categoría Alta y Muy Alta. Solamente los puntos evaluados en el humedal sector Guaymaral Costado Noroccidental (CA-14) en la I, III y IV Campaña de medición junto con el humedal sector Guaymaral (CA-8 – III Campaña) y Guaymaral Eucalipto obtuvieron valores del índice con categoría Media, donde se presentan bajos niveles de DBO junto con niveles de concentración media de oxígeno disuelto.

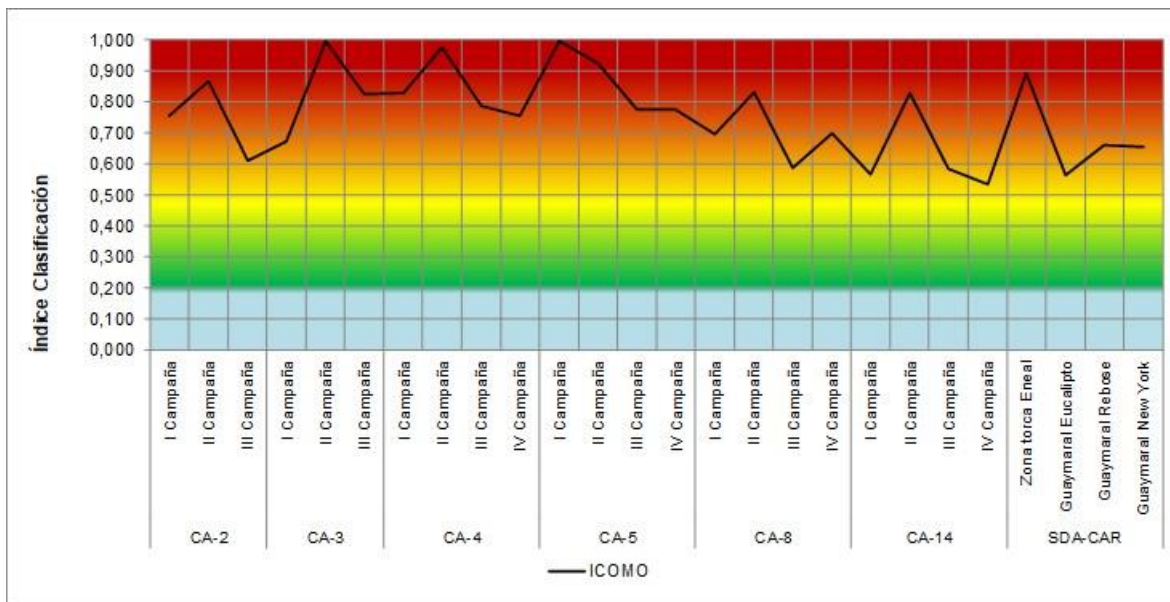


Figura 2- 252. Categorización del ICOMO en humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 127. ICOMO en humedal

| Puntos de monitoreo | | Campaña | C DBO | C Col. totales | Oxígeno % | I DBO | I Col. Totales | I Oxígeno | ICOMO | Clasificación |
|-----------------------------------------|---------|---------------------|----------|-------------------|--------------|----------|-------------------|--------------|-------|---------------|
| Humedal Torca - Occidental | CA-2 | I Campaña | 5 | 12997 | 4,0 | 0,44 | 0,864 | 0,960 | 0,754 | Alto |
| | | II Campaña | 9 | 24196 | 1,2 | 0,62 | 1 | 0,988 | 0,869 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1995 | 1,3 | 0,44 | 0,408 | 0,987 | 0,611 | Alto |
| Humedal Torca Oriental | CA-3 | I Campaña | 5 | 4839 | 4,2 | 0,44 | 0,623 | 0,958 | 0,674 | Alto |
| | | II Campaña | 35 | 24196 | 0,9 | 1 | 1 | 0,991 | 0,997 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 85 | 2662 | 0,3 | 1 | 0,478 | 0,997 | 0,825 | Muy Alto |
| Salida Humedal de Torca | CA-4 | I Campaña | 6 | 24196 | 0,9 | 0,49 | 1 | 0,991 | 0,829 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 51 | 24196 | 7,18 | 1 | 1 | 0,928 | 0,976 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 68 | 1682 | 0,3 | 1 | 0,366 | 0,997 | 0,788 | Alto |
| | | IV Campaña | 27,7 | 1322 | 0,42 | 0,96 | 0,308 | 0,996 | 0,754 | Alto |
| Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | CA-5 | I Campaña | 51 | 24196 | 0,9 | 1 | 1 | 0,991 | 0,997 | Muy Alto |
| | | II Campaña | 16 | 24196 | 1,2 | 0,79 | 1 | 0,988 | 0,927 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 61 | 1515 | 1,2 | 1 | 0,341 | 0,988 | 0,776 | Alto |
| | | IV Campaña | 50,8 | 1450 | 0,55 | 1 | 0,330 | 0,995 | 0,775 | Alto |
| Humedal Guaymaral | CA-8 | I Campaña | 5 | 6867 | 6,2 | 0,44 | 0,709 | 0,938 | 0,695 | Alto |
| | | II Campaña | 7 | 24196 | 4,6 | 0,54 | 1 | 0,954 | 0,832 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1730 | 4,9 | 0,44 | 0,373 | 0,951 | 0,588 | Medio |
| | | IV Campaña | 14,2 | 1.948 | 6 | 0,76 | 0,402 | 0,940 | 0,700 | Alto |
| Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | CA-14 | I Campaña | 5 | 1421 | 5,9 | 0,44 | 0,325 | 0,941 | 0,569 | Medio |
| | | II Campaña | 7 | 24196 | 5,3 | 0,54 | 1 | 0,947 | 0,830 | Muy Alto |
| | | III Campaña | 5 | 1694 | 5,2 | 0,44 | 0,368 | 0,948 | 0,585 | Medio |
| | | IV Campaña | 3,78 | 1.324 | 5,6 | 0,35 | 0,308 | 0,944 | 0,536 | Medio |
| Humedales de Torca y Guaymaral | SDA-CAR | Zona torca Eneal | 11,8 | 23000 | 1,86 | 0,70 | 1 | 0,981 | 0,894 | Muy Alto |
| | | Guaymaral Eucalipto | 2,9 | 2600 | 5,45 | 0,27 | 0,472 | 0,946 | 0,564 | Medio |
| | | Guaymaral Rebose | 6,1 | 3500 | 6,1 | 0,50 | 0,545 | 0,939 | 0,661 | Alto |
| | | Guaymaral New York | 3,6 | 5800 | 3,8 | 0,34 | 0,668 | 0,962 | 0,656 | Alto |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.1.5.2 Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos – ICOSUS

Este índice de contaminación expresa la calidad del agua de acuerdo a la contaminación por sólidos suspendidos. Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos y se Calcula por medio de la siguiente expresión: (Cañas, 2014)

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos Suspendedos (mg/l)}$$

Cuando los Sólidos Suspendedos son mayores a 340 mg/L tienen ICOSUS de 1, mientras que los sólidos suspendidos con valores menores o iguales de 10 mg/L tienen ICOSUS de 0 y se aplica la expresión antes mencionada. (Cañas, 2014)

En la Tabla 2-128 y Figura 2-253 se presenta el comportamiento del índice (ICOSUS) con respecto a la quebradas analizadas, en ellas se observa que en general, se presentan un índice de contaminación por sólidos suspendidos con categoría Muy Baja, solamente las quebradas Patiño y San Juan en la IV Campaña de medición reportaron índices con categorías Muy Alto y Alto respectivamente, lo anterior dado que la concentración por sólidos suspendidos en las quebradas obtuvo un valor de 880 y 228 mg/L.

Tabla 2- 128. ICOSUS en quebradas.

| Puntos de monitoreo | | Campañas | C Sólidos Suspendedos | ICOSUS | Clasificación |
|-----------------------------------|-------|-------------|-----------------------------|--------------|---------------|
| Quebrada Patiño | CA-11 | I Campaña | 33,3 | 0,080 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 63 | 0,169 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 32 | 0,076 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 880 | 1,000 | Muy Alto |
| Quebrada San Juan | CA-12 | I Campaña | 21,3 | 0,044 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 54 | 0,142 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 31 | 0,073 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 228 | 0,664 | Alto |
| Quebrada la Floresta | CA-6 | I Campaña | 12,3 | 0,017 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 26 | 0,058 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 2 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Quebrada Novita | CA-9 | I Campaña | 15,2 | 0,026 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 13,2 | 0,020 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 29 | 0,067 | Muy Bajo |
| Quebrada Torca | CA-15 | I Campaña | 3 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 6,4 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 19 | 0,037 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Quebrada Aguas Calientes A arriba | CA-16 | III Campaña | 26 | 0,058 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Quebrada Aguas Calientes Abajo | CA-17 | III Campaña | 0,1 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 15 | 0,025 | Muy Bajo |
| Quebrada Patiño A. Arriba | CA-18 | III Campaña | 23 | 0,049 | Muy Bajo |
| Quebrada Floresta Aguas Arriba | CA-19 | III Campaña | 5 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Quebrada Novita aguas arriba | CA-20 | III Campaña | 4 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| | CA-21 | III Campaña | 2 | 0,000 | Muy Bajo |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 128. ICOSUS en quebradas.

| Puntos de monitoreo | Campañas | C Sólidos Suspendidos | ICOSUS | Clasificación |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------|--------------|---------------|
| Quebrada Floresta punto medio | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Quebrada San Juan aguas abajo | III Campaña | 12 | 0,016 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 71 | 0,193 | Muy Bajo |
| Quebrada Tibabita | III Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 16 | 0,028 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

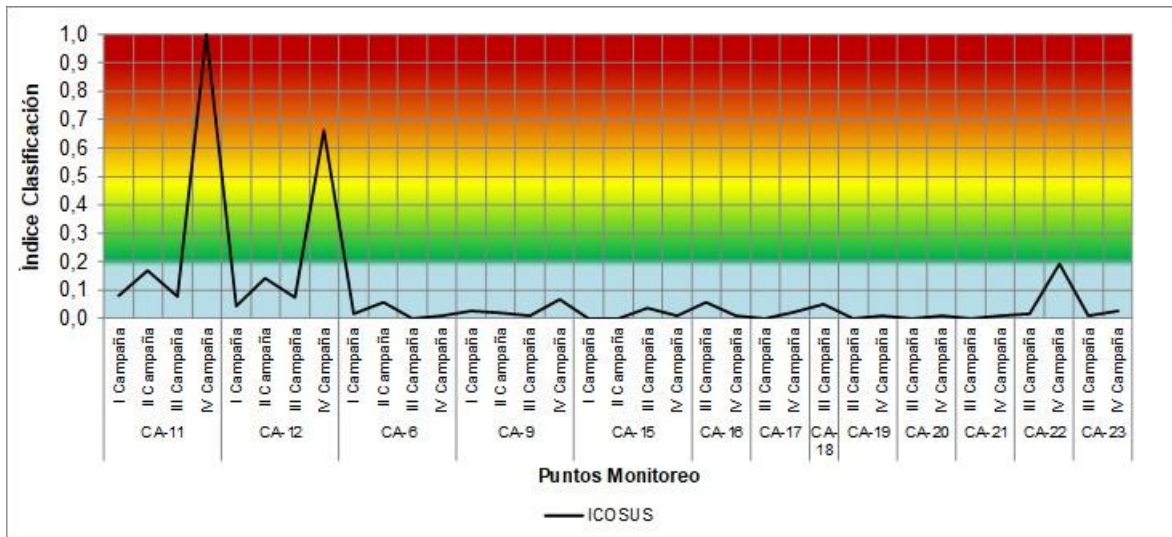


Figura 2- 253. Categorización del ICOSUS en las quebradas. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2-129 representa el comportamiento del índice ICOSUS con respecto al escenario de los canales, en ella se observa que en todos los puntos de monitoreo se presenta una condición Muy Baja del índice, dadas las bajas concentraciones del parámetro en los puntos, donde se estimó un valor medio de 22,5 mg/L. Es importante tener en cuenta que el índice se calculó muy bajo, a pesar de tener mediciones en época seca y lluvia donde se esperaba en un incremento del parámetro en época seca, por los bajos niveles del caudal en los cuerpos de agua.

Tabla 2- 129. ICOSUS en canales.

| Puntos de monitoreo | | Campañas | Sólidos Suspendidos | ICOSUS | Clasificación |
|------------------------------|-------|-------------|---------------------|--------|---------------|
| Desembocadura Canal Torca | CA-1 | I Campaña | 18,6 | 0,036 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 7,0 | 0,000 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 38 | 0,094 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 48 | 0,124 | Muy Bajo |
| Canal Guaymaral | CA-7 | I Campaña | 17 | 0,031 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 54,0 | 0,142 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 23 | 0,049 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 10 | 0,010 | Muy Bajo |
| Canal Guaymaral - Rio Bogotá | CA-10 | I Campaña | 24 | 0,052 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 19,00 | 0,037 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 14 | 0,022 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 13 | 0,019 | Muy Bajo |
| | CA-13 | I Campaña | 22 | 0,046 | Muy Bajo |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 129. ICOSUS en canales.

| Puntos de monitoreo | Campañas | Sólidos Suspendedos | ICOSUS | Clasificación |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------|
| Canal Colector Torca Guaymaral | II Campaña | 10,8 | 0,012 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 24 | 0,052 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 18 | 0,034 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

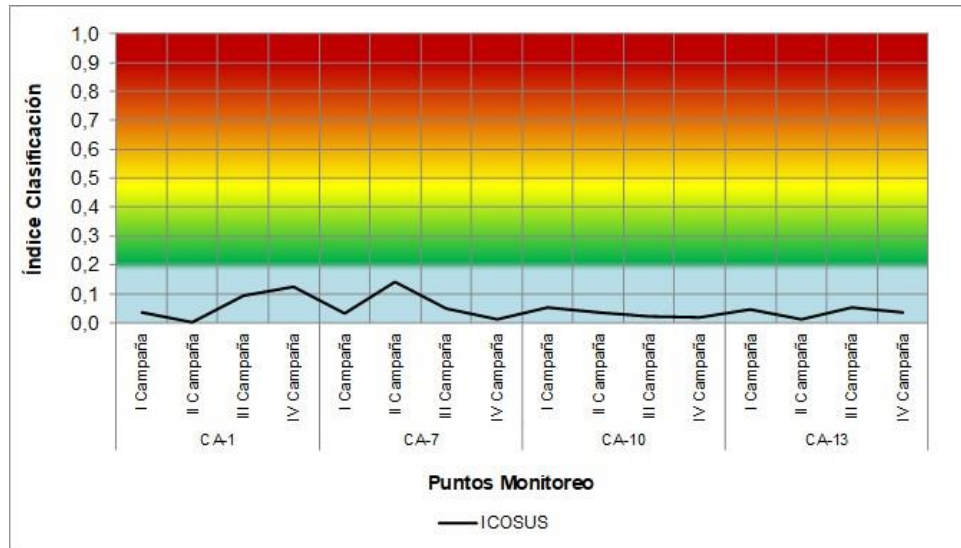


Figura 2- 254. Categorización del ICOSUS en canales. Fuente: Elaboración propia

Los valores y el comportamiento del índice ICOSUS para el escenario del humedal se presenta de manera detallada en la Tabla 2-130 y Figura 2-255. Donde se observa igualmente que en la mayoría de los puntos evaluados se presenta una categoría Muy Baja. En los puntos humedal Torca – Occidental (CA-2) (III Campaña) y humedal Torca Oriental (CA-3) (III Campaña) se presentan índices con categorías Muy Altas dado que en dichos puntos se presentan concentraciones del parámetro de sólidos suspendidos con valores de 507 y 4.792 mg/L. En el punto Zona Torca Eneal se presenta una categoría de Alta frente al índice de ICOSUS, con una concentración de 225,7 m/L en Sólidos Suspendedos, y en el punto Salida humedal sector de Torca (CA-4 – II Campaña) I categoría presentada es de Baja, con una concentración de 82 m/L en Sólidos Suspendedos.

Tabla 2- 130. ICOSUS en humedal.

| Puntos de monitoreo | Campaña | C Sólidos Suspendedos | ICOSUS | Clasificación |
|----------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|---------------|
| Humedal Torca - Occidental | I Campaña | 15 | 0,024 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 30,00 | 0,070 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 507 | 1,000 | Muy Alto |
| Humedal Torca Oriental | I Campaña | 6,7 | 0,000 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 13,00 | 0,019 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 4792 | 1,000 | Muy Alto |
| Salida Humedal de Torca | I Campaña | 22,0 | 0,046 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 16,0 | 0,028 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 82 | 0,226 | Bajo |
| | IV Campaña | 15 | 0,025 | Muy Bajo |
| Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | I Campaña | 11,7 | 0,015 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 17,0 | 0,031 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 17 | 0,031 | Muy Bajo |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 130. ICOSUS en humedal.

| Puntos de monitoreo | Campaña | C Sólidos Suspendedos | ICOSUS | Clasificación |
|-----------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|---------------|
| Humedal Guaymaral | IV Campaña | 34 | 0,082 | Muy Bajo |
| | I Campaña | 5,3 | 0,000 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,0 | 0,000 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 8 | 0,000 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 52 | 0,136 | Muy Bajo |
| Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | I Campaña | 6,8 | 0,000 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 5,2 | 0,000 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 9 | 0,000 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 22 | 0,046 | Muy Bajo |
| Humedales de Torca y Guaymaral | Zona torca Eneal | 225,7 | 0,657 | Alto |
| | Guaymaral Eucalipto | 11,5 | 0,015 | Muy Bajo |
| | Guaymaral Rebose | 24 | 0,052 | Muy Bajo |
| | Guaymaral New York | 4 | 0,000 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

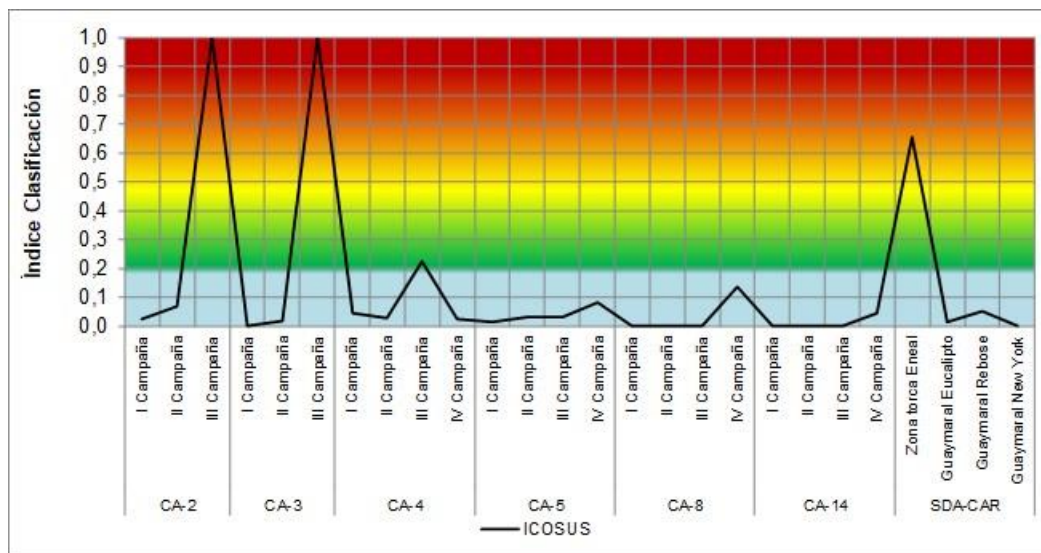


Figura 2- 255. Categorización del ICOSUS en humedal. Fuente: Elaboración propia.

2.5.5.1.5.3 Índice de contaminación por pH – ICOPH

Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.

$$ICOPH = \frac{e^{-31,08+3,45 pH}}{1 + e^{-31,08+3,45 pH}}$$

Dónde:

pH menores a 7 unidades:

$$pH=14-pH$$

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Con respecto al escenario de quebradas el resultado del índice se presenta en la Figura 2-256 y en la Tabla 2-131, donde todos los tributarios presentan índices de contaminación por pH con categorías Muy Bajas. En el análisis de los datos de pH para las quebradas se presenta un rango de variación natural del 1.7 unidades, lo cual concluye que en el rango 5,7-8 unidades de pH, el comportamiento del parámetro se establece de una manera natural en las quebradas. Teniendo en cuenta lo anterior, cambios en el pH dentro de este rango no constituyen categorías superiores de contaminación a Muy Bajo. Finalmente, la categorización del índice es congruente dado el valor medio del pH en las diferentes mediciones reflejan una condición de neutralidad en las quebradas.

Tabla 2- 131. ICOPH en quebradas.

| Puntos de monitoreo | | Campañas | pH | ICOPH | Categoría |
|-----------------------------------|-------|-------------|------|--------|-----------|
| Quebrada Patiño | CA-11 | I Campaña | 7,23 | 0,0022 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 7,46 | 0,0048 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 6,35 | 0,0091 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,4 | 0,0039 | Muy Bajo |
| Quebrada San Juan | CA-12 | I Campaña | 7,15 | 0,0016 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 7,58 | 0,0072 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 7,06 | 0,0012 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,6 | 0,0077 | Muy Bajo |
| Quebrada la Floresta | CA-6 | I Campaña | 6,88 | 0,0015 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 6,97 | 0,0011 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 7,14 | 0,0016 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,5 | 0,0055 | Muy Bajo |
| Quebrada Novita | CA-9 | I Campaña | 6,66 | 0,0032 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 6,7 | 0,0027 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 7,25 | 0,0023 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,2 | 0,0019 | Muy Bajo |
| Quebrada Torca | CA-15 | I Campaña | 6,05 | 0,0253 | Muy Bajo |
| | | II Campaña | 6,46 | 0,0063 | Muy Bajo |
| | | III Campaña | 7,03 | 0,0011 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,9 | 0,0214 | Muy Bajo |
| Quebrada Aguas Calientes A arriba | CA-16 | III Campaña | 7,18 | 0,0018 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7 | 0,0010 | Muy Bajo |
| Quebrada Aguas Calientes Abajo | CA-17 | III Campaña | 5,7 | 0,0798 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,3 | 0,0027 | Muy Bajo |
| Quebrada Patiño A. Arriba | CA-18 | III Campaña | 6,83 | 0,0018 | Muy Bajo |
| Quebrada Floresta Aguas Arriba | CA-19 | III Campaña | 7,25 | 0,0023 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,6 | 0,0077 | Muy Bajo |
| Quebrada Novita aguas arriba | CA-20 | III Campaña | 6,75 | 0,0023 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,9 | 0,0214 | Muy Bajo |
| Quebrada Floresta punto medio | CA-21 | III Campaña | 6,75 | 0,0023 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,6 | 0,0077 | Muy Bajo |
| Quebrada San Juan aguas abajo | CA-22 | III Campaña | 6,59 | 0,0040 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 8 | 0,0299 | Muy Bajo |
| Quebrada Tibabita | CA-23 | III Campaña | 6,63 | 0,0035 | Muy Bajo |
| | | IV Campaña | 7,2 | 0,0019 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

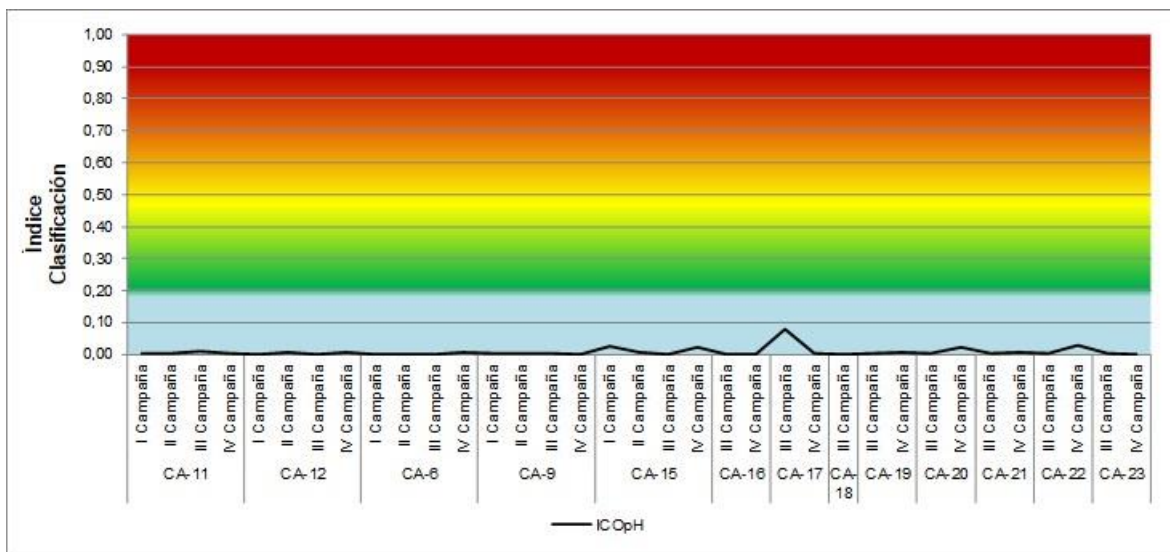


Figura 2- 256. Categorización del ICOPH en quebradas. Fuente: Elaboración propia.

En el escenario de canales representado en la Tabla 2-132 y Figura 2-257, se presenta un comportamiento similar al obtenido en el escenario de quebradas, donde todos los canales monitoreados resultaron con categorías Muy Bajas de contaminación de pH. De manera homologa al anterior escenario, los niveles de pH en los canales presentaron un valor medio de 7,09 unidades que refleja la neutralidad del agua.

Tabla 2- 132. ICOPH en canales.

| Puntos de monitoreo | Campañas | pH | ICOpH | Categoría |
|--------------------------------|-------------|------|--------|-----------|
| Desembocadura Canal Torca | I Campaña | 7,58 | 0,0072 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,84 | 0,0174 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 7,55 | 0,0065 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,1 | 0,0014 | Muy Bajo |
| Canal Guaymaral | I Campaña | 6,57 | 0,0043 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 6,80 | 0,0019 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,64 | 0,0034 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,1 | 0,0014 | Muy Bajo |
| Canal Guaymaral - Rio Bogotá | I Campaña | 6,95 | 0,0012 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,12 | 0,0015 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,90 | 0,0014 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,2 | 0,0019 | Muy Bajo |
| Canal Colector Torca Guaymaral | I Campaña | 6,99 | 0,0010 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,01 | 0,0010 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 7,02 | 0,0010 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,1 | 0,0014 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

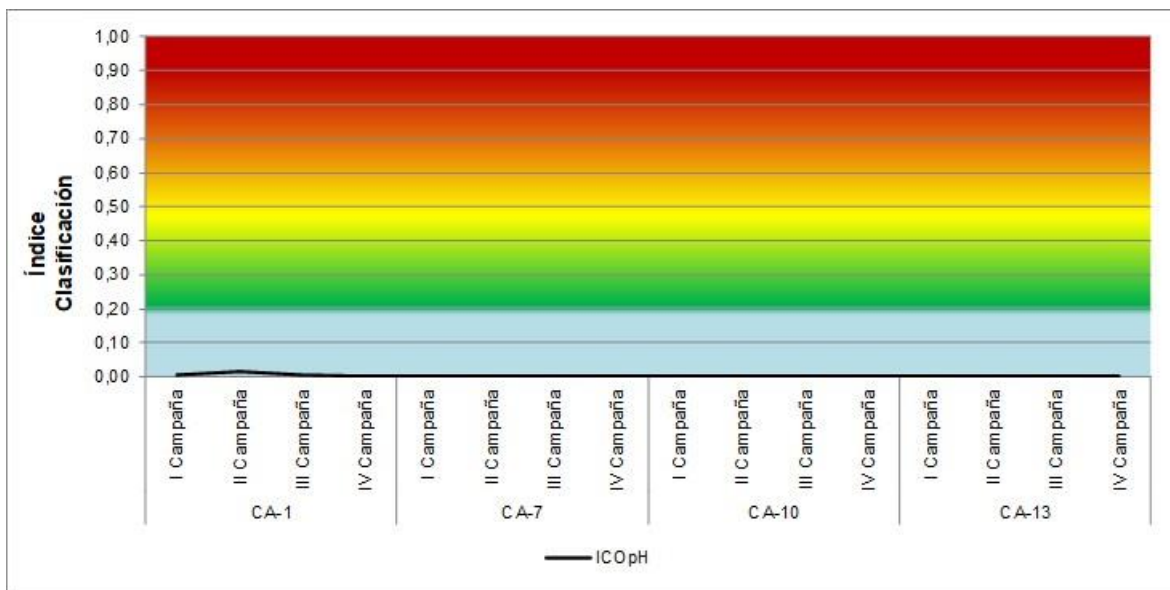


Figura 2- 257. Categorización del ICOPH en canales. Fuente: Elaboración propia.

En los puntos monitoreados del humedal de la Tabla 2-133 se representa la uniformidad de las categorías del índice ICOPH, donde la mayoría de las mediciones realizadas presentan una categoría Muy Baja del índice de contaminación. Solamente, los puntos del Humedal Torca – Occidental (CA-2) en la I Campaña de medición y en la Salida humedal de Torca (CA-4) en su II Campaña desarrollan categorías del índice en Bajo y Muy Alto. Lo anterior se establece teniendo en cuenta que, en dichos puntos y campañas, se obtuvo un valor de pH de 8,73 y 0,04 unidades, siendo estos valores atípicos al comportamiento del parámetro en los diferentes escenarios. Para dar un mejor entendimiento al parámetro y no permitir que estos valores atípicos generen un mal diagnóstico sobre la calidad del recurso, en los análisis se han utilizado variables estadísticas como la mediana el promedio y la varianza en el tratamiento de los datos.

Tabla 2- 133. ICOPH en humedal

| Puntos de monitoreo | Campañas | pH | ICOPH | Categoría |
|----------------------------------------|-------------|------|--------|-----------|
| Humedal Torca - Occidental | I Campaña | 8,73 | 0,2766 | Bajo |
| | II Campaña | 7,88 | 0,0200 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,99 | 0,0010 | Muy Bajo |
| Humedal Torca Oriental | I Campaña | 8,15 | 0,0491 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,68 | 0,0101 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,48 | 0,0058 | Muy Bajo |
| Salida Humedal de Torca | I Campaña | 7,08 | 0,0013 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 0,04 | 1,0000 | Muy Alto |
| | III Campaña | 6,88 | 0,0015 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 6,4 | 0,0077 | Muy Bajo |
| Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | I Campaña | 6,85 | 0,0016 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 6,67 | 0,0030 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 7,16 | 0,0017 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,3 | 0,0027 | Muy Bajo |
| Humedal Guaymaral | I Campaña | 7,69 | 0,0105 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,46 | 0,0048 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,99 | 0,0010 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,1 | 0,0014 | Muy Bajo |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 133. ICOPH en humedal

| Puntos de monitoreo | Campañas | pH | ICOPH | Categoría |
|-----------------------------------------|---------------------|------|--------|-----------|
| Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | I Campaña | 7,23 | 0,0022 | Muy Bajo |
| | II Campaña | 7,50 | 0,0055 | Muy Bajo |
| | III Campaña | 6,79 | 0,0020 | Muy Bajo |
| | IV Campaña | 7,1 | 0,0014 | Muy Bajo |
| Humedales de Torca y Guaymaral | Zona torca Eneal | 7,05 | 0,0012 | Muy Bajo |
| | Guaymaral Eucalipto | 6,1 | 0,0214 | Muy Bajo |
| | Guaymaral Rebose | 6,87 | 0,0015 | Muy Bajo |
| | Guaymaral New York | 6,98 | 0,0010 | Muy Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

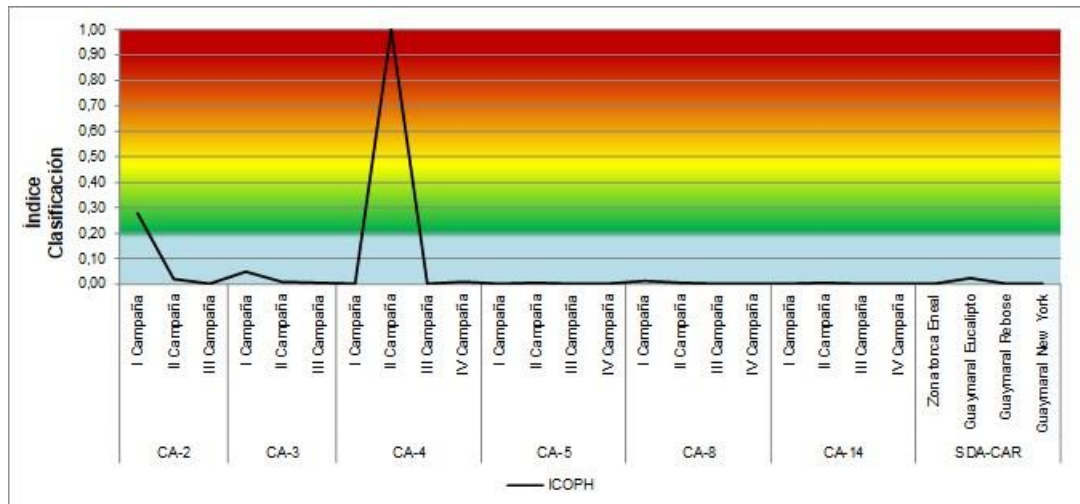


Figura 2- 258. Categorización del ICOPH en humedal. Fuente: Elaboración propia.

Los índices anteriormente calculados, reflejan de alguna manera el impacto sobre el recurso hídrico, dado el tipo de descargas que recibe el sistema Torca y Guaymaral. Dejando claro que la mayor afectación al agua está dada por la contaminación de materia orgánica de los vertimientos residuales domésticos más que por los sólidos suspendidos, pH, minerales entre otros.

2.5.5.1.5.4 Canadian Water Quality Index (CWQI)

En el presente estudio se adoptó la metodología del índice canadiense CWQI (*Canadian Water Quality Index*), para la determinación de la calidad de agua en los diferentes escenarios, teniendo en cuenta los límites permisibles establecidos por el Decreto 1076 del 2015 establecido en sus artículos 2.2.3.3.9.3 (Consumo Humano), 2.2.3.3.9.4 (Consumo Doméstico), 2.2.3.3.9.5 (Uso Agrícola), 2.2.3.3.9.7 (Uso Recreativo), 2.2.3.3.9.10 (Preservación de Flora y Fauna) y la Resolución 3162 del 2015 (Objetivos de Calidad 2020). Los límites de la normatividad ambiental que fueron insumo junto con las concentraciones de algunos parámetros en el cálculo del índice, se presentan detalladamente en las Tablas de 2-135 a tabla 2-137

Los parámetros utilizados para el cálculo del índice fueron: Amonio, Cadmio, Cloruros, Cobre, Coliformes fecales, Coliformes totales, DBO, Fósforo Total, Mercurio Total, Níquel Total, Nitratos, Nitrógeno total Kjeldahl, Oxígeno Disuelto (OD), pH, Plomo, Sólidos suspendidos totales, Sulfatos y Zinc.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El índice está basado en la consecución de objetivos para proteger los usos de un cuerpo de agua, y dependiendo de las sustancias el objetivo se expresa de forma diferente: Cuando son contaminantes el valor se expresa como el límite máximo permitido en el cuerpo de agua; cuando son sustancias esenciales (como el oxígeno disuelto) el objetivo se expresa como el valor mínimo que debe contener (Fernández, 2005). En su forma de cálculo incorpora una ecuación de promedio armónico no ponderado, cuya fórmula es la siguiente (Caho & López, 2017)

$$WQI = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}$$

Donde F1, es el porcentaje de parámetros que exceden la norma (alcance); F2 el porcentaje de pruebas individuales de cada parámetro que excede la norma (frecuencia) y F3 la magnitud en la que excede la norma cada parámetro que no cumple (Caho & López, 2017). La clasificación del índice se desarrolló de la siguiente manera.

Tabla 2- 134. Clasificación del Canadian Water Quality Index (CWQI).

| | | |
|----|-----|-----------|
| 95 | 100 | Excelente |
| 80 | 94 | Buena |
| 65 | 79 | Aceptable |
| 45 | 64 | Marginal |
| 0 | 44 | Pobre |

Fuente: (Caho & López, 2017), (Fernández, 2005).

En el cálculo del índice CWQI para los distintos escenarios del estudio, la metodología indica que, para proporcionar un resultado significativo del índice, el CWQI debe aplicarse en un conjunto de datos que contenga como mínimo 4 variables o parámetros y al menos 4 pruebas o mediciones sobre el parámetro en particular. Dado este lineamiento solamente se calculó el índice CWQI en aquellos puntos o cuerpos de agua que contaran con las 4 campañas de monitoreo.

La metodología del índice también indica, que los contaminantes son sustancias que causan efectos negativos en la salud de las personas, cuando se presentan en concentraciones considerables mayores a las establecidas en el rango máximo aceptable. Dado que el interés en los puntos de medición es medir de alguna manera la alerta sobre el contaminante se emplea la variable Contaminant Flagging en todos los criterios calidad de referencia (Decreto 1076 y Resolución 3162 del 2015). También se tuvo en cuenta dentro del cálculo del índice CWQI el lineamiento y la relación existente entre los parámetros Cadmio, Cobre, Oxígeno Disuelto, Plomo, Níquel, pH, así como todas las relaciones establecidas por defecto en el aplicativo con respecto a la calidad del agua. Finalmente, se consideró dentro de los cálculos el índice de calidad de la vida acuática, que teóricamente tiene un valor de 3 para establecer resultados más confiables y significativos.

De esta manera, en el escenario de quebradas el resultado del índice CWQI en general presenta condiciones que exceso de la norma ambiental establecida. Haciendo que los diferentes usos del agua (ambientales y antrópicos) presenten restricciones. En la mayoría de los puntos evaluados en las quebradas prevalecen condiciones de pobre y marginal,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

solamente se establecen parámetros aceptables en el uso recreativo de las quebradas Novita (CA-9) y Patiño (CA-11), así como el uso en preservación de flora y fauna en la quebrada San Juan (CA-12) al presentar condiciones fisicoquímicas más favorables con respecto a la normativa.

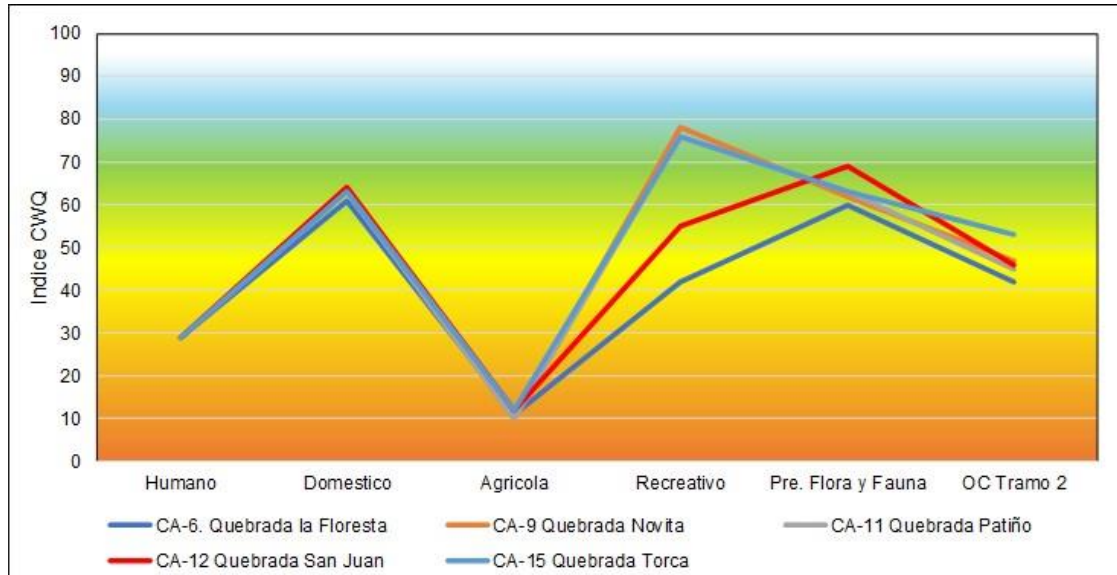


Figura 2- 259. Categorización del CWQI en quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 135. CWQI para las quebradas.

| CA-6. Quebrada la Floresta | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
|----------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------------|------------|
| CWQI | 29 | 61 | 11 | 42 | 60 | 42 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Pobre | Marginal | Pobre |
| F1 (Pendiente) | 55 | 33 | 86 | 67 | 38 | 67 |
| F2 (Frecuencia) | 48 | 22 | 82 | 33 | 25 | 38 |
| F3 (Amplitud) | 99 | 54 | 99 | 68 | 52 | 66 |
| CA-9 Quebrada Novita | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 29 | 64 | 10 | 78 | 62 | 47 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Aceptable | Marginal | Marginal |
| F1 (Pendiente) | 55 | 33 | 86 | 33 | 38 | 50 |
| F2 (Frecuencia) | 45 | 19 | 82 | 17 | 25 | 38 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 49 | 100 | 11 | 47 | 68 |
| CA-11 Quebrada Patiño | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 29 | 63 | 10 | 76 | 63 | 45 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Aceptable | Marginal | Marginal |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 33 | 38 | 50 |
| F2 (Frecuencia) | 45 | 22 | 82 | 17 | 22 | 38 |
| F3 (Amplitud) | 99 | 50 | 100 | 17 | 47 | 71 |
| CA-12 Quebrada San Juan | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 29 | 64 | 12 | 55 | 69 | 46 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Marginal | Aceptable | Marginal |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 67 | 25 | 50 |
| F2 (Frecuencia) | 45 | 19 | 79 | 33 | 16 | 42 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 49 | 100 | 25 | 45 | 66 |
| CA-15 Quebrada Torca | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | | | | | |
|-----------------|-------|----------|-------|-----------|----------|----------|
| CWQI | 29 | 63 | 12 | 76 | 63 | 53 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Aceptable | Marginal | Marginal |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 33 | 38 | 33 |
| F2 (Frecuencia) | 45 | 19 | 79 | 17 | 19 | 33 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 51 | 100 | 19 | 47 | 67 |

Fuente: Elaboración propia.

En el escenario de canales según el índice CWQI en general se presentan puntos con mayores de porcentajes de excesos sobre la norma ambiental con respecto al escenario de las quebradas. El Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) presenta según el índice las mayores condiciones de exceso y amplitud de incumplimiento sobre la norma constituyendo niveles de pobreza en todos los criterios de calidad para el agua. Por otra parte, también se presentan algunas categorías marginales en la preservación de la flora y fauna y en el uso doméstico en la Desembocadura Canal Torca (CA-1) y en Canal Guaymaral (CA-7). Con respecto a las concentraciones límite de los objetivos de calidad para el segundo tramo del canal Torca en todos los puntos de medición se presentó un CWQI pobre, siendo el Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) el que reporta mayores porcentajes de incumplimiento.

Tabla 2- 136. CWQI para canales

| Desembocadura Canal Torca (CA-1) | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
|--------------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------------|------------|
| CWQI | 29 | 60 | 11 | 42 | 64 | 20 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Pobre | Marginal | Pobre |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 67 | 25 | 83 |
| F2 (Frecuencia) | 48 | 25 | 82 | 33 | 22 | 48 |
| F3 (Amplitud) | 99 | 55 | 99 | 68 | 53 | 100 |
| CA-7 Canal Guaymaral | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 29 | 57 | 11 | 40 | 61 | 33 |
| Categorización | Pobre | Marginal | Pobre | Pobre | Marginal | Pobre |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 67 | 25 | 83 |
| F2 (Frecuencia) | 48 | 28 | 82 | 42 | 22 | 50 |
| F3 (Amplitud) | 98 | 60 | 99 | 68 | 59 | 64 |
| CA-10 Canal Guaymaral - Río Bogotá | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 27 | 43 | 11 | 42 | 58 | 43 |
| Categorización | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Marginal | Pobre |
| F1 (Alcance) | 64 | 44 | 86 | 67 | 25 | 67 |
| F2 (Frecuencia) | 50 | 31 | 82 | 33 | 25 | 38 |
| F3 (Amplitud) | 98 | 83 | 99 | 68 | 63 | 63 |
| CA-13 Canal Colector Torca Guaymaral | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 32 | 37 | 18 | 42 | 39 | 20 |
| Categorización | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre |
| F1 (Alcance) | 45 | 33 | 71 | 67 | 25 | 83 |
| F2 (Frecuencia) | 41 | 28 | 71 | 33 | 25 | 46 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 100 | 100 | 68 | 100 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

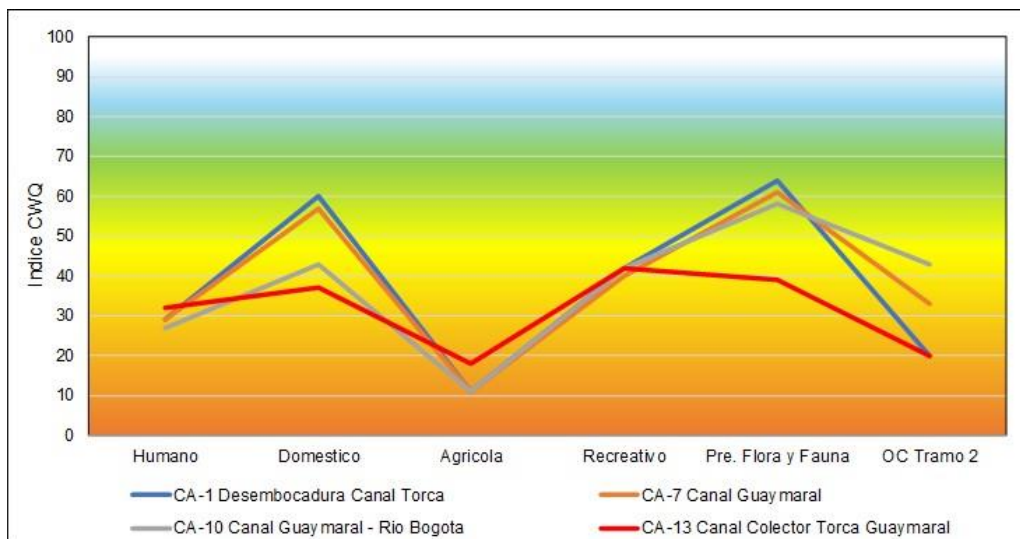


Figura 2- 260. Categorización del CWQI en canales. Fuente: Elaboración propia.

En el escenario de los humedales de manera similar a los canales se presentan porcentajes y magnitudes relevantes de incumplimiento sobre la norma ambiental. La Salida Humedal de Torca (CA-4), junto con la Salida del humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-5) presentan altos porcentajes de incumplimiento-magnitud y por ende una categoría de pobreza en el CWQI para todos los criterios de calidad en el uso del agua. Por otra parte, se presentan categorías del índice entre marginal y aceptable en la mayoría de los criterios de calidad en el humedal Guaymaral (CA-8) y el punto del humedal Guaymaral Costado Noroccidental (CA-14).

Tabla 2- 137. CWQI Para humedal

| CA-4 Salida Humedal de Torca | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
|---------------------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------------|------------|
| CWQI | 26 | 32 | 10 | 18 | 30 | 14 |
| Categorización | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre |
| F1 (Alcance) | 64 | 56 | 86 | 100 | 62 | 100 |
| F2 (Frecuencia) | 50 | 33 | 82 | 42 | 34 | 48 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 98 | 100 | 93 | 98 | 99 |
| CA-5 Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 32 | 37 | 18 | 42 | 39 | 24 |
| Categorización | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre | Pobre |
| F1 (Alcance) | 45 | 33 | 71 | 67 | 25 | 83 |
| F2 (Frecuencia) | 41 | 28 | 71 | 33 | 25 | 42 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 100 | 100 | 68 | 100 | 93 |
| CA-8 Humedal Guaymaral | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 29 | 65 | 10 | 79 | 64 | 47 |
| Categorización | Pobre | Aceptable | Pobre | Aceptable | Marginal | Marginal |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 33 | 38 | 50 |
| F2 (Frecuencia) | 45 | 17 | 82 | 8 | 22 | 38 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 48 | 100 | 11 | 46 | 67 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 137. CWQI Para humedal

| CA-4 Salida Humedal de Torca | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
|-----------------------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------------|------------|
| CA-14 Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | Humano | Domestico | Agrícola | Recreativo | Pre. Flora y Fauna | OC Tramo 2 |
| CWQI | 30 | 65 | 12 | 79 | 62 | 52 |
| Categorización | Pobre | Aceptable | Pobre | Aceptable | Marginal | Marginal |
| F1 (Alcance) | 55 | 33 | 86 | 33 | 38 | 33 |
| F2 (Frecuencia) | 43 | 17 | 79 | 8 | 28 | 33 |
| F3 (Amplitud) | 100 | 49 | 100 | 11 | 46 | 68 |

Fuente: Elaboración propia.

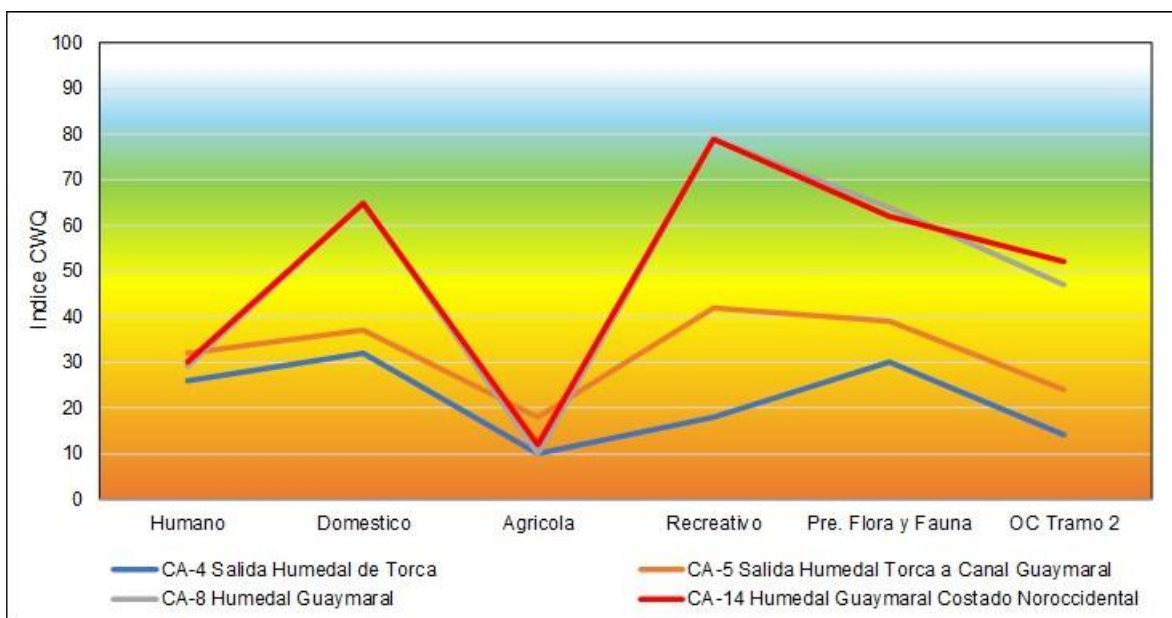


Figura 2- 261. Categorización del CWQI en humedal. Fuente: Elaboración propia.

2.5.5.1.5.5 Índice de Calidad del Agua (ICA)

El índice de calidad del agua superficial (ICA) es tomado de la metodología de índices ambientales de IDEAM (IDEAM, 2011), el cual corresponde a 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 o seis variables registradas en cada punto de monitoreo j en el tiempo t .

El cálculo de ICA incluye la ponderación de seis variables: Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Conductividad eléctrica, Sólidos Suspendedos Totales (SST), pH y la relación NT/PT.

La fórmula de cálculo del indicador es:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \times I_{ikjt} \right)$$

Donde.

ICA_{njt} : 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 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.

A continuación, se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplean cinco variables, la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos, y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

Tabla 2- 138. Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas.

| Variable | Unidad de medida | Ponderación |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| Oxígeno disuelto OD: | % Saturación | 0,17 |
| Sólidos suspendidos totales SST | mg/L | 0,17 |
| Demanda química de oxígeno DQO. | mg/L | 0,17 |
| Conductividad eléctrica C.E. | µs/cm | 0,17 |
| pH | Unidades de pH | 0,15 |
| NT/NP | - | 0,17 |

Fuente: Elaboración propia.

Para cada una de las variables se construye una relación funcional o curva funcional (ecuación) en la que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abscisas, trazando en cada grafico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante.

Este índice genera la calidad de un cuerpo de agua superficial en un tiempo determinado en términos de bienestar humano, independientemente del uso. Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías. De acuerdo con ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, asociándola a un color como señal de alerta. En la Tabla 2-139 se registra la relación entre valores y calificación.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 139. Clasificación de la calidad del agua según los valores ICA.

| Categorías de Valores que puede tomar el Indicador | Calificación de la Calidad del Agua | Señal de Alerta |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 0,00 – 0,25 | Muy Mala | Rojo |
| 0,26 – 0,50 | Mala | Naranja |
| 0,51 – 0,70 | Regular | Amarillo |
| 0,71 – 0,90. | Aceptable | Verde |
| 0,91 – 1,00 | Buena | Azul |

Fuente: Orjuela y López (2013).

El ICA en el escenario de quebradas se encuentra representado en la Figura 2-262. Donde se observa que el 51 % de los puntos muestran una categoría del ICA Bueno; 14,2 % Regular; 28,5 % en estado Aceptable y 5,71% con una categoría Mala, los cuales son las quebradas Patiño en la IV Campaña de medición y quebrada Floresta en su I Campaña de monitoreo. Observando el comportamiento de estos puntos con respecto a las variables utilizadas por el indicador, en el caso de la quebrada Patiño se presentan altas concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales (880 mg/L), DQO (286,6 mg O₂/L) y conductividad (267 µS/cm). Por otra parte, en la quebrada Floresta se presentan altos niveles de conductividad (409 µS/cm) y sólidos disueltos (223 mg/L) asociados a niveles muy bajos de Oxígeno disuelto (0,7 mgO₂/L). Con dichas características fisicoquímicas en las mediciones, es probable que se presenten bajas condiciones para la vida acuática y procesos ecosistémicos, lo más probable es que estos cuerpos de agua presenten importantes grados de contaminación.

Por otra parte, en el escenario de canales de la Figura 2-263, se observa una situación diferente al escenario de quebradas, donde el 68,7% de los puntos monitoreados presentan categorías del índice Mala y el 31,25 % Regular. El punto en la Desembocadura Canal Torca hacia el humedal (CA-1) y el Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) presentan una clasificación del índice Mala en todos los puntos de medición. Analizando el comportamiento de los parámetros en los puntos de mayor contaminación, se presentan altos niveles de conductividad eléctrica (484 µS/cm) asociados a niveles bajos de Oxígeno Disuelto (0,3 mgO₂/L), también existen puntos de medición donde las concentraciones de DQO reportan valores importantes de 192 mg O₂/L. Con respecto a los afluentes del sistema, la desembocadura Canal Torca (CA-1) es un punto crítico que aporta una mala calidad del agua al sistema del humedal, lo anterior dada la recepción de aguas residuales domesticas en el sector de Torca.

En el escenario del humedal representado en la Figura 2-264 se presentan clasificaciones similares al escenario de los canales. En el cual el 50 % de los puntos monitoreados presenta un ICA en condiciones Regulares, mientras que el 34,6 % de los puntos presenta una categoría Mala. Por otra parte, el 15,3 % representa una condición aceptable del índice.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta el comportamiento del ICA en los diferentes escenarios del sistema Torca y Guaymaral. Se puede evidenciar el deterioro de la calidad del agua del sistema. Ya que al observar en la Figura 2-262, los ICA en la mayoría de las quebradas, presentan condiciones favorables, situación contraria al comportamiento del ICA representado en los escenarios del humedal y de los canales. Si se analiza el comportamiento del Oxígeno Disuelto, DBO y la Conductividad junto con su interacción en los diferentes escenarios, evidentemente existe un impacto que puede ser atribuible al constante vertimiento de las aguas residuales domésticas u otras actividades antrópicas como la ganadería periférica al humedal. Estas actividades en general pueden aportar diferentes agentes orgánicos que están compuestos de estructuras moleculares de difícil manejo ambiental y biológico, logrando de esta manera deteriorar en el tiempo la calidad del recurso.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 140. ICA en quebradas

| Puntos de monitoreo | | Campaña | SST | DQO | O ₂ % Disuelto | Cond. Eléctrica | pH | Subíndices | | | | | ICA (5 variables) | Clasificación 5 variables |
|-----------------------------------|-------|-------------|------|-------|------------------------------|--------------------|------|------------|-------|-------|--------|-------|-------------------------|------------------------------|
| Quebrada Patiño | CA-11 | I Campaña | 33,3 | 374 | 1,3 | 324 | 7,23 | 0,920 | 0,125 | 1,013 | -0,271 | 1 | 0,557 | Regular |
| | | II Campaña | 63 | 138 | 0,6 | 202 | 7,46 | 0,831 | 0,125 | 1,006 | 0,325 | 1 | 0,657 | Regular |
| | | III Campaña | 32 | 20 | 3 | 190 | 6,35 | 0,924 | 0,91 | 1,030 | 0,378 | 0,714 | 0,791 | Aceptable |
| | | IV Campaña | 880 | 286,6 | 7,4 | 267 | 7,4 | 0,000 | 0,125 | 1,074 | 0,019 | 1 | 0,444 | Mala |
| Quebrada San Juan | CA-12 | I Campaña | 21,3 | 15 | 3,6 | 110 | 7,15 | 0,956 | 0,91 | 1,036 | 0,701 | 1 | 0,921 | Bueno |
| | | II Campaña | 54 | 18 | 4,1 | 143 | 7,58 | 0,858 | 0,91 | 1,041 | 0,575 | 1 | 0,877 | Aceptable |
| | | III Campaña | 31 | 20 | 4 | 107 | 7,06 | 0,927 | 0,91 | 1,040 | 0,712 | 1 | 0,918 | Bueno |
| | | IV Campaña | 228 | 66,1 | 3,94 | 83 | 7,6 | 0,336 | 0,26 | 1,039 | 0,795 | 1 | 0,686 | Regular |
| Quebrada la Floresta | CA-6 | I Campaña | 12,3 | 67 | 0,7 | 409 | 6,88 | 0,983 | 0,26 | 1,007 | -0,737 | 0,941 | 0,491 | Mala |
| | | II Campaña | 26 | 67 | 0,9 | 387 | 6,97 | 0,942 | 0,26 | 1,009 | -0,613 | 0,986 | 0,517 | Regular |
| | | III Campaña | 2 | 20 | 5,2 | 77 | 7,14 | 1,000 | 0,91 | 1,052 | 0,815 | 1 | 0,955 | Bueno |
| | | IV Campaña | 10 | 10 | 5,21 | 61 | 7,5 | 0,990 | 0,91 | 1,052 | 0,864 | 1 | 0,963 | Bueno |
| Quebrada Novita | CA-9 | I Campaña | 15,2 | 15 | 5,7 | 103 | 6,66 | 0,974 | 0,91 | 1,057 | 0,726 | 0,839 | 0,901 | Bueno |
| | | II Campaña | 13,2 | 37 | 5,7 | 101 | 6,7 | 0,980 | 0,51 | 1,057 | 0,733 | 0,857 | 0,828 | Aceptable |
| | | III Campaña | 10 | 20 | 3,9 | 81 | 7,25 | 0,990 | 0,91 | 1,039 | 0,802 | 1 | 0,948 | Bueno |
| | | IV Campaña | 29 | 22,1 | 5,68 | 61 | 7,2 | 0,933 | 0,71 | 1,057 | 0,864 | 1 | 0,913 | Bueno |
| Quebrada Torca | CA-15 | I Campaña | 3 | 15 | 4,1 | 39 | 6,05 | 1,000 | 0,91 | 1,041 | 0,926 | 0,611 | 0,898 | Aceptable |
| | | II Campaña | 6,4 | 31 | 4,3 | 33 | 6,46 | 1,001 | 0,51 | 1,043 | 0,940 | 0,756 | 0,850 | Aceptable |
| | | III Campaña | 19 | 20 | 4,5 | 25,2 | 7,03 | 0,963 | 0,91 | 1,045 | 0,959 | 1 | 0,975 | Bueno |
| | | IV Campaña | 10 | 29,1 | 5,9 | 19 | 7,9 | 0,990 | 0,51 | 1,059 | 0,972 | 1 | 0,906 | Bueno |
| Quebrada Aguas Calientes A arriba | CA-16 | III Campaña | 26 | 20 | 3,3 | 176 | 7,18 | 0,942 | 0,91 | 1,033 | 0,439 | 1 | 0,865 | Aceptable |
| | | IV Campaña | 10 | 14,1 | 7,06 | 151 | 7 | 0,990 | 0,91 | 1,071 | 0,543 | 1,001 | 0,903 | Bueno |
| Quebrada Aguas Calientes Abajo | CA-17 | III Campaña | 0,1 | 5 | 5,7 | 128,00 | 5,7 | 1,000 | 0,91 | 1,057 | 0,634 | 0,509 | 0,822 | Aceptable |
| | | IV Campaña | 15 | 10 | 6,61 | 91 | 7,3 | 0,975 | 0,91 | 1,066 | 0,768 | 1 | 0,944 | Bueno |
| Quebrada Patiño A. Arriba | CA-18 | III Campaña | 23 | 20 | 3,0 | 338 | 6,83 | 0,951 | 0,91 | 1,030 | -0,345 | 0,917 | 0,693 | Regular |
| Quebrada Floresta Aguas Arriba | CA-19 | III Campaña | 5 | 20 | 4,9 | 44 | 7,25 | 1,005 | 0,91 | 1,049 | 0,912 | 1 | 0,975 | Bueno |
| | | IV Campaña | 10 | 10 | 6,3 | 36 | 7,6 | 0,990 | 0,91 | 1,063 | 0,933 | 1 | 0,979 | Bueno |
| Quebrada Novita aguas arriba | CA-20 | III Campaña | 4 | 20 | 5,1 | 88 | 6,75 | 1,000 | 0,91 | 1,051 | 0,778 | 0,879 | 0,924 | Bueno |
| | | IV Campaña | 10 | 10 | 6,14 | 35 | 7,9 | 0,990 | 0,91 | 1,061 | 0,936 | 1 | 0,979 | Bueno |
| Quebrada Floresta punto medio | CA-21 | III Campaña | 2 | 20 | 5,1 | 58 | 6,75 | 1,000 | 0,91 | 1,051 | 0,873 | 0,879 | 0,943 | Bueno |
| | | IV Campaña | 10 | 11,1 | 5,84 | 36 | 7,6 | 0,990 | 0,91 | 1,058 | 0,933 | 1 | 0,978 | Bueno |
| Quebrada San Juan aguas abajo | CA-22 | III Campaña | 12 | 20 | 4,2 | 103 | 6,59 | 0,984 | 0,91 | 1,042 | 0,726 | 0,809 | 0,894 | Aceptable |
| | | IV Campaña | 71 | 19,1 | 5,23 | 85 | 8 | 0,807 | 0,91 | 1,052 | 0,788 | 1 | 0,912 | Bueno |
| Quebrada Tibabita | CA-23 | III Campaña | 10 | 20 | 4,1 | 242 | 6,63 | 0,990 | 0,91 | 1,041 | 0,140 | 0,826 | 0,781 | Aceptable |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 140. ICA en quebradas

| Puntos de monitoreo | | Campaña | SST | DQO | O ₂ % Disuelto | Cond. Eléctrica | pH | Subíndices | | | | | ICA (5 variables) | Clasificación 5 variables |
|---------------------|--|------------|-----|-----|------------------------------|-----------------|-----|------------|------|-------|-------|---|-------------------|---------------------------|
| | | IV Campaña | 16 | 10 | 1,9 | 168 | 7,2 | 0,972 | 0,91 | 1,019 | 0,473 | 1 | 0,875 | Aceptable |

Fuente: Elaboración propia.

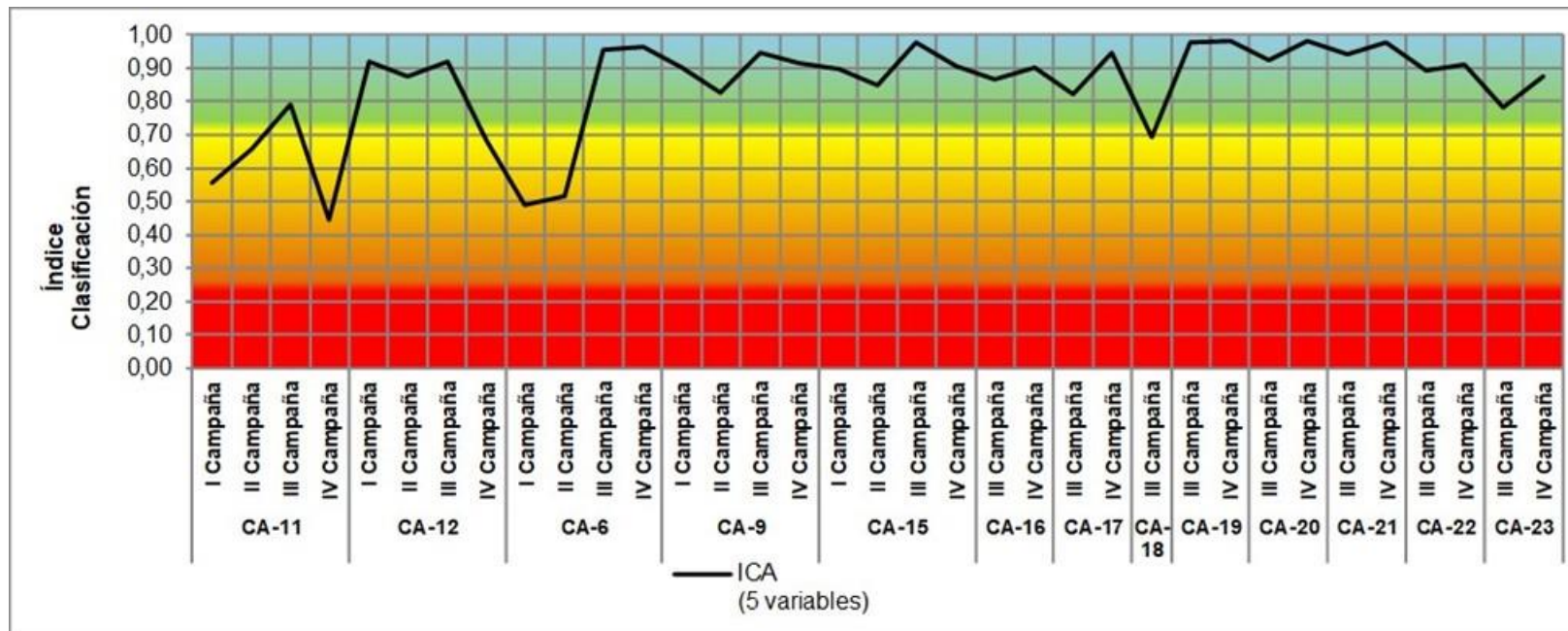


Figura 2- 262. Categorización del ICA en quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 141. ICA en canales

| Puntos de monitoreo | | Campaña | SST | DQO | Oxígeno % | Cond. Eléctrica | pH | Subíndices | | | | | ICA (5 variables) | Clasificación 5 variables |
|--------------------------------|-------|-------------|-------|-------|-----------|-----------------|------|------------|-------|-------|--------|-------|-------------------|---------------------------|
| Desembocadura Canal Torca | CA-1 | I Campaña | 18,6 | 54 | 1,2 | 447 | 7,58 | 0,964 | 0,26 | 1,012 | -0,956 | 1 | 0,456 | Mala |
| | | II Campaña | 7,0 | 75 | 0,3 | 451 | 7,84 | 0,999 | 0,26 | 1,003 | -0,980 | 1 | 0,456 | Mala |
| | | III Campaña | 38 | 79 | 2,3 | 462 | 7,55 | 0,906 | 0,26 | 1,023 | -1,045 | 1 | 0,429 | Mala |
| | | IV Campaña | 48 | 192,6 | 2,31 | 484 | 7,1 | 0,876 | 0,125 | 1,023 | -1,176 | 1 | 0,370 | Mala |
| Canal Guaymaral | CA-7 | I Campaña | 17 | 61 | 1,3 | 391 | 6,57 | 0,969 | 0,26 | 1,013 | -0,635 | 0,801 | 0,482 | Mala |
| | | II Campaña | 54,0 | 75 | 0,6 | 272 | 6,80 | 0,858 | 0,26 | 1,006 | -0,005 | 0,902 | 0,604 | Regular |
| | | III Campaña | 23 | 75 | 0,6 | 360 | 6,64 | 0,951 | 0,26 | 1,006 | -0,464 | 0,830 | 0,517 | Regular |
| | | IV Campaña | 10 | 80,1 | 2,53 | 395 | 7,1 | 0,990 | 0,125 | 1,025 | -0,657 | 1 | 0,497 | Mala |
| Canal Guaymaral - Rio Bogotá | CA-10 | I Campaña | 24 | 79 | 0,6 | 447 | 6,95 | 0,948 | 0,26 | 1,006 | -0,956 | 0,976 | 0,447 | Mala |
| | | II Campaña | 19,00 | 65 | 0,8 | 450 | 7,12 | 0,963 | 0,26 | 1,008 | -0,974 | 1 | 0,451 | Mala |
| | | III Campaña | 14 | 93 | 0,2 | 445 | 6,90 | 0,978 | 0,125 | 1,002 | -0,944 | 0,951 | 0,422 | Mala |
| | | IV Campaña | 13 | 87,77 | 1,24 | 410 | 7,2 | 0,981 | 0,125 | 1,012 | -0,742 | 1 | 0,475 | Mala |
| Canal Colector Torca Guaymaral | CA-13 | I Campaña | 22 | 58 | 0,3 | 388 | 6,99 | 0,954 | 0,26 | 1,003 | -0,618 | 0,996 | 0,519 | Regular |
| | | II Campaña | 10,8 | 41 | 0,5 | 400 | 7,01 | 0,988 | 0,26 | 1,005 | -0,686 | 1 | 0,513 | Regular |
| | | III Campaña | 24 | 100 | 1,1 | 420 | 7,02 | 0,948 | 0,125 | 1,011 | -0,800 | 1 | 0,457 | Mala |
| | | IV Campaña | 18 | 100,1 | 2,24 | 238 | 7,1 | 0,966 | 0,125 | 1,022 | 0,159 | 1 | 0,655 | Regular |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

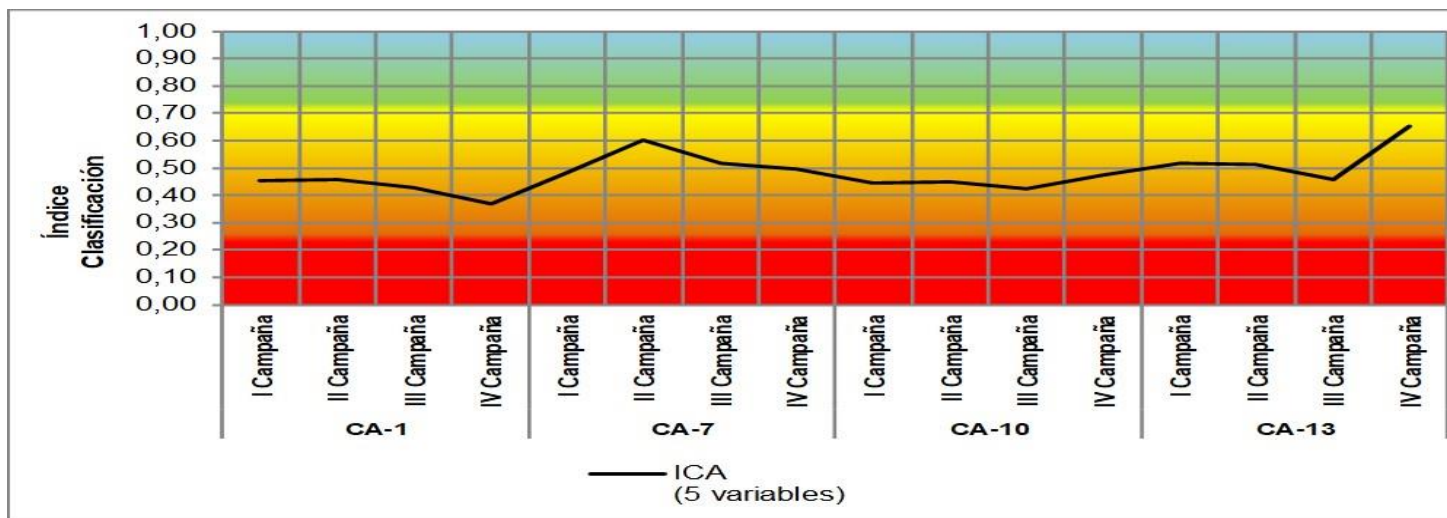


Figura 2- 263. Categorización del ICA en canales. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 142. ICA en humedal

| Puntos de monitoreo | Campaña | | SST | DQO | Oxígeno % | Cond. Eléctrica | pH | Subíndices | | | | | ICA (5 variables) | Clasificación 5 variables |
|----------------------------------------|---------|-------------|-------|-------|-----------|-----------------|------|------------|-------|----------|--------|-------|-------------------|---------------------------|
| | | | | | | | | SST | DQO | %SAT. O2 | C.E | pH | | |
| Humedal Torca - Occidental | CA-2 | I Campaña | 15 | 42 | 4,0 | 220 | 8,73 | 0,976 | 0,26 | 1,040 | 0,243 | 1,235 | 0,751 | Aceptable |
| | | II Campaña | 30,00 | 89 | 1,2 | 218 | 7,88 | 0,930 | 0,125 | 1,012 | 0,253 | 1 | 0,664 | Regular |
| | | III Campaña | 507 | 20 | 1,3 | 240 | 6,99 | 0,000 | 0,91 | 1,013 | 0,150 | 0,996 | 0,614 | Regular |
| Humedal Torca Oriental | CA-3 | I Campaña | 6,7 | 85 | 4,2 | 175 | 8,15 | 1,000 | 0,125 | 1,042 | 0,443 | 0,692 | 0,660 | Regular |
| | | II Campaña | 13,00 | 103 | 0,9 | 181 | 7,68 | 0,981 | 0,125 | 1,009 | 0,418 | 1 | 0,707 | Aceptable |
| | | III Campaña | 4792 | 129 | 0,3 | 291 | 6,48 | 0,000 | 0,125 | 1,003 | -0,101 | 0,764 | 0,358 | Mala |
| Salida Humedal de Torca | CA-4 | I Campaña | 22,0 | 56 | 0,9 | 375 | 7,08 | 0,954 | 0,26 | 1,009 | -0,546 | 1 | 0,535 | Regular |
| | | II Campaña | 16,0 | 0,03 | 7,18 | 0,02 | 0,04 | 0,972 | 0,91 | 1,072 | 1,000 | 0,1 | 0,811 | Aceptable |
| | | III Campaña | 82 | 100 | 0,3 | 393 | 6,88 | 0,774 | 0,125 | 1,003 | -0,646 | 0,941 | 0,439 | Mala |
| | | IV Campaña | 15 | 95,43 | 0,42 | 375 | 6,4 | 0,975 | 0,125 | 1,004 | -0,546 | 0,733 | 0,458 | Mala |
| Salida Humedal Torca a Canal Guaymaral | CA-5 | I Campaña | 11,7 | 74 | 0,9 | 424 | 6,85 | 0,985 | 0,26 | 1,009 | -0,823 | 0,926 | 0,472 | Mala |
| | | II Campaña | 17,0 | 54 | 1,2 | 381 | 6,67 | 0,969 | 0,26 | 1,012 | -0,579 | 0,843 | 0,501 | Regular |
| | | III Campaña | 17 | 92 | 1,2 | 444 | 7,16 | 0,969 | 0,125 | 1,012 | -0,939 | 1 | 0,433 | Mala |
| | | IV Campaña | 34 | 81,43 | 0,55 | 430 | 7,3 | 0,918 | 0,125 | 1,006 | -0,857 | 1 | 0,438 | Mala |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 142. ICA en humedal

| Puntos de monitoreo | Campaña | | SST | DQO | Oxígeno % | Cond. Eléctrica | pH | Subíndices | | | | | ICA (5 variables) | Clasificación 5 variables |
|-----------------------------------------|---------|---------------------|-------|-------|-----------|-----------------|------|------------|-------|----------|--------|-------|-------------------|---------------------------|
| | | | | | | | | SST | DQO | %SAT. O2 | C.E | pH | | |
| Humedal Guaymaral | CA-8 | I Campaña | 5,3 | 32 | 6,2 | 387 | 7,69 | 1,004 | 0,51 | 1,062 | -0,613 | 1 | 0,593 | Regular |
| | | II Campaña | 7,0 | 29 | 4,6 | 469 | 7,46 | 0,999 | 0,51 | 1,046 | -1,086 | 1 | 0,494 | Mala |
| | | III Campaña | 8 | 20 | 4,9 | 447 | 6,99 | 0,996 | 0,91 | 1,049 | -0,956 | 0,996 | 0,599 | Regular |
| | | IV Campaña | 52 | 44,1 | 6 | 417 | 7,1 | 0,864 | 0,26 | 1,060 | -0,782 | 1 | 0,480 | Mala |
| Humedal Guaymaral Costado Noroccidental | CA-14 | I Campaña | 6,8 | 22 | 5,9 | 316 | 7,23 | 1,000 | 0,71 | 1,059 | -0,229 | 1 | 0,708 | Aceptable |
| | | II Campaña | 5,2 | 225 | 5,3 | 426 | 7,50 | 1,004 | 0,125 | 1,053 | -0,834 | 1 | 0,470 | Mala |
| | | III Campaña | 9 | 20 | 5,2 | 409 | 6,79 | 0,993 | 0,91 | 1,052 | -0,737 | 0,898 | 0,623 | Regular |
| | | IV Campaña | 22 | 28,43 | 5,6 | 417 | 7,1 | 0,954 | 0,51 | 1,056 | -0,782 | 1 | 0,548 | Regular |
| Humedales de Torca y Guaymaral | SDA-CAR | Zona torca Eneal | 225,7 | 224 | 1,86 | 210 | 6,99 | 0,343 | 0,125 | 1,019 | 0,289 | 0,996 | 0,554 | Regular |
| | | Guaymaral Eucalipto | 11,5 | 0 | 5,45 | 390 | 7,01 | 0,986 | 0,91 | 1,055 | -0,629 | 1 | 0,664 | Regular |
| | | Guaymaral Rebose | 24 | 0 | 6,1 | 394 | 7,02 | 0,948 | 0,91 | 1,061 | -0,652 | 1 | 0,653 | Regular |
| | | Guaymaral New York | 4 | 0 | 3,8 | 406 | 7,1 | 1,000 | 0,91 | 1,038 | -0,720 | 1 | 0,646 | Regular |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

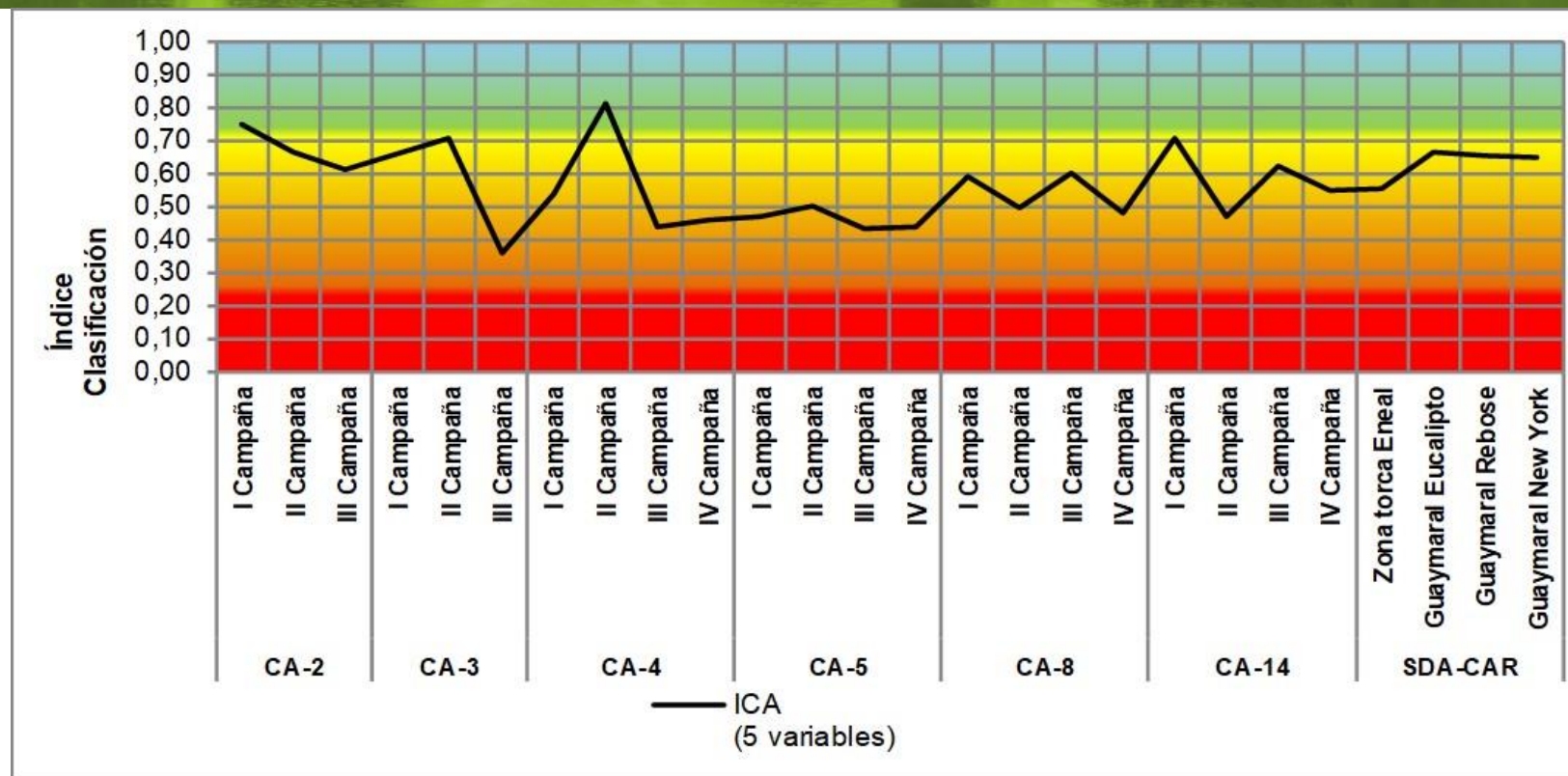


Figura 2- 264. Categorización del ICA en humedal. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.2 USOS Y USUARIOS DEL AGUA

El agua se constituye en un recurso indispensable para el desarrollo de cualquier actividad humana, por lo que su escasez o el deterioro de su calidad puede ser un factor limitante en la ejecución de estas, sumándole la estrecha relación que mantiene con la salud humana y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Sin embargo, pese a su importancia y a que gran parte de las actividades antrópicas requieren del recurso hídrico ya sea como materia prima o como fuente receptora de agentes residuales, la calidad de la mayoría de estas fuentes hídricas se encuentra afectada por la alta contaminación.

Teniendo en cuenta lo anterior para la identificación de usos y usuarios actuales en el área de estudio, se llevó a cabo el inventario con levantamiento de información de trabajo de campo y entrevistas con personas de la comunidad realizado en el mes de julio de 2019. A partir de la información recolectada se identificaron los conflictos actuales, adicionalmente se utilizaron fuentes de información secundaria como el Plan Ambiental Local de la Localidad de Suba y Usaquén.

2.5.5.2.1 Tipos de usos

- Uso doméstico y consumo humano

El agua para consumo humano se refiere al agua que es utilizada para hidratación, satisfacción de necesidades domésticas individuales o colectivas como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios, y para la preparación de alimentos en general, en especial, los destinados a su comercialización o distribución que no requieren elaboración. De acuerdo con lo evidenciado en campo, el agua es captada mediante mangueras y se almacena en tanques de diferentes capacidades con el fin de distribuirla en las diferentes actividades del usuario. Esta agua no recibe ningún tratamiento.



Fotografía 2- 40. Mangueras de captación.
Fuente: Elaboración propia

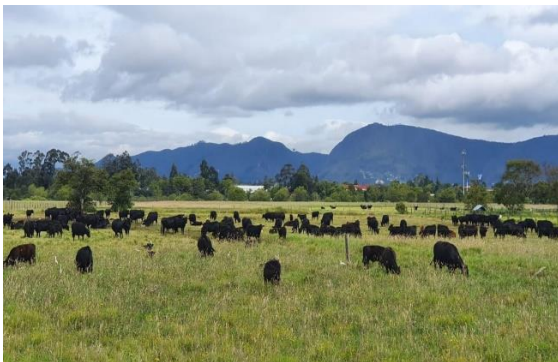


Fotografía 2- 41. Almacenamiento de agua.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Uso pecuario

Es el uso del agua para el consumo del ganado y demás animales, así como en actividades conexas y complementarias. En el área oriental de la autopista norte, en dirección hacia la carrera séptima se observaron varios criaderos de perros para el área de seguridad, los cuales captan el agua mediante motobombas utilizadas para el aseo de las casetas; también se encuentran centros ecuestres que utilizan el agua para el lavado de las pesebreras y consumo de los animales. Se evidenció ganado en los diferentes potreros alledaños al humedal y quebradas. Todos utilizan pozo séptico para sus vertimientos.



Fotografía 2- 42. Ganadería
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 43. Criadero de perros
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 44. Criadero de caballos.
Fuente: Elaboración propia.

- Vertimientos

En cuanto a la disposición de aguas residuales domésticas, en el área se utiliza el pozo séptico como medio para la disposición o vertimiento de las aguas residuales, como una de las soluciones individuales de saneamiento.

Por otro lado, de acuerdo con los habitantes entrevistados en la zona, no se evidencia cobertura de alcantarillado lo que genera que los vertimientos se desechen directamente a

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

los cuerpos hídricos. En los casos del sector comercial, y el institucional, la mayoría cuentan con planta de tratamiento y vierten a los canales de Torca y Guaymaral.



Fotografía 2- 45. Tanque séptico con cal.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 46. Tanque séptico-tapa madera. Fuente: Elaboración propia.

Durante el recorrido se identificaron vertimientos del sector comercial, el cual vierte sus aguas al canal de Guaymaral mediante una tubería aproximadamente de 3 pulgadas, las cuales llegan al río Bogotá. Finalmente se observó tubería saliente sobre el canal Torca.



Fotografía 2- 47. Vertimiento sobre canal Torca. Fuente: Elaboración propia.







Fotografía 2- 48. Vertimiento sector comercial. Fuente: Elaboración propia.

2.5.5.2.2 Usuarios identificados

A continuación, en la Tabla 2-143 se presenta el inventario de los usos y usuarios identificados en el área de estudio. Este recorrido se realizó por los diferentes drenajes pertenecientes a la red hídrica de los humedales de Torca y Guaymaral y por los dos canales.





Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|-------------------|--------------------------------------|--------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| 1 | Quebrada Tibabita | Consumo humano, doméstico, pecuario, | 01005487 | 01019886 | Se evidencia captación mediante manguera y se almacena en dos tanques de 500 litros, está ubicada en este punto la Finca La 200, viven 5 personas, no aplican ningún tipo de tratamiento al agua, en este lugar aproximadamente hay reses, caballos, conejos, gallinas y perros. |  |
| 2 | Pozo séptico | Vertimiento doméstico | 01005487 | 01019886 | EL pozo se encuentra cubierto de palos y pasto, no se observa su interior, no sabe cuál es el material de construcción. |  |
| 3 | Quebrada Tibabita | Uso comercial | 01005189 | 01020086 | Hay una manguera que trae un caudal aproximado de 0.2 l/seg, utilizan el recurso para mantener las flores frescas, almacenan el agua en baldes, canecas y un lavadero, no la consumen ni realiza tratamiento. |  |
| 4 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005047 | 01020964 | Captación de la Quebrada San Juan mediante motobomba, almacenamiento en canecas de 60 litros, la utilizan para el lavado de las perreras. |  |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|---------------------------|--------------------------|--------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| 5 | Pozo séptico | Vertimiento doméstico | 01004949 | 01021009 | Pozo séptico, llegan las aguas de la batería sanitaria, arrojan desperdicios del lavado de las perreras, está a cielo abierto, le aplican cal para que seque y no presente olores |  |
| 6 | Quebrada Floresta | Consumo humano doméstico | 01005209 | 01023692 | Sobre la 7ma, en el costado oriental se evidencia una motobomba para captación de agua en el ICBF. |  |
| 7 | Canal Torca | N.O | 01004037 | 01020500 | Se observa tubería saliente del cementerio Jardines de Paz, con poco caudal, la cual descarga al canal Torca. |  |
| 8 | Drenaje La Casona de Luis | Domestico | 01005277 | 01023316 | Se observa una tubería saliente del restaurante, la cual descarga en un pozo séptico cubierto de estibas y pasto. |  |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|-------------------|-----------------------|--------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| 9 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005144 | 01021870 | En este predio funciona el Centro Ecuestre de los Andes, hay 4 usuarios permanentes, realizan la captación por medio de manguera con motobomba hacia dos tanques de almacenamiento de 500 litros, la utilizan para todas sus actividades domésticas y pecuarias, lavado de pesebreras, consumo humano, consumo de animales. |  |
| 10 | Pozo séptico | Vertimiento doméstico | 01005144 | 01021870 | Este pozo es de gran dimensión según información de la administradora del establecimiento ya que nunca ha sido limpiado, está cubierto de pasto y tiene tapa en concreto. |  |
| 11 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005463 | 01021474 | Realizan captación mediante motobomba de la quebrada San Juan, en este lugar funciona un restaurante | No permite ingreso ni registro fotográfico |
| 12 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005351 | 01021424 | En este predio hay ubicada una motobomba que conduce el agua hasta dos tanques de almacenamiento de 500 litros, en este predio funciona un taller de volquetas con una vivienda. |  |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|-------------------|--------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| | | | | | |  |
| 13 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005457 | 01021418 | Tanques de almacenamiento parqueadero de Volquetas |  |
| 14 | Pozo Séptico | Vertimiento domestico | 01005463 | 010021474 | La persona que reside en este predio indica no saber dónde se encuentra ubicado el pozo séptico. | N/A |
| 15 | Quebrada San Juan | Captación doméstica consumo humano y | 01005476 | 01021417 | En este lugar funciona un restaurante, utilizan el agua que captan para preparar alimentos, hay 4 canecas donde almacenan el agua que utilizan a diario. No hay baños ni pozo séptico, el agua que utilizan para lavar los recipientes, es vertida sin ningún tipo de tratamiento. | No permite tomar registro fotográfico. |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|-------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| 16 | Canal Guaymaral | Vertimiento comercial | 01004117 | 01023595 | Se observa una tubería saliente del predio del Centro Comercial Bima, la cual realiza la descarga al canal Guaymaral, presenta un diámetro de 3 pulgadas aproximadamente. |  |
| 17 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005066 | 01021212 | Se observa tubería de PVC de media pulgada la cual se encuentra costado oriental de la línea férrea, y luego no se observa porque se encuentra enterrada cerca de este punto hay una finca en la cual no había nadie en el momento de la visita. |  |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 143. Inventario usos y usuarios en el área de estudio.

| Id | Drenaje | Tipo de Uso | Coordenadas* | | Descripción | Registro fotográfico |
|----|----------------------|---------------------|--------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Este | Norte | | |
| 18 | Quebrada La Floresta | Captación doméstica | 01005204 | 01023600 | En este predio hay captación mediante motobomba para uso doméstico y consumo humano, habitan 5 personas en la vivienda y almacenan en tanque de agua elevado. |  |
| 19 | Quebrada Tibabita | Vertimiento | 01004603 | 01019279 | Se observa un tubo que drena al cauce de la quebrada, proveniente de la industria cementera, en este lugar nos indicaron que utilizan agua de carrotanque para todas sus actividades y que no realizan ninguna captación o vertimiento. |  |
| 20 | Quebrada San Juan | Captación doméstica | 01005052 | 01021233 | En este punto se observa tubería enterrada para captación, imposible evidenciar hacia donde conduce |  |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.2.3 Conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua

De acuerdo con la información recolectada en campo e información secundaria, a continuación, se evidencian los principales conflictos generados por la disponibilidad y los usos del agua.

Con relación al uso doméstico se mencionan problemáticas recurrentes respecto a la infraestructura de distribución y el tratamiento de agua para consumo humano. Con respecto a las áreas rurales, específicamente en el lado oriental del humedal sector Torca se evidenciaron conexiones irregulares y motobombas sobre los drenajes. De la misma forma se evidencia la disminución de los caudales en la época seca en la gran mayoría de los drenajes pertenecientes a la red hidrológica del humedal, además de la contaminación de las corrientes superficiales por vertimientos de aguas domiciliarias, industriales, agroindustriales y comerciales.

De acuerdo con estudios realizados en la zona, el estado de deterioro de la calidad del agua a causa de la disposición de toda clase de desechos en las fuentes hídricas y el vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento o con tratamientos inefficientes, se convierten en un problema de sanidad para el sector, cuyos habitantes requieren de este recurso para consumo doméstico y realizan su captación directamente de las fuentes hídricas.

Por lo tanto, se puede concluir que el área de estudio presenta un déficit hídrico evidenciado en sus características hidrológicas de escases, uso y manejo; así como la falta de gestión conjunta entre instituciones, gremios y comunidades. Igualmente, se evidencia la necesidad de contar con instrumentos y estrategias de control y gestión sobre el recurso hídrico que permitan racionalizar su uso y garantizar su disponibilidad en condiciones de cantidad y calidad para el uso doméstico, pecuario y agrícola especialmente en las áreas rurales.

2.5.5.3 CALIDAD DEL AIRE

Teniendo en cuenta que el aire es un “fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica” (Decreto 948, 1995), es de gran importancia conocer la calidad del aire.

En primer lugar, se realizó la revisión de información secundaria de estudios específicos y datos procedentes de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) de la estación Guaymaral, a fin de conocer y analizar las concentraciones de contaminantes tales como: material particulado igual o menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$), material particulado igual o menor a 10 micras (PM_{10}), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxidos de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO). En segundo lugar, se realizó una identificación de las fuentes de emisiones fijas o móviles en el área de estudio.

El análisis de la calidad del aire se realizó teniendo en cuenta la información de la red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá de la Secretaría Distrital de Ambiente más cercanas al área de estudio, como las localizadas en las localidades de Suba y Usaquén.

La identificación de fuentes de emisiones atmosféricas se realizó por medio de la identificación preliminar de fuentes de emisión existentes en el área de estudio,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

asentamientos poblacionales, y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo. Así mismo, se realizó el recorrido del área de estudio con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos definidos a partir de información secundaria.

2.5.5.3.1 Monitoreo calidad del aire

Para caracterizar el componente atmosférico en relación con la calidad del aire en el área de estudio de estudio se utilizó la información de la RMCAB y el informe de monitoreo de Calidad del Aire, presentación del proyecto solicitud de modificación de licencia ambiental 703 de 1996 para la construcción de la ampliación de la Autopista Norte entre la calle 245 y La Caro en jurisdicción del distrito de Bogotá y el municipio de Chía (Cundinamarca)- Año 2017.

Los datos procedentes de la RMCAB, generalmente tabulados en promedios horarios, se agrupan y evalúan para obtener promedios diarios, mensuales y anuales, generando series de tiempo para observar el comportamiento y la tendencia de los últimos años. Se seleccionaron, por una mayor proximidad al área de estudio, la estación Guaymaral y Corpas ubicadas en la localidad de Suba.

A continuación, se relacionan las características de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y se analiza la información reportada para los años 2012 al 2017 (Tabla 2-144 a la Tabla 2-146, Figura 2-265 y Anexo G Calidad Ambiental - G2 Aire – 1. Informes Estación Guaymaral).

Tabla 2- 144. Localización de la estación de calidad de aire en la localidad de Suba (Guaymaral)

| | | | |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Ubicación | | AV carrera 45 N° 205 – 59 (antigua Autopista Norte km 13) | |
| Coordenadas Geográficas | | Latitud: 04°47'1.44"N | |
| | | Longitud: 74°2' 37.62"W | |
| Tipo de Zona | | Suburbana | |
| Tipo de Estación | | De fondo | |
| Equipo | Parámetro | Nombre | Principio Analítico |
| | PM ₁₀ | Met One Bam 1020 | Atenuación Beta |
| | PM _{2.5} | Thermo Scientific FH62C14-DHS | Atenuación Beta |
| | O ₃ | Tapi 400E | Fotómetro UV no dispersivo |
| | CO | Thermo Scientific 48i | Absorción de Infrarrojo con filtro de gas |
| | SO ₂ | DASIBI | Fluorescencia Pulsada |
| | NO ₂ | Teledyne API 200E | Quimioluminiscencia |
| Localización del punto de toma de muestra | | Zona verde | |
| Altura del punto de toma de muestra | | 4,0 m | |
| Altura de meteorológicos | | 10,0 m | |

Fuente: SDA (2018).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 145. Localización de la estación de calidad de aire en la localidad de Suba (Corpas)

| | | | |
|-------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Ubicación | | Carrera 111 # 159A-61 | |
| Coordenadas Geográficas | | Latitud: 04°45'40.86" N | |
| | | Longitud: 74°5'36.54" W | |
| Tipo de Zona | | Suburbana | |
| Tipo de Estación | | De fondo | |
| Equipo | Parámetro | Nombre | Principio Analítico |
| | PM ₁₀ | Met One Bam 1020 | Atenuación Beta |
| | PM _{2.5} | Thermo Scientific FH62C14-DHS | Atenuación Beta |
| | O ₃ | Tapi 400E | Fotómetro UV no dispersivo |
| | CO | Thermo Scientific 48i | Absorción de Infrarrojo con filtro de gas |
| | SO ₂ | DASIBI | Fluorescencia Pulsada |
| | NO ₂ | Teledyne API 200E | Quimioluminiscencia |
| Localización del punto de toma de muestra | | Azotea | |
| Altura del punto de toma de muestra | | 10,3 m | |
| Altura de meteorológicos | | 12,3 m | |

Fuente: SDA (2018).

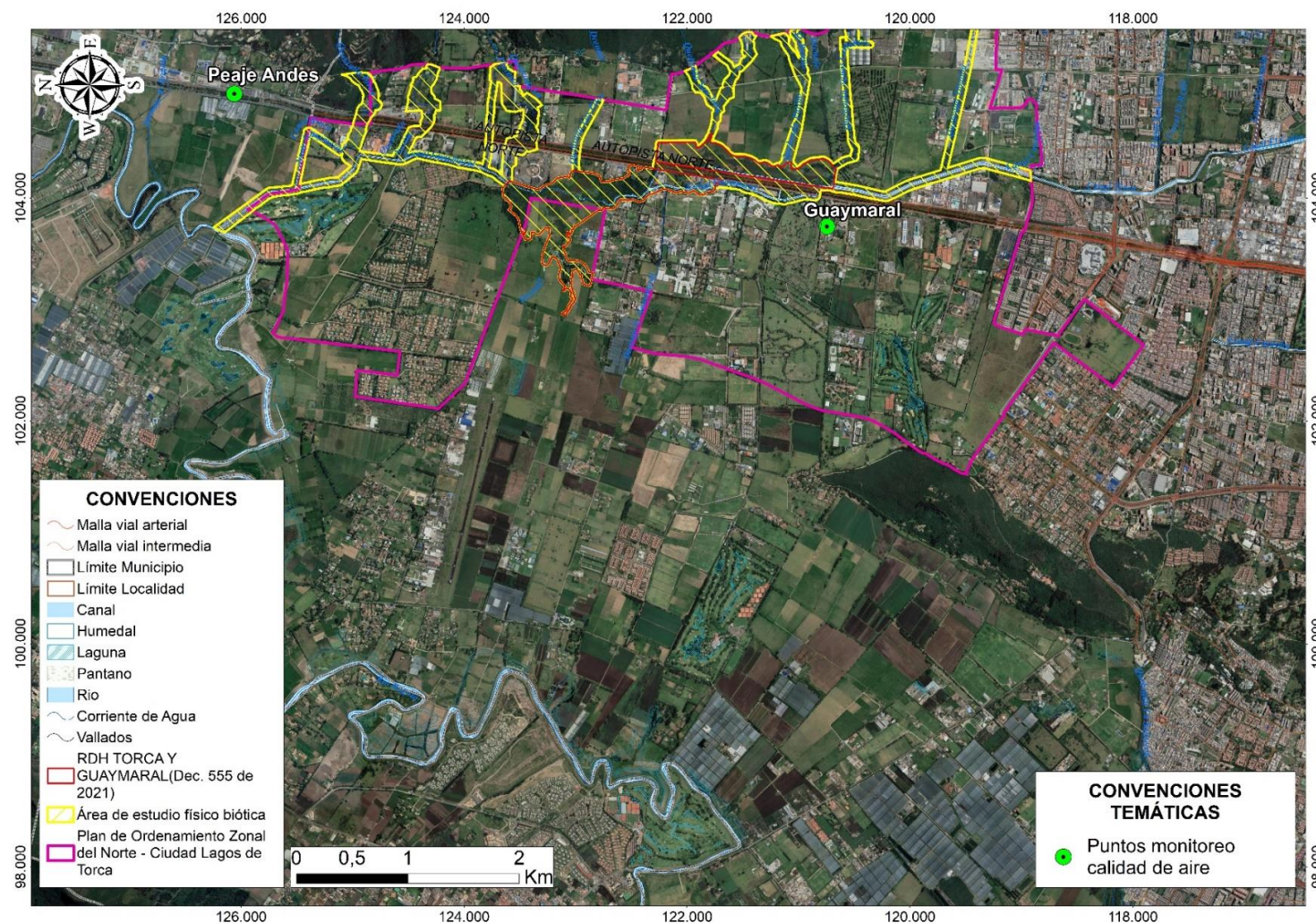
Tabla 2- 146. Localización de la estación de calidad de aire en el peaje Los Andes.

| | | | |
|-------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Ubicación | | Peaje los Andes (Centro de Comunicaciones Devinorte) | |
| Coordenadas Geográficas | | Latitud: 04°49'54.45" N | |
| | | Longitud: 72°1'58.97" W | |
| Tipo de Zona | | Urbana | |
| Tipo de Estación | | De fondo | |
| Equipo | Parámetro | Nombre | Principio Analítico |
| | PM ₁₀ | Muestreador de Alto Volumen (High Vol) | Balanza analítica |
| | CO | Thermo Scientific 48i | Analizador infrarrojo |
| | SO ₂ | DASIBI | Espectrofotómetro |
| | NO ₂ | Teledyne API 200E | Espectrofotómetro |
| Localización del punto de toma de muestra | | Techo Caseta | |
| Altura del punto de toma de muestra | | 2.5 m | |
| Altura de meteorológicos | | 3.5 m | |

Fuente: Informe Monitoreo Calidad de Aire Ampliación Autopista Norte, 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Figura 2- 265. Ubicación estaciones de muestreo de aire.



Fuente: Elaboración propia. Datos e Información SDA (2017) y Estudio de Impacto Ambiental “Ampliación Auto-Norte”

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la Tabla 2-147 se muestran los promedios anuales de los contaminantes medidos por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá (RMCAB) para los años 2012 a 2017, con representatividad de datos mayor al 75 %.

Además, se presentan los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 (normatividad vigente), por medio de la cual se adopta la norma de calidad del aire, la cual entró en cumplimiento a partir del primero de enero del año 2018. Vale la pena considerar que la Resolución 2254 de 2017 establece para el contaminante O₃ un límite máximo permisible más amplio que el establecido en la Resolución 610 de 2010, pasando de 80 a 100 µg/m³ con respecto a la concentración máxima en ocho horas.

La Resolución 2254 de 2017 establece para el contaminante NO₂ un límite máximo permisible más restrictivo que el establecido en la Resolución 610 de 2010, pasando de 100 a 60 µg/m³ con respecto a la concentración promedio anual.

Tabla 2- 147. Promedios anuales de contaminantes medidos por la RMCAB.

| Localidad | Contaminante (µg/m ³) | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Resolución 2254 de 2017 | Tiempo de Exposición |
|---------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------------------------|----------------------|
| Suba | PM ₁₀ | 53 | 55 | 51 | 47 | 51 | 50 | 50 | Anual |
| | PM _{2.5} | N. A | N. A | 21 | 22 | N. R | 18 | 25 | Anual |
| | O ₃ | 14.4 | 39 | 22 | 21 | N. R | 26 | 100 | Máximo 8 Horas |
| | NO ₂ | 23 | N. A | 26 | N. R | N. A | N. A | 60 | Anual |
| | SO ₂ | N. A | 6 | 7.3 | N. R | N. R | 3.4 | N. E | Anual |
| | CO | N. A | N. A | N. A | N. A | N. R | N. R | 5.000 | Máximo 8 Horas |
| Suba Guaymaral | PM ₁₀ | 34 | 50 | N. R | 31 | 32 | 28 | 50 | Anual |
| | PM _{2.5} | N. A | N. A | N. A | 14 | 16 | 15 | 25 | Anual |
| | O ₃ | 10,5 | 17 | 23 | 22 | 25 | 22 | 100 | Máximo 8 Horas |
| | NO ₂ | N. A | N. A | 23 | 24 | N. R | N. R | 60 | Anual |
| | SO ₂ | N. A | N. A | N. A | N. A | N. A | N. A | N. E | Anual |
| | CO | N. A | N. A | N. A | N. A | N. A | N. A | 5.000 | Máximo 8 Horas |
| Usaquén (Peaje Los Andes) | PM ₁₀ | - | - | - | - | - | 47,66 | 50 | Anual |
| | NO ₂ | - | - | - | - | - | <2.39 | 60 | Anual |
| | SO ₂ | - | - | - | - | - | 19,68 | N. E | Anual |
| | CO | - | - | - | - | - | N. A | 5.000 | Máximo 8 Horas |

N.A: Datos No Disponibles - N.R: Datos no representativos.

Fuente: SDA, (2018).

- Material particulado PM₁₀

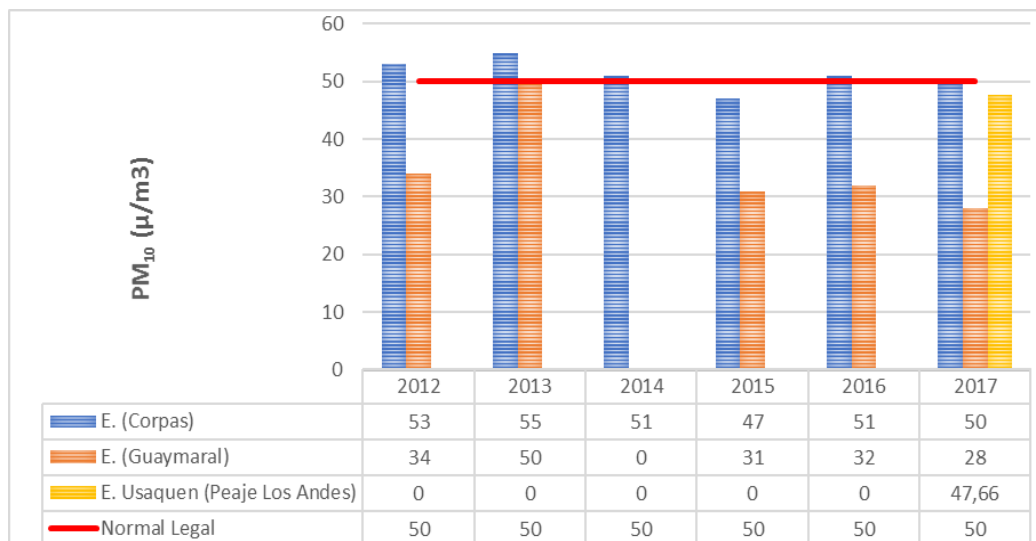
El PM₁₀ representa la masa de las partículas cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 µm, algunas de las fuentes de emisión de estas partículas pueden ser móviles y fijas procedente de procesos mecánicos, como obras de construcción y resuspensión del polvo en vías. Este parámetro de calidad del aire se considera de interés desde el punto de vista del riesgo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

para la salud humana, ya que el aire ingresa al tracto respiratorio y puede producir daños en los tejidos y órganos que lo conforman. Al igual que sucede con el material particulado total, las normas de calidad del aire establecen máximas concentraciones permitidas en periodos de 24 horas y máximo valor promedio anual de los registros diarios.

Los valores de concentración de este contaminante a partir del año 2010 corresponden a promedios anuales calculados con base en el criterio de representatividad temporal de al menos el 75% de los datos, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En las estaciones seleccionadas, la tendencia general de las concentraciones en el periodo comprendido entre los años 2012 y 2017 muestra valores medios anuales elevados para la Estación Suba Corpas que sobrepasan los niveles permisibles, exceptuando el año 2015, posiblemente ocasionados por el alto flujo vehicular de carga pesada, del estado de las vías y de la conexión vial con los municipios aledaños. En la Estación de Guaymaral y Usaquén, las concentraciones de PM_{10} no superan la norma anual entre los años 2012 y 2017, manteniéndose por debajo de los $50 \mu/m^3$, debido posiblemente por la dirección del viento que circula la mayoría del año de oriente a occidente, y la ubicación cercana a zonas verdes con baja contaminación por fuentes fijas y móviles, en comparación con los otros sectores de Bogotá.



Norma Legal: Resolución 2254 de 2017. Por la se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Figura 2- 266. Material particulado (PM_{10}) promedio anual. Fuente: Elaboración propia.

Las concentraciones más altas se presentan en el primer cuatrimestre del año con tendencia al incremento desde enero, después las concentraciones tienen a disminuir hasta registrar los valores más bajos en julio; posteriormente inicia otra tendencia al aumento de las concentraciones en menor proporción, hasta los meses de noviembre y diciembre, cuando se registran también altas concentraciones. Este comportamiento puede ocurrir posiblemente por los vientos que se presentan a mitad de año y contribuyen a la dispersión

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

de los contaminantes, además de las variaciones en la dinámica de la ciudad a mitad de año por la temporada de vacaciones.

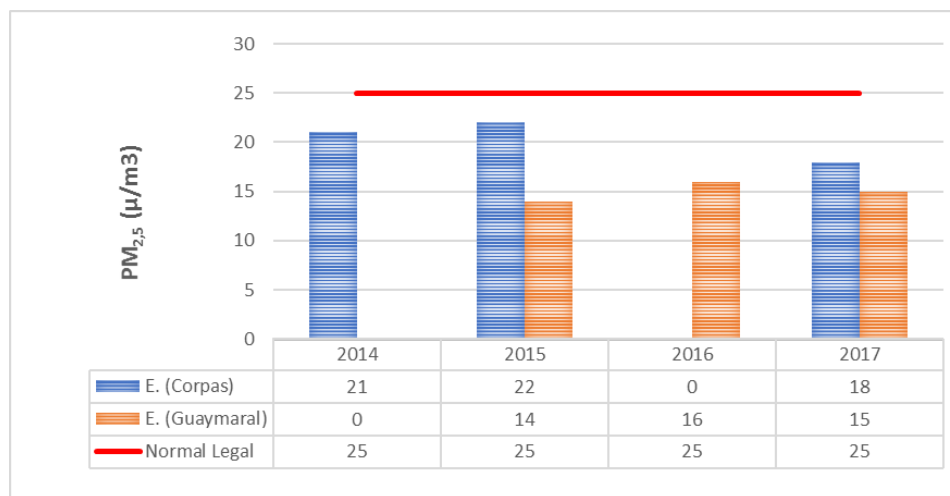
También existe información de episodios de variaciones en los parámetros meteorológicos, como cambios en la dirección del viento e inversiones térmicas, los cuales causan incrementos en las concentraciones en ciertos periodos del año.

- Material particular $PM_{2.5}$

El $PM_{2.5}$ representa la masa de las partículas cuyo diámetro es inferior a $2,5 \mu m$. Las fuentes de estas partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incendios forestales, y algunos procesos industriales. La Resolución 2254 de 2017, por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones, estableció los niveles máximos permisibles de $25 \mu g/m^3$ como concentración anual y de $50 \mu g/m^3$ para 24 horas.

En el periodo contemplado (2014-2017) no se sobrepasaron los niveles permisibles por la norma de $25 \mu g/m^3$ durante todos los años, lo que concluye el cumplimiento de la normativa vigente para las estaciones seleccionadas.

Sin embargo, en general, el comportamiento de las concentraciones tiende a la disminución en horas de la madrugada, aunque comienza a incrementarse hasta alcanzar los máximos valores entre 6 y 7 de la mañana, y después desciende hasta mantenerse estable en horas de la tarde. Las concentraciones registradas en la mañana son mayores que las concentraciones de la noche posiblemente porque en la atmósfera hay un menor volumen para la dilución de contaminantes (baja capa de mezcla atmosférica) y débil turbulencia (baja velocidad del viento) características de las primeras horas de la mañana.



Norma Legal: Resolución 2254 de 2017. Por la se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

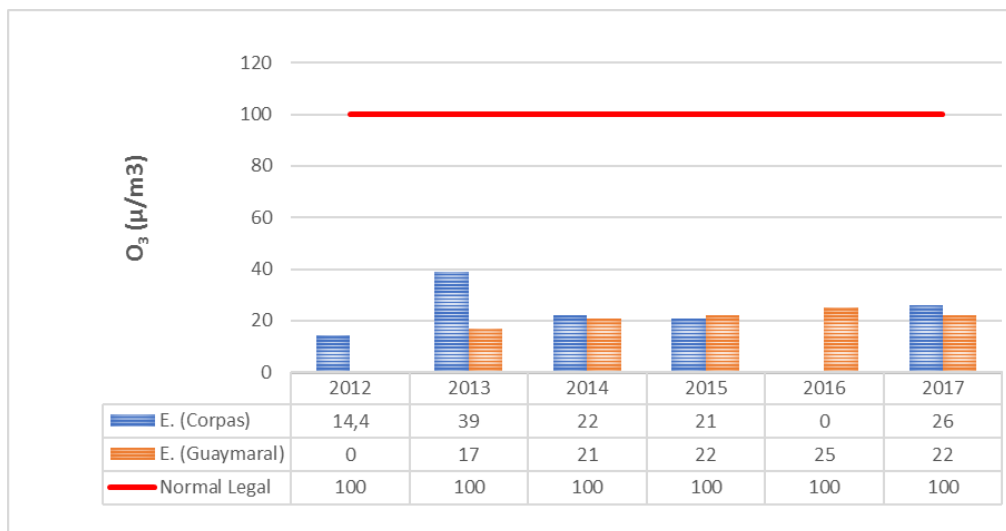
Figura 2- 267. Material particulado ($PM_{2.5}$) promedio Anual. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Ozono (O₃)

El O₃ es un gas azul pálido que existe en las capas altas (estratósfera) y capas bajas (tropósfera) de la atmósfera, pero mientras el estratosférico es de tipo natural y beneficioso, actuando como un filtro protector de la radiación ultravioleta, el segundo (llamado ozono troposférico) es perjudicial en los seres vivos ya que es un oxidante fuerte e irritante que en altas concentraciones en el sistema respiratorio de animales y humanos afecta las mucosas y tejidos pulmonares, y causa toxicidad en plantas. Este ozono troposférico no es emitido directamente a la atmósfera, más sí es producido por la reacción química entre el oxígeno natural del aire y los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, los cuales actúan como precursores o facilitadores de la reacción química en presencia de la luz solar. Estos precursores sí son emitidos directamente a la atmósfera y por tanto a mayor concentración de estos, mayor es la producción de ozono, siempre y cuando exista la radiación solar.

La revisión de la información histórica de este contaminante fotoquímico en las estaciones analizadas de Bogotá muestra cumplimiento de los niveles establecidos por la norma; aunque se observa la misma distribución del contaminante, con concentraciones altas en la zona norte de la ciudad y concentraciones bajas en la zona sur, de manera opuesta al patrón registrado para el material particulado. La causa de esta situación puede ser la naturaleza del ozono como contaminante secundario, formado a partir de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles en presencia de radiación solar.



Norma Legal: Resolución 2254 de 2017. Por la se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Figura 2- 268. Ozono (O₃) máximo ocho horas. Fuente: Elaboración propia.

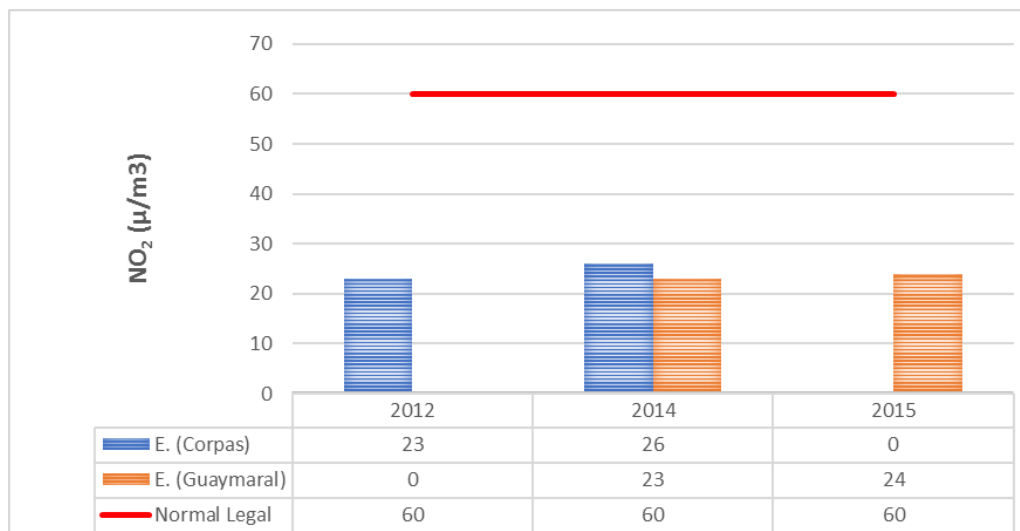
- Dióxido de nitrógeno

El óxido de nitrógeno se presenta en centros urbanos como proceso de la oxidación del nitrógeno procedente de combustibles fósiles de vehículos y fábricas; este afecta pulmones y vías respiratorias. Además, es importante por su aporte al material particulado secundario, especialmente en su fracción más fina, y por su participación como precursor en la formación de ozono troposférico junto con los compuestos orgánicos volátiles.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Se seleccionan para el estudio de este contaminante, los datos procedentes de las estaciones Corpas, Guaymaral y Usaquén (peaje Los Andes) en el rango de tiempo de 2012, 2014 y 2015. Las concentraciones de NO_2 en este periodo alcanzan generalmente el 50% del valor establecido en la Resolución 2254 de 2017 (Figura 2-269), lo cual presenta cumplimiento normativo; los otros años no fueron analizados debido a la baja representatividad de los datos monitoreados obtenidos (<75%).

En cuanto a la estación de Usaquén (peaje de los Andes) no registro mediciones validas del parámetro dióxido de nitrógeno (NO_2) ya que se debe cumplir con el criterio de captura de datos temporal de 75%, es decir, un mínimo de 18 concentraciones horarias por día para que el dato diario sea tenido en cuenta.



Norma Legal: Resolución 2254 de 2017. Por la se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Figura 2- 269. Dióxido de nitrógeno (NO_2) anual. Fuente: Elaboración propia

- Dióxido de azufre (SO_2)

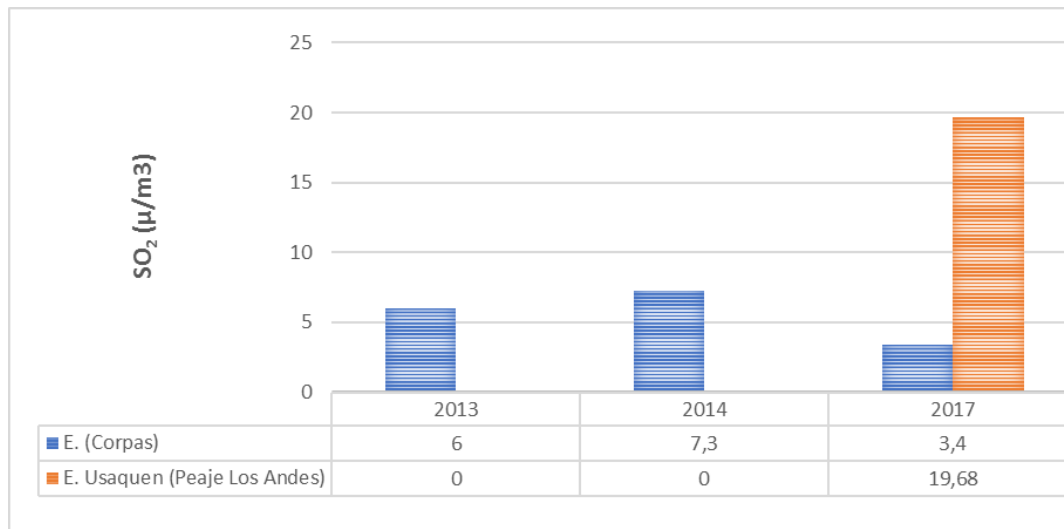
El dióxido de azufre se produce principalmente durante la utilización de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina o el diésel, utilizados en la industria y el transporte. En un contaminante primario que puede reaccionar químicamente con otros compuestos y generar lluvia ácida y material particulado secundario. Su aspiración continua puede producir problemas respiratorios. Por otra parte, es precursor de aerosoles secundarios.

El análisis de la evolución del contaminante realizada en el Plan Descontaminación (SDA, 2010) muestra como en el periodo 1998-2010 se produjo una disminución aproximada del 40% del contaminante debida, en parte, al mejoramiento en el contenido de azufre en el diésel.

Para centrar el análisis en la zona de estudio y los últimos años (2014-2016) se seleccionó la estación que presentó datos representativos (>75%) la cual corresponde a Corpas. Esta estación presentó tendencia de aumento en su promedio anual en el periodo comprendido entre los años 2013 y 2014, y tendencia a disminuir en el año 2017, como se observa en la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Figura 2-270; esto puede ser debido al bajo flujo vehicular de carga pesada por la zona ya que, de acuerdo con la normatividad, hay horarios restrictivos para transitar, y a que los vehículos toman vías alternas. Para la Estación del peaje los Andes se evidencia un resultado más alto que la Estación de Corpas debido al alto tráfico vehicular en el área; sin embargo, cumple con la normatividad.



Norma Legal: Resolución 2254 de 2017. Por la se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Figura 2- 270. Dióxido de azufre (SO₂) anual. Fuente: Elaboración propia.

- Monóxido de carbono (CO)

El CO es un gas inflamable, incoloro e insípido y es producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Este gas afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, por lo cual, en altas concentraciones, puede llegar a interferir en el proceso de transporte de oxígeno en la sangre.

El Plan decenal de descontaminación del Aire para Bogotá (SDA, 2010) concluye que el número de días con excedencia de la norma para CO en todas las estaciones de la RMCAB disminuyó gradualmente desde 1998 hasta 2010, e indica que las medidas tomadas sobre las fuentes móviles, principal origen del CO, habían sido efectivas, con una estabilización alrededor de 1 ppm, aún con el aumento del parque automotor en los últimos años.

Se aclara que de acuerdo con las estaciones de monitoreo seleccionadas y su cercanía con el área de estudio, ninguna tiene datos representativos (> 75%), por lo tanto, no se analizó este parámetro.

2.5.5.3.2 Identificación de fuentes contaminantes

En el área de estudio se identificaron diferentes fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera, las cuales se definieron de acuerdo con la siguiente clasificación (Tabla 2-148):

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 148. Descripción de las principales fuentes de emisión de partículas y gases en el área de estudio.

| Tipo de Fuentes | Tipo de emisor | Sector | Principales contaminantes |
|------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fuentes Fijas | Antrópico | Comercial (Restaurantes) | Gases y Material particulado, generados por Chimeneas |
| | | Cocción de alimentos con leña | Gases generados por la quema de leña |
| Fuentes Móviles | Antrópico | Uso de vehículos y demás medios de transporte que usen combustible | Gases y material particulado generados por la utilización de automóviles, trenes y vehículos de carga. |
| Fuentes Lineales | Antrópico | Vial | Material particulado, por el levantamiento de suelo en vías destapadas al circular los vehículos por éstas. |
| | | | Gases generados por la combustión de diferentes tipos de vehículos. |
| Fuentes de Área | Antrópico (Almacenamiento de material granular) | Industrial | Material particulado por el almacenamiento de material granular y gases generados por la quema de combustibles fósiles por la utilización de los vehículos de carga. |
| | Antrópico (Estaciones de gasolina) | Industrial | Pérdidas por volatilidad (Vapores de gasolina (COVs)) |
| | Comercial | Aeropuerto Guaymaral | Gases y Material particulado producto de la movilización de los aviones, vehículos empleados para la operación del aeropuerto |

Fuente: Elaboración propia.

- Fuentes fijas

Las fuentes fijas se pueden clasificar de acuerdo con la envergadura y distribución espacial de las emisiones, en fuentes fijas puntuales y fuentes fijas difusas o dispersas. Las fuentes fijas puntuales se definen como aquellas que emiten contaminantes al aire por ductos o chimeneas, y las fuentes fijas difusas son aquellas en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como, por ejemplo, en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (MAVDT, 2008).

Las actividades principales identificadas en el área de estudio se asocian a la industria cementera y a restaurantes, las cuales se ubican de manera dispersa en el área y son fuente importante de emisiones atmosféricas.

Las emisiones de estas fuentes puntuales, en el caso de la industria cementera, se pueden generar durante los distintos procesos de producción y se caracterizan por estar canalizadas a través de conductos y chimeneas. Los principales compuestos contaminantes generados son: partículas sólidas; óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre. Adicionalmente, estas industrias generan emisiones de material particulado debido al beneficio de material minero, así como de gases por el uso de vehículos, maquinaria y equipos que funcionan con combustibles fósiles o sus derivados.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 49. Piqueteadero-carrera 7.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 50. Restaurante autopista norte.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 51. Industria cementera Cemex.
Fuente: Elaboración propia.

- Fuentes móviles

Son todas aquellas fuentes de emisión que, por razón, uso o propósito, es susceptible a desplazarse, como automotores, trenes o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza. La principal fuente de material particulado en el área de estudio se atribuye a los vehículos particulares y de carga que transitan aleatoriamente por las vías secundarias o terciarias con suelo en afirmado. El material particulado se genera al momento en que dichos vehículos transitan sobre el suelo en afirmado y este se desprende por acción de la fricción de las llantas, y se levanta y dispersa por la acción eólica.

En el área se evidencia la presencia de automotores de gran tamaño para el transporte de materiales, buses, automóviles, camionetas y motos, los cuales son usados para el desarrollo de las actividades económicas de la zona y la movilización de la población. Al transitar por las vías, estos se convierten en una fuente de emisión de gases contaminantes dado el proceso de combustión que es realizado.

Los principales contaminantes emitidos directamente por el tráfico son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) y material particulado (PM). Además de estas emisiones directas del motor, el desgaste de frenos y neumáticos, la erosión del pavimento de rodadura, y la resuspensión del material depositado en la calzada contribuyen a la emisión de material particulado a la atmósfera.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 52. Alto flujo vehicular.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 53. Vehículos autopista norte.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en el área de estudio se evidencia el paso del Tren de la Sabana, el cual está conformado por antiguas locomotoras a vapor y locomotoras diésel. Una locomotora de vapor es una máquina que gracias a la combustión de elementos como el carbón o el fueloil hace hervir el agua produciendo así una presión tan alta que es capaz de mover pistones, y estos a su vez a unas bielas que hacen mover las ruedas sobre los raíles, con esto, da tracción a los trenes, por lo anterior y en lo que se refiere a la alteración de la calidad de aire, es el humo el que provoca la contaminación pues resulta de la quema de carbón necesario para generar calor (Roura, 2006). Este humo contiene en su mayoría dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO), sin embargo, también libera óxido de azufre y óxido de nitrógeno.

En la tracción diésel, el movimiento es producido por el motor diésel embarcado que transmite el movimiento a las ruedas a través de una transmisión mecánica, o más frecuentemente, hidráulica o hidromecánica. En este caso las principales emisiones contaminantes de estos motores son los óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado (PM), junto con otros contaminantes como son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO_2), los hidrocarburos (HC) y los óxidos de azufre (SO_x) (COMILLAS, 2016).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 54. Tren de la Sabana – Locomotora a Vapor.
Fuente: Google, 2019.



Fotografía 2- 55. Tren de la Sabana – Locomotora Diésel.
Fuente: Google, 2019.

- Fuentes lineales

Las vías de acceso que se encuentran dentro del área de estudio están en diferentes estados y según el material de construcción pueden producir un mayor o menor impacto a la atmósfera. En todos los tramos del área de Estudio, se encuentran en mayor proporción sectores pavimentados en buen y mal estado, aunque también sectores sin pavimentar: cuando un vehículo viaja por este tipo de carreteras, la fuerza de las llantas contra la superficie causa pulverización del material, cuyas partículas son lanzadas a fuertes corrientes de aire. Por efecto de la turbulencia levantada detrás del vehículo, este material particulado continúa en la superficie del camino después de que el vehículo ha pasado.



Fotografía 2- 56. Vía tipo 1 – Cra 7.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 57. Vía Tipo 1 Aut Norte.
Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de área

Las fuentes de área representan aquellos puntos de contaminación que son demasiado numerosos y dispersos como para ser incluidos de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales debido al esfuerzo que sería necesario para recopilar los datos y estimar las emisiones a nivel individual. Por otra parte, el área de estudio es una zona urbana, suburbana y rural que, por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con lo evidenciado en el área de estudio, las principales fuentes de área identificadas fueron la explotación de materiales, actividad que implica excavaciones, movimientos de tierra, e implementación de depósitos para disposición del material extraído, entre otros aspectos que generan emisiones de material particulado en la zona intervenida e inclusive en áreas aledañas.

Las estaciones de distribución de combustibles tienen un potencial de impacto a la población vecina por las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos volátiles de los tanques de almacenamiento de combustibles. Altas concentraciones de estos compuestos podrían tener afectaciones sobre la salud de la población que vive en las inmediaciones de las estaciones de servicio. Las emisiones de VOCs de las estaciones de servicio, sin embargo, representan solo un 4% de las emisiones totales de estos compuestos en Bogotá (Rojas, Néstor Y, 2007).

En el área de estudio se encuentran parqueaderos que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte, en donde se presenta gran movimiento de flota vehicular que genera emisiones de gases de combustión.



Fotografía 2- 58. Almacén de materiales de construcción. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 59. Vía Tipo 1 – Estación de Servicio. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 60. Parqueadero Sipt y Transmilenio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.5.5.4 RUIDO

La emisión de ruido hace referencia a la presión sonora que, generada en cualquier condición, trasciende al medio ambiente o al espacio público (Resolución 627 de 2006). De acuerdo con lo anterior se realizó la identificación de las fuentes de generación de ruido existentes, tanto naturales como artificiales, en la zona de estudio ya que este puede ocasionar efectos adversos sobre la salud, el desempeño laboral y el descanso de la población afectada; a lo que se suman todas las actividades económicas que contribuyen directa o indirectamente a la generación de ruido ambiental. La gran cantidad de gente que se desplaza diariamente por las redes viales primarias, secundarias y terciarias que conducen a los centros poblados, veredas y fincas, incrementan el uso de unidades de transporte colectivo o individual en circulación que produce ruido en diversas formas.

La identificación de fuentes generadoras de ruido se realizó por medio de la identificación preliminar de asentamientos poblacionales y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo. Así mismo, se realizó el recorrido del área de estudio con el fin de verificar y validar las fuentes generadoras de ruido, definidas a partir de información secundaria.

Para el análisis del ruido ambiental se recopiló información secundaria de estudios ambientales realizados en el área de estudio con el fin de caracterizar el estado actual de los niveles de ruido y las fuentes generadoras presentes en el área.

2.5.5.4.1 Monitoreo calidad de ruido ambiental

Para caracterizar el componente de ruido en el área de estudio, se utilizó información secundaria proveniente de estudios de impacto ambiental realizados en la zona, los cuales fueron consultados por Vital, la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA); en Vital las autoridades ambientales del país automatizan los trámites administrativos de carácter ambiental como requisito previo a la ejecución de Proyectos, obras o actividades, bajo los principios de eficiencia, transparencia y eficacia de la gestión pública. Los estudios ambientales identificados son:

- Solicitud de modificación de licencia ambiental 703 de 1996 para la construcción de la ampliación de la Autopista Norte entre la calle 245 y La Caro en jurisdicción del distrito de Bogotá y del municipio de Chía (Cundinamarca)- Año 2017.
- Estudio de Impacto Ambiental–Construcción del Proyecto Sendero en los Cerros Orientales de Bogotá-Año 2018.

A continuación, en Tabla 2-149 se encuentra la descripción de los puntos de monitoreo de ruido seleccionados que se encuentran cercanos al área de estudio.

Tabla 2- 149. Monitoreo de ruido ambiental

| Punto de Monitoreo | Coordenadas | | Fuente de la información | Fecha de realización del monitoreo | Características del monitoreo |
|--------------------|-------------|---------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | Norte | Este | | | |
| Ruido 1 | 1024762 | 1004746 | | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 149. Monitoreo de ruido ambiental

| Punto de Monitoreo | Coordenadas | | Fuente de la información | Fecha de realización del monitoreo | Características del monitoreo |
|--------------------|-------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Norte | Este | | | |
| Ruido 2 | 1025560 | 1004866 | Informe de Ruido Ambiental en el Marco de la Solicitud de modificación de licencia ambiental 703 de 1996 para la construcción de la ampliación de la autopista norte entre la calle 245 y la caro en jurisdicción del distrito de Bogotá y municipio de chía (Cundinamarca). | 5-6 de febrero de 2017 | Se realizaron jornadas de día hábil y no hábil, teniendo en cuenta las directrices establecidas en los Capítulos II y II del Anexo 3 de la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. |
| Punto 1 | 1018537 | 1006157 | Informe de monitoreo de ruido ambiental del Estudio de Impacto Ambiental-Construcción del Proyecto “Sendero en los Cerros Orientales de Bogotá. | 18 de agosto y 4 de septiembre de 2018 | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

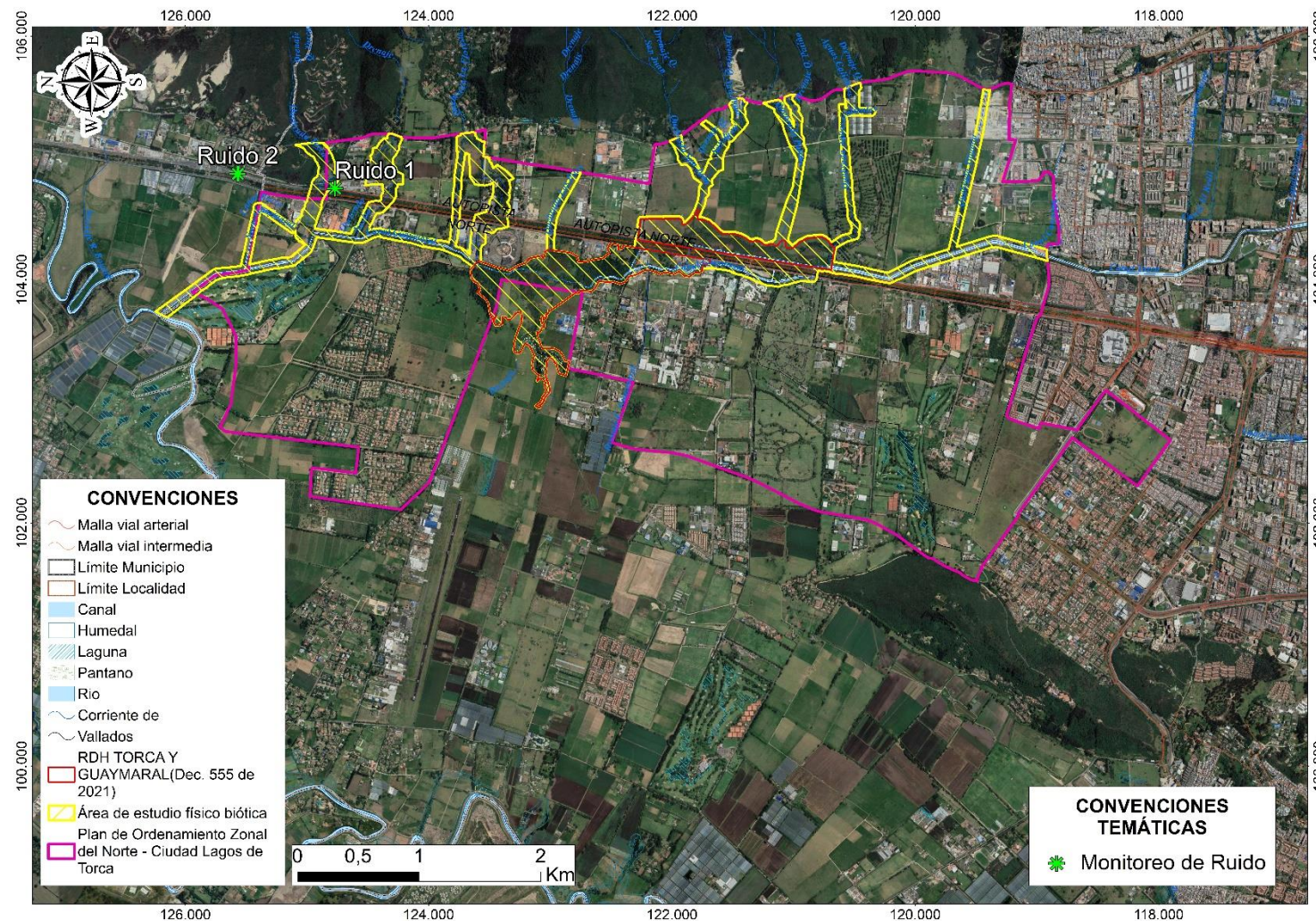


Figura 2- 271. Localización estaciones de monitoreo de calidad de ruido.

Fuente: Elaboración propia. Datos e Información Estudio de Impacto Ambiental “Ampliación Auto-Norte” 2017 y Estudio de Impacto Ambiental – Construcción del Proyecto “Sendero en los Cerros Orientales de Bogotá. Año 2018.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los estudios analizados para ruido ambiental en los diferentes puntos de monitoreo en días festivo y hábil, jornadas diurna y nocturna, los cuales fueron comparados con la normatividad vigente (Tabla 2-150 y Anexo G Calidad Ambiental - G3 Ruido).

Tabla 2- 150. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA.

| Sector | Subsector | Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(a) | |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| | | Día | Noche |
| Sector A. Tranquilidad y Silencio | Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos. | 55 | 45 |
| Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado | Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes. | 65 | 50 |
| | Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación. | | |
| | Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre. | | |
| Sector C. Ruido Intermedio restringido | Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. | 75 | 70 |
| | Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. | 70 | 55 |
| | Zonas con usos permitidos de oficinas. | 65 | 50 |
| | Zonas con usos institucionales. | | |
| | Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales. | 80 | 70 |
| Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado | Residencial suburbana. | 55 | 45 |
| | Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. | | |
| | Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales. | | |

Fuente: Resolución 627 del 07 de abril de 2006, Emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Durante las jornadas de monitoreo realizadas en los estudios consultados, las principales fuentes de emisión sonora identificadas, y que posiblemente influyeron en los niveles de presión sonora registrados, fueron fuentes móviles (vehículos y motos), y de origen natural que hacen parte de las condiciones normales del lugar y se encuentran asociadas a la flora y fauna propias de la zona. También se percibe ruido por ocio y presencia de personas conversando e interactuando.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Día festivo

Teniendo en cuenta la Tabla 2-151 y Tabla 2-152, se establece que para el punto Ruido 2 catalogado en el sector C: ruido intermedio restringido, subsector con zonas con otros usos relacionados como parques mecánicos al aire libre, zonas donde se concentra gran cantidad de personas, vías troncales, vías principales el cual cuenta con un límite de 80 dBA, supera el límite permisivo con un valor de 94,1 dBA, 7. La generación de ruido en este punto se debe principalmente a fauna silvestre, paso de personas y paso frecuente de vehículos livianos y pesados. En el punto 1, los niveles de ruido ambiental registrados se catalogan en el sector D, zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, zona habitada por explotación agropecuaria, zonas francas con un límite máximo permisibles de 55 dBA, por lo cual el valor que reportó esta estación fue de 56,3 dBA, excediendo el límite permisible establecido en la Resolución 627 de 2006, la cual hace referencia únicamente a la cercanía de zonas donde existe sobrevuelo de aviones y avionetas, fauna silvestre y paso de tránsito vehicular.

Tabla 2- 151. Resultados día festivo - jornada diurna

| Medición Diurna | | | | | |
|-----------------|---------|------|------|---------------------------------------|--------------|
| Horario | Nombre | Leq | L90 | Lím Res. 627 de 2006 Sector C. dB (A) | Cumplimiento |
| 8:50 a.m. | Ruido 1 | 72,3 | 68,6 | 80 | Cumple |
| 9:15 a.m. | Ruido 2 | 94,1 | 82,4 | 80 | No Cumple |
| 01:00 p.m. | Punto 1 | 56,3 | 45,2 | 55 | No Cumple |

Fuente: Elaboración propia con base en Cian Ltda. 2017

Durante la campaña de monitoreo (estudios consultados), desarrollados en la jornada nocturna se pudo establecer que las principales fuentes de emisión sonora identificadas y que posiblemente influyeron en los niveles de presión sonora registrados, fueron fuentes móviles (vehículos y motos), y de origen natural que hacen parte de las condiciones normales del lugar y se encuentran asociadas a la flora y fauna propias de la zona. También se percibe ruido por ocio y presencia de personas conversando e interactuando.

Tabla 2- 152. Resultados día festivo - jornada nocturna.

| Medición Nocturna | | | | | |
|-------------------|---------|------|------|---------------------------------------|--------------|
| Horario | Nombre | Leq | L90 | Lím Res. 627 de 2006 Sector C. dB (A) | Cumplimiento |
| 9:40 a.m. | Ruido 1 | 69,9 | 67,2 | 70 | Cumple |
| 10:25 a.m. | Ruido 2 | 67,4 | 66,5 | 70 | Cumple |
| 00:00 a.m. | Punto 1 | 62,4 | 49,2 | 45 | No Cumple |

Fuente: Elaboración propia con base en Cian Ltda. 2017

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Día hábil

En el ruido 2 catalogado en el sector C como ruido intermedio restringido a zonas con otros usos relacionados como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales es de 75 dBA, y se registraron valores de presión sonora de 94,1 dBA lo cual indica valores superiores al límite norma vigente. Las principales fuentes generadoras de ruido son el paso de vehículos en la zona los cuales comunican los municipios de la Sabana de Bogotá, tránsito frecuente de personas y fauna silvestre.

Tabla 2- 153. Resultados día hábil - jornada diurna.

| Medición Diurna | | | | | |
|-----------------|---------|------|------|---------------------------------------|--------------|
| Horario | Nombre | Leq | L90 | Lím Res. 627 de 2006 Sector C. dB (A) | Cumplimiento |
| 7:30 a.m. | Ruido 1 | 72,3 | 68,6 | 80 | Cumple |
| 7:55 a.m. | Ruido 2 | 94,1 | 82,4 | 80 | No Cumple |
| 01:00 p.m. | Punto 1 | 64,3 | 49,7 | 55 | No Cumple |

Fuente: Elaboración propia con base en Cian Ltda. 2017

Teniendo en cuenta los niveles de ruido ambiental nocturno registrados para el Punto 1 catalogado en el sector D, se registró un valor de 62,2 dBA se identifica que excediendo el límite permisible el cual hace referencia a un valor de 45 dBA, Las fuentes generadoras de ruido para esta zona corresponden a fauna silvestre y tránsito vehicular constante.

Tabla 2- 154. Resultados día hábil - jornada nocturna

| Medición Nocturna | | | | | |
|-------------------|---------|------|------|---------------------------------------|--------------|
| Horario | Nombre | Leq | L90 | Lím Res. 627 de 2006 Sector C. dB (A) | Cumplimiento |
| 8:50 am | Ruido 1 | 72,3 | 68,6 | 70 | No Cumple |
| 02:00 pm | Ruido 2 | 94,1 | 82,4 | 70 | No Cumple |
| 00:15 am | Punto 1 | 62,2 | 50,3 | 45 | No Cumple |

Fuente: Elaboración propia con base en Cian Ltda. 2017

2.5.5.4.2 Identificación de fuentes generadoras de ruido

- Ruido artificial

Hace referencia a aquellas variaciones de decibeles que se pueden presentar en un lugar, por el desarrollo de actividades humanas con fines económicos o recreativos. En el área de estudio encontramos las siguientes fuentes generadoras de ruido.

Centros poblados: son fuente de emisión de ruido por las diferentes actividades diarias que se concentran en la zona. En el área de estudio se identificaron colegios, centros recreativos, universidades, centros comerciales, cementerios en los cuales permanecen personas reunidas, lo cual provoca variación en los niveles de presión sonora, en el ambiente. Por otro lado, los asentamientos humanos se consideran como fuentes

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

generadoras de ruido debido al desarrollo de actividades cotidianas que producen cambios en los niveles de presión sonora y tráfico vehicular.



Fotografía 2- 61. Centro comercial.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 62. Centro recreativo.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 63. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 64. Colegio San Viator Bilingüe Internacional.
Fuente: Elaboración propia.

Fuentes móviles: se evidencio emisión de ruido causado por el alto tráfico vehicular sobre vías arterias como la Autopista Norte y la carrera Séptima, las cuales tienen un flujo constante e intenso de todo tipo de vehículos. Además, estas vías comunican a Bogotá con los municipios aledaños al área de estudio, por lo que también transitan vehículos de carga, camiones para transporte de animales, automóviles y motos. Se observó el mantenimiento de la vía (ampliación) lo cual genera una alteración en la presión sonora.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 65. Aeropuerto de Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 66. Escuela de Aviación.
Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se evidenció el ruido causado por el paso del Tren de la Sabana, donde el impacto acústico es considerable, afectando tanto a la población como a la fauna. El ruido, originado por el tráfico ferroviario, se caracteriza por ser un ruido discontinuo en el tiempo, ya que obedece a fenómenos discretos con una determinada frecuencia. Las fuentes de este ruido varían en función de la velocidad del tren: para velocidades bajas predominan el ruido motor, en locomotoras diésel, y el ruido de contacto ruedacarril. A medida que se incrementa la velocidad tiene mayor importancia el ruido aerodinámico, predominante en las circulaciones a alta velocidad (López, s.f.).

Fuentes aéreas: de acuerdo con el recorrido por la zona se identificó la operación aérea del Aeropuerto de Guaymaral y escuelas aeronáuticas las cuales tienen diversas frecuencias durante el día, acentuándose hacia el mediodía del sábado por ser paso de aeronaves de tipo comercial y aeronaves con motores de hélice, cuyo eco es el elemento difusor de mayor presencia perturbadora para las comunidades aledañas.



Fotografía 2- 67. Aeropuerto de Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 68. Escuela de Aviación.
Fuente: Elaboración propia.

Actividades industriales y comerciales: dentro de las principales fuentes de emisión de ruido se encuentran las actividades de la Empresa American Pipe, la cual trabaja durante 24 horas. Igualmente, se registran la subestación de energía Torca, la terminal de transporte zona norte, comercio, cementeras, parqueaderos y concesionarios de vehículos, entre los más representativas en el área. Todas estas actividades requieren del uso de maquinaria y equipos, de la movilización de vehículos y la presencia constante del personal que labora, lo cual influye en los niveles de presión sonora.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 69. Sector comercial. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 70. Concesionario. Fuente: Elaboración propia.

2.5.5.5 CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad del agua de los humedales de Torca y Guaymaral y de las quebradas tributarias y canales, evidencia problemas de contaminación asociados a las descargas de origen doméstico, agropecuario e industriales como consecuencia del incremento en el desarrollo de actividades agrícolas, industriales y urbanas en este sector de la ciudad. Por lo tanto, es importante que se comiencen a generar estrategias para contrarrestar esta problemática en el recurso hídrico debido a la importancia del agua para la vida y la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes en el área de estudio.

En lo referente al cumplimiento normativo (Decreto 1076 de 2015 y Objetivos de Calidad de la Resolución 3162 de 2005), para cada una de las muestras analizadas en los diferentes escenarios, se concluye lo siguiente:

- **pH:** El parámetro se encuentra dentro de los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015 en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.10 y los objetivos de calidad de la Resolución 3162 del 2005 el cual postula un intervalo ideal de 6.5 – 8.5 unidades. De las mediciones contempladas solamente hay una medición que no cumple con la norma ambiental analizada y es en el punto de Guaymaral Eucalipto donde registra un valor de pH de 6,1 unidades, estando el valor por debajo del límite establecido por el Art. 2.2.3.3.9.4 y los objetivos de calidad.
- **Temperatura, Conductividad, Sólidos Disueltos y Fósforo Total:** Estos parámetros no están condicionados por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental Decreto 1076/2015, ni tampoco son parámetros encontrados dentro de los objetivos de calidad de la Resolución 3162 del 2015.
- **Sólidos Sedimentables:** Acorde con el comportamiento de los escenarios con respecto al parámetro, las concentraciones reportadas no generan ningún tipo de restricciones de uso a la normatividad ambiental Decreto 1076/2015, ni tampoco es un parámetro dentro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015.
- **Sólidos Suspendidos Totales:** Teniendo en cuenta el comportamiento de los diferentes escenarios, en general se puede asumir que el parámetro SST es

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

aportado al sistema del humedal en una baja a mediana escala teniendo como referencia el objetivo de calidad de la Resolución 3162 de 2015 (50mg/L) por medio de sus afluentes o tributarios. También se observa que el humedal en sus condiciones actuales (ecosistémicas, geomorfológicas e hidráulicas) no tiene tanta capacidad para asimilar y diluir la turbiedad que recibe por parte de sus afluentes, dado que las concentraciones de los canales son muy similares a la reportada al interior del humedal. Es de especial interés el comportamiento del parámetro en el punto de humedal Torca Oriental (CA-3) y zona Torca Eneal dado que en esos puntos se presentan concentraciones relevantes de Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables. Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental del Decreto 1076/2015. Por otra parte, si está incluido dentro de parámetro de los objetivos de calidad de la resolución 3162 del 2015, el cual establece una concentración máxima de 50mg/L. Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo quebradas Patiño (CA-11), San Juan (CA-12), San Juan Aguas abajo (CA-22), Canal Guaymaral (CA-7) , humedal Torca – Occidental (CA-2), humedal Torca Oriental (CA-3), humedal Guaymaral (CA-8) y Zona Torca Eneal excedieron la norma.

- **Oxígeno Disuelto:** De acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en el artículo 2.2.3.3.9.10 las condiciones de oxígeno reportadas en las quebradas, canales y humedal del sistema Torca y Guaymaral no son del todo óptimas para el desarrollo de la vida acuática y ecosistémica, así como para la preservación de la flora y fauna, dado que en la mayoría de los registros se presentaron concentraciones de oxígeno de 5 mg/L o inferior.
- **DBO₅ y DQO:** Este parámetro no está condicionado por límites permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental del Decreto 1076/2015. Pero si está condicionado a los límites expuestos por los objetivos de calidad de la Res. 3162 que establecen un máximo de 80 mg O₂/L para el parámetro DBO y un valor máximo de 200 mg O₂/L para el parámetro DQO. Observando el cumplimiento de estos lineamientos la quebrada Patiño (CA-11), la Desembocadura Canal Torca (CA-1), el Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10) y Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13) exceden lo establecido para el parámetro DBO. Mientras que nuevamente la quebrada Patiño (CA-11) y el humedal Guaymaral (CA-14) presentan valores en sus campañas de monitoreo que sobrepasan la norma para el parámetro DQO. El anterior comportamiento refleja la relación directa que existe entre los cuerpos de agua y los vertimientos que deterioran el recurso hídrico.
- **Nitratos:** De acuerdo con el comportamiento de los diferentes escenarios y puntos monitoreados, el parámetro de nitratos genera cumplimiento ante los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 los cuales establecen un valor de concentración del parámetro de 10 mg NO₃ /L. Con respecto a los objetivos de calidad de la Res. 3162 del 2015, este parámetro no está considerado.
- **Nitrógeno Total:** La concentración resultante para cada uno de los puntos monitoreados para los diferentes escenarios (quebradas, canales y humedal) no genera restricciones de uso ni indica contaminación por nitrógeno en los cuerpos de agua, de acuerdo con la normatividad establecida en el Decreto 1076 de 2015. Por otra parte,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

con respecto a los objetivos de calidad de la Res. 3162 del 2015 la quebrada Floresta (CA-6), la desembocadura Canal Torca (CA-1), Canal Guaymaral (CA-7), Canal Guaymaral - Río Bogotá (CA-10), el Canal Colector Torca Guaymaral (CA-13), Salida humedal de Torca (CA-4) y la Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (CA-5) sobrepasan el límite expuesto de 8 mgN/L.

- **Grasas y Aceites e Hidrocarburos Totales:** De acuerdo con la normatividad del Decreto 1076 de 2015, se establece que el agua se debe encontrar sin película visible (SPV), siendo esto acorde con los resultados reportados para la mayoría de los puntos efectivos de muestreo según las observaciones de campo y los análisis de laboratorio, al reportar el límite de la técnica analítica de cuantificación ($<1,40$ mg/L). Sin embargo, algunos de los puntos monitoreados en los escenarios (quebradas, canales y humedal) sobrepasan $>1,40$ mg/L, ya que posiblemente estén asociadas a actividades de aprovechamiento del recurso hídrico (captación con motobombas, lavado y uso directo del recurso en el cauce), vertimientos domésticos e industriales aledaños al área.
- **Coliformes Fecales:** De acuerdo con el comportamiento de los diferentes escenarios y puntos monitoreados, el parámetro de Coliformes Fecales está regulado mediante el cumplimiento de los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.7 los cuales establecen un valor de concentración del parámetro de 200 y 2000 NMP/100 mL respectivamente. Con respecto a los objetivos de calidad de la Resolución 3162 del 2015, este parámetro también está regulado con un valor límite de 10.000 NMP/100 mL. Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de cuerpos de agua incumplen la norma referente al artículo 2.2.3.3.9.7 (200 NMP/100 mL), mientras que las quebradas San Juan (CA-12), y Floresta (CA-6), todos los canales y los puntos de Salida humedal de Torca (CA-4) y Salida humedal sector Torca a Canal Guaymaral (CA-5) incumplen los límites establecidos por el artículos 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100 mL) y los objetivos de calidad de la resolución 3162 (10.000 NMP/100 mL). Por lo tanto, para los puntos monitoreados en los diferentes escenarios y campañas y en lo que se refiere a este parámetro el agua no cumple con los criterios para consumo humano y doméstico y uso agrícola, para lo cual es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno ya que las coliformes fecales están presentes en las heces humanas y de los animales (Ramírez, 2011).
- **Coliformes Totales:** De acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015, solo siete (7) puntos del escenario de quebradas pueden ser empleados para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml). Ellos son: Quebrada Floresta (IV Campaña), quebrada Novita (IV Campaña), quebrada Torca (IV Campaña), quebrada Aguas Calientes A Arriba (CA-16) (IV Campaña), quebrada Floresta Aguas Arriba (IV Campaña), quebrada Novita Aguas Arriba (IV Campaña) y Quebrada San Juan Aguas Abajo (IV Campaña). Con respecto al límite estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: Quebrada San Juan (IV Campaña), Quebrada Novita (I Campaña). Por otro lado, frente al límite establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 de 2015 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: Quebrada Patiño (II Campaña), Quebrada San Juan (I y II Campaña),

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Quebrada la Floresta (I y II Campaña), Quebrada Novita (II Campaña), Quebrada Torca (I y II Campaña).

Para el escenario de canales, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015, se tiene que ninguno de los puntos de agua monitoreados, puede ser empleado para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml). Frente al límite estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: Canal Guaymaral (III Campaña). Finalmente, frente al límite establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: Desembocadura Canal de torca (I y II Campaña), Canal Guaymaral (I y II Campaña), Canal Guaymaral – Río Bogotá (I y II Campaña), Canal Colector Torca Guaymaral (I y II Campaña).

Para el escenario de humedal, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente del Decreto 1076 de 2015. se tiene que ninguno de los puntos de agua monitoreados para el escenario de humedal, puede ser empleado para el consumo humano -Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico- y fines recreativos de contacto primario, con base en los límites establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 (1000 NMP/100ml). Frente al límite estipulado en el artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen la norma: humedal Sector Torca Occidental (I Campaña) y humedal Guaymaral (I Campaña). Con respecto al límite establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 (2000 NMP/100mL), se tienen los siguientes puntos de monitoreo que no cumplen con la norma: humedal Sector Torca Occidental (II Campaña), humedal Sector Torca oriental (II Campaña), Salida humedal Sector Torca (I y II Campaña), Salida humedal Torca a Canal Guaymaral (I y II Campaña), humedal Guaymaral (II Campaña).

- **Metales Pesados:** De acuerdo con los puntos monitoreados para los diferentes escenarios (quebradas, canales, humedal) las mediciones reportadas arrojaron valores muy por debajo de los límites normativos regulados en el Decreto 1076 de 2015.
- **Putresina y Cadaverina:** En los puntos monitoreados: Quebrada Aguas Calientes, humedal Sector Torca Oriental – Occidental y en la Salida del humedal Sector Torca al Canal Guaymaral, se observa un reporte por debajo del límite de detección del método indicando que en estos cuerpos de agua no hay afectación por parte de este.

Los índices de contaminación del agua (ICO) y el índice de calidad ambiental (ICA) confirman el deterioro de la calidad del recurso hídrico de los humedales de Torca y Guaymaral, siendo congruente con lo reportado en algunas variables fisicoquímicas y biológicas que reportaron valores superiores a los límites permisibles establecidos por la normatividad colombiana. Los cuerpos de agua del área de estudio han sido afectados por las diversas actividades socioeconómicas desarrolladas en las cuencas, en general presentan calidad entre regular y mala y un alto y muy alto índice de contaminación ocasionado por materia orgánica. Se reitera la necesidad de aplicar estrategias eficientes para el manejo de vertimientos de origen doméstico, implementando la red de acueducto y alcantarillado en la zona, con el fin de mejorar la calidad del agua y preservar el ecosistema.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con los estudios de calidad del aire y ruido realizados en la zona, se puede concluir que los principales agentes de contaminación son el tráfico vehicular por los diferentes accesos del área de estudio específicamente la Autopista Norte ya que es una de las principales vías de acceso y movilización de la capital; su importancia radica en su ubicación y la cantidad de usuarios que transporta día a día.

Es relevante resaltar que el efecto de los vehículos en los niveles de presión sonora y en la sensación de molestia causada a la población es resultado no solo de la cantidad de automotores sino también de la velocidad de circulación de los mismos y del nivel de uniformidad del tráfico. Otra fuente importante de contaminación es la actividad aeroportuaria establecida en la zona

2.6 ASPECTOS MEDIO BIÓTICO

Dentro del componente biótico se caracterizó la Vegetación, Fauna e Hidrobiota presentes en los tres diferentes escenarios identificados en el área de estudio, siguiendo los procesos metodológicos descritos en el Capítulo 1, para cada uno de los grupos evaluados.

A continuación, se establecen los resultados obtenidos y la caracterización de los elementos bióticos evaluados.

2.6.1 VEGETACIÓN

La vegetación se caracterizó a escala de paisaje, interpretando las coberturas vegetales presentes en el área de estudio, sus cambios en el tiempo desde el análisis multitemporal, las unidades naturales relictuales, la extensión de coberturas antrópicas y las presiones que ellas pueden estar generando en el paisaje.

A escala de parcela, desde la evaluación de las asociaciones de especies de flora presentes en cada uno de los escenarios identificados, se estableció la vegetación asociadas a espejos de agua, zona anfibia y ronda terrestre, así como, los cambios estructurales debido a las problemáticas y alteración del paisaje.

A nivel de especie, se resaltaron las especies vedadas, las valoradas como importantes ecológicamente, así como las potenciales para los procesos de restauración, basándose en sus atributos funcionales y capacidad resiliente en paisajes alterados. Así mismo, se resaltó la presencia de especies exóticas e invasoras, su ubicación y características de la invasión en pro de direccionar las acciones de manejo de las mismas, según la normativa actual y los estudios previos de su biología y ecología.

2.6.1.1 ZONAS DE VIDA Y BIOMAS

En el área de estudio se identificaron dos zonas de vida, conjunto de características vegetales determinada por el clima y las condiciones edáficas (Holdridge, 1987), Bosque húmedo-Montano Bajo y el Bosque seco-Montano Bajo (Tabla 2-155 y Figura 2-272). El Bosque Húmedo – Montano Bajo (bh-MB) tiene una representatividad de 48.76% del total del área de estudio (120.39 Ha) y de Bosque Seco – Montano Bajo (bs-MB) una representatividad de 51.25% del total del área de estudio (126.54Ha).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 155. Zonas de vida Identificadas en el área de estudio.

| Zona de Vida | Área (Ha) | % |
|----------------------------|-----------|-------|
| Bosque húmedo-Montano Bajo | 120.39 | 48.76 |
| Bosque seco-Montano Bajo | 126.54 | 51.25 |
| Total | 246.93 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Según Ministerio de ambiente (2017), el Bosque Húmedo–Montano Bajo (bh-MB) presenta temperaturas moderadas (12 a 18 °C) muy parecidas a las que caracterizan a un clima templado, y las lluvias, aunque irregulares, logran mantener cierta humedad en el terreno durante gran parte del año. Las precipitaciones son más intensas desde abril hasta noviembre. La cantidad de lluvia varía según los lugares, desde los 900 hasta los 1800 mm como promedio total anual. Se identifica en alturas superiores a los 2000 hasta los 2600 m.s.n.m.

El Bosque Seco–Montano Bajo (bs-MB) es una de las formaciones de mayor extensión, pues abarca gran parte de las Sabanas de Bogotá y Ubaté y se prolonga hacia el noreste. En general, esta formación tiene como límites climáticos una biotemperatura media entre 12 y 18 °C aproximadamente, un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm. Se halla más o menos de 2000 a 3000 m. de altitud con algunas variaciones locales. En épocas de sequía ecológica estas oscilaciones de temperatura dan lugar a la presencia de heladas y escarchas cuya aparición produce devastadores efectos en los cultivos.

Según la identificación de biomas que se presentan en el área de estudio (Rodríguez N. Armenteras D., 2006), se reportan el Helobioma Altoandino de la Cordillera Oriental, Hidrobioma Altoandino de la Cordillera Oriental, Orobioma Andino Altoandino de la Cordillera Oriental y Orobioma Azonal Andino Altoandino de la Cordillera Oriental (Tabla 2-156 y Figura 2-72).

Tabla 2- 156. Biomas identificados en el área de estudio.

| Bioma | Área (Ha) | % |
|-------------------------------------------------------|-----------|--------|
| Helobioma Altoandino Cordillera Oriental | 91.94 | 37.24 |
| Hidrobioma Altoandino Cordillera Oriental | 0.10 | 0.04 |
| Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental | 153.60 | 62.21 |
| Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental | 1.28 | 0.52 |
| Total | 246.92 | 100,00 |

Fuente: Elaboración propia.

El Helobioma Altoandino Cordillera Oriental corresponde a la zona del humedal que se localizan en el plano de inundación del Río Bogotá, entre los 2550 y 2600 m.s.n.m. Corresponde al 4.19% de los ecosistemas naturales del área local. La vegetación dominante son las hierbas pantanosas o acuáticas; a veces tienen árboles y arbustos, pero en forma dispersa. Este Helobioma abarca extensión de 91.94 Ha en el área de estudio, equivalentes al 37.24% del total del área.

El Hidrobioma Altoandino Cordillera Oriental corresponde a los biomas acuáticos identificados en la zona con un espejo de agua permanente, estático o corriente. Las características y dinámicas de estos ecosistemas están determinadas primariamente por la actividad de pulsos de inundación de agua dulce como ocurre en las llanuras aluviales con cambios importantes en los niveles de agua, o por la presencia permanente de un espejo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

de agua (Etter A., 2017). Este Hidrobioma se presenta en la zona aledaña al Río Bogotá, donde el canal de Guaymaral deposita sus aguas, y abarca una extensión de 0.10 Ha en el área de estudio, equivalentes al 0.04% del total del área.

El Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental se refiere al bosque nublado o de niebla, el cual abarca una extensión de 153.60 Ha en el área de estudio, equivalentes al 62.21% del total del área. No existe consenso entre los autores acerca de los límites altitudinales de las franjas de los Orobiomas Andino y Altoandino, debido a variaciones orográficas y climáticas locales. Cuatrecasas (1939) señaló los límites de los bosques andinos entre los 2400 y 3000 m.s.n.m., y los altoandinos entre 3000 y 3300 m.s.n.m., Hernández. (1992) los acota entre 2200 y 3300 o 3400 m.s.n.m.

Estos orobiomas se encuentran en el límite altitudinal continuo desde el bosque subandino al subpáramo, en una distribución zonal que fluctúa por condiciones edáfico-climáticas. Estas fluctuaciones pueden deberse a factores antropogénicos o relacionados con el grado de exposición al viento. En zonas de aridez pronunciada, el límite superior del bosque altoandino puede bajar, y en zonas de alta humedad del aire, como en las laderas exteriores de las cordilleras, el límite superior tiende a aumentar (Van der Hammen et al., 2002).

El Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental se encuentra en altitudes comprendidas entre 2500 hasta 3000 m, con temperaturas medias entre 10 y 13°C y precipitaciones de 500 hasta 900 mm/año. La vegetación varía desde un herbazal abierto hasta matorrales de 1.5 a 3.5 m de altura, y bosques bajos, relativamente densos y espinosos. El Orobioma Azonal abarca una extensión de 1.28 ha en el área de estudio, equivalentes al 0.52 %. En la Figura 2-73 se puede observar la distribución de los biomas presentes en el área de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

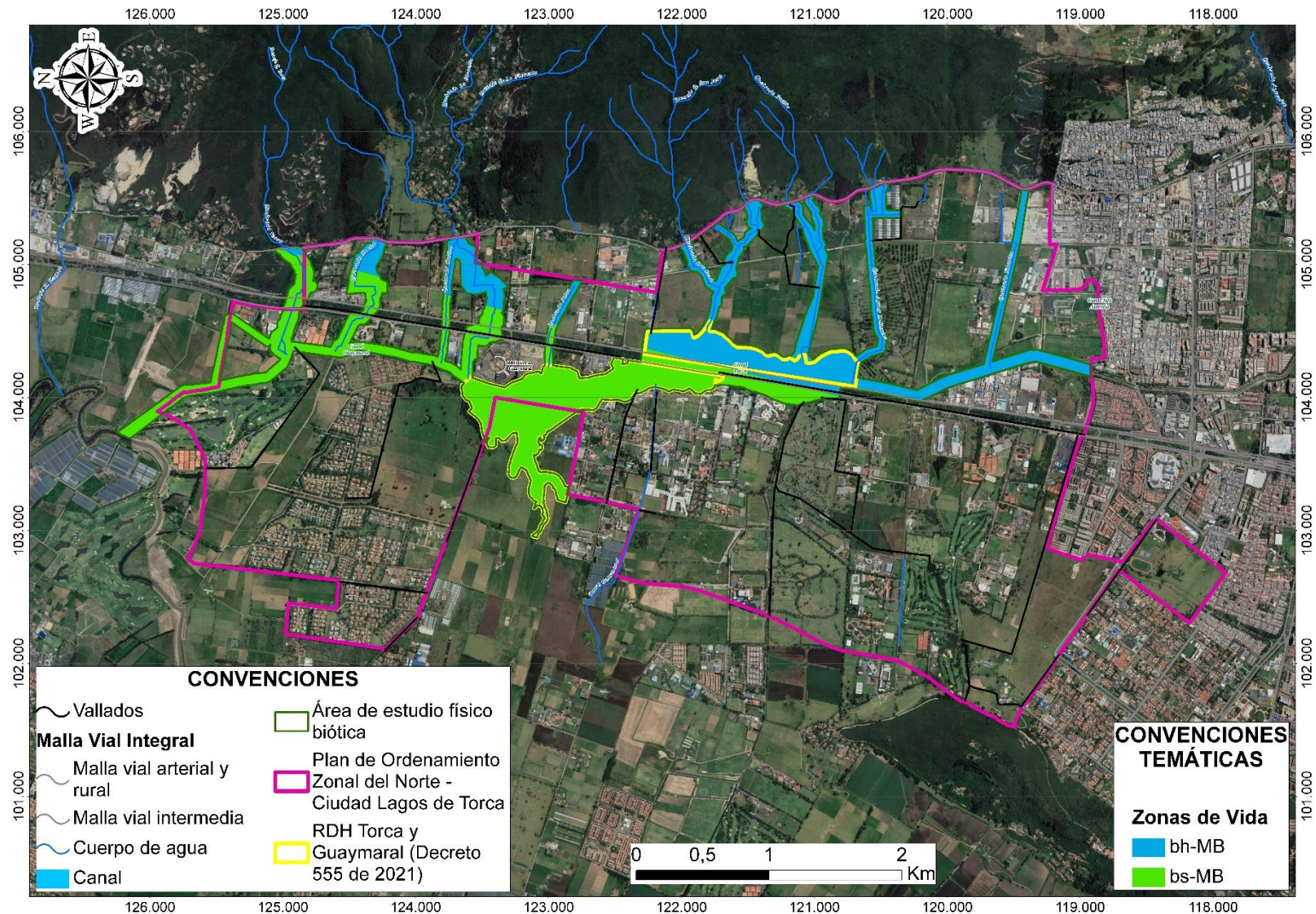


Figura 2- 272. Zonas de vida presentes en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

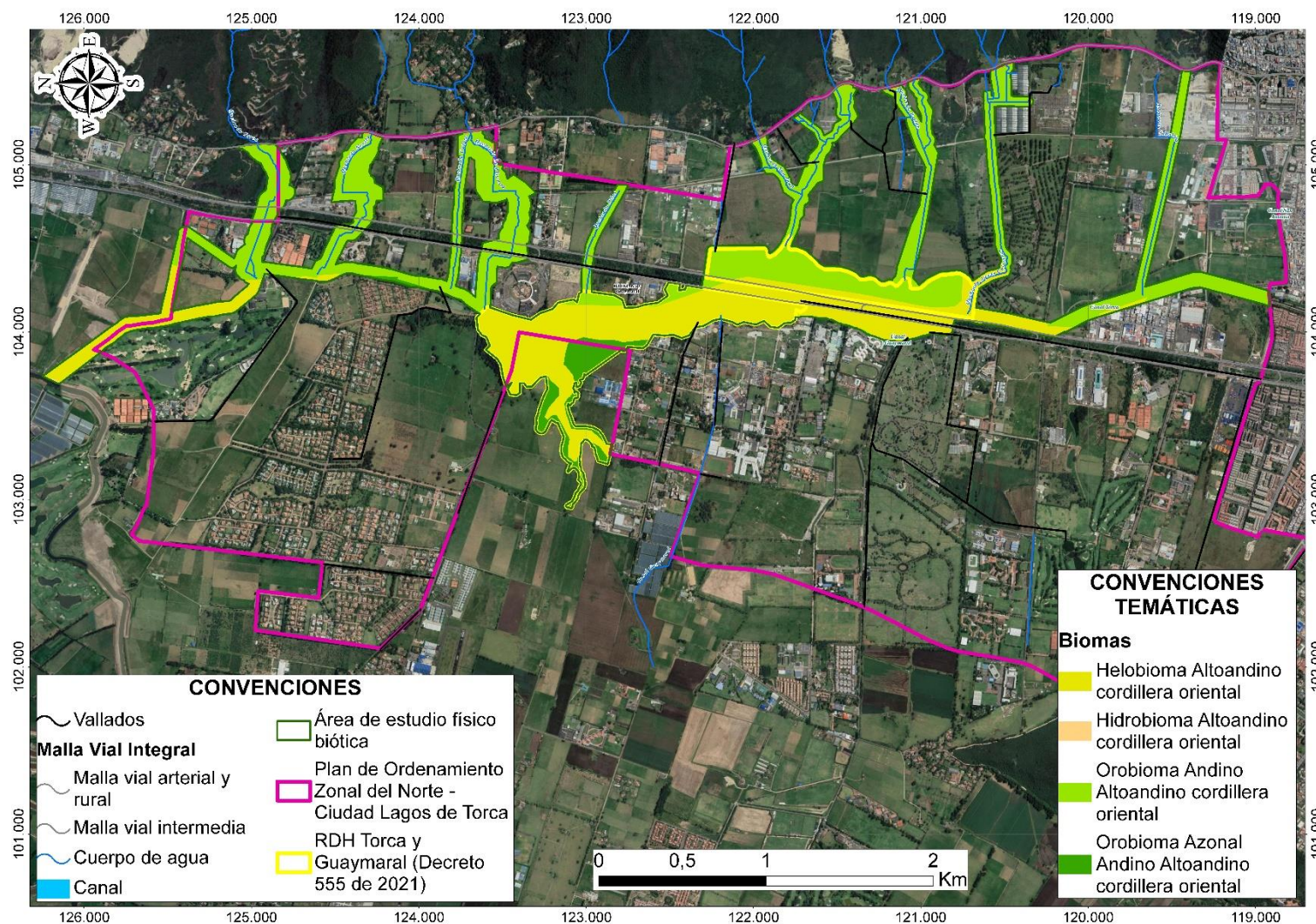


Figura 2- 273. Biomias presentes en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.2 COBERTURAS O UNIDADES DEL PAISAJE

El área de estudio evidencia 58 unidades o coberturas de la tierra, identificadas a partir de la interpretación de la imagen usada, para el total de las 246.93ha, que incluyen los escenarios de humedal, corredores ecológicos y canales conectores del sistema hídrico. Estas unidades fueron evaluadas de acuerdo a la metodología de Corine Land Cover, utilizando la respectiva Leyenda desarrollada para la escala 1:5000 y a un nivel 6 de detalle, como se sustenta en el Capítulo 1.

El nivel de detalle de la interpretación permitió la evidencia de coberturas naturales presentes en los gradientes de cambio de la franja acuática a la zona de ronda terrestre; así como en el detalle de las coberturas antrópicas, especialmente las derivadas de la red vial con sus territorios asociados. Las coberturas identificadas se describen en la Tabla 2-157 y Mapas de Coberturas de la Tierra - APMHTG_PMA_COB01 y APMHTG_PMA_COB02 - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos, estableciendo su extensión y porcentaje de ocupación en el área de estudio objeto de evaluación.

Como resultado de la evaluación de las unidades el paisaje, se evidencia el dominio de las coberturas antrópicas en el 89.1% del área de estudio, mientras que las coberturas naturales se restringen en el 11.2%, esto como resultado de los procesos de transformación del territorio. Esto se corrobora con lo reportado por otros autores en la evaluación de la vegetación en el área de estudio (Osbaahr y Hernández-Schmidt 2006, UNAL-IDEA 2007).

Dentro de las unidades antrópicas se destaca la presencia de coberturas vegetales con especies exóticas e invasoras, extendidas en un 63.06% del total del área, mientras que las unidades que representan una transformación total e implementación de estructuras duras se extienden en el 26.44% del área. Dentro de las coberturas vegetales antropizadas se resalta el dominio de pastizales (38.29%), donde los pastos limpios presentan el mayor porcentaje de extensión (28.28%), mientras que las Plantaciones con especies forestales exóticas cubren el 4.82% y la invasión de las especies de retamo se extiende al 1.13%.

Dentro de las coberturas naturales, las unidades terrestres, representadas por coberturas de Bosques de galería y Arbustales se evidencian en un 1.48%, mientras que las asociadas a espejos de agua, representadas por Herbáceas de la franja de transición, Herbáceas flotantes, Eneales y Juncuales, se presentan en un 7.05% del área total. La cobertura Herbáceas de la franja de transición es la que evidencia mayor extensión dentro de las unidades naturales (4.74%), en donde se reportan diversas especies enraizadas como *Rumex obtusifolius* (lengua de vaca), *Cyperus xanthostachyus* (cortadera), *Raphanus raphanistrum subsp. sativus* (rabano), *Juncus effusus* (junco), *Carex luridiformis* (cortadera), entre otras. Le sigue en extensión el Eneal con 1.62 % del área de estudio, las cuales presentan dominio de especies de *Typha* spp, asociado sobre todo al cuerpo de agua del sector Torca, en donde abarca gran parte del espejo de agua, favorecido por la alta colmatación de este.

En la Figura 2-274 se aprecia la ubicación espacial de las coberturas terrestres identificadas sobre el área de estudio y en el Anexo H Vegetación – H1, las imágenes de interpretación de estas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COBERTURAS VEGETALES NATURALES | | | | |
| 411 | Zonas pantanosas | 0,5 | 0,19 | Esta cobertura se encuentra asociadas a tierras inundables estacionalmente, 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, (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,5 Has y una representatividad de 0,19%. |
| 4111 | Humedales | 2,22 | 0,8 | Esta cobertura comprende las tierras que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, se constituyen por un cuerpo de agua permanente y áreas inundables estacionalmente. Los humedales son descritos por algunos autores como cuerpos de agua de profundidad menor o igual a 6 metros en temporada seca, y una franja a su alrededor que puede cubrirse por inundaciones periódicas (IDEAM, 2010), no obstante, esto puede ser variable de acuerdo con las condiciones y dinámica del sistema hídrico y ambiental del humedal. Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,22 Has y una representatividad de 0,8%. |
| 3221 | Arbustal denso | 1,49 | 0,56 | 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. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,49 Has y una representatividad de 0,56%. |
| 314 | Bosque de galería | 2,41 | 0,91 | Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. En el área de estudio, este tipo de cobertura está limitada por la transformación del paisaje, encontrándose reducida a pequeños fragmentos en las rondas terrestres de los cursos o espejos de agua, aunque dependiendo de los ciclos climáticos pueden inundarse. 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. (IDEAM, 2010). Esta cobertura de Bosque ripario en el área de estudio posee un área de 2,41 Has y una representatividad de 0,91%. |
| 4131 | Eneal | 4,27 | 1,62 | Bajo esta categoría se clasifica vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total, favorecida por el alto grado de colmatación de este. Donde abunda la Enea, especies del género <i>Typha</i> común en los humedales y presente en más del 70%. Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 4,27 Has y una representatividad de 1,62%, presentándose mayoritariamente en el espejo de agua del sector Torca. Este tipo de vegetación acuática se caracteriza por la presencia dominante de especies enraizadas del género <i>Typha</i> , como <i>Typha angustifolia</i> y <i>Typha latifolia</i> , alcanza hasta los 3 metros de altura, y forma parches densos pudiendo llegar a cubrir buena parte del espejo de agua, como ocurre en el sector Torca en inmediaciones del cementerio Jardines de paz. |
| 4132 | Juncal | 1,48 | 0,56 | Bajo esta categoría se clasifica vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Formado principalmente por herbáceas denominadas Juncos, en su mayoría dominados por las especies <i>Juncus effusus</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> . Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,48 Has y una representatividad de 0,56%. Las especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (Cyperaceae) y <i>Juncus effusus</i> (Juncaceae) conforman asociaciones palustres en zonas poco profundas, en el sistema de Torca-Guaymaral la especie con mayor extensión es <i>Schoenoplectus californicus</i> . Esta especie se encontró en asociación con las especies <i>Juncus effusus</i> (junco), <i>Cyperus xanthostachyus</i> (cortadera), <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> (sombrero de agua) y <i>Polygonum punctatum</i> (barbasco). |
| 4133 | Herbáceas de la franja de transición | 12,52 | 4,74 | Este tipo de cobertura se presenta en la zona de transición e interacción entre el ambiente terrestre y el ambiente acuático, se caracteriza por tener vegetación abierta de pradera, con especies de hierbas y arbustos de bajo porte (hasta 1,5 m de altura) y tolerantes a periodos cortos de inundación y a suelos saturados. Generalmente se presenta un recambio de especies entre los periodos de lluvia y los periodos secos. |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación herbácea enraizadas especialmente de los géneros <i>Hydrocotyle</i> y <i>Polygonum</i> , que se encuentre establecida sobre la zona de transición de los cuerpos de agua o bordes, recubriéndolos en forma parcial (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 12,52 Has y una representatividad de 4,74%. Otras especies frecuentes en la cobertura de la franja de transición son <i>Rumex obtusifolius</i> (lengua de vaca), <i>Cyperus xanthostachyus</i> (cortadera), <i>Raphanus raphanistrum subsp. sativus</i> (rabano), <i>Juncus effusus</i> (junco) y <i>Carex luridiformis</i> (cortadera). |
| 4134 | Herbáceas flotantes | 0,36 | 0,14 | Este tipo de cobertura se presenta sobre el espejo de agua, se caracteriza por tener vegetación con especies de hierbas flotantes, aptas para estas condiciones por sus adaptaciones morfológicas como cámaras de aire, son de porte bajo alcanzando máximo los 20 cm. Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 0,36 Has y una representatividad de 0,14%. Dentro de la vegetación de herbáceas flotantes del humedal, las especies predominantes son <i>Azolla filiculoides</i> (alfombra de agua), <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> (sombbrero de agua), <i>Lemna minuta</i> (lentejita de agua). Esta vegetación es dinámica ya que depende de las fluctuaciones de las lluvias y de las corrientes existentes, se observan cambios constantes en la composición y en la abundancia de las especies propias de este ambiente. |
| 512 | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 1,14 | 0,57 | 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. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociadas con las áreas de desborde de los grandes ríos. Las ciénagas pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas, de pequeña área, los cuales quedan incluidos en el cuerpo de agua siempre que no representen más de 30% del área del cuerpo de agua. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 1,14 Has y una representatividad de 0,57%, está asociada a la dinámica hídrica del sistema Torca y Guaymaral, humedal asociado a la planicie de inundación del río Bogotá. |
| Total Coberturas Naturales | | 28,26 | 10,49 | |
| COBERTURAS VEGETALES ANTROPIZADAS | | | | |
| 231 | Pastos limpios | 72,21 | 27,37 | Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, asociadas a actividades agropastoriles que incluye la realización de prácticas productivas y de manejo (limpieza, enclavamiento o fertilización, etc.), y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 74,87 Has y una representatividad de 28,38%, asociadas en su mayoría a áreas pastoriles. |
| 232 | Pastos arbolados | 18,64 | 7,07 | Coberturas asociadas a actividades agrosilvopastoriles, que incluye las tierras cubiertas con pastos y 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. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 18,64 Has y una representatividad de 7,07%. |
| 233 | Pastos enmalezados | 7,75 | 2,94 | 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 (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 7,75 Has y una representatividad de 2,94%. |
| 3152 | Plantación de latifoliadas | 0,74 | 0,28 | Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea de latifoliadas, con dominio de especies de Eucaliptos, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | mediante la plantación o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones productoras) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras). (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 0,74 Has y una representatividad de 0,28%. |
| 3153 | Plantación mixta | 13,81 | 5,23 | Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea de latifoliadas (Eucalyptus) y coníferas (Pinos, Acacias, Cipreses), realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones productoras) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras). (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 11,98 Has y una representatividad de 4,85%. |
| 322211 | Retamo | 2,99 | 1,13 | Este tipo de arbustal abierto está caracterizado por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, caracterizados por tener hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y succulenta, específicamente las especies invasoras de retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i> L.) – retamo liso (<i>Genista monspessulana</i> L. C. Koch). (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,99 Has y una representatividad de 1,13%. |
| 1411 | Otras zonas verdes urbanas | 4,48 | 1,70 | Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, como espacios arbolados, jardines ornamentales, áreas cubiertas por césped (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 4,88 Has y una representatividad de 1.70%. |
| 14112 | Cerca viva | 6,89 | 2,61 | Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, formando de líneas de árboles o arbustos que funcionan como barreras separadoras de predios o para protección de la propiedad (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 6,89 Has y una representatividad de 2.61%. |
| 14113 | Seto | 0,81 | 0,31 | Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, específicamente plantaciones lineales manejadas para obtener una barrera de una altura y diámetro deseado (IDEAM, 2010), con especies generalmente exóticas. Esta cobertura en el área de estudio posee una extensión de 0.81 Has y una representatividad de 0.31%. |
| 14165 | Ronda arbolada de humedales | 1,15 | 0,43 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua, específicamente los humedales de Torca y Guaymaral que permiten el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,15 Has y una representatividad de 0.43% y está asociado a cambios dinámicos determinados por la estacionalidad. |
| 14166 | Ronda de Lagos y Lagunas | 0,23 | 0,08 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente lagos y lagunas, que permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,23 Has y una representatividad de 0.08%, la cual presenta áreas abiertas con presencia de pastizales. |
| 141641 | Ronda de canales empradizada | 15,25 | 6,21 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente canales, rodeados de zonas de pradera dominada en más del 80% por pasto kikuyo <i>Cenchrus clandestinus</i> , la ronda permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 15,25 Has y una representatividad de 5,74%. |
| 141642 | Ronda de canales arbolada | 20,92 | 7,93 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente canales, rodeados de árboles y arbustos en más del 80%, la ronda permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 20,92 Has y una representatividad de 7,93%. |
| Total Coberturas Vegetales antrópicas | | 165,23 | 63,03 | |
| COBERTURAS ANTRÓPICAS | | | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|--------|-------------------------|-----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 111 | Tejido urbano continuó | 0,58 | 0,22 | 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. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,58 Has y una representatividad de 0,22%. |
| 11111 | Centro educativo | 2,08 | 0,78 | Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Dedicados específicamente a actividades en el ambiente educativo, tales como escuelas, colegios universidades etc. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,08 Has y una representatividad de 0,78%. |
| 1131 | Vivienda rural dispersa | 2,96 | 1,12 | Territorio cubierto por una infraestructura urbana correspondiente a una vivienda que se encuentra retirada de la cabecera municipal o urbanización (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,96 Has y una representatividad de 1,12%. |
| 1211 | Zonas industriales | 3,98 | 1,51 | Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan para actividades industriales (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 3,98 Has y una representatividad de 1,51%. |
| 121115 | Floricultura | 2,63 | 0,99 | 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 dedicadas a la producción de flores (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,63 Has y una representatividad de 0,99%. |
| 1212 | Zonas comerciales | 0,07 | 0,03 | Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones, 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 y de servicios (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,07 Has y una representatividad de 0,03%. |
| 12123 | Concesionario | 2,2 | 0,83 | Son los terrenos dedicados a las actividades de ventas de vehículos, incluyendo los terrenos asociados habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano, específicamente para circuitos de negocios automovilísticos. Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,20 Has y una representatividad de 0,83%. |
| 122111 | Vía pavimentada | 7,29 | 2,76 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de algún tipo de vehículo (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 7,29 Has y una representatividad de 2,76%. |
| 122112 | Vía sin pavimentar | 1,99 | 0,75 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, de tierra firme no asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el algún tipo de vehículo o peatón (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,99 Has y una representatividad de 0,75%. |
| 122113 | Camino | 0,42 | 0,16 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito exclusivo de ciclistas. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,42 Has y una representatividad de 0,16%. |
| 122114 | Cicloruta | 0,59 | 0,23 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, de tierra firme no asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de peatones (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,59 Has y una representatividad de 0,23%. |
| 122115 | Vía peatonal | 1,2 | 0,45 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de peatones (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,2 Has y una representatividad de 0,45%. |
| 122122 | Parqueadero | 2,12 | 0,80 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el estacionamiento de vehículos automotores o de tracción animal. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2,12 Has y una representatividad de 0,80%. |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

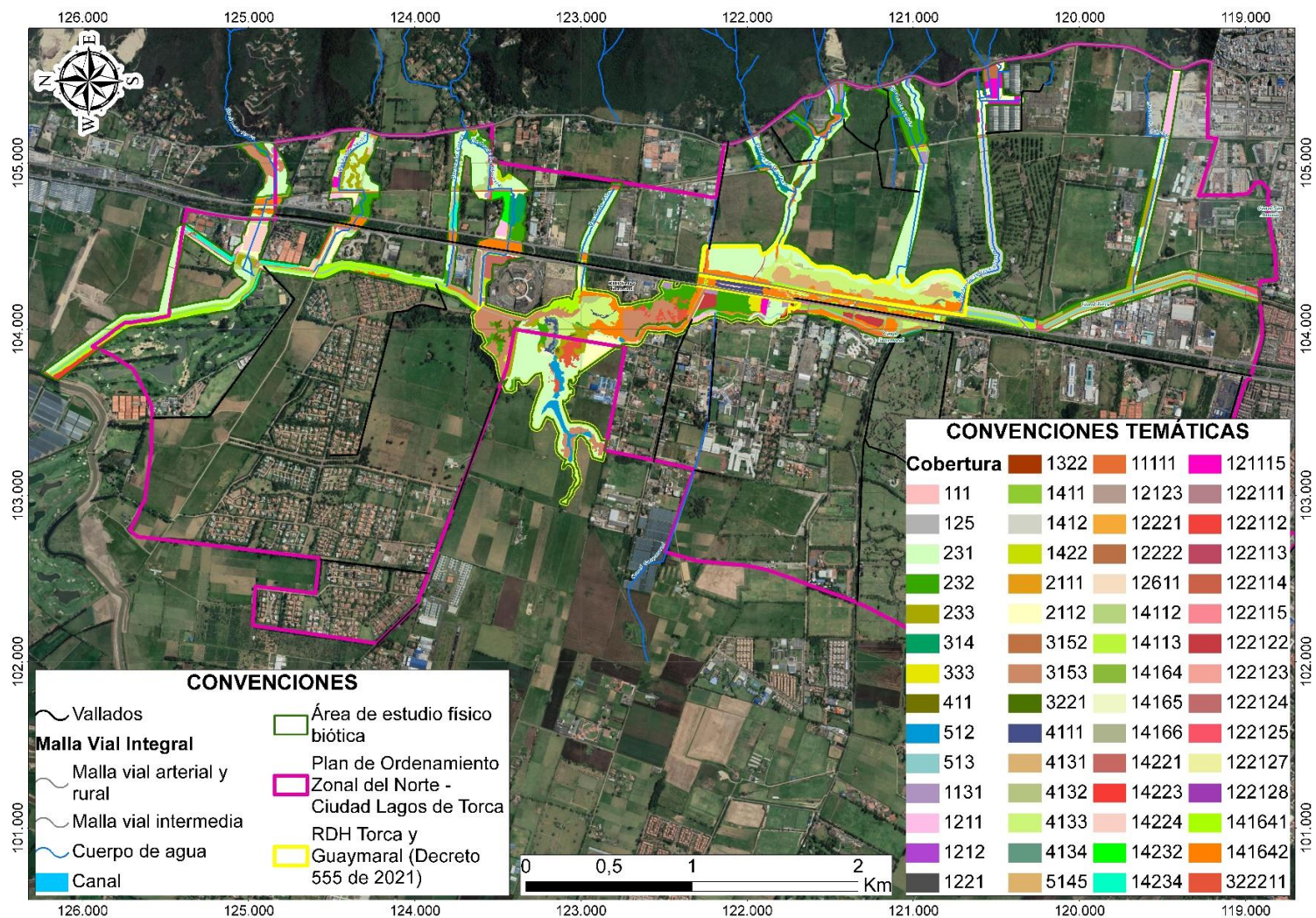
| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|--------|-----------------------------------------|-----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 122123 | Bahía de Parqueo | 0,08 | 0,02 | Comprende las áreas cubiertas o no por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el estacionamiento de vehículos automotores o de tracción animal en espacios confinados aledaños a la vía principal. Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,8 Has y una representatividad de 0,02%. |
| 122124 | Paradero o terminal | 0,02 | 0,01 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible, ubicada sobre las calzadas que permite la acogida de pasajeros en espera de transporte. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0.02 Has y una representatividad de 0.01%. |
| 122125 | Alameda | 1,82 | 0,69 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible, considerada como una calle, avenida o paseo con presencia de árboles, la cual permite el paso de vehículos automotores. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,82 Has y una representatividad de 0,69%. |
| 122127 | Andén | 0,9 | 0,34 | Comprende áreas cubiertas por la infraestructura vial y áreas asociadas como zonas verdes o duras de la vía pública ubicados en el borde de la vía o calzada, destinados exclusivamente a la circulación de peatones. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,90 Has y una representatividad de 0,34%. |
| 12221 | Red ferroviaria | 0,71 | 0,27 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura férrea, tales como vías, intercambiadores y estaciones de abordaje. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,71 Has y una representatividad de 0,27%. |
| 12222 | Territorios asociados a red ferroviaria | 1,44 | 0,54 | Áreas asociadas como zonas verdes y zonas de estacionamiento conexas a la infraestructura férrea (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,44 Has y una representatividad de 0,54%. |
| 125 | Obras hidráulicas | 0,05 | 0,02 | Superficies que corresponden a construcciones consolidadas de carácter permanente, destinadas a instalaciones hidráulicas, y aquellas de pequeña magnitud, generalmente asociadas con infraestructura urbana, tales como canales, bocatomas, entre otros en el área de estudio (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,05 Has y una representatividad de 0,02%. |
| 12611 | Subestación eléctrica | 0,06 | 0,02 | Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente para el establecimiento de niveles de tensión para la transmisión y distribución de energía eléctrica. Y comunicaciones (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,06 Has y una representatividad de 0,02%. |
| 333 | Tierras desnudas y degradadas | 0,65 | 0,24 | Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación del suelo (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,65 Has y una representatividad de 0,24%. |
| 1322 | Escombreras | 0,31 | 0,11 | Comprende las áreas donde se acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen, son espacios en los que se depositan restos de construcción, residuos urbanos, desechos industriales y material estéril de minas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,31 Has y una representatividad de 0.11%. |
| 1412 | Parque cementerio | 6,99 | 2,64 | Terrenos que prestan el servicio de cementerios con zonas verdes importantes (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 6,99 Has y una representatividad de 2,64%. |
| 14164 | Ronda de canales | 0,08 | 0,03 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente canales, la ronda permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0.08 Has y una representatividad de 0.03%. |
| 1422 | Áreas deportivas | 1,41 | 0,53 | Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,41 Has y una representatividad de 0,53%. |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 157. Descripción de las coberturas identificadas en el área de estudio.

| Código | Cobertura | Área (ha) | % | Descripción |
|-----------------------------|------------------------------|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14221 | Autódromo | 1,11 | 0,42 | Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano, específicamente para circuitos de carreras automovilísticas (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,11 Has y una representatividad de 0,42%. |
| 14223 | Campo de Golf | 1,77 | 0,67 | Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano, específicamente para el deporte del golf (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,77 Has y una representatividad de 0,67%. |
| 14224 | Estadio y campo de fútbol | 3,97 | 1,50 | Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano, específicamente para el deporte del fútbol. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 3,97 Has y una representatividad de 1,50%. |
| 14232 | Parque recreativo | 1,01 | 0,38 | Son los terrenos dedicados a las actividades recreativas, de esparcimiento, descanso y de educación ambiental, incluyendo los parques en predios privados habilitados para estas actividades, no incluidos dentro del tejido urbano, específicamente para recreación activa. Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 1,01 Has y una representatividad de 0,38%. |
| 14234 | Club campestre | 2,6 | 0,99 | Son los terrenos dedicados a las actividades turísticas específicamente relacionadas a un club campestre, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 2.60 Has y una representatividad de 0,99%. |
| 211 | Otros cultivos transitorios | 0,05 | 0,02 | Son las tierras ocupadas por cultivos transitorios no incluidos en los grupos de cereales, oleaginosas, leguminosas, hortalizas y tubérculos considerados en esta leyenda. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0.05 Has y una representatividad de 0.02%. |
| 2112 | Terrenos en preparación | 0,38 | 0,14 | Son las tierras ocupadas por cultivos transitorios no incluidos en los grupos de cereales, oleaginosas, leguminosas, hortalizas y tubérculos considerados en esta leyenda, los cuales se encuentra en estado de preparación para la posterior siembra. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0,38 Has y una representatividad de 0,14%. |
| 513 | Canales | 8,07 | 3,06 | 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 (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 8.07 Has y una representatividad de 3,06%. |
| 5145 | Lagos y lagunas artificiales | 0,14 | 0,05 | 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. (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de estudio posee un área de 0.14 Has y una representatividad de 0.05%. |
| Total Coberturas antrópicas | | 69,77 | 26,44 | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.2.1 Análisis multitemporal de las coberturas

A partir de la interpretación de imágenes de dos periodos, Ortofotomosaico obtenido en el 2019 y el obtenido de la fuente oficial del IDECA, imagen tomada en el 2014, se realiza el análisis multitemporal de las coberturas o unidades de la tierra. A partir de este análisis se establece que el área de estudio evidencia cambios en las coberturas de la tierra debido a la extensión de especies exóticas e invasoras en el escenario del humedal, así como extensión de actividades antrópicas en áreas asociadas a las rondas de canales y quebradas, algunas de las cuales descargan directamente en el humedal.

No obstante, es de aclarar que el área de los humedales de Torca y Guaymaral, reconocida como área de protección incluye tanto predios públicos como privados, por lo tanto, se han presentado actividades antrópicas productivas en los predios privados, así como implementación de infraestructura, incluso desde antes del reconocimiento del área de protección. Por esto, se han establecido acciones de manejo por parte de las autoridades ambientales y administradoras del humedal, enfocadas a la educación ambiental y generación de pactos socioambientales con los actores presentes, en pro de reducir los tensionantes en el área del humedal.

En la Tabla 2-158 se presenta la extensión y porcentaje de las coberturas interpretadas para el año 2014 y 2019 y en la Figura 2-275 se muestra la imagen comparativa, en estas se observa el cambio que han tenido los diversos tipos de coberturas identificadas, dentro de las que se cuenta con las coberturas naturales o áreas relictuales de los cuerpos de agua y de vegetación asociada, coberturas de vegetación antropizadas con plantación o siembra de especies exóticas y las coberturas antrópicas referidas a la infraestructura o actividades antrópicas urbanas.

Dentro de las coberturas naturales se resalta el aumento de la cobertura de herbáceas de la franja de transición (3,73 ha), que evidencia una probable reducción del espejo de agua efecto de la colmatación de estos. Así mismo, se reporta la reducción de las zonas pantanosas (-4,29 ha), y rondas de humedal (-3,09 ha) lo que evidencia la extensión de acciones antrópicas en áreas anegadas, lo cual se corrobora con la extensión de las coberturas de vegetación antropizada, las cuales aumentan en 12,32 ha.

Dentro de estas coberturas se destaca el aumento de las áreas de Cercas vivas (5,14 ha) las plantaciones (4,56 ha) junto con los pastos enmalezados (3,20 ha), a la par con la reducción de áreas de pastos limpios (-3,02 ha). Por otro lado, se evidencia una reducción en general, de áreas antrópicas con infraestructura para el año 2019 en 6,19 ha en total, lo cual muestra los resultados de los esfuerzos y acciones de manejo del humedal por parte de las autoridades y asociaciones comunitarias locales.

Las especies de retamo liso (*Genista monspessulana*) y espinoso (*Ulex europaeus*) se reportan para el año 2019 con 2,99 ha, en contraste de 1,44 ha en el área de estudio para el año 2014. Esto evidencia una gran necesidad de priorizar el control de estas especies invasoras (Resolución 207 del 2010), siguiendo los lineamientos normativos para su manejo y la restauración de las áreas de control, según de la resolución 684 del 2018, la cual se sustenta en diversos estudios de la biología y ecología de las especies, y de los procesos de invasión de las mismas, así como de las evaluaciones de procesos de restauración

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

ecológica (Rios 2005, Vargas et al, 2009, Zabaleta 2007, Zabaleta y Vargas 2008, Beltrán y Barrera 2014, Camelo 2015, Sánchez 2007).

Las áreas de mayor extensión del retamo se presentan en el escenario de humedal, Sector Guaymaral, asociadas a las áreas del canal de Guaymaral y a la ronda del espejo de agua del ramal del humedal que se comparte con la Reserva Forestal Protectora Productora Thomas Van der Hammen.

Por tanto, se deben enfocar acciones articuladas entre las autoridades ambientales con jurisdicción en estas áreas de protección, para el real control de la invasión en la zona.

Tabla 2- 158. Análisis comparativo de las coberturas vegetales identificadas en el área de estudio en el periodo entre 2014 y 2019.

| Tipo cobertura | Coberturas | Área 2014 | | Área 2019 | | Variación Año 2014 vs 2019 |
|------------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|----------------------------|
| | | ha | % | ha | % | |
| Natural | Arbustal denso | 3,44 | 1,30 | 1,49 | 0,57 | -1,95 |
| | Bosque de galería y ripario | 2,29 | 0,87 | 2,41 | 0,92 | 0,12 |
| | Eneal | 4,36 | 1,65 | 4,27 | 1,62 | -0,09 |
| | Herbáceas de la franja de transición | 8,79 | 3,33 | 12,52 | 4,74 | 3,73 |
| | Herbáceas flotantes | 0,06 | 0,02 | 0,36 | 0,14 | 0,30 |
| | Humedales | 0,30 | 0,11 | 2,22 | 0,84 | 1,91 |
| | Juncal | 1,57 | 0,60 | 1,48 | 0,56 | -0,09 |
| | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 2,18 | 0,83 | 3,01 | 1,14 | 0,31 |
| | Zonas pantanosas | 4,79 | 1,82 | 0,50 | 0,19 | -4,29 |
| | Ronda de humedales | 4,23 | 1,60 | 1,15 | 0,43 | -3,09 |
| | Ronda de lagos y lagunas | 0,48 | 0,18 | 0,23 | 0,09 | -0,24 |
| Vegetación antropizada | Pastos arbolados | 18,70 | 7,09 | 18,64 | 7,07 | -0,06 |
| | Pastos enmalezados | 4,55 | 1,73 | 7,76 | 2,94 | 3,20 |
| | Pastos limpios | 77,89 | 29,52 | 72,21 | 27,37 | -7,85 |
| | Plantación forestal | 8,16 | 3,09 | 14,55 | 5,52 | 2,43 |
| | Cerca viva | 1,75 | 0,66 | 6,89 | 2,61 | 5,14 |
| | Otras zonas verdes urbanas | 10,97 | 4,16 | 4,49 | 1,70 | -6,48 |
| | Separador | 11,24 | 4,26 | 0,09 | 0,04 | -11,14 |
| | Seto | 0,76 | 0,29 | 0,81 | 0,31 | 0,05 |
| | Retamo | 1,44 | 0,55 | 2,99 | 1,13 | 1,55 |
| Antrópico | Alameda | 1,82 | 0,69 | 1,82 | 0,69 | 0,00 |
| | Andén | 1,18 | 0,45 | 0,90 | 0,34 | -0,28 |
| | Áreas deportivas | 2,25 | 0,85 | 1,41 | 0,53 | -0,85 |
| | Autódromo | 1,12 | 0,42 | 1,11 | 0,42 | 0,00 |
| | Camino | 0,27 | 0,10 | 0,42 | 0,16 | 0,15 |
| | Campo de golf | 1,30 | 0,49 | 1,77 | 0,67 | 0,47 |
| | Canales | 8,31 | 3,15 | 8,07 | 3,06 | -0,24 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 158. Análisis comparativo de las coberturas vegetales identificadas en el área de estudio en el periodo entre 2014 y 2019.

| Tipo cobertura | Coberturas | Área 2014 | | Área 2019 | | Variación Año 2014 vs 2019 |
|----------------|-----------------------------------------|-----------|------|-----------|-------|----------------------------|
| | | ha | % | ha | % | |
| | Centro educativo | 1,99 | 0,75 | 2,08 | 0,79 | 0,09 |
| | Cicloruta | 0,59 | 0,23 | 0,59 | 0,23 | 0,00 |
| | Club campestre | 12,49 | 4,73 | 2,60 | 0,99 | -9,88 |
| | Concesionario | 0,00 | 0,00 | 2,20 | 0,83 | 2,20 |
| | Escombreras | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,12 | 0,31 |
| | Estadio y campo de futbol | 1,26 | 0,48 | 3,97 | 1,51 | 2,71 |
| | Floricultura | 2,80 | 1,06 | 2,63 | 1,00 | -0,17 |
| | Lagos y lagunas artificiales | 0,05 | 0,02 | 0,14 | 0,05 | 0,09 |
| | Otros cultivos transitorios | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,05 |
| | Paradero o terminal | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| | Parque cementerio | 6,85 | 2,60 | 6,99 | 2,65 | 0,14 |
| | Parqueadero | 2,24 | 0,85 | 2,12 | 0,80 | -0,12 |
| | Red ferroviaria | 0,65 | 0,25 | 0,71 | 0,27 | 0,07 |
| | Ronda de canales | 28,12 | 9,60 | 37,22 | 14,11 | 9,10 |
| | Subestación eléctrica | 0,06 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,00 |
| | Tejido urbano | 0,64 | 0,24 | 0,58 | 0,22 | -0,06 |
| | Terrenos en preparación | 0,51 | 0,19 | 1,44 | 0,55 | 0,93 |
| | Territorios asociados a red ferroviaria | 2,43 | 0,92 | 8,23 | 3,12 | 5,79 |
| | Tierras desnudas y degradadas | 1,45 | 0,55 | 0,65 | 0,25 | -0,80 |
| | Vía pavimentada | 7,50 | 2,84 | 7,29 | 2,76 | -0,21 |
| | Vía peatonal | 0,55 | 0,21 | 1,20 | 0,46 | 0,65 |
| | Vía sin pavimentar | 1,12 | 0,42 | 1,99 | 0,76 | 0,88 |
| | Vivienda rural dispersa | 2,39 | 0,91 | 2,96 | 1,12 | 0,56 |
| | Zona comercial e industrial | 5,84 | 2,21 | 4,05 | 1,53 | -1,79 |

Fuente: Elaboración propia.

A partir de este análisis se establece que las mayores variaciones en las coberturas interpretadas se están dando en la reducción de áreas inundables asociadas a los cuerpos de agua, bien sea en sus zonas de ronda o en la franja pelágica; las cuales se han ido reemplazando por áreas con vegetación antropizada con dominio de especies exóticas como las presentes en las plantaciones y pastizales enmalezados, o la extensión de especies invasoras como el retamo.

Es de resaltar que algunas coberturas vegetales antrópicas, como cercas vivas, setos, zonas verdes urbanas e incluso el separador arbolado de las líneas viales, resultado del manejo de arbolado público o disposición de especies vegetales con fines paisajísticos, así

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

como, resultado de siembras lineales para establecer límites entre predios, son áreas importantes como zonas verdes distribuidas en el paisaje urbano. Estas áreas verdes pueden funcionar como zonas de paso para algunas especies de fauna con tolerancia a matrices antrópicas, aunque presenten especies exóticas y/o nativas en bajas densidades.

El aumento de la presencia y proliferación de la cobertura de retamo es uno de los tensionantes identificados en el área de estudio, beneficiado por el alto grado de alteración y transformación de las geoformas, así como por la reducción de las coberturas naturales y dominio del pasto Kikuyo en la mayoría del área de la zona de estudio. Cabe destacar, que el control que inicialmente se efectuaba de estas especies invasoras no ha sido el adecuado debido al desconocimiento de su biología y ecología; estudios específicos han evidenciado atributos de historia de vida que las hacen resistentes a condiciones adversas y a métodos de control iniciales restringidos a la poda de sus ramas o quema de los individuos en pie que han incentivado su proliferación (Zabaleta 2007, Zabaleta y Vargas 2008, Sánchez 2007).

En la actualidad los lineamientos para su control, manejo y restauración de las áreas liberadas de la invasión son el marco por implementar y articular en las áreas asociadas al humedal.

El análisis multitemporal evidencia la prioridad de manejo y control de las invasiones vegetales en el área de protección, así como los procesos de restauración en las zonas asociadas al humedal y rondas de quebradas en pro de la conservación y protección de estas áreas. También se evidencia la necesidad de generar pactos socioambientales para reducir los impactos generados por las actividades antrópicas realizadas en los predios privados presentes en el área de estudio o en las áreas aledañas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

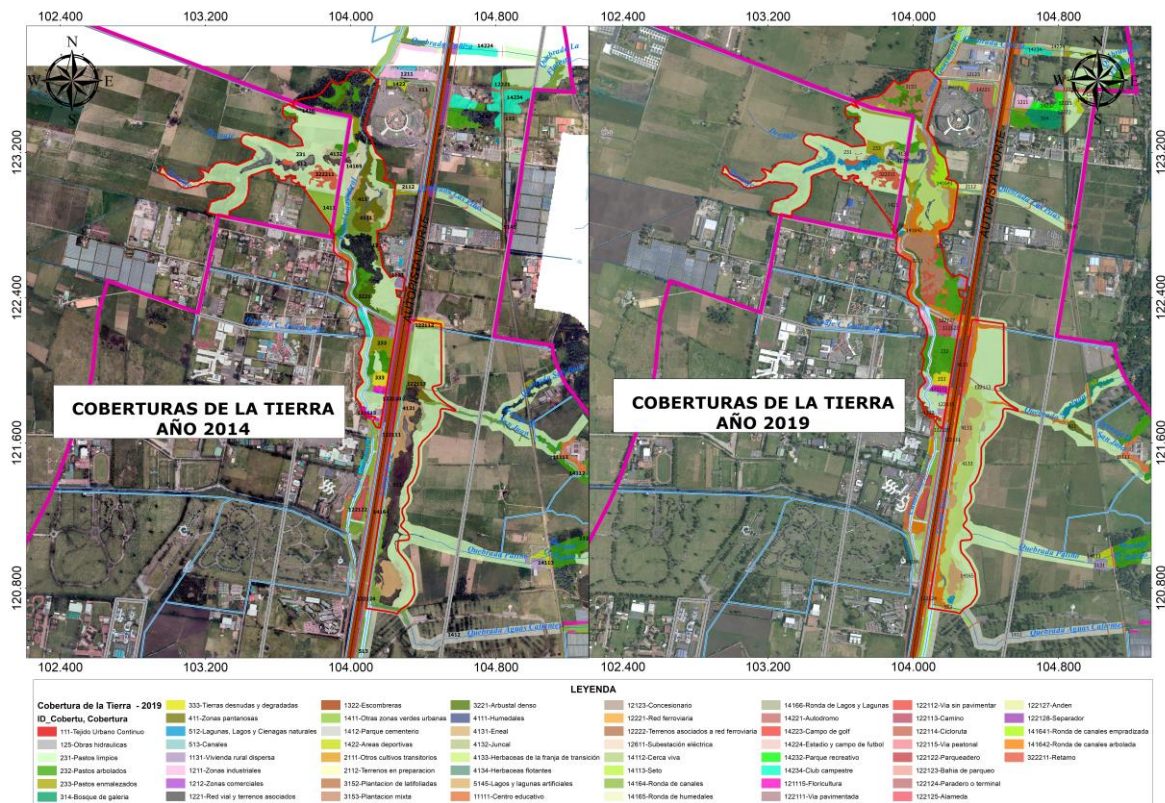


Figura 2- 275. Análisis multitemporal de las coberturas vegetales. Fuente: Elaboración propia

2.6.1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En el área del humedal, se han realizado diversos esfuerzos en pro de establecer las condiciones en las que se encuentra la vegetación y como se ha ido transformando en el tiempo, las diversas problemáticas que presenta y los estudios e investigaciones dirigidas a la evaluación de flora y fauna acuática y terrestre. Así mismo se han dado procesos sociales de participación y concertación, en los cuales el humedal ha sido escenario clave para procesos de educación ambiental y vinculación directa de los visitantes, a través de siembra de especies vegetales en pro de la conservación de este.

Aunque todos estos esfuerzos parten de la intención de establecer las rutas más favorables para la conservación y recuperación del humedal desde la concepción de su importancia como sistema ecológico estratégico urbano, así como desde la concientización de los habitantes sobre su conservación y protección, es prioritario articular esfuerzos y dar lineamientos específicos sobre el manejo de las especies vegetales implementadas en estas áreas. De igual es necesaria la articulación de los esfuerzos de conservación del humedal con los procesos de desarrollo de la ciudad, de una forma ambientalmente sostenible, lo cual requiere concertación en cuanto a los procesos de manejo de especies de plantas incluidas en las áreas aledañas al sistema de humedal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A partir de lo anterior, es posible identificar de manera preliminar la presencia de individuos arbóreos en el área de estudio, los cuales son resultado de procesos de siembra de árboles como parte de proyectos ambientales en el área, o como resultado del arbolado público.

Según los reportes del SIGAU – JBB, se identificaron 4955 individuos emplazados al 01 de mayo de 2019, teniendo en cuenta una franja de aproximadamente 30m de ancho en torno a la zona de ronda del humedal, canales y quebradas. La mayoría de los individuos pertenecen a especies como Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*), Tabaquillo (*Verbesina crassiramea*), Eucalipto común (*Eucalyptus globulus*), Chilco (*Baccharis latifolia*), Cucubo (*Solanum asperolanatum*) y Urapán (*Fraxinus uhdei*)

Según los estudios de caracterización de la vegetación presente en el humedal, presentado por UNAL-IDEA (2007), dentro del diagnóstico del plan de manejo ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral, se presenta un listado de la vegetación acuática con 13 familias y 18 especies, y de vegetación terrestre con 15 familias y 17 especies (Tabla 2-159 y la Tabla 2-160).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 159. Vegetación terrestre presente en los humedales de Torca y Guaymaral identificada en el plan de manejo ambiental vigente.

| Familia | Nombre científico | Autor | Nombre común | Hábito | Origen |
|----------------|------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| Adoxaceae | <i>Sambucus nigra</i> | Kunth | Sauco | Arbusto, Arbolito | Cultivada |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> | Kunth | Aliso | Árbol | Nativa y cultivada |
| Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | L. | Higuerilla roja | Arbusto, Arbolito | Cultivada y naturalizada |
| Fabaceae | <i>Senna multiglandulosa</i> | (Jacq.) HSlrwin & Barneby | Alcaparro enano | Arbusto, Arbolito, Árbol | Nativa y cultivada |
| | <i>Ulex europaeus</i> | L. | Retamo espinoso | Hierba, Arbusto | Naturalizada |
| | <i>Acacia spp.</i> | Willd. | Acacia | Árbol | Cultivada |
| Malvaceae | <i>Abutilon pictum</i> | (Gillies ex Hook.) Walp. | Abutilon | Arbusto | Cultivada |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus spp.</i> | L'Hér. | Eucalipto | Árbol | Cultivada |
| Oleaceae | <i>Fraxinus uhdei</i> | Roxb. | Urapán, fresno | Árbol | Cultivada |
| Pittosporaceae | <i>Pittosporum undulatum</i> | Vent. | Jazmín | Arbolito | Cultivada |
| Poaceae | <i>Cenchrus clandestinus</i> | (Chiov.) Morrone | Kikuyo | Hierba | Naturalizada y adventicia |
| Rosaceae | <i>Prunus serotina</i> | Ehrh. | Cerezo | Árbol | Naturalizada |
| | <i>Rubus sp.</i> | L. | Mora silvestre | Subarbusto | Nativa |
| Rubiaceae | <i>Galium sp.</i> | L. | Coralito | Hierba | Nativa |
| Salicaceae | <i>Salix humboldtiana</i> | Willd. | Sauce | Árbol | Nativa y cultivada |
| Solanaceae | <i>Physalis peruviana</i> | L. | Uchuva, vejigón | Hierba, Subarbusto | Nativa y cultivada |
| | <i>Solanum marginatum</i> | L.f | Lulo de perro | Subarbusto, Arbusto | Naturalizada y adventicia |

Nota: Se presentan nombres científicos actualizados, según APG III, revisado en *theplantlist.org*

Fuente: UNAL-IDEA, 2007.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 160. Vegetación acuática presente en los humedales de Torca y Guaymaral identificada en el plan de manejo ambiental vigente.

| Familia | Nombre científico | Autor | Nombre común | Hábito | Origen |
|------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|------------------|--------------------|
| Araceae | <i>Lemna sp.</i> | L. | Lenteja de agua | Hierba, Acuática | Nativa |
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | L.f. | Chupana, oreja de ratón, sombrerito de agua, paraguas. | Hierba | Nativa |
| Asteraceae | <i>Bidens laevis</i> | (L.) Britton et al. | Botoncillo, chipaca, duarte, masiquía | Hierba | Nativa |
| | <i>Acmella oppositifolia</i> | (Lam.) R.K.Jansen | Chisaca | Hierba | Nativa |
| Brassicaceae | <i>Nasturtium officinale</i> | R.Br. | Berro | Hierba | Naturalizada |
| Cyperaceae | <i>Carex sp.</i> | L. | Cortadera | Hierba | Nativa |
| | <i>Blysmus rufus</i> | (Huds.) | Cortadera | Hierba | Nativa |
| | <i>Eleocharis sp.</i> | R. Br. | Cebolleta de pantano | Hierba | Nativa |
| | <i>Schoenoplectus californicus</i> | (CAMEy.) Soják | Junco | Hierba, Acuática | Nativa |
| Hydrocharitaceae | <i>Limnobium laevigatum</i> | (Willd.) Heine | Buchón | Hierba, Acuática | Nativa |
| Juncaceae | <i>Juncus effusus</i> | L. | Junco | Hierba | Nativa |
| Onagraceae | <i>Ludwigia peploides</i> | (Kunth) P.H.Raven | Clavito | Hierba, Acuática | Nativa |
| Polygonaceae | <i>Polygonum punctatum</i> | (Elliott) Small | Barbasco de pantano | Hierba | Nativa |
| | <i>Rumex conglomeratus</i> | Murray | Lengua de vaca | Hierba | Adventicia |
| Pontederiaceae | <i>Eichhornia crassipes</i> | (Mart.) Solms | Buchón | Hierba, Acuática | Nativa y cultivada |
| Salviniaceae | <i>Azolla filiculoides</i> | Lam. | Helecho de agua, lenteja, barbasquillo | Hierba, Acuática | Nativa |
| Plantaginaceae | <i>Gratiola bogotensis</i> | Cortés ex Pennell | Graciola de pantano | Hierba | Nativa |
| Typhaceae | <i>Typha domingensis</i> | Pers. | Enea o espadaña | Hierba, Acuática | Nativa |

Nota: Se presentan nombres científicos actualizados, según APG III, revisado en *theplantlist.org*

Fuente: UNAL-IDEA, 2007.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de Humedales en Centros Urbanos (DAMA 2006), considera que la vegetación actual presente son consecuencia de la profunda transformación que han tenido por décadas los humedales de Bogotá, la cobertura vegetal presente en las rondas y el área de protección o conservación aferente de dichos ecosistemas, ha desaparecido casi por completo. En su mayoría solo quedan rezagos de vegetación exótica la cual fue introducida en aras de alindar las tierras y secar el cuerpo de agua.

Se sembraron especies como eucaliptos (*Eucalyptus spp*), acacias (*Acacia spp*), cipreses (*Cupressus lusitanica*), urapanes (*Fraxinus uhdei*), principalmente, sauces (*Salix humboldtiana*), sauco (*Sambucus nigra*) sin ser representantes del bosque original, y solo algunas especies nativas como aliso (*Alnus acuminata*), es importante resaltar que el protocolo mencionado, establece dos comunidades boscosas que se encuentran en cercanías del humedal de La Conejera, la primera, conocida como “La Maleza de Suba” dominada por paloblanco (*Ilex*), raque (*Vallea*) arrayán (*Myrcianthes*) y la segunda, localizada en el Cerro La Conejera, constituida por matorrales secundarios con presencia de algunos encenillos (*Weinmannia tomentosa*).

Los programas de monitoreo de estado de la biodiversidad presente en Los Parques Ecológicos Distritales de Humedal en Bogotá D.C., desarrollados por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2016), establecen como resultado para el monitoreo de la vegetación 137 especies que corresponden a 112 géneros y a 66 familias. Las familias con mayor número de representantes dentro de estos humedales fueron Solanaceae y Asteraceae con 13 y 10 especies, respectivamente, divididas en vegetación flotante, vegetación terrestre, vegetación herbácea terrestre, matorrales misceláneos (nativos y exóticos) y vegetación arbórea (nativa y exótica).

De acuerdo al monitoreo mencionado, el buchón o jazmín de agua (*Eichhornia crassipes*) es la especie que predomina dentro de la vegetación flotante ocupando casi el 60% del área de la cobertura en la mayoría de los transectos. Le sigue la lenteja de agua (*Lemna gibba*) con un 17%, el helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y la buchona cuchara (*Limnobium laevigatum*), ambas con un 11% de área de ocupación, finalmente la *Lemna minor* con la dominancia más baja (2%).

En comparación con la vegetación flotante, la vegetación enraizada se encontró menos heterogeneidad en los resultados ya que especies como el barbasco (*Polygonum punctatum*), el botoncillo (*Bidens laevis*) y el junco (*Schoenoplectus californicus*), presentan entre el 16 y 19% del área ocupada en la mayoría de los transectos monitoreados, a estas especies les sigue la enea (*Typha latifolia*) con un 11%, la romaza (*Rumex crispus*) (9%), la sombrillita de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) (7%) y la lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*) (6%).

En la vegetación herbazal terrestre, el monitoreo nombrado reportó una alta dominancia del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*) al ocupar más del 40% del área de esta cobertura en la mayoría de los transectos muestreados. En contraste, especies como la calabaza, el carretón morado y blanco, el senecio, el helecho marranero y la yerbamora, que también son muy dominantes, ocuparon entre el 4 y el 7% del área de esta cobertura en dichos transectos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En cuanto a los matorrales misceláneos, las especies más dominantes son la higuierilla (*Ricinus communis*) y el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) ocupando cerca del 37% y 17% del área de esta cobertura, respectivamente. Especies nativas como el borrachero (*Brugmansia arborea*) y la mora andina (*Rubus glaucus*) ocupan el 7%, mientras que el lulo (*Solanum quitoense*) y la uchuva (*Physalis peruviana*) solo llegan a ocupar hasta el 3% del área de los matorrales en los transectos de monitoreo.

Finalmente, en la franja terrestre se encontró que dentro de la vegetación arbórea las dos especies que predominan son nativas y típicas de planicies inundables, el sauce llorón (*Salix humboldtiana*) y el aliso (*Alnus acuminata*) ocupando cerca del 20% y 10% de esta cobertura, respectivamente. Especies introducidas como la acacia japonesa (*Acacia melanoxylum*), la acacia gris (*Acacia decurrens*), el eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*), el pino amarillo (*Pinus patula*), el jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*) y el urapán (*Fraxinus chinensis*) ocupan entre el 5% y 9% de la vegetación arbórea, por lo que a pesar de no superar el 10% de dominancia en términos de abundancia relativa, en conjunto evidencian un dominio de la vegetación exótica.

Así mismo, en la descripción general de los humedales de Bogotá, elaborado por Moreno, V., García, J & Villalba J, (2002), realizan un análisis somero de la flora identificada en el humedal, a partir de recorridos de verificación e información secundaria, señalan que “en la parte correspondiente al separador se encuentra una gran diversidad de especies vegetales, entre ellas sauces, saucos, higuierillos, trompetos, sangregados y alisos” además que “En el cuerpo de agua encontramos la vegetación característica del humedal como sombrillita de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), y la lenteja de agua (*Lemna minor*). En las áreas firmes se encuentran poblaciones numerosas de enea (*Typha latifolia*) y junco bogotano (*Juncus bogotensis*)”.

A pesar de que los humedales urbanos presentan gran alteración y reemplazamiento de especies nativas por foráneas, son importantes en la preservación de los servicios ecosistémicos que presta, por tanto, es prioritario establecer las condiciones actuales como base, para la generación de propuestas de manejo, idóneas para la recuperación y conservación de estas áreas protegidas. Es así que el control y manejo de las especies exóticas e invasoras presentes en los humedales, han pasado a ser acciones prioritarias, así como la inclusión y enriquecimiento con especies nativas, implementadas dentro de diseños de restauración ecológica, que busca activar la reestructuración y funcionalidad del sistema.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza una caracterización de la vegetación terrestre y vegetación acuática (Macrófitas acuáticas), buscando identificar las especies de plantas presentes en las diversas coberturas vegetales identificadas en el área de estudio, las cuales funcionan como hábitats potenciales para la fauna asociada. Esta caracterización pueda evidenciar las condiciones actuales del sistema, en cuanto a su componente estructural, información básica para dirigir acertadamente la implementación de planes de restauración, recuperación y rehabilitación del humedal y quebradas.

A continuación, se establecen los resultados de la caracterización de la vegetación presente en el área de estudio, área referida al sistema Torca y Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.3.1 Caracterización de macrófitas acuáticas de los espejos de agua

La vegetación acuática representa la fuente de productividad primaria de mayor relevancia para los ecosistemas de humedales continentales tropicales, constituyendo un componente biótico esencial para el soporte de la diversidad en todos sus niveles (Wissinger, 1999; Van Geest, Coops, Roijackers, Buijse, & Scheffer, 2005). Además de ser un recurso alimentario para fauna terrestre y acuática, las macrófitas son también el refugio y hábitat de peces, macroinvertebrados y algas; adicionalmente, entre sus funciones están: la regulación, transporte y retención de contaminantes y sedimentos, control de la erosión y regulación de los nutrientes (Camelo-Mendoza, Martínez-Peña, Ovalle-Serrano, & Jaimes, 2016). De este modo, el componente de la vegetación acuática se considera como la base para el sostenimiento de los flujos de energía en los humedales y, en consecuencia, promueve la oferta de servicios ecosistémicos que estos prestan.

Los muestreos de macrófitas acuáticas de ecosistemas lénticos, se realizaron en cuatro (4) puntos de muestreo CA-02, CA-03, CA-08 y CA-14, presentándose los dos primeros en el cuerpo de agua del sector Torca y los dos últimos del sector Guaymaral. A partir de esto, fueron identificadas 23 y 19 especies de macrófitas acuáticas respectivamente para el sector Torca y Guaymaral, las cuales hacen parte de 11 órdenes y 17 familias.

La riqueza obtenida durante el primer y segundo muestreo representó el 46% y el 38% del total de especies reportadas como potenciales, la cual está compuesta por un número igual a 50 especies (Ecology and Environment Inc & Hidromecánicas Ltda, 1997; Schmidt-Mumm, 1997; Conservación Internacional, 2000; Osbahr & Gómez, 2006; Guzmán-Ruiz, 2012; Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá & Fundación Humedal Torca Guaymaral, 2013; López-Barrera, Plata-Rangel & Fuentes-Cotes, 2015; Gómez-Rodríguez, Valderrama-Valderrama, & Rivera-Rondón, 2017).



Figura 2- 276. Riqueza específica de órdenes de macrófitas identificadas – primer muestreo.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Figura 2- 277. Riqueza específica de órdenes de macrófitas identificadas – segundo muestreo.
Fuente: Elaboración propia

Dentro de la composición registrada, fueron identificadas especies cuyo hábito de crecimiento varió entre: flotante, enraizada- emergente y enraizada, siendo estas dos últimas categorías las de mayor frecuencia y/o cobertura (Ver Anexo H Vegetación – H2 Macrófitas Acuáticas).

Para el primer muestreo, en la categoría taxonómica de órdenes; se encontró que el grupo de las Poales, fue el de mayor riqueza de especies para el total de cuadrantes con seis (6) especies, seguido por las Apiales y Caryophyllales, cada una con tres (3) especies. Los demás grupos tuvieron representaciones de dos (2) y una (1) especie (Figura 2-278). Por su parte, durante el segundo, los resultados obtenidos tuvieron la misma tendencia, siendo Poales, el grupo con mayor representación, seguido por Apiales y Caryophyllales (Figura 2-279). En el nivel de familia, correspondiendo con lo hallado para órdenes, es para el primer muestreo, la *Cyperaceae* el grupo con mayor número de especies registradas con tres (3) especies. Las familias restantes tuvieron entre dos (2) y una (1) especie (Figura 2-280).

En la segunda toma de muestras el grupo con mayor riqueza se mantuvo igual al primer muestreo (*Cyperaceae*), la cual estuvo representada por tres (3) especies, seguida por *Araliaceae*, *Astareaceae*, *Lythraceae* y *Polygonaceae*, cada una con dos (2) especies (Figura 2-281). Las Poales y, específicamente las *Cyperaceae*, obtuvieron la mayor riqueza, resultado esperado, considerando que este grupo está representado por cerca de 4,500 especies, siendo abundantes en hábitats húmedos o pantanosos (Heywood, 1993). Los géneros más comunes son *Carex* y *Cyperus* (Tabla 2-161).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

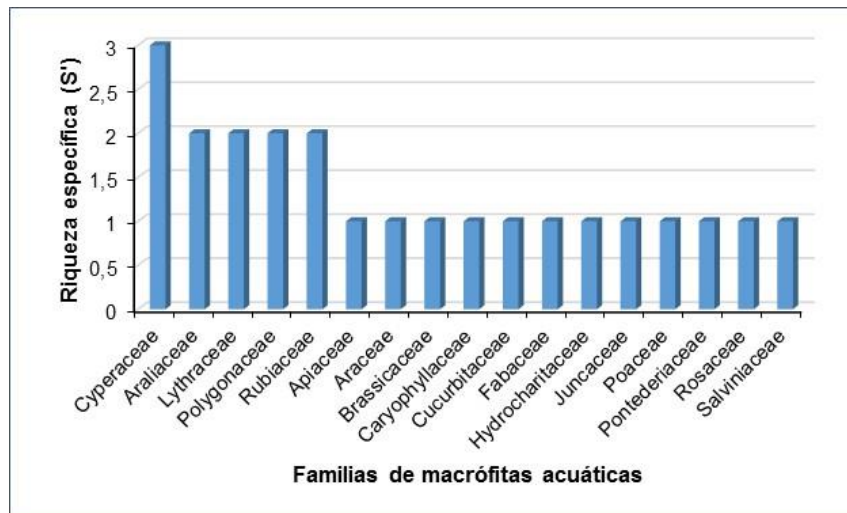


Figura 2- 278. Riqueza específica de familias de macrófitas identificadas – primer muestreo.
Fuente: Elaboración propia

Dentro de los roles ecológicos que cumplen las especies de esta familia (*Cyperaceae*) se conocen, como los principales: el control de la erosión y la purificación del agua en zonas de ribera, en ecosistemas lóticos y lénticos. Cuando estas especies son erradicadas, y en general para todas las coberturas riparias, se generan cambios drásticos en el hábitat para la fauna acuática y terrestre, así como en la calidad fisicoquímica del agua (Judd, Campbell, Kellogg, & Stevens, 1999).

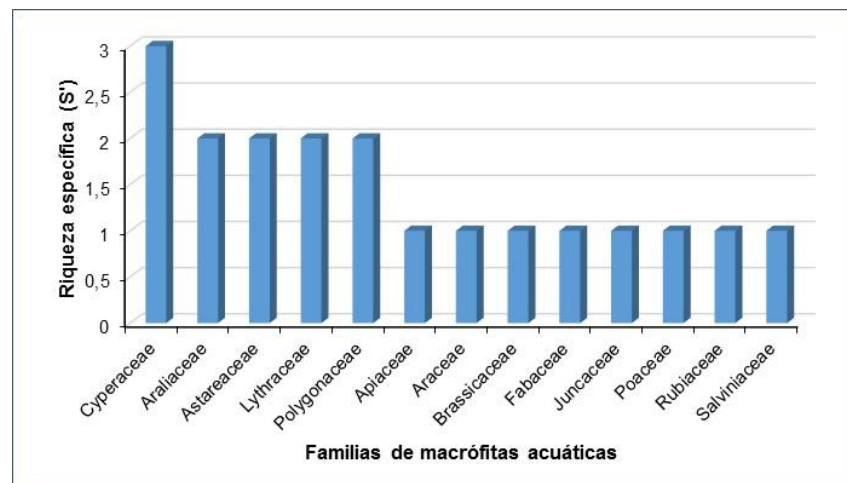


Figura 2- 279. Riqueza específica de familias de macrófitas identificadas – segundo muestreo.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Carex luridiformis- Cortadera



Cyperus xanthostachyus – Cortadera

Fotografía 2- 71. Ejemplares de la familia Cyperaceae reconocidos en los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia

Con el fin de analizar los obtenidos entre cuadrantes por estaciones de muestreo, se consideró la ubicación de estos dentro del espejo de agua. El primero dentro de cada punto (C1, C4, C7, C10 y C13) se localizó en la zona donde la columna de agua presentaba mayor profundidad; siendo el último cuadrante en cada estación (C3, C6, C9, C12 y C15), ubicado en la orilla del humedal, correspondiendo a la zona de transición entre las coberturas vegetales acuáticas y terrestres. De este modo, los cuadrantes restantes fueron establecidos en la zona media entre el punto más profundo del humedal y la orilla (Figura 2- 278 y 2-279).

De acuerdo con lo anterior, se reconoce que, dentro del cuerpo de agua del humedal se presenta una mayor frecuencia y porcentaje de cobertura por parte de especies de hábitos flotantes, ya sea libres o enraizadas. Estas corresponden a: *Lemna minuta*, *Azolla filiculoides* y *Eichhornia crassipes*; también son representativas aquellas de tipo enraizadas emergentes, como las especies del género *Hydrocotyle* (Figura 2-280 y Figura 2-281).

En la zona de transición hacia la orilla, se encontró que, hay una mezcla entre especies enraizadas (*Cyperus xanthostachyus*, *Juncus effusus*) y flotantes (*Limnobium laevigatum*, *Azolla filiculoides*), dominando una u otra, dependiendo principalmente de la profundidad; no obstante, el resultado más representativo para esta zona en general fue la mayor riqueza de especies, lo cual puede estar relacionado con una mayor disponibilidad de hábitat, permitiendo el establecimiento de especies completamente acuáticas o aquellas terrestres que soportan la humedad (Figura 2-280 y Figura 2-281).

En las áreas de orilla fueron identificadas en mayor porcentaje; especies enraizadas, flotantes y emergente, las cuales representaron en algunos casos el 50% o más del total del área de muestreo establecida (1 m²). Para el punto CA-2 (humedal sector Torca, junto al cementerio Jardines de Paz), dada la poca transición entre la orilla y el cuerpo de agua, la especie de mayor cobertura fue la *Azolla filiculoides*; en la estación CA-3 (próxima al CA-2), el 90% de la muestra estuvo representada por la *Rumex obtusifolius*; por su parte, en el punto CA-4 hubo una mayor heterogeneidad, no obstante, es la *R. obtusifolius*, nuevamente la más relevante. Para la estación CA-08, aunque se identificó una riqueza de seis especies,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

fueron *Carex luridiformis* y *Holcus lanatus*, las especies que tuvieron más de la mitad de la cobertura total de la muestra, como se observa en la Figura 2-280 y Figura 2-281.

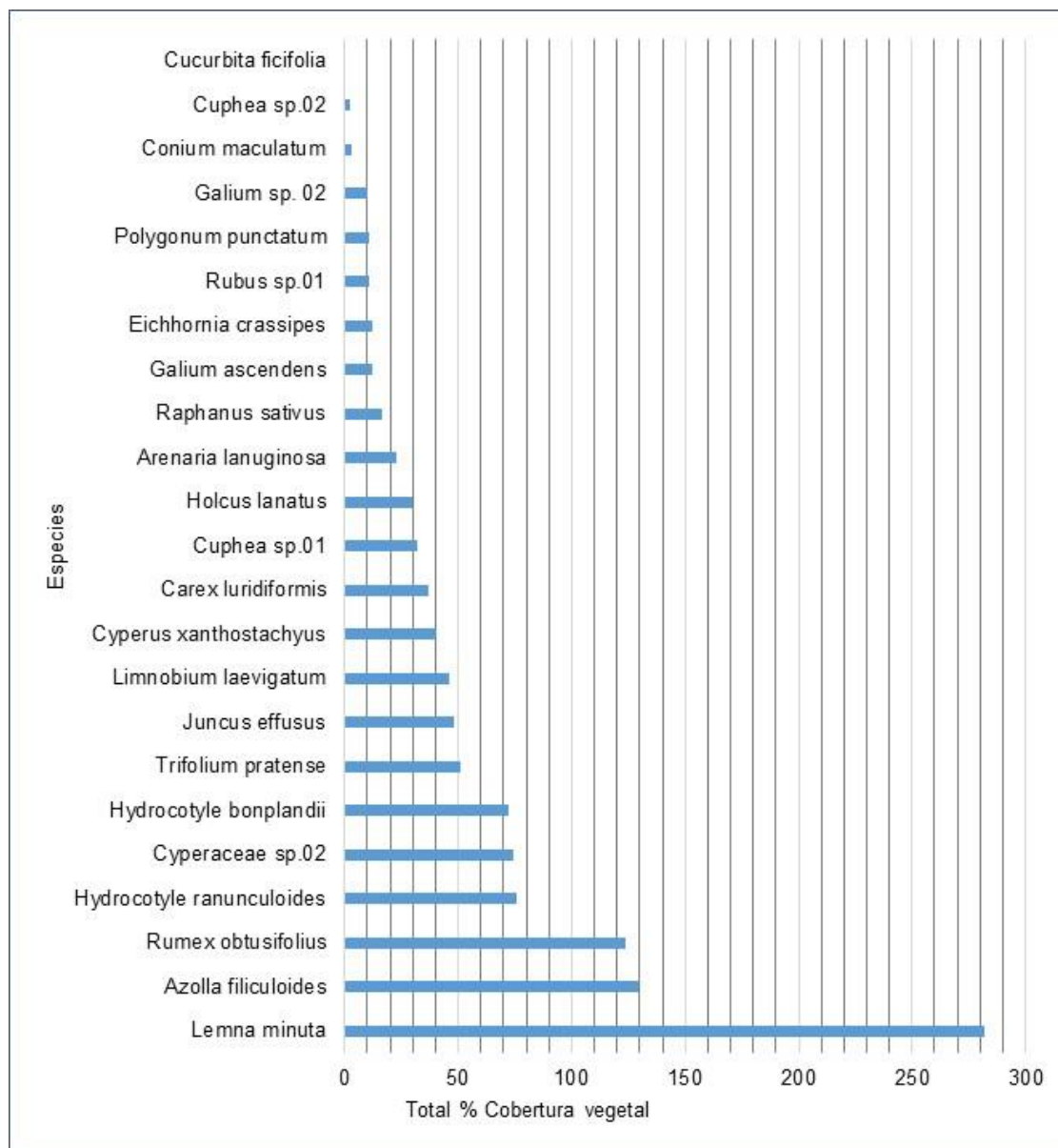


Figura 2- 280. Distribución porcentual de cobertura vegetal de macrófitas por especie – primera campaña. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

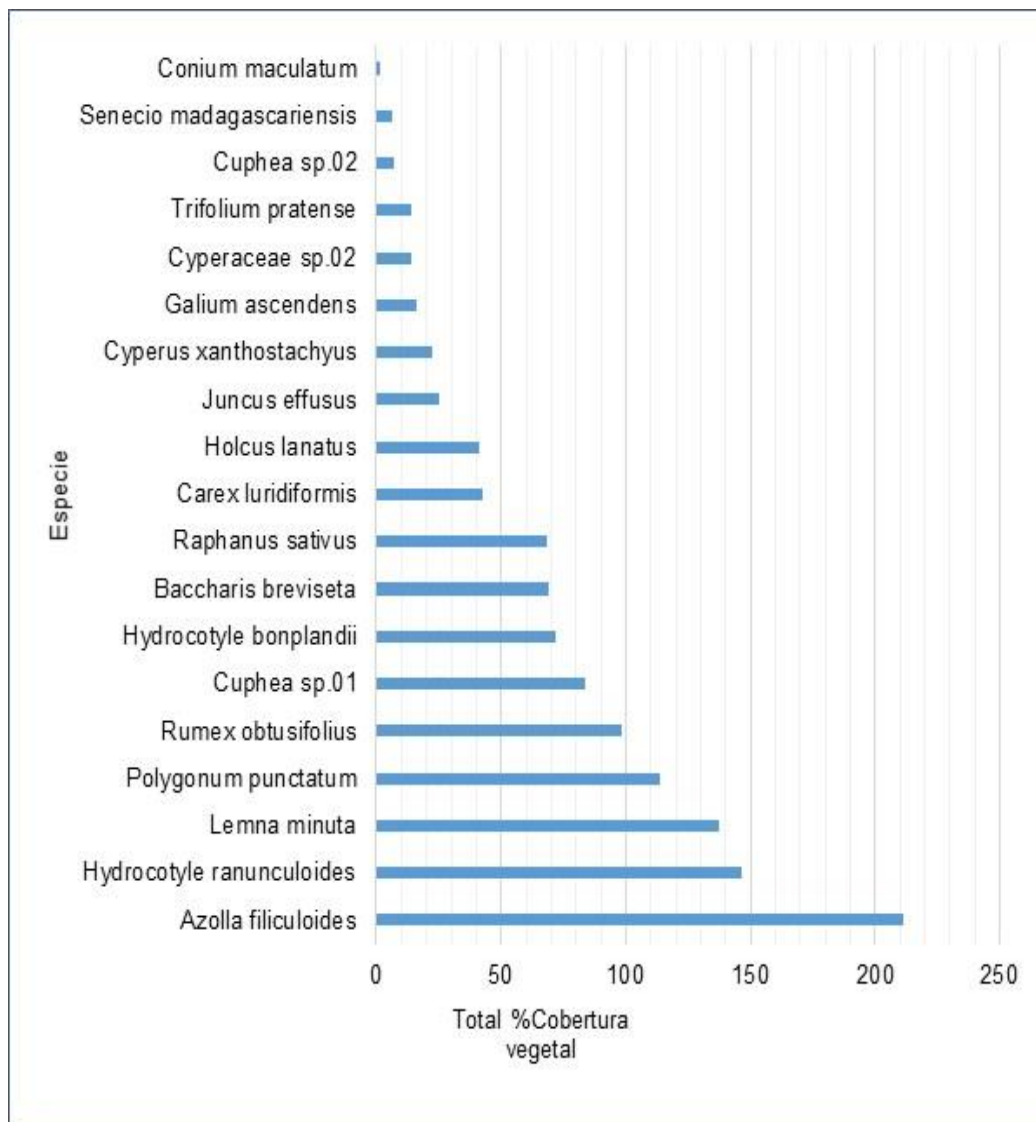


Figura 2- 281. Distribución porcentual de cobertura vegetal de macrófitas por especie– segunda campaña. Fuente: Elaboración propia

- Análisis de clasificación – Índice de similitud de Bray – Curtis

De acuerdo con el análisis de clasificación, estimado mediante el índice de similitud de Bray-Curtis, con un punto de corte del 50% (Figura 2-282 y Figura 2-283), se encuentra que de los 12 cuadrantes evaluados para el primer muestreo, cinco (5) de estos tuvieron valores de similitud superiores al punto de corte establecido. Esto significa que el 66,6 % de las muestras son disimiles, incluso dentro del mismo cuerpo de agua. Para la segunda toma de muestras, hubo cuatro (4) estaciones que presentaron valores de similitud superiores al 50%, mostrando que la heterogeneidad en la composición y abundancia se mantiene para la mayoría de los puntos evaluados.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La codificación de los cuadrantes se da en orden ascendente de acuerdo con la codificación de los transectos de muestreo establecidos (C2, C3, C8 y C14) como se muestra en la Tabla 2-161.

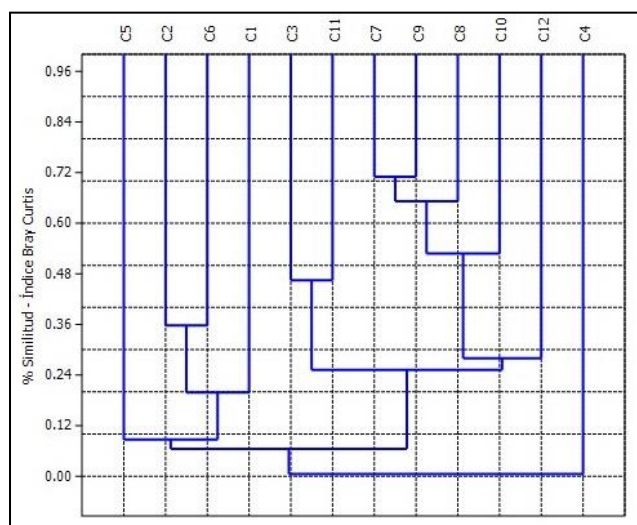


Figura 2- 282. Dendrograma de similitud entre cuadrantes por estación de muestreo – primera campaña. Fuente: Elaboración propia

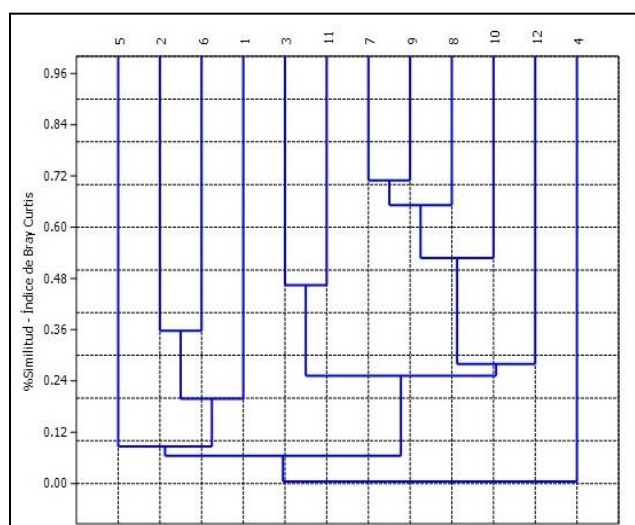


Figura 2- 283. Dendrograma de similitud entre cuadrantes por estación de muestreo – segunda campaña. Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados se establece que la mayor similitud de composición y abundancia de especies está dada entre los puntos de muestreo del sector de Guaymaral, en donde la cercanía taxonómica puede estar determinada a condiciones cercanas de profundidad de agua, luminosidad etc, por presentarse en un área de mayor extensión del espejo de agua. En este sector las especies más reportadas en las diferentes unidades muestréales son *Hydrocotyle ranunculoides*, *Lemna minuta* y *Azolla filiculoides*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Mientras que los puntos de muestreo implementados en el sector de Torca resultaron ser más disímiles en composición y abundancia de especies, determinado probablemente a cambios drásticos de condiciones entre los puntos de muestreo, ya que el punto CA2 se encuentra en un pequeño espejo de agua relictual, y el CA3 en un área del humedal con alto grado de colmatación y por ende de colonización de especies enraizadas, en donde la dominancia prevalece en unas pocas especies, debido a la colmatación y reducción del espejo de agua.

Es así que para el sector Guaymaral se destaca la dominancia de la especie flotante *Azolla filiculoides* y *Lemna minuta* hacia aguas más profundas del espejo de agua, mientras que cercano a la orilla domina la especie *Rumex obtusifolia* e *Hydrocotyle ranunculoides*. En el sector Torca se presenta con dominancia de las especies *Carex luridiformis* y *Polygonum punctatum* cerca a la orilla mientras que en aguas más profundas *Lemna minuta* y *Cuphea ciliata*.

- **Estructura de la comunidad: índices de diversidad biológica**

Para el primer muestreo, de acuerdo con los valores estimados mediante el índice de diversidad de Shannon (H') y el de Dominancia de Simpson ($1-D$), se encuentra que el valor del índice más alto, así como el mínimo, fueron hallados en el punto CA-2 (humedal sector Torca). Para los demás cuadrantes entre estaciones, considerando que los intervalos de confianza se solapan entre sí, puede concluirse que no hay diferencias significativas entre los valores estimados (Figura 2-284). Por su parte, los valores de dominancia reflejan la relación inversa a la estimada en el índice de Shannon, mostrando que, los valores más altos se asocian con el cuadrante menos diverso y dónde fueron registrada dos (2) especies, de las cuales *Rumex obtusifolius* obtuvo el 90 % de la cobertura vegetal (Figura 2-282).

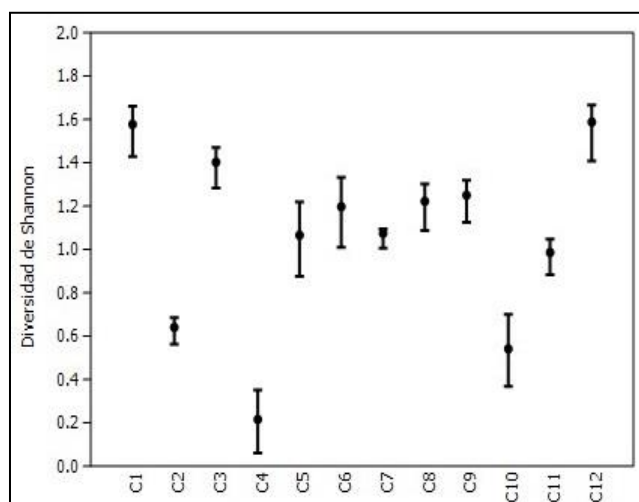


Figura 2- 284. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la comunidad macrófitas acuáticas – primer muestreo. Fuente: Elaboración propia

Durante la segunda toma de muestras, el valor más alto del índice de Shannon fue registrado en la estación CA-2 (Sector de Torca) y en el CA-14 (Sector Guaymaral); no

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

obstante, según los intervalos de confianza del 95%, no hay diferencias significativas entre los valores hallados para las estaciones CA-3 y CA-4, siendo CA-3 la estación con el cuadrante que reporto el valor mínimo del índice, correspondiendo al cuadrante número cuatro (4) (Figura 2-285).

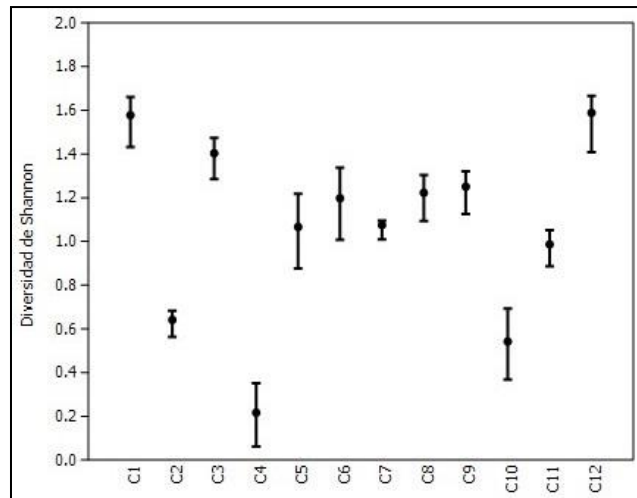


Figura 2- 285. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la comunidad macrófitas acuáticas – segundo muestreo. Fuente: Elaboración propia

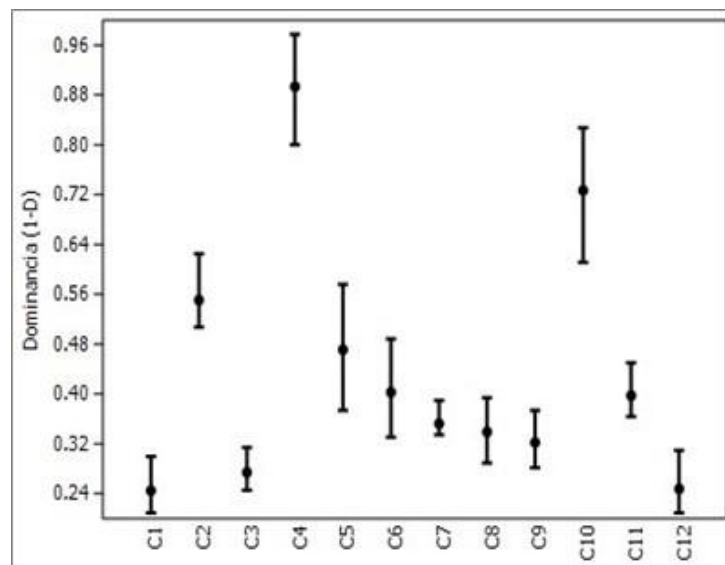


Figura 2- 286. Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macrófitas acuáticas – primer muestreo. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Evaluando los valores obtenidos para el índice de dominancia en el segundo muestreo, se encuentra que, el número más bajo se asocia con la estación CA-3 (Sector Torca), seguido o solapándose, con el primer cuadrante de la estación CA-14. Esta dominancia estuvo determinada por la abundancia de especies en la zona de transición por parte de *Cuphea* sp, *Baccharis breviseta* y *Polygonum punctatum*; mientras que, para la zona acuática esta dominancia fue dada por la especificidad de especies de hábitos flotantes como la *Azolla filiculoides* y la *Lemna minuta* (Figura 2-287).

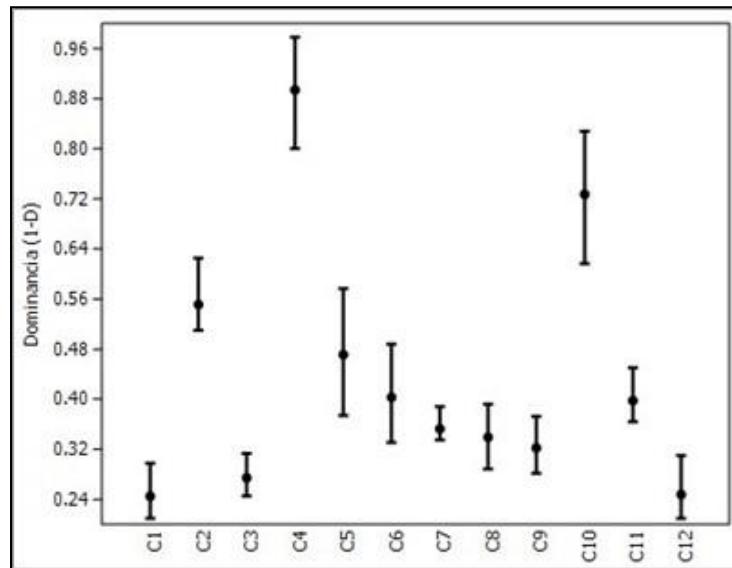


Figura 2- 287. Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) para la comunidad macrófitas acuáticas – segundo muestreo. Fuente: Elaboración propia

- Síntesis de Macrófitas Acuáticas en los Ecosistemas Lénticos
 - Riqueza de macrófitas acuáticas

Se registra riqueza de macrófitas acuáticas en los ecosistemas lénticos, mostrando un mayor aumento en el punto de muestreo CA-03 (Sector Torca) con 10 especies distribuidas en siete (7) órdenes, nueve (9) familias y 10 géneros, la siguiente riqueza la reportó CA-02 (Sector Torca) también con 10 especies distribuidas en seis (6) ordenes, 10 familias y 10 géneros. Con menor riqueza se registran a CA-14 (Sector Guaymaral) con siete (7) especies y CA-08 (Sector Guaymaral) reportó cinco (5) especies como se registra en la Tabla 2-161 y Figura 2-288.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

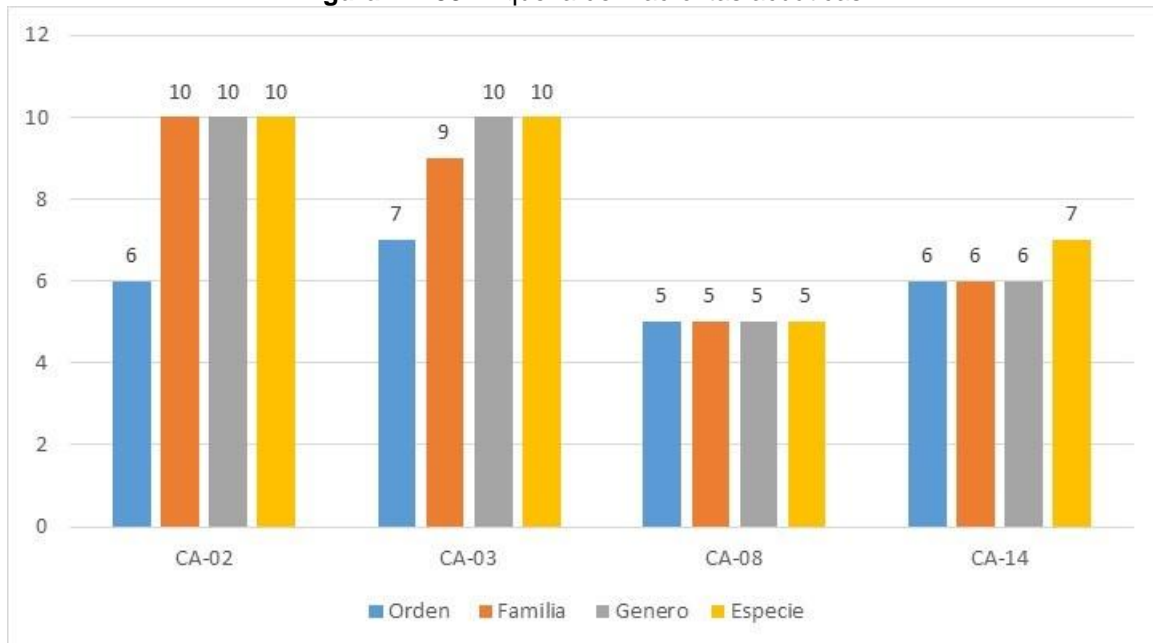
Tabla 2- 161. Macrófitas acuáticas registradas en los ecosistemas lénticos.

| Orden | Familia | Especie | % Cobertura (área total 1 m ² / cuadrante) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|------|-----------------|------|-----|----------------|------|------|----------------|-----|------|
| | | | CA-2 (S.Torca) | | | CA-3 (S. Torca) | | | CA-08(S.Guaym) | | | CA-14(S.Guaym) | | |
| | | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 |
| Apiales | Apiaceae | <i>Conium maculatum</i> | | | | | 1,2 | | | | | | | |
| Apiales | Araliaceae | <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | | | | | | | | | | | 47 | 24,7 |
| Apiales | Araliaceae | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | | 27,8 | | | | 37 | 19 | 41,3 | 8,1 | 13 | |
| Alismatales | Araceae | <i>Lemna minuta</i> | 20 | | 32,3 | | | | 23,0 | 6,8 | | 7,2 | 40 | 8 |
| Asterales | Asteraceae | <i>Baccharis brevifolia</i> | | | | | 65 | 4,3 | | | | | | |
| Asterales | Asteraceae | <i>Senecio madagascariensis</i> | | | | | | | | | | | | 6 |
| Brassicales | Brassicaceae | <i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>sativus</i> | | 66 | | | | 2,5 | | | | | | |
| Caryophyllales | Polygonaceae | <i>Polygonum punctatum</i> | 21 | 34 | | | | 59 | | | | | | |
| Caryophyllales | Polygonaceae | <i>Rumex obtusifolius</i> | 14 | | | | 10,6 | | | 25,6 | 10 | | | 38 |
| Fabales | Fabaceae | <i>Trifolium pratense</i> | | | 2,1 | | | 1,5 | | | | | | 10,1 |
| Gentianales | Rubiaceae | <i>Galium ascendens</i> | 5 | | 11 | | | | | | | | | |
| Myrtales | Lythraceae | <i>Cuphea ciliata</i> | | | | 84 | | | | | | | | |
| Myrtales | Lythraceae | <i>Cuphea carthagenensis</i> | 7 | | | | | | | | | | | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex luridiformis</i> | 42,4 | | | | | | | | | | | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex bonplandii</i> | | | | 5 | 9,2 | | | | | | | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Cyperus xanthostachyus</i> | | | 22 | | | | | | | | | |
| Poales | Juncaceae | <i>Juncus effusus</i> | | | | | | 25 | | | | | | |
| Poales | Poaceae | <i>Holcus lanatus</i> | | | | | 14 | 12 | | | 15,2 | | | |
| Salviniales | Salviniaceae | <i>Azolla filiculoides</i> | | | | | | | 38,6 | 44 | 33,5 | 82 | | 13,2 |
| Total, Cobertura vegetal % | | | 89 | 100 | 95 | 89 | 100 | 100 | 99 | 95 | 100 | 97 | 100 | 100 |
| Riqueza específica (S') | | | 6 | 2 | 5 | 2 | 5 | 6 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 6 |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Figura 2- 288. Riqueza de macrófitas acuáticas.



Fuente: Elaboración propia

En total se registraron en todos los puntos de monitoreo 19 especies de macrófitas de las cuales solo *Rumex obtusifolius* se registró en los cuatro (4) puntos muestreados a pesar de estar geográficamente cercanas, la riqueza y composición varió en los diferentes ecosistemas lénticos. Se reportan nueve macrófitas exclusivas, dos (2) para CA-02, una (1) para el punto CA-14 y con el mayor número se registra a CA-03 con cinco (5) especies, el punto de muestreo CA-08 no reporta exclusividad de especies (Tabla 2-161).

Rumex obtusifolius es una planta típica de áreas disturbadas, presente en humedales, ecosistemas lóticos al margen de los cuerpos de agua.

En cuanto a riqueza por cuadrante CA-2 se registra mayor riqueza en la zona litoral (C1) con seis (6) especies, para el ecosistema CA-03 se registra mayor riqueza en el cuadrante C6 con seis (6) especies. En punto CA-08 se registra el mismo número de especies en los cuadrantes C8 y C9 con cuatro (4) especies y CA-14 registra su mayor riqueza en el cuadrante C12 con seis (6) morfoespecies.

La mayor cobertura presentada en los ecosistemas lénticos se reportó en la zona acuática con coberturas que varían del 95 al 100%.

En las macrófitas registradas en los ecosistemas lénticos se registra una dominancia en hábito de crecimiento en enraizada- emerge con el 63,2% seguido del hábito Enraizada sumergida y con el 10,5% se reporta el hábito de crecimiento flotante.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

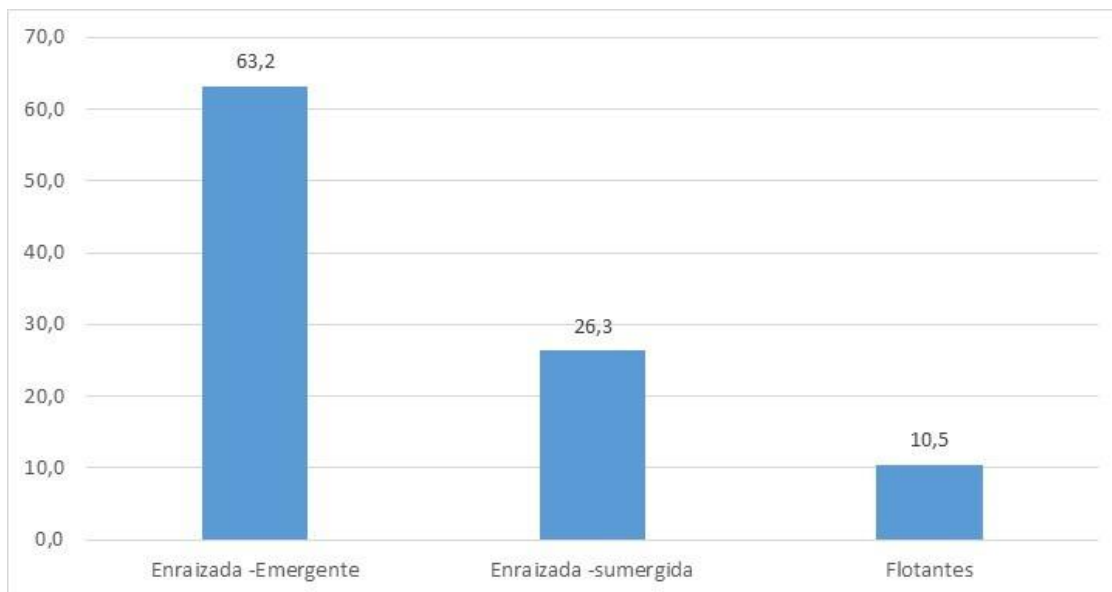


Figura 2- 289. Hábito de crecimiento de las macrófitas acuáticas. Fuente: Elaboración propia

La principal característica de las macrófitas emergentes presentan las porciones basales bajo la superficiales del agua y desarrollan sus estructuras reproductivas en fase aérea. Las sumergidas por su parte alcanzan el máximo nivel de adaptación acuática al desarrollar órganos fotosintéticos y reproductivos bajo la columna de agua, incluso bajo condiciones limitadas de luz y las flotantes desarrollan sus hojas en la superficie y las raíces cuelgan libremente en la columna de agua.

- Índices de diversidad de las macrófitas acuáticas en los ecosistemas lénticos.

Los índices de diversidad de macrófitas en los ecosistemas lénticos registraron mayores valores en CA-02 con $H' = 2$ indicando mejor distribución de sus abundancias en sus especies, los demás puntos de muestreo registran baja diversidad con rangos de Shannon de $H' = 1,5-1,6$ indicando que las especies de macrófitas no están representadas proporcionalmente dentro de la abundancia, disminuyendo el nivel de incertidumbre de predicción. En cuanto a los índices de dominancia (D y 1-D) no registran abundancias significativas de ninguna especie de macrófitas (Tabla 2-162).

Tabla 2- 162. Índices de diversidad de las macrófitas acuáticas.

| | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|-----------|-------------|-------------|
| CA-2 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |
| CA-3 | 1,6 | 0,2 | 0,8 |
| CA-08 | 1,6 | 0,2 | 0,8 |
| CA-14 | 1,5 | 0,3 | 0,7 |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.3.2 Caracterización de la vegetación terrestre asociada al sistema evaluado

En el área de estudio se identifican tres escenarios (Figura 2-290) esenciales en el mantenimiento de la dinámica hídrica y ecológica de los humedales de Torca y Guaymaral, escenarios que incluyen la zona del humedal ó espejos de aguas, canales conectores y corredores ecológicos de las quebradas de la cuenca Torca – Guaymaral, algunas de las cuales descargan directamente al humedal. A partir de lo anterior se presenta la descripción de las coberturas o unidades de la tierra identificadas en cada uno de los escenarios. Estas coberturas se establecen a partir de la interpretación del Ortofotomosaico tomado en febrero del 2019, imagen adquirida para la actualización del PMA del Sistema Torca y Guaymaral, como se aclara en la descripción metodológica presentada en el Capítulo 1.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

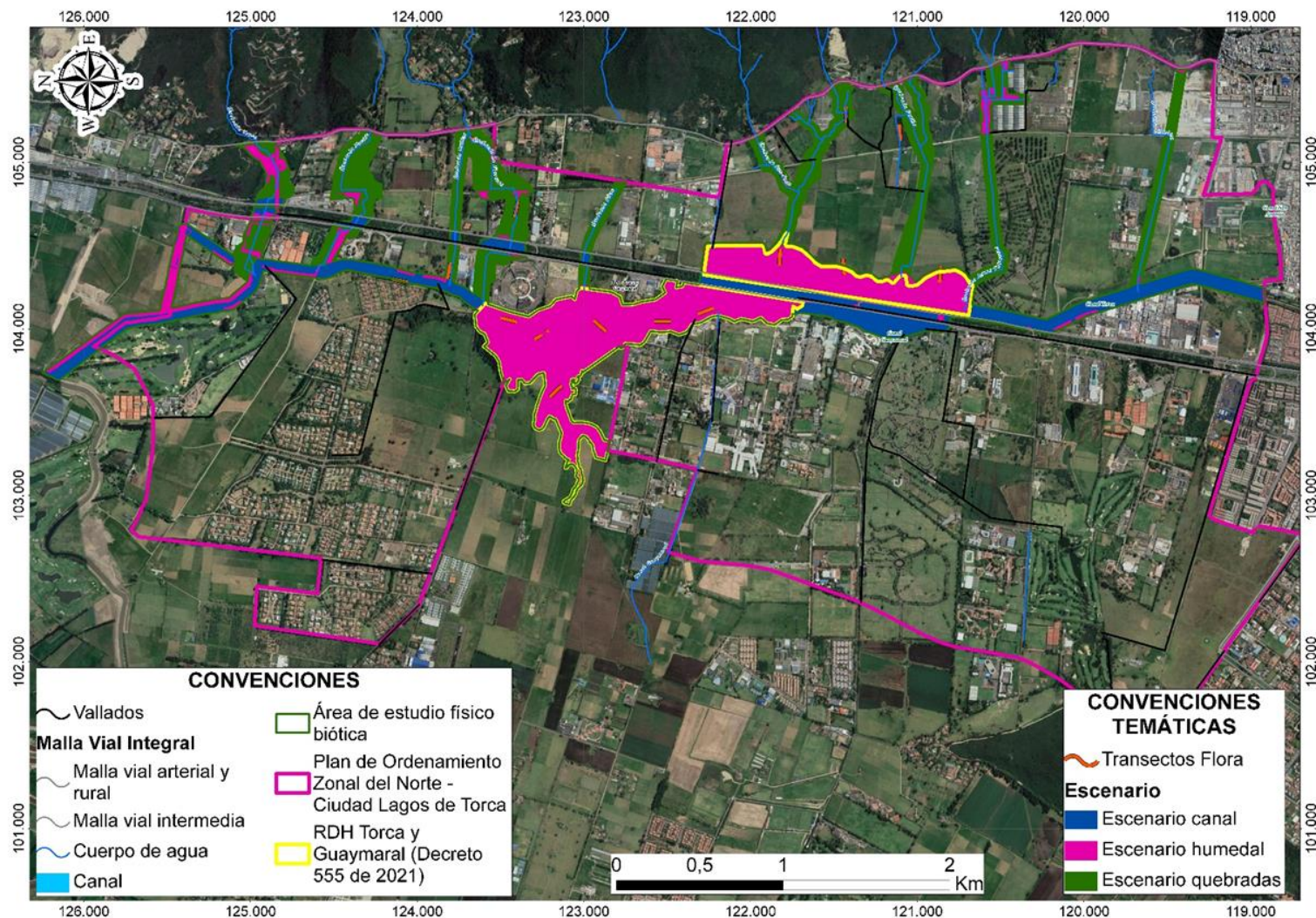


Figura 2- 290. Vegetación terrestre en escenarios del ecosistema. Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A partir de esto, es importante aclarar que la vegetación en cada uno de estos escenarios varía de acuerdo con sus condiciones intrínsecas, no obstante, en la actualidad se presenta alteraciones e implementación de coberturas vegetales con dominio de especies exóticas, que finalmente conlleva a una homogenización de la vegetación dominante en los escenarios. En casos extremos de alteración, se da el reemplazamiento total de las coberturas naturales por coberturas antrópicas, siendo esto más evidente en la franja terrestre, en donde los pastizales exóticos dominan las rondas y las plantaciones exóticas han reemplazados coberturas naturales como resultado de procesos de reforestación. No obstante, las coberturas acuáticas evidencian una mayor permanencia de especies nativas, aunque la colmatación del vaso del humedal incentiva la eutrofización de las aguas, favoreciéndose así el dominio y extensión de algunas coberturas vegetales que pueden llegar a reducir el espejo de agua.

El escenario de los espejos de agua (Fotografía 2-72) muestra coberturas de vegetación asociadas a la zona inundable y terrestre, la cual va cambiando gradualmente de acuerdo con el nivel freático. Por tanto, se reportan especies herbáceas flotantes asociadas a la columna de agua y enraizadas asociadas a la franja pelágica, así como especies de la franja terrestre que pueden inundarse estacionalmente o permanecer sin eventos de encharcamiento durante ciclos hidrológicos más prolongados. Las coberturas reportadas en los humedales van cambiando florística y estructuralmente de forma gradual de condiciones acuáticas a terrestres.

En los escenarios de canales, se presentan coberturas vegetales terrestres asociadas a las áreas de ronda del canal, en donde tiende a dominar los pastizales y en algunos sectores se presentan especies arbóreas, mientras que en la zona de reboce del canal no presenta vegetación transicional al ser en su mayoría, áreas cementadas e inertes (Fotografía 2-73). Es por tanto necesario evaluar las condiciones específicas de la vegetación allí establecida, en pro de direccionar estrategias de manejo eficaces en el restablecimiento de corredores arbolados asociados a los canales, con el fin de mantener áreas potenciales de conectividad del sistema.

En el escenario de quebradas se presentan coberturas vegetales terrestres asociadas a las rondas, donde se observa el pasto kikuyo dominando los estratos herbáceos, así como plantaciones de especies exóticas en algunas áreas, y en muy pequeño porcentaje coberturas con especies nativas (Fotografía 2-74).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 72. Coberturas vegetales asociadas al escenario de humedal Sector Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 2- 73. Coberturas vegetales asociadas a la ronda del canal Torca.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 2- 74. Coberturas vegetales asociadas a la ronda de quebradas.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el cauce de los tramos de quebradas que no han presentado canalización o desviación, se evidencian áreas de transición entre el drenaje y la zona terrestre, presentando en algunos casos, como en la quebrada San Juan, áreas de pantanos con especies acuáticas y semiacuáticas. Así mismo es de resaltar que éste mismo patrón se identifica en las zonas de los deltas de la quebrada Patiño y San Juan, al desembocar en el humedal. Además, dada la baja velocidad del flujo del agua determinada por bajas pendientes en la zona de planicie, algunas quebradas presentan vegetación asociada a los espejos de agua. No obstante, los casos de gran alteración como la canalización de la quebrada Tibabita, ha reducido las coberturas y procesos naturales.

A continuación, se establecen los resultados de la caracterización florística y estructural de las coberturas vegetales terrestres naturales y seminaturales presentes en el área de estudio. A partir de esto, se analizan los diferentes escenarios evaluados desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de las especies, su distribución de acuerdo con el gradiente de cambio, la regeneración natural que se está presentando, así como las especies con alto potencial de invasión, todo esto base determinante de las propuestas de manejo a establecer.

- Vegetación terrestre asociada al escenario humedal

Según el análisis de las coberturas vegetales presentes en las áreas aledañas de los espejos de agua del humedal, se encuentran actualmente muy alteradas; esto basado en la extensión de coberturas vegetales antrópicas (83.92%), las cuales presentan amplia extensión de coberturas de pastizales limpios, arbolados y enmalezados (45.1%), seguido por coberturas con plantaciones exóticas (8.18%), especies invasoras (1.95%), y otras zonas verdes urbanas (1.07%). Por tanto, se buscó implementar los transectos de vegetación en áreas donde se presenten relictos de vegetación natural, así como en fragmentos representativos de vegetación antropizada.

A partir de lo anterior se establecen los resultados de la evaluación de la vegetación terrestre presente en las áreas aledañas a los espejos de agua, aún presentes en el humedal, diferenciando y puntualizando las características de cada uno de los estratos presentados (Arbóreo, arbustivo y herbáceo), con el fin de establecer estrategias dirigidas al manejo de las diversas condiciones reportadas. El detalle de esta información en el escenario de cuerpos lenticos o espejos de agua es base para la identificación de las especies nativa y exóticas, así como el reporte de especies invasoras, con el fin de identificar sus potenciales de usos en procesos de restauración ecológica o por el contrario evaluar el riesgo de invasión y su prioridad de manejo.

Los resultados detallados de la caracterización de la vegetación terrestre de los diversos estratos se presentan a continuación, para el escenario de humedal en su sector Torca y en su sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

➤ Humedal Sector Torca

- Composición florística de especies vegetales arbóreas.

En el sector torca del humedal, se encontraron 38 individuos distribuidos en 4 familias, 5 géneros y 5 especies. Se destaca por su diversidad de especies la familia Fabácea con dos (2) géneros diferentes y dos (2) especies, seguida por Salicaceae con (16) individuos cual es la más abundante (Tabla 2-163).

Tabla 2- 163. Composición florística de especies vegetales arbóreas escenario Torca.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|------------|----------------|---------------------------------|------------|
| Betulaceae | Alnus | <i>Alnus acuminata</i> | 14 |
| Fabaceae | Acacia | <i>Acacia decurrens</i> | 3 |
| | Paraserianthes | <i>Paraserianthes lophantha</i> | 4 |
| Lythraceae | Lafoensia | <i>Lafoensia acuminata</i> | 1 |
| Salicaceae | Salix | <i>Salix humboldtiana</i> | 16 |
| Total | | | 38 |

Fuente: Elaboración propia.

Las familias que se caracterizaron por presentar el mayor número de individuos, en este caso es Salicaceae con 16 individuos, seguida por *Betulaceae* con 14 individuos, *Fabaceae* con 7 y *Lythraceae* con un (1) individuo. Estas familias son características de los ecosistemas intervenidos en esta zona del país. Al analizar la abundancia por géneros en el escenario, se encontró que *Salix* y *Alnus* son los géneros que presentan mayor número de individuos, 16 y 14, respectivamente; seguidos por *Paraserianthes* con 4 individuos, y *Acacia* con 3 individuos.

- Estructura horizontal especies vegetales arbóreas

La estructura horizontal permite determinar la distribución espacial de las especies, permitiendo conocer el grado en que se agrupan o dispersan y la cantidad de individuos existentes, para lo cual existen indicadores que permiten su medición, como la abundancia, dominancia y frecuencia y con la sumatoria de los valores relativos de estos, se obtiene el índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor desarrollo secundario dentro del estrato arbóreo del escenario espejo de agua sector de Torca (Ver Tabla 2-164), lo cual es importante establecer para futuras acciones de manejo de éstas especies.

Tabla 2- 164. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas escenario Torca.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI (%) |
|---------------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|---------|
| | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 16 | 42.1 | 5.6 | 27.8 | 4.0 | 79.0 | 148.9 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 14 | 36.8 | 10.0 | 50.0 | 0.4 | 8.6 | 95.4 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 3 | 7.9 | 2.2 | 11.1 | 0.5 | 8.9 | 27.9 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 4 | 10.5 | 1.1 | 5.6 | 0.1 | 2.6 | 18.7 |
| <i>Lafoensia acuminata</i> | 1 | 2.6 | 1.1 | 5.6 | 0.0 | 0.9 | 9.1 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 164. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas escenario Torca.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI (%) |
|---------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|---------|
| | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | |
| TOTAL | 38 | 100 | 20 | 100 | 5.1 | 100 | 300 |

Fuente: Elaboración propia

En este escenario, los resultados muestran que las especies *Salix humboldtiana* y *Alnus acuminata* presentan los mayores índices de valor de importancia con un total de 148.9% y 95.4% respectivamente, lo cual establece solo dos especies formando el dosel, no obstante, con la importancia que son especies nativas. Le sigue *Acacia decurrens* con 27.9% con su dominancia y frecuencia, la cual se caracteriza por ser una especie exótica, naturalizada con dispersión anemócora, quien está presentando una colonización efectiva en sitios degradados. Siguen con abundancias bajas especies como *Paraserianthes lophantha* (18.7%) y *Lafoensia acuminata* (9.1%), ésta última resaltándose por ser una especie nativa, aunque muy utilizada en procesos de reforestación.

- Estructura vertical Arbórea

La Posición Sociológica (PS) es una expresión de la expansión vertical de las especies, informa sobre la composición florística de los distintos sustratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos.

Para este análisis se definieron tres (3) estratos: estrato inferior, estrato medio y el estrato superior. Como podemos ver en la Tabla 2-165, se presentan los valores de Posición sociológica para las especies registradas.

Tabla 2- 165. Estructura vertical escenario Torca

| Especie | Inferior | Medio | Superior | PSA | PS % |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|------|------|
| | Nº de arboles | Nº de árboles | Nº de árboles | | |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 4 | 9 | 3 | 5.58 | 43 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 9 | 4 | 1 | 5.05 | 39 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 0 | 0 | 4 | 1.05 | 8 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 0 | 1 | 2 | 0.89 | 7 |
| <i>Lafoensia acuminata</i> | 1 | 0 | 0 | 0.37 | 3 |
| TOTAL | 14 | 14 | 10 | 12.9 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

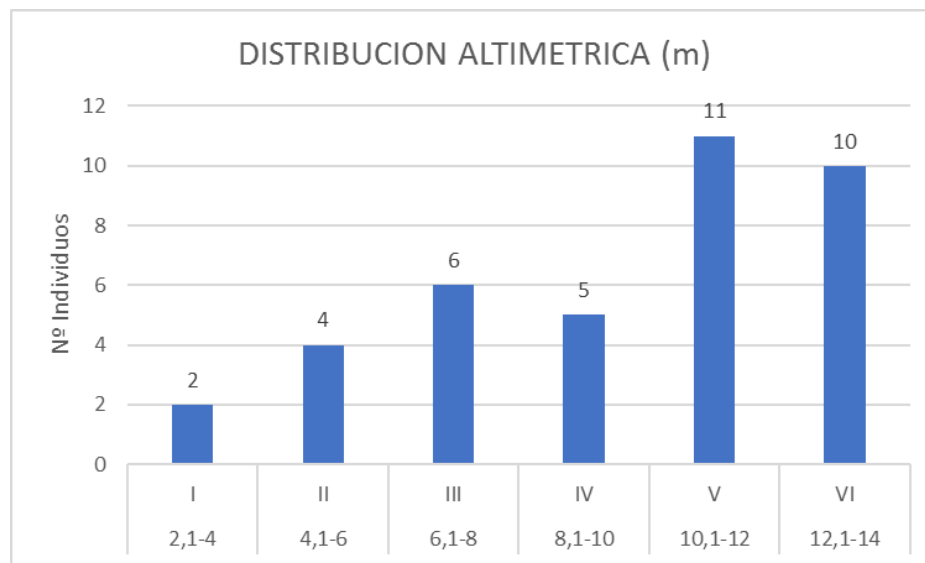
Los estratos con mayor cantidad de individuos corresponden al inferior y al medio, con 14 individuos cada uno, de los cuales, en el estrato inferior la especie más abundante es *Alnus acuminata* con 9 individuos. En el estrato medio es la especie *Salix humboldtiana*, que con 9 individuos representa la mayor abundancia. En el estrato superior la mayor abundancia la tiene la especie *Paraserianthes lophantha* con 4 individuos. Las especies con mayores valores de índice de posición sociológica relativa son en orden decreciente: *Salix humboldtiana* (43%), *Alnus acuminata* (39%), y *Paraserianthes lophantha* (8%). Las especies *Salix humboldtiana* y *Alnus acuminata*, se encuentran representadas en los tres estratos, lo que les permite exhibir una estructura vertical continua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para complementar la caracterización de la estructura vertical se empleó un método para detectar la presencia de estratos, el cual muestra la formación de tres (3) conglomerados de puntos, el primero entre los 4 a 8 m de altura, el segundo de 10 a 13 m y el tercero muestra elementos emergentes de 14 metros de altura. Esta tendencia ratifica que la mayoría de los individuos son de porte bajo y medio, y que el estrato superior esta pobremente representado. Se puede observar en este escenario que, las especies arbóreas maduras se presentan únicamente a partir de 40 metros después del margen del espejo de agua.

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase de alturas, se determinaron 6 intervalos con una amplitud de clase de 1,9 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase, muestran la tendencia a agruparse en las clases superiores V y VI (Rango de 10m a 14) con un 55% de los individuos, la menor cantidad de individuos se presenta en la clase I en la cual se reportan dos (2) (Ver Figura 2-291). Esto reporta la incidencia de pocas especies arbóreas en los estratos bajos de árboles, por tanto, hay una mínima representación de especies leñosas de alto porte en el sotobosque.

Figura 2- 291. Distribución altimétrica escenario Torca.



Fuente: Elaboración propia.

- Estructura total o diamétrica

La Tabla 2-166 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este escenario, en cuanto a la abundancia o número de individuos, volumen total, volumen del fuste y área basal. En este escenario se identificaron siete (7) clases diamétricas: I, II, III, IV, V; VI y IX. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 37% y 32%. Las clases superiores VI y IX, están representadas, con uno (1) y cuatro (4) individuos respectivamente con un porcentaje del 14% entre ambas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

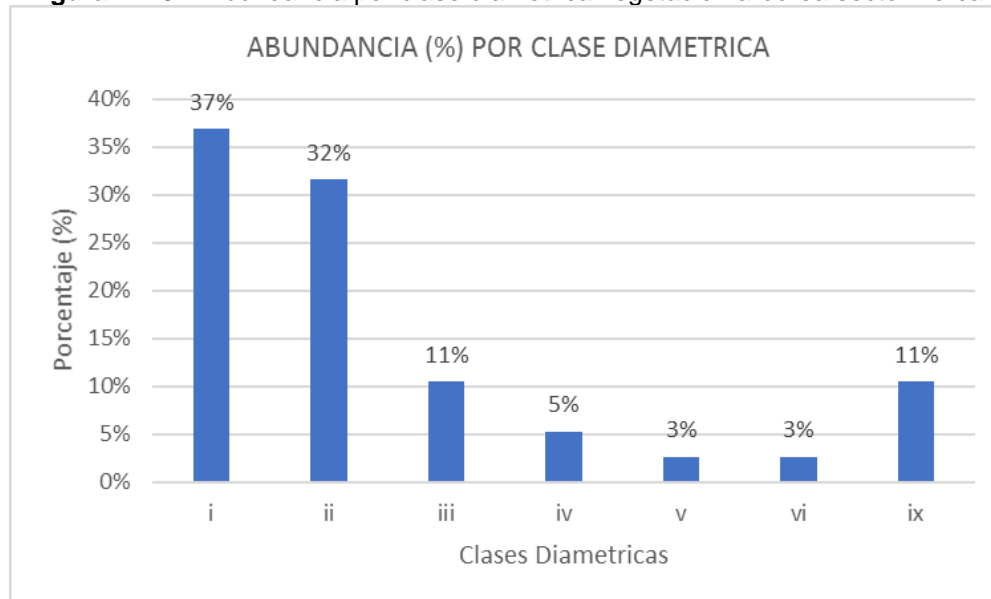
Tabla 2- 166. Estructura total o diamétrica vegetación arbórea sector Torca.

| Clases Diamétricas | Abundancias | | Volumen | | Área Basal (m ²) |
|--------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | Total (m ³) | Fuste (m ³) | |
| I | 14 | 37 | 1.80 | 0.14 | 0.31 |
| II | 12 | 32 | 4.19 | 0.32 | 0.55 |
| III | 4 | 11 | 2.85 | 0.08 | 0.36 |
| IV | 2 | 5 | 3.09 | 0.22 | 0.37 |
| V | 1 | 3 | 2.04 | 0.13 | 0.22 |
| VI | 1 | 3 | 2.26 | 0.00 | 0.29 |
| IX | 4 | 11 | 20.82 | 0.00 | 2.98 |
| Total | 38 | 100 | 37.07 | 0.89 | 5.09 |

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2-292 muestra la curva de distribución de frecuencias de clase diamétrica (o tamaño) de los árboles, es semejante a una de “J” invertida, es decir, un alto número de individuos por clase diamétrica pequeña y un bajo número de individuos por clase diamétrica alta, lo cual indica que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto.

Figura 2- 292. Abundancia por clase diamétrica vegetación arbórea sector Torca.



Fuente: Elaboración propia.

La clase diamétrica IX muestra una mayor dominancia con valores de área basal de 2.98 m²; en contraposición, las clases diamétricas V y VI presentan el menor valor de área correspondiente a 0,22 m² y 0.29m², valor influenciado por el número de individuos presente en estas clases.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La Tabla 2-167, muestra el patrón de distribución actual, lo cual establece que el 20% de las especies presentan una distribución dispersa, es decir, los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio. Dentro de este grupo de especies se encuentra *Lafoensia acuminata*, especie nativa que puede distribuirse al azar debido al ambiente uniforme, donde la competencia entre individuos es aguda. El 40% de las especies encontradas presentan una distribución con tendencia al agrupamiento, este tipo de agrupación ocurre cuando los individuos de una especie presentan una fuerte competencia y surge en este caso como consecuencia de una reforestación, encontrándose especies como *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata*. El 40% restante de especies representa al grupo de especies con distribución agrupada, refiriéndose a *Paraserianthes lophantha* y *Salix humboldtiana*, las cuales responden también a patrones de siembra en procesos de reforestación.

Tabla 2- 167. Agregación de las especies escenario Torca.

| Especie | Densidad Observada | Densidad Esperada | Grado de Agregación | Tendencia Distribución |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 0.04 | 0.01 | 3.98 | Distribución agrupada |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 0.18 | 0.06 | 3.11 | Distribución agrupada |
| <i>Acacia decurrens</i> | 0.03 | 0.02 | 1.48 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Alnus acuminata</i> | 0.16 | 0.11 | 1.48 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Lafoensia acuminata</i> | 0.01 | 0.01 | 0.99 | Dispersa |

Fuente: Elaboración propia.

- Regeneración Natural del estrato arbóreo identificada en el escenario Torca

En las categorías de regeneración natural para las unidades de muestreo levantadas en este escenario se encontraron 21 individuos correspondientes a 8 especies y 7 familias identificadas, la Tabla 2-168 presenta la composición florística de la regeneración natural identificada en el escenario.

Tabla 2- 168. Composición florística regeneración natural escenario espejo de agua de Torca.

| Familia | Especie |
|----------------|---------------------------------|
| Adoxaceae | <i>Viburnum tinoides</i> |
| Asteraceae | <i>Smallanthus pyramidalis</i> |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> |
| Fabaceae | <i>Paraserianthes lophantha</i> |
| Pittosporaceae | <i>Pittosporum undulatum</i> |
| Salicaceae | <i>Salix humboldtiana</i> |
| | <i>Salix purpurea</i> |
| Solanaceae | <i>Solanum pseudocapsicum</i> |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La Tabla 2-169 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este escenario, encontrándose un total de 21 individuos, distribuidos en 8 especies. La categoría CT3 es la que posee el mayor porcentaje de individuos con el 61.90% (13 individuos), seguida por categoría CT2 con 28.57% (6 individuos) y la categoría CT1 el 19.52% (2 individuos).

Tabla 2- 169. Regeneración Natural presente en el escenario Torca.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1 <30 cm de alto | | CT2 30- 150cm | | CT3 >150c m | | Reg Nat % |
|---------------------------------|------------|------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº | % | Nº | % | Nº | % | |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 5 | 23.81 | 33.33 | 21.43 | 0 | 0.00 | 2 | 9.52 | 3 | 14.29 | 23.21 |
| <i>Salix purpurea</i> | 5 | 23.81 | 22.22 | 14.29 | 1 | 0.05 | 2 | 9.52 | 2 | 9.52 | 19.08 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 3 | 14.29 | 33.33 | 21.43 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 3 | 14.29 | 18.12 |
| <i>Solanum pseudocapsicum</i> | 3 | 14.29 | 22.22 | 14.29 | 1 | 0.05 | 1 | 4.76 | 1 | 4.76 | 12.87 |
| <i>Pittosporum undulatum</i> | 2 | 9.52 | 11.11 | 7.14 | 0 | 0.00 | 1 | 4.76 | 1 | 4.76 | 8.59 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 1 | 4.76 | 11.11 | 7.14 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 4.76 | 6.04 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 1 | 4.76 | 11.11 | 7.14 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 4.76 | 6.04 |
| <i>Viburnum tinoides</i> | 1 | 4.76 | 11.11 | 7.14 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 4.76 | 6.04 |
| Total | 21 | 100 | 155.56 | 100 | 2 | 9.52 | 6 | 28.57 | 13 | 61.90 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Se reportan un total de cinco (5) especies también presentes en la categoría arbórea, de estas, solo dos (2) presentan relevo generacional, es decir que se reportan al menos para una de las tres categorías de tamaño evaluado, hecho que evidencia una buena dinámica regeneracional de las especies vegetales arbóreas. Además, en la regeneración natural se encontraron especies de las cuales algunas son de porte arbóreo y hacen parte del sotobosque, dentro de este grupo se encuentran las especies *Alnus acuminata* y *Paraserianthes lophantha*.

La especie con mayor porcentaje del índice de regeneración natural es *Salix humboldtiana* con 23.21 %, seguida por *Salix purpurea* (19.08 %) y *Alnus acuminata* (18.12 %) como se muestra en la Figura 2-293. La primera especie se caracterizó por ser altamente abundante y frecuente, además de estar bien representada en dos de los tres estratos evaluados. Por su parte, *Solanum pseudocapsicum* es una especie pionera intermedia que se caracteriza por colonizar espacios que han sido fuertemente perturbados.

- Composición florística de especies vegetales Arbustivas.

En el escenario espejo de agua de Torca se encontraron 9 individuos de la especie *Rubus bogotensis*. Por lo tanto, la descripción de los arbustos identificados en este escenario, está supeditada al dominio encontrado por una sola especie: *Rubus bogotensis*, como especie nativa con alto potencial de ser extensiva, de ahí la importancia de su control y manejo adecuados porque si bien por una parte favorece el alimento de la fauna, por otra, restringe su refugio y ejerce una fuerte competencia sobre las demás especies vegetales (Tabla 2-170).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

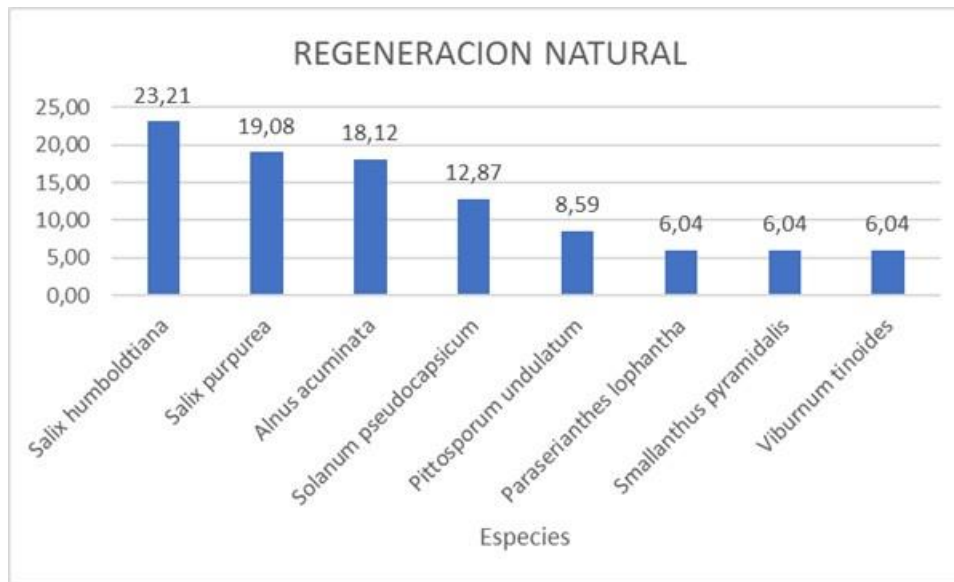


Figura 2- 293. Regeneración Natural vegetación arbórea sector Torca. Fuente: Elaboración propia

Tabla 2- 170. Composición florística especies arbustivas sector Torca.

| Familia | Géneros | Especie | Abundancia |
|----------|---------|-------------------------|------------|
| Rosaceae | Rubus | <i>Rubus bogotensis</i> | 9 |
| Total | | | 9 |

Fuente: Elaboración propia.

- Composición florística de especies vegetales Herbáceas.

- Abundancia florística:

En los levantamientos de plantas herbáceas realizados dentro de este escenario se registraron un total de 31 individuos vegetales, distribuidos en nueve (9) familias botánicas y a 12 géneros pertenecientes a 13 especies vegetales diferentes como se muestra en la Tabla 2-171. Resalta la familia Poaceae como la más representativa con 13 registros, le sigue la familia Asteraceae con cinco (5) registros, las familias Lythraceae y Polygonaceae con tres (3) registros cada una, las familias Araliaceae y Fabaceae con dos (2) registros cada una y por último, las familias botánicas Caryophyllaceae, Cyperaceae y Solanaceae reportan un (1) registro cada una.

Tabla 2- 171. Plantas herbáceas identificadas en el sector Torca.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|------------------|----------------------------------|--------------|
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 1 |
| | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 1 |
| Total Araliaceae | | 2 |
| Asteraceae | <i>Plagiocheilus bogotensis</i> | 1 |
| | <i>Senecio madagascariensis</i> | 2 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 171. Plantas herbáceas identificadas en el sector Torca.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|------------------------------|------------------------------|--------------|
| | <i>Taraxacum officinale</i> | 2 |
| Total Asteraceae | | 5 |
| Caryophyllaceae | <i>Drymaria cordata</i> | 1 |
| Total Caryophyllaceae | | 1 |
| Cyperaceae | <i>Carex jamesonii</i> | 1 |
| Total Cyperaceae | | 1 |
| Fabaceae | <i>Trifolium pratense</i> | 2 |
| Total Fabaceae | | 2 |
| Lythraceae | <i>Cuphea ciliata</i> | 3 |
| Total Lythraceae | | 3 |
| Poaceae | <i>Cenchrus clandestinus</i> | 11 |
| | <i>Holcus lanatus</i> | 2 |
| Total Poaceae | | 13 |
| Polygonaceae | <i>Polygonum punctatum</i> | 3 |
| Total Polygonaceae | | 3 |
| Solanaceae | <i>Solanum americanum</i> | 1 |
| Total Solanaceae | | 1 |
| Total General | | 31 |

Fuente: Elaboración propia.

La mayor riqueza de especies en el escenario la presenta la familia Poaceae con una representatividad del 41.94 %, le siguen la familia Asteraceae con 16.13 %, las familias Lythraceae y Polygonaceae con 9.68% cada una, las familias Araliaceae y Fabaceae con 6.45 % cada una, y por último, las familias botánicas Caryophyllaceae, Cyperaceae y Solanaceae representan un 3.23 % cada una dentro del escenario objeto de estudio.

En la Figura 2-294, se puede apreciar que la mayor abundancia de especies en el escenario la presenta *Cenchrus clandestinus* con una representatividad del 35.48 %, le siguen en importancia las especies *Cuphea ciliata* y *Polygonum punctatum* 9.68 % cada una. Las especies *Senecio madagascariensis*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium pratense* cada una un 3.23 % dentro del escenario objeto de estudio. Las demás especies identificadas durante el inventario en este escenario poseen cada una representatividad del 3.23 % y una abundancia de un (1) individuo vegetal cada una.

De acuerdo con su hábito de crecimiento, el 35.48% de los individuos son erguidos, el 32.26 % son macollas, el 29.03 % pertenecen al estrato rasante y el restante 3,23 % son sufrútices.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

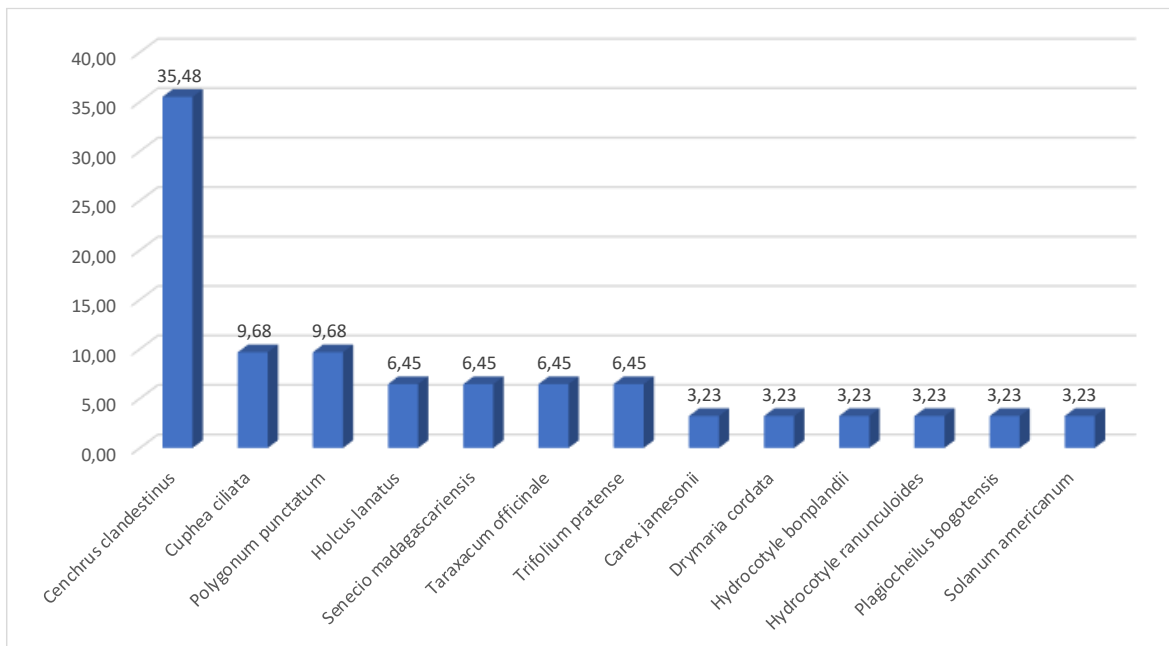


Figura 2- 294. Abundancia relativa de plantas herbáceas en el sector Torca. Fuente: Elaboración propia.

• Cobertura

Respecto de la Dominancia relativa de las especies, analizada en términos del área de cobertura en m² de cada individuo registrado dentro del área inventariada en el escenario, teniendo en cuenta que, para el sector del Humedal Torca, se inventarió un área de 15.0m², las especies más representativas son *Cenchrus clandestinus* con una cobertura relativa del 60.67%, seguido de *Polygonum punctatum*, con una cobertura relativa del 5.33%, las especies *Hydrocotyle bonplandii* y *Drymaria cordata* con una cobertura relativa del 4.67% cada una, las especies *Hydrocotyle ranunculoides* y *Holcus lanatus* con una cobertura relativa del 3.67% cada una, la especie *Cuphea ciliata* con una cobertura relativa del 3.33% y la especie *Carex jamesonii* con una cobertura relativa del 3%. El resto de las especies identificadas en este escenario posee una cobertura relativa inferior al 2.5% como se aprecia en la Tabla 2-172.

Tabla 2- 172. Dominancia en términos de cobertura relativa de las especies registradas en el en el escenario del Humedal sector Torca.

| Especie | Cobertura (m ²) | Cobertura Relativa (%) |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| <i>Cenchrus clandestinus</i> | 9.10 | 60.67 |
| <i>Polygonum punctatum</i> | 0.80 | 5.33 |
| <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 0.70 | 4.67 |
| <i>Drymaria cordata</i> | 0.70 | 4.67 |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 0.55 | 3.67 |
| <i>Holcus lanatus</i> | 0.55 | 3.67 |
| <i>Cuphea ciliata</i> | 0.50 | 3.33 |
| <i>Carex jamesonii</i> | 0.45 | 3.00 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 172. Dominancia en términos de cobertura relativa de las especies registradas en el en el escenario del Humedal sector Torca.

| Especie | Cobertura (m²) | Cobertura Relativa (%) |
|---------------------------------|----------------|------------------------|
| <i>Solanum americanum</i> | 0.35 | 2.33 |
| <i>Senecio madagascariensis</i> | 0.20 | 1.33 |
| <i>Plagiocheilus bogotensis</i> | 0.15 | 1.00 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 0.15 | 1.00 |
| <i>Trifolium pratense</i> | 0.15 | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia.

➤ Escenario Humedal Sector Guaymaral

• Composición florística de especies vegetales arbóreas.

En el escenario espejo de agua de Guaymaral, se encontraron 50 individuos, distribuidos en 4 familias, 5 géneros y 5 especies. Se destaca por su diversidad de especies la familia Fabaceae con dos (2) géneros; la familia más abundante es Fabaceae con 30 individuos de las dos especies que tiene esta familia, como se ve en la Tabla 2-173.

Tabla 2- 173. Composición florística de especies vegetales arbóreas en el sector Guaymaral.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|--------------|----------------|---------------------------------|------------|
| Adoxaceae | Sambucus | <i>Sambucus nigra</i> | 3 |
| Betulaceae | Alnus | <i>Alnus acuminata</i> | 3 |
| Fabaceae | Acacia | <i>Acacia decurrens</i> | 12 |
| | Paraserianthes | <i>Paraserianthes lophantha</i> | 18 |
| Salicaceae | Salix | <i>Salix humboldtiana</i> | 14 |
| Total | | | 50 |

Fuente: Elaboración propia.

Las familias que se caracterizaron por acumular el mayor número de individuos, en este caso es Fabaceae con 30 individuos, seguida por Salicaceae con 14; con 3 individuos, Adoxaceae y con 3 individuos Betulaceae. Al analizar la abundancia por géneros en el escenario, se encontró que, *Paraserianthes* y *Salix* son los géneros que presentan mayor número de individuos, 18 y 14, respectivamente; seguidos por *Acacia* con 12 individuos y *Alnus* con 9 individuos, estos géneros han logrado adaptarse a los cambios en la composición florística de los ecosistemas naturales presentes en la zona de estudio al ser antropizados mediante procesos paulatinos de cambio de uso del suelo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Estructura horizontal del estrato Arbóreo

Se obtiene el índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor desarrollo secundario en el estrato arbóreo del presente escenario. Ver Tabla 2-174.

Tabla 2- 174. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas sector Guaymaral.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI (%) |
|---------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|
| | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 14 | 28.00 | 5.56 | 35.71 | 3.96 | 74.59 | 138.30 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 12 | 24.00 | 3.33 | 21.43 | 0.76 | 14.24 | 59.67 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 18 | 36.00 | 2.22 | 14.29 | 0.24 | 4.51 | 54.79 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 3 | 6.00 | 3.33 | 21.43 | 0.19 | 3.64 | 31.07 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 3 | 6.00 | 1.11 | 7.14 | 0.16 | 3.02 | 16.16 |
| Total | 50.00 | 100 | 15.56 | 100 | 5.31 | 100 | 300 |

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario, los resultados muestran que las especies, *Salix humboldtiana* y *Acacia decurrens* presentan los mayores índices de valor de importancia con un total de 138.3% y 59.67% respectivamente; la siguiente especie es *Paraserianthes lophantha* con 54.79% del porcentaje de Índice de Valor de Importancia, es una especie de Leguminosa usada en procesos de reforestación, ya que fija nitrógeno y se adapta a suelos pobres en nutrientes, no obstante es reconocida con alto riesgo invasor (Díaz-Espinosa et al. 2012); las siguientes especies son *Alnus acuminata* y *Sambucus nigra* con un 31.07% y 16.16% de representatividad respectivamente.

- Estructura vertical especies vegetales arbóreas

La Posición Sociológica (PS) definió tres (3) estratos: estrato inferior, estrato medio y el estrato superior. En la Tabla 2-175, se presentan los valores de Posición sociológica para las especies registradas.

Tabla 2- 175. Estratos escenario vegetación arbórea sector Guaymaral.

| Especie | Inferior | Medio | Superior | PSA | PS % |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------------|
| | Nº de Árboles | Nº de Árboles | Nº de Árboles | | |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 16 | 2 | 0 | 9.96 | 43.46 |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 5 | 8 | 1 | 5.70 | 24.87 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 5 | 7 | 0 | 5.28 | 23.04 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 3 | 0 | 0 | 1.74 | 7.59 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 0 | 0 | 3 | 0.24 | 1.05 |
| Total | 29 | 17 | 4 | 22.92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Evaluando la cantidad de individuos por estrato, encontramos que el estrato inferior de la vegetación arbórea presenta 29 individuos, seguido del estrato medio con 17 y finalmente el estrato superior con 4. Esto evidencia que la mayoría de los individuos se encuentran en edades tempranas y que las especies no poseen alturas representativas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las especies con mayores valores de Índice de posición sociológica relativa son en orden decreciente: *Paraserianthes lophantha* (43.46 %), *Salix humboldtiana* (24.87 %) y *Acacia decurrens* (23.04 %) (ver Figura 2-295). De igual forma las dos (2) primeras especies se encuentran representadas en los tres estratos, lo cual les permite exhibir una estructura vertical continua.

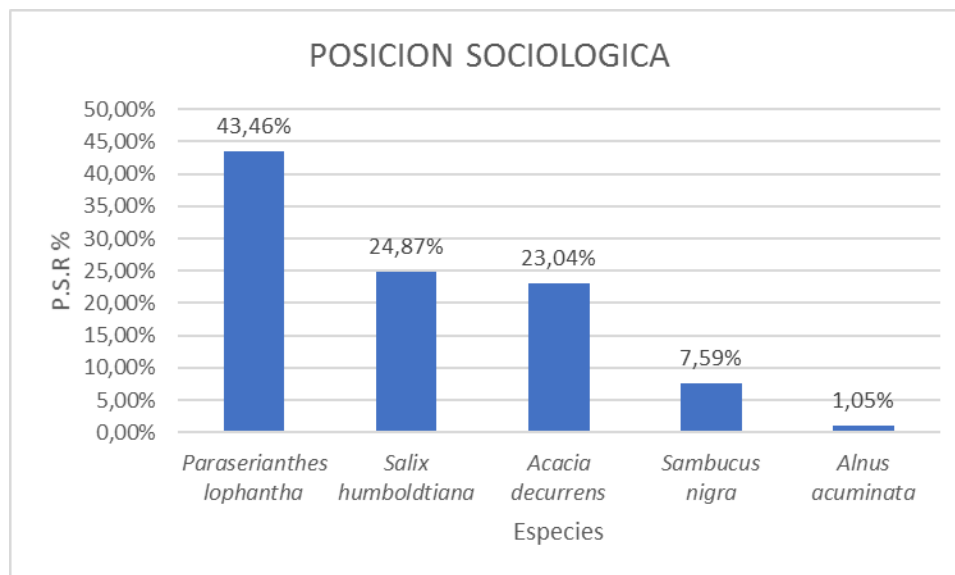


Figura 2- 295. Posición Sociológica vegetación arbórea sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-296 se presenta el perfil típico que desarrolla la vegetación en este escenario objeto de evaluación, se puede observar al igual que en escenario espejo de agua de Torca la presencia de especies vegetales arbóreas maduras únicamente a partir de aproximadamente 30 a 40 metros después del límite del cuerpo de agua del humedal.

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase para alturas, se determinaron 7 intervalos con una amplitud de clase de 1.4 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase, muestran la tendencia a agruparse en las clases intermedias III, IV y V (Rangos de 6m a 11m) con un 58% de los individuos, la menor cantidad de individuos se presenta en las clases I y VII en las cuales reportan cinco (5) y tres (3) (Figura 2-296).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

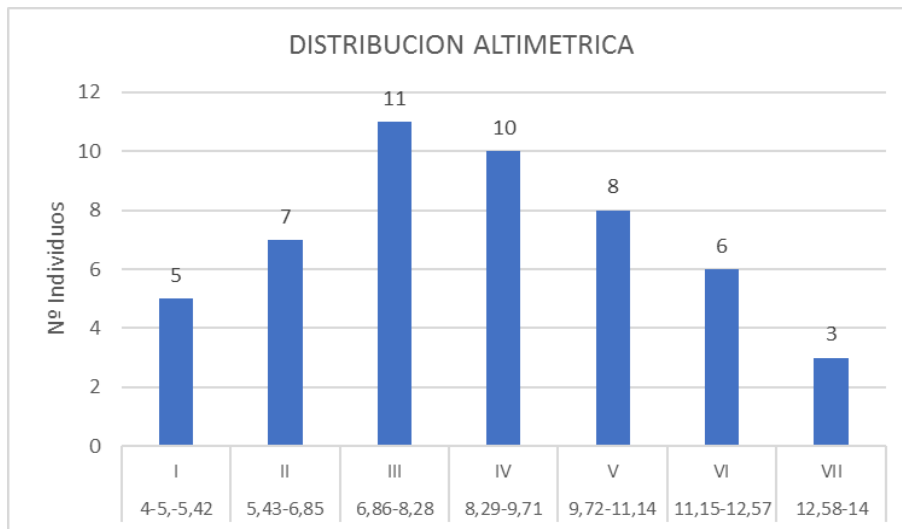


Figura 2- 296. Distribución altimétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

- Estructura total o diamétrica

La Tabla 2-176 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este escenario, en cuanto a la abundancia o número de individuos, volumen total y del fuste y área basal.

En este escenario se identificaron siete (7) clases diamétricas: I, II, III, IV, V, VII, y IX. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 44% y 24%. Cabe resaltar el comportamiento de la clase diamétrica V que con solo dos (2) individuos posee el volumen total más representativo del escenario objeto de estudio.

Tabla 2- 176. Estructura total o diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral.

| Clases Diamétricas | Abundancias | | Volumen | | Área Basal (m ²) |
|--------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | Total (m ³) | Fuste (m ³) | |
| I | 22 | 44.00 | 1.63 | 0.39 | 0.32 |
| II | 12 | 24.00 | 3.98 | 0.89 | 0.58 |
| III | 10 | 20.00 | 5.72 | 0.72 | 0.93 |
| IV | 1 | 2.00 | 1.31 | 0.21 | 0.17 |
| V | 1 | 2.00 | 23.18 | 0.00 | 2.69 |
| VII | 1 | 2.00 | 1.82 | 0.08 | 0.22 |
| IX | 3 | 6.00 | 3.19 | 0.00 | 0.40 |
| Total | 50 | 100 | 40.83 | 2.29 | 5.31 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La Figura 2-297 muestra que la curva de distribución de frecuencias de clases diamétricas de los árboles, lo cual indica que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto de la misma manera que en los demás escenarios analizados.

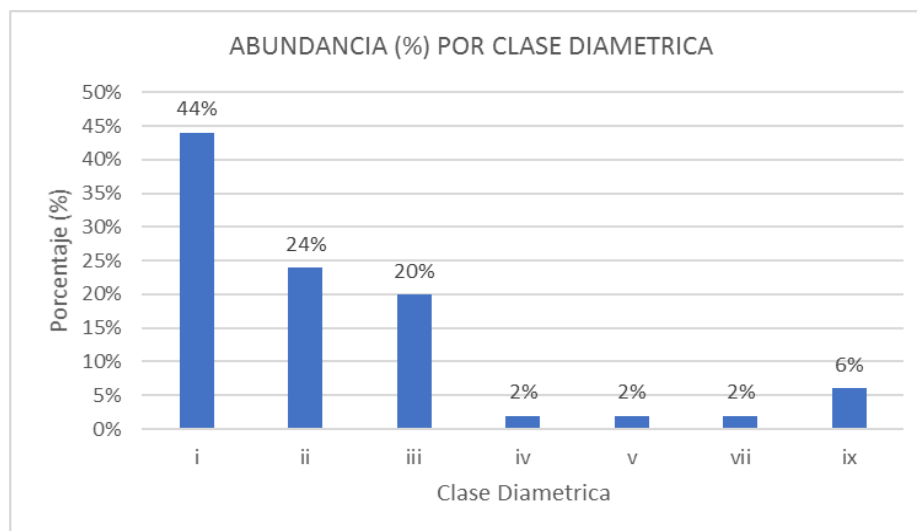


Figura 2- 297. Abundancia por clase diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

La clase diamétrica V muestra una mayor dominancia con valores de área basal de 2.69 m² versus las otras categorías cuales no poseen un área basal mayor a 1m². En contraposición, las clases diamétrica IV y VII presentan el menor valor de área correspondiente a 0,17 m² y 0,22m², valor influenciado por la abundancia de individuos presente en esta clase.

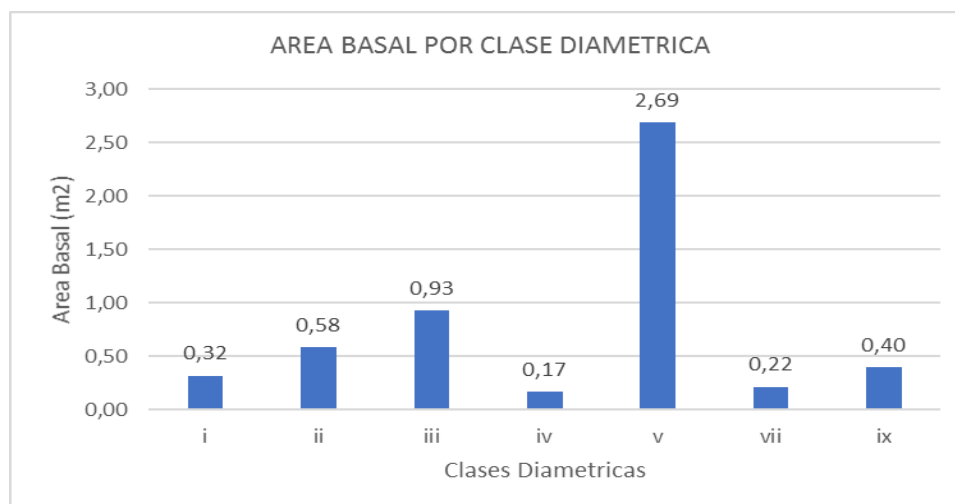


Figura 2- 298. Área basal por clase diamétrica vegetación arbórea sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La Tabla 2-177 muestra los valores distribución actual, presentando el 20% de las especies una distribución dispersa es decir que los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio disponible, dentro de este grupo se encuentran la especie *Alnus acuminata*. La distribución al azar ocurre donde el ambiente es muy uniforme, donde la competencia entre individuos es aguda. Finalmente, el 80% de las especies se caracterizan por presentar una distribución agrupada, dentro de las cuales se encuentran *Acacia decurrens*, *Paraserianthes lophantha*, *Salix humboldtiana* y *Sambucus nigra*, debido a patrones de siembra establecidos en pasados procesos de reforestación de estas áreas.

Tabla 2- 177. Grado de agregación vegetación arbórea sector Guaymaral.

| Especie | Densidad Observada | Densidad Esperada | Grado de Agregación | Tendencia Distribución |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 0.20 | 0.02 | 8.90 | Distribución agrupada |
| <i>Acacia decurrens</i> | 0.13 | 0.03 | 3.93 | Distribución agrupada |
| <i>Sambucus nigra</i> | 0.03 | 0.01 | 2.98 | Distribución agrupada |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 0.16 | 0.06 | 2.72 | Distribución agrupada |
| <i>Alnus acuminata</i> | 0.03 | 0.03 | 0.98 | Dispersa |

Fuente: Elaboración propia.

- Regeneración Natural identificada

En las categorías de regeneración natural para las unidades de muestreo levantadas en este escenario se encontraron 91 individuos correspondientes a 21 especies y 11 familias identificadas, así mismo la familia más abundante es Solanácea con 26 individuos. La Tabla 2-178 presenta la composición florística de la regeneración natural identificada en el escenario espejo de agua de Guaymaral.

Tabla 2- 178. Composición florística regeneración natural sector Guaymaral.

| Familia | Especie |
|----------------|---------------------------------|
| Adoxaceae | <i>Sambucus nigra</i> |
| | <i>Viburnum tinoides</i> |
| Asteraceae | <i>Clibadium sp.01</i> |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> |
| Fabaceae | <i>Acacia decurrens</i> |
| | <i>Paraserianthes lophantha</i> |
| | <i>Senna viarum</i> |
| | <i>Ulex europaeus</i> |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus globulus</i> |
| Onagraceae | <i>Fuchsia boliviana</i> |
| Piperaceae | <i>Piper bogotense</i> |
| Pittosporaceae | <i>Pittosporum undulatum</i> |
| Salicaceae | <i>Abatia parviflora</i> |
| | <i>Salix humboldtiana</i> |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 178. Composición florística regeneración natural sector Guaymaral.

| Familia | Especie |
|------------|------------------------------------|
| Solanaceae | <i>Brugmansia x candida</i> |
| | <i>Cestrum cuneifolium</i> |
| | <i>Solanum americanum</i> |
| | <i>Solanum oblongifolium</i> |
| | <i>Solanum stellatiglandulosum</i> |
| | <i>Solanum torvum</i> |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2-179 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este escenario, encontrándose un total de 91 individuos, distribuidos en 21 especies. La categoría CT3 es la que posee el mayor porcentaje de individuos con el 52.75% (48 individuos), seguida por la categoría CT2 con 31.87% (29 individuos), y la categoría CT1 el 15.38% (14 individuos).

Tabla 2- 179. Regeneración Natural sector Guaymaral.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1<30 cm | | CT2 30-150cm | | CT3>150cm | | Reg Nat % |
|---------------------------------|------------|-------|------------|-------|-----------|------|--------------|------|-----------|------|-----------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº Ind | % | Nº Ind | % | Nº Ind | % | |
| <i>Fuchsia boliviana</i> | 12 | 13.19 | 42.86 | 10.91 | 3.00 | 0.03 | 5.00 | 0.05 | 4.00 | 0.04 | 11.81 |
| <i>Piper bogotense</i> | 12 | 13.19 | 42.86 | 10.91 | 3.00 | 0.03 | 5.00 | 0.05 | 4.00 | 0.04 | 11.81 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 8 | 8.79 | 42.86 | 10.91 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.02 | 6.00 | 0.07 | 10.02 |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 8 | 8.79 | 28.57 | 7.27 | 1.00 | 0.01 | 3.00 | 0.03 | 4.00 | 0.04 | 8.28 |
| <i>Brugmansia x candida</i> | 7 | 7.69 | 28.57 | 7.27 | 1.00 | 0.01 | 2.00 | 0.02 | 4.00 | 0.04 | 7.62 |
| <i>Solanum torvum</i> | 8 | 8.79 | 21.43 | 5.45 | 2.00 | 0.02 | 3.00 | 0.03 | 3.00 | 0.03 | 7.33 |
| <i>Cestrum cuneifolium</i> | 4 | 4.40 | 21.43 | 5.45 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 0.02 | 4.82 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 3 | 3.30 | 21.43 | 5.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 0.03 | 4.35 |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 3 | 3.30 | 21.43 | 5.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 0.03 | 4.35 |
| <i>Viburnum tinoides</i> | 4 | 4.40 | 14.29 | 3.64 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 0.02 | 4.21 |
| <i>Solanum oblongifolium</i> | 4 | 4.40 | 14.29 | 3.64 | 2.00 | 0.02 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 0.01 | 3.72 |
| <i>Ulex europaeus</i> | 3 | 3.30 | 14.29 | 3.64 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 2.00 | 0.02 | 3.56 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 2 | 2.20 | 14.29 | 3.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.02 | 2.90 |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 2 | 2.20 | 14.29 | 3.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.02 | 2.90 |
| <i>Senna viarum</i> | 3 | 3.30 | 7.14 | 1.82 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 0.01 | 2.61 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 2 | 2.20 | 7.14 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 0.01 | 2.11 |
| <i>Solanum americanum</i> | 2 | 2.20 | 7.14 | 1.82 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 1.77 |
| <i>Abatia parviflora</i> | 1 | 1.10 | 7.14 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 |
| <i>Pittosporum undulatum</i> | 1 | 1.10 | 7.14 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 |
| <i>Ricinus communis</i> | 1 | 1.10 | 7.14 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 179. Regeneración Natural sector Guaymaral.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1<30 cm | | CT2 30-150cm | | CT3>150cm | | Reg Nat % |
|------------------------------------|------------|------|------------|------|-----------|-------|--------------|-------|-----------|------|-----------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº Ind | % | Nº Ind | % | Nº Ind | % | |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 1 | 1.10 | 7.14 | 1.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 |
| Total | 91 | 100 | 392.8 | 100 | 14 | 0.153 | 29 | 0.318 | 48 | 0.52 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Se reportan un total de cinco (5) especies presentes en la categoría de árboles, de estas solo tres (3) presentan relevo generacional, es decir que se reportan al menos para una de las tres categorías de tamaño evaluado. Además, en la regeneración natural se encontraron especies, de las cuales algunas son de porte arbustivo y hacen parte del sotobosque, dentro de este grupo se encuentran especies como *Viburnum tinoides* y *Sambucus nigra*.

La especie con mayor porcentaje del índice de regeneración natural es *Fuchsia boliviana* con 11.81 %, seguida por *Piper bogotense* (11.81 %) y *Sambucus nigra* (10.02 %) como se observa en la Figura 2-299. La primera especie se caracterizó por ser altamente abundante y frecuente, además de estar bien representada en los tres estratos evaluados.

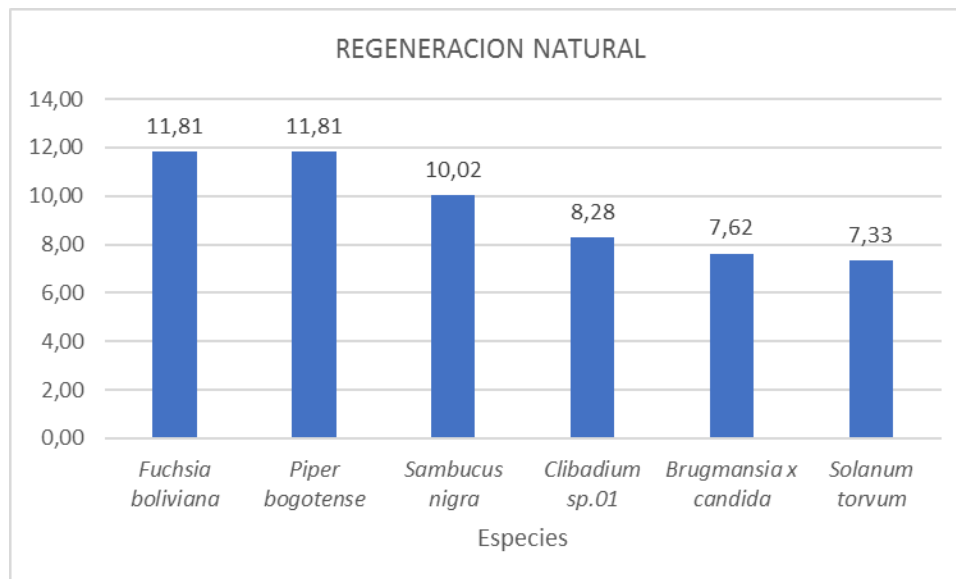


Figura 2- 299. Regeneración Natural sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

- Composición florística de especies vegetales Arbustivas.**

Se reportaron 12 individuos de especies arbustivas, en la ronda terrestre del sector Guaymaral. Estos individuos están distribuidos en 2 especies, en donde presenta dominancia la especie invasora *Ulex europaeus*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 180. Composición florística de arbustos sector Guaymaral.

| Familia | Géneros | Especie | Abundancia |
|--------------|---------|-------------------------|------------|
| Fabaceae | Ulex | <i>Ulex europaeus</i> | 11 |
| Rosaceae | Rubus | <i>Rubus bogotensis</i> | 1 |
| Total | | | 12 |

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario, como se puede observar, el componente arbustivo se encuentra las especies *Rubus bogotensis*, como especie nativa con alto riesgo de invasión, y *Ulex europaeus*, especie exótica declarada como perturbarte ecológico en el distrito capital, de ahí la importancia de su control y manejo adecuados porque si bien por una parte favorece el alimento de la fauna en el caso de *Rubus bogotensis*, por otra parte, ambas especies restringen su refugio y ejercen una fuerte competencia sobre las demás especies vegetales, inclusive sobre los pastizales y su carácter invasor genera prioridades de manejo.

- **Composición florística de especies vegetales Herbáceas.**
- **Abundancia florística:**

En los levantamientos de plantas herbáceas realizados dentro de este escenario, se registraron un total de 36 individuos vegetales, distribuidos en 12 familias botánicas y a 17 géneros pertenecientes a 18 especies vegetales diferentes como se muestra en la Tabla 2-181. Resalta la familia Poaceae como la más representativa con 11 registros, le siguen las familias Asteraceae, Fabaceae y Polygonaceae con cuatro (4) registros cada una, las familias Apiaceae y Commelinaceae con tres (3) registros cada una, Urticaceae con dos (2) y, por último, las familias botánicas Araliaceae, Brassicaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae y Primulaceae reportan un (1) registro cada una.

Tabla 2- 181. Plantas herbáceas identificadas sector Guaymaral.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|---------------------------|---------------------------------|--------------|
| Apiaceae | <i>Conium maculatum</i> | 3 |
| Total Apiaceae | | 3 |
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 1 |
| Total Araliaceae | | 1 |
| Asteraceae | <i>Cirsium vulgare</i> | 1 |
| | <i>Senecio madagascariensis</i> | 1 |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | 2 |
| Total Asteraceae | | 4 |
| Brassicaceae | <i>Raphanus sativus</i> | 1 |
| Total Brassicaceae | | 1 |
| Comelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> | 3 |
| Total Comelinaceae | | 3 |
| Crassulaceae | <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> | 1 |
| Total Crassulaceae | | 1 |
| Cucurbitaceae | <i>Sicyos sp.01</i> | 1 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 181. Plantas herbáceas identificadas sector Guaymaral.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|----------------------------|------------------------------|--------------|
| Total Cucurbitaceae | | 1 |
| Fabaceae | <i>Trifolium pratense</i> | 1 |
| | <i>Trifolium repens</i> | 1 |
| | <i>Vicia andicola</i> | 2 |
| Total Fabaceae | | 4 |
| Poaceae | <i>Cenchrus clandestinus</i> | 9 |
| | <i>Holcus lanatus</i> | 2 |
| Total Poaceae | | 11 |
| Polygonaceae | <i>Polygonum punctatum</i> | 1 |
| | <i>Rumex obtusifolius</i> | 3 |
| Total Polygonaceae | | 4 |
| Primulaceae | <i>Anagallis arvensis</i> | 1 |
| Total Primulaceae | | 1 |
| Urticaceae | <i>Urtica urens</i> | 2 |
| Total Urticaceae | | 2 |
| Total General | | 36 |

Fuente: Elaboración propia.

La mayor riqueza de especies en el escenario la presenta la familia Poaceae con un 30.56 % de representatividad, seguida por las familias Asteraceae, Fabaceae y Polygonaceae con un 11.11 % de representatividad cada una, las familias Apiaceae y Commelinaceae con un 8.33 % de representatividad cada una, Urticaceae con un 5.56 % de representatividad y por último, las familias botánicas Araliaceae, Brassicaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae y Primulaceae un 2.78 % de representatividad cada una dentro del escenario objeto de estudio.

En la Figura 2-300 se puede apreciar que la mayor abundancia de especies en el escenario la presenta *Cenchrus clandestinus* con una representatividad del 25.00 %, le siguen en importancia las especies *Commelina diffusa*, *Conium maculatum* y *Rumex obtusifolius* con una representatividad del 8.33% cada una. Las especies *Holcus lanatus*, *Taraxacum officinale*, *Urtica urens* y *Vicia andicola* representan cada una un 5.56 % dentro del escenario objeto de estudio. Las demás especies identificadas durante el inventario en este escenario poseen cada cual, una representatividad del 2.78 % y una abundancia de un (1) individuo vegetal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

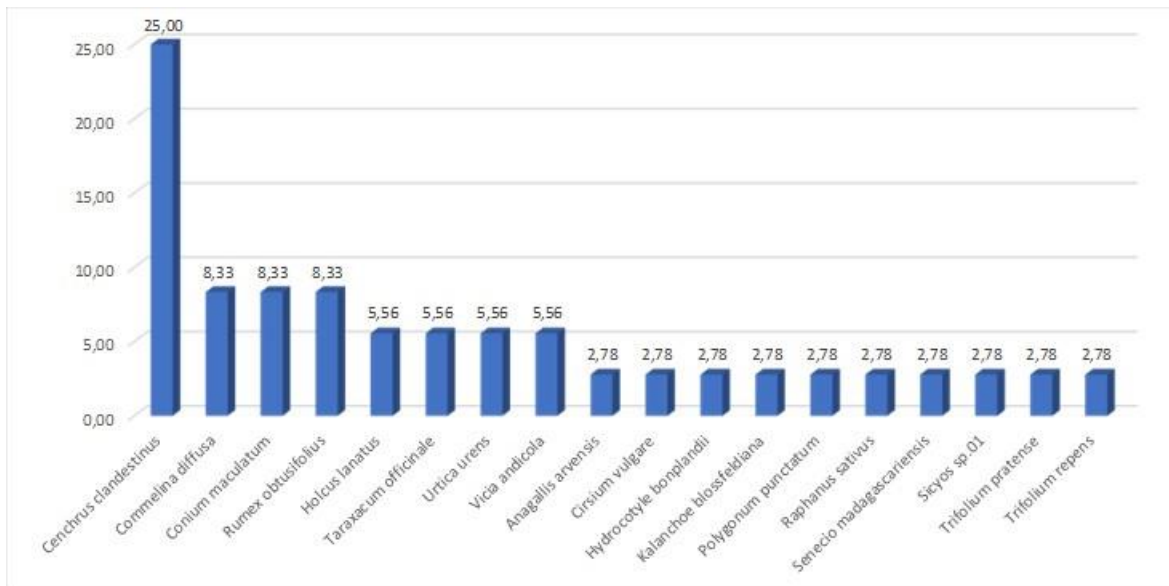


Figura 2- 300. Abundancia relativa de herbáceas sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con su hábito de crecimiento, el 44.44 % de los individuos son erguidos, y el 55.56 % pertenecen al estrato rasante.

- **Cobertura:**

Respecto de la cobertura relativa de las especies, analizada en términos del área de cobertura en m² de cada individuo registrado dentro del área inventariada en el escenario, teniendo en cuenta que, para el sector del Humedal sector Guaymaral, se inventarió un área de 15.0m², las especies más dominantes son *Cenchrus clandestinus* con una cobertura relativa del 35.73%, seguido de *Urtica urens*, con una cobertura relativa del 8.33%, la especie *Rumex obtusifolius* con una cobertura relativa del 7.33%, la especie *Commelina diffusa* con una cobertura relativa del 7.00%, la especie *Senecio madagascariensis* con una cobertura relativa del 5.33%, la especie *Anagallis arvensis* con una cobertura relativa del 4.67% y la especie *Raphanus sativus* con una cobertura relativa del 4.00%. El resto de las especies identificadas en este escenario posee una cobertura relativa inferior al 3.7% como se aprecia en la Tabla 2-182.

Tabla 2- 182. Dominancia de herbáceas en términos de cobertura relativa en el sector Guaymaral.

| Especie | Cobertura (m ²) | Cobertura Relativa % |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| <i>Cenchrus clandestinus</i> | 5.36 | 35.73 |
| <i>Urtica urens</i> | 1.25 | 8.33 |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | 1.1 | 7.33 |
| <i>Commelina diffusa</i> | 1.05 | 7.00 |
| <i>Senecio madagascariensis</i> | 0.8 | 5.33 |
| <i>Anagallis arvensis</i> | 0.7 | 4.67 |
| <i>Raphanus sativus</i> | 0.6 | 4.00 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 182. Dominancia de herbáceas en términos de cobertura relativa en el sector Guaymaral.

| Especie | Cobertura (m ²) | Cobertura Relativa % |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| <i>Holcus lanatus</i> | 0.55 | 3.67 |
| <i>Polygonum punctatum</i> | 0.55 | 3.67 |
| <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 0.4 | 2.67 |
| <i>Trifolium pratense</i> | 0.35 | 2.33 |
| <i>Conium maculatum</i> | 0.27 | 1.80 |
| <i>Cirsium vulgare</i> | 0.2 | 1.33 |
| <i>Vicia andicola</i> | 0.2 | 1.33 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 0.11 | 0.73 |
| <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> | 0.1 | 0.67 |
| <i>Sicyos sp.01</i> | 0.1 | 0.67 |
| <i>Trifolium repens</i> | 0.05 | 0.33 |

Fuente: Elaboración propia.

• Análisis Escenario Humedal

A partir de éstos resultado se obtiene que el estrato arbóreo está dominado por dos especies nativas *Alnus acuminata* y *Salix humboldtiana*, las cuales son especies que han sido sembradas dentro de procesos de reforestación de las áreas aledañas al espejo de agua. Le sigue en importancia *Acacia decurrens*, especie exótica, naturalizada que se ha utilizado frecuentemente en procesos de reforestación de áreas alteradas y en este caso en pro de la desecación de áreas anegadas y pantanosas de los alrededores de los espejos del humedal, lo cual era el objetivo de manejo a principios y mediados del siglo pasado.

Es de resaltar que las especies arbóreas nativas se presentan en general en buen estado, mientras que la especie exótica nombrada presenta deterioro o tumbamiento en áreas con evidencia de inundación, lo cual indica su poca tolerancia a suelos con niveles freáticos altos. De igual forma la evaluación de la caracterización horizontal y vertical del estrato arbustivos o dosel, reporta una baja diversidad y alta homogeneidad, al presentar unas cuantas especies dominantes.

Para este escenario se reportan solo dos especies arbustivas, el retamo liso (*Genista monspessulana*) y una especie de solanácea (*Cestrum cuneifolium*), lo cual establece un bajo establecimiento de especies leñosas de porte bajo. No obstante, se resalta por un lado la presencia de una especie de la familia solanácea como una de las nativas que logran permanecer, por otro lado, se advierte de la extensión de la especie invasora retamo liso (*Genista monspessulana*), la cual requiere de un manejo prioritario dentro del Plan de Manejo a la luz de la normativa actual (Resolución 684 del 2018).

Para el estrato herbáceo la especie dominante es el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) con el 56 %, el cual se presenta junto a otras especies entre nativas y exóticas, que alcanzan baja extensión en el área. No obstante, se resalta por un lado la presencia de especies nativas que logran establecerse y permanecer, y por otro se resalta el alto riesgo invasor de la especie dominante, la cual por su tipo de crecimiento genera una barrera para

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

la regeneración natural de las nativas, ya que el entramado de sus raíces reduce la disponibilidad de recurso para la germinación y desarrollo de otras especies.

En general para el escenario de espejos de agua, se concluye que si bien hay características que se comparten en la vegetación, en algunos aspectos cambian las dominancias de las especies presentes. Sin embargo, la presencia de especies forestales exóticas en el estrato arbóreo con una dominancia alta y media, así como la presencia de especies invasoras de retamo liso en el estrato arbustivo y la gran extensión del pasto kikuyo en el estrato herbáceo, considerándose ésta con alto riesgo de invasión, establece la necesidad de priorizar el control y manejo de dichas especies.

El control de estas especies debe ampararse bajo los lineamientos establecidos por las herramientas normativas, de igual forma los procesos de recuperación ecológica en los protocolos establecidos por las autoridades ambientales, sugiriéndose el uso de especies nativas en los diseños de siembra considerados. Es importante tener en cuenta especies nativas con potencial para la recuperación del sistema dada su alteración, así como especies resistentes a altos niveles freáticos que determinan los sistemas de humedal.

En la Figura 2-301 se presenta el perfil de vegetación terrestre asociado al escenario de espejo de agua Guaymaral, en donde se esquematiza la distribución y dominio de las especies reportadas para los diversos estratos evaluados. Aquí se ilustra la segmentación de la vegetación determinada probablemente por los márgenes de inundación y las dinámicas estacionales, por tanto, en la parte izquierda de la figura, más cerca al espejo de agua, se presentan especies herbáceas quienes permanecen a pesar del alto nivel freático, mientras que en el margen derecho se presentan las especies de estratos arbóreos y arbustivos, los cuales se encuentran sobre un terreno de relleno un poco más alto.

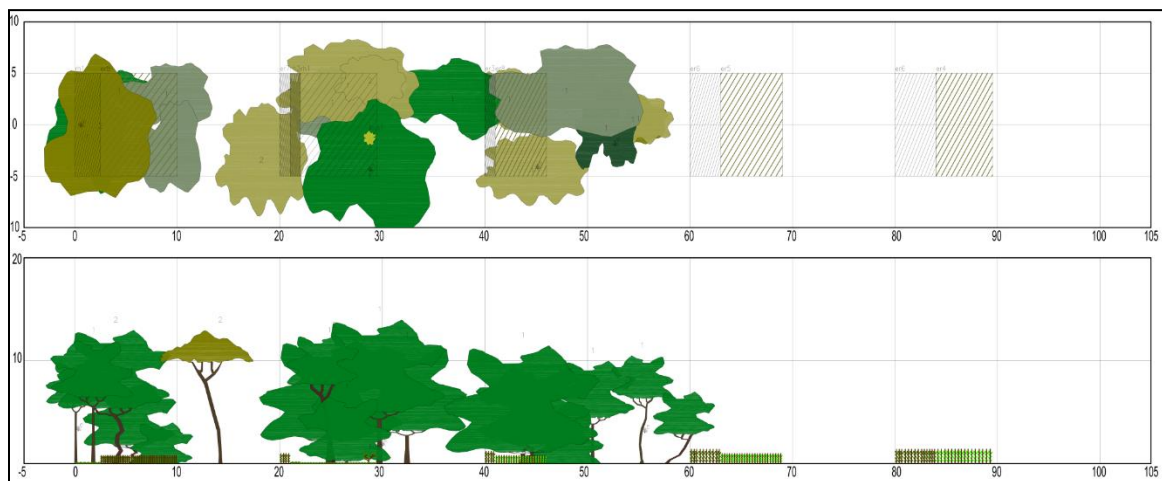


Figura 2- 301. Perfil de vegetación terrestre asociada a espejo de agua humedal sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que, en las áreas de humedales de la sabana, se ha identificado un proceso antrópico de más de 100 años, el cual ha generado una fuerte transformación de estos ecosistemas al presentar tanto actividades agropecuarias, como de expansión urbana, que conlleva a la contaminación y reducción de los cuerpos lénticos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

o espejos de agua. Estos son tensionantes a resolver en los procesos de Restauración ecológica de los humedales, en pro de llevar a la recuperación del ecosistema.

Dada la extensa historia de transformación del área de estudio, se tiene poca documentación del ecosistema de referencia de humedales de la sabana de Bogotá. No obstante, estudios palinológicos reportan las posibles familias y géneros de flora más abundantes en la sabana en las distintas épocas geológicas, develando posibles grupos de especies que aún se mantienen en coberturas relictuales asociadas al humedal (Van Der Hammen 2000). Otros estudios han retomado esta información y han planteado modelos teóricos de la vegetación asociada a estos escenarios (Fundación Guaya Canal DTS Decreto 088 del 2017). Esto sirve de referencia y refuerza la necesidad de implementar estrategias de Recuperación Ecológica al no lograr llevar el ecosistema a un estado previo del disturbio.

Es de resaltar que el establecimiento de estrategias de recuperación en las áreas aledañas de los espejos de agua (Torca y Guaymaral), dentro de los programas proyectados en el Plan de Manejo, es de gran importancia para el mantenimiento de la dinámica hídrica y la zona de amortiguación del humedal; así como para mantener otros servicios ambientales que presta este ecosistema, como lo es la conservación de la biodiversidad de especies de fauna y flora.

- **Vegetación terrestre asociada al escenario Canales**

Las áreas de ronda de canales en nuestra área de estudio son dominadas por las coberturas terrestres antrópicas (98.69% del escenario), las cuales presentan amplia extensión de coberturas de pastizales limpios, arbolados y enmalezados (29.99 % del escenario), seguido por coberturas de rondas de quebradas (21.23 % del escenario).

Las plantas invasoras se identifican con 0.03 Has que representan el 0.06 % del escenario, mientras que las plantaciones exóticas se identifican con 0.01 Has que representan el 0.01 % del escenario. No obstante, se presentan algunas coberturas naturales como Herbáceas de la franja de transición, Juncal, Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales, las cuales cubren 1.25 Has que representan el 2,16 % del escenario. Por tanto, se buscó implementar los transectos de vegetación en áreas donde se presenten relictos de vegetación natural, así como fragmentos representativos de vegetación antropizada.

Los resultados detallados de la caracterización de la vegetación terrestre de los diversos estratos se presentan a continuación.

- **Composición florística de especies vegetales Arbóreas.**

En el escenario canales, se encontraron 163 individuos, distribuidos en 5 familias, 7 géneros y 8 especies. Se destaca por su diversidad de especies la familia Fabaceae con dos (2) géneros diferentes y tres (3) especies, seguida por Asteraceae con (2) géneros. La especie más abundante es la *Acacia decurrens* como se puede ver en la Tabla 2-183.

Tabla 2- 183. Composición florística arbórea en escenario de canales.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|------------|-----------|------------------------|------------|
| Asteraceae | Clibadium | <i>Clibadium sp.01</i> | 2 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 183. Composición florística arbórea en escenario de canales.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|------------|----------------|---------------------------------|------------|
| | Smallanthus | <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 2 |
| Fabaceae | Acacia | <i>Acacia decurrens</i> | 123 |
| | | <i>Acacia melanoxylon</i> | 17 |
| | Paraserianthes | <i>Paraserianthes lophantha</i> | 10 |
| Myrtaceae | Eucalyptus | <i>Eucalyptus globulus</i> | 1 |
| Pinaceae | Pinus | <i>Pinus patula</i> | 6 |
| Salicaceae | Salix | <i>Salix humboldtiana</i> | 2 |
| Total | | | 163 |

Fuente: Elaboración propia.

Las familias que se caracterizaron por acumular el mayor número de individuos, en este caso es Fabaceae con 150 individuos, seguida por Pinnaceae con 6, con 4 individuos, Asteráceae, con 2 individuos Salicaceae y con uno Myrtaceae. Familias típicas identificadas en ecosistemas intervenidos como el objeto de análisis. Al analizar la abundancia por géneros en el escenario, se identificó que *Acacia* y *Paraserianthes* son los géneros que presentan mayor número de individuos, 140 y 10, respectivamente; seguidos por *Pinus* con 6 individuos, y *Clibadium* con 2 individuos, estos géneros son de características típicas de hábitats con elevados grados de perturbaciones ambientales tal como el analizado anteriormente y el escenario de canales.

- Estructura horizontal especies vegetales arbóreas**

Se obtiene el índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor peso ecológico relativo dentro de la zona objeto de estudio. Ver Tabla 2-184.

Tabla 2- 184. Estructura Horizontal arbórea en escenario de canales.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI (%) |
|---------------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|---------|
| | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | |
| <i>Acacia decurrens</i> | 123 | 75.5 | 17.5 | 48.8 | 5.1 | 56.1 | 180.4 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 17 | 10.4 | 5.8 | 16.3 | 1.2 | 13.5 | 40.2 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 10 | 6.1 | 5.0 | 14.0 | 0.2 | 2.5 | 22.6 |
| <i>Pinus patula</i> | 6 | 3.7 | 1.7 | 4.7 | 0.9 | 9.8 | 18.2 |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 1 | 0.6 | 0.8 | 2.3 | 1.0 | 11.0 | 13.9 |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 2 | 1.2 | 1.7 | 4.7 | 0.6 | 6.5 | 12.4 |
| <i>Clibadium sp.</i> | 2 | 1.2 | 1.7 | 4.7 | 0.0 | 0.3 | 6.2 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 2 | 1.2 | 1.7 | 4.7 | 0.0 | 0.3 | 6.2 |
| Total | 163.00 | 100 | 35.83 | 100 | 9.18 | 100 | 300 |

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario, los resultados muestran que las especies, *Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon* presentan los mayores índices de valor de importancia con un total de 180.4 % y 40.2 % respectivamente, (Tabla 2-185), debido a su alta abundancia y dominancia, seguidas por *Paraserianthes lophantha* con 22.6 %. Como especies acompañantes o con

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

abundancias bajas se encuentran las especies nativas *Salix humboldtiana* (12.4 %) y *Smallanthus pyramidalis* junto con *Clibadium sp.* (6.2 %).

- **Estructura vertical arbórea**

Para este análisis se definieron tres (3) estratos: estrato inferior, estrato medio y el estrato superior. Como podemos ver en la Tabla 2-185 se presentan los valores de Posición sociológica para las especies registradas.

Tabla 2- 185. Posición sociológica escenario canales.

| Especie | Inferior | Medio | Superior | PSA | PS % |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| | Nº De Árboles | Nº De Árboles | Nº De Árboles | | |
| <i>Acacia decurrens</i> | 76 | 41 | 6 | 57.32 | 79.55 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 5 | 8 | 4 | 5.91 | 8.21 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 9 | 1 | 0 | 5.42 | 7.52 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 2 | 0 | 0 | 1.13 | 1.57 |
| <i>Pinus patula</i> | 0 | 2 | 4 | 1.07 | 1.48 |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 0 | 2 | 0 | 0.67 | 0.94 |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 0 | 1 | 1 | 0.44 | 0.60 |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 0 | 0 | 1 | 0.10 | 0.14 |
| Total | 92 | 55 | 16 | 72.06 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

El estrato con mayor cantidad de individuos corresponde al estrato inferior con 92 individuos y la especie más abundante de este es la *Acacia decurrens* con 76 individuos, para el estrato medio tenemos una abundancia de 55 de individuos y la especie con mayor número de individuos es la *Acacia decurrens* con 41, por último, el estrato superior cuenta con una abundancia de 16 individuos y la especies con el mayor número de individuos es la *Acacia decurrens* con seis (6). Cabe resaltar la especie *Acacia melanoxylon*, la cual la encontramos distribuida en los tres estratos.

Las especies con mayores valores de Índice de posición sociológica relativa son en orden decreciente: *Acacia decurrens* (79.55 %), *Acacia melanoxylon* (8.21 %) y *Paraserianthes lophantha* (7.52 %). Las especies *Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon*, se encuentran representadas en los tres estratos.

Esta tendencia ratifica que la mayoría de los individuos son de porte bajo y medio, y que el estrato superior esta pobremente representado. En la Figura 2-302, se presenta el perfil típico que desarrolla la vegetación en este escenario objeto de evaluación, se puede observar la presencia de especies vegetales arbóreas maduras a través de todo el perfil, de manera intermitente a continúa debido a los procesos de plantación de árboles de especies exóticas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

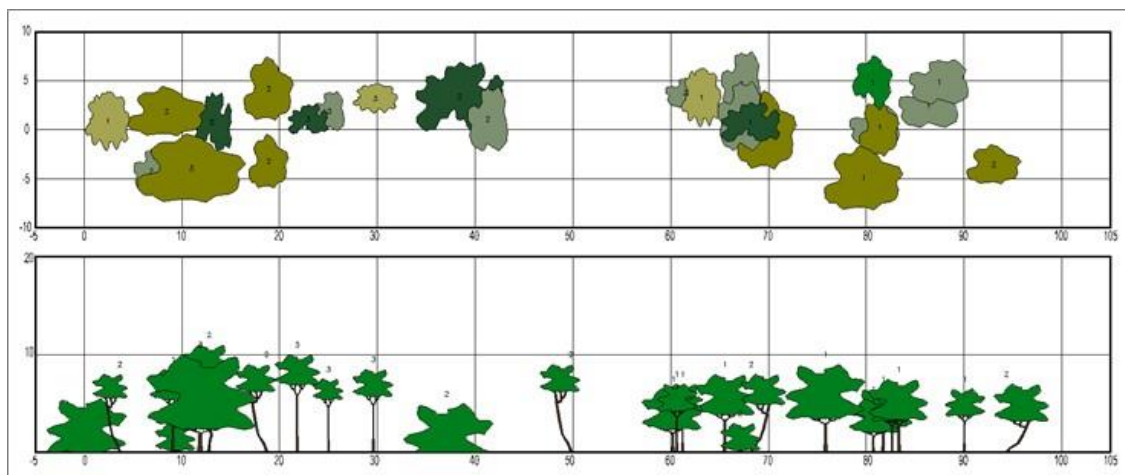


Figura 2-302. Perfil típico de la vegetación arbórea presente en el escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase para alturas, se determinaron 6 intervalos con una amplitud de clase de 2,5 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase, muestran la tendencia a agruparse en las clases intermedias II, III y IV (Rango de 5m a 13m) con un 85.28 % de los individuos, la menor cantidad de individuos se presenta en la clase VIII en la cual se reporta uno (1).

- **Estructura total o diamétrica**

La Tabla 2-186 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este escenario, en cuanto a la abundancia o número de individuos, volumen total, volumen del fuste y área basal.

En este escenario se identificaron nueve (9) clases diamétricas: I, II, III, IV, V; VI, VII, VIII, y IX. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 60 % y 21 %. Las clases superiores VIII y IX, están representadas, con un individuo cada una y tienen un porcentaje de 2 %.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

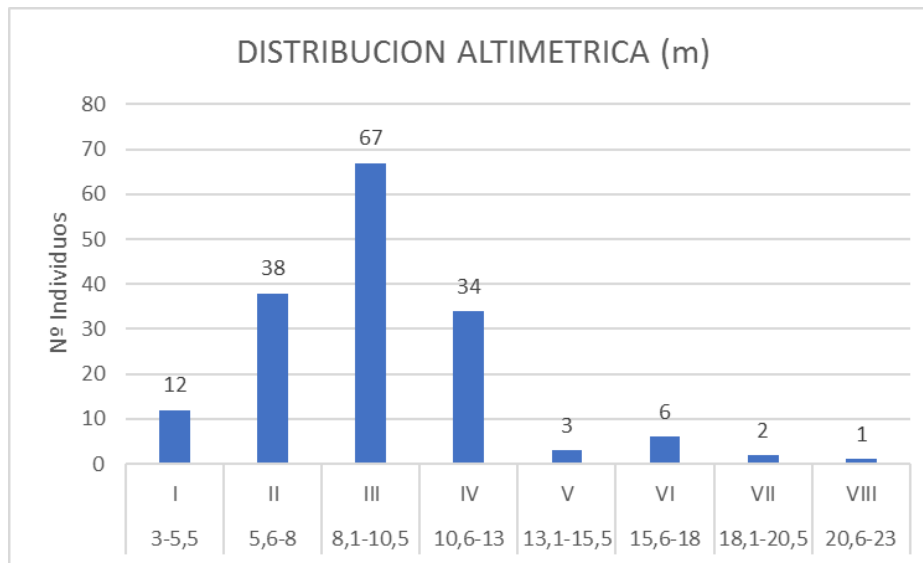


Figura 2- 303. Distribución altimétrica vegetación arbórea escenario canales.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 186. Estructura diamétrica vegetación arbórea escenario canales.

| Clases Diamétricas | Abundancias | | Volumen | | Área Basal (m ²) |
|--------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | Total (m ³) | Fuste (m ³) | |
| I | 98 | 60 | 10.41 | 2.04 | 1.70 |
| II | 35 | 21 | 9.57 | 0.54 | 1.60 |
| III | 13 | 8 | 10.34 | 2.44 | 1.19 |
| IV | 8 | 5 | 10.42 | 2.02 | 1.26 |
| V | 5 | 3 | 13.45 | 4.34 | 1.15 |
| VI | 1 | 1 | 3.11 | 0.41 | 0.30 |
| VII | 1 | 1 | 2.80 | 0.47 | 0.44 |
| VIII | 1 | 1 | 5.81 | 0.04 | 0.52 |
| IX | 1 | 1 | 16.24 | 4.24 | 1.01 |
| Total | 163 | 100% | 82.14 | 16.54 | 9.18 |

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2-304, muestra la curva de distribución de frecuencias de clase diamétrica de los árboles, donde se presenta un alto número de individuos por clase diamétrica pequeña y un bajo número de individuos por clase diamétrica alta, lo cual indica que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto igual que en el escenario evaluado anteriormente.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

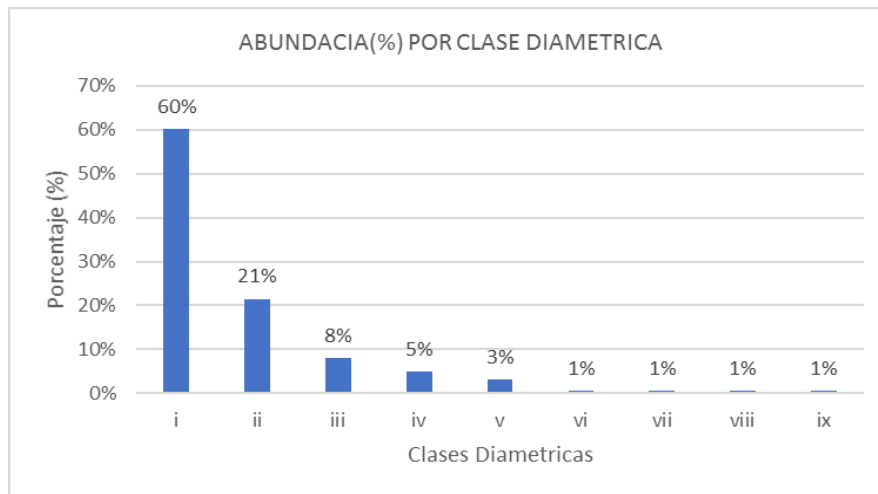


Figura 2- 304. Abundancia por clase diamétrica escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

Los individuos de la clase diamétrica I muestran una mayor dominancia con valores de área basal de 1.70 m^2 ; en contraposición, las clases diamétricas VI y VII presentan el menor valor de área correspondiente a 0.30 m^2 y 0.44 m^2 . Cabe resaltar que el mayor número de individuos en la categoría I hace que esta clase tome un valor tan alto comparado con las demás categorías.

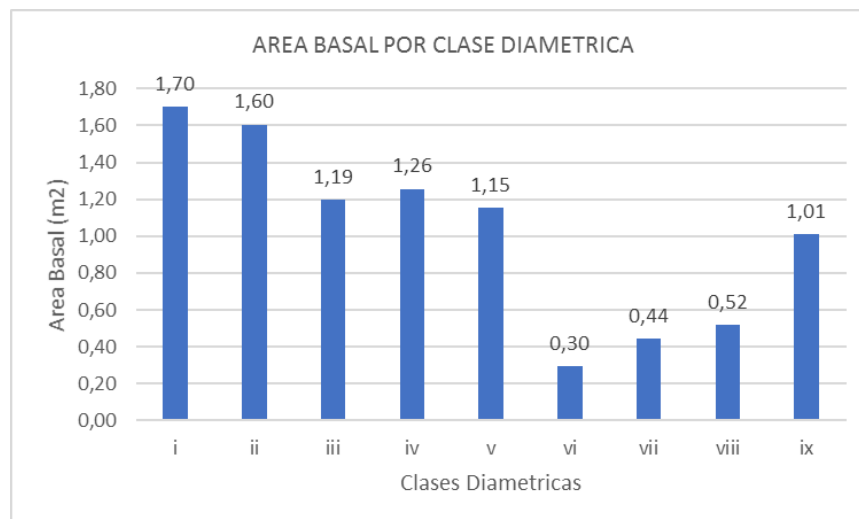


Figura 2- 305. Área basal por clase diamétrica escenario canales. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2-187 muestra los valores sobre el patrón de distribución actual, reportando que el 37.5 % de las especies presentan distribución dispersa, dentro de las cuales se encuentran especies como *Clibadium* sp.01, *Salix humboldtiana* y *Smallanthus pyramidalis*. La distribución dispersa ocurre donde el ambiente es muy uniforme y la competencia entre individuos es aguda. El 25 % de las especies encontradas, presentan una distribución con tendencia al agrupamiento que surge como consecuencia de un proceso de reforestación. Dentro de este grupo se encuentran especies como *Eucalyptus globulus* y *Paraserianthes*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

lophantha. Finalmente, el 37,50 % de las especies se caracterizan por presentar una distribución agrupada, las cuales se refieren a especies como *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Pinus patula*.

Tabla 2- 187. Agregación escenario canales.

| Especie | Densidad Observada | Densidad Esperada | Grado de Agregación | Tendencia Distribución |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Acacia decurrens</i> | 1.03 | 0.19 | 5.33 | Distribución agrupada |
| <i>Pinus patula</i> | 0.05 | 0.02 | 2.97 | Distribución agrupada |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 0.14 | 0.06 | 2.36 | Distribución agrupada |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 0.08 | 0.05 | 1.62 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 0.01 | 0.01 | 1.00 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 0.02 | 0.02 | 0.99 | Dispersa |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 0.02 | 0.02 | 0.99 | Dispersa |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 0.02 | 0.02 | 0.99 | Dispersa |

Fuente: Elaboración propia.

- Regeneración Natural identificada en el escenario canales.**

En las categorías de regeneración natural para las unidades de muestreo levantadas en este escenario, se encontraron 101 individuos correspondientes a 26 especies y 11 familias identificadas. La Tabla 2-188 presenta la composición florística de la regeneración natural identificada en el escenario, la familia más diversa en los estratos de regeneración corresponde a Solanaceae con ocho (8) especies.

Tabla 2- 188. Composición florística regeneración natural escenario canales.

| Familia | Especie |
|--------------|---------------------------------|
| Adoxaceae | <i>Viburnum tinoides</i> |
| Asteraceae | <i>Ageratina tinifolia</i> |
| | <i>Baccharis latifolia</i> |
| | <i>Chromolaena scabra</i> |
| | <i>Clibadium sp.01</i> |
| | <i>Montanoa quadrangularis</i> |
| | <i>Smallanthus pyramidalis</i> |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> |
| Caricaceae | <i>Vasconcellea pubescens</i> |
| Fabaceae | <i>Acacia decurrens</i> |
| | <i>Acacia melanoxylon</i> |
| | <i>Genista monspessulana</i> |
| | <i>Paraserianthes lophantha</i> |
| Onagraceae | <i>Fuchsia boliviana</i> |
| Papaveraceae | <i>Bocconia frutescens</i> |
| Piperaceae | <i>Piper bogotense</i> |
| | <i>Cybianthus marginatus</i> |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 188. Composición florística regeneración natural
escenario canales.

| Familia | Especie |
|------------|------------------------------------|
| Salicaceae | <i>Abatia parviflora</i> |
| Solanaceae | <i>Cestrum cuneifolium</i> |
| | <i>Cestrum ochraceum</i> |
| | <i>Solanum americanum</i> |
| | <i>Solanum cornifolium</i> |
| | <i>Solanum oblongifolium</i> |
| | <i>Solanum sp.01</i> |
| | <i>Solanum stellatiglandulosum</i> |
| | <i>Solanum torvum</i> |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2-189 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este escenario, encontrándose un total de 101 individuos, distribuidos en 26 especies. La categoría CT3 es la que posee el mayor porcentaje de individuos con el 49.50 % (50 individuos), seguida por categoría CT2 con 35.64 % (36 individuos), y la categoría CT1 el 14.85 % (15 individuos).

Tabla 2- 189. Regeneración Natural escenario canales.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1 <30 cm | | CT2 30-150cm | | CT3>150cm | | Reg Nat % |
|------------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|------|--------------|------|-----------|------|--------------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº Ind | % | Nº Ind | % | Nº Ind | % | |
| <i>Acacia decurrens</i> | 14 | 13.86 | 50.00 | 13.43 | 2.00 | 1.98 | 3.00 | 2.97 | 9.00 | 8.91 | 13.97 |
| <i>Solanum cornifolium</i> | 13 | 12.87 | 38.89 | 10.45 | 4.00 | 3.96 | 5.00 | 4.95 | 4.00 | 3.96 | 11.42 |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 9 | 8.91 | 33.33 | 8.96 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 6.00 | 5.94 | 9.16 |
| <i>Cestrum cuneifolium</i> | 10 | 9.90 | 27.78 | 7.46 | 2.00 | 1.98 | 3.00 | 2.97 | 5.00 | 4.95 | 9.00 |
| <i>Fuchsia boliviana</i> | 6 | 5.94 | 22.22 | 5.97 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 3.96 | 2.00 | 1.98 | 5.99 |
| <i>Piper bogotense</i> | 6 | 5.94 | 16.67 | 4.48 | 1.00 | 0.99 | 3.00 | 2.97 | 2.00 | 1.98 | 5.32 |
| <i>Solanum sp.01</i> | 5 | 4.95 | 16.67 | 4.48 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 2.00 | 1.98 | 4.69 |
| <i>Chromolaena scabra</i> | 5 | 4.95 | 11.11 | 2.99 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 2.00 | 1.98 | 4.20 |
| <i>Baccharis latifolia</i> | 4 | 3.96 | 16.67 | 4.48 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 2.97 | 4.18 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 3 | 2.97 | 16.67 | 4.48 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 3.61 |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 4 | 3.96 | 11.11 | 2.99 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 1.00 | 0.99 | 3.45 |
| <i>Solanum torvum</i> | 3 | 2.97 | 16.67 | 4.48 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 2.9 | 0.00 | 0.00 | 3.38 |
| <i>Ageratina tinifolia</i> | 3 | 2.97 | 11.11 | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 2.00 | 1.98 | 3.11 |
| <i>Cestrum ochraceum</i> | 2 | 1.98 | 11.11 | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 2.37 |
| <i>Vasconcellea pubescens</i> | 2 | 1.98 | 11.11 | 2.99 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 2.37 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 2 | 1.98 | 5.56 | 1.49 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.70 |
| <i>Abatia parviflora</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Genista monspessulana</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 189. Regeneración Natural escenario canales.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1 <30 cm | | CT2 30-150cm | | CT3>150cm | | Reg Nat % |
|---------------------------------|------------|------|------------|------|------------|-------|--------------|-------|-----------|-------|--------------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº Ind | % | Nº Ind | % | Nº Ind | % | |
| <i>Montanoa quadrangularis</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Paraserianthes lophantha</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Solanum americanum</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Solanum oblongifolium</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 1.24 |
| <i>Bocconia frutescens</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 1.13 |
| <i>Cybianthus marginatus</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 1.13 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 1 | 0.99 | 5.56 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 1.13 |
| Total | 101 | 100 | 372 | 100 | 15 | 14.85 | 36 | 35.64 | 50 | 49.50 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Se reportan un total de ocho (8) especies presentes en la categoría arbórea, de estas solo cinco (5) presentan relevo generacional, es decir que se reportan al menos para una de las tres categorías de tamaño evaluado, hecho que evidencia una dinámica regeneracional aceptable de las especies vegetales arbóreas. Además, en la regeneración natural se encontraron especies, de las cuales algunas son de porte arbustivo y hacen parte del sotobosque, dentro de este grupo se encuentran especies como *Sambucus nigra* y *Solanum oblongifolium*. La especie con mayor porcentaje del índice de regeneración natural es *Acacia decurrens* con 13,97 %, seguida por *Solanum cornifolium* (11,42 %) y *Clibadium sp.01* (9,16 %) como se observa en la Figura 2-306. La primera especie se caracterizó por ser altamente abundante y frecuente, además de estar bien representada en los tres estratos evaluados. *Cestrum cuneifolium* una especie pionera intermedia que se caracteriza por colonizar espacios que han sido fuertemente perturbados.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

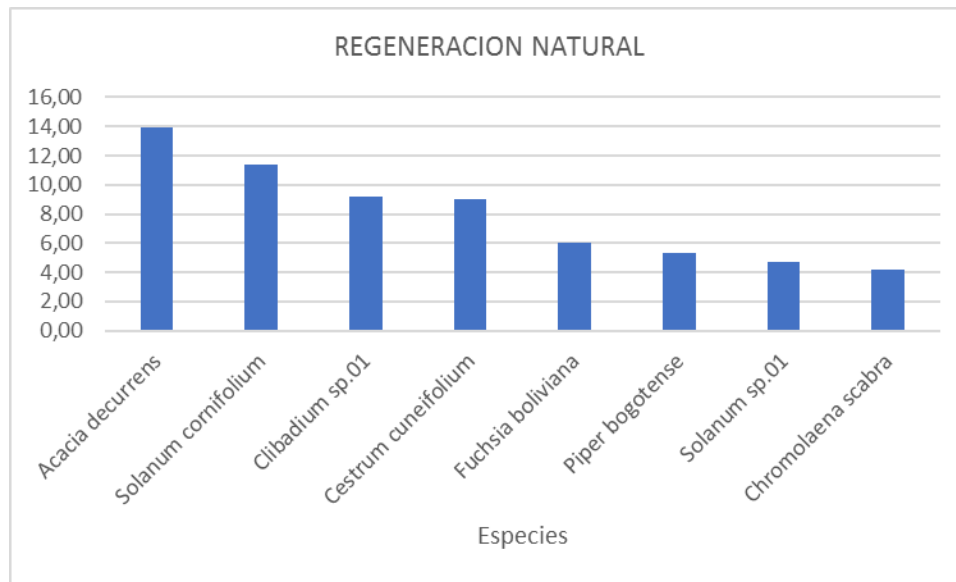


Figura 2- 306. Regeneración Natural presente en el escenario canales. Fuente: Elaboración propia

- **Composición florística de especies vegetales Arbustivas.**

En el escenario de canales, se encontraron 6 individuos, distribuidos en 2 especies Ver Tabla 2-190, *Genista monspessulana* (retamo liso), se encuentra bajo observación a nivel regional por su condición de alto riesgo de invasión y su necesidad de control. Por su parte se resalta la presencia de una especie de la familia solanaceae, familia que presentó registros de variadas especies de arbustos, en los recorridos libres realizados en el escenario, por tanto, puede reportarse como una especie de interés en el proceso de recuperación del humedal.

Tabla 2- 190. Composición florística especies vegetales arbustivas escenario canales.

| Familia | Géneros | Especie | Abundancia |
|--------------|---------|------------------------------|------------|
| Fabaceae | Genista | <i>Genista monspessulana</i> | 4 |
| Solanaceae | Cestrum | <i>Cestrum cuneifolium</i> | 2 |
| Total | | | 6 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Composición florística de especies vegetales Herbáceas.**

- **Abundancia florística**

En los levantamientos de plantas herbáceas realizados dentro de este escenario, se registraron un total de 46 individuos vegetales, distribuidos en 14 familias botánicas y a 17 géneros pertenecientes a 18 especies vegetales diferentes como se muestra en la Tabla 2-191. Resalta la familia Poaceae como la más representativa con 17 registros, le sigue la familia Asteraceae con 10 registros, las familias Apiaceae y Polygonaceae con tres (3) registros cada una, las familias Brassicaceae, Cucurbitaceae y Fabaceae con dos (2) registros cada una y por último, las familias botánicas Commelinaceae, Crassulaceae,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Euphorbiaceae, Oxalidaceae, Passifloraceae, Rosaceae y Tropaeolaceae reportan un (1) registro cada una.

Tabla 2- 191. Plantas herbáceas identificadas en el escenario de canales.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Apiaceae | <i>Conium maculatum</i> | 3 |
| Total Apiaceae | | 3 |
| Asteraceae | <i>Emilia sonchifolia</i> | 1 |
| | <i>Galinsoga parviflora</i> | 3 |
| | <i>Jungia coarctata</i> | 1 |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | 5 |
| Total Asteraceae | | 10 |
| Brassicaceae | <i>Raphanus sativus</i> | 2 |
| Total Brassicaceae | | 2 |
| Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> | 1 |
| Total Commelinaceae | | 1 |
| Crassulaceae | <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> | 1 |
| Total Crassulaceae | | 1 |
| Cucurbitaceae | <i>Sicyos sp.01</i> | 2 |
| Total Cucurbitaceae | | 2 |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia peplus</i> | 1 |
| Total Euphorbiaceae | | 1 |
| Fabaceae | <i>Trifolium pratense</i> | 1 |
| | <i>Trifolium repens</i> | 1 |
| Total Fabaceae | | 2 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis corniculata</i> | 1 |
| Total Oxalidaceae | | 1 |
| Passifloraceae | <i>Passiflora sp.01</i> | 1 |
| Total Passifloraceae | | 1 |
| Poaceae | <i>Cenchrus clandestinus</i> | 17 |
| Total Poaceae | | 17 |
| Polygonaceae | <i>Rumex obtusifolius</i> | 3 |
| Total Polygonaceae | | 3 |
| Rosaceae | <i>Fragaria vesca</i> | 1 |
| Total Rosaceae | | 1 |
| Tropaeolaceae | <i>Tropaeolum majus</i> | 1 |
| Total Tropaeolaceae | | 1 |
| Total General | | 46 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La mayor riqueza de especies en el escenario la presenta la familia Poaceae con una representatividad del 36.96%, le siguen en importancia, la familia Asteraceae con 21.74%, las familias Apiaceae y Polygonaceae con 6.52% cada una, las familias Brassicaceae, Cucurbitaceae y Fabaceae con 4.35% cada una y por último, las familias botánicas Commelinaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Oxalidaceae, Passifloraceae, Rosaceae y Tropaeolaceae representan un 2.17% cada una dentro del escenario objeto de estudio.

Según la Figura 2-307, la mayor abundancia de especies herbáceas la presenta *Cenchrus clandestinus* con una representatividad del 36.96 %, le sigue en importancia la especie *Taraxacum officinale* con 10.87%. Las especies *Conium maculatum*, *Galinsoga parviflora* y *Rumex obtusifolius* representan cada una un 6.52% dentro del escenario objeto de estudio, mientras que *Raphanus sativus* y *Sicyos* sp. representan cada una el 4.35 %. De acuerdo con su hábito de crecimiento, el 43.48 % de los individuos son erguidos y el 56.52 % pertenecen al estrato rasante.

• Cobertura

Respecto de la cobertura relativa de las especies, analizada en términos del área de cobertura en m² de cada individuo registrado dentro del área inventariada en el escenario, teniendo en cuenta que, para el sector de los canales, se inventarió un área de 20.00m², las especies más representativas son *Cenchrus clandestinus* con una cobertura relativa del 56.00 %, seguido de *Taraxacum officinale* con 6.5 %, la especie *Galinsoga parviflora* con 3.5 %, la especie *Euphorbia peplus* con 3.25 % y las especies *Conium maculatum* y *Fragaria vesca* con 3.00 % cada una. El resto de las especies identificadas en este escenario posee una cobertura relativa inferior al 2.75 % como se aprecia en la Tabla 2-192.

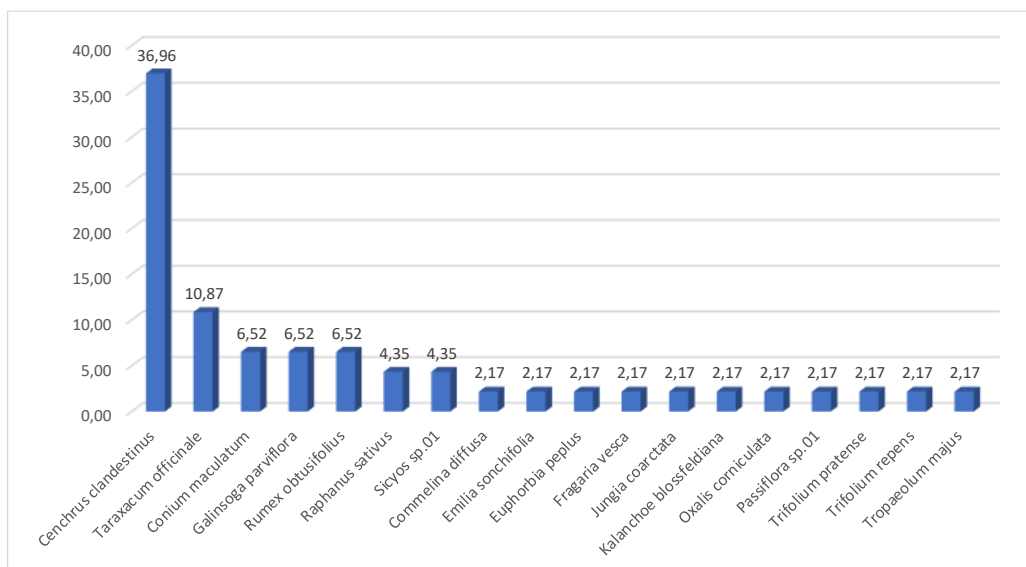


Figura 2- 307. Abundancia relativa de plantas herbáceas identificadas en el escenario de canales.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 192. Dominancia en términos de cobertura relativa de las especies registradas en el escenario de canales.

| Especie | Cobertura (m ²) | Cobertura Relativa (%) |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| <i>Cenchrus clandestinus</i> | 11.20 | 56.00 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 1.30 | 6.50 |
| <i>Galinsoga parviflora</i> | 0.70 | 3.50 |
| <i>Euphorbia peplus</i> | 0.65 | 3.25 |
| <i>Conium maculatum</i> | 0.60 | 3.00 |
| <i>Fragaria vesca</i> | 0.60 | 3.00 |
| <i>Tropaeolum majus</i> | 0.55 | 2.75 |
| <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> | 0.45 | 2.25 |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | 0.45 | 2.25 |
| <i>Sicyos sp.01</i> | 0.40 | 2.00 |
| <i>Passiflora sp.01</i> | 0.40 | 2.00 |
| <i>Jungia coarctata</i> | 0.35 | 1.75 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> | 0.20 | 1.00 |
| <i>Trifolium pratense</i> | 0.20 | 1.00 |
| <i>Raphanus sativus</i> | 0.15 | 0.75 |
| <i>Oxalis corniculata</i> | 0.10 | 0.50 |
| <i>Commelina diffusa</i> | 0.05 | 0.25 |
| <i>Trifolium repens</i> | 0.05 | 0.25 |

Fuente: Elaboración propia.

• Análisis Escenario canales

A partir de los resultados, se establece en la ronda de los canales, que los estratos arbóreos se presentan dominados por las especies exóticas de *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Paraserianthes lophantha*, las cuales requieren de control en su regeneración y manejo de las coberturas que dominan. Así mismo se resalta la presencia de especies nativas como *Salix humboldtiana* y *Smallanthus pyramidalis*, especies usadas en procesos de recuperación y restauración ecológica de áreas alteradas.

El estrato arbustivo se resalta por la presencia de muy pocas especies arbustivas, el retamo liso (*Genista monspessulana*) y una especie de solanácea (*Cestrum cuneifolium*), lo cual evidencia la clara necesidad de control de la especie invasora de retamo liso, así como el potencial uso de la especie nativa en los procesos de recuperación del sistema.

En el estrato herbáceo la especie dominante es el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) con el 56 %, el cual se presenta junto a otras especies entre nativas y exóticas, presentes en poca extensión, lo cual establece la prioridad de control y manejo de la especie de pasto, siendo catalogada con alto riesgo de invasión. Se construye el perfil de vegetación integrando los diversos estratos evaluados (figura 2-308), en donde se esquematiza la distribución de las especies reportadas en cada estrato.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

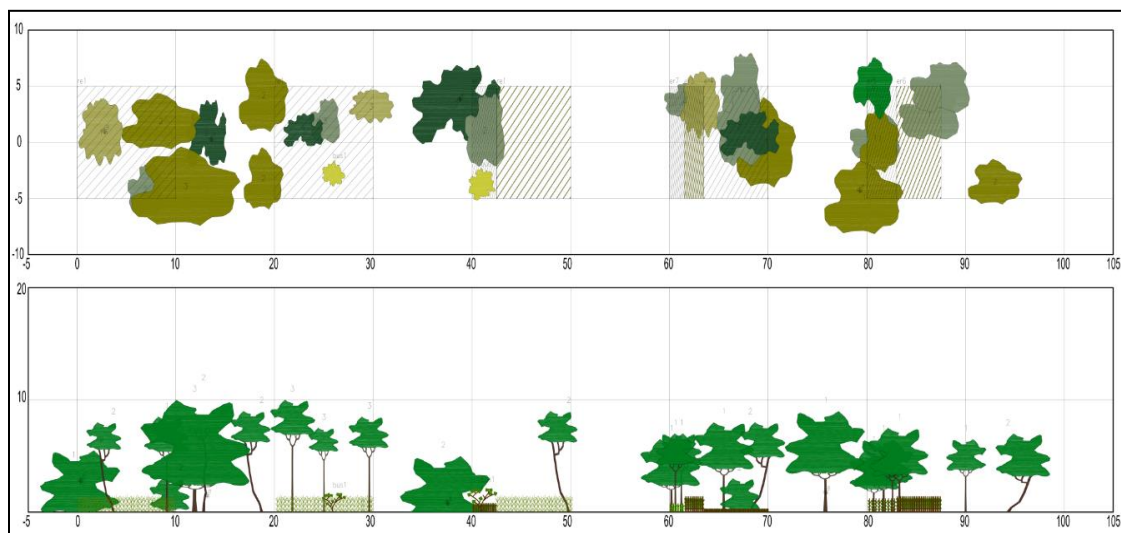


Figura 2- 308. Perfil de vegetación terrestre asociada al escenario canales.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el escenario de canales cubre parte del área reconocida como Reserva Distrital de Humedal de Torca y Guaymaral, se evidencia que una amplia zona del humedal ha sido modificada a partir de la canalización de los flujos de agua, los cuales están rodeados generalmente con rellenos. Esto determina un cambio de las condiciones del terreno y con esto una alteración de las zonas que sirven de amortiguación de la dinámica hídrica del humedal. Es así, que las áreas de canales son vulnerables al nivel de inundación en algunas épocas o picos climáticos de precipitación, por tanto, es sugerido el contemplar estrategias de recuperación hidrogeomorfológica del vaso del humedal, con la subsecuente recuperación de las coberturas vegetales propias, dependiendo de la profundidad o límite del borde del espejo de agua reconfigurado. De esta forma se puede disponer de mayores áreas y condiciones al entorno de los canales, dispuestas para contener las aguas que llegan por flujo o drenaje, así como las aguas lluvias en los picos máximos de contención.

- **Vegetación terrestre asociada a las rondas de quebradas**

Las áreas de ronda de quebradas se encuentran muy alteradas y tendientes a ser homogéneas entre las distintas quebradas presentes; esto basado en la extensión de coberturas vegetales antrópicas (97.37% del escenario), las cuales presentan amplia extensión de coberturas de pastizales limpios, arbolados y enmalezados (46.08% del escenario), seguido por coberturas con otras zonas verdes urbanas y separadores (10.61% del escenario) y por cercas vivas, setos y plantaciones forestales (7.78% del escenario). En una reducida extensión se identifican coberturas naturales como bosques de galería (2.17% del escenario) y otras coberturas naturales (0.46% del escenario).

Por tanto, se busca implementar los transectos de vegetación en áreas donde se presenten relictos de vegetación natural (Bosque de galería, arbustales o herbazales) así como fragmentos representativos de vegetación antropizada (Plantaciones, pastizales enmalezados, arbolados y limpios).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los resultados detallados de la caracterización de la vegetación terrestre de los diversos estratos se presentan a continuación.

- **Composición florística de especies vegetales arbóreas**

En el escenario de cuerpos lóticos, se encontraron 138 individuos, distribuidos en 11 familias, 13 géneros y 14 especies. Se destaca por su diversidad de especies la familia Fabaceae con dos (2) géneros y Asteráceae que también posee dos géneros, la familia más abundante es la Betulaceae con 62 individuos todos de la especie *Alnus acuminata*, como se puede ver en la Tabla 2-193.

Tabla 2- 193. Composición florística especies vegetales arbóreas.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|----------------|-------------|------------------------------------|------------|
| Adoxaceae | Sambucus | <i>Sambucus nigra</i> | 2 |
| Asteraceae | Clibadium | <i>Clibadium sp.01</i> | 12 |
| | Smallanthus | <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 2 |
| Betulaceae | Alnus | <i>Alnus acuminata</i> | 62 |
| Boraginaceae | Varronia | <i>Varronia cylindrostachya</i> | 1 |
| Elaeocarpaceae | Vallea | <i>Vallea stipularis</i> | 2 |
| Fabaceae | Acacia | <i>Acacia decurrens</i> | 23 |
| | | <i>Acacia melanoxylon</i> | 18 |
| | Senna | <i>Senna viarum</i> | 2 |
| Myrtaceae | Eucalyptus | <i>Eucalyptus globulus</i> | 9 |
| Oleaceae | Ligustrum | <i>Ligustrum lucidum</i> | 1 |
| Phyllanthaceae | Phyllanthus | <i>Phyllanthus salviifolius</i> | 1 |
| Pinaceae | Pinus | <i>Pinus radiata</i> | 2 |
| Solanaceae | Solanum | <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 1 |
| Total | | | 138 |

Fuente: Elaboración propia.

Las familias que se caracterizaron por acumular el mayor número de individuos, en este caso es Betulaceae con 61 individuos, seguida por Fabaceae con 43, con 14 individuos, Asteráceae y con 9 individuos Myrtaceae. Se ve reflejado un alto grado de intervención sobre este escenario de estudio a pesar de ser los escenarios mejor conservados desde el punto de vista de la permanencia de las coberturas vegetales en contraposición al cambio de uso del suelo identificado en los demás escenarios objeto de análisis. Al analizar la abundancia por géneros en el escenario, se encontró que *Alnus* y *Acacia* son los géneros que presentan mayor número de individuos, 62 y 41, respectivamente, seguidos por *Clibadium* con 12 individuos y *Eucalyptus* con 9 individuos, estos géneros, en la zona de estudio, se encuentran asociados a fenómenos antropogénicos en los cuales por sus condiciones fenológicas y fisiológicas han logrado adaptarse a los cambios en la composición florística de los ecosistemas naturales de las zonas de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Estructura horizontal especies vegetales arbóreas

El índice de valor de importancia (IVI), que muestra las especies con mayor peso ecológico relativo dentro de la zona de estudio. Ver Tabla 2-194.

Tabla 2- 194. Estructura Horizontal especies vegetales arbóreas.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | Dominancia | | IVI (%) |
|------------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| | Aa | Ar (%) | Fa | Fr (%) | Da | Dr (%) | |
| <i>Alnus acuminata</i> | 62 | 44.93 | 11.76 | 30.77 | 2.82 | 20.33 | 96.02 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 23 | 16.67 | 7.65 | 20.00 | 5.28 | 38.07 | 74.74 |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 9 | 6.52 | 4.12 | 10.77 | 3.28 | 23.65 | 40.94 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 18 | 13.04 | 3.53 | 9.23 | 0.88 | 6.36 | 28.64 |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 12 | 8.70 | 3.53 | 9.23 | 0.20 | 1.46 | 19.39 |
| <i>Pinus radiata</i> | 2 | 1.45 | 0.59 | 1.54 | 1.05 | 7.56 | 10.55 |
| <i>Senna viarum</i> | 2 | 1.45 | 1.18 | 3.08 | 0.18 | 1.33 | 5.86 |
| <i>Vallea stipularis</i> | 2 | 1.45 | 1.18 | 3.08 | 0.04 | 0.32 | 4.85 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 2 | 1.45 | 1.18 | 3.08 | 0.02 | 0.16 | 4.69 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 2 | 1.45 | 1.18 | 3.08 | 0.02 | 0.14 | 4.66 |
| <i>Ligustrum lucidum</i> | 1 | 0.72 | 0.59 | 1.54 | 0.04 | 0.25 | 2.52 |
| <i>Varronia cylindrostachya</i> | 1 | 0.72 | 0.59 | 1.54 | 0.03 | 0.19 | 2.46 |
| <i>Phyllanthus salviifolius</i> | 1 | 0.72 | 0.59 | 1.54 | 0.01 | 0.09 | 2.35 |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 1 | 0.72 | 0.59 | 1.54 | 0.01 | 0.08 | 2.34 |
| Total | 138.00 | 100.00 | 38.24 | 100.00 | 13.88 | 100.00 | 300.00 |

Fuente: Elaboración propia.

El índice de valor de importancia, que reúne los tres parámetros abundancia, frecuencia y dominancia, permite comparar el peso ecológico relativo de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente.

En este escenario, los resultados muestran que las especies, *Alnus acuminata* y *Acacia decurrens* presentan los mayores índices de valor de importancia con un total de 96.02% y 74.74% respectivamente; la siguiente especie es *Eucalyptus globulus* con un 40.94% del porcentaje de índice de valor de importancia, la cual se caracteriza por ser una especie introducida con un alto grado de éxito al colonizar y dominar múltiples ecosistemas. Como especies acompañantes por sus abundancias bajas, se encuentran *Senna viarum* (5.86%) y *Vallea stipularis* (4.85%).

- Estructura vertical especies vegetales arbóreas

Para este análisis se definieron tres (3) estratos: estrato inferior, estrato medio y el estrato superior. Como podemos ver en la Tabla 2-195 se presentan los valores de Posición sociológica para las especies registradas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 195. Posición sociológica escenario quebradas.

| Especie | Inferior | Medio | Superior | PSA | PS % |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------------|
| | Nº de Arboles | Nº de Arboles | Nº de Arboles | | |
| <i>Alnus acuminata</i> | 50 | 10 | 2 | 36.49 | 50.49 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 15 | 4 | 4 | 11.57 | 16.01 |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 9 | 8 | 1 | 7.78 | 10.76 |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 11 | 1 | 0 | 7.75 | 10.73 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 2 | 0 | 0 | 1.38 | 1.90 |
| <i>Vallea stipularis</i> | 2 | 0 | 0 | 1.38 | 1.90 |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 0 | 0 | 9 | 1.17 | 1.62 |
| <i>Senna viarum</i> | 1 | 1 | 0 | 0.87 | 1.20 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 1 | 1 | 0 | 0.87 | 1.20 |
| <i>Ligustrum lucidum</i> | 1 | 0 | 0 | 0.69 | 0.95 |
| <i>Phyllanthus salviifolius</i> | 1 | 0 | 0 | 0.69 | 0.95 |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 1 | 0 | 0 | 0.69 | 0.95 |
| <i>Varronia cylindrostachya</i> | 1 | 0 | 0 | 0.69 | 0.95 |
| <i>Pinus radiata</i> | 0 | 0 | 2 | 0.26 | 0.36 |
| Total | 95 | 25 | 18 | 72.28 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Evaluando la cantidad de individuos por estrato, se evidencia que el estrato inferior es el mayormente representado, ya que cuenta con 95 individuos, así mismo, el estrato medio con 25 árboles y finalmente el estrato superior con 18 individuos. Esto indica que la mayoría de los individuos se encuentran en edades tempranas y que las especies no poseen alturas representativas.

Las especies con mayores valores de Índice de posición sociológica relativa son en orden decreciente: *Alnus acuminata* (50.49 %), *Acacia decurrens* (16.01 %) y *Acacia melanoxylon* (10.76 %) (ver Figura 2-309). De igual forma estas tres (3) especies se encuentran representadas en los tres estratos, lo que les permite exhibir una estructura vertical continua. Así mismo, aseguran la continuación de las especies a lo largo de la sucesión vegetal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

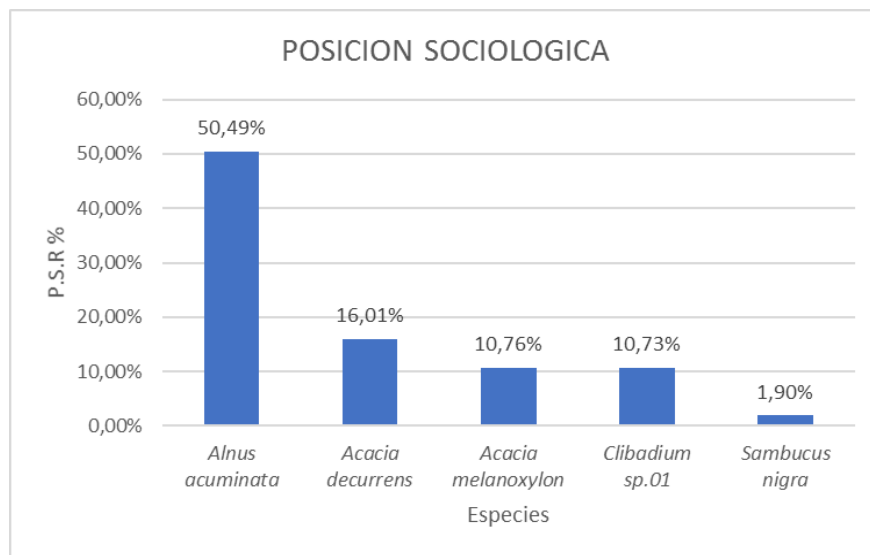


Figura 2- 309. Posición sociológica escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Esta tendencia ratifica que la mayoría de los individuos son de porte bajo y medio, y que el estrato superior esta pobremente representado. En la Figura 2-309, se presenta el perfil típico que desarrolla la vegetación en este escenario objeto de evaluación, se puede observar la presencia de especies vegetales arbóreas con mayor grado de madurez a través de todo el perfil, de manera que conforman una estructura horizontal continua, existe regeneración natural en su mayoría de especies exóticas con una importante presencia de nativas.

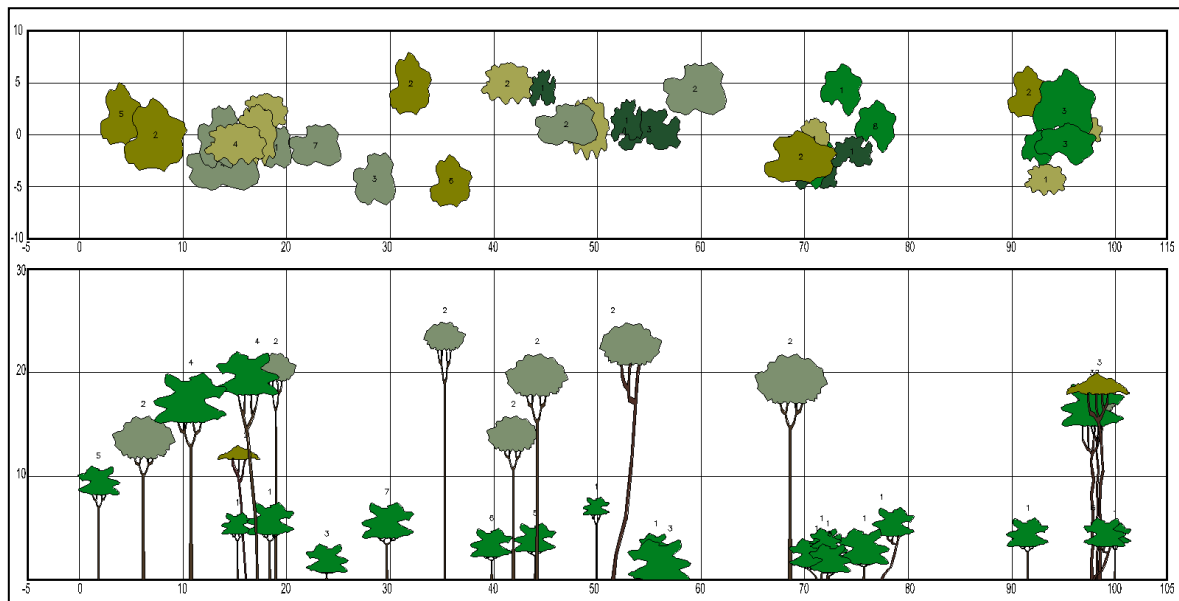


Figura 2- 310. Perfil típico de la vegetación presente en el escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para la distribución de los individuos en los intervalos de clase de alturas, se determinaron 8 intervalos con una amplitud de clase de 2.75 metros. La distribución de los individuos dentro de los intervalos de clase muestra la tendencia a agruparse en las clases intermedias I, II y III (Rango de 3m a 11.25m) con un 81.88 % de los individuos. La menor cantidad de individuos se presenta en las clases V, VI y VIII las cuales reportan dos (2) individuos cada una (Ver Figura 2-311).

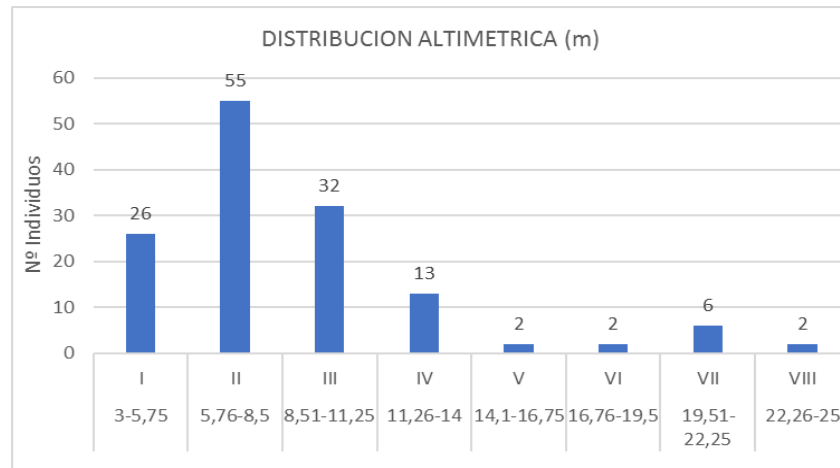


Figura 2- 311. Distribución altimétrica escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

- **Estructura total o diamétrica**

La Tabla 2-196 muestra los resultados obtenidos para las clases diamétricas existentes en este escenario, en cuanto a la abundancia o número de individuos, volumen total, volumen del fuste y área basal.

En este escenario se identificaron nueve (9) clases diamétricas: I, II, III, IV, V; VI, VII, VIII, y IX. La mayor abundancia de individuos se presenta en las clases I y II con porcentajes de abundancia de 43.48 % y 30.43 %. Las clases superiores VIII y IX, no poseen abundancias representativas pero sus volúmenes y área basal determinan su peso relativo en este escenario objeto de estudio.

Tabla 2- 196. Estructura total o diamétrica escenario quebradas.

| Clases Diamétricas | Abundancias | | Volumen | | Área Basal (m²) |
|--------------------|-------------|--------------|------------|------------|-----------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | Total (m³) | Fuste (m³) | |
| I | 60 | 43.48 | 4.60 | 0.65 | 0.99 |
| II | 42 | 30.43 | 11.37 | 2.35 | 1.98 |
| III | 11 | 7.97 | 7.68 | 1.58 | 1.03 |
| IV | 12 | 8.70 | 15.71 | 5.16 | 1.78 |
| V | 4 | 2.90 | 9.95 | 2.72 | 1.01 |
| VI | 2 | 1.45 | 9.81 | 3.97 | 0.64 |
| VII | 2 | 1.45 | 12.99 | 0.00 | 0.95 |
| VIII | 2 | 1.45 | 12.38 | 3.74 | 1.15 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 196. Estructura total o diamétrica escenario quebradas.

| Clases Diamétricas | Abundancias | | Volumen | | Área Basal (m ²) |
|-----------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | Total (m ³) | Fuste (m ³) | |
| IX | 3 | 2.17 | 63.08 | 3.15 | 4.34 |
| Total | 138 | 100 | 147.58 | 23.31 | 13.88 |

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2-312, muestra la curva de distribución de frecuencias de clase diamétrica (o tamaño) de los árboles, con un alto número de individuos por clase diamétrica pequeña y un bajo número de individuos por clase diamétrica alta, lo cual indica igual que para los demás escenarios objeto de análisis, que en general existe una regeneración natural alta, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de éstas plantas puede llegar al estado adulto.

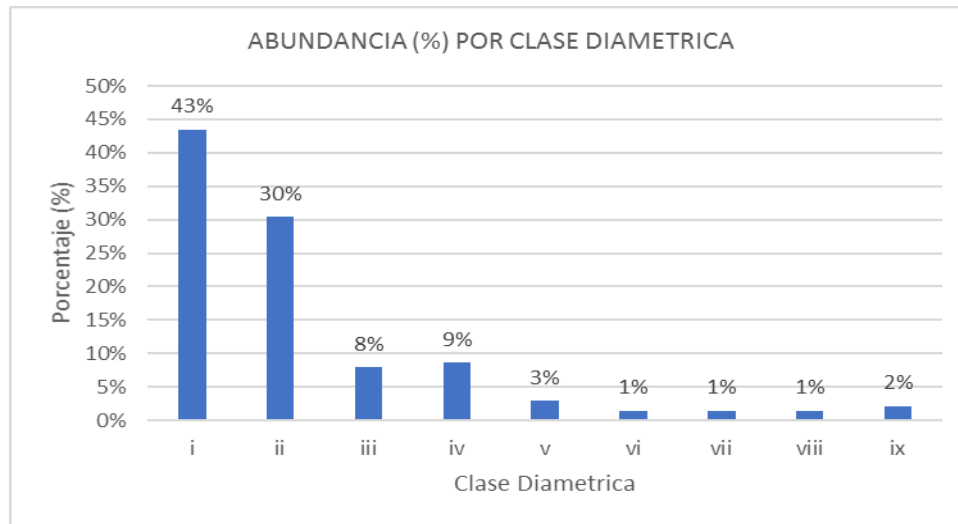


Figura 2- 312. Abundancia por clase diamétrica escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Las clases diamétricas IX y II muestran una mayor dominancia con valores de área basal de 4.34 m² y 1.98 m² respectivamente; en contraposición las clases diamétrica VI y VII presentan el menor valor de área correspondiente a 0,64 m² y 0,95m², valor influenciado por la abundancia de individuos presente en esta clase.

La Tabla 2-197 muestra el patrón de distribución actual, reportando que el 28.57% de las especies presentan distribución dispersa es decir que los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio disponible, encontrándose dentro de este grupo especies como *Sambucus nigra*, *Senna viarum*, *Smallanthus pyramidalis* y *Vallea stipularis*. El 57.14% de las especies encontradas, presentan una distribución con tendencia al agrupamiento, este tipo de agrupación ocurre cuando los individuos de una especie presentan una fuerte competencia y surge como consecuencia de una siembra dentro de procesos de reforestación en estas áreas.

Dentro de este grupo se encuentran especies como *Pinus radiata*, *Clibadium sp.01*, *Acacia decurrens*, *Eucalyptus globulus*, *Ligustrum lucidum*, *Phyllanthus salviifolius*, *Solanum*

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

stellatiglandulosum y *Varronia cylindrostachya*. Finalmente, el 14.29% de las especies se caracterizan por presentar una distribución agrupada, representadas por especies como *Acacia melanoxylon* y *Alnus acuminata*. Es de resaltar que para este escenario se reportan más especies nativas, distribuidas de forma agrupada o dispersa, comparando los resultados con respecto a los demás escenarios.

Tabla 2- 197. Agregación escenario quebradas.

| Especie | Densidad Observada | Densidad Esperada | Grado de Agregación | Tendencia Distribución |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Acacia melanoxylon</i> | 0.11 | 0.04 | 2.95 | Distribución agrupada |
| <i>Alnus acuminata</i> | 0.36 | 0.13 | 2.91 | Distribución agrupada |
| <i>Pinus radiata</i> | 0.01 | 0.01 | 1.99 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Clibadium sp.01</i> | 0.07 | 0.04 | 1.96 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Acacia decurrens</i> | 0.14 | 0.08 | 1.70 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | 0.05 | 0.04 | 1.26 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Ligustrum lucidum</i> | 0.01 | 0.01 | 1.00 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Phyllanthus salviifolius</i> | 0.01 | 0.01 | 1.00 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 0.01 | 0.01 | 1.00 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Varronia cylindrostachya</i> | 0.01 | 0.01 | 1.00 | Tendencia al agrupamiento |
| <i>Sambucus nigra</i> | 0.01 | 0.01 | 0.99 | Dispersa |
| <i>Senna viarum</i> | 0.01 | 0.01 | 0.99 | Dispersa |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 0.01 | 0.01 | 0.99 | Dispersa |
| <i>Vallea stipularis</i> | 0.01 | 0.01 | 0.99 | Dispersa |

Fuente: Elaboración propia.

- Regeneración Natural identificada en el escenario quebradas**

En las categorías de regeneración natural para las unidades de muestreo levantadas en este escenario se encontraron 69 individuos correspondientes a 17 especies y 10 familias identificadas. La Tabla 2-198 presenta la composición florística de la regeneración natural identificada en el escenario, la familia más diversa en los estratos de regeneración natural corresponde a Solanaceae con 12 especies.

Tabla 2- 198. Composición florística de la regeneración natural escenario quebradas.

| Familia | Especie |
|------------|--------------------------------|
| Adoxaceae | <i>Sambucus nigra</i> |
| | <i>Viburnum tinoides</i> |
| Asteraceae | <i>Ageratina tinifolia</i> |
| | <i>Baccharis latifolia</i> |
| | <i>Chromolaena scabra</i> |
| | <i>Clibadium sp.01</i> |
| | <i>Montanoa quadrangularis</i> |
| | <i>Smallanthus pyramidalis</i> |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 198. Composición florística de la regeneración natural escenario quebradas.

| Familia | Especie |
|----------------|------------------------------------|
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> |
| Caricaceae | <i>Vasconcellea pubescens</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> |
| Fabaceae | <i>Acacia decurrens</i> |
| | <i>Acacia melanoxylon</i> |
| | <i>Genista monspessulana</i> |
| | <i>Paraserianthes lophantha</i> |
| | <i>Senna viarum</i> |
| | <i>Ulex europaeus</i> |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus globulus</i> |
| Oleaceae | <i>Fraxinus uhdei</i> |
| Onagraceae | <i>Fuchsia boliviana</i> |
| Papaveraceae | <i>Bocconia frutescens</i> |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus salviifolius</i> |
| Piperaceae | <i>Piper bogotense</i> |
| Pittosporaceae | <i>Pittosporum undulatum</i> |
| Primulaceae | <i>Cybianthus marginatus</i> |
| Salicaceae | <i>Abatia parviflora</i> |
| | <i>Salix humboldtiana</i> |
| | <i>Salix purpurea</i> |
| Solanaceae | <i>Brugmansia x candida</i> |
| | <i>Cestrum cuneifolium</i> |
| | <i>Cestrum ochraceum</i> |
| | <i>Lochroma fuchsioides</i> |
| | <i>Solanum americanum</i> |
| | <i>Solanum cornifolium</i> |
| | <i>Solanum oblongifolium</i> |
| | <i>Solanum pseudocapsicum</i> |
| | <i>Solanum quitoense</i> |
| | <i>Solanum sp.01</i> |
| | <i>Solanum stellatiglandulosum</i> |
| | <i>Solanum torvum</i> |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2-199 muestra los resultados obtenidos para la regeneración natural en este escenario, encontrándose un total de 69 individuos, distribuidos en 17 especies. La categoría CT3 es la que posee el mayor porcentaje de individuos con el 52.17 % (36 individuos), seguida por la categoría CT2 con 31.88 % (22 individuos), y la categoría CT1 el 15.94 % (11 individuos).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 199. Regeneración natural escenario quebradas.

| Especie | Abundancia | | Frecuencia | | CT1<30 cm | | CT2 30-150cm | | CT3>150cm | | Reg Nat % |
|------------------------------------|------------|-------|------------|-------|-----------|------|--------------|------|-----------|------|-----------|
| | Abs | Rel | Abs | Rel | Nº Ind | % | Nº Ind | % | Nº Ind | % | |
| <i>Fuchsia boliviana</i> | 16 | 23.19 | 45 | 19.57 | 2 | 0.03 | 7 | 0.10 | 7 | 0.10 | 21.76 |
| <i>Alnus acuminata</i> | 9 | 13.04 | 35 | 15.22 | 1 | 0.01 | 2 | 0.03 | 6 | 0.09 | 14.17 |
| <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 10 | 14.49 | 25 | 10.87 | 3 | 0.04 | 3 | 0.04 | 4 | 0.06 | 12.72 |
| <i>Acacia melanoxydon</i> | 5 | 7.25 | 20 | 8.70 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 4 | 0.06 | 8.22 |
| <i>Solanum cornifolium</i> | 7 | 10.14 | 15 | 6.52 | 3 | 0.04 | 3 | 0.04 | 1 | 0.01 | 7.92 |
| <i>Brugmansia candida</i> x | 6 | 8.70 | 15 | 6.52 | 2 | 0.03 | 2 | 0.03 | 2 | 0.03 | 7.49 |
| <i>Sambucus nigra</i> | 3 | 4.35 | 15 | 6.52 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 3 | 0.04 | 5.52 |
| <i>Salix humboldtiana</i> | 3 | 4.35 | 10 | 4.35 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 2 | 0.03 | 4.55 |
| <i>Baccharis latifolia</i> | 2 | 2.90 | 10 | 4.35 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1 | 0.01 | 3.43 |
| <i>Acacia decurrens</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Fraxinus uhdei</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Lochroma fuchsoides</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Phyllanthus salviifolius</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Solanum torvum</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 1.84 |
| <i>Bocconia frutescens</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 0 | 0.00 | 1.59 |
| <i>Solanum quitoense</i> | 1 | 1.45 | 5 | 2.17 | 0 | 0.00 | 1 | 0.01 | 0 | 0.00 | 1.59 |
| Total | 69 | 100 | 230 | 100 | 11 | 0.16 | 22 | 0.32 | 36 | 0.52 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Se reportan un total de ocho (8) especies presentes en la categoría arbórea, de estas solo cinco (5) presentan relevo generacional, es decir que se reportan al menos para una de las tres categorías de tamaño evaluado, hecho que evidencia una dinámica regeneracional aceptable de las especies vegetales arbóreas identificadas. Además, en la regeneración natural se encontraron especies, de las cuales algunas son de porte arbustivo y hacen parte del sotobosque, dentro de este grupo se encuentran especies como *Brugmansia x candida* y *Smallanthus pyramidalis*

La especie con mayor porcentaje del índice de regeneración natural es *Fuchsia boliviana* con 21.76 %, seguida por *Alnus acuminata* (14.17 %) y *Smallanthus pyramidalis* (12.72 %) como se observa en la Tabla 2-200. La primera especie se caracterizó por ser altamente abundante y frecuente, además de estar bien representada en los tres estratos evaluados. Así mismo se establece un panorama alentador para el desarrollo estructural del sistema boscoso a futuro.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

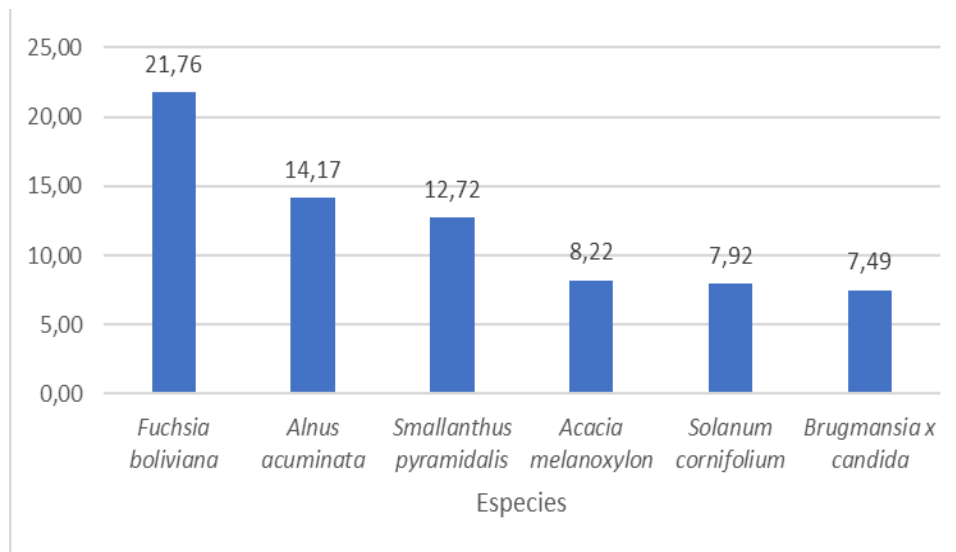


Figura 2- 313. Regeneración natural escenario quebradas. Fuente: Elaboración propia

- Composición florística de especies vegetales Arbustivas.**

En el escenario cuerpo lotico, se encontraron 50 individuos, distribuidos en 3 familias, 4 géneros y 4 especies. Se destaca por su diversidad de especies la familia Fabaceae con dos (2) géneros así mismo es la familia más abundante con 29 individuos, ver Tabla 2-200.

Tabla 2- 200. Composición florística de arbustos en el escenario quebradas.

| Familia | Género | Especie | Abundancia |
|--------------|----------|------------------------------|------------|
| Fabaceae | Genista | <i>Genista monspessulana</i> | 18 |
| | Ulex | <i>Ulex europaeus</i> | 11 |
| Rosaceae | Rubus | <i>Rubus bogotensis</i> | 20 |
| Solanaceae | Physalis | <i>Physalis peruviana</i> | 1 |
| Total | | | 50 |

Fuente: Elaboración propia.

Rubus bogotensis, es una especie nativa con alto riesgo de invasión, de ahí la importancia de su control y manejo adecuados porque si bien por una parte favorece el alimento de la fauna, por otra, restringe su refugio y ejerce una fuerte competencia sobre las demás especies vegetales, inclusive sobre los pastos. Por su parte, las especies *Genista monspessulana* (retamo liso) y *Ulex europaeus* (retamo espinoso), se encuentran bajo observación a nivel regional por su condición de alto riesgo de invasión y su necesidad de control. Estas especies en general ejercen una fuerte competencia sobre las demás especies vegetales, y su carácter invasor genera prioridades de manejo.

Por otra parte, es de resaltar la presencia de *Physalis peruviana* una especie de la familia solanaceae, familia que presentó registros de variadas especies de arbustos, en los recorridos libres realizados en el escenario, por tanto puede reportarse como una especie de interés en el proceso de recuperación del humedal además por ofrecer recursos alimenticios a la fauna local.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Composición florística de especies vegetales Herbáceas.**

- **Abundancia florística**

En los levantamientos de plantas herbáceas realizados dentro de este escenario, se registraron un total de 105 individuos vegetales, distribuidos en 21 familias botánicas y a 35 géneros pertenecientes a 39 especies vegetales diferentes como se muestra en la Tabla 2-201. Resalta la familia Poaceae como la más representativa con 33 registros, le sigue la familia Asteraceae con 14 registros, la familia Polygonaceae con nueve (9) registros, Oxalidaceae con siete (7), las familias Commelinaceae, Rubiaceae y Fabaceae con cinco (5) registros cada una, Araliaceae con cuatro (4), Apocynaceae, Cyperaceae, Juncaceae y Solanaceae con tres (3) registros, Caryophyllaceae y Thelypteridaceae con dos (2). Por último, se identificaron las familias botánicas Blechnaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Lythraceae, Onagraceae, Orobanchaceae y Verbenaceae con un (1) registro cada una.

Tabla 2- 201. Plantas herbáceas identificadas en el escenario de quebradas.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Apocynaceae | <i>Oxypetalum cordifolium</i> | 2 |
| | <i>Vinca major</i> | 1 |
| Total Apocynaceae | | 3 |
| Araliaceae | <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 1 |
| | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 3 |
| Total Araliaceae | | 4 |
| Asteraceae | <i>Acmella repens</i> | 1 |
| | <i>Baccharis breviseta</i> | 1 |
| | <i>Conyza bonariensis</i> | 2 |
| | <i>Emilia sonchifolia</i> | 1 |
| | <i>Galinsoga parviflora</i> | 3 |
| | <i>Plagiocheilus bogotensis</i> | 1 |
| | <i>Senecio madagascariensis</i> | 3 |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | 2 |
| Total Asteraceae | | 14 |
| Blechnaceae | <i>Blechnum cordatum</i> | 1 |
| Total Blechnaceae | | 1 |
| Brassicaceae | <i>Nasturtium officinale</i> | 1 |
| Total Brassicaceae | | 1 |
| Caryophyllaceae | <i>Drymaria cordata</i> | 2 |
| Total Caryophyllaceae | | 2 |
| Commelinaceae | <i>Commelina diffusa</i> | 5 |
| Total Commelinaceae | | 5 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus hermaphroditus</i> | 1 |
| | <i>Cyperus niger</i> | 1 |
| | <i>Rhynchospora blepharophora</i> | 1 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 201. Plantas herbáceas identificadas en el escenario de quebradas.

| Familia | Especie | Nº Registros |
|------------------------|---------------------------------|--------------|
| Total Cyperaceae | | 3 |
| Fabaceae | <i>Desmodium molliculum</i> | 1 |
| | <i>Trifolium pratense</i> | 1 |
| | <i>Trifolium repens</i> | 3 |
| Total Fabaceae | | 5 |
| Juncaceae | <i>Juncus effusus</i> | 3 |
| Total Juncaceae | | 3 |
| Lamiaceae | <i>Stachys sp.01</i> | 1 |
| Total Lamiaceae | | 1 |
| Lythraceae | <i>Cuphea carthagenensis</i> | 1 |
| Total Lythraceae | | 1 |
| Onagraceae | <i>Ludwigia peploides</i> | 1 |
| Total Onagraceae | | 1 |
| Orobanchaceae | <i>Castilleja arvensis</i> | 1 |
| Total Orobanchaceae | | 1 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis corniculata</i> | 3 |
| | <i>Oxalis fendleri</i> | 4 |
| Total Oxalidaceae | | 7 |
| Poaceae | <i>Cenchrus clandestinus</i> | 27 |
| | <i>Holcus lanatus</i> | 6 |
| Total Poaceae | | 33 |
| POLYGONACEAE | <i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> | 8 |
| | <i>Polygonum punctatum</i> | 1 |
| Total POLYGONACEAE | | 9 |
| Rubiaceae | <i>Galianthe bogotensis</i> | 4 |
| | <i>Galium ascendens</i> | 1 |
| Total Rubiaceae | | 5 |
| Solanaceae | <i>Salpichroa tristis</i> | 2 |
| | <i>Solanum americanum</i> | 1 |
| Total Solanaceae | | 3 |
| Thelypteridaceae | <i>Thelypteris rudis</i> | 2 |
| Total Thelypteridaceae | | 2 |
| Verbenaceae | <i>Verbena litoralis</i> | 1 |
| Total Verbenaceae | | 1 |
| Total General | | 105 |

Fuente: Elaboración propia.

La mayor riqueza de especies en el escenario la presenta la familia Poaceae con una representatividad del 31.43%, le siguen en importancia, la familia Asteraceae con 13.33%, la familia Polygonaceae con 8.57%, Oxalidaceae con 6.67%, las familias botánicas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Commelinaceae, Fabaceae y Rubiaceae representan un 4.76% cada una, mientras que Araliaceae un 3.81% y las familias botánicas Apocynaceae, Cyperaceae, Juncaceae y Solanaceae representan un 2.86% cada una. Seguidamente se identificaron las familias Caryophyllaceae y Thelypteridaceae con un 1.90% cada una, y, por último, las familias botánicas Blechnaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Lythraceae, Onagraceae, Orobanchaceae y Verbenaceae representan un 0.95% cada una dentro del escenario objeto de estudio.

En la Figura 2-314, se puede apreciar que la mayor abundancia de especies en el escenario la presenta *Cenchrus clandestinus* con una representatividad del 25.71%, le siguen en importancia la especie *Muehlenbeckia tamnifolia* con 7.62%, la especie *Holcus lanatus* con 5.71%, *Commelina difusa* con 4.76%, las especies *Galianthe bogotensis* y *Oxalis fendleri* con un 3.81% cada una, *Galinsoga parviflora*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Juncus effusus*, *Oxalis corniculata*, *Senecio madagascariensis* y *Trifolium repens* con un 2.86% respectivamente y *Conyza bonariensis*, *Drymaria cordata*, *Oxypetalum cordifolium*, *Salpichroa tristis*, *Taraxacum officinale* y *Thelypteris rudis* con un 1.90% de representatividad cada dentro del escenario objeto de estudio.

Las demás especies identificadas durante el inventario en este escenario poseen cada cual una representatividad del 0.95% y una abundancia de un (1) individuo vegetal cada una. De acuerdo con su hábito de crecimiento, el 42.86% de los individuos son erguidos, el 5.71% son macollas, el 46.67% pertenecen al estrato razante y el restante 4.76 % son sufrutices.

- Dominancia

Respecto de la Dominancia relativa de las especies, analizada en términos del área de cobertura en m² de cada individuo registrado dentro del área inventariada en el escenario, teniendo en cuenta que, para el sector de los Cuerpos lóticos, se inventarió un área de 30.0m², las especies más representativas son *Cenchrus clandestinus* con una cobertura relativa del 31.5 %, seguido de *Muehlenbeckia tamnifolia*, con una cobertura relativa del 10.2 %, la especie *Commelina diffusa* con una cobertura relativa del 8.5 %, *Oxalis fendleri* con una cobertura relativa del 5.17 %, la especie *Galinsoga parviflora* con una cobertura relativa del 4.9% y la especie *Holcus lanatus* con una cobertura relativa del 4.00 %. El resto de las especies identificadas en este escenario posee una cobertura relativa inferior al 3.2 % como se aprecia en la Tabla 2-202.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

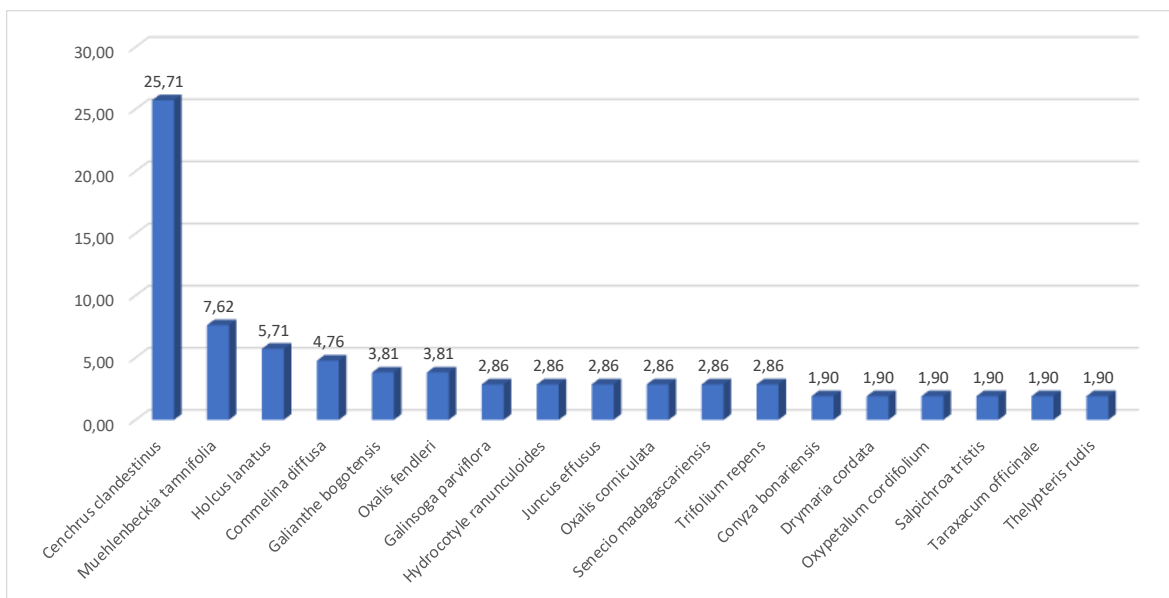


Figura 2- 314. Abundancia relativa de plantas herbáceas identificadas en el escenario de quebradas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 202. Dominancia relativa de las especies registradas en el en el escenario de quebradas.

| Especie | Cobertura (m²) | Cobertura Relativa (%) |
|----------------------------------|----------------|------------------------|
| <i>Cenchrus clandestinus</i> | 9.45 | 31.50 |
| <i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> | 3.06 | 10.20 |
| <i>Commelina diffusa</i> | 2.55 | 8.50 |
| <i>Oxalis fendleri</i> | 1.55 | 5.17 |
| <i>Galinsoga parviflora</i> | 1.47 | 4.90 |
| <i>Holcus lanatus</i> | 1.20 | 4.00 |
| <i>Vinca major</i> | 0.95 | 3.17 |
| <i>Thelypteris rudis</i> | 0.75 | 2.50 |
| <i>Galianthe bogotensis</i> | 0.65 | 2.17 |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> | 0.60 | 2.00 |
| <i>Ludwigia peploides</i> | 0.60 | 2.00 |
| <i>Acmella repens</i> | 0.55 | 1.83 |
| <i>Oxalis corniculata</i> | 0.55 | 1.83 |
| <i>Salpichroa tristis</i> | 0.55 | 1.83 |
| <i>Trifolium repens</i> | 0.52 | 1.73 |
| <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 0.40 | 1.33 |
| <i>Nasturtium officinale</i> | 0.40 | 1.33 |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 0.35 | 1.17 |
| <i>Plagiocheilus bogotensis</i> | 0.35 | 1.17 |
| <i>Senecio madagascariensis</i> | 0.35 | 1.17 |
| <i>Blechnum cordatum</i> | 0.30 | 1.00 |
| <i>Juncus effusus</i> | 0.28 | 0.93 |
| <i>Desmodium molliculum</i> | 0.25 | 0.83 |
| <i>Baccharis breviflora</i> | 0.15 | 0.50 |
| <i>Cyperus niger</i> | 0.15 | 0.50 |
| <i>Solanum americanum</i> | 0.15 | 0.50 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 202. Dominancia relativa de las especies registradas en el en el escenario de quebradas.

| Especie | Cobertura (m²) | Cobertura Relativa (%) |
|-----------------------------------|----------------|------------------------|
| <i>Oxypetalum cordifolium</i> | 0.10 | 0.33 |
| <i>Drymaria cordata</i> | 0.10 | 0.33 |
| <i>Trifolium pratense</i> | 0.10 | 0.33 |
| <i>Polygonum punctatum</i> | 0.10 | 0.33 |
| <i>Verbena litoralis</i> | 0.10 | 0.33 |
| <i>Conyza bonariensis</i> | 0.09 | 0.30 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 0.07 | 0.23 |
| <i>Cyperus hermaphroditus</i> | 0.05 | 0.17 |
| <i>Rhynchospora blepharophora</i> | 0.05 | 0.17 |
| <i>Stachys sp.01</i> | 0.05 | 0.17 |
| <i>Castilleja arvensis</i> | 0.05 | 0.17 |
| <i>Galium ascendens</i> | 0.05 | 0.17 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> | 0.03 | 0.10 |

Fuente: Elaboración propia.

- Análisis escenario ronda de quebradas

A partir de los resultados se establece que para las quebradas el estrato arbóreo las especies dominantes son *Alnus acuminata* y *Acacia decurrens*, presentando los mayores índices de valor de importancia, seguidas por *Eucalyptus globulus* *Senna viarum* y *Vallea stipularis* en el estrato arbóreo. Se establece además, que a pesar de que los registros palinológicos establezcan que los ecosistemas de referencia de éste escenario se refiera a Bosque de Galería, se reporta un sistema muy alterado, con el estrato arbóreo discontinuo (Figura 2-315), con presencia de especies exóticas, y en bajo porcentaje con especies nativas.

Así mismo se resalta que en el estrato arbustivo la especie *Rubus bogotensis* es la más abundante, seguida de retamo liso (*Genista monspessulana*) y retamo espinoso (*Ulex europaeus*), lo cual indica una ausencia es estratos medios, o sotobosque de especies nativas. Esta condición de alteración de las coberturas naturales, es aprovechada por especies con alto riesgo de invasión u oportunistas, las cuales se extienden rápidamente y hacen dominio del recurso. Es importante aclarar que si bien en el análisis de coberturas a nivel de paisaje, no se detectaron coberturas de invasoras como el retamo, en la caracterización se identifican extensiones de estas especies en el estrato arbustivo, el cual es invisible en la interpretación de una imagen aérea.

En cuanto al estrato herbáceo, el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) es la más extendida, aunque en menor porcentaje (31.5%) comparado con los demás escenarios. No obstante, es de resaltar que para este escenario es reportado el mayor número de especies de hierbas nativas, en comparación con los demás escenarios.

A partir de este análisis se concluye que, debido a la fuerte alteración de los escenarios evaluados, la vegetación ha tendido a homogenizarse, en donde las especies exóticas han llegado a dominar los diferentes estratos de la vegetación. No obstante, se reportan especies nativas en baja cantidad, producto de procesos de siembra en el caso de especies arbóreas; mientras que, en el estrato herbáceo, se reporta mayor cantidad de especies nativas, aunque no son las dominantes, se consideran especies que han resistido los

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

cambios y las transformaciones del paisaje, y se pueden considerar en las propuestas de restauración de la vegetación.

Es de resaltar que el establecimiento de estrategias de recuperación de las rondas de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral, dentro de los programas proyectados en el Plan de Manejo, es de gran importancia para el mantenimiento de la dinámica hídrica del humedal. De igual manera su recuperación es de vital importancia para mantener la dinámica ecosistémica, ya que son áreas potenciales como corredores ecológicos entre la Reserva Forestal Protectora de Los Cerros Orientales de Bogotá, y áreas de protección de Humedales de la sabana, como son los humedales de Torca y Guaymaral y la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH.



Figura 2- 315. Perfil de vegetación del escenario de ronda de cuerpos lóticos. Fuente: Elaboración propia.

2.6.1.3.3 Análisis de similitud florística entre los escenarios objeto de estudio

El análisis de similitud de especies de plantas reportadas en los diferentes escenarios evaluados, se calculó a partir del índice de Jaccard, el cual se basa en datos de frecuencias de las especies por unidad muestral, usando el Paquete estadístico Past 3.25. Es de aclarar que se vinculan a este análisis las especies terrestres de árboles, arbustos y herbáceas, evaluadas a lo largo de los transectos reportados en la metodología; así como, las especies de macrofitas asociadas al espejo de agua del sector Torca y Guaymaral, evaluadas a lo largo de los transectos de 20 m, dispuestos en el espejo de agua (Ver capítulo 1 Metodología).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

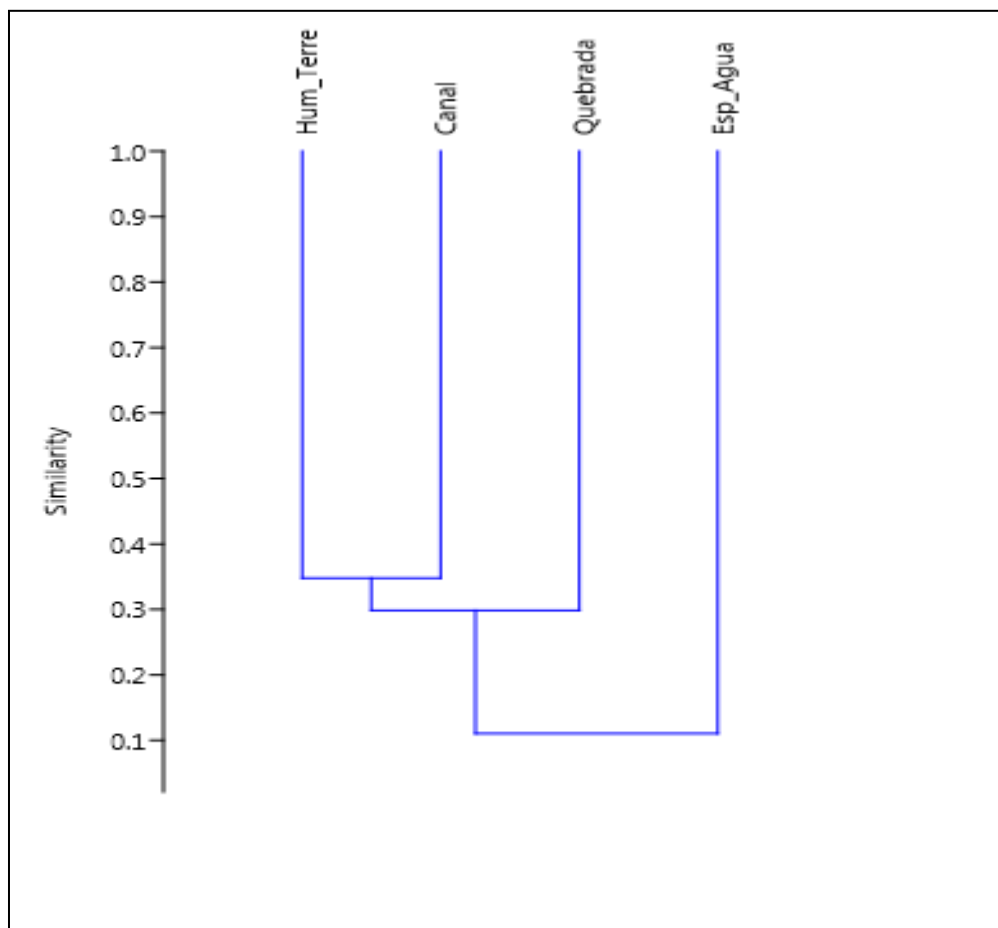


Figura 2- 316. Cluster de Similaridad de especies de plantas entre los escenarios evaluados en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2-316, se representa a través de un Cluster, la similitud entre los diversos escenarios comparados, estableciéndose en general que la distancia en similitud de especies oscila entre 0.1 y 0.35, lo cual representa que los escenarios comparten un gran número y frecuencia de especies. No obstante, el escenario de espejo de agua es el que reporta mayor distancia con los demás (0.2), como era de esperarse, ya que presenta especies que difieren o no se reportan en los demás escenarios, debido a la presencia de especies acuáticas. Los demás escenarios se acercan más, presentando mayor similitud de especies (0.05), aunque son las rondas de las quebradas las que muestran una mayor diferencia en especies.

Finalmente, el análisis de similitud de especies de flora entre los escenarios evaluados, evidencian la gran homogeneidad presentada en el área de estudio, lo cual es un aspecto relacionado con áreas altamente transformadas. Es así que los procesos de rellenos de suelo, canalización de los drenajes, siembra de especies exóticas, influencia de actividades antrópicas, entre otros aspectos, que se dieron en décadas pasadas sobre el área de estudio, han limitado y detenido el proceso de regeneración de especies propias de los escenarios naturales de humedal y de rondas de las quebradas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Así mismo, es de resaltar que la presencia de varias especies consideradas invasoras, relacionadas tanto a ambientes acuáticos como terrestres, establece una gran homogeneidad, al ser en muchos casos las especies que dominan en cobertura diversos estratos y escenarios evaluados. Es el caso del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el estrato herbáceo, las especies de Acacias en el estrato arbóreo, las especies de retamos (*Ulex europaeus* y *Genista monspessulana*) en el estrato arbustivo. En el espejo de agua, por la alta colmatación, las coberturas son dominadas por especies como la Enea (*Thypa* sp), así como el Barbasco (*Polygonum punctatum*) en la zona pelágica o de transición; mientras que especies flotantes como la lenteja y helecho de agua (*Lemna minuta* y *Azolla filiculoides*) dominan en la columna de agua.

2.6.1.3.4 Asociaciones de plantas presentes en las unidades de vegetación evaluadas

A partir de la caracterización diagnóstica del componente vegetal, se establece que, en muchas de las unidades de vegetación interpretadas en el área de estudio dominan especies exóticas, aunque, en la mayoría de estas unidades se reportan especies nativas como especies asociadas. Basados en lo anterior, se identifican las distintas asociaciones vegetales presentes en las unidades de vegetación interpretadas, destacando las especies dominantes y especies asociadas en cada una de ellas. En la Figura 2-317 y Mapas de Unidades Vegetales - APMHTG_PMA_UNV01 y APMHTG_PMA_UNV02 (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), se relacionan las asociaciones identificadas, listando en sus convenciones las especies determinantes.

A partir de ésta información se establece que las unidades vegetales antrópicas son las más extensas en el área de estudio, presentando asociaciones de plantas con dominio de especies exóticas e incluso en algunos casos especies con alto potencial invasor (Asociaciones 7 a la 17 en la Figura 2-317 y Mapas de Unidades Vegetales - APMHTG_PMA_UNV01 y APMHTG_PMA_UNV02 (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), como es el caso de las Plantaciones forestales la *Acacia decurrens*, y en los Pastizales que ocupa casi el 50 % del humedal, el dominio del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). No obstante, es de resaltar que se reportan unidades vegetales con presencia y en algunos casos dominio de especies nativas (Asociaciones 1 a la 6 en la Figura 2-317 y Mapas de Unidades Vegetales - APMHTG_PMA_UNV01 y APMHTG_PMA_UNV02 (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), lo cual, es importante para identificar áreas relictuales de vegetación propia del ecosistema de humedal, aunque éstas no ocupen la mayor superficie del área.

Dentro de las unidades de vegetación nativa, generalmente asociadas a los cuerpos de agua, se resalta el reporte de especies nativas dominantes, aunque se encuentren como especies asociadas algunas con alto potencial invasor. Es el caso de los arbustales y bosques de galería en donde la presencia de especies de retamo (*Genista monspessulana* y *Ulex europaeus*) para el primer caso y de *Acacia decurrens* para el segundo, establece una prioridad de manejo de estas áreas en pro de evitar la extensión de dichas especies.

Así mismo, tras el proceso de transformación del paisaje y presencia de diversas problemáticas como son la colmatación y sobrefertilización de las aguas del humedal, la deforestación y reducción de las unidades vegetales propias del sistema, entre otras,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

algunas especies nativas se extienden rápidamente, dominando y homogenizando el paisaje.

Es el caso, de las especies dominantes en los eneales (*Typha angustifolia* y *Typha latifolia*) y juncuales (*Schoenoplectus californicus*, *Juncus effusus*), Asociaciones 3 y 4 en la Figura 2-317 y Mapas de Unidades Vegetales - APMHTG_PMA_UNV01 y APMHTG_PMA_UNV02 (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), que van colonizando las áreas altamente sedimentadas en los espejos de agua, reduciéndolos paulatinamente y restringiendo la heterogeneidad de hábitats asociados a los mismos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

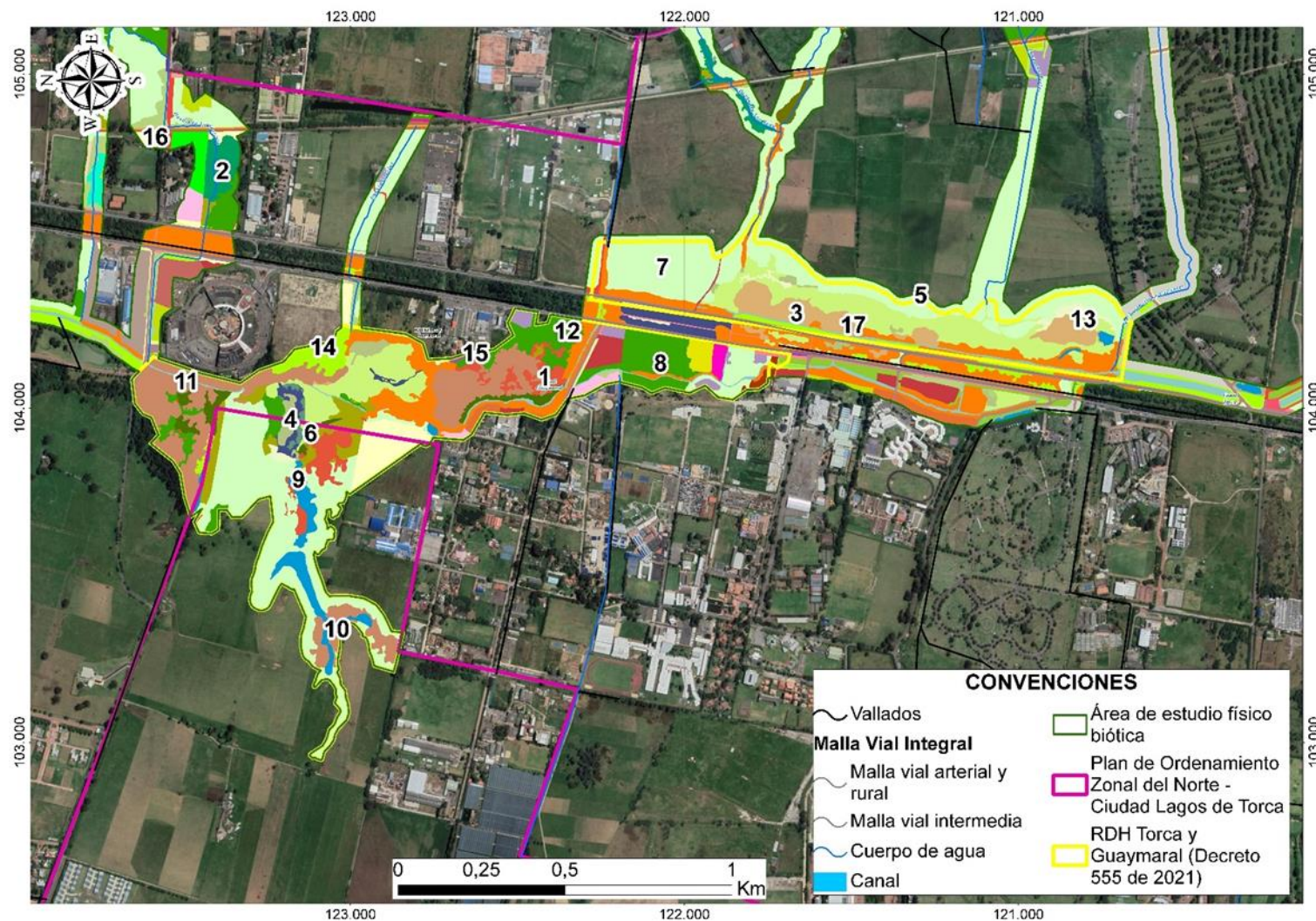


Figura 2- 317. Asociaciones de plantas presentes en las Unidades de Vegetación.
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| ASOCIACIÓN DE ESPECIES VEGETALES | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| Asociación | Especie dominante | Especies asociadas | Código | Cobertura | % Área |
| 1 | <i>Rubus bogotensis</i> , <i>Fuchsia boliviana</i> | <i>Abatia parviflora</i> , <i>Brugmansia x candida</i> , <i>Ulex europaeus</i> , <i>Genista monspessulana</i> | 3221 | Arbustal denso | 0,60% |
| 2 | <i>Alnus acuminata</i> , <i>Vallea stipularis</i> | <i>Smallanthus pyramidalis</i> , <i>Varronia cylindrostachya</i> , <i>Solanum stellatiglandulosum</i> , <i>Acacia decurrens</i> , <i>Ligustrum lucidum</i> , <i>Phyllanthus salviifolius</i> , <i>Abatia parviflora</i> , <i>Brugmansia x candida</i> , <i>Cestrum cuneifolium</i> , <i>Solanum americanum</i> , <i>Solanum oblongifolium</i> | 314 | Bosque de galería | 0,98% |
| 3 | <i>Typha angustifolia</i> y <i>Typha latifolia</i> | <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Juncus effusus</i> | 4131 | Eneal | 1,64% |
| 4 | <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Juncus effusus</i> | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> , <i>Polygonum punctatum</i> , <i>Cyperus xanthostachyus</i> | 4132 | Juncal | 0,55% |
| 5 | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> y <i>Polygonum punctatum</i> | <i>Cyperus xanthostachyus</i> , <i>Carex jamesonii</i> , <i>Hydrocotyle bonplandii</i> | 4133 | Herbáceas de la franja de transición | 4,94% |
| 6 | <i>Azolla filiculoides</i> , <i>Lemna minuta</i> | <i>Limnium laevigatum</i> , <i>Eichhornia crassipes</i> e <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 4134 | Herbáceas flotantes | 0,13% |
| 7 | <i>Cenchrus clandestinus</i> , <i>Trifolium repens</i> | <i>Trifolium pratense</i> , <i>Vicia andicola</i> | 231 | Pastos limpios | 25,30% |
| 8 | <i>Cenchrus clandestinus</i> y <i>Acacia decurrens</i> | <i>Cuphea ciliata</i> , <i>Senecio madagascariensis</i> , <i>Taraxacum officinale</i> y <i>Trifolium pratense</i> | 232 | Pastos arbolados | 7,55% |
| 9 | <i>Cenchrus clandestinus</i> y <i>Holcus lanatus</i> | <i>Plagiocheilus bogotensis</i> , <i>Senecio madagascariensis</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Acmella repens</i> , <i>Baccharis brevifolia</i> , <i>Conyza bonariensis</i> , <i>Emilia sonchifolia</i> , <i>Galinsoga parviflora</i> | 233 | Pastos enmalezados | 3,02% |
| 10 | <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Acacia decurrens</i> | <i>Cupressus lusitanica</i> , <i>Fraxinus uhdei</i> , <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Sambucus nigra</i> | 3152 | Plantación de latifoliadas | 0,30% |
| 11 | <i>Acacia decurrens</i> , <i>Acacia melanoxylon</i> | <i>Paraserianthes lophantha</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Salix humboldtiana</i> | 3153 | Plantación mixta | 4,85% |
| 12 | <i>Ulex europaeus</i> y <i>Genista monspessulana</i> | <i>Rubus bogotensis</i> , <i>Cenchrus clandestinus</i> | 3221 | Retamo | 0,63% |
| 13 | <i>Salix humboldtiana</i> y <i>Alnus acuminata</i> | <i>Acacia decurrens</i> , <i>Paraserianthes lophantha</i> , <i>Lafoensia acuminata</i> , <i>Sambucus nigra</i> . Con menor representación <i>Viburnum tinoides</i> , <i>Smallanthus pyramidalis</i> , <i>Pittosporum undulatum</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Solanum pseudocapsicum</i> , <i>Ricinus communis</i> , <i>Piper bogotense</i> , entre otras | 14165 | Ronda de humedales | 0,35% |
| 14 | <i>Cenchrus clandestinus</i> , <i>Trifolium repens</i> | <i>Galinsoga parviflora</i> , <i>Euphorbia peplus</i> , <i>Conium maculatum</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Tropaeolum majus</i> , <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> , <i>Rumex obtusifolius</i> | 141641 | Ronda de canales empujizada | 5,78% |
| 15 | <i>Smallanthus pyramidalis</i> y <i>Acacia decurrens</i> | <i>Acacia melanoxylon</i> , <i>Paraserianthes lophantha</i> , <i>Smallanthus pyramidalis</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> | 141642 | Ronda de canales arbolada | 5,15% |
| 16 | <i>Acacia decurrens</i> y <i>Eucalyptus globulus</i> | <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Acacia melanoxylon</i> , <i>Paraserianthes lophantha</i> , <i>Ulex europaeus</i> , <i>Rubus bogotensis</i> | 14112 | Cerca viva | 2,79% |
| 17 | <i>Smallanthus pyramidalis</i> , <i>Pittosporum undulatum</i> | <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Verbesina crassiramea</i> , <i>Baccharis latifolia</i> , <i>Solanum asperolanatum</i> , <i>Fraxinus uhdei</i> | 122128 | Separador | 4,86% |

Figura 2- 318. Asociaciones de plantas presentes en las Unidades de Vegetación (listado).
Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para la franja pelágica, en donde especies como el *Polygonum punctatum* domina la unidad de herbáceas de la franja de transición, es necesario hacer un control de la vegetación en pro de mantener la heterogeneidad de hábitats potenciales para esta franja. De igual manera en los arbustales de la franja terrestre, el dominio de la especie de *Rubus bogotensis*, asociada incluso con especies exóticas e invasoras, reporta una gran alteración de esta unidad vegetal, estableciendo la necesidad de un manejo integral de las mismas, en donde se controle la posible invasión de algunas especies y la inclusión de otras especies de arbustos nativos.

En las unidades vegetales referentes a rondas de canales, separador de la autopista y cercas vivas (Asociaciones 15, 16 y 17 en la Figura 2-318, se reportan especies exóticas y nativas producto de procesos de siembras, algunas partes de programas de arbolado público. De estas unidades se destaca la presencia de especies arbóreas y arbustivas que ayudan a mantener estratos altos y medios potenciales hábitats para la fauna e importantes en el mantenimiento de posibles corredores conectores del paisaje.

A partir de estos resultados, se recalca la necesidad de controlar la expansión de las especies invasoras, y de la inclusión de especies nativas a través de los programas de restauración ecológica de los distintos escenarios asociados al sistema de humedal. Los escenarios de drenajes asociados al humedal son de gran importancia, al ser determinantes en la regulación y amortiguación de la dinámica hídrica del humedal.

2.6.1.4 CARACTERIZACIÓN ESPECIES VEDADAS (EPÍFITAS, RUPÍCOLAS Y TERRESTRES)

Como ya se ha mencionado, los humedales urbanos de Bogotá cumplen funciones como la conservación de la biodiversidad, el control de inundaciones, el control de la erosión, la retención de nutrientes, y la recarga de acuíferos (Cabrera-Amaya, Lopera-Doncel, Vásquez-Valderrama, Sandoval-Ramos, & López-Cruz, 2017). No obstante, debido a los cambios que han ocurrido en la ciudad, los humedales han sufrido una notable reducción, pasando de ser amplios espacios que soportaban innumerables cadenas tróficas a ser pequeños espacios encerrados por carreteras y urbanizaciones (DAMA, 2000; Burbano, 2000; Bedoya, 2002); hoy, ocupan solo el 1,35% del área original que lagos y ríos ocupaban a principios del siglo XX (Escobar, 2016), haciendo evidente la pérdida de conectividad ecológica y la presencia de factores de degradación y contaminación ambiental.

Sumado a lo anterior, (Bernal D. , 2011) señala que la población que habita cerca de los humedales los percibe como zonas de poca importancia ambiental, lo que ha repercutido en que estos espacios sean utilizados para vertimientos ilegales, depósitos de basura u otros tipos de ocupación ilegal. No obstante, en algunas iniciativas se ha procurado la transformación de los humedales en espacios pedagógicos que faciliten el entendimiento del rol que estos desempeñan y los beneficios y servicios que prestan a Bogotá.

En aras de resaltar y rescatar la importancia de los ecosistemas de humedal se han desarrollado algunos estudios que permiten referenciar las características y la diversidad de los territorios asociados, entre los cuales se encuentran diversas evaluaciones del componente flora, algunas de ellas específicas en epífitas, especies vedadas que han cobrado gran importancia y que, en algunos casos, se han relacionado como potenciales bioindicadores del estado de conservación de los sistemas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En este sentido, se reportan variados estudios en diversos ecosistemas de los alrededores de la sabana de Bogotá como la evaluación de la dinámica de especies epífitas de un bosque altoandino (La Calera) (Caballero-Rueda, Rodríguez, & Martín, 1997), la revisión de este grupo en San Francisco-Cundinamarca y la cuenca alta del río Subachoque (Fernández-Alonso, 2007), o la caracterización de Pteridofitos en el municipio de Alban (Triana & Murillo, 2004). En lo relacionado con los organismos no vasculares se reconocen varias publicaciones en Bogotá, tanto en áreas urbanas como rurales y en algunos municipios vecinos, dentro de las cuales se destaca la caracterización de varios sustratos en la zona subxerofítica de la Herrera en Mosquera-Cundinamarca (Pinzón y Linares) (Pinzón & Linares, 2006), la evaluación de áreas de isocontaminación en el campus de la Universidad Nacional (Rubiano & Chaparro, 2006), la liquenobiota de hospederos exóticos (*Eucalyptus globulus*), hospederos nativos (*Quercus humboldtii*) (Ardila-Ríos, Moncada, & Lücking, 2015), y la evaluación de indicadores de conservación de bosques de encenillo (Ramírez, León-Gómez, & Lücking, 2016). Por parte de las autoridades del Distrito se registra una guía de líquenes, hepáticas y musgos en Bogotá y sus alrededores (Alcaldía Mayor de Bogotá y DAMA, 2000).

No obstante, se han incluido estudios del grupo epífita en investigaciones asociadas a cuerpos de agua, como el río Arzobispo (Torres-Pineda, 2014), y la evaluación de la contaminación atmosférica para seis humedales de Bogotá, entre los que se incluyen los humedales Córdoba, Capellanía, Juan Amarillo, La Conejera, La Vaca y Santa María del Lago (Pardo, 2017). Sin embargo, es necesario reforzar la evaluación de estos grupos dirigida al monitoreo y seguimiento del estado de los humedales, así como de los procesos de recuperación y rehabilitación de los mismos.

En los estudios relacionados con la evaluación de especies vedadas asociadas a humedales se propende por resaltar la importancia de los líquenes en este tipo de ecosistemas y su uso potencial como indicadores de la salud y calidad del ecosistema. Los métodos utilizados para la evaluación de especies vedadas epífitas y terrestres asociadas a los diferentes escenarios evaluados en los humedales de Torca y Guaymaral se describen en el Anexo I Especies en Veda.

2.6.1.4.1 Descripción de las especies vedadas reportadas en los escenarios evaluados

- Sustrato epífita
- Especies vasculares
Riqueza y abundancia

Bromeliaceae se reconoce como el grupo con mayor riqueza en el muestreo con cinco especies de dos géneros, seguido por Orchidaceae y Polypodiaceae, mientras solamente se presenta un ejemplar de Asteraceae (Figura 2-319). Estos valores de riqueza contrastan con los registros logrados en diferentes municipios de Cundinamarca (Caballero-Rueda, Rodríguez, & Martín, 1997; Linares, 1999; Triana & Murillo, 2004). No obstante, se indica que los muestreos para este estudio fueron realizados en áreas intervenidas a urbanizadas con factores tensionantes como la tala selectiva, y la contaminación atmosférica y de suelos y agua que es evidente en los sectores del humedal, siendo factores que influyen en el establecimiento de especies sensibles como las epífitas vasculares. Incluso, Linares (1999) señala que la presencia de algunos grupos de bromelias y orquídeas responde a la sucesión

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

y ocupación de estas en remplazo de grupos más sensibles. Lo que también se observa con la especie de Asteraceae que corresponde a una especie exótica.

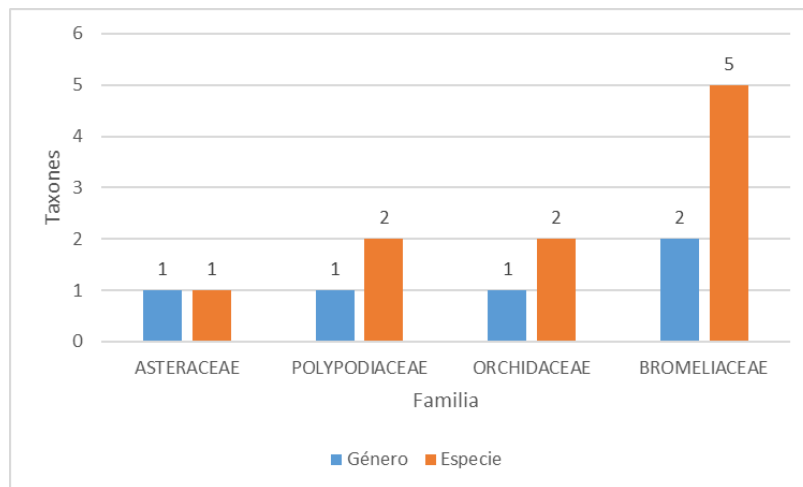


Figura 2- 319. Riqueza de especies epífitas vasculares en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los valores de riqueza expuestos anteriormente, se reconoce que a nivel de abundancia también domina la familia Bromeliaceae y se reconoce a *Tillandsia biflora* como la especie más representativa con 117 individuos que se presentan únicamente en el escenario de los cuerpos lóticos, en el cual también se destacan *Tillandsia pastensis* y *Tillandsia sp1* (Tabla 2-203). Por su parte, en el humedal sector Guaymaral se presentan tres individuos de *Pleopeltis macrocarpa* e igual número para *Pleopeltis murora*, mientras que en el escenario de canales se registraron 20 individuos de *Delairea odorata*, siendo esta la única especie vascular de hábito epífita para este este escenario.

Tabla 2- 203. Abundancia de especies epífitas vasculares por escenario.

| Especie | Canales | Cuerpo lótico | Humedal sector Guaymaral | Total general |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------------------|---------------|
| <i>Delairea odorata</i> | 20 | 0 | 0 | 20 |
| <i>Epidendrum brassivoliforme</i> | 0 | 9 | 0 | 9 |
| <i>Epidendrum excisum</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Pleopeltis macrocarpa</i> | 0 | 0 | 3 | 3 |
| <i>Pleopeltis murora</i> | 0 | 0 | 3 | 3 |
| <i>Tillandsia biflora</i> | 0 | 117 | 0 | 117 |
| <i>Tillandsia incarnata</i> | 0 | 4 | 0 | 4 |
| <i>Tillandsia pastensis</i> | 0 | 20 | 0 | 20 |
| <i>Tillandsia sp.01</i> | 0 | 20 | 0 | 20 |
| <i>Vriesea sp.nov</i> | 0 | 5 | 0 | 5 |
| Total General | 20 | 176 | 6 | 202 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En resumen, para la abundancia y riqueza de especies por escenario se destaca que el escenario con mayor afinidad para el desarrollo de epífitas no vasculares es el de cuerpos lóticos, en el que se presentan siete especies y 176 individuos; mientras que los escenarios de humedal del sector Guaymaral presentan amplias diferencias con respecto a la riqueza y abundancia (Figura 2-320).

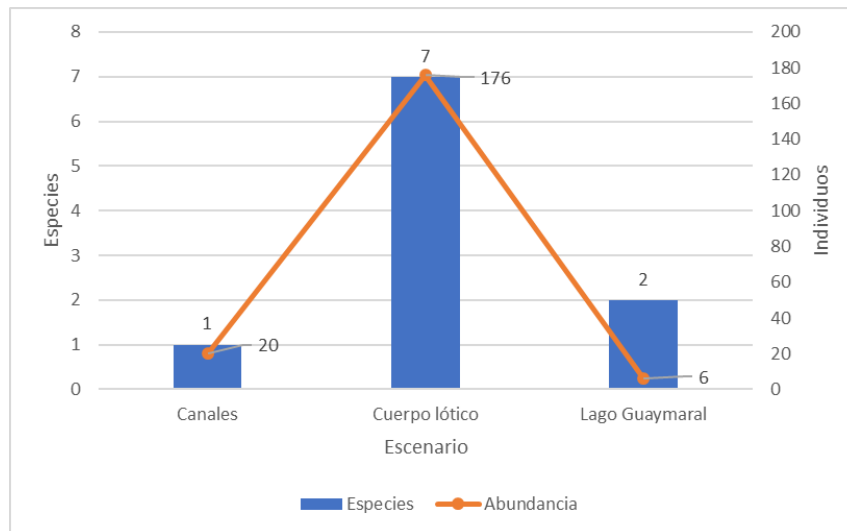


Figura 2- 320. Riqueza y abundancia de epífitas vasculares por escenario.
Fuente: Elaboración propia.

Frecuencia

Al igual que ocurre con la abundancia, en el escenario de cuerpos lóticos, la especie más frecuente es *Tillandsia biflora* al presentarse en el 16,7 % de los árboles muestreados, seguida por *Tillandsia pastensis* y *Tillandsia sp.1*, mientras que las especies de *Epidendrum* registradas se presentaron en un solo árbol, alcanzando una frecuencia de 4,2 %. En la Tabla 2-204 se muestra también que *Delairea odorata* es la única especie presente en el escenario de canales y se registró en un solo árbol, mientras que en el escenario de humedal sector Guaymaral las dos especies de árboles presentes se registraron en un único forófito.

Tabla 2- 204. Frecuencia de especies epífitas vasculares en los escenarios.

| Especie | Canales | Cuerpo lótico | Humedal sector Guaymaral | Total general |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------------------------|---------------|
| <i>Delairea odorata</i> | 6,3 | 0 | 0 | 6,25 |
| <i>Epidendrum brassivoliforme</i> | 0 | 4,2 | 0 | 4,17 |
| <i>Epidendrum excisum</i> | 0 | 4,2 | 0 | 4,17 |
| <i>Pleopeltis macrocarpa</i> | 0 | 0 | 12,5 | 12,50 |
| <i>Pleopeltis murora</i> | 0 | 0 | 12,5 | 12,50 |
| <i>Tillandsia biflora</i> | 0 | 16,7 | 0 | 16,67 |
| <i>Tillandsia incarnata</i> | 0 | 4,2 | 0 | 4,17 |
| <i>Tillandsia pastensis</i> | 0 | 12,5 | 0 | 12,50 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 204. Frecuencia de especies epífitas vasculares en los escenarios.

| Especie | Canales | Cuerpo lóxico | Humedal sector Guaymaral | Total general |
|-------------------------|---------|---------------|--------------------------|---------------|
| <i>Tillandsia sp.01</i> | 0 | 12,5 | 0 | 12,50 |
| <i>Vriesea sp.nov</i> | 0 | 8,3 | 0 | 8,33 |

Fuente: Elaboración propia.

Distribución vertical

En el caso de la distribución vertical se observa que, en términos generales, las especies *Delairea odorata* y *Tillandsia biflora* son generalistas y ocupan varios estratos de los árboles evaluados en sus respectivos escenarios, mientras otras especies como *Epidendrum excisum* o *Tillandsia incarnata*, exclusivas del dosel interno, muestran un carácter más especialista. En cuanto a la abundancia y riqueza de los estratos, se observa la dominancia del dosel interno, seguida por el dosel medio de los forófitos. Este patrón de distribución concuerda con los registros para las epífitas en diversos ecosistemas de Colombia, en los que las especies son afines a los estratos superiores (Wolf, 1993a; Nowak & Martin, 1997).

Tabla 2- 205. Estratificación vertical de epífitas vasculares.

| Especies | Base | Tronco | Dosel interno | Dosel medio | Dosel externo |
|-----------------------------------|----------|-----------|---------------|-------------|---------------|
| Canales | 3 | 3 | 8 | 6 | 0 |
| <i>Delairea odorata</i> | 3 | 3 | 8 | 6 | 0 |
| Cuerpo lóxico | 3 | 11 | 42 | 62 | 58 |
| <i>Epidendrum brassivoliforme</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 |
| <i>Epidendrum excisum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Tillandsia biflora</i> | 3 | 9 | 23 | 37 | 45 |
| <i>Tillandsia incarnata</i> | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| <i>Tillandsia pastensis</i> | 0 | 0 | 8 | 12 | 0 |
| <i>Tillandsia sp.01</i> | 0 | 0 | 4 | 10 | 6 |
| <i>Vriesea sp.nov</i> | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| Humedal sector Guaymaral | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pleopeltis macrocarpa</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pleopeltis murora</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Total general | 6 | 20 | 50 | 68 | 58 |

Fuente: Elaboración propia.

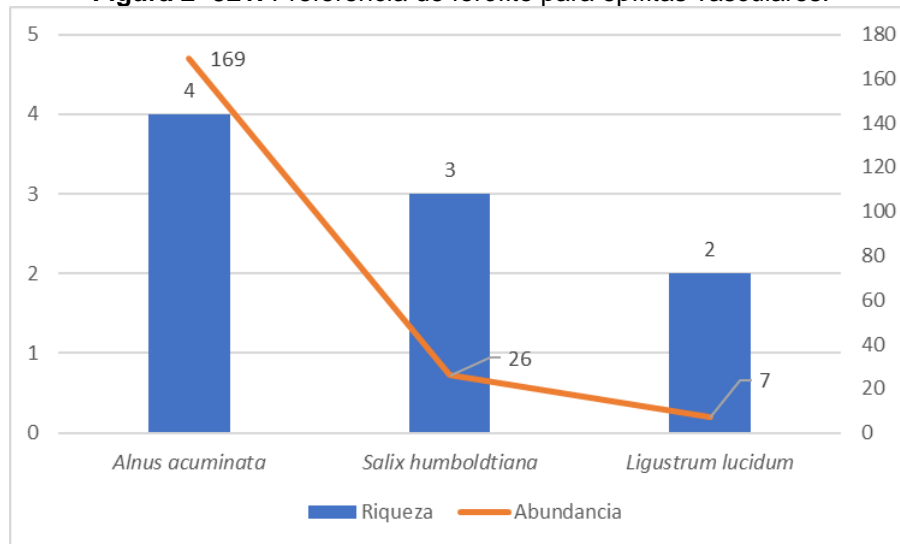
Preferencia de forófitos

La preferencia de forófitos en la zona de estudio muestra que solo tres de las 13 especies registradas como forófitos soportaron especies epífitas, dentro de estas se observa que *Alnus acuminata* presenta la mayor cantidad de especies asociada a sus estratos verticales y la mayor cantidad de individuos con 169 registrados. Le sigue *Salix humboldtiana* y *Ligustrum lucidum* que de acuerdo con la Figura 2-321, muestran menos individuos y especies asociadas. Los resultados de este muestreo indican que no solamente las características como rugosidad, luminosidad o humedad asociada a la especie de forófito son influyentes para el desarrollo de las epífitas, sino que los factores ambientales locales,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

los gradientes de intervención y algunos factores particulares relacionados con la salud ecosistémica del sitio son importantes para el establecimiento de orquídeas, bromelias y otros grupos de epífita (Higuera & Wolf, 2010; Johansson, 1974; Wolf, 1993a).

Figura 2- 321. Preferencia de forófito para epífitas vasculares.



Fuente: Elaboración propia.

- Especies no vasculares

Riqueza y abundancia

En términos generales, se observa que el grupo de mayor riqueza corresponde a los líquenes con 22 especies agrupadas en 15 géneros y 10 familias, seguidas por los musgos cuya riqueza se muestra en la Figura 2-322; mientras que el grupo de menor riqueza sobre los árboles evaluados corresponde a las hepáticas con tres especies e igual número de familias y géneros. Esta distribución de la riqueza coincide con evaluaciones de las especies no vasculares en espacios urbanos, donde los briofitos se reconocen como elementos más sensibles a los contaminantes atmosféricos y a las intervenciones antrópicas (Rubiano & Chaparro, 2006; Simijaca, Vargas-Rojas, & Morales-Puentes, Uso de organismos no vasculares como indicadores de contaminación atmosférica urbana (Tunja, Boyacá, Colombia), 2014). Esta distribución también puede estar influenciada por factores propios del árbol o del microecosistema en el que se presenta la especie que, para el caso del área de estudio, corresponde a espacios donde abundan los árboles plantados y circundados por espacios urbanizados posterizados o remanente de humedal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

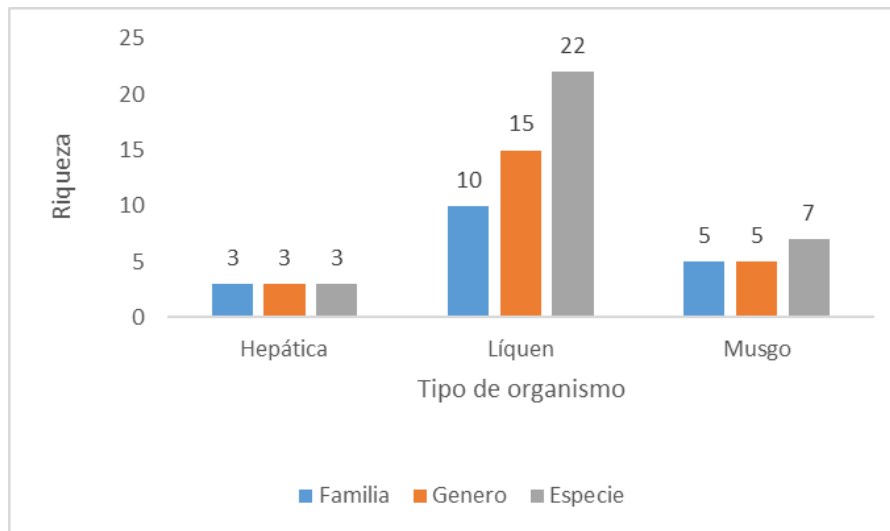


Figura 2- 322. Riqueza de especies no vasculares en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Las 32 especies encontradas acumulan 19960 cm² de cobertura, dentro de las cuales destaca individualmente la especie *Flavopunctelia flaventior* que alcanza 5067 cm² y los valores más altos de cobertura en cada escenario, excepto en el escenario de canales, en donde es superada por *Ramalina celastro* y *Frúyanla dilatara*. Otras especies que se destacan por su abundancia son *Physis undulara* que alcanza su pico de abundancia en los cuerpos lóticos, al igual que *Parmotrema chinense* y *Metzgeria furcata* que se presenta con mayor abundancia en el escenario del humedal sector Guaymaral (Tabla 2-206). De otro lado, las especies menos representativas son *Bacidia medialis* con 15cm², *Crocodia aurata* (60 cm²), *Graphis pavoniana* (30 cm²), *Leptogium* sp (30 cm²) y *Teloschistes hypoglaucus*, especies que se consideran raras por presentarse en un solo forófito y un solo escenario.

Tabla 2- 206. Abundancia de especies no vasculares en los escenarios.

| Grupo | Especie | Canales | Cuerpo Lótico | Humedad Sector Guaymaral | Humedal Sector Torca | Total General |
|----------|----------------------------------|---------|---------------|--------------------------|----------------------|---------------|
| Hepática | <i>Frullania dilatata</i> | 448 | 391 | 60 | 66 | 965 |
| Hepática | <i>Metzgeria furcata</i> | 245 | 188 | 482 | 0 | 915 |
| Hepática | <i>Microlejeunea bullata</i> | 234 | 213 | 179 | 0 | 626 |
| Líquen | <i>Bacidia hosteleoides</i> | 0 | 150 | 0 | 308 | 458 |
| Líquen | <i>Bacidia medialis</i> | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 |
| Líquen | <i>Crocodia aurata</i> | 0 | 60 | 0 | 0 | 60 |
| Líquen | <i>Everniastrum catawbiense</i> | 114 | 69 | 0 | 0 | 183 |
| Líquen | <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 422 | 1984 | 144 | 2517 | 5067 |
| Líquen | <i>Graphis pavoniana</i> | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 |
| Líquen | <i>Heterodermia albicans</i> | 52 | 91 | 203 | 232 | 578 |
| Líquen | <i>Heterodermia leucomelos</i> | 105 | 185 | 79 | 12 | 381 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 206. Abundancia de especies no vasculares en los escenarios.

| Grupo | Especie | Canales | Cuerpo Lótico | Humedad Sector Guaymaral | Humedal Sector Torca | Total General |
|--------|-----------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|----------------------|---------------|
| Liquen | <i>Lecanora caesiorubella</i> | 126 | 0 | 0 | 67 | 193 |
| Liquen | <i>Leptogium</i> sp. | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 |
| Liquen | <i>Parmotrema chinense</i> | 257 | 956 | 152 | 0 | 1365 |
| Liquen | <i>Parmotrema guyanum</i> | 132 | 130 | 0 | 25 | 287 |
| Liquen | <i>Parmotrema leucosemothetum</i> | 254 | 135 | 0 | 25 | 414 |
| Liquen | <i>Parmotrema reticulatum</i> | 0 | 399 | 80 | 0 | 479 |
| Liquen | <i>Physcia undulata</i> | 375 | 635 | 388 | 155 | 1553 |
| Liquen | <i>Punctelia subrudecta</i> | 100 | 288 | 70 | 0 | 458 |
| Liquen | <i>Ramalina celastri</i> | 589 | 714 | 30 | 459 | 1792 |
| Liquen | <i>Teloschistes exilis</i> | 93 | 0 | 0 | 0 | 93 |
| Liquen | <i>Teloschistes flavicans</i> | 12 | 60 | 0 | 30 | 102 |
| Liquen | <i>Teloschistes hypoglaucus</i> | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| Liquen | <i>Usnea</i> sp. | 190 | 481 | 210 | 12 | 893 |
| Liquen | <i>Xanthoria parietina</i> | 92 | 93 | 165 | 555 | 905 |
| Musgo | <i>Meteoridium remotifolium</i> | 0 | 0 | 200 | 0 | 200 |
| Musgo | <i>Neckera scabridens</i> | 212 | 60 | 60 | 0 | 332 |
| Musgo | <i>Schoenobryum concavifolium</i> | 160 | 64 | 29 | 0 | 253 |
| Musgo | <i>Schoenobryum julaceum</i> | 102 | 195 | 37 | 0 | 334 |
| Musgo | <i>Sematophyllum galipense</i> | 50 | 159 | 130 | 0 | 339 |
| Musgo | <i>Sematophyllum swartzii</i> | 128 | 0 | 36 | 0 | 164 |
| Musgo | <i>Streptopogon calymperes</i> | 78 | 164 | 165 | 79 | 486 |
| | Total general | 4570 | 7949 | 2899 | 4542 | 19960 |

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, para los escenarios se observa que los cuerpos lóticos presentan mayor cantidad de especies (28) y cobertura (7949 cm²) que los demás escenarios, dentro de los cuales se destacan los canales y el humedal sector Guaymaral con valores cercanos a los presentes en los cuerpos lóticos (Figura 2-323); mientras que el humedal sector Torca es el escenario con menor cantidad de especies al presentar 14. Por otra parte, se observa que el escenario con menos superficie ocupada por las especies no vasculares corresponde al humedal sector Guaymaral, en donde se registran 2899 cm², pese a que no corresponde al escenario con menor riqueza de especies.

En la Tabla 2-207 se presenta la frecuencia de cada especie por escenario evaluado. Para el escenario de canales fueron evaluados 16 árboles, en los cuerpos lóticos se registraron 24 árboles, en el humedal sector Torca 12 árboles y en el humedal sector Guaymaral se presentaron solamente ocho unidades muestréales. De acuerdo con lo anterior se calculó la frecuencia y se identificó que en los canales las especies más frecuentes son *Ramalina celastri* al registrarse en el 56,3% y *Physcia undulata* en el 43,8% de los árboles revisados

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

en este escenario, mientras *Heterodermia albicans* *Schoenobryum concavifolium* y *Teloschistes flavicans* se presentan en un solo árbol y comprenden el 6,3% de los registros.

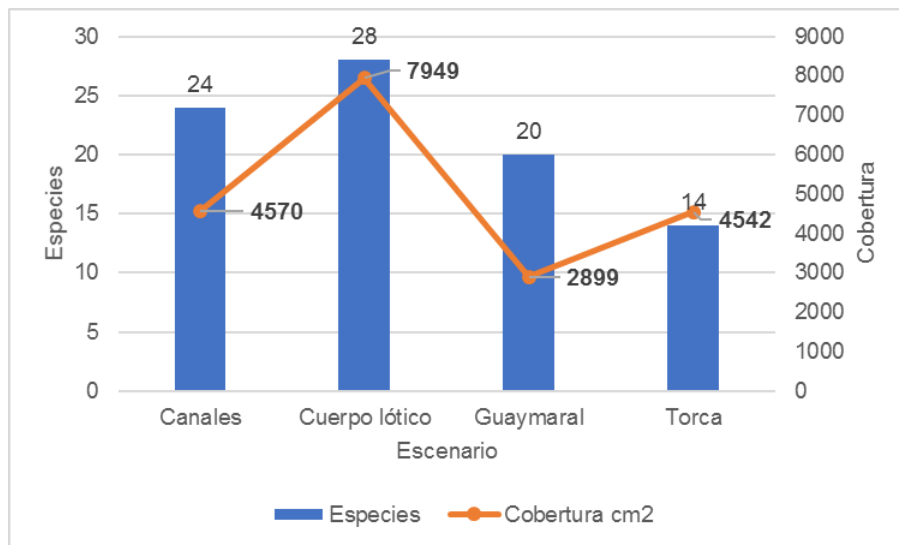


Figura 2- 323. Riqueza y abundancia de especies epífitas no vasculares en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Frecuencia

Para el escenario de los cuerpos lóxicos, *Flavopunctelia flaventior* se presenta con mayor frecuencia al registrarse en el 66,75% de los árboles, seguida por *Parmotrema chinense* y *Ramalina celastri* que fueron registradas en el 37,5% de los árboles, mientras que especies como *Graphis pavoniana*, *Leptogium* sp. y *Teloschistes hypoglaucus* se presentaron en un solo árbol y son exclusivas del escenario de cuerpos lóxicos.

Para el humedal sector Guaymaral se presentan *Metzgeria furcata* y *Usnea* sp con las frecuencias más altas, mientras que el 45% de las especies fueron registradas en un solo árbol. Dentro de las especies poco frecuentes se destaca *Meteoridium remotifolium* que además es exclusiva para este escenario (Tabla 2-207). En el caso del humedal sector Torca, la especie más frecuente es *Flavopunctelia flaventior* al presentarse en el 91,7% de los forófitos, seguida por *Xanthoria parietina* que se presentó en el 50% de los árboles evaluados, mientras el 50% de las especies registradas se presentaron en un solo árbol.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 207. Frecuencia de especies en los escenarios.

| Especie | Canales | Quebradas o cuerpo lótico | Humedal Sector Guaymaral | Humedal Sector Torca |
|-----------------------------------|---------|---------------------------|--------------------------|----------------------|
| <i>Bacidia hosteleoides</i> | 0 | 12,5 | 0 | 25 |
| <i>Bacidia medialis</i> | 0 | 4,2 | 0 | 0 |
| <i>Crocodia aurata</i> | 0 | 4,2 | 0 | 0 |
| <i>Everniastrum catawbiense</i> | 12,5 | 8,3 | 0 | 0 |
| <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 25 | 66,7 | 25 | 91,7 |
| <i>Frullania dilatata</i> | 37,5 | 29,2 | 12,5 | 8,3 |
| <i>Graphis pavoniana</i> | 0 | 4,2 | 0 | 0 |
| <i>Heterodermia albicans</i> | 6,3 | 4,2 | 12,5 | 25 |
| <i>Heterodermia leucomelos</i> | 31,3 | 8,3 | 25,0 | 8,3 |
| <i>Lecanora caesiorubella</i> | 12,5 | 0 | 0 | 16,7 |
| <i>Leptogium</i> sp. | 0 | 4,2 | 0 | 0 |
| <i>Meteoridium remotifolium</i> | 0 | 0 | 12,5 | 0 |
| <i>Metzgeria furcata</i> | 31,3 | 16,7 | 37,5 | 0 |
| <i>Microlejeunea bullata</i> | 31,3 | 12,5 | 12,5 | 0 |
| <i>Neckera scabridens</i> | 12,5 | 4,2 | 12,5 | 0 |
| <i>Parmotrema chinense</i> | 18,8 | 37,5 | 25,0 | 0 |
| <i>Parmotrema guyanum</i> | 12,5 | 8,3 | 0 | 8,3 |
| <i>Parmotrema leucosemothetum</i> | 18,8 | 8,3 | 0 | 8,3 |
| <i>Parmotrema reticulatum</i> | 0 | 16,7 | 12,5 | 0 |
| <i>Physcia undulata</i> | 43,8 | 37,5 | 25 | 25 |
| <i>Punctelia subrudecta</i> | 12,5 | 4,2 | 12,5 | 0 |
| <i>Ramalina celastri</i> | 56,3 | 37,5 | 12,5 | 50 |
| <i>Schoenobryum concavifolium</i> | 6,3 | 4,2 | 12,5 | 0 |
| <i>Schoenobryum julaceum</i> | 12,5 | 8,3 | 12,5 | 0 |
| <i>Sematophyllum galipense</i> | 6,3 | 8,3 | 12,5 | 0 |
| <i>Sematophyllum swartzii</i> | 12,5 | 0 | 12,5 | 0 |
| <i>Streptopogon calymperes</i> | 6,3 | 8,3 | 25 | 8,3 |
| <i>Teloschistes exilis</i> | 18,8 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Teloschistes flavicans</i> | 6,3 | 12,5 | 0 | 8,3 |
| <i>Teloschistes hypoglaucus</i> | 0 | 4,2 | 0 | 0 |
| <i>Usnea</i> sp. | 18,8 | 20,8 | 37,5 | 8,3 |
| <i>Xanthoria parietina</i> | 12,5 | 8,3 | 25 | 50 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Distribución vertical

Para las especies no vasculares se evaluaron los estratos base y tronco, evidenciándose en todos los escenarios la dominancia del tronco como el estrato preferido para la colonización de briofitos y líquenes. En la Figura 2-324 se observa que el tronco de los árboles evaluados en el escenario de cuerpos lóticos presenta la mayor riqueza y abundancia de especies en el área de estudio; mientras que el estrato de menor ocupación corresponde a la base del escenario humedal sector Guaymaral con 12 especies que acumulan 990 cm²

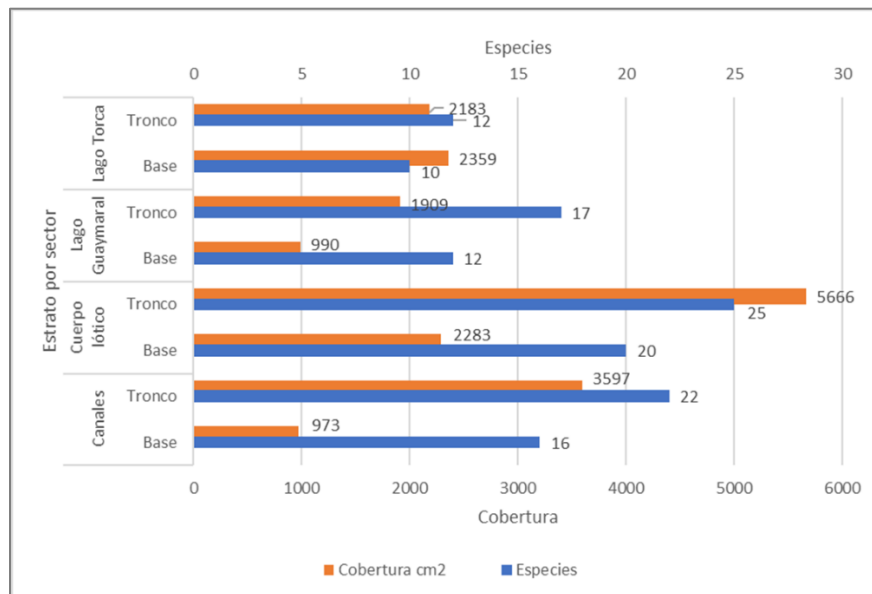


Figura 2- 324. Estratificación vertical de especies no vasculares por escenario.
Fuente: Elaboración propia.

Preferencia de forófitos

En el caso de los forófitos, se registraron 13 especies que presentaron epífitas no vasculares en sus superficies, dentro de las cuales se observa que *Acacia decurrens* es la especie con mayor riqueza y abundancia al presentar 25 especies no vasculares y 6382 cm² sobre sus superficies. Le siguen *Alnus acuminata* y *Salix humboldtiana* con 21 y 13 especies no vasculares respectivamente, mientras que especies como *Smilax pyramidalis* y *Eucalyptus globulus* presentaron una sola especie y los valores más bajos de abundancia asociados a sus superficies. Por lo anterior se observa que las especies epífitas no vasculares pueden prosperar sobre diversos sustratos que incluyen especies de árboles exóticos. No obstante, se desarrollan en estos árboles gracias a una combinación de factores que incluyen la resistencia de las plantas no vasculares a condiciones adversas y sustratos hostiles (Caceres, Lücking, & Ramboldt, 2007) y las características asociadas a los forófitos como la rugosidad de la corteza, el desprendimiento de esta en el caso de *Eucalyptus* spp (Ardila-Rios, Moncada, & Lücking, 2015), y la arquitectura del árbol que permite variación de humedad y luminosidad en los estratos (Simijaca, Moncada, & Lücking, 2018).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

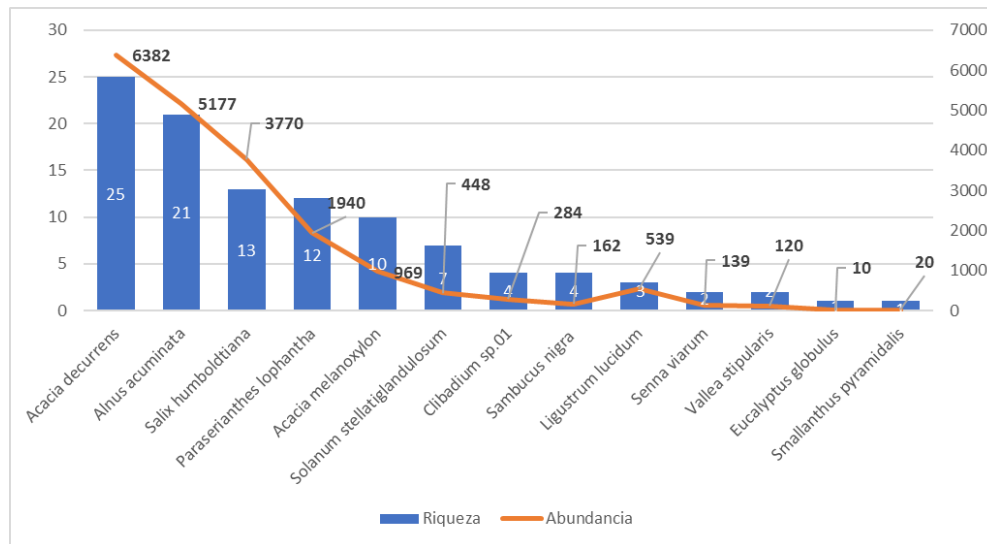


Figura 2- 325. Riqueza y abundancia de especies no vasculares por forófito.
Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior es importante revisar tanto las características propias de los árboles como las especies asociadas a los mismos y el comportamiento de las comunidades, debido a que algunas especies no vasculares se han descrito como tolerantes al disturbio y a espacios con evidente contaminación atmosférica (Torres-Pineda, 2014; Pardo, 2017; Rubiano & Chaparro, 2006; Simijaca, Vargas-Rojas, & Morales-Puentes, 2014). También, la presencia de determinado árbol afecta la distribución y diversificación de las comunidades (Ardila-Rios, Moncada, & Lücking, 2015). Pese a lo anterior, en ambientes urbanos, algunos arreglos de vegetación pueden favorecer el desarrollo de especies no vasculares, incluyendo especies exóticas en conjunto con especies arbóreas nativas cuyas características permitan el desarrollo de especies epífitas.

Al observar las comunidades de líquenes en el diagrama del análisis multivariado (Network Management System NMS), se reconoce una tendencia a agrupar los forófitos por la riqueza de especies asociadas a los mismos. No se observa una diferencia clara entre las características propias de las especies exóticas o nativas, dado que varias de estas comparten características como la corteza lisa o un diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio similar.

En la Figura 2-326 se observa la similitud entre la composición de epífitas no vasculares que hay entre *Alnus acuminata* y las especies de *Acacia* registradas en el muestreo, dentro de las que se resalta *Acacia decurrens* como la especie de forófito con mayor riqueza de epífitas no vasculares en contraste a lo expuesto por Pardo (2017), quien la menciona como una especie con baja diversidad de líquenes y dentro de la cual es posible encontrar especies que han sido catalogadas como toxotolerantes, entre ellas *Flavopunctelia flaventior*, *Frullania dilatata*, *Parmotrema chinense* y *Lecanora caesiorrhubella* (Rubiano & Chaparro, 2006; Simijaca, Vargas-Rojas, & Morales-Puentes, 2014). De

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

otro lado, los forófitos con menos especies también conforman un grupo, dentro de los que se encuentra *Eucalyptus globulus*, *Smallanthus pyramidalis* y *Senna viarum*.

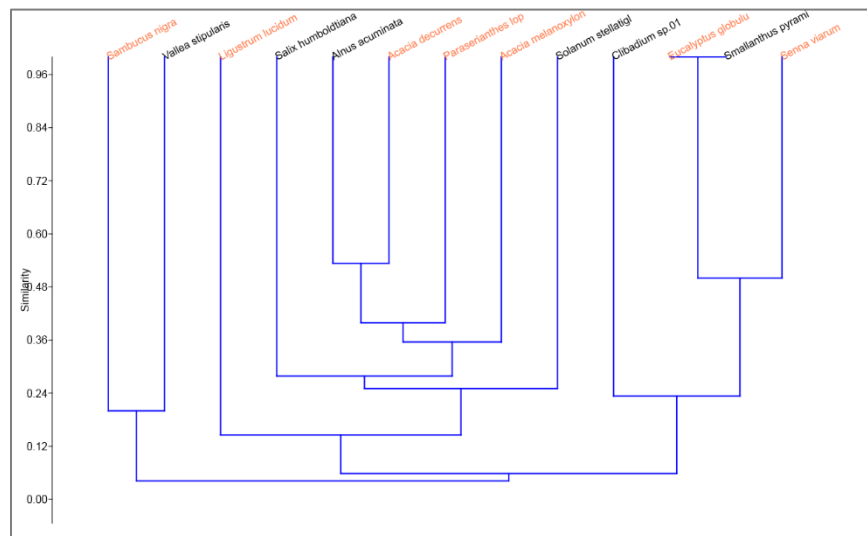


Figura 2- 326. Similitud en la composición de especies por forófito. Fuente: Elaboración propia.

- Sustrato terrestre

Especies vasculares

En la evaluación del sustrato terrestre se registró a *Stenorrhynchos speciosum* como la única especie vascular registrada en el muestreo de los distintos escenarios. Esta especie se presentó únicamente en el escenario de canales con una abundancia de 21 individuos distribuidos en 5 de los 16 levantamientos realizados, acumulando una frecuencia de 31,25 %.

Tabla 2- 208. Abundancia de Especies Vasculares.

| Familia | Genero | Especie | Ab | Abr % | Ni | At | Fr% |
|-------------|----------------|--------------------------|----|-------|----|----|-------|
| Orchidaceae | Stenorrhynchos | Stenorrhynchos speciosum | 21 | 100 | 5 | 16 | 31,25 |

Ab: abundancia Abr: Abundancia relativa, Ni: frecuencia AT: total parcelas Fr: Frecuencia relativa
Fuente: Elaboración propia.

La riqueza y abundancia de especies de orquídeas o bromelias en el sustrato terrestre estuvo fuertemente influenciada por la competencia que ejercen especies como *Cenchrus clandestinum* y *Ulex europeus*, las cuales se presentaron como especies muy abundantes en el muestreo de flora y de especies invasoras que se describen adelante y las cuales pueden evidenciarse en las fotografías de los transectos realizados, por ejemplo en el escenario humedal sector Torca (Fotografía 2-75) o en el escenario del humedal sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 75. Espacio muestreado en el escenario el escenario humedal Sector Torca.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 76. Espacio muestreado en el escenario humedal sector Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

- **Especies no vasculares**

Riqueza

En la evaluación del sustrato terrestre se encontraron 12 especies (Tabla 2-209) y se observa que los musgos son el grupo de mayor riqueza con ocho especies distribuidas en siete géneros e igual número de familias. Lo siguen las hepáticas con tres especies e igual número de géneros y familias, mientras que los Anthoceros corresponden al grupo menos representativo.

Tabla 2- 209. Riqueza de especies no vasculares terrestres.

| Tipo | Familia | Genero | Especie |
|------------|---------|--------|---------|
| Anthoceros | 1 | 1 | 1 |
| Hepática | 3 | 3 | 3 |
| Musgo | 7 | 7 | 8 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Respecto a la abundancia de especies en los diferentes escenarios evaluados es importante resaltar que el escenario con más superficie ocupada por parte de las especies no vasculares corresponde al escenario de canales, donde se registran 1390 cm², adicionalmente se registra a *Sematophyllum galipense* como la especie más abundante con 1463 cm² y se reconoce como la especie dominante en el escenario de canales y humedal sector Torca, seguida por *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum swartzii* (Tabla 2-210). Por otra parte, *Lophocolea bidentata* y *Nothoceros aenigmaticus* se reconocen como las especies con menor abundancia en el muestreo.

Tabla 2- 210. Abundancia de especies no vasculares en el sustrato terrestre.

| Especies | Canales | Cuerpo Lótico | Humedal Sector Guaymaral | Humedal Sector Torca | Total General |
|------------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|----------------------|---------------|
| <i>Bryum coronatum</i> | 0 | 0 | 90 | 0 | 90 |
| <i>Campylopus</i> sp. | 0 | 113 | 95 | 0 | 208 |
| <i>Fabronia ciliaris</i> | 290 | 0 | 0 | 0 | 290 |
| <i>Fissidens rigidulus</i> | 170 | 0 | 0 | 0 | 170 |
| <i>Hypopterygium tamarisci</i> | 0 | 140 | 0 | 0 | 140 |
| <i>Leucodon curvirostris</i> | 140 | 0 | 0 | 0 | 140 |
| <i>Lophocolea bidentata</i> | 0 | 0 | 0 | 48 | 48 |
| <i>Marchantia</i> sp. | 0 | 0 | 200 | 0 | 200 |
| <i>Nothoceros aenigmaticus</i> | 0 | 60 | 0 | 0 | 60 |
| <i>Pseudocephalozia cuadriloba</i> | 0 | 142 | 0 | 0 | 142 |
| <i>Sematophyllum galipense</i> | 630 | 160 | 140 | 533 | 1463 |
| <i>Sematophyllum swartzii</i> | 160 | 91 | 0 | 0 | 251 |
| Total General | 1390 | 706 | 525 | 581 | 3202 |

Fuente: Elaboración propia.

Al resumir la riqueza y abundancia por escenario se observa que los cuerpos lóticos son el escenario con mayor número de especies asociadas al suelo (Figura 2-327), no obstante, los canales son el escenario con mayor cobertura ocupada por las especies no vasculares en este sustrato. De otro lado, el escenario humedal sector Torca presentó solo dos especies y el menor registro de cobertura con 581 cm².

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

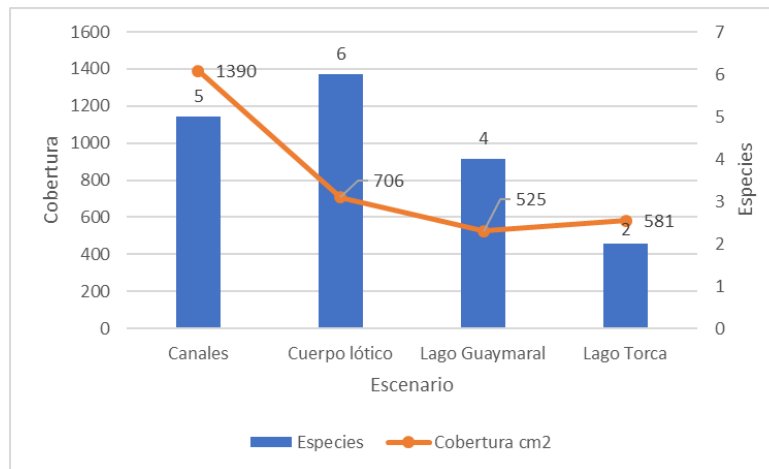


Figura 2- 327. Riqueza y abundancia de especies no vasculares terrestres por escenario.
Fuente: Elaboración propia.

Frecuencia

Para el caso de los canales se observa que *Sematophyllum galipense* es la especie más frecuente al presentarse 31,25 % de los espacios evaluados, mientras *Leucodon curvirostris* y *Sematophyllum swartzii* se presentaron solo en uno de los 16 cuadrantes evaluados. Para los cuerpos lóticos, como se indica en la Tabla 2-211, cada una de las especies encontradas se presentaron en un cuadrante, con una frecuencia de 4,17 %; mientras que en el humedal sector Guaymaral se destaca a *Marchantia* sp., que se presentó en el 25 % de los registros. De las dos especies presentes en el humedal sector Torca, la más frecuente fue *Sematophyllum galipense*.

Tabla 2- 211. Frecuencia de especies no vasculares en el sustrato terrestre.

| Especies | Canales | Cuerpo Lótico | Humedal Sector Guaymaral | Humedal Sector Torca |
|------------------------------------|---------|---------------|--------------------------|----------------------|
| <i>Bryum coronatum</i> | 0 | 0 | 8,33 | 0 |
| <i>Campylopus</i> sp. | 0 | 4,17 | 8,33 | 0 |
| <i>Fabronia ciliaris</i> | 12,5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Fissidens rigidulus</i> | 12,5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hypopterygium tamarisci</i> | 0 | 4,17 | 0 | 0 |
| <i>Leucodon curvirostris</i> | 6,25 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lophocolea bidentata</i> | 0 | 0 | 0 | 8,33 |
| <i>Marchantia</i> sp. | 0 | 0 | 25 | 0 |
| <i>Nothoceros aenigmaticum</i> | 0 | 4,17 | 0 | 0 |
| <i>Pseudocephalozia cuadriloba</i> | 0 | 4,17 | 0 | 0 |
| <i>Sematophyllum galipense</i> | 31,25 | 4,17 | 16,67 | 16,67 |
| <i>Sematophyllum swartzii</i> | 6,25 | 4,17 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.4.2 Análisis de comunidades y escenarios

El escalamiento multidimensional permite observar que las comunidades de especies vasculares y no vasculares encontradas se disgregan de acuerdo con los sustratos evaluados y se observan dos grupos que se separan a lado y lado del diagrama, donde hacia la izquierda se encuentran las especies epífitas y hacia la derecha las especies terrestres. De igual manera, en la Figura 2-328 fue posible representar las comunidades que se relacionan con espacios mayormente intervenidos, que son aquellos que se acercan al eje X y se encuentran resaltados en la figura.

Por lo anterior es importante mencionar que, en el caso de las especies epífitas, las comunidades del escenario del humedal sector Torca pueden asociarse con un grado de perturbación mayor que las de los demás sectores; mientras que las comunidades asociadas con los canales pueden asociarse con sitios menos intervenidos. Situación que contrasta con las comunidades del sustrato terrestre donde los escenarios no están agrupados por el gradiente de perturbación, sino que se muestran agrupaciones entre los distintos transectos muestreados, como la conformada por LoTD15 (cuerpos lóticos), GuTD10 (Guaymaral) y CaTD7 (canales); mientras que los transectos LoTD14 y CaTD8 se ubican en la periferia del diagrama por lo que sus comunidades se asocian con un gradiente de perturbación menor. El valor estrés registrado para este diagrama es 0,2, que de acuerdo con que implica, no obstante, el objetivo de este diagrama es reconocer agrupaciones entre los escenarios, lo cual ocurre para las epífitas, pero no para las terrestres.

La Figura 2-328 permite evidenciar el comportamiento de las comunidades de epífitas en el gradiente de perturbación que se estableció de acuerdo con el porcentaje de luminosidad en cada transecto. Para esto se realizó un análisis de ordenación utilizando el Paquete estadístico Past 3.25. A partir de esto se observó que las comunidades liquénicas se organizan de acuerdo con el gradiente, en donde hacia el costado derecho (lejos del vector) se encuentran las comunidades de líquenes asociadas con un menor grado de intervención, las cuales, como se había mencionado, también se encuentran en el escenario de canales. En su mayoría corresponden a árboles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata*, lo que reitera una vez más la posibilidad de priorizar árboles de *A. acuminata* como forófito para revegetalizar.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

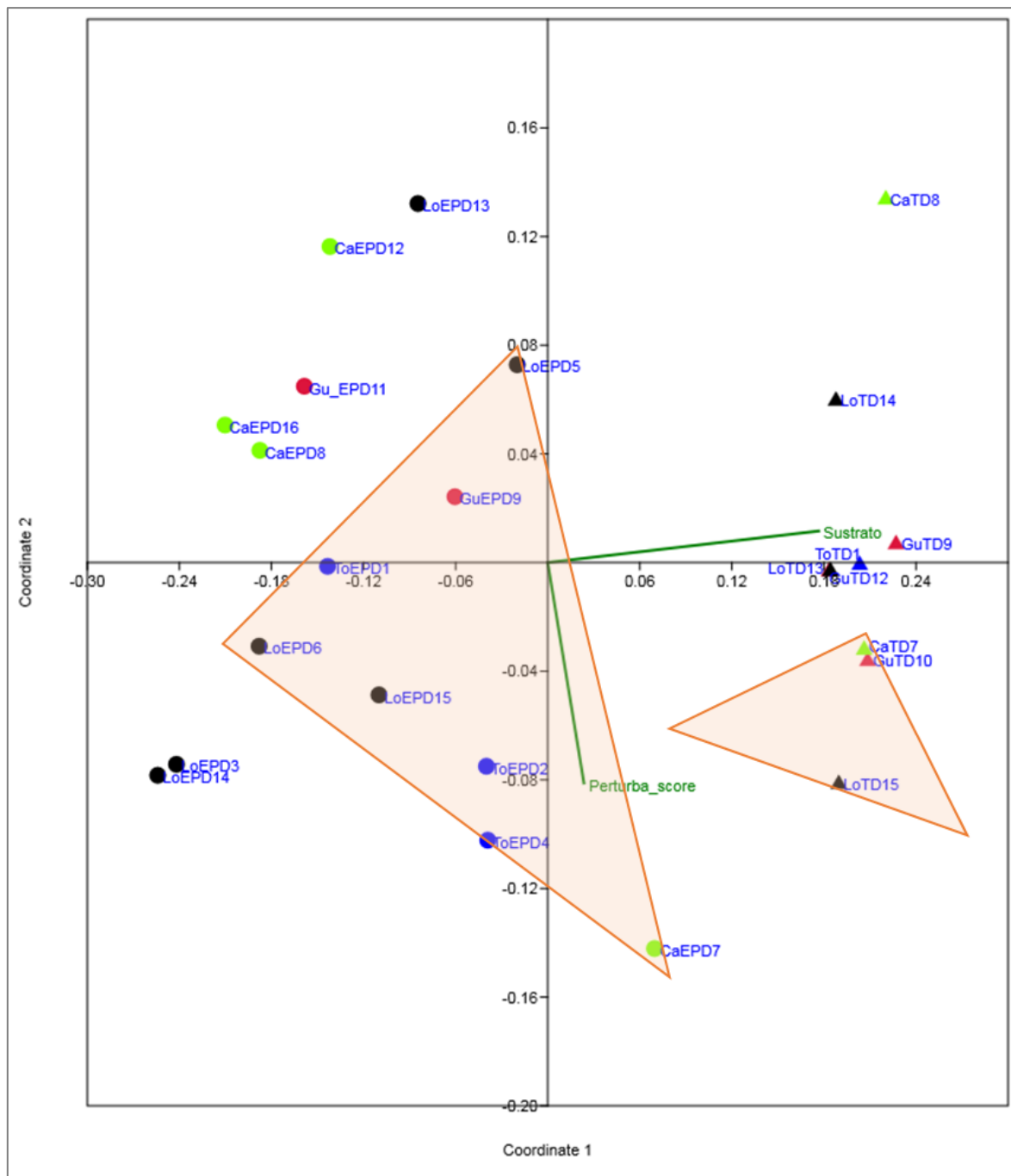


Figura 2- 328. NMDS para las comunidades muestreadas por escenario.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De la misma manera se muestra la Figura 2-329 que permite agrupar árboles y comunidades que indican sitios perturbados y conservados sobre los cuales es pertinente realizar acciones de manejo. Para esto se realizó un análisis de correlación entre comunidades de epífitas reportadas, con respecto al gradiente de perturbación, usando el programa estadístico Past 3.25.

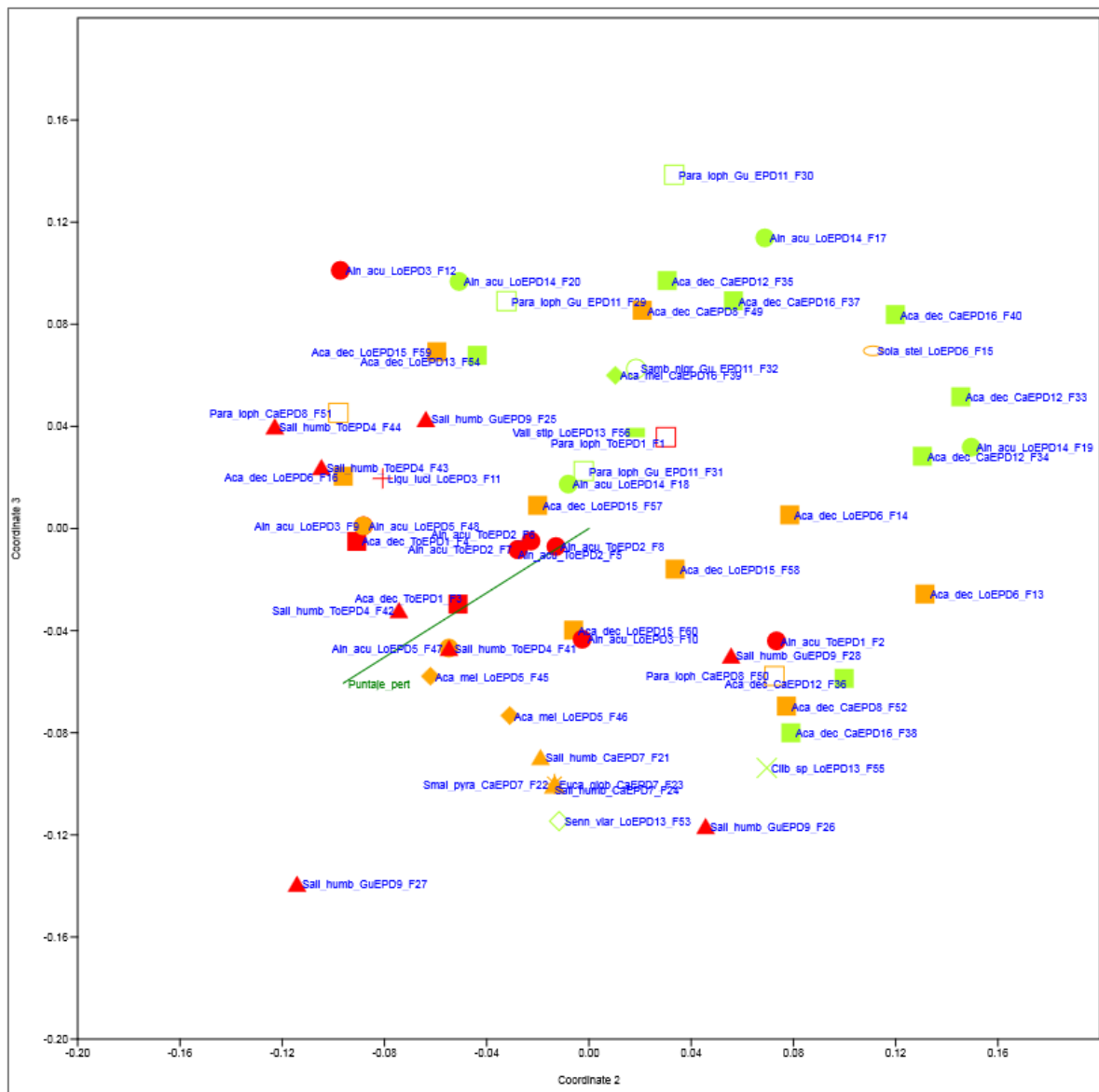


Figura 2- 329. Diagrama NMS mostrando la distribución de las comunidades de epífitas con respecto a un gradiente de perturbación. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

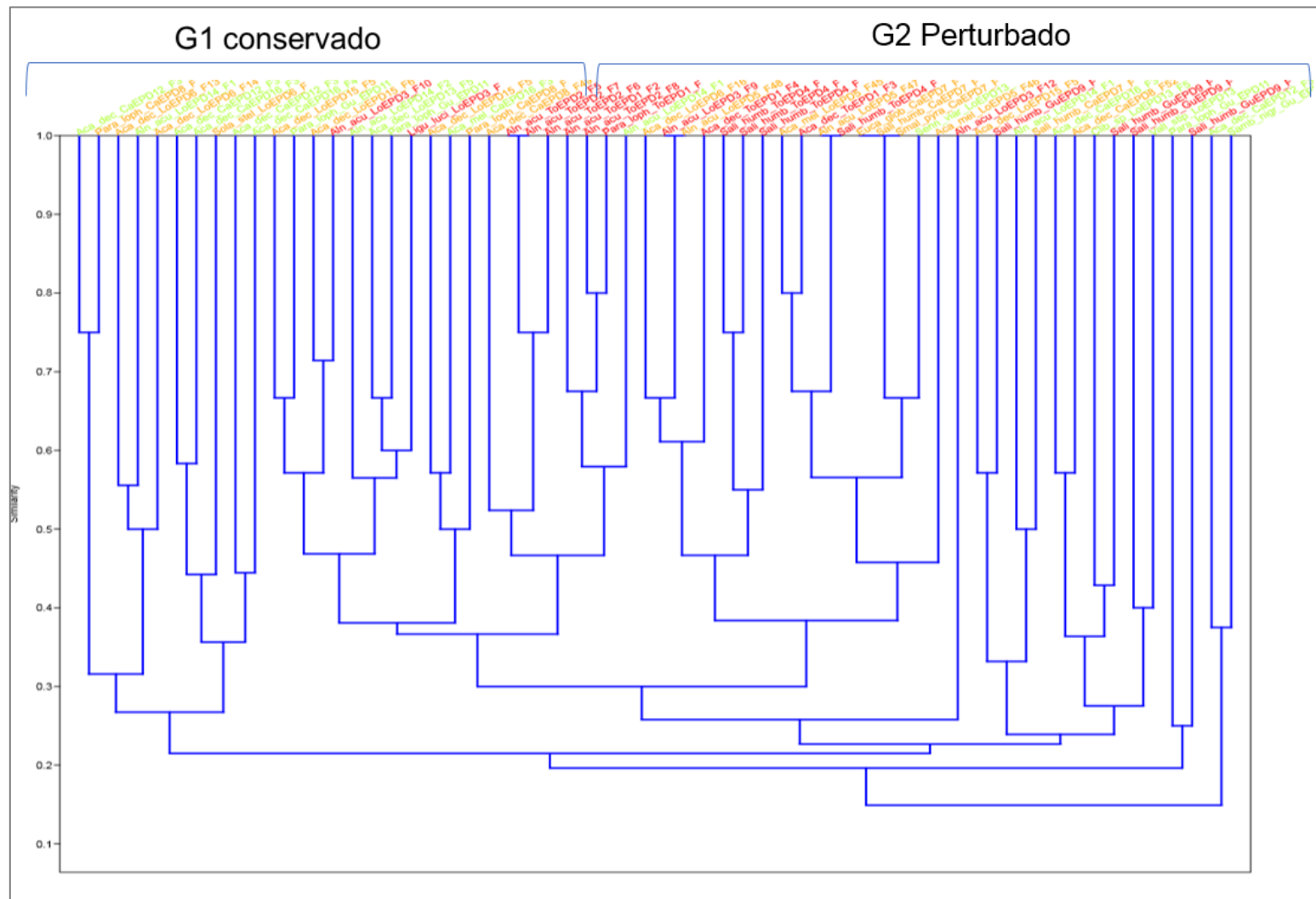


Figura 2- 330. Dendrograma para las comunidades epífitas de acuerdo con el gradiente de perturbación.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.4.3 Especies con importancia ecológica (endémicas, categorías de amenaza)

- Sustrato epífita
- Especies vasculares

Para el reconocimiento de las especies bioindicadoras se utilizó el algoritmo de Brower & Kile (1988) en el cual se busca la mejor ordenación de un gráfico de rango, a partir de un valor de criterio que, para el caso de las epífitas vasculares, incluyó las especies con un IV (valor de importancia) superior a 0,83, un promedio de 0,68, y una desviación estándar de 0,07 con un valor de significancia $p=0,067$. Se observa que este índice da valores de importancia mayores a las especies más frecuentes y abundantes como *Tillandsia biflora* en el escenario de cuerpos lóticos; sin embargo, para este mismo escenario, revisten importancia *Epidendrum brassivoliforme*, catalogada como especie endémica, y *Epidendrum excisum* que se encuentra registra en el Apéndice II de CITES (Bernal, Gradstein, & Celis, 2016).

Tabla 2- 212. Valores de importancia IV para las epífitas vasculares.

| Escenario | Especies | IV |
|--------------------------|------------------------------|-------|
| Canales | <i>Delairea odorata</i> | 6,25 |
| Humedal Sector Guaymaral | <i>Pleopeltis macrocarpa</i> | 6,25 |
| | <i>Pleopeltis murora</i> | 6,25 |
| Cuerpo lótico | <i>Tillandsia biflora</i> | 11,08 |
| | <i>Tillandsia pastensis</i> | 1,42 |
| | <i>Tillandsia</i> sp.01 | 1,42 |

Fuente: Elaboración propia.

- Especies no vasculares

Para la detección de las especies bioindicadoras en plantas no vasculares se utilizó el algoritmo de Brower & Kile (1988) en el cual se busca la mejor ordenación de un gráfico de rango, a partir de un valor de criterio que, para el caso de las epífitas no vasculares, incluyó las especies con un IV (valor de importancia) superior a 0,924, con un promedio de 0,911 y una desviación estándar de 0,019. A partir de los valores de IV es posible destacar aquellas especies que superan el criterio de selección y que pueden considerarse como indicadoras para un escenario determinado, esta valoración para cada especie se presenta en Tabla 2-213.

Dentro de estas especies, para el escenario de canales, se destacan *Ramalina celsa* (IV=7,25), *Frullania dilatata* (IV=3,68) y *Physcia undulata* (3,59), no obstante, no alcanzan el criterio expuesto por Tejada-Cruz *et al.*, (2008) con respecto a las características indicadoras de las especies. Por su parte, en el escenario humedal sector Torca se registra a *Flavopunctelia flaventior* con un valor de IV= 50,8, alcanzando el valor de especie indicadora, seguida por *Xanthoria parietina* y *Ramalina celsa*. En el caso de los cuerpos lóticos se destaca nuevamente *F. flaventior* (16.64) y *Parmotrema chinense* (4.51). Para el humedal sector Guaymaral, la especie con el más alto valor de importancia es *Metzgeria furcata*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Algunas de las especies epífitas no vasculares encontradas en los escenarios han sido registradas como tolerantes a contaminantes ambientales y eventos de disturbio, tal es el caso de *Flavopunctelia flaventior*, *Ramalina celastri* y *Xanthoria parietina* que fueron registradas en los escenarios evaluados y que han sido referenciadas como especies toxofilas o toxotolerantes en estudios sobre contaminación atmosférica (Pardo, 2017; Torres-Pineda, 2014; Rubiano & Chaparro, 2006; Simijaca, Vargas-Rojas, & Morales-Puentes, 2014). Por lo anterior, el monitoreo de estas especies y la revisión de su remplazo por algunas catalogadas como más sensibles puede considerarse como un indicador óptimo en cuanto a la salud del ecosistema de interés. También es indicador de sitios conservados, la aparición de morfotipos con cianobacterias, los cuerpos fructíferos Telotremoides y las formas soledadas del género *Hypotrachyna* (Ardila-Rios, Moncada, & Lücking, 2015; Ramirez, León-Gómez, & Lücking, 2016; Rivas-Plata, Lücking, & Lumbsch, 2007).

Tabla 2- 213. Valores de importancia IV para las especies epífitas no vasculares.

| Escenario | Especie | IV |
|--------------------------|----------------------------------|-------|
| Canales | <i>Ramalina celastri</i> | 7,25 |
| | <i>Frullania dilatata</i> | 3,68 |
| | <i>Physcia undulata</i> | 3,59 |
| | <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 2,31 |
| | <i>Metzgeria furcata</i> | 1,68 |
| | <i>Microlejeunea bullata</i> | 1,60 |
| | <i>Parmotrema chinense</i> | 1,05 |
| Humedal Sector Torca | <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 50,8 |
| | <i>Xanthoria parietina</i> | 6,11 |
| | <i>Ramalina celastri</i> | 5,05 |
| | <i>Bacidia hosteleoides</i> | 1,70 |
| | <i>Heterodermia albicans</i> | 1,28 |
| Lóticos | <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 16,64 |
| | <i>Parmotrema chinense</i> | 4,51 |
| | <i>Ramalina celastri</i> | 3,37 |
| | <i>Physcia undulata</i> | 3,00 |
| | <i>Frullania dilatata</i> | 1,43 |
| | <i>Usnea sp.</i> | 1,26 |
| Humedal Sector Guaymaral | <i>Metzgeria furcata</i> | 6,23 |
| | <i>Physcia undulata</i> | 3,35 |
| | <i>Usnea sp.</i> | 2,72 |
| | <i>Streptopogon calymperes</i> | 1,42 |
| | <i>Xanthoria parietina</i> | 1,42 |
| | <i>Parmotrema chinense</i> | 1,31 |
| | <i>Flavopunctelia flaventior</i> | 1,24 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Sustrato terrestre
- Especies vasculares

La única especie vascular presente en el muestreo del sustrato terrestre se evidenció en el escenario de canales y correspondió a *Stenorrhynchos speciosum* que registró 31,3 en el IV considerándose como una especie detectora e indicando que el sustrato terrestre del escenario de canales puede considerarse como el menos perturbado del muestreo a diferencia de los demás escenarios donde domina el *Penissetum clandestinum* y otras especies herbáceas que compiten con las especies vedadas (Tabla 2-214). Con el antecedente de ser la única especie vedada que se registró en el muestreo del sustrato terrestre, se destaca a *S. speciosum* como especie de importancia en este sustrato.

Tabla 2- 214. Valores de importancia IV para las especies vasculares terrestres.

| Escenario | Especie | IV |
|-----------|---------------------------------|------|
| Canales | <i>Stenorrhynchos speciosum</i> | 31,3 |

Fuente: Elaboración propia.

- Especies no vasculares

Respecto a las especies terrestres se menciona que el criterio de selección de las especies fue 0,8 al presentarse en la seriación un promedio de 0,915 y una desviación estándar de 0,04 bajo una significancia de $p=0,048$ después de la prueba de Monte Carlo. Se observa que ninguna de las especies supera el criterio de característica de indicador propuesto por Tejada-Cruz *et al.* (2008); sin embargo, para el escenario de canales, *Sematophyllum galipense* (IV=14,16) es la especie más importante. *Marchantia* sp. con IV=9,5 se destaca en el escenario de humedal sector Guaymaral y en el escenario de humedal sector Torca. *Sematophyllum galipense*, cuyo valor es de IV, se acerca a lo que se considera una especie detectora.

Tabla 2- 215. Valores de importancia IV para las especies no vasculares terrestres.

| Escenario | Especie | IV |
|--------------------------|-----------------------------------|-------|
| Canales | <i>Sematophyllum galipense</i> | 14,16 |
| | <i>Fabronia ciliaris</i> | 2,61 |
| | <i>Fissidens rigidulus</i> | 1,53 |
| Lótico | <i>Sematophyllum galipense</i> | 4,4 |
| | <i>Campylopus</i> sp. | 1,5 |
| | <i>Bryum coronatum</i> | 1,4 |
| | <i>Sematophyllum galipense</i> | 0,94 |
| | <i>Hypopterygium tamarisci</i> | 0,83 |
| | <i>Pseudocephaloza cuadriloba</i> | 0,83 |
| Humedal Sector Guaymaral | <i>Marchantia</i> sp. | 9,5 |
| | <i>Sematophyllum galipense</i> | 4,4 |
| | <i>Campylopus</i> sp. | 1,5 |
| | <i>Bryum coronatum</i> | 1,4 |
| Humedal Sector Torca | <i>Sematophyllum galipense</i> | 15,3 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.1.5 SINTESIS DE LA VEGETACIÓN EVALUADA

A partir de la vegetación evaluada, se registran 138 especies de plantas vasculares (Anexo H -H3), incluidas aquí las especies identificadas directamente en campo, y las especies colectadas (Figura 2-331). Estas especies se distribuyen en 109 géneros y 52 familias, esta riqueza se puede considerar alta teniendo en cuenta el alto grado de transformación de las coberturas asociadas. Se resalta que, dentro de las especies identificadas, 91 especies son nativas (66 %), de las cuales 3 son endémicas del altiplano Cundiboyacense, (Figura 2-332), sin embargo como se reportó en los resultados de la caracterización, las especies nativas no son las dominantes en los diversos escenarios asociados al humedal.

En cuanto a los hábitos de crecimiento, 76 especies de plantas son hierbas, incluyendo las especies acuáticas y semi-acuáticas, representando un 55% del total de especies registradas, lo que es coherente con el tipo de vegetación predominantemente abierta. El resto de las especies registradas se representan por 33 especies del estrato arbóreo, 14 arbustivas y 13 hierbas epífitas.

En referencia a la composición de especies, la mayoría de las especies (55, 40%) se ubican en solo 4 familias botánicas, siendo éstas las familias Asteraceae (familia del arboloco), Solanaceae (familia del borrachero), Fabaceae (familia del trébol) y Cyperaceae (familia de la cortadera).

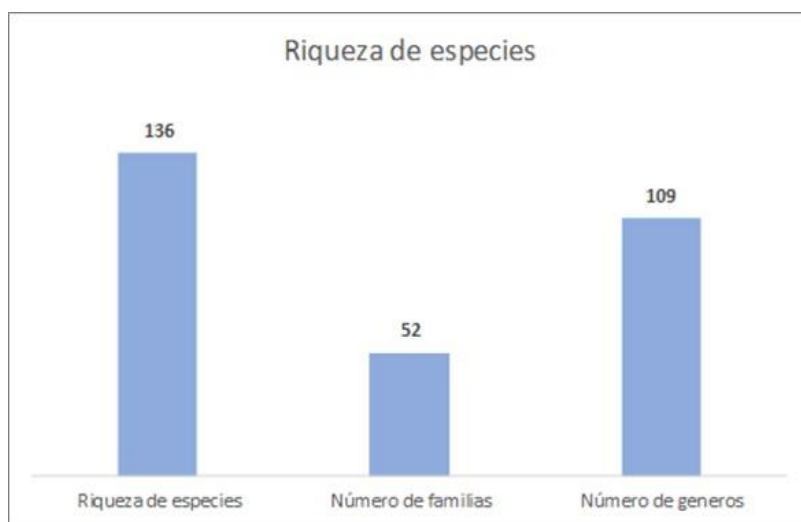


Figura 2- 331. Riqueza de especies, familias y géneros de plantas en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

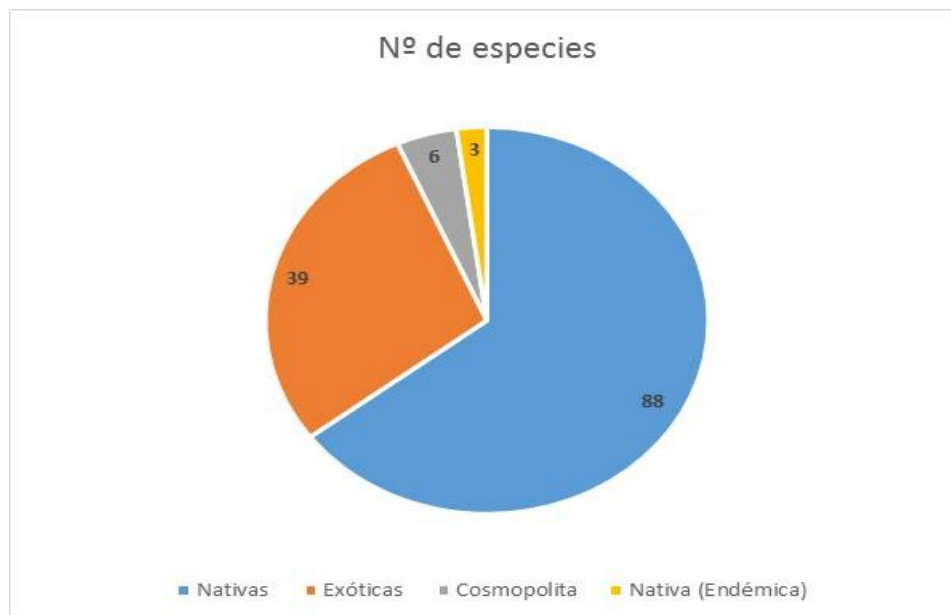


Figura 2- 332. Origen de las especies de plantas encontradas en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

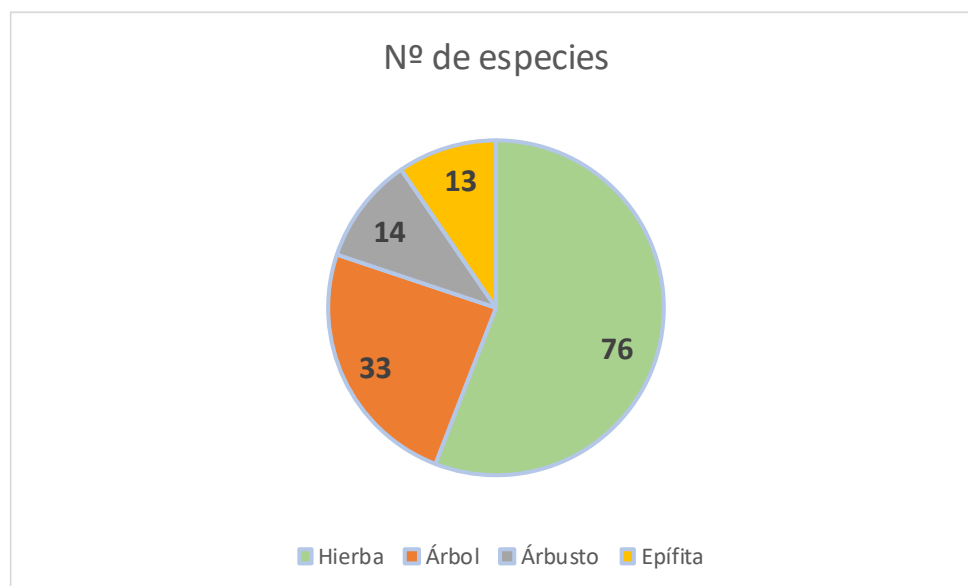


Figura 2- 333. Tipo de hábito de las especies de plantas encontradas en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

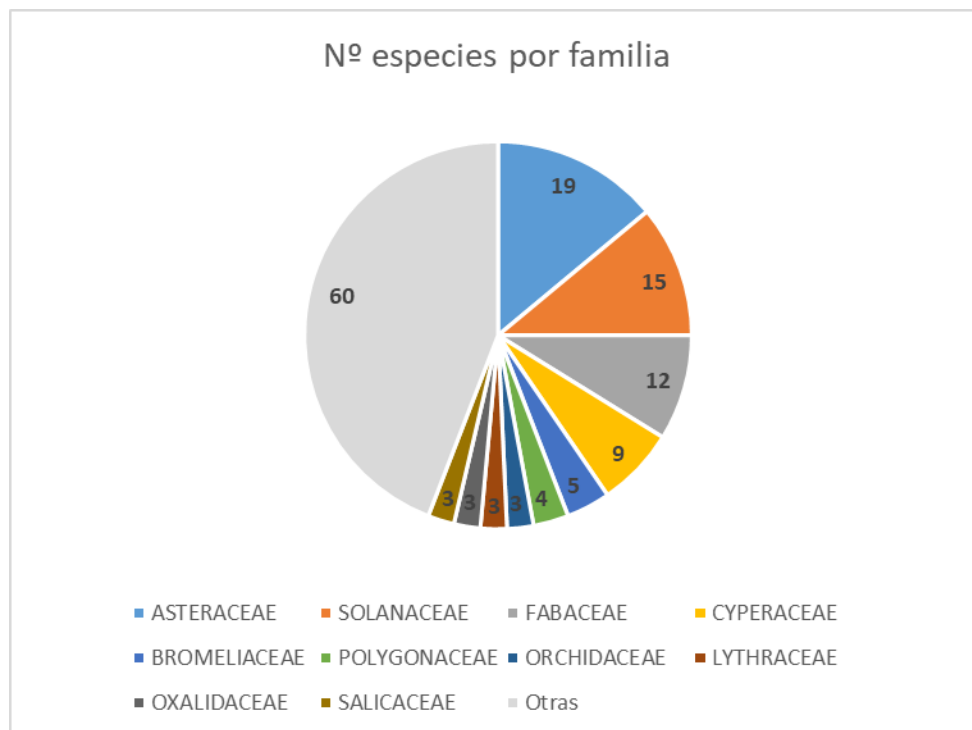


Figura 2- 334. Especies de plantas por familias botánicas reportadas en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

A partir del registro fotográfico obtenido y la identificación de las especies de diferentes estratos y coberturas vegetales de los escenarios identificados en el humedal, se elaboró un catálogo en el que se ilustraron con fotografías las características representativas de las especies de herbáceas y arbustivas reportadas en el área de estudio (Figura 2-235, Anexo G - G4). Así mismo, se elaboró una guía rápida de campo con las especies más comunes, muchas de estas cultivadas y ornamentales que son ampliamente reconocidas (Figura 2-236 y Anexo H- H5).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| Código colección | Familia | Especie | Nombre común |
|------------------|------------|---------------------|--------------|
| 90601 | ASTERACEAE | Ageratina tinifolia | chilco |



| Código colección | Familia | Especie | Nombre común |
|------------------|------------|----------------------|--------------|
| 90767 | ASTERACEAE | Baccharis brevifolia | 90767 |



| Código colección | Familia | Especie | Nombre común |
|------------------|------------|-----------------|--------------|
| 90672 | ASTERACEAE | Cirsium vulgare | cardo |



Figura 2- 335. Catálogo de especies herbáceas y arbustivas presente en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ADOXACEAE <i>Sambucus nigra</i> (saucó) | ALTINGIACEAE <i>Liquidambar styraciflua</i> (liquidambar) | ANACARDIACEAE <i>Schinus molle</i> (falso pimienta) | ARAUCARIACEAE <i>Araucaria heterophylla</i> (araucaria) | ASPARAGACEAE <i>Yucca gigantea</i> (palma yuca) |
|  |  |  |  |  |
| BETULACEAE <i>Alnus acuminata</i> (aliso) | BIGNONIACEAE <i>Tecoma stans</i> (chicalá) | CUPRESSACEAE <i>Cupressus sempervirens</i> (ciprés) | CUPRESSACEAE <i>Hesperocyparis lusitana</i> (ciprés) | ELAEOCARPACEAE <i>Vallea stipularis</i> (raque) |
|  |  |  |  |  |
| ESCALLONIACEAE <i>Escallonia pendula</i> (mangle) | EUPHORBACEAE <i>Euphorbia corollata</i> (liberal) | EUPHORBACEAE <i>Ricinus communis</i> (higuerilla, ricino) | FABACEAE <i>Acacia decurrens</i> (acacia negra) | FABACEAE <i>Acacia melanoxylon</i> (acacia) |
|  |  |  |  |  |
| FABACEAE <i>Genista monspessulana</i> (retamo liso) | FABACEAE <i>Paraserianthes lophantha</i> (peo de bruja) | FABACEAE <i>Ulex europaeus</i> (retamo espinoso) | FAGACEAE <i>Quercus humboldtii</i> (roble) | JUGLANDACEAE <i>Juglans neotropica</i> (nogal) |
|  |  |  |  |  |

Figura 2- 336. Catálogo de especies comunes presentes en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información del total de especies reportadas en el área de estudio se realizó una valoración de su importancia ecológica y potencial uso para la restauración ecológica del sitio de interés.

2.6.1.5.1 Especies con importancia ecológica (endémicas, nativas, categorías de amenaza)

Se presenta la revisión del listado de especies bajo alguna categoría de amenaza, endémica o nativa, para lo cual, se revisaron diferentes fuentes relacionadas con estados de categorías de amenaza, veda nacional y regional. Dentro de estas fuentes se revisa las listas rojas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza UICN en su versión 2019-1, los apéndices I, II y III de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES en vigor a partir del 4 de octubre de 2017). Así mismo se revisan los Libros Rojos de especies de plantas amenazadas en Colombia, según resoluciones 1912 de 2017 y 0192 de 2014 del MADS, en las resoluciones 0316 de 1974, 0213 y 0801 de 1977 del INDERENA, así como en resoluciones y acuerdos de orden Distrital como el Acuerdo N° 69 de septiembre 13 de 2002 entre otras fuentes de información.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con las fuentes de información revisadas, en el interior de los escenarios asociados a los humedales de Torca y Guaymaral, no se identifican especies vegetales vasculares bajo alguna categoría de amenaza, ni reportada en CITES ó en estado de veda, aparte de las epífitas reportadas en el aparte 4.3.1.4.

Se destaca el reporte de especies nativas arbóreas como *Phyllanthus salviifolius*, *Alnus acuminata*, *Clibadium* sp., *Lafoensia acuminata*, *Salix humboldtiana*, *Senna viarum*, *Smallanthus pyramidalis*, *Solanum stellatiglandulosum*, *Vallea stipularis* y *Varronia cylindrostachya*; cuya importancia en los escenarios evaluados radica en la adaptabilidad que han demostrado a los cambios del medio y sus transformaciones antrópicas. Así mismo se destaca el reporte de las especies anteriormente mencionadas, en registros y modelos de la vegetación potencial de los ecosistemas de referencia, lo cual debe ser contemplado en las medidas de manejo a plantear. Es de resaltar que especies como *Alnus acuminata* y *Salix humboldtiana* se identificaron bajo la categoría de “Preocupación menor (LC)” para la UICN en su versión 2019-I, la cual generalmente se usa para organismos muy comunes o abundantes, y equivale a “fuera de peligro”.

Respecto de las especies de Regeneración Natural, se identificaron como especies nativas, especies como *Abatia parviflora*, *Ageratina tinifolia*, *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Bocconia frutescens*, *Cestrum cuneifolium*, *Cestrum ochraceum*, *Chromolaena scabra*, *Clibadium* sp., *Cybianthus marginatus*, *Lochroma fuchsoides*, *Montanoa quadrangularis*, *Phyllanthus salviifolius*, *Piper bogotense*, *Salix humboldtiana*, *Senna viarum*, *Smallanthus pyramidalis*, *Solanum americanum*, *Solanum cornifolium*, *Solanum oblongifolium*, *Solanum pseudocapsicum*, *Solanum quitoense*, *Solanum stellatiglandulosum*, *Solanum torvum*, *Vasconcellea pubescens* y *Viburnum tinoides*. Dentro de éstas las especies *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Fraxinus uhdei*, *Piper bogotense*, *Salix humboldtiana* y *Salix purpurea*, se identificaron como en estado de “Preocupación menor (LC)”.

A partir de lo anterior, es de resaltar que, aunque con baja abundancia, se registran varias especies leñosas nativas, la mayoría de ellas pertenecientes a la familia de Solanáceas y Asteráceas, las cuales son importantes en la reconfiguración de coberturas asociadas a áreas con alto nivel freático como son la ronda inundable de los espejos de agua y de la ronda de quebradas. Así mismo, estas familias se relacionan con las áreas de Tíntales, ó coberturas vegetales reportadas en cercanía de las zonas de inundación, según algunos modelos de vegetación (DST Decreto 088 de 2017), basados en registros palinológicos de la zona.

Dentro de las especies identificadas como importantes en la provisión de alimento y refugio para la fauna, se resaltan especies nativas como *Cestrum cuneifolium*, *Physalis peruviana* y diversas especies del género *Rubus*, características a contemplar en los esquemas de manejo de la restauración ecológica de los humedales de Torca y Guaymaral. No obstante, es de resaltar que la especie *Rubus bogotensis*, ha sido identificada como especie oportunista, al extenderse rápidamente en áreas alteradas, siendo de difícil manejo y control (Díaz et al, 2010), por tanto, debe restringirse su implementación en los procesos de restauración.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Respecto de las especies herbáceas, se reportaron gran número de especies nativas, aunque la mayoría de ellas se registran en muy baja abundancia y de forma dispersa (*Acmella repens*, *Baccharis breviseta*, *Blechnum cordatum*, *Carex jamesonii*, *Castilleja arvensis*, *Commelina difusa*, *Cuphea carthagenensis*, *Cuphea ciliata*, *Cyperus hermaphroditus*, *Cyperus niger*, *Desmodium molliculum*, *Drymaria cordata*, *Galinsoga parviflora*, *Hydrocotyle bonplandii*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Juncus effusus*, *Jungia coarctata*, *Ludwigia peploides*, *Muehlenbeckia tamnifolia*, *Oxalis fendleri*, *Oxypetalum cordifolium*, *Plagiocheilus bogotensis*, *Polygonum punctatum*, *Rhynchospora blepharophora*, *Salpichroa tristis*, *Sicyos sp.*, *Solanum americanum*, *Stachys sp.*, *Thelypteris rudis*, *Verbena litoralis* y *Vicia andicola*).

Por su parte, las especies nativas *Commelina diffusa*, *Cyperus niger*, *Galium ascendens*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Juncus effusus*, *Polygonum punctatum* y las exóticas *Nasturtium officinale* y *Trifolium pratense*, se identificaron como en estado de “Preocupación menor (LC). Es de resaltar que las especies endémicas registradas son *Galianthe bogotensis*, *Galium ascendens* y *Vriesea sp. nov.*, especies herbáceas identificadas como especies nativas endémicas del altiplano Cundiboyacense.

2.6.1.5.2 Categorización de especies nativas por su importancia ecológica y atributos vitales que las hacen potenciales para la restauración ecológica

Con el fin de evaluar la importancia ecológica y el potencial en restauración de las especies de flora identificadas en la caracterización y en los recorridos realizados en las diferentes coberturas del sistema Torca y Guaymaral, se realizó una matriz de calificación de atributos de la historia de vida de las especies.

Para las 146 especies evaluadas, se obtuvo una escala de valoración entre 0 y 16; de estas, 56 especies están en el rango de valor de importancia entre 12 y 16 y fueron consideradas especies con mayor importancia ecológica (Anexo J Categorización de Especies).

En la Tabla 2-216 se muestran las 15 especies con el mayor valor de importancia ecológica de acuerdo con la matriz evaluada. Todas son especies localmente escasas; las primeras tres especies *Vriesea sp.*, *Galianthe bogotensis* y *Galium ascendens* con un alto grado de endemismo ya que se distribuyen exclusivamente en la Sabana de Bogotá. Las siguientes ocho especies en esta lista son nativas, aunque tienen una distribución más amplia que las anteriores (a una escala regional). Las últimas cuatro especies que son epífitas, y por ende están tratadas en categoría de amenaza, tienen una distribución a nivel nacional.

Tabla 2- 216. Especies de plantas con mayor valor de importancia ecológica.

| ID | Familia | Especie | Valores |
|----|------------------|---------------------------------|---------|
| 1 | Bromeliaceae | <i>Vriesea sp. nov</i> | 16 |
| 2 | Rubiaceae | <i>Galianthe bogotensis</i> | 16 |
| 3 | Rubiaceae | <i>Galium ascendens</i> | 16 |
| 4 | Galium ascendens | <i>Ageratina tinifolia</i> | 14 |
| 5 | Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | 14 |
| 6 | Asteraceae | <i>Plagiocheilus bogotensis</i> | 14 |
| 7 | Cyperaceae | <i>Carex luridiformis</i> | 14 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 216. Especies de plantas con mayor valor de importancia ecológica.

| ID | Familia | Especie | Valores |
|----|----------------|-----------------------------------|---------|
| 8 | Orchidaceae | <i>Epidendrum brassivoliforme</i> | 14 |
| 9 | Solanaceae | <i>Cestrum cuneifolium</i> | 14 |
| 10 | Solanaceae | <i>Cestrum ochraceum</i> | 14 |
| 11 | Solanaceae | <i>Lochroma fuchsioides</i> | 14 |
| 12 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia biflora</i> | 13 |
| 13 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia incarnata</i> | 13 |
| 14 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia pastensis</i> | 13 |
| 15 | Passifloraceae | <i>Passiflora tripartita</i> | 13 |

Fuente: Elaboración propia.

2.6.1.5.3 Especies reportadas con potencial para la recuperación del sistema (Categorización)

A las 56 especies con mayor valor de importancia se les evaluaron otros rasgos de historia de vida que permitieron definir un grupo de especies con mayor potencial para la restauración de los humedales de Torca y Guaymaral (Anexo J Categorización de Especies).

Como resultado fueron seleccionadas las 30 con la sumatoria más alta de la valoración de los atributos medidos (Tabla 2-217). Estas especies se asumen con estrategias adaptativas y características favorables en procesos de restauración en las diferentes coberturas identificadas.

Es de resaltar que dos de estas especies, *Salix humboldtiana* (Salicaceae) y *Alnus acuminata* (Betulaceae), hacen parte del listado de especies propuestas para la restauración por parte de la IUCN. Por otro lado, Mahecha et. al (2004) señala a varias de estas especies reportadas en el humedal (Tabla 2-217) con potencial en restauración.

Los criterios para priorizar las especies con potencial en planes de restauración se basan en el conocimiento de sus historias de vida y particularmente en el reconocimiento de los rasgos favorables para la fácil propagación y asentamiento de la especie en las áreas a restaurar (Rodríguez 2007, Cardona 2006, Montenegro et al 2006, Montenegro y Vargas 2008). Estos rasgos se indican en las fichas de especies con potencial para la restauración del sistema Torca y Guaymaral (Anexo K Fichas Botánicas).

A continuación, se dan ejemplos de algunas especies con mayor valor de potencial para la restauración, según los rasgos de interés que justifican su selección:

Viburnum tinoides: especie conocida como garrocho, es nativa y crece en bosques altoandinos llegando hasta el páramo, es de rápido crecimiento y es frecuente en bordes de bosque y en zonas abiertas, es una semiheliófila con alta producción de semillas que son atractivas para la avifauna, además es una especie melífera que puede propagarse por estacas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Lupinus bogotensis: es una especie nativa de vegetación altoandina, herbácea a arbustiva con alta producción de semillas y que atrae una alta variedad de polinizadores, ha sido usada como facilitadora en áreas de potreros como arbusto de ciclo corto que genera microcondiciones aptas para la llegada de nuevas especies en poco tiempo.

Abatia parviflora: es una especie nativa de ecosistemas de media y alta montaña conocido como velitas, se considera introductora de los procesos de restauración y contribuye en la protección de cuencas hidrográficas.

Alnus acuminata: según Mahecha et. al es otra especie nativa inductora de procesos de restauración en los bosques secundarios, es atractiva para polinizadores, produce muchas semillas y es resistente a periodos cortos de inundación.

Tabla 2- 217. Especies de flora con potencial para la restauración en los humedales de Torca y Guaymaral.

| Familia | Especie | Valor PR |
|----------------|---------------------------------|----------|
| Adoxacea | <i>Viburnum tinoides</i> | 40 |
| Fabaceae | <i>Lupinus bogotensis</i> | 40 |
| Salicaceae | <i>Abatia parviflora</i> | 39 |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> | 39 |
| Boraginaceae | <i>Varronia cylindrostachya</i> | 39 |
| Solanaceae | <i>Lochroma fuchsoides</i> | 38 |
| Salicaceae | <i>Salix humboldtiana</i> | 38 |
| Solanaceae | <i>Cestrum cuneifolium</i> | 37 |
| Solanaceae | <i>Cestrum ochraceum</i> | 37 |
| Lythraceae | <i>Lafoensia acuminata</i> | 37 |
| Phytolaccaceae | <i>Phytolacca bogotensis</i> | 37 |
| Asteraceae | <i>Smallanthus pyramidalis</i> | 36 |
| Elaeocarpaceae | <i>Vallea stipularis</i> | 36 |
| Asteraceae | <i>Ageratina tinifolia</i> | 35 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | 35 |
| Asteraceae | <i>Montanoa quadrangularis</i> | 35 |
| Solanaceae | <i>Physalis peruviana</i> | 34 |
| Piperaceae | <i>Piper bogotense</i> | 33 |
| Passifloraceae | <i>Passiflora tripartita</i> | 32 |
| Solanaceae | <i>Solanum quitoense</i> | 32 |
| Solanaceae | <i>Solanum torvum</i> | 32 |
| Caricaceae | <i>Vasconcellea pubescens</i> | 32 |
| Asteraceae | <i>Acmella repens</i> | 30 |
| Asteraceae | <i>Chromolaena scabra</i> | 30 |
| Asteraceae | <i>Conyza bonariensis</i> | 30 |
| Solanaceae | <i>Solanum americanum</i> | 30 |
| Solanaceae | <i>Solanum cornifolium</i> | 30 |
| Solanaceae | <i>Solanum oblongifolium</i> | 30 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 217. Especies de flora con potencial para la restauración en los humedales de Torca y Guaymaral.

| Familia | Especie | Valor PR |
|------------|------------------------------------|----------|
| Solanaceae | <i>Solanum pseudocapsicum</i> | 30 |
| Solanaceae | <i>Solanum stellatiglandulosum</i> | 30 |

Fuente: Elaboración propia.

2.6.1.5.4 Especies de plantas invasoras

La identificación de especies invasoras presentes en el humedal, así como la evaluación del estado de su invasión, es necesaria para establecer acciones de control y manejo de estas especies en pro de la recuperación de las condiciones naturales y funcionales del humedal, acciones que deben considerar los lineamientos establecidos según las normativas actuales.

Considerando esta información y tomando en cuenta los lineamientos establecidos por el Instituto Humboldt (Gutiérrez, 2006), así como los establecidos para zonas Ramsar y los recomendados por la SDA (Resolución 196 del 2006 y Decreto 062 del 2006), se puede establecer la propuesta de manejo de las especies invasoras reportadas en los escenarios evaluados, en pro de la recuperación del humedal, en la actualización de su Plan de Manejo.

Entre las especies de plantas reportadas como invasoras en Cundinamarca (Mora-Goyes *et al.*, 2016) sobresalen como plantas terrestres: acacia negra (*Acacia decurrens*), caracucho (*Impatiens balsamina*), Cerrajilla (*Senecio vulgaris*), Cola de zorro (*Andropogon bicornis*), diente de león (*Taraxacum campylodes*), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), kicuyo (*Cenchrus clandestinus*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*), retamo liso (*Genista monspessulana*), entre otras.

Dentro de las especies invasoras acuáticas se reportan: buchón (*Limnobium laevigatum*), buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), elodea (*Egeria densa*), enea, junco (*Typha angustifolia*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), lenteja de agua (*Lemna aequinoctialis*), lenteja de agua (*Spirodela intermedia*) y papiro (*Cyperus papyrus*).

Así mismo se identificaron especies de plantas invasoras específicamente en las áreas de humedales de Bogotá D.C, en Díaz-Espinosa *et al.*, 2012, en donde se mencionan además especies como *Azolla filiculoides*, *Cucurbita pepo*, *Bidens laevis*, *Polygonum punctatum*, *Albizia lophantha*, *Schoenoplectus californicus*, *Acacia melanoxylon*, entre otras. No obstante, se ha priorizado el manejo de algunas de las especies de plantas invasoras según la resolución 848 del 2008 y resolución 207 del 2010, dentro de las que están buchón (*Eichhornia crassipes*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*), retamo liso (*Genista monspessulana*) y canutillo (*Melinis minutiflora*).

De igual manera, la resolución 684 del 2018 establece lineamientos específicos de control y manejo de las especies de retamo espinoso y liso, las cuales han presentado una rápida extensión por la Sabana de Bogotá y se consideran especies con prioridad de control y manejo por estar dentro de las más invasoras a nivel mundial.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Identificación de especies invasoras presentes en el área de estudio**

A partir de los reportes de campo se establece la presencia de diversas especies exóticas; no obstante, solo algunas de ellas se han determinado como invasoras con prioridad de manejo, según normativas ambientales actuales, basadas en investigaciones y evaluaciones académicas sobre la capacidad invasiva de estas especies. El carácter invasor de las especies está determinado por rápida extensión en áreas alteradas, donde homogeniza el paisaje y limita la regeneración y el establecimiento de otras especies; esto es posible gracias a los atributos vitales que le confieren la capacidad de resistir condiciones adversas y colonizar rápidamente áreas alteradas, compitiendo exitosamente por el recurso disponible.

La evaluación de las especies invasoras en la fase diagnóstica va dirigido a determinar cuál de las especies, reportadas tanto a nivel nacional (Calderón-Sáenz, E. 2003, Cárdenas *et al.*, 2010), de Cundinamarca (Mora-Goyes., 2016), como en los humedales específicamente del D.C (Díaz-Espinosa., 2012), o las incluidas en el SIB (2018, 2019), por la SDA y Humboldt, y aquellas potenciales de riesgo de extensión por cambio climático en el país (Bello *et al.*, 2014), se encuentran en los escenarios asociados a los humedales de Torca y Guaymaral.

A partir de lo anterior se reconocen 23 especies, entre acuáticas y terrestres, potencialmente invasoras en los distintos escenarios a los humedales de Torca y Guaymaral; estas especies fueron categorizadas teniendo en cuenta la valoración de su riesgo de invasión, según lo reportado en Díaz *et al.*, 2012, en donde se considera el estado de invasión a nivel mundial y regional, y a nivel local según lo reportado por el PMA de los humedales de Torca y Guaymaral. Así mismo, en el presente análisis se incluye el reporte de especies invasoras según las resoluciones 270 del 2010 y 684 del 2018, dando un punto más sobre la valoración establecida en pro de tener una categoría final que determine la prioridad de manejo de dichas especies (Tabla 2-218).

A partir de esto, finalmente se seleccionaron las especies que presentaron niveles de muy alto, alto y moderado nivel de riesgo de invasión, lo cual establece la prioridad de manejo. Es así que se destacan con mayor riesgo de invasión especies acuáticas como *Eichhornia crassipes*, y terrestres como *Cenchrus clandestinum* y *Ulex europaeus*. No obstante, dentro de las especies acuáticas se destacan las de riesgo alto de invasión como *Azolla filiculoides*, *Bidens laevis*, *Polygonum punctatum*, *Schoenoplectus californicus*, *Typha angustifolia* y *Typha latifolia*, especies presentes en los espejos de agua del humedal. Dentro de las especies terrestres se destacan con un alto riesgo de invasión especies como *Acacia melanoxylon*, *Albizia lophantha*, *Eucalyptus globulus* y *Genista monspessulana*, las cuales se reportaron en los estratos arbóreo y arbustivo para *G. monspessulana*, en los diferentes escenarios del humedal.

Tabla 2- 218. Especies invasoras reportadas y categorizadas con prioridad de manejo.

| Especie | Invasión Mundial | invasión Regional | Invasión Local | Res 270 2010 | Res 684 2018 | VI | Riesgo |
|----------------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|--------------|----|--------|
| Especies acuáticas | | | | | | | |
| <i>Azolla filiculoides</i> | Alto | Alto | Alto | | | 4 | Alto |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 218. Especies invasoras reportadas y categorizadas con prioridad de manejo.

| Especie | Invasión Mundial | invasión Regional | Invasión Local | Res 270 2010 | Res 684 2018 | VI | Riesgo |
|------------------------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|--------------|----|----------|
| <i>Eichhornia crassipes</i> | Alto | Alto | Muy alto | 1 | | 6 | Muy Alto |
| <i>Lemna gibba</i> | Bajo | Moderado | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Lemna minor</i> | Bajo | Moderado | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Lemna minuta</i> | Bajo | Moderado | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Bidens laevis</i> | Bajo | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Limnolobos laevigatum</i> | Bajo | Alto | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Polygonum punctatum</i> | Bajo | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Schoenoplectus californicus</i> | Bajo | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Typha angustifolia</i> | Bajo | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Typha latifolia</i> | Bajo | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| Especies terrestres | | | | | | | |
| <i>Acacia decurrens</i> | Alto | Muy alto | Muy alto | | | 5 | Alto |
| <i>Cenchrus clandestinum</i> | Alto | Muy alto | Muy alto | 1 | | 6 | Muy Alto |
| <i>Ulex europaeus</i> | Alto | Alto | Muy alto | 1 | 1 | 7 | Muy Alto |
| <i>Ricinus communis</i> | Alto | Moderado | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Acacia melanoxylon</i> | Moderado | Muy alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Albizia lophantha</i> | Moderado | Alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | Moderado | Alto | Alto | | | 4 | Alto |
| <i>Genista monspessulana</i> | Bajo | Moderado | Alto | 1 | 1 | 5 | Alto |
| <i>Rubus bogotensis</i> | Bajo | Moderado | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Rumex conglomeratus</i> | Bajo | Moderado | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Cucurbita pepo</i> | Bajo | Alto | Moderado | | | 3 | Moderado |
| <i>Kalanchoe sp.</i> | Bajo | Alto | Moderado | | | 3 | Moderado |

Fuente: Modificado de Díaz *et al.*, 2010.

A partir de lo anterior se establece como prioridad de manejo las especies catalogadas con alto y muy alto riesgo de invasión, principalmente las especies de retamos liso (*G. monspessulana*) y espinoso (*Ulex europaeus*), así como el buchón de agua, reportadas en el humedal, para lo cual se deben considerar los lineamientos de manejo establecidos en la resolución 684 del 2018 y los protocolos establecidos en casos de estudio llevados a cabo para el manejo del buchón de agua.

- Distribución de especies invasoras en el sitio de estudio**

Desde la interpretación de coberturas de la tierra, con un Ortofotomosaico desarrollado a través de la realización de una misión de vuelo fotogramétrico combinado en enero del

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2019, así como de la caracterización de la vegetación asociada al humedal, se identifican los fragmentos con especies invasoras terrestres y acuáticas existentes. A partir de lo anterior y la verificación de las coberturas de dichas especies, para lo cual se tiene la interpretación de la imagen a escala 1:5000, se detalló la extensión de sus coberturas dentro de los escenarios asociados al humedal (rondas cuerpos lénticos, rondas cuerpos lóticos que lo alimentan, y canales artificiales conectores).



Fotografía 2- 77. Presencia de *Ulex europaeus* en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2-219 se reporta que las especies de retamo ocupan tres hectáreas aproximadamente; además en la verificación de campo se corrobora que en el escenario de canales, los parches de retamo corresponden a la especie *G. mospessulana* que alcanza alturas de 5 m, mientras que en las áreas cercanas al espejo de agua de Guaymaral se presentan fragmentos de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) (Figura 2-237). Es de resaltar que al hacer el análisis multitemporal con un ortomosaico del año 2015, se establece ausencia de parches de retamo en el área de estudio, lo cual evidencia que en tres años el retamo se ha extendido 3 ha, por lo que se deben implementar acciones de control cuanto antes para evitar se invasión.

Así mismo, la imagen establece que la cobertura de pastizales es la más extensa dentro de las coberturas vegetales antrópicas, alcanzando 97.489 ha entre pastizales limpios, enmalezados y arbolados; destacando que, según la verificación en campo, entre estas áreas de pastizales domina la especie *Cenchrus clandestinus* o parto kikuyo que alcanza el 56% de cobertura de los diversos escenarios asociados al humedal. A partir de esto se refuerza la necesidad del manejo de estas áreas.

En cuanto a las plantaciones alcanzan una cobertura de 12,78 ha, siendo las plantaciones mixtas las que abarcan casi la totalidad de esta área. Según la evaluación de campo, dominan en el estrato arbóreo las especies de acacia (*Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon*) y se reporta el eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Estas especies se evaluaron con alto riesgo de invasión y se reportaron regenerando naturalmente, lo cual establece estas áreas de plantaciones con prioridad de manejo.

En cuanto a las especies flotantes como *Azolla filiculoides* y *Eichhornia crassipes*, no se reporta para el área de estudio mayor extensión que 0,32 ha, no obstante, se destaca que

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

la franja de transición o zona de litoral alcanza 12,41 ha, siendo la más extensa de las coberturas acuáticas interpretadas. El litoral, según los reportes de campo, es una zona dominada por *Polygonum punctatum* o barbasco, especie categorizada con alto riesgo de invasión; por lo tanto, este tipo de coberturas también tendrían una prioridad de manejo en pro de recuperar espejo de agua y control de especies altamente invasivas. No obstante, es necesario tener en cuenta que son áreas que pueden brindar hábitat para la fauna, por lo cual debe reducirse, pero no eliminar del sistema.

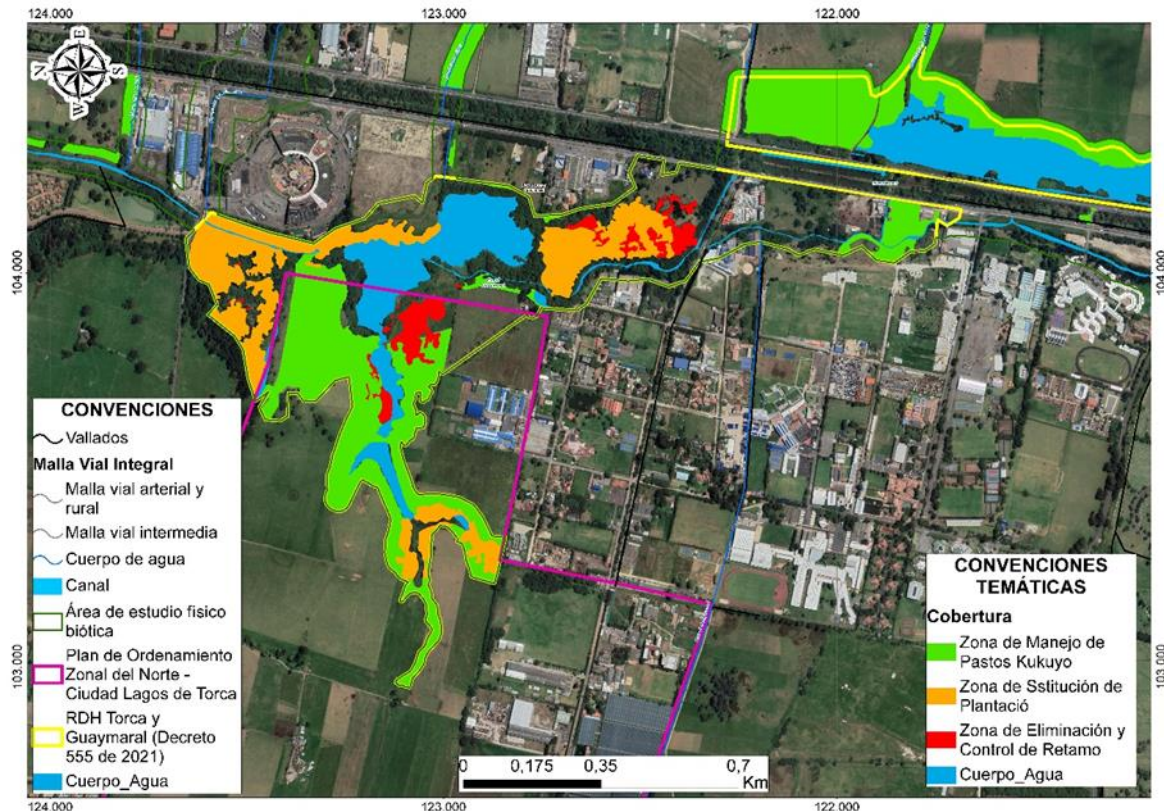


Figura 2- 337. Extensión del retamo liso en la zona aledaña al canal de Torca y del retamo espinoso alrededor del espejo de agua del humedal sector Guaymaral.

Fuente: Elaboración propia. Nota.*La cobertura de retamo resaltada en rojo

Así mismo, las coberturas de las especies de Enea (*Typha angustifolia* y *Typha latifolia*) han cubierto gran extensión del cuerpo de agua del humedal (4.05 ha) sobre todo en el sector Torca, mientras que las especies de Juncos (*Schoenoplectus californicus*, *Juncus effusus*) se extienden especialmente en el cuerpo de agua del sector de Guaymaral (1.28 ha). La extensión de estas especies se ve favorecida por la alta colmatación evidenciada en los cuerpos de agua, la cual es auspiciada por procesos de sobrefertilización de las tierras aledañas al humedal, así como por el aumento en el arrastre de sedimentos, dado a la deforestación de las zonas de ronda de la zona inundable. Por lo cual, si bien se establece la necesidad de control de las coberturas de Eneales y Juncuales, en pro de recuperar el espejo de agua del humedal; se requiere no eliminarlas totalmente, ya que, estas coberturas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

son usadas como hábitat para la fauna, reportándose áreas de anidación para algunas especies de aves.

A partir de lo anterior, es recomendable para procesos de manejo de este tipo de vegetación, mantener parte de estas coberturas, buscando dejar islas en medio del cuerpo de agua, así como formando sinuosidades en los bordes del mismo, en pro de promover la diversidad de microhábitats potenciales para la fauna. De igual manera las recomendaciones se dirigen hacia realizar estas actividades de una forma paulatina y manual, en pro de reducir al máximo el impacto hacia comunidades faunísticas. En la actualidad se hace un manejo y control de los eneales de forma manual por parte de Aguas de Bogotá en convenio con la SDA. Sin embargo, dado el potencial invasor de las especies es de tener en cuenta establecer una mayor frecuencia de manejo.

Tabla 2- 219. Coberturas vegetales con dominio de especies con alto riesgo de invasión.

| Coberturas Vegetales (ha) | | Área (ha) |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Terrestres | Retamo | 1.556204 |
| | Pastos arbolados | 18.644399 |
| | Pastos enmalezados | 7.461528 |
| | Pastos limpios | 62.476929 |
| | Total Pastos | 88.582856 |
| | Plantación de latifoliadas | 0.740085 |
| | Plantación mixta | 11.981938 |
| | Total Plantaciones | 12.722023 |
| Acuáticas | Eneal | 4.056679 |
| | Juncal | 1.360278 |
| | Herbáceas de la franja de Transición | 12.208176 |
| | Herbáceas flotantes | 0.326944 |

Fuente: Elaboración propia.

2.6.1.6 CONCLUSIONES

Es de resaltar que, a pesar de reportarse el área de estudio altamente transformada, las coberturas vegetales relictuales presentes en los distintos escenarios, son importantes hábitat para la fauna permanente o estacional del ecosistema de humedal. Por tanto, es recomendable, establecer acciones de manejo dirigidas a conservar y establecer coberturas naturales asociadas con procesos de anidación o como fuente de refugio y de alimento para distintos grupos tróficos de fauna.

Estudios palinológicos (Van Der Hammen 1992, 1986, 1998, 2003), se han dado luces y establecido posibles coberturas vegetales y taxones asociados a los sistemas riparios y a las diferentes franjas asociadas a los humedales presentes en la sabana de Bogotá. Sin embargo, los estudios más recientes consultados sobre la vegetación presente en los humedales de Torca y Guaymaral (IDEA 2007, Díaz 2019, Días *et al* 2010), reportan una

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

gran alteración de coberturas vegetales naturales terrestres, y una extensión de especies invasoras tanto en las franjas terrestres como anfibia y acuática del humedal.

Se han propuesto modelos de vegetación y especies potenciales asociadas a los diversos hábitats del humedal, como se presenta en el Documento Técnico de Soporte del Decreto 088 del 2017, acerca de la caracterización ecológica de la zona norte de Bogotá, lo cual puede soportar un acercamiento al ecosistema de referencia del humedal. Así mismo, éste estudio, propone especies asociadas al bosque ripario de la planicie de la sabana de Bogotá, ya que de igual forma han reportado una gran alteración y reducción de coberturas naturales, en donde la mayoría de los registros de flora se restringen a las partes altas de las quebradas, asociadas a los cerros orientales y cerro de Torca (Rojas 2017, EAAB 2007).

Al efectuar un análisis para el conjunto de los trece humedales del Distrito se observa que existe una gran división en cuanto a su composición y estructura (Díaz 2019, Días *et al* 2010). En primer lugar, con rondas muy ricas en especies como el humedal de Córdoba y Conejera. En segundo lugar, con rondas en proceso de desarrollo como la de Santa María del Lago con plantaciones protectoras que aplican criterios de recuperación ecológica; sin embargo, debido a que las plantaciones son relativamente recientes, la vegetación no ha podido alcanzar la altura esperada, para brindar mayor diversidad de hábitat para la fauna residente y migratoria propia de este ecosistema; en este segundo grupo podemos ubicar a los humedales de Torca y Guaymaral que respondiendo a su historia de transformación, ubicación espacial y tensionantes socioculturales de su entorno, no se han visto tan afectados, en comparación con los demás humedales del Distrito.

A partir de las matrices de categorización de importancia de especies y de las especies con potencial para la restauración se obtuvo un listado en varios casos acorde a lo reportado en bibliografía (Mahecha *et. al*, 2004; IUCN, 2019; Vargas *et. al*, 2004, DTS Dec.088 2015), listado de especies que se recomiendan tener en cuenta en los diseños de siembra dentro de procesos de restauración ecológica del humedal.

Varias de las especies seleccionadas como importantes y potenciales en procesos de restauración, se resaltan por pertenecer a grupos funcionales que pueden activar procesos ecológicos en el sistema. Se identifican como especies con síndromes de dispersión ornitócoras el garrocho (*Viburnum tinoides*), el gallino (*Lochroma fuchsioides*), la guaba (*Phytolacca bogotensis*); las cuales pueden activar la llegada de propágulos de otras especies que dispersan las aves. Así mismo entre las especies tolerantes a la luz, el aliso (*Alnus acuminata*) y velitas (*Abatia parviflora*) pueden funcionar como especies facilitadoras o nodrizas en la generación de núcleos de restauración, en áreas abiertas. De igual manera entre las especies fijadoras de nitrógeno, el lupino (*Lupinus bogotensis*), entre otras especies de la familia de las fabaceae, pueden ser funcionales en el objeto de mejorar las condiciones edáficas.

El identificar las especies con potencial para la restauración del ecosistema, es uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en estos procesos, no obstante, el punto más álgido puede ser la obtención de propágulos de las mismas, ya que la obtención de especies nativas es reducida en viveros comerciales. Por tanto, se recomienda evaluar las diversas posibilidades, de acuerdo a las capacidades técnicas y presupuestales con que contaría la implementación de los programas de restauración dentro del Plan de Manejo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dentro de estas alternativas se puede contar con la construcción de pequeños invernaderos asociados a los diversos escenarios identificados en el sistema Torca y Guaymaral. Así mismo la conexión a redes de viveros locales enfocados en propagación de especies nativas, para la compra del material vegetal requerido, o con entidades distritales con opciones de investigación y propagación de especies nativas en la región, son estrategias a tener en cuenta en este sentido.

A partir de la evaluación de especies invasoras reportadas en los escenarios asociados al humedal, se identifica una población con una extensión de 2.8 hectáreas del retamo espinoso y liso, en un lapso de tiempo de 3 a 4 años, según el análisis multitemporal de las coberturas vegetales. Por lo tanto, es prioritario establecer programas de control y manejo de estas especies, siguiendo los lineamientos de la normativa actual (Resolución 684 del 2018), en donde se establece la necesidad de eliminación de los individuos en pie y de un exhaustivo manejo en pro de evitar su extensión. De igual manera se establece la necesidad de eliminar el banco de semillas que se va expresando a lo largo del tiempo, estableciendo tiempos máximos de 3 años.

De igual manera y a partir del reporte de la extensión de plantaciones de especies exóticas en los escenarios evaluados del humedal, especies que se van deteriorando por causa del alto nivel freático al cual no son resistentes y que se evidencian naturalizadas al reportarse en regeneración natural; se recomienda establecer programas dirigidos a la sustitución paulatina de éstas especie, enmarcado en procesos de restauración ecológica, siguiendo los lineamientos y protocolos establecidos por la SDA, como lo es el acuerdo 009 del 2010 y el protocolo de recuperación y rehabilitación de los humedales del DC.

Así mismo en el caso de las especies vegetales extendidas en los cuerpos de agua del humedal, auspiciadas por la colmatación y sedimentación de los mismos, se requiere un control y manejo de las especies vegetales dominantes; así como, de la extracción de sedimentos y lodos, en ciertas áreas y de manera paulatina, en pro de recuperar la lámina de agua y mantener la diversidad de hábitats para la fauna acuática.

Es importante tener en cuenta especies nativas propias de ecosistemas de referencia de humedales, aunque no hayan sido reportadas en el área de estudio, las cuales han sido desplazadas por las especies exóticas o por la transformación misma del sistema. A partir de lo anterior, el enriquecimiento de las coberturas vegetales presentes en el humedal, con especies nativas importantes ecológicamente o potenciales para la activación de la sucesión vegetal, es una de las estrategias a evaluar según la facilidad de su propagación ú obtención de sus propágulos en viveros locales.

El sistema Torca y Guaymaral, se encuentra en un corredor de conexión entre los cerros orientales y la zona de sabana del río Bogotá, en donde se prioriza la necesidad de conservar áreas naturales, en pro del mantenimiento de muchas especies de fauna, la interconexión de los fragmentos de bosque para que con el tiempo la expansión de la vegetación promueva la recuperación de otros atributos que aportarían a la sostenibilidad del sistema.

En el seguimiento del proceso de recuperación del sistema, se recomienda tener en cuenta las especies vedadas identificadas con rasgos indicadores, lo que permitirá establecer la calidad de los ambientes y su posible cambio o en el caso necesario, la efectividad de los

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

tratamientos de manejo sugeridos. La medición de estos indicadores puede hacerse mediante escalas que indican el cambio en el indicador para cada individuo, especie o incluso, como se evidencio con los análisis multidimensionales, estos indicadores permiten evaluar el comportamiento de las comunidades o gremios vegetales.

La organización de la vegetación depende en gran medida de factores históricos que determinan su estado futuro, dependiendo de la oferta de propágulos y semillas, y de la capacidad de desarrollo y adaptabilidad en un sitio determinado. Tanto la composición del banco de semillas como la probabilidad de germinación están fuertemente afectadas por factores externos con variación espacio temporal, entre los cuales el de mayor incidencia es el grado de humedad o inundación del suelo en los períodos críticos del reclutamiento de propágulos, germinación y crecimiento temprano de plántulas.

2.6.2 FAUNA

Los humedales de Bogotá representan un patrimonio ecológico porque generan y sustentan una variada flora que se compone de juncos, cortaderas y demás plantas acuáticas, además de hierbas, arbustos y árboles que gracias a su existencia permiten la reproducción y alimentación de una variedad de animales que van desde pequeños invertebrados a vertebrados como mamíferos, aves, reptiles, anfibios, y peces, con especies y subespecies endémicas o exclusivas de la Sabana o de la Altiplanicie cundiboyacense (Andrade & Benítez–Castañeda, 2004). Los humedales son ambientes propicios para el arribo de poblaciones de aves migratorias que se desplazan hacia ellos desde los extremos norte y sur del continente durante el invierno, en busca de vivienda y alimento (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Dada su importancia para la avifauna, en septiembre del 2003, quince humedales de la Sabana de Bogotá fueron declarados Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de Colombia y del Mundo (AICAS) por el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y BirdLife International.

Entre los aspectos por los cuales dichos ecosistemas recibieron la denominación de AICAS, sobresalen el ser considerados centros de origen y endemismo de las aves acuáticas del norte de los Andes que recibieron propágulos de las tierras bajas del sur y de Norteamérica; ser hábitat de especies y subespecies endémicas, amenazadas, residentes nativas, de paso y migratorias que no encuentran refugio en otros ambientes, y tener un número significativo de las aves de la región de la altiplanicie cundiboyacense. De este, varias especies (más de 180) y familias (alrededor de 39) de aves se han registrado en los humedales bogotanos y la cifra continúa en aumento; al compararse este número con otras listas de especies registradas para otros ambientes, resulta ser representativo.

Esto ratifica la importancia de estos ecosistemas como sitios de refugio y alimentación para este tipo de fauna, así como la necesidad de su conservación como Áreas Naturales Protegidas pese al deterioro al que han sido sometidos por años (Andrade & Benítez–Castañeda, 2004). En el año 2018, mediante el Decreto 1468, se designaron 11 Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá en la lista de humedales de Importancia Internacional Ramsar, entre estos los humedales de Torca y Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dada la importancia de estos ecosistemas y al hacer parte de la Estructura Ecológica Principal –EEP– de la ciudad, se realizó una caracterización ecológica rápida con el propósito de describir las comunidades de insectos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos con distribución en los humedales de Torca y Guaymaral en un rango altitudinal entre 2.543 y 2.571 m.s.n.m. La caracterización se basó en la revisión de información secundaria y el posterior levantamiento en campo de información primaria (Ver capítulo 1, metodología). A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de cada uno de los grupos de fauna silvestre, en el área de estudio.

2.6.2.1 ARTRÓPODOS (INSECTOS)

2.6.2.1.1 Revisión de antecedentes

En Bogotá y sus alrededores se concentra una gran diversidad de insectos dadas las condiciones de heterogeneidad ambiental. Las altas posibilidades para que los insectos colonicen pequeños espacios en los bosques, los humedales, los páramos y las zonas verdes dan como resultado un conjunto de especies con ciertas particularidades biológicas (Gonzalo-Andrade, 2000).

Pese a no tener un registro exacto del número de especies de insectos en Bogotá, diversos estudios son: un primer acercamiento al conocimiento de la entomofauna del Distrito que han sido realizados por autores como (Amat & Quitiaquez, 1998), (Amat, Andrade y Fernández, 1999), (Sanchez & Amat, 2005) y (Andrade, 2011); cuyos esfuerzos llevaron a la determinación de siete (7) órdenes y 48 familias en el humedal Jaboque. Sin embargo ningunos de estos estudios se basó en la riqueza de especies pertenecientes al conjunto de los humedales de Torca y Guaymaral.

Estudios realizados entre octubre a noviembre de 2016 y junio a diciembre de 2019 por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente en los humedales, subidos al SIB (2018, 2019) permiten dar un acercamiento al conocimiento de la biodiversidad de estos organismos en la capital. La SDA registró un total de 14 órdenes y 83 familias para todos los humedales del Distrito (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018). Para dichos registros, los humedales de Torca y Guaymaral contaron con una representación de 9 órdenes, 50 familias y aproximadamente 62 especies de insectos.

2.6.2.1.2 Descripción de especies reportadas en los escenarios evaluados

Implementando la metodología descrita (Capítulo 1, numeral 1.3.3), la caracterización de entomofauna, abarcó las diferentes coberturas dentro los humedales de Torca y Guaymaral; la cobertura con mayor número de registros correspondió a la ronda empedrada de canales con 329 individuos capturados, seguida por los sectores de pastos limpios en donde se obtuvieron 239 registros; en los juncuales, por su parte, se registró el menor número de insectos colectados con 56 individuos.

Mediante la caracterización de la entomofauna de los humedales de Torca y Guaymaral, se registró un total de diez órdenes (Figura 2-338, siendo el más diverso los dípteros (moscas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

y zancudos) con un total de 473 individuos determinados y un 39 % de los registros obtenidos.

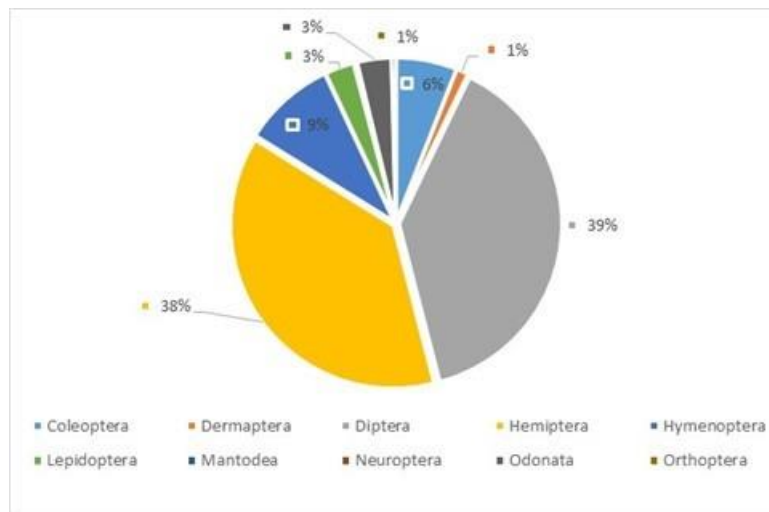


Figura 2- 338. Representación de órdenes de insectos.
Fuente: Elaboración propia.

El orden más abundante corresponde a Hemiptera (salta pastos y chinches) con una representatividad del 38 % del total de los registros y un total de 461 individuos determinados. Le sigue el orden Hymenoptera (abejas, hormigas y avispas) con el 9 % de los individuos registrados (112); Coleoptera (escarabajos) con 73 individuos y 6 % de la representatividad de los insectos reportados en el estudio. Los demás órdenes se registran con 41 individuos o menos, y cabe resaltar la rareza de órdenes como Mantodea (Mantis religiosa) de la que solo se encontraron tres (3) individuos durante toda la caracterización y el cual resulta un registro nuevo con respecto a los monitoreos anteriores, realizados por la SDA.

A nivel de familia se lograron determinar un total de 59 reportes, registrando un total de nueve (9) familias más a los datos obtenidos previamente en estos humedales (Figura 2-339), ampliando de esta forma el conocimiento de la biodiversidad de la zona. Entre las familias más abundantes se encuentran Membracidae (Insecto espina) con un total de 198 individuo (Figura 2-339). Este amplio número de registros de esta familia está asociado a las características biológicas de estos organismos de generar congregaciones, lo que conlleva a encontrar un abundante número de individuos en un mismo forófito.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

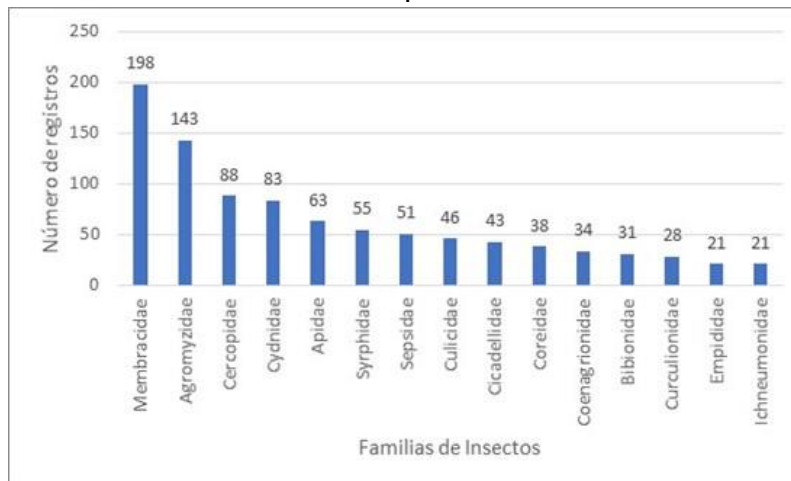


Figura 2- 339. Representatividad de familias de insectos Fuente: Elaboración propia.

Continuando la lista se encuentra Agromyzidae (moscas minadoras de hojas), de las cuales se reportaron un total de 143 individuos, Cercopidae (salta pastos) con 88 individuos y Cydnidae (cídridos) con 83 individuos colectados. Las dos siguientes familias son Apidae (Abejas y abejorros) con 63 individuos y Syrphidae (moscas de las flores) con 55 individuos. Estas dos últimas familias presentan un especial interés, ya que son consideradas como polinizadores perfectos debido a sus características morfológicas y etológicas.

Del total de los registros, nueve (9) de ellos: Cerambicidae, Chrysopidae, Diapriidae, Geometridae, Grillidae, Melolonthidae, Scelionidae, Staphilinidae y Vespidae; que hacen parte de las familias representadas únicamente por un individuo.

En general, se registraron 112 especies dentro de las 59 familias y 10 órdenes, siendo Ichneumonidae la más diversa con siete (7) especies, seguido por las familias Apidae, Cicadellidae, Curculionidae, y Membracidae (Fotografía 2-78), con seis (6) registros cada una, mientras que Syrphidae reportó un total de cinco (5) especies.



Fotografía 2- 78. Individuo de la familia Membracidae.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Comparando los resultados con los antecedentes, se puede evidenciar un incremento en el número de los reportes. Mantodea (Fotografía 2-79), hace parte de los nuevos registros para este humedal y su zona de estudio. A nivel de familias se registró un incremento del 18 % (9 familias) de reportes. Sin embargo, es a nivel de especies donde se evidencia un incremento muy importante ya que se registra un aumento del 55 % del número de especies (50 registros nuevos) (Tabla 2-220).



Fotografía 2- 79. Ejemplar del orden Mantodea.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 220. Análisis comparativo de registros.

| Antecedentes | | Registros | |
|--------------|----|-----------|-----|
| Ordenes | 9 | Ordenes | 10 |
| Familias | 50 | Familias | 59 |
| Especies | 62 | Especies | 112 |

Fuente: Elaboración propia.

- Composición y riqueza por escenarios evaluados

Con la información obtenida en campo, se realizó un análisis de los escenarios evaluados en el área de estudio de los Humedales de Torca y Guaymaral, relacionando los 16 puntos de registros efectivos (Figura 2-340).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

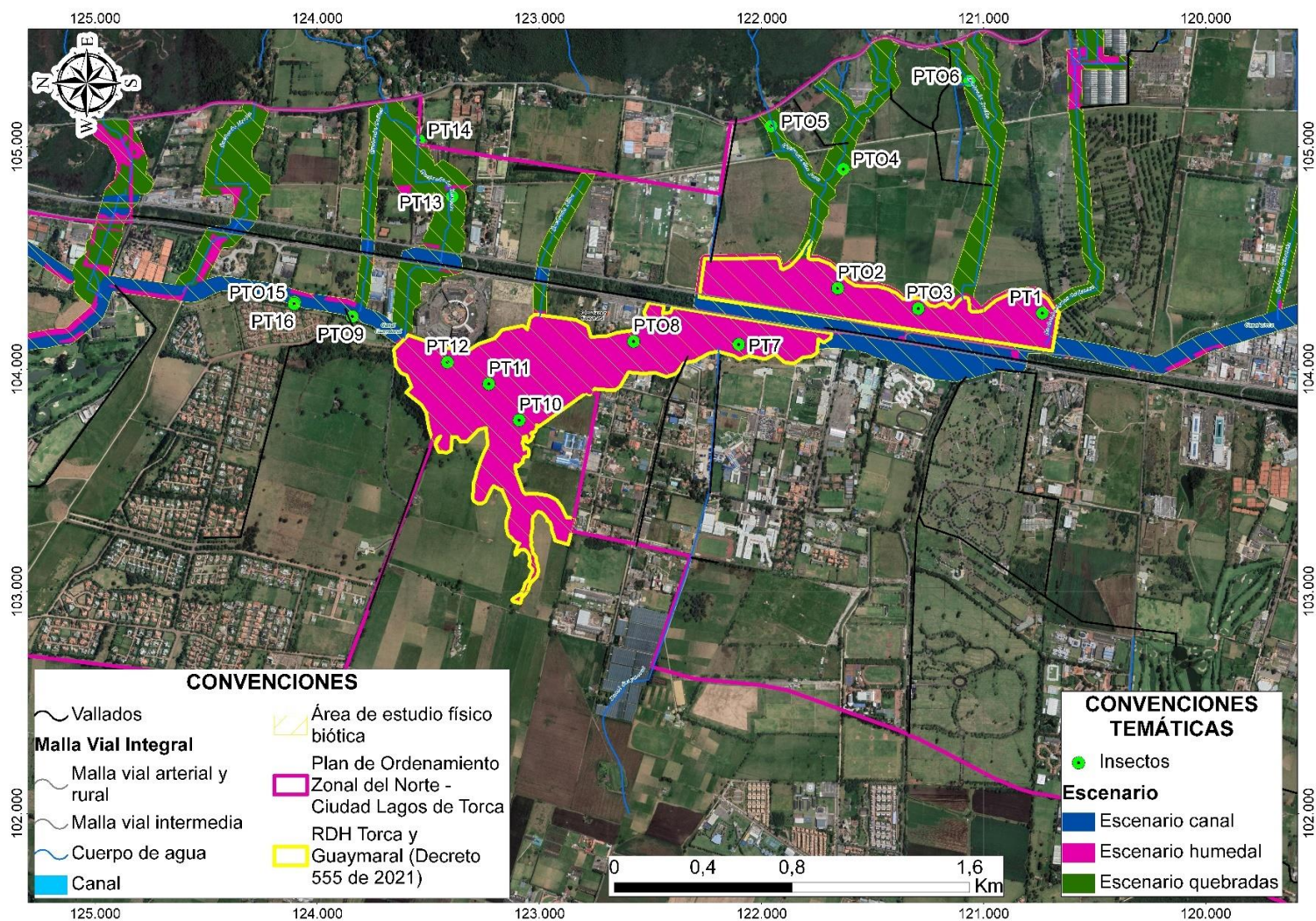


Figura 2- 340. Distribución puntos de registro entomofauna en los escenarios evaluados.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el análisis realizado se destacó la presencia de tres escenarios evaluados; estos son: canal, humedales de Torca y Guaymaral y quebradas. Se asoció cada punto de muestreo y sus respectivos registros con el escenario evaluado, con el fin de realizar las relaciones de los individuos identificados con los respectivos escenarios (Tabla 2-221 y Figura 2-341).

Tabla 2- 221. Relación de puntos de muestreo y escenarios evaluados.

| Punto de Muestreo | Escenario |
|-------------------|--------------------------|
| 1 | Humedal Sector Torca |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | Quebradas |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | Humedal Sector Guaymaral |
| 9 | |
| 10 | Canal |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | Quebradas |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | Canal |
| | |

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los escenarios evaluados, canal es el que presenta la mayor diversidad con una representación del 35% de las especies determinadas, seguido por el escenario de quebrada con 30%. El humedal fue el de menor representatividad, aunque su porcentaje no es despreciable ya que dentro del humedal sector Torca se encontró el 20 % de la diversidad de especies, mientras que en el humedal sector Guaymaral, el 15 % (Figura 2-341).

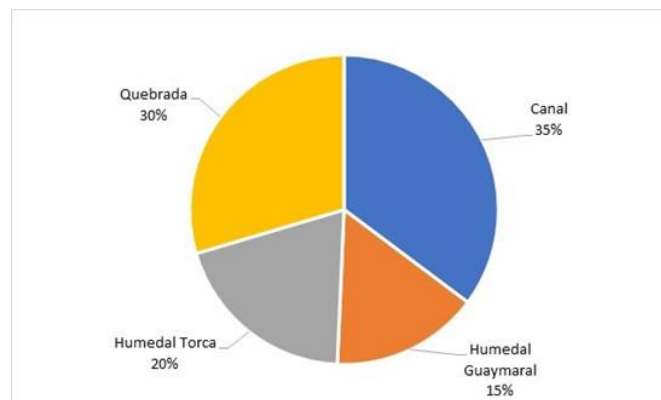


Figura 2- 341. Relación de individuos de entomofauna con los escenarios evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Especies con importancia ecológica (endémicas, categorías de amenaza)

Los insectos juegan un papel muy importante en los procesos ecológicos de un ecosistema natural ya que son un componente base en las cadenas tróficas, realizan procesos de descomposición de la materia orgánica y en el reciclado de estos materiales, además actúan como control biológico sobre otras especies. Una de las labores más reconocidas de estos insectos son los procesos de polinización de las plantas. Aunque tradicionalmente se ha otorgado este reconocimiento a la familia Apidae (abejas y abejorros) (Fotografía 2-80), estas no son las únicas que efectúan esta importante labor.

Es por esto que se hará énfasis en aquellos organismos que por efecto de su comportamiento y hábitos de vida realizan labores de polinización que, aunque de menor proporción, también merecen reconocimiento.

En total se registraron 22 familias de insectos, las cuales presentan características de polinización facultativa debido al hábito de alimentación. De esta forma se pueden diferenciar aquellos individuos que emplean polen o néctar como recurso alimenticio (Figura 2-342).



Fotografía 2- 80. Individuo del género *Bombus* visitando flores.
Fuente: Elaboración propia.

Es así como se determina que la mayoría (55%) de los insectos emplean el néctar como recurso alimenticio, mientras que los restantes (45%) utilizan el polen (Figura 2-343). Las especies de la familia Apidae (*Apis* sp y *Bombus* sp) emplean ambos recursos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

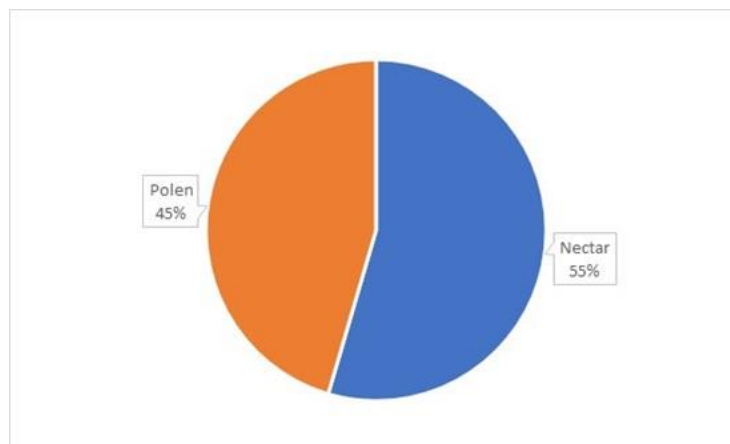


Figura 2- 342. Hábitos alimenticios de los polinizadores.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se listan las familias cuya importancia ecológica incluye la polinización facultativa y el recurso alimenticio empleado (Tabla 2-222).

Tabla 2- 222. Listado de familias de polinizadores.

| Familia | Recurso |
|---------------|---------|
| Bombilidae | Néctar |
| Conopidae | |
| Culicidae | |
| Empididae | |
| Geometridae | |
| Hesperiidae | |
| Lauxaniidae | |
| Nymphalidae | |
| Phoridae | |
| Pieridae | |
| Syrphidae | |
| Tachinidae | |
| Bibionidae | Polen |
| Chrysomelidae | |
| Chrysopidae | |
| Ichneumonidae | |
| Muscidae | |
| Pompilidae | |
| Sarcophagidae | |
| Sciaridae | |
| Ulidiidae | |
| Vespidae | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.2.2 HERPETOS

Debido al rápido crecimiento urbanístico que ha tenido la ciudad de Bogotá y a los factores derivados de las actividades económicas, el ecosistema de la Sabana se diversificó en relictos que se expresan en el interior de la ciudad y sus contornos. Parte de esta diversificación ecosistémica se concentra en los humedales, que cumplen una apreciable variedad de funciones ecológicas, ambientales, hídricas y sociales (Calvachi, 2003).

La riqueza de herpetofauna presente en la Sabana de Bogotá, más específicamente en el sistema de humedales, es considerada baja respecto a ecosistemas de menores altitudes puesto que la disponibilidad de recursos se ve restringida debido a la menor biomasa de las plantas fuentes de alimento, lo que también limita la presencia de consumidores secundarios (Sturm *et al.*, 1970) En: (Rueda-Almonacid, CI & CAR, 2010). A esto se suman condiciones climáticas como la menor disponibilidad de oxígeno y bajas temperaturas con variaciones diarias más que estacionales.

El efecto de estos factores es mayor sobre el grupo de los reptiles, debido a su fisiología de termorregulación, mientras que los anfibios poseen una mayor plasticidad evolutiva en su fisiología termal que les permite adaptarse a condiciones más extremas (Navas, 1999). Por las condiciones ambientales el grupo de los anfibios también se ve altamente afectado, especialmente por la contaminación de aguas superficiales que limita la presencia de especies cuya sensibilidad a alteraciones en su hábitat sean muy altas.

Pese a las condiciones mencionadas, los anfibios y reptiles presentes en los sistemas de humedales de Bogotá juegan un papel vital dentro de las redes tróficas, ya que son tanto depredadores de invertebrados como presas de especies de mayor tamaño como: aves, mamíferos y otros reptiles. Es por esto que la identificación y descripción de los herpetos presentes en los humedales de Torca y Guaymaral, como la que concierne este documento, permiten establecer propuestas e indicadores idóneos para adelantar procesos de recuperación de los hábitats de la herpetofauna dentro de los sistemas de humedal.

2.6.2.2.1 Revisión de antecedentes

Se revisaron los antecedentes de estudios y bases de datos para los humedales de Torca y Guaymaral, subidos al SIB (2018, 2019), para el grupo de los Herpetos; por consiguiente, a partir de la información revisada, se obtuvieron los siguientes datos:

Según EAAB & CIC (2000), citado en (EAAB & IDEA, 2008), entre los reptiles se destacan: la culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*) y el lagarto o camaleón (*Anolis heterodermus*, antes *Phenacosaurus heterodermus*); además, una especie de anfibios como la rana sabanera o verde (*Dendropsophus molitor*, antes *Hyla labialis*). EAAB & CIC (2003), citado en (EAAB & IDEA, 2008) hacen referencia a las mismas especies.

En el año 2008, el Instituto de Estudios Ambientales (IEA) de la Universidad Nacional de Colombia junto a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, presentaron el plan de manejo ambiental los humedales de Torca y Guaymaral (EAAB & IDEA, 2008) dentro del cual se realizó la caracterización diagnóstica de los anfibios y reptiles presentes, cuyos resultados para la herpetofauna estuvo representada por dos familias y tres especies haciendo referencia a la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*, antes *Hyla labialis*), la

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Culebra Sabanera (*Atractus crassicaudatus*) y la culebra huertera (*Erythrolamprus epinephelus*, antes *Liophis epinephelus bimaculatus*).

Para el año 2014 AITEC S.A.S y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, desarrollaron la “Formulación participativa del plan de manejo ambiental del Parque Distrital Ecológico de Montaña Cerro de Torca” (AITEC S.A.S, 2014), cuyo objetivo fue presentar los principales aspectos del diagnóstico del medio físico, biótico, socioeconómico y predial que rodea el ecosistema; para el componente de herpetofauna se realizó un listado de especies potenciales, seleccionando especies que por su distribución geográfica y tipo de hábitat pueden llegar a distribuirse en el ecosistema de estudio, para la obtención de información primaria se implementó la metodología VES, donde se recorrieron transectos de observación y colecta manual en periodos diurnos y nocturnos por los diferentes tipos de vegetación y micro hábitats en búsqueda de anfibios y reptiles.

Como resultado de la revisión preliminar para determinar la composición de herpetofauna en el Cerro de Torca se detalla que nueve (9) especies constituyen la comunidad potencial de anfibios para el área y cuatro (4) especies potenciales para el grupo de reptiles; respecto a los resultados obtenidos a través de monitoreos directos en la zona se registra la presencia de la rana andina (*Dendropsophus molitor*) y la serpiente sabanera *Atractus crassicaudatus*.

Durante el 2016, el grupo de monitoreo de biodiversidad perteneciente a la subdirección de ecosistemas y ruralidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, llevo a cabo el monitoreo de herpetofauna en los Parques Ecológicos Distritales de Humedal, la metodología implementada consistió en un muestreo aleatorio estratificado por el borde de la cota de agua del humedal o búsquedas por encuentro visual cronometradas (Crump & Scott, 2001), el esfuerzo de muestreo fue de un colector, las búsquedas diurnas se realizaron entre las 07:00 a 11:00 horas y un horario nocturno entre las 18:00 y 22:00 horas con un esfuerzo de 8 horas/día/hombre. Los resultados obtenidos para los humedales de Torca y Guaymaral; presentan una especie de anfibio y una especie de reptil, correspondientes a la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) y a la serpiente sabanera (*Atractus* sp.) respectivamente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017). Los monitoreos posteriores realizados por la SDA, subidos al SIB (2018, 2019) hacen referencia al registro de estas dos especies.

Sumado a los estudios previamente detallados, la herpetofauna presente en los humedales de Torca y Guaymaral; ha sido descrita por otros autores e instituciones que han llevado a cabo la caracterización del componente biótico de estos o de alguno de sus sectores, en los resultados dados se aprecia que para el grupo de reptiles la especie de serpiente tierrera (*Atractus crassicaudatus*) y para el grupo de anfibios la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*), son reportadas por el total de las fuentes establecidas (Tabla 2-223 y Tabla 2-224; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Adicional a las dos especies indicadas, como especies potenciales se mencionan cuatro (4) especies de reptiles pertenecientes al mismo número de familias, destacando preferencias de hábitat de bosque nublado y páramo, de igual manera en el grupo de anfibios sumado a la rana sabanera se presenta una (1) especie potencial con afinidad a zonas de bosque andino, esto dado a que la mayoría de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral son las quebradas que nacen en los cerros orientales, siendo la Rana de Lluvia (*Pristimantis bogotensis*), la especie con mayor potencial de distribución, además de haber sido registrada en la quebrada la Floresta en el año 2013 (Conservación Internacional, 2014).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 223. Anfibios con potencial distribución en los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas.

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre Común | Rango Altitudinal | Fuente |
|-------|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| Anura | Craugastoridae | <i>Pristimantis bogotensis</i> | Rana de lluvia | 1750-3600 | 4,5,8 |
| | Hylidae | <i>Dendropsophus molitor</i> | Rana Sabanera | 0-2000 | 1, 2, 3, 4,5,6,7 |

Fuente: 1: (EAAB & CIC, 2000) 2 (EAAB & CIC, 2003) 3: (EAAB & IDEA, 2008) 4: (AITEC S.A.S, 2014) 5: (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011) 6: (Acosta Galvis, 2019) 7: (CAR, 2009) 8 (IEU & CAR, 2011) 9: (Osbañ & Hernández-Schmidt, 2006) 10: (Conservación Internacional, 2014).

Tabla 2- 224. Reptiles de potencial distribución en los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Rango Altitudinal | Fuente |
|----------|------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| Squamata | Gymnophthalmidae | <i>Anadia bogotensis</i> | Lagartija de Bogotá | 2000-4100 | 6 |
| | Dactyloidae | <i>Anolis heterodermus</i> | Camaleón andino | - | 5, 6, 9 |
| | Tropiduridae | <i>Stenocercus trachycephalus</i> | Lagartija collareja | 1749-3800 | 6 |
| | Colubridae | <i>Erythrolamprus epinephelus</i> | Culebra de pantano | 2800 | 3 |
| | | <i>Atractus crassicaudatus</i> | Culebra Sabanera | 2000-3200 | 1, 2, 3,4,5,6,7,8, 9, 10 |

Fuente: 1: (EAAB & CIC, 2000) 2 (EAAB & CIC, 2003) 3: (EAAB & IDEA, 2008) 4: (AITEC S.A.S, 2014) 5: (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011) 6: (Acosta Galvis, 2019) 7: (CAR, 2009) 8 (IEU & CAR, 2011) 9: (Osbañ & Hernández-Schmidt, 2006) 10: (Conservación Internacional, 2014)

2.6.2.2 Descripción de especies reportadas en los escenarios evaluados

- Esfuerzo de muestreo

Cómo se mencionó en el ítem, la metodología utilizada para la caracterización de la herpetofauna consistió en la inspección por encuentro visual (VES), que se basa en la observación y conteo de individuos (anfibios y reptiles) a lo largo de recorridos de distancia fija o aleatoria, generalmente durante un tiempo previamente definido (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & Marca, 2006).

Por consiguiente, el esfuerzo de muestreo obtenido para herpetos, fue de 8 horas/día/hombre.

- Composición y riqueza por escenarios evaluados

Para la caracterización de la herpetofauna efectuada con base en información primaria (trabajo de campo), se obtuvieron un total de ocho puntos efectivos de registros de herpetofauna distribuidos en el sector de Torca y Guaymaral (Figura 2-343), que permitió la detección (visual, auditiva) y/o captura de cuatro (4) especies que se distribuyen para anfibios en una especie y para reptiles en tres (3) especies distribuidas en dos (2) familias y un (1) orden. Cabe destacar que estos puntos hacen referencia a los hallazgos de especies e individuos, dado que el área de estudio se recorrió como fue definido.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

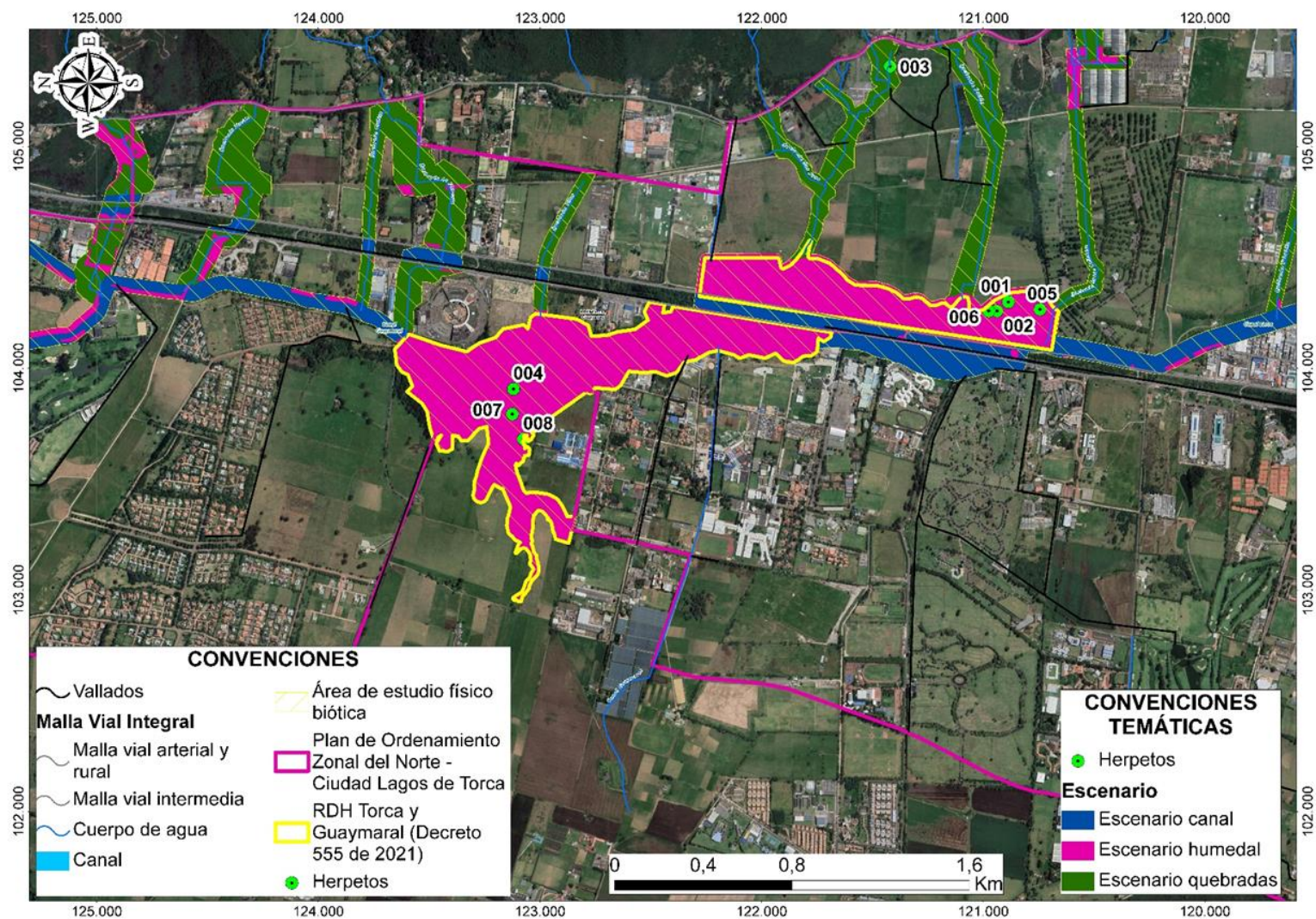


Figura 2- 343. Distribución de puntos de registro de herpetofauna en los escenarios evaluados.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Respecto a los escenarios evaluados en el área de estudio, tres (3) especies estuvieron asociadas al escenario humedal (Tabla 2-225). El único anfibio registrado se encontró asociado a los tres escenarios hallándose la mayoría de los registros (n=14) en el escenario humedal sector Guaymaral.

De las tres (3) especies de reptiles registradas en el área de estudio, se encontró un rastro de muda de la culebra de pantano (*Erythrolamprus epinephelus*), asociada al escenario descrito como quebradas, el Camaleón andino (*Anolis heterodermus*) con un solo registro fue asociado al humedal sector Guaymaral, la Culebra Sabanera (*Atractus crassicaudatus*) fue observada en los escenarios de los humedales de Torca y Guaymaral (Tabla 2-225).

Tabla 2- 225. Especies de herpetofauna asociada a los escenarios evaluados.

| Clase | Especie | Nombre Común | Escenarios Evaluados | | |
|----------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-----------|
| | | | Humedal Torca | Humedal Guaymaral | Quebradas |
| Amphibia | <i>Dendropsophus molitor</i> | Rana sabanera | 4 | 14 | 10 |
| Reptilia | <i>Anolis heterodermus</i> | Camaleón andino | -- | 1 | -- |
| | <i>Erythrolamprus epinephelus</i> | Culebra de pantano | -- | -- | 1 |
| | <i>Atractus crassicaudatus</i> | Culebra Sabanera | 3 | 2 | -- |

Fuente: Elaboración propia.

- Asociación a coberturas

Anfibios

Este grupo estuvo representado por la rana sabanera *Dendropsophus molitor* (Fotografía 2-81), con una abundancia de 28 individuos (Tabla 2-226). Los diferentes registros de *D. molitor* (Fotografía 2-81) en las áreas de los humedales de Torca y Guaymaral y en escenario quebradas permitieron evidenciar las variaciones en el patrón de coloración que puede presentar habitualmente esta especie; las tonalidades de coloración como indica Amezcua (1999), puede verse afectada en esta especie por factores hormonales o de temperatura. A pesar de haberse registrado una sola especie de rana de las seis potenciales, es probable que alguna de estas especies pueda ser registrada en estudio posteriores para el humedal; siendo la Rana de Lluvia (*Pristimantis bogotensis*), la especie con mayor probabilidad de ser reportada en el área de estudio directa de los humedales de Torca y Guaymaral, sobre todo en el escenario quebradas, ya que algunas de estas alimentan directamente el humedal; debido a la cercanía con los cerros Orientales donde ha sido previamente reportada, esta especie endémica prefiere hábitats como Bosques andinos hasta los páramos y su distribución va los 1.750 y 3.600 msnm.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 81. Variación en el patrón de coloración de *Dendropsophus molitor* en los humedales de Torca y Guaymaral I. Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en campo, Coordenadas A: (W74° 2' 19,637" N 4° 47' 6,104"), B: (W74° 2' 20,728" N 4° 47' 1,457"), C: (W74° 2' 20,965" N 4° 47' 8,966"), D: (W74° 2' 36,046" N 4° 48' 18,922")

Dendropsophus molitor (Fotografía 2-81), es considerada una especie abundante, siendo constante su registro en las diferentes fuentes oficiales y particulares que han realizado estudios de herpetofauna dentro de los parques ecológicos distrital de humedal (Tabla 2-226), específicamente para los humedales de Torca y Guaymaral, mediante monitoreos realizados por la Secretaría Distrital de Ambiente, en los meses de octubre y noviembre del año 2016 reportaron 59 registros de la rana distribuidos en dos (2) reportes para el humedal sector Torca y 57 para el humedal sector Guaymaral (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

Dada la adaptabilidad de *Dendropsophus molitor* a una amplia gama de hábitats incluyendo zonas con impactos antrópicos permitió su registro en los diferentes escenarios evaluados humedal y quebradas pero evidenciando mayor preferencia por las coberturas de pastos limpios con 26 registros, para Ronda de Lagos y Lagunas y para la cobertura de Herbáceas de la franja de transición un (1) registro respectivamente (Tabla 2-226). Se destaca que a pesar de reportarse la mayoría de los registros en la cobertura de pastos limpios esta especie requiere de cuerpos de agua para su reproducción y desarrollo larval (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014).

Tabla 2- 226. Registros de *Dendropsophus molitor* por coberturas.

| ID | Cobertura | Tipo registro | Abundancia | Actividad | Microhábitat |
|------|--------------------------------------|---------------|------------|-----------|--------------|
| POH1 | Pastos limpios | Visual | 1 | Inactivo | P |
| POH4 | Pastos limpios | Visual | 1 | Forrajeo | Bp |
| POH5 | Herbáceas de la franja de transición | Visual | 1 | Inactivo | P |
| POH6 | Pastos limpios | Visual | 2 | Inactivo | Ca |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 226. Registros de *Dendropsophus molitor* por coberturas.

| ID | Cobertura | Tipo registro | Abundancia | Actividad | Microhábitat |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|------------|--------------|--------------|
| POH3 | Pastos limpios | Auditivo | 10 | Vocalización | Ca |
| POH8 | Pastos limpios | Visual | 2 | Inactivo | Ca |
| POH4 | Pastos limpios | Auditivo | 10 | Vocalización | Ca |
| POH7 | Ronda de Lagos y Lagunas | Auditivo | 1 | Inactivo | Ca |
| Convenciones: Pasto (P), Bajo piedra (Bp), Cuerpo de agua (Ca) | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Reptiles

Para las zonas de muestreo dentro de los humedales de Torca y Guaymaral se registraron tres (3) especies de reptiles distribuidos en las coberturas de pastos limpios con tres (3) registros, donde se observó la Culebra Sabanera (*Atractus crassicaudatus*) y la Culebra de Pantano (*Erythrolamprus epinephelus*), el camaleón andino (*Anolis heterodermus*), fue observado en la cobertura de Ronda de lagos y laguna en el escenario de humedal sector Guaymaral (Tabla 2-227).

Tabla 2- 227. Reptiles registrados en las diferentes coberturas.

| ID | Cobertura | Tipo Registro | Especie | Abundancia | Microhábitat |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------------|------------|--------------|
| POH2 | Ronda de humedales | Visual | <i>Atractus crassicaudatus</i> | 3 | Bt |
| POH3 | Pastos limpios | Rastro | <i>Erythrolamprus epinephelus</i> | 1 | Bp |
| POH4 | Pastos limpios | Visual | <i>Atractus crassicaudatus</i> | 1 | Bp |
| POH4 | Pastos limpios | Visual | <i>Atractus crassicaudatus</i> | 1 | P |
| POH7 | Ronda de Lagos y Lagunas | Visual | <i>Anolis heterodermus</i> | 1 | H |
| Convenciones: Bajo tronco (Bt), Bajo piedra (Bp), Pasto (P), Hojarasca (H) | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

La especie *Atractus crassicaudatus* (Culebra Sabanera) (Fotografía 2-82) es el reptil con mayores registros dentro de los parques ecológicos distrital de humedal, esto puede darse por su tolerancia a espacios perturbados como áreas de pastos, incluso tierras dedicadas a cultivos y ganadería, para los sectores de los humedales de Torca y Guaymaral sus hallazgos directos se dieron en zonas de refugio bajo piedras y troncos dentro de los espacios denominados como ronda de humedales. Previamente en el monitoreo realizado por la Secretaría Distrital de Ambiente fue reportada con un registro en el humedal sector Torca (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

La especie *Erythrolamprus epinephelus* (Culebra de Pantano) (Fotografía 2-83) fue registrada mediante un rastro (muda) ubicada bajo una roca en el sector de Torca, las

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

características particulares de coloración y patrones de líneas y manchas permitieron su determinación; el filtro que se usó para seleccionar la especie es la coloración de *Erythrolamprus* en etapa adulto donde la coloración roja de la etapa juvenil se torna en un pigmento oscuro en la mitad anterior del cuerpo, se observan manchas oscuras en los costados del primer tercio que se transforman gradualmente en líneas oscuras continuas hacia la zona caudal. Se comparó con la otra especie registrada en la zona que es la Culebra Sabanera (*Atractus crassicaudatus*), que aunque presenta variabilidad en patrones de coloración, habitualmente presenta dorso negro con líneas transversales de color amarillo claro, presentando mezclas de amarillo y negro en la zona ventral, algunos individuos presentan este patrón reemplazando la parte amarilla por rojos, ocre, grises o naranjas, sin el patrón de diferenciación dorsoventral, llegando a ser monocromáticos con pigmento negro difuso o ausente; ambas especies presentaron 17-17-5 hileras de escamas dorsales lisas, que no fueron determinantes para la identificación. Estas serpientes ocupan variedad de ambientes, desde bosques altoandinos hasta pastizales, son comunes en cercanía, a cuerpos de agua como quebradas o arroyos, el rastro dentro del escenario evaluado quebradas se ubicó en áreas correspondientes a cobertura de pastos limpios.

Por último, el camaleón andino (*Anolis heterodermus*) (Fotografía 2-84) tuvo un solo un registro directo en el sector de Guaymaral; esta especie de hábitos diurnos utiliza el estrato bajo arbustivo, encontrándose habitualmente a nivel del suelo o en arbustos hasta los 5 m de altura.



Fotografía 2- 82. Culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*)

Fuente: Elaboración propia.
Coordenadas: W74°2'20,969"
N 4°47' 7,771"



Fotografía 2- 83. Culebra de pantano (*Erythrolamprus epinephelus*)

Fuente: Elaboración propia.
Coordenadas: W 74°1'45,142"
N 4°47'23,438"



Fotografía 2- 84.

Camaleón andino (*Anolis heterodermus*). Fuente:

Elaboración propia.
Coordenadas: W74°2'
36,046" N 4°48'18,922"

- Gremios tróficos

Especies registradas en la caracterización presentan variaciones en sus dietas dependiendo de su historia de vida y adaptaciones morfológicas; el lagarto (*Anolis heterodermus*), se alimenta estrictamente de artrópodos, con una dieta a base de coleópteros (escarabajos) e himenópteros (hormigas y abejas (Mendoza-Roldán & Rodríguez-Barbosa, 2014). La Culebra Sabanera (*A. crassicaudatus*) por su parte se alimenta de lombrices de tierra y se presume que de artrópodos pequeños como opiliones (Paternina & Capera, *Atractus crassicaudatus* (DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL, 1854), 2017). La Culebra de Pantano (*Erythrolamprus epinephelus*), según reportes de (Acevedo,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Martínez Cuesta, & Cabrera-Pacheco, *Erythrolamprus epinephelus* (Golden bellied Snakelet). Diet., 2016) se alimenta probablemente de la rana *Dendropsophus labialis* (ahora *Dendropsophus molitor*) en tierras altas de los andes nororientales de Colombia.

Por lo general no hay diferencias marcadas en la dieta de los anfibios adultos de diferentes especies (Stuart, y otros, 2008), especialmente en las especies que son de pequeño tamaño como la rana sabanera, por lo que el 100% de las especies son consideradas insectívoras. La rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) se alimenta principalmente de insectos pequeños y una gran variedad de invertebrados como pulgas de agua (*Daphnia*) y mosca del estiércol (*Scatophaga stercoraria*) (Luddeck & Bernal, 2003).

2.6.2.2.3 Especies con importancia ecológica (endémicas, categorías de amenaza)

Anfibios

La importancia ecológica de este grupo radica principalmente en su dieta esencialmente insectívora, todas las especies de anfibios cumplen un papel ecológico de control poblacional. Los anuros controlan las poblaciones de invertebrados desde sus primeras etapas (larvas de insectos) hasta estadios adultos, constituyendo elementos claves en las cadenas alimentarias (Blaustein & Wake, 1990), (Angulo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha & Marca, 2006).

Así mismo, son principal fuente de alimento para reptiles, pequeños mamíferos y aves, los cuales se benefician de su gran número de individuos. Finalmente, los anfibios proveen beneficios ambientales indirectos por ser bioindicadores de la calidad del medio en que habitan, por la vulnerabilidad a la contaminación, la pérdida del hábitat, degradación del ambiente y cambios climáticos.



- Especies endémicas

La topografía accidentada de la cordillera promueve la formación de puntos de alta densidad endémica, gracias a que las poblaciones quedan aisladas y las especies adquieren una distribución geográfica restringida (Hutter, Lambert, & Wiens, 2017), haciendo que los anfibios altoandinos sean en su mayoría endémicos. La rana andina (*Dendropsophus molitor*), posee una distribución endémica, encontrándose desde Cundinamarca hasta Santander.

A continuación, se presenta la información ecológica de la Rana Sabanera, especie de distribución restringida (Tabla 2-228).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 228. Ficha ecológica *Dendropsophus molitor*.

| Dendropsophus molitor (Rana sabanera) | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Fuente: Elaboración propia. Coordenadas: W 74° 2' 39,703" N 4° 48' 17,302" | Fuente: (Acosta Galvis, 2019) |
| Clase | Amphibia |
| Orden | Anura |
| Familia | Hylidae |
| Especie | Dendropsophus molitor |
| Nombre común | Rana sabanera |
| Estado de amenaza | Categoría Global: LC Categoría Nacional: No incluida. |
| Tipo de distribución | Endémica |
| Distribución en el mundo | Colombia |
| Distribución en Colombia | Se distribuye en la zona centro y noreste de Colombia en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander (Acosta Galvis, 2019) |
| Distribución altitudinal | 1.600 y 3600 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | Es una especie muy abundante y extremadamente común (IUCN, 2019) |
| Estado poblacional | Estable (IUCN, 2019) |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | Es una especie asociada a Bosques andinos, altoandinos, subpáramos y paramos; sin embargo, es habitual encontrarla en zonas intervenidas, como potreros y centros poblados. Su reproducción se lleva a cabo en cuerpos de agua lenticos poco profundos en cercanías a pastizales y arbustos (Lüddecke, 2002) En: (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014) |
| Sitios de observación en campo | Se encontró asociada a diversas coberturas vegetales como pastos limpios, Herbáceas de la franja de transición y Ronda de Lagos y Lagunas en los escenarios de humedal y las quebradas. |

- Especies incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o global**

Respecto a las categorías de amenaza establecidas a nivel nacional la rana sabanera no se encuentra incluida en la Resolución 1912 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Sostenible, 2017), ni en el Libro Rojo de Especies Amenazadas (Rueda-Almonacid J. , 2004); así como tampoco registra amenaza a nivel global (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019).

- **Especies incluidas en los Apéndices CITES**

La rana sabanera no se encuentra incluida en ninguno de los Apéndices de la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017).

- **Reptiles**

Por su papel tanto de presas como de depredadores, los reptiles tienen una función vital dentro de la cadena trófica de los ecosistemas; las especies carnívoras, representadas dentro del área de estudio por el grupo de las serpientes, ayudan a la regulación de especies prolíficas como algunos roedores no propios de la zona; de la misma manera los lagartos presentes se enmarcan en hábitos insectívoros que funcionan como reguladores de este grupo.


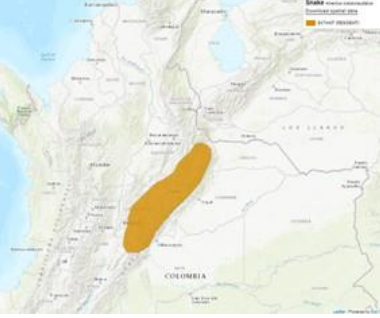
- **Especies endémicas**

Entre las especies de reptiles reportadas de manera directa para los humedales de Torca y Guaymaral, la culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*) se encuentra con distribución restringida, mientras que el camaleón andino (*Anolis heterodermus*) como especie casi endémica con distribución compartida con la zona norte de Ecuador.

A continuación, se presenta la información ecológica de las dos (2) especies con distribución restringida registradas en el área de estudio (Tabla 2-229 y Tabla 2-230).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 229. Ficha ecológica *Atractus crassicaudatus*.



| Serpiente sabanera <i>Atractus crassicaudatus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Fuente: Elaboración propia. Coordenadas: W 74° 2' 32,370" N 4° 48' 18,760"</p> | |  <p>(IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019)</p> |
| Clase | | Reptilia |
| Orden | | Squamata |
| Familia | | Colubridae |
| Especie | | <i>Atractus crassicaudatus</i> |
| Nombre común | | Culebra sabanera, culebra boba, tierrera |
| Estado de conservación | IUCN, 2017 | LC |
| | Res. 1912/2017 | No listada |
| | Libro Rojo | No listada |
| Tipo de distribución | | Endémica |
| Distribución en el mundo | | Colombia |
| Distribución en Colombia | | Presente en las tierras altas de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Meta y Santander (IUCN, 2019) |
| Distribución altitudinal | | Entre los 2000 y los 3200 metros sobre el nivel del mar (Paternina & Capera, <i>Atractus crassicaudatus</i> (DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL, 1854), 2017). |
| Densidad de la especie | | Es una especie relativamente común en la Sabana de Bogotá y en áreas con intervención humana del Distrito Capital (IUCN, 2019) |
| Estado poblacional | | Estable, aunque oprimida por la destrucción de su hábitat en especial en localidades dentro de la ciudad de Bogotá, el cambio climático y la matanza de individuos por parte de la comunidad por temor y desconocimiento (IUCN, 2019) |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Esta especie terrestre y excavadora, usualmente habita ambientes húmedos cercanos a cuerpos de agua como humedales y quebradas. Se refugia debajo de piedras, estructuras de concreto, material vegetal acumulado y en descomposición, troncos caídos y maderas abandonadas. Se alimenta de lombrices de tierra y deposita sus huevos debajo de la tierra, troncos caídos y piedras. |
| Sitios de observación en campo | | En el área se encontró en los escenarios evaluados humedal. En las coberturas Ronda de humedales y pastos limpios. |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 230. Ficha ecológica *Anolis heterodermus*.

Camaleón de páramo *Anolis heterodermus* Duméril, 1851

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Fuente: Elaboración propia. Coordenadas: W 74° 2' 36,046" N 4° 48' 18,922"</p> | |  <p>Fuente: (inaturalist, 2019)</p> |
| Clase | | Reptilia |
| Orden | | Squamata |
| Familia | | Dactyloidae |
| Especie | | <i>Anolis heterodermus</i> |
| Nombre común | | Camaleón de páramo |
| Estado de conservación | UICN, 2017 | No listada |
| | Res. 1912/2017 | No listada |
| | Libro Rojo | No listada |
| Tipo de distribución | | Casi Endémica |
| Distribución en el mundo | | Colombia y Ecuador |
| Distribución en Colombia | | Presente en las tres cordilleras colombianas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Putumayo y Valle del Cauca (Mendoza, Salvador, & Rodríguez-Barbosa, 2014). |
| Distribución altitudinal | | Entre los 2000 y los 3700 metros sobre el nivel del mar. |
| Densidad de la especie | | Información no disponible |
| Estado poblacional | | Información no disponible |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Esta especie se camufla con la vegetación circundante pasando desapercibido a sus predadores, es arborícola gracias a que cuenta con una cola prensil y escamas en forma de lamelas en sus extremidades lo que facilita sus hábitos escaladores. Se alimenta de escarabajos y abejas que se acercan a polinizar las flores (Mendoza-Roldán & Rodríguez-Barbosa, 2014). |
| Sitios de observación en campo | | En el área de estudio se obtuvo un registro en la cobertura Ronda de Lagos y Lagunas del humedal sector Guaymaral. |

Fuente: Elaboración propia.

- Especies incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o global**

Respecto a las categorías de amenaza establecidas a nivel nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), Libro Rojo de Especies Amenazadas (Morales-Betancourt, 2015), así como a nivel global (IUCN, 2017), ninguna de las especies registradas se encuentra incluida.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Especies incluidas en los Apéndices CITES**

Las especies observadas en el presente estudio no se encuentran incluidas en Apéndices CITES (CITES, 2017).

2.6.2.3 AVES

Las aves constituyen el grupo de vertebrados terrestres con mayor diversidad; en el mundo se estima que existen alrededor de 11000 especies de aves conocidas (BirdLife, 2018), siendo Sudamérica la región que concentra la mayor diversidad de este grupo, con cerca de 3398 especies descritas y Colombia el país que ocupa el primer lugar, ya que el listado de especies reportadas asciende a 1909; del total de especies, 1887 cuentan con registros en el territorio continental, mientras que 17 especies adicionales han sido reportadas únicamente para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y otras cinco sólo en isla Malpelo (Avendaño, Bohórquez, Rosselli, Arzuza-Buelvas, Estela, Cuervo, Gary & Renjifo, 2017).

Por otro lado, Cundinamarca constituye un territorio con variedad de condiciones geográficas y ecosistémicas que hacen de éste una de las regiones con mayor diversidad de aves en el país. Según la actualización del listado para el departamento, son registradas 941 especies de aves (Chaparro-Herrera, Lopera-Salazar, & Stiles, 2018); de las cuales la Sabana de Bogotá aporta según los monitoreos realizados cada año desde 1989 bajo el liderazgo de la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), 235 especies de aves, de las cuales seis (6) están bajo algún grado de amenaza, 46 son migrantes boreales y siete (7) son endémicas (Rosselli L; Stiles F, G; De la Zerda S, 2017). Unas 132 especies de aves han sido registradas en los humedales de la Sabana entre especies residentes permanentes, estacionales y especies periféricas (van der Hammen et al. 2008 en (Rosselli, 2011)). Tres (3) especies de aves acuáticas y cinco (5) subespecies de especies más ampliamente distribuidas son endémicas a los humedales del altiplano (Rosselli, 2011).

Desde el punto de vista ornitológico, los humedales son ecosistemas importantes porque en estos se mantienen poblaciones de aves nativas, endémicas, residentes no exclusivas, de paso, migratorias y algunas en peligro de extinción. Las poblaciones de muchos de los taxones reportados en estos ecosistemas son extremadamente reducidas y esto influye en su vulnerabilidad por la destrucción de su hábitat (Andrade, 1998).

En los humedales, las aves encuentran refugio y alimento, contribuyendo en el equilibrio trófico. Además, para las poblaciones de aves migratorias, que dependen de ambientes acuáticos para recuperarse fisiológicamente durante amplios desplazamientos geográficos, representan sitios de parada en donde obtienen alimento, perchas, reposo y residencia, ya sea temporal o estacional. Así, las migraciones de aves acuáticas, al conectar una amplia red de humedales, hacen que estos se conviertan en un recurso y una responsabilidad de carácter internacional (Andrade, 1998) y (Andrade & Benitez–Castañeda, 2004).

2.6.2.3.1 Revisión de antecedentes

En este contexto, basándose en diferentes fuentes de información, se obtuvo un listado de especies de aves de potencial registro para de los humedales de Torca y Guaymaral,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

teniendo presente los estudios previos realizados en el área como el Plan de Manejo del humedal (EAAB & IDEA, 2008), donde reportan con datos obtenidos en el año 2007, 32 especies de aves, destacándose la presencia de siete (7) especies de hábitos acuáticos que ocupan los espejos de agua.

Publicaciones de carácter académico correspondientes al humedal como el realizado por (Osbañ & Gómez, 2006), donde caracterizan la avifauna y el uso de la vegetación que esta hace, reportan en un monitoreo de un año 49 especies que incluyen tanto aves residentes (82%) como migratorias. Otros estudios hacen referencia al estado poblacional de la Polla Sabanera (*Porphyriops melanops*) (Osbañ & Hernández-Schmidt, 2006), (Osbañ & Gómez, 2011) y (Sánchez, Casallas & Bobadilla, 2016).

Los planes de manejo de los parques ecológicos cercanos a los humedales de Torca y Guaymaral como el PEDM Cerro de Torca (AITEC S.A.S, 2014), el PMA de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2009), estudios de caracterización faunística para el borde Norte de la ciudad (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011), estudios ecológicos en el sector el bosque de Torca, ubicado en la vereda Yerbabuena, borde oriental de la Sabana de Bogotá (Gutiérrez-Zamora, 2008), son tomados como referencia de las posibles especies de potencial registro para los humedales de Torca y Guaymaral, dada su cercanía y teniendo presente que algunas de estas quebradas alimentan directamente el humedal y que nacen en los cerros orientales.

Se revisaron los documentos referentes a la avifauna de los humedales, obteniendo de estos los reportes exclusivos para los humedales de Torca y Guaymaral (Chaparro-Herrera & Ochoa, Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su conservación., 2015), (Andrade & Benítez–Castañeda, 2004), (Rosselli, 2011), adicional se tuvieron presentes las especies reportadas en la aplicación de (www.eBird.org, 2019) reportadas para los humedales de Torca y Guaymaral, que según su distribución tuvieran potencial presencia y finalmente se incluye las especies de aves reportadas en los monitoreos realizados por la Secretaría Distrital de Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016, 2017 y 2019) y los subidos al SIB (2018, 2019).

Con base en esta revisión, se obtuvo un listado de 143 especies de aves de potencial registro para los humedales de Torca y Guaymaral, quebradas y canales, la distribución de especies por familias, órdenes y distribución altitudinal se presenta a continuación (Tabla 2-231).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Distribución Altitudinal | Fuente |
|------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula discors</i> | Barraquete Aliazul | 0-3500 | 3,7,9,13,17 |
| | | <i>Aythya affinis</i> | Pato canadiense | | 17 |
| | | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato Rufo | 2400-4000 | 13,14,17 |
| Galliformes | Cracidae | <i>Penelope montagnii</i> | Pava Andina | 2200-3700 | 3,6,16 |
| Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podilymbus podiceps</i> | Zambullidor Piquigruoso | 0-3200 | 13,14,17 |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Columba livia</i> | Paloma Doméstica | 0-3000 | 13 |
| | | <i>Patagioenas fasciata</i> | Paloma Collareja | 600-3300 | 5,6,13,15,16 |
| | | <i>Zenaida auriculata</i> | Torcaza Nagüiblanca | 0-3000 | 1,3,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17 |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Crotophaga major</i> | Garrapatero Grande | 0-2500 | 7 |
| | | <i>Crotophaga ani</i> | Garrapatero Piquiliso | 0-2600 | 3,13 |
| | | <i>Coccyzus americanus</i> | Cuco Americano | 0-3000 | 1,3,5,9,10,17 |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | <i>Chordeiles minor</i> | Chotacabras Norteño | 0-2600 | 9 |
| | | <i>Systellura longirostris</i> | Guardacaminos Andino | 1600-3500 | 1,6,15 |
| Apodiformes | Apodidae | <i>Streptoprocne rutila</i> | Vencejo Cuellirrojo | 1000-3000 | 6 |
| | | <i>Streptoprocne zonaris</i> | Vencejo Collarejo | 1000-2500 | 6 |
| | | <i>Colibri cyanotus</i> | Colibrí Verdemar menor | 1200-3200 | 2, 3,6,17 |
| | Trochilidae | <i>Colibri coruscans</i> | Colibrí Chillón | 1400-3500 | 1,2,3,5,6,7,10,12,13,14,15,16,17 |
| | | <i>Adelomyia melanogenys</i> | Colibrí Pechipunteado | 1100-2900 | 2,17 |
| | | <i>Lesbia victoriae</i> | Cometa Colinegro | 2400-3800 | 2, 3,6,15 |
| | | <i>Lesbia nuna</i> | Cometa Coliverde | 2200-3300 | 2,5,6,7,10,15,16,17 |
| | | <i>Ramphomicron microrhynchum</i> | Picoespina Dorsimorado | 2500-3500 | 2,6,16 |
| | | <i>Metallura tyrianthina</i> | Metalura Colirroja | 2000-3600 | 2, 3,6,15,16 |
| | | <i>Eriocnemis vestita</i> | Calzoncitos Reluciente | 2300-3700 | 2,5,6,7,15,16 |
| | | <i>Coeligena helianthea</i> | Inca Buchirrosado | 2000-3000 | 2,6,15,16 |
| | | <i>Lafresnaya lafresnayi</i> | Colibrí Aterciopelado | 2000-3300 | 2,6,15 |
| | | <i>Ensifera ensifera</i> | Colibrí Picoespada | 2400-3200 | 2,16 |
| | | <i>Chaetocercus mulsant</i> | Rumbito Buchiblanco | 1500-3200 | 2,5,7,10,13,16,17 |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Rallus semiplumbeus</i> | Rascón Bogotano | 2200-3000 | 10,12,13 |
| | | <i>Porzana carolina</i> | Polluela Norteña | 0-3000 | 9 |
| | | <i>Porphyriops melanops</i> | Polla Sabanera | 2300-3000 | 1,3,4,5,8,7,10,13,17 |
| | | <i>Gallinula galeata</i> | Polla Gris | 0-3000 | 1,5,7,10,11,12,13,17 |
| | | <i>Porphyrio martinica</i> | Polla Azul | 0-2600 | 7 |
| | | <i>Fulica americana</i> | Focha Americana | 0-3500 | 1,5,7,10,13,14,17 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Distribución Altitudinal | Fuente |
|-----------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Vanellus chilensis</i> | Pellar Teru-teru | 0-3000 | 5,12,13,17 |
| | Scolopacidae | <i>Calidris melanotos</i> | Playero Pectoral | 0-3000 | 9 |
| | | <i>Gallinago nobilis</i> | Becasina Paramuna | 2800-4000 | 5,6,7,10,17 |
| | | <i>Actitis macularius</i> | Andarrios Manchado | 0-4000 | 9 |
| | | <i>Tringa solitaria</i> | Andarrios Solitario | 0-3500 | 7,9,10,12,13,14,17 |
| | | <i>Tringa melanoleuca</i> | Patiamarillo Grande | 0-3500 | 9,1,17 |
| | | <i>Tringa flavipes</i> | Patiamarillo Chico | 0-3000 | 5,9,17 |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Guaco Común | 0-2600 | 5,13,14,17 |
| | | <i>Butorides striata</i> | Garcita Rayada | 0-3000 | 1,7,10,13,17 |
| | | <i>Bubulcus ibis</i> | Garcita Bueyera | 0-2800 | 1,3,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17 |
| | | <i>Ardea herodias</i> | Garzón Azulado | 0-2600 | 7,9 |
| | | <i>Ardea alba</i> | Garza Real | 0-2800 | 7,1,13,14,17 |
| | | <i>Egretta thula</i> | Garza Patiamarilla | 0-2800 | 5 |
| | | <i>Egretta caerulea</i> | Garza Azul | 0-2800 | 9 |
| | Threskiornithidae | <i>Phimosus infuscatus</i> | Coquito | 0-2600 | 13,14,17 |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Gallinazo Negro | 0-3600 | 1,3,5,6,10,11,12,13,14,15,16,17 |
| Accipitriformes | Pandionidae | <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | 0-3000 | 14 |
| | Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Gavilán Maromero | 0-2800 | 1,5,7,10,12,13,17 |
| | | <i>Accipiter striatus</i> | Azor Cordillerano | 1000-3500 | 10,15,16 |
| | | <i>Rupornis magnirostris</i> | Gavilán Caminero | 0-2500 | 5,10,12,13,16,17 |
| | | <i>Buteo platypterus</i> | Gavilán aludo | 0-2500 | 5,6,7,9,10,13,16,17 |
| | | <i>Tyto alba</i> | Lechuza Común | 0-4000 | 10 |
| Strigiformes | Strigidae | <i>Megascops choliba</i> | Currucutú Común | 2000-3500 | 6 |
| | | <i>Glaucidium jardinii</i> | Buhío Andino | 2000-3500 | 15 |
| | | <i>Asio clamator</i> | Búho Rayado | 0-500 | 10,17 |
| | | <i>Picoides fumigatus</i> | Carpintero Pardo | 700-2700 | 3,7,13,16,17 |
| Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rivolii</i> | Carpintero Carmesí | 1500-3400 | 6,15,16 |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo Americano | 0-3200 | 3 |
| | | <i>Falco columbarius</i> | Esmerejón | 0-3500 | 9 |
| | | <i>Falco peregrinus</i> | Halcón Peregrino | 0-3500 | 9,16 |
| | | <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de Anteojos | 0-2300 | 1,10,12,13,17 |
| Psittaciformes | Psittacidae | <i>Grallaria ruficapilla</i> | Tororoi Comprapán | 1200-3000 | 3,5,6,15,16 |
| | Furnariidae | <i>Lepidocolaptes lacrymiger</i> | Trepatroncos Montañero | 1700-3500 | 16 |
| | | <i>Synallaxis subpudica</i> | Chamicero Cundiboyacense | 1300-3200 | 3, 5,6,10,12,13,15,16,17 |
| | | <i>Phyllomyias uropygialis</i> | Tiranuelo Culirrufo | 1800-2800 | 6 |
| | Tyrannidae | | | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Distribución Altitudinal | Fuente |
|-------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | | <i>Elaenia flavogaster</i> | Elenia Copetona | 0-2400 | 3, 5,7 |
| | | <i>Elaenia frantzii</i> | Elenia Montañera | 600-3000 | 1,5,6,7,12,13,15,16,17 |
| | | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | Tiranuelo Gorgiblanco | 2500-3600 | 5,6,7,10,13,15,16,17 |
| | | <i>Serpophaga cinerea</i> | Tiranuelo Salta-arroyo | 500-3200 | 1,5,7,10,13,14,17 |
| | | <i>Pseudocolopteryx acutipennis</i> | Doradito Lagunero | 1500-2800 | 7 |
| | | <i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i> | Atrapamoscas Canelo | 1500-3000 | 6,16 |
| | | <i>Empidonax traillii</i> | Atrapamoscas Saucero | 0-1000 | 9 |
| | | <i>Empidonax alnorum</i> | Atrapamoscas Alisero | 0-1000 | 5,7,10 |
| | | <i>Contopus cooperi</i> | Pibí Boreal | 0-3000 | 1,16 |
| | | <i>Contopus virens</i> | Pibí Oriental | 0-2600 | 1,9,12,13,17 |
| | | <i>Contopus sordidulus</i> | Pibí Occidental | 0-2700 | 17 |
| | | <i>Sayornis nigricans</i> | Atrapamoscas Cuidapuentes | 100-2800 | 1,7,17 |
| | | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Titiribí Pechirrojo | 0-2800 | 5 |
| | | <i>Myiotheretes striaticollis</i> | Atrapamoscas Chiflaperro | 2400-3400 | 6,15,17 |
| | | <i>Ochthoeca fumicolor</i> | Pitajo Ahumado | 2500-3600 | 6,15,16 |
| | | <i>Myiodynastes luteiventris</i> | Atrapamoscas Rayado | 0-2500 | 17 |
| | | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Sirirí Común | 0-2800 | 1,3,5,7,10,11,12,13,14,15,17 |
| | | <i>Tyrannus savana</i> | Sirirí Tijeretón | 0-2600 | 9 |
| | | <i>Tyrannus tyrannus</i> | Sirirí Norteño | 0-2600 | 1,7,9 |
| | Vireonidae | <i>Vireo olivaceus</i> | Verderón Ojirrojo | 0-3400 | 3,5,9,17 |
| | Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | Golondrina Blanquiazul | 0-3000 | 6 |
| | | <i>Orochelidon murina</i> | Golondrina Plomiza | 2000-3600 | 1,3, 5,6,12,13,15,16,17 |
| | | <i>Riparia riparia</i> | Golondrina Ribereña | 0-2600 | 9,12 |
| | | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina Tijereta | 0-2600 | 6 |
| | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Cucarachero Común | 0-3200 | 3,5,6,7,10,12,13,14,15,16,17 |
| | | <i>Cistothorus platensis</i> | Cucarachero Paramuno | 2500-4000 | 6,15 |
| | | <i>Cistothorus apolinari</i> | Cucarachero de Apolinar | 2500-3800 | 7 |
| | | <i>Cinnycerthia unirufa</i> | Cucarachero Rufo | 2300-3700 | 6,15,16 |
| | | <i>Henicorhina leucophrys</i> | Cucarachero Pechigrís | 1000-3000 | 6,16 |
| | Turdidae | <i>Catharus ustulatus</i> | Zorzal Buchipecoso | 0-2700 | 9,13,14,17 |
| | | <i>Turdus fuscater</i> | Mirla Patinaranja | 1800-4000 | 5,6,7,10,11,13,15,16,17 |
| | Mimidae | <i>Mimus gilvus</i> | Sinsonte Común | 0-2600 | 3,6,13,14,15 |
| | Fringillidae | <i>Spinus spinescens</i> | Jilguero Andino | 1500-4000 | 5,6,7,10,13,15,16,17 |
| | | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguero Aliblanco | 500-3200 | 1,5,7,10,12,14,17 |
| | Passerellidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrión Copetón | 800-3600 | 1,3,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16, 17 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Distribución Altitudinal | Fuente |
|-------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | | <i>Atlapetes schistaceus</i> | Gorrión-montés Pizarra | 2000-3600 | 6,15,16 |
| | | <i>Atlapetes pallidinucha</i> | Gorrión-montés Cabeciblanco | 2400-3300 | 3,6,15,16 |
| | Icteridae | <i>Icterus chrysater</i> | Turpial Montañero | 0-2800 | 3,6,7,10,13,15,16,17 |
| | | <i>Icterus nigrogularis</i> | Turpial Amarillo | 0-300 | 5,17 |
| | | <i>Chrysomus icterocephalus</i> | Monjita Cabeciamarilla | 0-2700 | 1,5,7,10,11,12,17 |
| | | <i>Molothrus bonariensis</i> | Chamón Común | 0-2600 | 1,5,7,10,12,13,17 |
| | | <i>Sturnella magna</i> | Chirlobirlo | 0-3700 | 1, 5,6,10,12,13,14,15,17 |
| | | <i>Parkesia noveboracensis</i> | Reinita Acuática | 0-2000 | 7,9,17 |
| | Parulidae | <i>Mniotilta varia</i> | Cebrita Trepadora | 0-2500 | 1 |
| | | <i>Leiothlypis peregrina</i> | Reinita Verderona | 0-2800 | 5,7,9,10,17 |
| | | <i>Geothlypis philadelphia</i> | Reinita Enlutada | 0-3000 | 9 |
| | | <i>Setophaga fusca</i> | Reinita Gorginaranja | 0-3200 | 1,3,5,9,13,15,16,17 |
| | | <i>Setophaga ruticilla</i> | Reinita Norteña | 0-3000 | 17 |
| | | <i>Setophaga striata</i> | Reinita Rayada | 0-3000 | 9 |
| | | <i>Myiothlypis nigrocristata</i> | Arañero Cabecinegro | 2500-3500 | 5,6,15,16 |
| | | <i>Cardellina canadensis</i> | Reinita de Canadá | 0-3000 | 6 |
| | | <i>Myioborus ornatus</i> | Abanico Cariblanco | 2000-3400 | 6,15,16 |
| | | <i>Piranga rubra</i> | Piranga Abejera | 0-3000 | 5,9,13,17 |
| | Cardinalidae | <i>Piranga olivacea</i> | Piranga Alinegra | 0-3000 | 17 |
| | | <i>Pheucticus aureoventris</i> | Picogordo Pechinegro | 1700-3100 | 5,6,13,16,17 |
| | | <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo Degollado | 0-3500 | 17 |
| | | <i>Thlypopsis supercilialis</i> | Hemispingus Cejiblanco | 2200-3400 | 6,15,16 |
| | Thraupidae | <i>Pseudospingus verticalis</i> | Hemispingus Tiznado | 3000-3600 | 15,16 |
| | | <i>Ramphocelus dimidiatus</i> | Toche Pico-de-plata | 0-2200 | 5 |
| | | <i>Anisognathus igniventris</i> | Tangará Escarlata | 2200-3400 | 5,6,15,16,17 |
| | | <i>Pipraeidea melanonota</i> | Viuva de Antifaz | 1300-3000 | 6,17 |
| | | <i>Thraupis episcopus</i> | Azulejo Común | 0-2600 | 1,13,14,17 |
| | | <i>Conirostrum rufum</i> | Conirrostro Rufo | 2500-3400 | 5,6,7,11,12,13,15,16,17 |
| | | <i>Diglossa lafresnayii</i> | Picaflor Lustroso | 2500-3800 | 6,13,15 |
| | | <i>Diglossa humeralis</i> | Picaflor Negro | 2200-3800 | 1,3,5,6,7,10,12,13,14,15,16,17 |
| | | <i>Diglossa albilatera</i> | Picaflor Flanquiblanco | 1200-3500 | 6,15,16 |
| | | <i>Diglossa sittoides</i> | Picaflor Canela | 1500-3400 | 7,13,16 |
| | | <i>Diglossa caerulescens</i> | Picaflor Azul | 1600-3000 | 3,6,15,16 |
| | | <i>Diglossa cyanea</i> | Picaflor de Antifaz | 1400-3500 | 5,6,15,16 |
| | | <i>Sicalis flaveola</i> | Canario Coronado | 0-2800 | 10,14 |
| | | <i>Sicalis luteola</i> | Canario Sabanero | 300-3400 | 1,3,7,10,12,13,17 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 231. Aves de potencial registro para el PMA humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Distribución Altitudinal | Fuente |
|-------|---------|----------------------------|------------------------|--------------------------|--------|
| | | <i>Sporophila minuta</i> | Espiguero Ladrillo | 0-2400 | 5 |
| | | <i>Sporophila luctuosa</i> | Espiguero Negri blanco | 1300-2600 | 5,7 |
| | | <i>Catamenia analis</i> | Semillero Coliblanco | 2600-4000 | 5,7 |
| | | <i>Coereba flaveola</i> | Mielero Común | 0-1500 | 3 |

Fuente: 1: (EAAB & IDEA, 2008), 2: (Gutiérrez-Zamora, 2008), 3: (AITEC S.A.S, 2014), 4: (Osbaehr, K; Gómez, N, 2011), 5: (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011), 6: (CAR , 2009), 7: (Osbaehr & Gómez, 2006), 8: (Sánchez, Casallas & Bobadilla, 2016), 9: (Chaparro-Herrera & Ochoa, Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su conservación., 2015), 10: (Andrade & Benitez-Castañeda, Los humedales de la sabana de Bogotá. Área importante para la conservación de las aves de Colombia y el Mundo, 2005), 11: (Osbaehr & Hernández-Schmidt, 2006), 12: (Rosselli, 2011), 13: (ebird.org/colombia/Humedal Torca-Guaymaral. Bogotá., 2019), 14: (ebird.org/colombia/Club Guaymaral. Bogotá., 2019), 15: (ebird.org/colombia/hotspot/L1855999 Montaña del Oso. Chia-Cundinamarca, 2019), 16: (ebird.org/colombia/hotspot/L3638496. Cerros de Torca-Floresta de la Sabana, 2019), 17: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016, 2017 y 2019)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.2.3.2 Descripción de especies reportadas en los escenarios evaluados

- **Esfuerzo de muestreo**

Para la caracterización de la avifauna se llevó a cabo un trabajo de campo que comprendió un periodo de observación de cinco días efectivos, desde el 13 hasta el 18 de mayo de 2019, mediante recorridos que fueron realizados en la mañana entre las 6:00 y las 10:00 horas, con un total de 16,5 km recorridos. En la Figura 2-344 se registran los puntos de observación por escenarios evaluados.

Las especies observadas fueron identificadas por medio de guías como la Guía de campo de las aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001), Guía de Campo de las aves de Colombia (McMullan & Donegan, 2014) y la Guía ilustrada de la avifauna Colombiana (Ayerbe, 2018). Los registros siguen la clasificación y taxonomía propuesta por el Comité de Clasificación para las Aves de Suramérica (SAAC por su sigla en inglés) y (Remsen, y otros, 2019).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

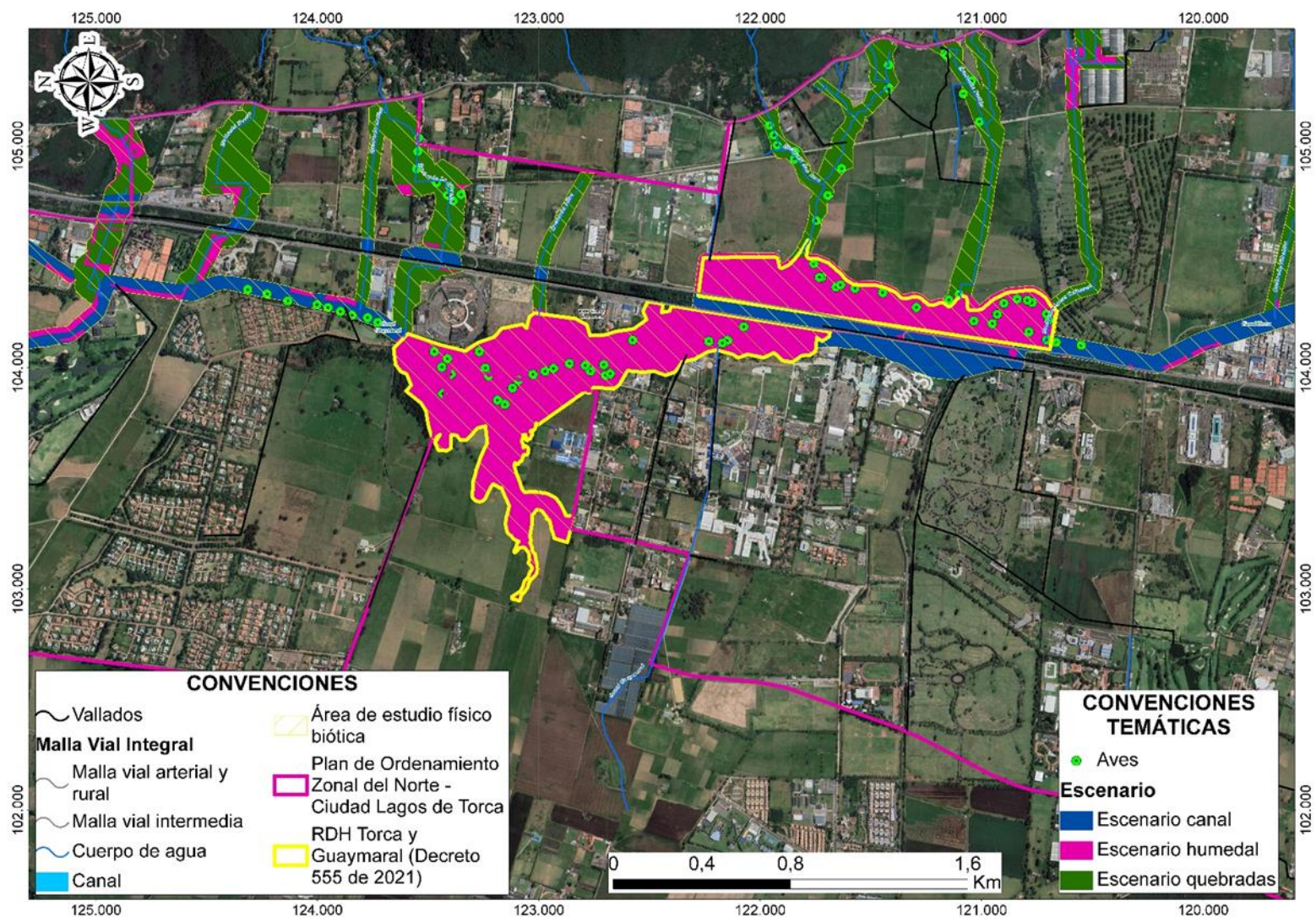


Figura 2- 344. Distribución de los puntos de registro de la avifauna en los escenarios evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Efectividad de muestreo**

Las curvas de acumulación de especies mostraron un comportamiento ascendente, lo que indica que por medio de los muestreos realizados no se alcanzó a registrar la riqueza potencial máxima existente en el área de estudio. Sin embargo, la función de Chao 1 predice un máximo de 58,77 especies, mientras que la de ACE supone una riqueza máxima de 64,71 especies. Al contrastar estos valores con la riqueza observada S (est) se encuentra una representatividad del 95,28 % con respecto a Chao 1 y del 86,53 % con respecto a ACE (Tabla 2-232), lo cual muestra un buen nivel de registro de la diversidad de aves ya que los estimadores presentan porcentajes por encima del 86 % (Villareal, y otros, Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad, 2006).

Tabla 2- 232. Valores de los estimadores de riqueza para el muestreo de aves.

| Estimadores | Representatividad | |
|----------------|--------------------|------------|
| | Especies Esperadas | Porcentaje |
| S(est) | 56 | 100% |
| ACE Mean | 64,71 | 86,53% |
| Chao 1 Mean | 58,77 | 95,28% |
| Bootstrap Mean | 64,23 | 87,19% |

Fuente: Elaboración propia.

De este análisis se puede concluir que, para la avifauna registrada en el área de estudio, se ha censado un número suficiente de individuos y realizado suficientes repeticiones (Figura 2-345). Obteniéndose una buena representatividad de la riqueza de la avifauna de los humedales de Torca y Guaymaral; Sin embargo, el listado de especies debe ser complementado ya que para conocer en detalle la composición de una comunidad faunística se debe estudiar durante al menos un año, debido a que una comunidad sufre cambios debido a variaciones temporales, épocas de lluvias y sequía, oferta de recursos, migraciones locales, regionales y latitudinales entre otros factores.

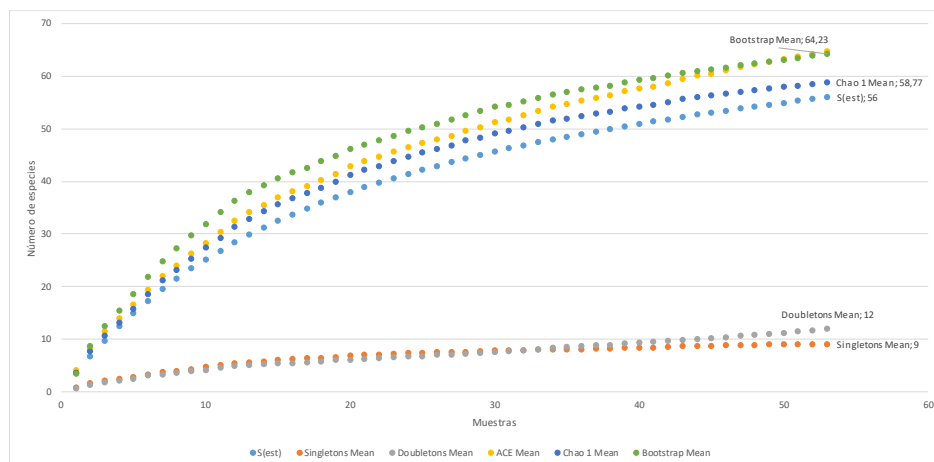


Figura 2- 345. Curva de acumulación de especies de aves registradas.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Composición y riqueza por escenarios evaluados**

Como resultado de la caracterización se obtuvieron 56 especies de aves y 1036 individuos en los diferentes escenarios evaluados en el área de estudio (Tabla 2-233). El 91,22 % de las especies fueron registradas mediante el método de observación directa. Los registros auditivos con el 5,26 % permitieron identificar tres especies: la Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el Tororoi Comprapán (*Grallaria ruficapilla*) y el Colibrí Verdemar (*Colibri cyanotus*). Mediante la combinación de métodos de observación–auditivos se registraron dos (2) especies con el 3,5 % del total de registros; el grupo de los passeriformes presentó la mayor riqueza, representado con doce familias y 30 especies en el área de estudio: dos (2) órdenes presentaron dos (2) familias y los órdenes restantes una (1) familia y entre cinco (5) y una (1) especie (Tabla 2-233, Anexo L Fauna).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 233. Avifauna registrada en los humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Número de Registros | Tipo de registro |
|-----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula discors</i> | Barraquete aliazul | 23 | Visual |
| | | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato rufo | 24 | Visual |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Patagioenas fasciata</i> | Paloma collareja | 32 | Visual |
| | | <i>Zenaida auriculata</i> | Torcaza nagüiblanca | 45 | Visual |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Coccyzus americanus</i> | Cuco americano | 1 | Visual |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri cyanotus</i> | Colibrí verdemar | 1 | Auditivo |
| | | <i>Colibri coruscans</i> | Colibrí chillón | 44 | Visual-Auditivo |
| | | <i>Lesbia nuna</i> | Cometa coliverde | 6 | Visual |
| | | <i>Ensifera ensifera</i> | Colibrí picoespada | 2 | Visual |
| | | <i>Chaetocercus mulsant</i> | Rumbito buchiblanco | 3 | Visual |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Rallus semiplumbeus</i> | Tingua bogotana | 1 | Auditivo |
| | | <i>Porphyriops melanops</i> | Polla sabanera | 5 | Visual |
| | | <i>Gallinula galeata</i> | Polla gris | 11 | Visual |
| | | <i>Fulica americana</i> | Focha americana | 16 | Visual |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Vanellus chilensis</i> | Pellar teru-teru | 12 | Visual |
| | Scolopacidae | <i>Gallinago nobilis</i> | Becasina paramuna | 2 | Visual |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Guaco común | 2 | Visual |
| | | <i>Bubulcus ibis</i> | Garcita bueyera | 9 | Visual |
| | | <i>Ardea alba</i> | Garza real | 2 | Visual |
| | Threskiornithidae | <i>Phimosus infuscatus</i> | Coquito | 7 | Visual |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Gallinazo negro | 79 | Visual |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Gavilán maromero | 2 | Visual |
| | | <i>Rupornis magnirostris</i> | Gavilán caminero | 2 | Visual |
| Strigiformes | Tytonidae | <i>Tyto alba</i> | Lechuza común | 1 | Visual |
| Piciformes | Picidae | <i>Picoides fumigatus</i> | Carpintero pardo | 1 | Visual |
| Psittaciformes | Psittacidae | <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de anteojos | 16 | Visual |
| Passeriformes | Grallariidae | <i>Grallaria ruficapilla</i> | Tororoi comprapán | 1 | Auditivo |
| | Furnariidae | <i>Synallaxis subpudica</i> | Chamicero cundiboyacense | 9 | Visual-Auditivo |
| | Tyrannidae | <i>Elaenia frantzii</i> | Elenia montañera | 33 | Visual |
| | | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | Tiranuelo gorgiblanco | 54 | Visual |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 233. Avifauna registrada en los humedales de Torca y Guaymaral.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Número de Registros | Tipo de registro |
|-------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|
| | | <i>Serpophaga cinerea</i> | Tiranuelo salta-arroyo | 2 | Visual |
| | | <i>Contopus cooperi</i> | Pibí boreal | 1 | Visual |
| | | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Sirirí común | 17 | Visual |
| | Hirundinidae | <i>Orochelidon murina</i> | Golondrina plumiza | 153 | Visual |
| | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Cucarachero común | 24 | Visual |
| | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | Mirla patinaranja | 49 | Visual |
| | Mimidae | <i>Mimus gilvus</i> | Sinsonte común | 12 | Visual |
| | Fringillidae | <i>Spinus spinescens</i> | Jilguero andino | 72 | Visual |
| | | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguero aliblanco | 21 | Visual |
| | Passerellidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrión copetón | 89 | Visual |
| | | <i>Atlapetes schistaceus</i> | Gorrión-montés pizarra | 2 | Visual |
| | | <i>Atlapetes pallidinucha</i> | Gorrión-montés cabeciblanco | 1 | Visual |
| | Icteridae | <i>Icterus chrysater</i> | Turpial montañero | 9 | Visual |
| | | <i>Chrysomus icterocephalus</i> | Monjita cabeciamarilla | 37 | Visual |
| | | <i>Molothrus bonariensis</i> | Chamón común | 15 | Visual |
| | | <i>Sturnella magna</i> | Chirlobirlo | 2 | Visual |
| | Cardinalidae | <i>Pheucticus aureoventris</i> | Picogordo pechinegro | 2 | Visual |
| | Thraupidae | <i>Anisognathus igniventris</i> | Tangará escarlata | 9 | Visual |
| | | <i>Thraupis episcopus</i> | Azulejo común | 2 | Visual |
| | | <i>Conirostrum rufum</i> | Conirrosto rufo | 12 | Visual |
| | | <i>Diglossa lafresnayii</i> | Picaflor lustroso | 2 | Visual |
| | | <i>Diglossa humeralis</i> | Picaflor negro | 25 | Visual |
| | | <i>Diglossa sittoides</i> | Picaflor canela | 6 | Visual |
| | | <i>Diglossa cyanea</i> | Picaflor de antifaz | 1 | Visual |
| | | <i>Sicalis luteola</i> | Canario sabanero | 16 | Visual |
| | | <i>Catamenia analis</i> | Semillero coliblanco | 9 | Visual |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dentro del orden Passeriformes, las familias que presentaron mayor riqueza fueron Thraupidae (Tangaras) nueve (9) especies y Tyrannidae (Atrapamoscas) con cinco (5) especies. Los colibríes (Trochilidae) aportaron cinco (5) especies, entre las familias acuáticas se registran cuatro (4) especies de Rallidos, tres (3) Garzas, dos (2) Patos y un ibis (Threskiornithidae), se resalta que en la caracterización 15 de las familias registradas aportan una (1) sola especie, entre ellas la familia de las golondrinas (Hirundinidae) siendo la especie con mayores registros en el área de estudio (Figura 2-346).

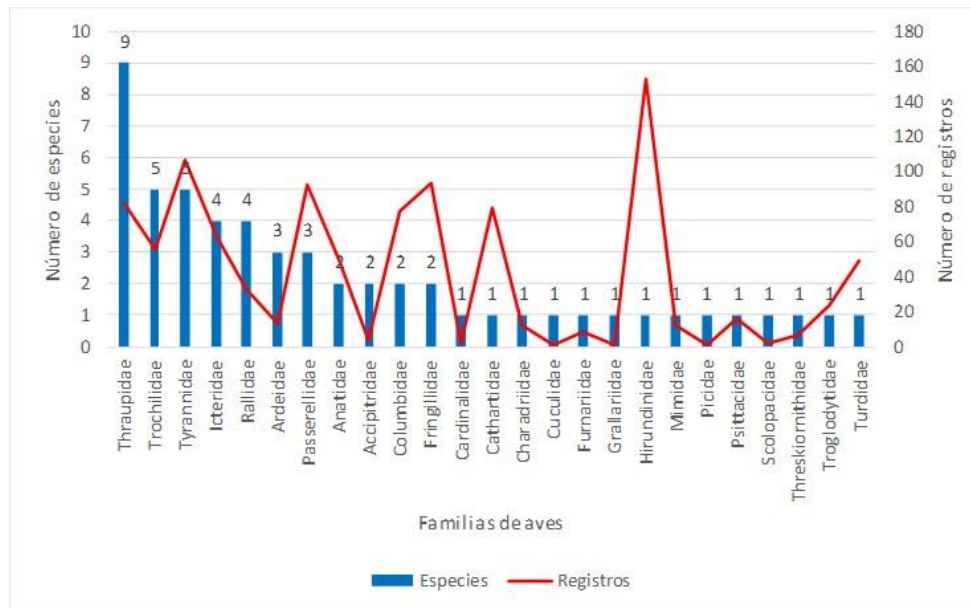


Figura 2- 346. Familias de aves registradas para el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los escenarios evaluados en el área de estudio, el escenario de humedal fue el que mayor riqueza de aves aportó con 48 especies registradas (Figura 2-347), entre las que se destacan las especies que hacen uso del espejo de agua como el Barraquete aliazul (*Spatula discors*) que además fue observado en los tres escenarios evaluados. Para el humedal sector Guaymaral se registraron más especies de hábitos acuáticos en comparación con el humedal sector Torca, donde fueron observados *S. discors* y la monjita pantanera (*Chrysomus icterocephalus*) en un grupo de más o menos 13 individuos haciendo uso de las herbáceas de la franja de transición.

Se destaca el registro del Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*), registrado mediante el método auditivo en la Ronda del humedal sector Torca, especie que no se encuentra reportada en el plan de manejo formulado en el año 2008, ni en el estudio del uso del hábitat de la avifauna realizado en el año 2006 (Osbañ & Gómez, 2006), sin embargo es una especie que fue reportada por (Rosselli, 2011), para los humedales de Torca y Guaymaral en el año 2011.

Otra especie registrada fue la Becasina Paramuna (*Gallinago nobilis*), observada en el humedal sector Torca y el escenario quebradas que fluyen hacia el humedal sector Torca. Especie que viene siendo reportada en los monitoreos de la Secretaría Distrital de Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la caracterización se observaron dos individuos juveniles de la polla gris o gallineta de frente roja (*Gallinula galeata*), y tres juveniles de la polla sabanera (*Porphyriops melanops bogotensis*), dando así un uso de reproducción al hábitat. Se obtuvieron 24 registros del pato rufo (*Oxyura jamaicensis andina*), 16 registros para la focha (*Fulica americana columbiana*) y 24 registros para la monjita cabeciamarilla (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), subespecies endémicas para la Sabana de Bogotá (Tabla 2-233). Otras especies que hacen uso del hábitat espejos de agua del humedal Guaymaral son el Barraquete Aliazul (*S. discors*) con 19 registros, la Garza real (*Ardea alba*), el Guaco Común (*Nycticorax nycticorax*), el coquito (*Phimosus infuscatus*) y el Tiranuelo Salta-arroyo (*Serpophaga cinerea*).



Figura 2- 347. Aves en los escenarios evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Para el escenario de quebradas, se reportan mediante esta caracterización 36 especies y 395 registros (Figura 2-348). Las especies registradas se encontraron asociadas a diferentes coberturas vegetales desde bosque de galería, pastos arbolados, pastos limpios, cerca vivas y rondas arboladas, hasta territorios asociados a red ferroviaria. Para este escenario se resaltan cinco (5) especies de colibríes registrados en la cobertura de bosque de galería, entre ellos el Colibrí Picoespada (*Ensifera ensifera*) que fue observado solo en esta cobertura, así como los Atlapetes (*A. pallidinucha* y *A. schistaceus*) que pueden estar usando estas coberturas como corredores con los Cerros Orientales. No habían sido reportadas en los estudios realizados para los humedales de Torca y Guaymaral otras especies registradas que no fueron observadas en los demás escenarios; entre ellas el Clarinero (*Anisognathus igniventris*), el Picaflor de Antifaz (*Diglossa cyanea*), el Picaflor Lustroso (*Diglossa lafresnayii*), el Colibrí Chillón Verde (*Colibri cyanotus*) y el Tororoi Comrapán (*Grallaria ruficapilla*).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el escenario de canales se obtuvo el 20% de los registros de la avifauna caracterizada con 21 especies registradas. Las especies con más registros fueron los Copetones (*Zonotrichia capensis*), las Golondrinas (*Orochelidon murina*), el Tiranuelo Gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*), las Mirlas (*Turdus fuscater*), entre otras. De las especies que hacen uso de las aguas del canal se destacan el barraquete aliazul (*Spatula discors*), el coquito (*Phimosus infuscatus*), el alcaraván (*Vanellus chilensis*), observados forrajeando en las aguas de los canales.

En cuanto a riqueza específica por escenarios y según el índice de Margalef se puede interpretar que en los tres escenarios se encuentra una alta biodiversidad, siendo el escenario humedal el que presenta mayor riqueza, con un índice de Margalef (7,55), el índice de Fisher-alfa también resalta con un valor de 13,02 al escenario humedal como el más diverso de los tres. Seguido por el escenario de quebradas con un índice de Fisher (9.63).

En relación con la dominancia, el índice de Simpson muestra que no hay dominancia marcada en ninguno de los tres escenarios evaluados ya que los valores obtenidos se acercan a 1; la uniformidad se calculó a partir de la función de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, indicando que el escenario de Humedal presenta mayor uniformidad, sin embargo hay una equidad media en cuanto a la repartición de recursos (Tabla 2-234).

Tabla 2- 234. Diversidad alfa por escenarios evaluados.

| | Escenario Canal | Escenario Humedal | Escenario Quebradas |
|---------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Especies | 21 | 48 | 36 |
| Individuos | 134 | 507 | 395 |
| Simpson_1-D | 0,90 | 0,94 | 0,92 |
| Shannon_H | 2,65 | 3,23 | 2,91 |
| Margalef | 4,08 | 7,55 | 5,85 |
| Fisher_alpha | 6,99 | 13,02 | 9,63 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Asociación a coberturas**

Desde el punto de vista general y considerando la cobertura vegetal como el condicionante de la distribución de las diferentes especies a lo largo del área de estudio, se relacionaron las especies registradas de acuerdo con la cobertura donde se observó. Hallándose una mayor dependencia de la avifauna por las coberturas pastos arbolados con 29 especies y 163 registros, los pastos limpios presentaron 24 especies, bosque de galería 23, para la Ronda de canales empujizada se registraron 22 especies, para la Ronda de humedales y Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales se registraron 18 especies de las cuales cinco (5) presentan hábitos acuáticos estrictos como *Oxyura jamaicensis andina*, *Porphyriops melanops bogotensis*, *Fulica americana columbiana* y *Spatula discors* (figura 2-349).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

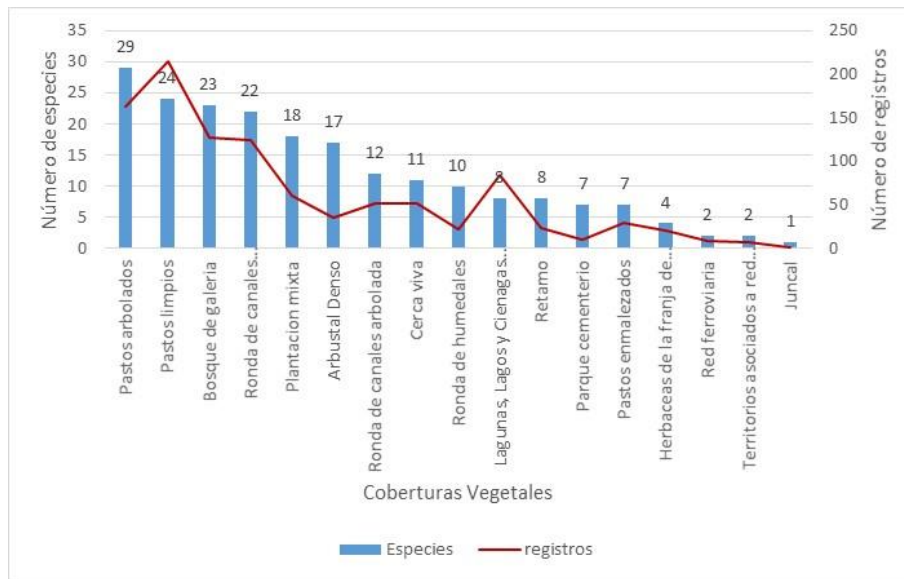


Figura 2- 348. Avifauna asociada a las coberturas del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Para la cobertura de pastos arbolados se registraron especies principalmente de hábitos terrestres y de amplia distribución, que no presentan especificidad de hábitat y pueden hacer uso de otras coberturas, de las 29 especies registradas en esta cobertura solo cuatro (4), no fueron registradas en otras, estas son el Picaflor de Antifaz (*Diglossa cyanea*), el Comprapan (*Grallaria ruficapilla*) que fue registrada muy cercana a los cerros orientales y usualmente prefiere las coberturas enmarañadas donde forrajea; estas dos (2) especies se hallaron asociadas al escenario quebradas. Otra especie reportada fue el Azulejo (*Thraupis episcopus*), asociada al escenario humedal de Torca y el Carpinterito (*Picoides fumigatus*), asociado al escenario humedal específicamente en el sector Guaymaral (Fotografía 2-85).

Esta especie fue observada forrajeando en el dosel de los árboles, y ha sido frecuentemente reportada en los diferentes estudios realizados para los humedales de Torca y Guaymaral, confirmando así su continuidad y su presencia en las áreas de los humedales semiurbanos (Rosselli, 2011) y (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Coordenadas: 4° 48' 22,687" N 74° 2' 29,386" W

Fotografía 2- 85. Carpintero ahumado (*Picoides fumigatus*). Fuente: Elaboración propia.

En los pastos limpios la avifauna registrada incluyó especies de hábitos gregarios como las golondrinas (*Orochelidon murina*) de las cuales se obtuvieron 75 registros, sin embargo, esta especie fue registrada en la mayoría de las coberturas del área de estudio y observada con material de nido, evidenciando comportamiento reproductivo en el área de estudio. Otras de las especies observadas en los pastos limpios fueron los jilgueros (*Spinus psaltria* y *Spinus spinescens*) (Fotografía 2-86 y 2-87), y el canario sabanero (*Sicalis luteola*) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), especies asociadas a áreas suburbanas, así como la Becasina paramuna (*Gallinago nobilis*) especie que habita principalmente en las áreas abiertas y encharcadas de las zonas de paramo y que ya es habitual reportarla en los estudios realizados para los humedales de Torca y Guaymaral (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (Osbañ & Gómez, 2006), (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011), (IEU & CAR, 2011), (Rosselli, 2011), (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017).



Coordenadas: 4° 48' 42,282"
N / 74° 2' 21,638" W

Fotografía 2- 86. Jilguero aliblanco
(*Spinus psaltria*).

Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 47' 10,900"
N 74° 2' 22,495" W

Fotografía 2- 87. Jilguero andino
(*Spinus spinescens*).

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Coordenadas: 4° 47' 28,371" N / 74° 2' 17,707" W

Fotografía 2- 88. Canario sabanero (*Sicalis luteola*). Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 89. Becasina paramuna (*Gallinago nobilis*). Fuente: Cortesía Javier Ricardo Salamanca 2019.

Para la cobertura bosques de galería asociada al escenario quebradas se registraron especies como los Atlapetes (*Atlapetes pallidinucha* y *Atlapetes schistaceus*), el Clarinero (*Anisognathus igniventris*), el Periquito de Anteojos (*Forpus conspicillatus*), el Turpial Montañero (*Icterus chrysater*) especies de hábitos frugívoros, algunas especies como los colibríes (*Chaetocercus mulsant*, *Colibri coruscans*, *Colibri cyanotus*, *Ensifera ensifera* y *Lesbia nuna*) y los Pinchaflores (*Diglossa albilatera* y *Diglossa humeralis*) de hábitos nectarívoros, especies como (*Elaenia frantzii*, *Mecocerculus leucophrys*, *Synallaxis subpudica*, *Troglodytes aedon*) de hábitos insectívoros, lo que evidencia que la estructura de la vegetación presenta pequeños microhábitats que permite el ensamblaje de varios grupos de avifauna.

Especies con hábitos acuáticos estrictos como (*Fulica americana*, *Gallinula galeata*, *Oxyura jamaicensis*, *Porphyriops melanops*, *Spatula discors*) y especies de hábitos acuáticos no estrictos como (*Nycticorax nycticorax*, *Phimosus infuscatus*, *Rallus semiplumbeus*, *Serpophaga cinerea* y *Chrysomus icterocephalus*), estas especies hacen uso de estas coberturas debido a que fueron observadas forrajeando y algunas como la Tigua pico rojo y la Tigua moteada con juveniles, así mismo se destaca la diversidad de las especies registradas en esta caracterización para el espejo de agua del humedal sector Guaymaral en comparación con las registradas para el humedal en el sector Torca, donde solo se hallaron (*Chrysomus icterocephalus* y *Rallus semiplumbeus*), especies asociadas a la vegetación emergente y a la vegetación acuática alta y densa (IEU & CAR, 2011), sin embargo como sugieren los especialistas en aves en el documento Proyecto corredor borde norte de Bogotá fase I (IEU & CAR, 2011), si se lograra una rehabilitación del humedal sector Torca esto podría conectar especies que usan los espejos de agua como las especies registradas en el espejo de agua del humedal sector Guaymaral (Fotografía 2-90 a 2-93).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Coordenadas: 4° 48' 19,811" N / 74° 2' 34,710" W
Fotografía 2- 90. Focha americana (*Fulica americana columbiana*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 19,811" N / 74° 2' 34,710" W
Fotografía 2- 91. Pato rufo (*Oxyura jamaicensis andina*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 19,811" N / 74° 2' 34,710" W
Fotografía 2- 92. Tingua de pico rojo (*Gallinula galeata*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 19,811" N / 74° 2' 34,710" W
Fotografía 2- 93. Barraquete aliazul (*Spatula discors*). Fuente: Elaboración propia.

- **Diversidad alfa por coberturas vegetales**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema (Herzog, S & Kattan G, 2011).

Al analizar la diversidad alfa dentro de la zona de estudio, se observó que las coberturas Pastos arbolados (29) especies, pastos limpios (24), Bosque de galería (23) y Ronda de canales empujizada con una riqueza de (22) especies son las que presentan mayor riqueza en cuanto a número de especies; el índice de Fisher al ser más robusto y verse poco afectado por el tamaño de la muestra, representa de forma más adecuada la diversidad de la zona de estudio, ya que hace posible ver las diferencias entre los tipos de cobertura vegetal, resaltando las coberturas Arbustal Denso y Pastos arbolados con un índice de Fisher-alfa de 13,03 y 10,26 respectivamente como las coberturas con mayor diversidad.

De acuerdo con los valores obtenidos mediante el índice de Margalef, se logró identificar que las coberturas Pastos arbolados (5,50), Bosque de galería (4,53), Arbustal denso (4,50)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

y Ronda de canales empujados (4,35), como las coberturas con mayor diversidad considerando los criterios para la interpretación de este índice y la riqueza específica más baja se registró para el Juncal y los Territorios asociados a red ferroviaria.

Los índices de dominancia alcanzaron su máximo valor para las coberturas Pastos arbolados, Arbustal denso, plantación mixta y Bosque de galería (0,93; 0,91; 0,90; y 0,81) respectivamente, estas coberturas presentaron un valor para el índice de Shannon (2,99; 2,61; 2,58 y 2,34), lo que denota un nivel medio de diversidad para los ensamblajes de aves en estos tipos de cobertura y una distribución de abundancias bastante uniforme (Tabla 2-235).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 235. Índices de diversidad de aves registradas por cobertura.

| | Arbustal denso | Bosque de galería | Cerca viva | Herbáceas de la franja de transición | Juncal | Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales | Parque cementerio | Pastos arbolados | Pastos enmalezados | Pastos limpios | Plantación mixta | Red ferroviaria | Retamo | Ronda de canales arbolada | Ronda de canales empradizada | Ronda de humedales | Territorios asociados a red ferroviaria |
|---------------------|----------------|-------------------|------------|--------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|--------|---------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Especies | 17 | 23 | 11 | 4 | 1 | 8 | 7 | 29 | 7 | 24 | 18 | 2 | 8 | 12 | 22 | 10 | 2 |
| Individuos | 35 | 128 | 52 | 21 | 1 | 84 | 10 | 163 | 29 | 215 | 60 | 8 | 24 | 52 | 125 | 22 | 7 |
| Simpson_1-D | 0,91 | 0,81 | 0,83 | 0,68 | 0,00 | 0,80 | 0,84 | 0,93 | 0,74 | 0,83 | 0,90 | 0,47 | 0,67 | 0,85 | 0,89 | 0,83 | 0,24 |
| Shannon_H | 2,61 | 2,34 | 2,03 | 1,25 | 0,00 | 1,75 | 1,89 | 2,99 | 1,60 | 2,32 | 2,58 | 0,66 | 1,56 | 2,11 | 2,61 | 2,01 | 0,41 |
| Margalef | 4,50 | 4,53 | 2,53 | 0,99 | 0,00 | 1,58 | 2,61 | 5,50 | 1,78 | 4,28 | 4,15 | 0,48 | 2,20 | 2,78 | 4,35 | 2,91 | 0,51 |
| Fisher_alpha | 13,03 | 8,18 | 4,26 | 1,47 | 0,00 | 2,17 | 10,36 | 10,26 | 2,93 | 6,92 | 8,72 | 0,86 | 4,20 | 4,89 | 7,74 | 7,08 | 0,94 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

■ Gremios tróficos

Los gremios han sido definidos como grupos de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una manera similar, agrupando especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (Lopez de Casenave J, 2001), de manera tradicional, el alimento ha sido el recurso utilizado para agremiar las especies, pues se ha considerado que es el limitante que produce los patrones comunitarios al ser repartido entre éstas.

De acuerdo con lo anterior, para analizar la estructura trófica de la avifauna objeto de estudio, se han identificado las especies en Ocho (8) gremios, de acuerdo con el tipo de alimento que consumen con mayor frecuencia en Frugívoro, Granívoro, Nectarívoro, Insectívoro, Carnívoro, Omnívoro, Herbívoro y Carroñero.

Las aves asociadas al gremio insectívoros con 16 especies, presenta cinco (5), especies de atrapamoscas (Tyrannidae) es el gremio más representativo en cuanto a riqueza, seguido por los omnívoros con 14 especies (Figura 2-349), predominan los rallidos y algunas garzas, especies asociadas a la cobertura de humedales

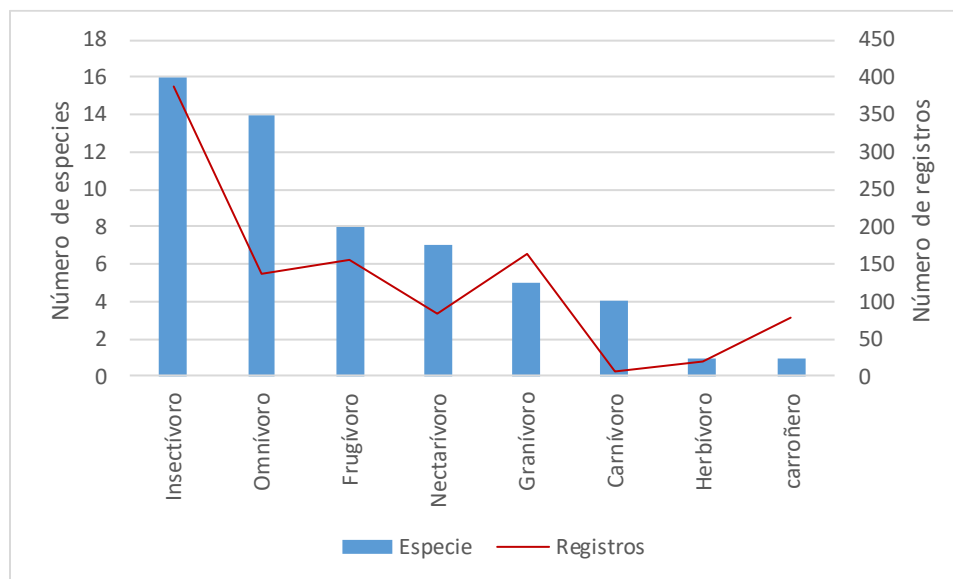


Figura 2- 349. Preferencias tróficas de las especies de aves registradas.

Fuente: Elaboración propia.

Entre las aves insectívoras se encuentran las que buscan sus presas en el follaje como el Cucarachero (*Troglodytes aedon*), y el Chamicero Cundiboyacense (*Synallaxis subpudica*) asociados a las coberturas que presentan vegetación enmarañada como los arbustales densos y rondas de canales. Las aves insectívoras desde percha, como el Siriri (*Tyrannus melancholicus*) y el Pibi (*Contopus cooperi*), insectívoras de vuelo como la Golondrina (*Orochelidon murina*), insectívoros de follaje y ramas del nivel medio como la Elenia Montañera (*Elaenia frantzii*) y el Tiranuelo Gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*), insectívoros de dosel como el Cuco Americano (*Coccyzus americanus*), especies que consumen insectos e invertebrados acuáticos como el Coquito (*Phimosus infuscatus*) y la caica paramuna (*Gallinago nobilis*), el Tiranuelo Salta-arroyo (*Serpophaga cinerea*) que

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

consume insectos que caza desde percha y que están asociados a ambientes acuáticos, e insectívoros de corteza como el carpinterito (*Picoides fumigatus*) entre otras (Fotografía 2-95 a 2-96).



Coordenadas: 4° 47' 0,226" N / 74° 2' 25,278" W
Fotografía 2- 94. Sirirí (*Tyrannus melancholicus*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 30,189" N / 74° 2' 26,963" W
Fotografía 2- 95. Pibi (*Contopus cooperi*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 5,047" N / 74° 2' 30,451" W
Fotografía 2- 96. Tiranuelo Gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 29,092" N / 74° 2' 29,234" W
Fotografía 2- 97. Cucarachero común (*Trogodytes aedon*). Fuente: Elaboración propia.

Los omnívoros presentaron una riqueza de 14 especies entre las que se registraron el Sinsonte Común (*Mimus gilvus*), y el Alcaraván (*Vanellus chilensis*) que forrajea en los suelos desnudos en busca de insectos, larvas de insectos, lombrices de tierra, peces pequeños e invertebrados terrestres. Las Garzas (*Bubulcus ibis*, *Ardea alba*) que forrajean en busca de insectos y peces, son de amplia distribución y sin mayor especificidad de hábitat.

El gremio Nectarívoro lo conformaron cinco (5) especies de colibríes, estos se alimentan de néctar mientras mantienen vuelo suspendido y son importantes para la polinización de varias especies vegetales, complementando su dieta con pequeños insectos y arañas. Otras especies que hacen uso de este recurso son los picaflores (*Diglossa lafresnayi* y *Diglossa humeralis*), que complementen su dieta con frutos y artrópodos.

En el grupo de los depredadores o consumidores de insectos y vertebrados, además de disponer de insectos y otros macroinvertebrados, también cuentan con la oferta de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

pequeños mamíferos voladores y no voladores, principalmente murciélagos y roedores o marsupiales, anfibios, reptiles y otras aves de talla menor. Estos tuvieron una representación de cuatro (4) especies como el Gavilán Caminero (*Rupornis magnirostris*), el Gavilán Maromero (*Elanus leucurus*), el Guaco Común (*Nycticorax nycticorax*) (Fotografía 2-98) y la Lechuza (*Tyto alba*) (Fotografía 2-99).



Coordenadas: 4° 48' 20,912" N / 74° 2' 34,091" W
Fotografía 2- 98. Guaco Común (*Nycticorax nycticorax*).
Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 47' 2,828" N / 74° 2' 24,083" W
Fotografía 2- 99. Lechuza (*Tyto alba*). Fuente:
Elaboración propia.

El gremio de carroñeros estuvo representado por el chulo (*Coragyps atratus*). Los gallinazos obedecen a su condición oportunista y capacidad de alimentarse de todo tipo de cadáveres que se hallen en hábitats con diferentes características, permitiéndoles tener altas densidades poblacionales.

2.6.2.3.3 Especies con importancia ecológica (endémicas, categorías de amenaza)

• Especies endémicas

El concepto de endemismo ha sido utilizado de diferentes formas, pero generalmente se refiere a las especies cuyas distribuciones geográficas presentan una extensión espacial restringida, las especies con distribuciones relativamente pequeñas constituyen un componente importante de la biodiversidad y de su conservación porque son naturalmente vulnerables a la transformación del hábitat y al cambio climático.

El término endémico también ha sido utilizado para referirse a las especies restringidas a una región biogeográfica y las especies casi-endémicas, son aquellas que no se restringen solo a un país. Sin embargo, la definición de límites o proporciones de área que deben ser compartidas entre países y que identifican a una especie como casi-endémica, es aún un parámetro subjetivo y arbitrario (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba, & Sua-Becerra, 2013).

En los humedales bogotanos residen tres especies endémicas de la altiplanicie cundiboyacense estas son, el Chamicero (*Synallaxis supbudica*), la Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*) y el Cucarachero de Pantano (*Cistothorus apolinari*) especie no registrada en la presente caracterización, otras especies residentes cuyas poblaciones representan endemismos locales y habitan en estos ambientes son el Pato Turrio (*Oxyura jamaicensis andina*), la Tingua Moteada Sabanera (*Porphyriops melanops bogotensis*),

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Hallándose en la presente caracterización cinco (5) especies en categoría casi-endémicas, dos (2) especies endémicas y cinco (5) subespecies endémicas para la sabana Cundiboyacense (Tabla 2-236).

Tabla 2-236. Especies registradas con distribución restringida.


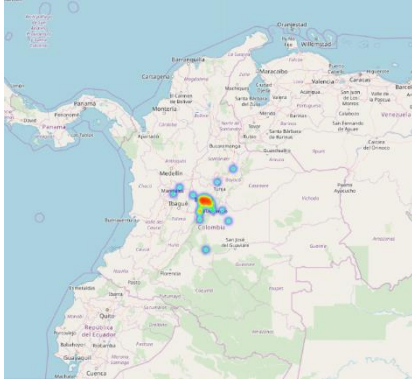
| Especie | Nombre común | Distribución |
|--------------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| <i>Oxyura jamaicensis andina</i> | Pato rufo | Endémica |
| <i>Rallus semiplumbeus</i> | Tingua bogotana | Endémica |
| <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> | Polla sabanera | Endémica |
| <i>Fulica americana columbiana</i> | Focha americana | Endémica |
| <i>Gallinago nobilis</i> | Becasina paramuna | Casi endémica |
| <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de anteojos | Casi endémica |
| <i>Synallaxis subpudica</i> | Chamicero cundiboyacense | Endémica |
| <i>Conirostrum rufum</i> | Conirrostro rufo | Casi endémica |
| <i>Sicalis luteola bogotensis</i> | Canario sabanero | Endémica |
| <i>Atlapetes pallidinucha</i> | Gorrión-montés cabeciblanco | Casi endémica |
| <i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i> | Monjita cabeciamarilla | Endémica |
| <i>Spinus spinescens</i> | Jilguero andino | Casi endémica |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se consideran los aspectos más relevantes de las especies endémicas como su distribución, su estado poblacional y las áreas de importancia para cría y reproducción – ver Tabla 2-236.


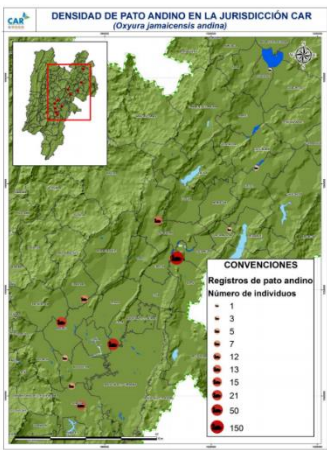
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chamicero cundiboyacense (<i>Synallaxis subpudica</i>) | | |
|  | |  |
| Coordenadas: 4°47'14,924"N / 74° 1' 43,626" W Fuente: Elaboración propia. | | Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019) |
| Clase | | Aves |
| Orden | | Passeriformes |
| Familia | | Furnariidae |
| Especie | | <i>Synallaxis subpudica</i> |
| Nombre común | | Chamicero cundiboyacense |
| Estado de conservación | UICN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | No listada |
| | Libro Rojo | No listada |
| Tipo de distribución | | Endémica |
| Distribución en el mundo | | Colombia |
| Distribución en Colombia | | Se encuentra en la sabana cundiboyacense (departamentos de Boyacá y Cundinamarca) |
| Distribución altitudinal | | Entre los 2100 y 3200 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | | El tamaño de la población mundial no se ha cuantificado, pero esta especie se describe como "común" (Stotz <i>et al.</i> , 1996 cit. por (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) |
| Estado poblacional | | Según (BirdLife International, 2019) El tamaño de la población mundial no se ha cuantificado, pero esta especie se describe como "común" (Stotz <i>et al.</i> , 1996 cit. por (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019). |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Es una especie que anida en matorrales nativos, rastrojos altos y densos, en bordes enmarañados de bosques o humedales (Asociación Bogotana de Ornitología, 2000). |
| Sitios de observación en campo | | El Chamicero fue registrado en diferentes coberturas como los arbustales densos, vegetación mixta y estuvo asociado a los escenarios quebradas, canales y humedal. |
| Pato Rufo (<i>Oxyura jamaicensis andina</i>) | | |


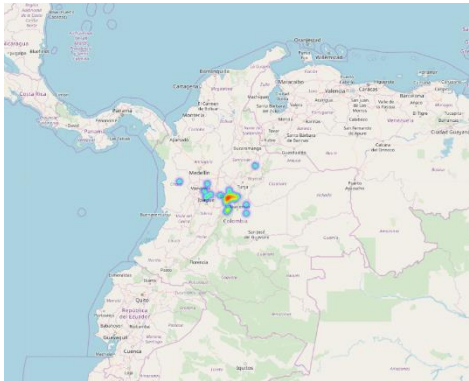
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Coordenadas: 4°48'19,811"N / 74° 2' 34,710" W Fuente: Elaboración propia.</p> | |  <p>Fuente: Grupo de Biodiversidad DRN-CAR 2017 (CAR, 2017)</p> |
| Clase | Aves | |
| Orden | Anseriformes | |
| Familia | Anatidae | |
| Especie | <i>Oxyura jamaicensis</i> | |
| Sub especie | <i>Oxyura jamaicensis andina</i> | |
| Nombre común | Pato Rufo, Pato Andino | |
| Estado de conservación | UICN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | EN |
| | Libro Rojo | EN |
| Tipo de distribución | Sub especie Endémica | |
| Distribución en el mundo | La especie <i>O. jamaicensis</i> se encuentra distribuida en América desde Canadá hasta Tierra del Fuego en Chile y Argentina. El pato Turrio norteamericano (<i>O. j. jamaicensis</i>) se distribuye en Canadá y Estados Unidos, El Pato Turrio peruano (<i>O. j. ferruginea</i>) es residente de los lagos de los Andes, con una distribución comprendida desde el suroeste de Colombia hasta Chile y Argentina, con presencia de algunas ocurrencias registradas en Tierra del Fuego. La subespecie <i>O. j. Andina</i> , es una especie endémica de Colombia (CAR, 2017) | |
| Distribución en Colombia | Residente de lagunas, lagos, humedales y algunos embalses de la cordillera central y oriental de los Andes colombianos. | |
| Distribución altitudinal | Entre 2400 a 4000 m.s.n.m. | |
| Densidad de la especie | Inferior a 2500 Individuos maduros (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016) | |
| Estado poblacional | Decreciente (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2019-1., 2019), (Renjifo, Amaya-Villarreal A, & Velásquez-Tibatá, 2016) | |


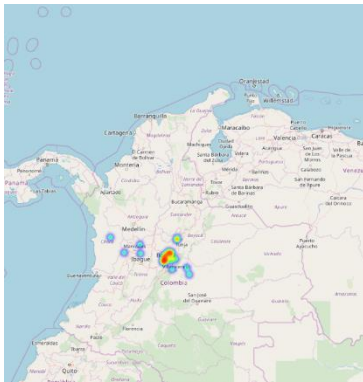
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | El pato Rufo, prefiere aguas abiertas o espejos de agua para establecerse, se han encontrado nidos hecho con material vegetal como junco (<i>Schoenoplectus californicus</i>), hierba de sapo (<i>Polygonum hydropiperoides</i>), enea (<i>Typha</i> sp.), buchón (<i>Limnobiium laevigatum</i>), pasto kikuyo (<i>Cenchrus clandestinum</i>), plantas como el botoncillo (<i>Bidens laevis</i>), lengua de vaca (<i>Rumex obtusifolius</i>) y barbasco (<i>Polygonum punctatum</i>) y ocasionalmente puede anidar sobre estructuras hechas por el hombre como un embarcadero en el embalse de Neusa (Cadena 2002b), Pedraza (2001), (Cely <i>et al.</i> , 2005), Zuluaga-Bonilla (datos no publicados) en (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). |
| Sitios de observación en campo | | En el área del estudio se obtuvieron 24 registros en el espejo de agua del humedal sector Guaymaral. |
| Tingua Bogotana (<i>Rallus semiplumbeus</i>) | | |
|  | |  |
| Fuente: (www.eBird.org, 2019) | | Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019) |
| Clase | | Aves |
| Orden | | Gruiformes |
| Familia | | Rallidae |
| Especie | | <i>Rallus semiplumbeus</i> |
| Nombre común | | Rascón Bogotano |
| Estado de conservación | UICN, 2018 | EN |
| | Res. 1912 de 2017 | EN |
| | Libro Rojo | EN |
| Tipo de distribución | | Endémica |
| Distribución en el mundo | | Cordillera Oriental de los Andes colombianos y específicamente de los humedales del altiplano cundiboyacense (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016) |
| Distribución en Colombia | | Humedales del Altiplano cundiboyacense |
| Distribución altitudinal | | Entre los 2500 y 3100 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | | Por debajo de 10 000 individuos maduros (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016) |
| Estado poblacional | | Decreciente (IUCN, 2019), (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016) |


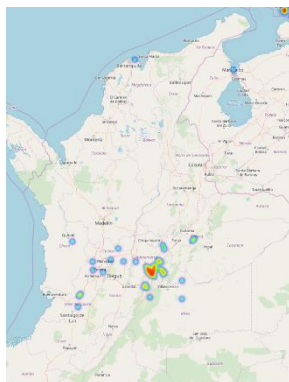
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Depende en gran parte de juncuales de <i>Schoenoplectus californicus</i> . Habita humedales en donde el junco <i>S. californicus</i> está mezclado con otra vegetación acuática emergente (<i>Juncus effusus</i> , <i>Polygonum punctatum</i> , <i>Rumex obtusifolius</i> , <i>Bidens laevis</i> , <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> y <i>Carex acutata</i>), con vegetación flotante, espejos de agua con vegetación sumergida y juncuales de <i>Typha</i> sp. (Benítez- Castañeda et ál. 2005; Rosselli 2011 cit. Por (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). |
| Sítios de observación en campo | | Se obtuvo un registro mediante el método auditivo en el escenario humedal sector Torca. |
| Polla Sabanera (<i>Porphyriops melanops</i>) | | |
|  <p>Coordenadas: 4°48'19,811"N / 74° 2' 34,710" W Fuente: (WSP, 2019)</p> | |  <p>Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019):</p> |
| Clase | | Aves |
| Orden | | Gruiformes |
| Familia | | Rallidae |
| Especie | | <i>Porphyriops melanops</i> |
| Sub especie | | <i>Porphyriops melanops bogotensis</i> |
| Nombre común | | Polla Sabanera |
| Estado de conservación | IUCN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | EN |
| | Libro Rojo | EN |
| Tipo de distribución | | Sub especie endémica |
| Distribución en el mundo | | Argentina; Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) |
| Distribución en Colombia | | Se encuentra principalmente en canales, cuerpos de agua artificiales, lagunas, lagos y ciénagas naturales, ríos, vegetación acuática sobre cuerpos de agua y zonas pantanosas en el altiplano cundiboyacense (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). |
| Distribución altitudinal | | 2300-3000 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | | A nivel global la Población es estable. En Colombia la población ha descendido. La población estimada de la especie es cercana a 100 individuos. se estima que la población es inferior a 2500 individuos maduros y se encuentra disminuyendo (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). |


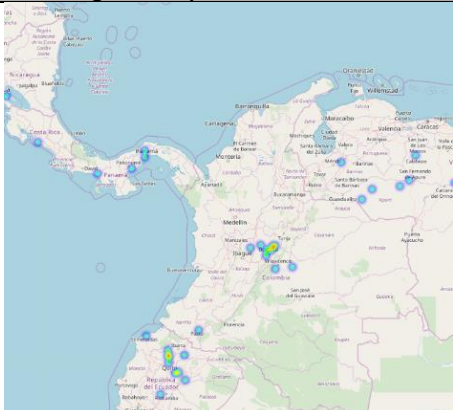
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estado poblacional | | Las poblaciones en Colombia han descendido de manera preocupante durante la última década (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016) |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Principalmente humedales naturales y artificiales, y en canales rurales que tienen de bajos a moderados niveles de contaminación con presencia de espejos de agua o vegetación flotante, particularmente el tapete formado por las pequeñas plantas acuáticas (<i>Lemna gibba</i> , <i>Azolla filiculoides</i> , <i>Limnobium laevigatum</i>) (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). |
| Sitios de observación en campo | | Fue observada en el espejo de agua del humedal sector Guaymaral, dos adultos y tres juveniles. |
| Focha (<i>Fulica americana columbiana</i>) | | |
|  | |  |
| Coordenadas:4°48'19,811"N /74° 2' 34,710" W Fuente: (WSP, 2019) | | Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019) |
| Clase | | Aves |
| Orden | | Gruiformes |
| Familia | | Rallidae |
| Especie | | <i>Fulica americana</i> |
| Sub Especie | | <i>Fulica americana columbiana</i> |
| Nombre común | | Focha Americana |
| Estado de conservación | UICN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | LC |
| | Libro Rojo | LC |
| Tipo de distribución | | Sub especie Endémica (ABO, Aves de la Sabana de Bogotá, Una guía de campo. ABO, CAR, 2000) |
| Distribución en el mundo | | La especie es migratoria latitudinal. |
| Distribución en Colombia | | Humedales del Altiplano cundiboyacense |
| Distribución altitudinal | | Desde 02 – 3500 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | | La población estimada es de 6,000,000 individuos (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019). |
| Estado poblacional | | Desconocido |


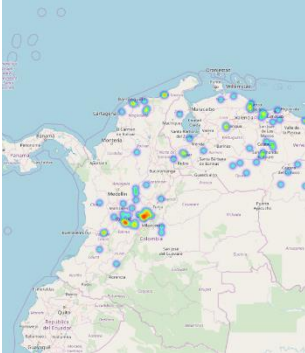
Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Humedales con espejo de agua y vegetación emergente en alta proporción de vegetación leñosa en el paisaje circundante y una extensa y pequeña vegetación flotante, aunque nadadora y zambullidora ocasional, está más asociada a ambientes urbanos en donde puede alcanzar altas densidades por lo que es probable que su presencia y abundancia esté asociada, además de a espejos de agua, a matrices urbanizadas (Rosselli, 2011). |
| Sitios de observación en campo | | Se obtuvieron 16 registros en el cuerpo de agua del humedal sector Guaymaral. |
| Canario Sabanero (<i>Sicalis luteola bogotensis</i>) | | |
|  | |  |
| Coordenadas: 4°47' 33,285" N / 74° 2' 16,091" W Fuente: (WSP, 2019) | | Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019) |
| Clase | | Aves |
| Orden | | Passeriformes |
| Familia | | Thraupidae |
| Especie | | <i>Sicalis luteola</i> |
| Su especie | | <i>Sicalis luteola bogotensis</i> |
| Nombre común | | Canario Sabanero |
| Estado de conservación | IUCN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | No enlistada |
| | Libro Rojo | No enlistada |
| Tipo de distribución | | Sub especie endémica |
| Distribución en el mundo | | Tiene una amplia distribución que incluye América Central, las Antillas y Sudamérica. |
| Distribución en Colombia | | La subespecie se distribuye por la sabana de Bogotá. |
| Distribución altitudinal | | 300-3400 m.s.n.m. |
| Densidad de la especie | | Desconocida (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) |
| Estado poblacional | | En aumento (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | | Su hábitat natural incluye pastizales, sabanas y humedales (ABO, Aves de la Sabana de Bogotá, Una guía de campo. ABO, CAR, 2000). |
| Sitios de observación en campo | | Se obtuvieron 16 registros en las coberturas de pastos limpios, arbustales y cercas vivas. |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 236. Distribución, estado poblacional y amenazas de las especies de aves endémicas registradas.

| Especies endémicas | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Monjita Cabeciamarilla (<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>) | | |
|  | |  |
| Coordenadas: 4° 47' 8,218" N / 74° 2' 22,891" W Fuente: (WSP, 2019) | | Fuente: (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), 2019) |
| Clase | Aves | |
| Orden | Passeriformes | |
| Familia | Icteridae | |
| Especie | <i>Chrysomus icterocephalus</i> | |
| Su especie | <i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i> | |
| Nombre común | Monjita Cabeciamarilla | |
| Estado de conservación | UICN, 2018 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | No enlistada |
| | Libro Rojo | No enlistada |
| Tipo de distribución | Sub especie endémica | |
| Distribución en el mundo | Guayanas, Venezuela, noreste de Perú, norte del Amazonas brasileño, Trinidad y Tobago (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019). | |
| Distribución en Colombia | Sub especie aislada en los humedales del altiplano cundiboyacense (ABO, Aves de la Sabana de Bogotá, Una guía de campo. ABO, CAR, 2000) | |
| Distribución altitudinal | 0-2700 m.s.n.m. | |
| Densidad de la especie | Desconocida (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) | |
| Estado poblacional | En aumento (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019) | |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | Pantanos de agua dulce, tierras inundadas y orillas de ríos, especialmente en regiones abiertas. Tierras destinadas a la agricultura como campos de arroz abandonados. | |
| Sitios de observación en campo | Se obtuvieron 37 registros asociados a las coberturas Herbáceas de la franja de transición y ronda de humedales. | |

Fuente: Elaboración propia.

- Especies incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o global**

Para la avifauna registrada en el área de estudio y de acuerdo con los criterios establecidos por la (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019), a nivel global y a nivel nacional según los libros rojos de aves de Colombia y la Resolución 1912 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), a nivel nacional, se encontraron tres especies amenazadas, todas asociadas directamente al espejo de agua

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

del humedal (Tabla 2-237). La Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*), fue registrada en el escenario humedal sector Torca, esta especie, ha sido reportada previamente en el año 2004 (Andrade & Benitez–Castañeda, 2004), en el 2011 por (Rosselli, Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá., 2011), y recientemente en la aplicación ebird (ebird.org/colombia/Humedal Torca-Guaymaral. Bogotá., 2019), en el año 2018 mediante el método de registro auditivo. Esta especie además de presentar amenaza de peligro por pérdida de hábitat es endémica para la cordillera Oriental de los Andes de Colombia, Habita humedales en donde el junco *S. californicus* está mezclado con otra vegetación acuática emergente (*Juncus effusus*, *Polygonum punctatum*, *Rumex obtusifolius*, *Bidens laevis*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Carex acutata*), con vegetación flotante, espejos de agua con vegetación sumergida y juncuales de *Typha* sp. (Benitez-Castaneda et al. 2005; Rosselli 2011 Op. cit (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). En el libro rojo se hace referencia a algunas propuestas de manejo para la conservación de esta especie como el cuidado y seguimiento de sus poblaciones.

Tabla 2- 237. Avifauna registrada en categoría de amenaza.

| Especie | Nombre común | IUCN 2019 | Resolución 1912 de 2017 | Libro rojo |
|---------------------------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|------------|
| <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato Rufo | LC | EN | EN |
| <i>Rallus semiplumbeus</i> | Tingua Bogotana | EN | EN | EN |
| <i>Porphyriops melanops</i> | Polla Sabanera | LC | EN | EN |
| categorías: LC: Preocupación Menor EN: En peligro | | | | |

Fuente: (IUCN, 2019), (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016), (Renjifo, y otros, 2014), (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

El pato zambullidor o pato Rufo (*Oxyura jamaicensis*), no se encuentra amenazada a nivel global, sin embargo, se encuentra una población que está representada en el país por una subespecie endémica de los humedales altoandinos de la cordillera Oriental y de la cordillera Central (*Oxyura jamaicensis andina*), la población de la especie se ha venido reduciendo como consecuencia de la pérdida de hábitat, de la cacería y de la contaminación (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016). Como Manejo de la población registrada en la presente caracterización se recomienda que, a pesar de ser una especie de preferencia de aguas abiertas, se hace necesario una estructura compleja de vegetación acuática que sirva como soporte de nidos y refugio para esta especie y para las otras especies que se hallaron haciendo uso del espejo de agua en los humedales de Torca y Guaymaral. La población del sector Guaymaral, ha sido reportada en los estudios realizados por Roselli, para el proyecto Corredor Bordo Norte de Bogotá fase I, y en el estudio Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá (IEU & CAR, 2011), (Rosselli, Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá., 2011), así como en el monitoreo realizado por la SDA donde observaron tres (3) individuos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

La polla sabanera (*Porphyriops melanops bogotensis*), es una especie que ha tenido continuidad en cuanto a su población en los humedales de Torca y Guaymaral, (EAAB & IDEA, 2008), (AITEC S.A.S, 2014), (Osbaahr & Gómez, 2011), (Osbaahr & Gómez, 2006), (Osbaahr & Hernández-Schmidt, 2006), (EAAB & Consorcio Bordo Norte Bogotá, 2011), (Sánchez, Casallas & Bobadilla, 2016), (Andrade & Benitez–Castañeda, 2004), (Rosselli,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2011) y en los monitoreos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016), en la presente caracterización se observaron tres juveniles con sus padres en el espejo de agua del humedal sector Guaymaral.

• Especies incluidas en los Apéndices CITES

En cuanto a su valor comercial (Tabla 2-238), para el área se registraron nueve (9) especies incluidas según los Apéndices de la Convención sobre el Comercio de Fauna y Flora Silvestres, vigentes a partir del 4 de octubre de 2017, en el apéndice II (CITES, 2017) en el cual están agrupadas las especies que, aunque en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pueden llegar a esta instancia si no se ejerce control sobre las actividades de comercio. En esta categoría se reportan cinco (5) colibríes (Trochilidae), dos (2) gavilanes (*Rupornis magnirostris* y *Elanus leucurus*), un (1) periquito (*Forpus conspicillatus*) y la lechuza (*Tyto alba*).

Tabla 2- 238. Avifauna registrada en categoría CITES.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | CITES |
|-----------------|--------------|------------------------------|------------------------|-------------|
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Gavilán Maromero | Apéndice II |
| | | <i>Rupornis magnirostris</i> | Gavilán Caminero | Apéndice II |
| Strigiformes | Tytonidae | <i>Tyto alba</i> | Lechuza Común | Apéndice II |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri cyanotus</i> | Colibrí Verdemar menor | Apéndice II |
| | | <i>Colibri coruscans</i> | Colibrí Chillón | Apéndice II |
| | | <i>Lesbia nuna</i> | Cometa Coliverde | Apéndice II |
| | | <i>Ensifera ensifera</i> | Colibrí Picoespada | Apéndice II |
| | | <i>Chaetocercus mulsant</i> | Rumbito Buchiblanco | Apéndice II |
| Psittaciformes | Psittacidae | <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de Anteojos | Apéndice II |

Fuente: (CITES, 2017).

• Especies migratorias

La migración ocurre en algún grado en varias especies de aves que viven en ambientes estacionales, en los cuales el suministro de alimento varía de forma marcada a lo largo del año, fluctuando entre abundancia y escasez en el periodo de 12 meses; en general, las aves realizan sus migraciones de modo que están presentes durante los periodos de abundancia y ausentes en los de escasez (Newton, 2008). Por su ubicación geográfica, Colombia es un lugar obligado para las aves migratorias de larga distancia cuya distribución incluye Sudamérica (Moreno, 2009). En el país se encuentran cerca de 1909 especies de aves (Avendaño, Bohórquez, Rosselli, Arzuza-Buelvas, Estela, Cuervo, Gary & Renjifo, 2017), de estas 275 especies presentan comportamientos migratorios recurrentes y cíclicos (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012). En esa medida los humedales de Bogotá y sus bordes arbolados proveen hábitats apropiados para muchas de las aves migratorias registradas en Colombia (Bayly & Chaparro-Herrera, 2015).

De acuerdo con lo establecido por el Plan Nacional de Especies Migratorias (MAVDT & WWF, 2009), dentro de la avifauna registrada en el área de estudio, se presentaron siete (7) especies con comportamiento migratorio, tres (3) especies son migratorias latitudinales y transfronterizas y cuatro (4) especies migratorias locales o altitudinales (Tabla 2-239). A pesar de que la caracterización de fauna fue realizada terminado el pico de migración de primavera (mayo), _picos de migración son la migración de otoño, entre septiembre y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

noviembre, ocurre cuando las aves bajan desde norte América hasta sur América; la migración de primavera, entre marzo y mayo, es cuando las aves van de regreso a sus áreas reproductivas en Norte América (Faaborg, y otros, 2010); Se registraron el Cuco Americano (*Coccyzus americanus*) y el Pibí Boreal (*Contopus cooperi*) especies migratorias transeúntes (Fotografía 2-100), el Barraquete Aliazul (*Spatula discors*), especie que llega desde Norteamérica entre septiembre y noviembre de cada año para pasar el invierno nortño aquí y partiendo hacia el norte para su área de reproducción entre abril y mayo. Sin embargo, en décadas recientes ha comenzado a anidar en los humedales de la Sabana y ya existe una población residente relativamente pequeña todavía en comparación con el número de individuos migratorios (IEU & CAR, 2011), (Rosselli, 2011), durante el monitoreo realizado por la Secretaría Distrital de Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016), se reportaron 16 individuos en el mes de septiembre del año 2016 y en la presente caracterización se obtuvieron 23 registros en el mes de mayo de 2019.

Tabla 2- 239. Especies de aves migratorias registradas.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Migración |
|---------------|-------------|-------------------------------|------------------------|-------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula discors</i> | Barraquete Aliazul | Latitudinal |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Patagioenas fasciata</i> | Paloma Collareja | Altitudinal |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Coccyzus americanus</i> | Cuco Americano | Latitudinal |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri cyanotus</i> | Colibrí Verdemar menor | Altitudinal |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Elaenia frantzii</i> | Elenia Montañera | Altitudinal |
| | | <i>Contopus cooperi</i> | Pibí Boreal | Latitudinal |
| | | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Sirirí Común | Altitudinal |

Fuente: (MAVDT & WWF, 2009).

Las aves migrantes locales o altitudinales se desplazan a lo largo de gradientes de elevación, como algunas aves altoandinas y algunas aves frugívoras cuyos ciclos de vida están ajustados a la oferta diferencial de recursos en distintas elevaciones de las cordilleras, como la paloma collareja (*Patagioenas fasciata*) (Fotografía 2-101) que desciende desde las partes altas de las cordilleras hasta 900 m. Es también una especie nómada, sus individuos forrajean diariamente sobre un amplio ámbito de territorio (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).



Coordenadas: 4° 48' 30,189" N / 74° 2' 26,963" W
Fotografía 2- 100. Pibí boreal (*Contopus cooperi*). Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4° 48' 1,051" N / 74° 2' 25,292" W
Fotografía 2- 101. Paloma collareja (*Patagioenas fasciata*). Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

65 especies migratorias han sido reportadas para los humedales de la ciudad, y específicamente para los humedales de Torca y Guaymaral, 28 especies en el año 2015 (Chaparro-Herrera & Ochoa, Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su conservación., 2015). Dado que para este humedal se han realizado diferentes estudios sobre la avifauna, se enlistan las especies de aves con hábitos migratorios latitudinales que han sido reportadas, obteniendo un aproximado de 34 especies migratorias latitudinales (Tabla 2-240). Resaltando la permanencia del Barraquete Aliazul (*Spatula discors*), a través de los diferentes estudios siendo constante su presencia desde el año 2015, para la presente caracterización se registró una población de 16 individuos en el espejo de agua del humedal sector Guaymaral. Así mismo especies como el Andarrios Solitario (*Tringa solitaria*), el Sirirí Norteño (*Tyrannus tyrannus*), la Piranga Abejera (*Piranga rubra*), han sido reportadas en al menos dos de los cinco estudios revisados. Una especie que ha sido constante en su arribo a los diferentes humedales de la ciudad es la Tingua Azul (*Porphyrio martinica*), sin embargo, para los humedales de Torca y Guaymaral, no fue registrada en la presente caracterización, algunas poblaciones residentes en el país, presentan movimientos locales, migrando individuos desde la zona de los llanos de la Orinoquia en movimientos al parecer nocturnos entre humedales, al menos para la Sabana de Bogotá (ABO, 2000).

En el monitoreo realizado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) en el año 2016 y 2017 y 2019, datos tomados de la Geodatabase suministrada por la SDA (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016), fueron reportadas doce (12) especies con hábitos migratorios latitudinales, entre estas, siete passeriformes, estas especies de migratorias por lo general hacen uso de hábitats que puedan suministrarles los recursos necesarios y es probable que los humedales de Bogotá, se hayan convertido en un refugio crítico en un mosaico de hábitats urbanos inhóspitos para las aves migratorias (Bayly & Chaparro-Herrera, 2015).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 240. Aves migratorias reportadas en diversos estudios para los humedales de Torca y Guaymaral.

| Especie | Nombre común | Osbañ & Gómez (2006) | PMA Torca y Guaymaral (2007) | Rosselli (2011) | Aves migratorias presentes en los Humedales de Bogotá (2015) | SDA (2016, 2017 y-2019) | Caracterización (2019) |
|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>Spatula discors</i> | Barraquete aliazul | X | | | X | X | X |
| <i>Ardea herodias</i> | Garzón azulado | X | | | X | | |
| <i>Egretta caerulea</i> | Garza azul | | | | X | | |
| <i>Buteo platypterus</i> | Gavilán aludo | X | | | X | X | |
| <i>Porzana carolina</i> | Polluela norteña | | | | X | | |
| <i>Porphyrio martinica</i> | Tingua azul | X | | | | | |
| <i>Calidris melanotos</i> | Playero pectoral | | | | X | | |
| <i>Actitis macularia</i> | Andarrios manchado | | | | X | | |
| <i>Tringa solitaria</i> | Andarrios solitario | X | | X | X | X | |
| <i>Tringa melanoleuca</i> | Patiamarillo grande | | | | X | X | |
| <i>Tringa flavipes</i> | Patiamarillo chico | | | | X | X | |
| <i>Coccyzus americanus</i> | Cuco americano | | X | | X | | X |
| <i>Chordeiles minor</i> | Chotacabras norteño | | | | X | | |
| <i>Falco columbarius</i> | Esmerejón | | | | X | | |
| <i>Falco peregrinus</i> | Halcón peregrino | | | | X | | |
| <i>Empidonax traillii</i> | Atrapamoscas saucero | | | | X | | |
| <i>Empidonax alorum</i> | Atrapamoscas alicero | X | | | X | | |
| <i>Contopus virens</i> | Pibí oriental | | X | X | X | | |
| <i>Contopus cooperi</i> | Pibí boreal | | | | | | X |
| <i>Tyrannus tyrannus</i> | Sirirí norteño | X | X | | X | | |
| <i>Tyrannus savana</i> | Sirirí tijeretón | | | | X | | |
| <i>Vireo olivaceus</i> | Verderón ojirrojo | | | | X | X | |
| <i>Riparia riparia</i> | Golondrina ribereña | | | X | X | | |
| <i>Catharus ustulatus</i> | Zorzal buchipecoso | | | | X | X | |
| <i>Piranga rubra</i> | Piranga abejera | | | | X | X | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 240. Aves migratorias reportadas en diversos estudios para los humedales de Torca y Guaymaral.

| Especie | Nombre común | Osbañr & Gómez (2006) | PMA Torca y Guaymaral (2007) | Rosselli (2011) | Aves migratorias presentes en los Humedales de Bogotá (2015) | SDA (2016, 2017 y-2019) | Caracterización (2019) |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo degollado | | | | | X | |
| <i>Parkesia noveboracensis</i> | Reinita acuática | X | | | X | | |
| <i>Mniotilta varia</i> | Cebritra trepadora | | | | X | | |
| <i>Leiothlypis peregrina</i> | Reinita verderona | X | | | | X | |
| <i>Geothlypis philadelphia</i> | Reinita enlutada | | | | X | | |
| <i>Setophaga ruticilla</i> | Candelita norteña | | | | | X | |
| <i>Setophaga fusca</i> | Reinita gorginaranja | | X | | X | | |
| <i>Setophaga petechia</i> | Reinita de manglar | | | | | X | |
| <i>Setophaga striata</i> | Reinita rayada | | | | X | | |

(Osbañr & Gómez, 2006), plan de manejo de los humedales Torca y Guaymaral realizado por el instituto de estudios ambientales de la universidad nacional y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB & IDEA, 2008), (Rosselli, 2011), (Bayly & Chaparro-Herrera, 2015), (Secretaria Distrital de Ambiente, 2016, 2017 y 2019). Caracterización 2019 (datos de campo).

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Debido a que la presente caracterización fue realizada terminando el pico de migración de primavera mes de mayo, los registros obtenidos fueron bajos sin embargo como se mencionó previamente se obtuvo el registro de tres especies entre estas el Pibí Boreal (*Contopus cooperi*) y el Cuco Americano (*Coccyzus americanus*), el Cuco, ha venido siendo reportado desde el año 2015 y es posible que el Pibí también debido a que en los datos de Geodatabase 2016-2017 aparecen tres reportes del género.

2.6.2.4 MAMÍFEROS

En el ámbito global se ha descrito a los Andes tropicales, como *una de las regiones más importantes en términos de diversidad y endemismos de mamíferos* (Myers, Mittermeier, Mittermeier, Da Fonseca, & Kent, 2000), (Mena, Solari, Carrera, Aguirre, & Gómez, 2011) y (Fernández de Córdova, Niveló-Vilavicencio, & Astudillo, 2017). Lo anterior se fundamenta, teniendo en cuenta que en lo que respecta a los Andes colombianos, se encuentran al menos 260 especies de mamíferos voladores y no voladores, de las que varias de estas parecen haberse originado *in situ* (Liévano-Latorre & López-Arévalo, 2015). Cabe destacar que pese al alto grado de intervención antrópica que se presenta en esta región, aún es posible encontrar elementos representativos de su mastofauna en relictos de ecosistemas nativos que constituyen los únicos remanentes de hábitat natural en áreas cercanas a las grandes ciudades (Liévano-Latorre & López-Arévalo, 2015) y (Jiménez-Alvarado, Alfonso, Vela, & Gómez-Hoyos, 2017)

Los registros de mamíferos para Bogotá y sus alrededores están representados en los cerros, los humedales y áreas rurales, hallándose especies nativas, endémicas, casi endémicas y/o distribución restringida y otras amenazadas que aún persisten en las áreas naturales y/o seminaturales a pesar de la fragmentación y la pérdida de hábitats y por ende de especies; en este contexto, se presenta información de la mastofauna residente en el área de los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas aledañas, como parte del plan de manejo ambiental.

2.6.2.4.1 Revisión de antecedentes

Como antecedentes de registros de mamíferos para el área de los humedales de Torca y Guaymaral, se tienen importantes registros de mamíferos y de igual forma también se da la posibilidad de hallazgo de otras especies de potencial registro, dada la cercanía del humedal con áreas que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de la ciudad, como los parques ecológicos distritales de montaña Cerros de Torca y Cerro la Conejera, la Reserva Forestal Productora Regional del Norte de Bogotá Thomas Van der Hammen y la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá; por consiguiente, es probable la presencia de 22 especies silvestres y tres invasoras o introducidas (Tabla 2-241).

Entre las especies de posible presencia se encuentran algunos mamíferos medianos registrados en los Cerros Orientales, debido a la presencia de fragmentos con vegetación natural que albergan especies de gran valor ecológico, como la oncilla (*Leopardus tigrinus*), el zorrillo (*Conepatus semistriatus*), la boruga (*Cuniculus taczanowskii*), el cusumbo (*Nasua olivacea*), entre otras (Jiménez-Alvarado, Alfonso, Vela, & Gómez-Hoyos, 2017); especies que difícilmente pueden hallarse en áreas con alta intervención antrópica pero que debido a la cercanía con los humedales de Torca y Guaymaral y a su distribución natural son especies de probable presencia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las especies registradas, han sido reportadas mediante varios estudios en los que se citan el plan de manejo realizado por el Instituto de Estudios Ambientales -IDEA de la Universidad Nacional de Colombia junto a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB (EAAB & IDEA, 2008), donde reportan el Fara (*Didelphis pernigra*) y tres especies introducidas (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* y *Mus musculus*), a su vez estudios realizados en la Reserva Forestal Regional del Bordo Norte de Bogotá reportan diez (10) especies de mamíferos y específicamente para los humedales hacen mención de un individuo de murciélago (*Anoura geoffroyi*) y una musaraña (*Cryptotis* sp.), encontrados en junio y julio de 2009 en el humedal sector Guaymaral (Sánchez, 2009), datos sin publicar en (IEU & CAR, 2011).

Otra especie históricamente registrada en el humedal sector Torca, es el Zorro perruno (*Cerdocyon thous*), reportada visitando el mismo humedal por (Calvachi, 2003) quien atribuye su presencia a la cercanía con los Cerros de Torca donde fue reportada mediante entrevista en la formulación del plan de manejo de ese parque (AITEC S.A.S, 2014). De igual manera, las especies introducidas como son las ratas comunes (*Rattus* sp., *Mus musculus*), no representarían interés de conservación debido a que estas especies pueden introducir enfermedades, competencia por alimentos y otros recursos, hibridación y degradación del hábitat (Ramsar COP7 DOC 24, 2008).

Tabla 2- 241. Mamíferos de potencial registro en el área de estudio.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Fuente | Registro histórico en los humedales Torca y Guaymaral |
|------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| Didelphimorphia | Didelphidae | <i>Didelphis pernigra</i> | Fara | 1,2,3,4,6,7 | X |
| Paucituberculata | Caenolestidae | <i>Caenolestes fuliginosus</i> | Musaraña, ratón ciego | 5 | |
| Eulipotyphla | Soricidae | <i>Cryptotis thomasi</i> | Musaraña de Thomas | 5 | X |
| Chiroptera | Phyllostomidae | <i>Anoura geoffroyi</i> | Murciélago Trompudo de Gray | 5,7 | X |
| | | <i>Sturnira bogotensis</i> | Murciélago Frugívoro | 5,7 | |
| | Vespertilionidae | <i>Myotis albescens</i> | Myotis escarchado | 5 | |
| | | <i>Myotis keaysi</i> | Myotis de patas peludas | 5 | |
| Carnivora | Felidae | <i>Leopardus tigrinus</i> | Tigreillo gallinero, Oncilla | 3 | |
| | Canidae | <i>Cerdocyon thous</i> | Zorro perruno, Zorro baya | 2, 3 | X |
| | Mephitidae | <i>Conepatus semistriatus</i> | Mapurito | 3 | |
| | Mustelidae | <i>Mustela frenata</i> | Comadreja común | 2, 3, 4,5,6,7 | X |
| | Procyonidae | <i>Nasuella olivacea</i> | Cusumbo de páramo | 2, 3,5,7 | |
| Rodentia | Sciuridae | <i>Notosciurus granatensis</i> | Ardilla Colorada Común | 2,3,5,7 | |
| | Cricetidae | <i>Reithrodontomys mexicanus</i> | Ratón cosechero centroamericano | 5 | |
| | | <i>Neomicroxus bogotensis</i> | Ratón Bogotano | 5 | |
| | | <i>Oligoryzomys</i> sp | | 6 | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 241. Mamíferos de potencial registro en el área de estudio.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Fuente | Registro histórico en los humedales Torca y Guaymaral |
|-------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------|
| | | <i>Rhipidomys fulviventor</i> | Ratón Trepador de Vientre Leonado | 5 | |
| | | <i>Thomasomys laniger</i> | Ratón Montañero Patinegro | 5 | |
| | | <i>Thomasomys niveipes</i> | Ratón Montañero Patiblanco | 5,7 | |
| | Caviidae | <i>Cavia aperea</i> | Curí | 2,4,6,7,8 | X |
| | Cuniculidae | <i>Cuniculus taczanowskii</i> | Boruga de páramo, Borugo, Tinajo | 2,3,7 | |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Sylvilagus brasiliensis andinus</i> | Conejo de Monte | 2,3 4,5,7 | |
| Especies invasoras y/o introducidas | | | | | |
| Rodentia | Muridae | <i>Rattus rattus</i> | Rata doméstica | 1, 2 | X |
| | | <i>Rattus norvegicus</i> | Rata doméstica | 1,7 | |
| | | <i>Mus musculus</i> | Ratón doméstico | 1, 2, 4,6,7 | |

Fuente: 1: (EAAB & IDEA, 2008) 2: (AITEC S.A.S, 2014), 3: (Jiménez-Alvarado, Alfonso, Vela, & Gómez-Hoyos, 2017) 4: (EAAB & Consorcio Borde Norte Bogotá, 2011) 5: (CAR , 2009) 6: (Mendoza & Sánchez, 2014) 7: (IEU & CAR, 2011) 8: (Osbaahr & Hernández-Schmidt, 2006)
X = registro histórico en los humedales de Torca y Guaymaral.

2.6.2.4.2 Descripción de especies reportadas en los escenarios evaluados

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan los resultados de la caracterización de mamíferos para los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas asociadas.

• Esfuerzo de muestreo

En el presente estudio, se emplearon diferentes métodos de muestreo que permitieron de manera complementaria, la detección, registro y/o captura de los mamíferos voladores y no voladores que habitan en el área de caracterización para los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas asociadas. Por consiguiente, para la detección directa (observación) e indirecta (huellas, pelos, heces, madrigueras, escarbaderos, cadáveres, osamenta, entre otros) se recorrieron en total 15 km en 20 horas de recorridos. Para la captura de mamíferos voladores (Murciélagos), se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 40 horas red. Para la captura de mamíferos pequeños se destinó un total de 2784 horas de trampas activas y finalmente, con las cámaras de rastreo sensibles al movimiento se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 480 horas de cámaras activas; lo anterior, se resume en la Tabla 2-242.

Tabla 2- 242. Esfuerzo de muestreo de mamíferos.

| Método | Cálculo | Esfuerzo de muestreo |
|--------|---------|----------------------|
|--------|---------|----------------------|

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Recorridos de detección | m recorridos | 15 km recorridos |
| Redes de niebla | 5 redes * 4Horas* 2días | 40 horas-Red |
| Trampas Sherman y tomahawk | 29 trampas* 48 horas * 2 estaciones | 2784 horas de trampas activas |
| Cámaras de rastreo | 5 cámaras * 48 Horas* 2 estaciones | 480 horas de cámaras-días |

Fuente: Elaboración propia.

• Composición y riqueza por escenarios evaluados

Mediante la caracterización de mamíferos para los humedales de Torca y Guaymaral y quebradas asociadas se registraron en total seis especies que hacen parte del mismo número de familias y cuatro órdenes; una de las especies registradas (*Rattus rattus*) es invasora o introducida. En la (Tabla 2-243) se presenta el listado de especies registradas; esta riqueza específica representa un 22,72% de la riqueza de mamíferos esperados o con probable presencia en el área.

Dos (2) especies fueron capturadas mediante los métodos de muestreo implementados, el ratón cosechero (*Reithrodontomys mexicanus*) y la Rata común (*Rattus rattus*); mediante el método de otros (Hallazgo de cadáveres, osamenta, piel, pelos) se registraron tres (3) especies; la chucha (*Didelphis pernigra*), el murciélago (*Anoura geoffroyi*) y la musaraña (*Cryptotis thomasi*) todos estos hallados mediante cadáveres; el curí (*Cavia aperea*) fue la única especie registrada mediante varios métodos (Tabla 2-243).

Tabla 2- 243. Composición y riqueza de especies de mamíferos.

| ID | Especie | Nombre Común | Escenarios Evaluados | | | | Tipo de Registro |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|-----------|---------|------------------|
| | | | Humedal Torca | Humedal Guaymaral | Quebradas | Canales | |
| 0010 | <i>Didelphis pernigra</i> | Chucha, Fara | --- | 1 | --- | --- | O |
| 0011 | <i>Cryptotis thomasi</i> | Musaraña | --- | 1 | --- | --- | O |
| 0014 | <i>Anoura geoffroyi</i> | Murciélago Trompudo de Gray | --- | --- | 1 | --- | O |
| 0001 al 0006 – 0012-0013 | <i>Cavia aperea</i> | Curí | 5 | 2 | --- | 2 | V, R, O |
| 0007-0009 | <i>Reithrodontomys mexicanus</i> | Ratón Cosechero Centroamericano | --- | 2 | --- | --- | C |
| 0008 | <i>Rattus rattus</i> | Rata Común | --- | 1 | --- | --- | C |

Tipo de registro: V= Visual, R= Rastros, C= Captura, O= Otros (Hallazgo de cadáveres, osamenta, piel, pelos).

Fuente: Elaboración propia.

El orden más representativo es Rodentia con tres familias e igual número de especies, las demás familias están representadas por una sola especie; se destaca el hallazgo del ratón cosechero centroamericano (*Reithrodontomys mexicanus*), el cuál ha sido registrado para mayores altitudes, en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR ,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2009). Esta especie fue capturada en el escenario de humedal sector Guaymaral, específicamente en la parte occidental del Parque Distrital de Humedal Torca y Guaymaral, resaltando que estos individuos posiblemente utilizan algún corredor que conecta los cerros orientales con el sector de Torca y Guaymaral, aprovechando los remanentes de arbustales y pastizales en los que fueron registrados.

Además, sobresalen los registros de la musaraña (*Cryptotis thomasi*) y del murciélago trompudo (*Anoura geoffroyi*), especies que habían sido registradas previamente en el humedal sector Guaymaral (F. Sánchez, 2009); citado por (IEU & CAR, 2011), en esta caracterización se identificaron a partir del hallazgo de cadáveres; sin embargo, no fue posible coleccionar estas muestras debido al grado de descomposición que presentaban.

Respecto a los escenarios evaluados en el área de estudio, cinco especies (5) estuvieron asociadas al escenario humedales, específicamente al humedal sector Guaymaral (Figura 2-350), entre ellas la chucha (*Didelphis pernigra*) y la musaraña (*Cryptotis thomasi*). Para la chucha se tiene registros de observación en el humedal sector Guaymaral, mediante el método de cámara trampa donde reportan seis (6) observaciones en el año 2016 y un registro mediante observación directa en septiembre del año 2017; en cuanto a la musaraña no se presentan registros en el monitoreo realizado por la SDA (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017), aunque se encuentra un reporte realizado en el año 2009 por (Sánchez, F) citado por (IEU & CAR, 2011).

Se resalta el hallazgo del Ratón Cosechero Centroamericano (*Reithrodontomys mexicanus*), especie que no había sido registrada para el área de estudio y del cual se obtuvieron dos registros mediante el método de capturas; para el curí (*Cavia aperea*) se obtuvieron dos registros en el humedal sector Guaymaral, y cinco para el humedal sector Torca, además es una especie que hace uso de las diferentes coberturas de los escenarios humedales y canales donde se observaron huellas y osamentas, esta especie que ha sido reportada previamente en el plan de manejo de los humedales de Torca y Guaymaral, en el año 2008 (EAAB & IDEA, 2008) y posteriormente en el monitoreo realizado por la secretaria en el año 2017 donde reportan 16 registros para el humedal sector Guaymaral (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

Se recalca la presencia de especies introducidas como la rata común (*Rattus rattus*) especie invasora que puede afectar ecosistemas y especies nativas, principalmente aves, anfibios y roedores (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2019).

No se obtuvo registro de la Comadreja (*Mustela frenata*), la cual fue reportada en el monitoreo realizado por la secretaria en septiembre del año 2017, mediante observación directa para el área del humedal sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

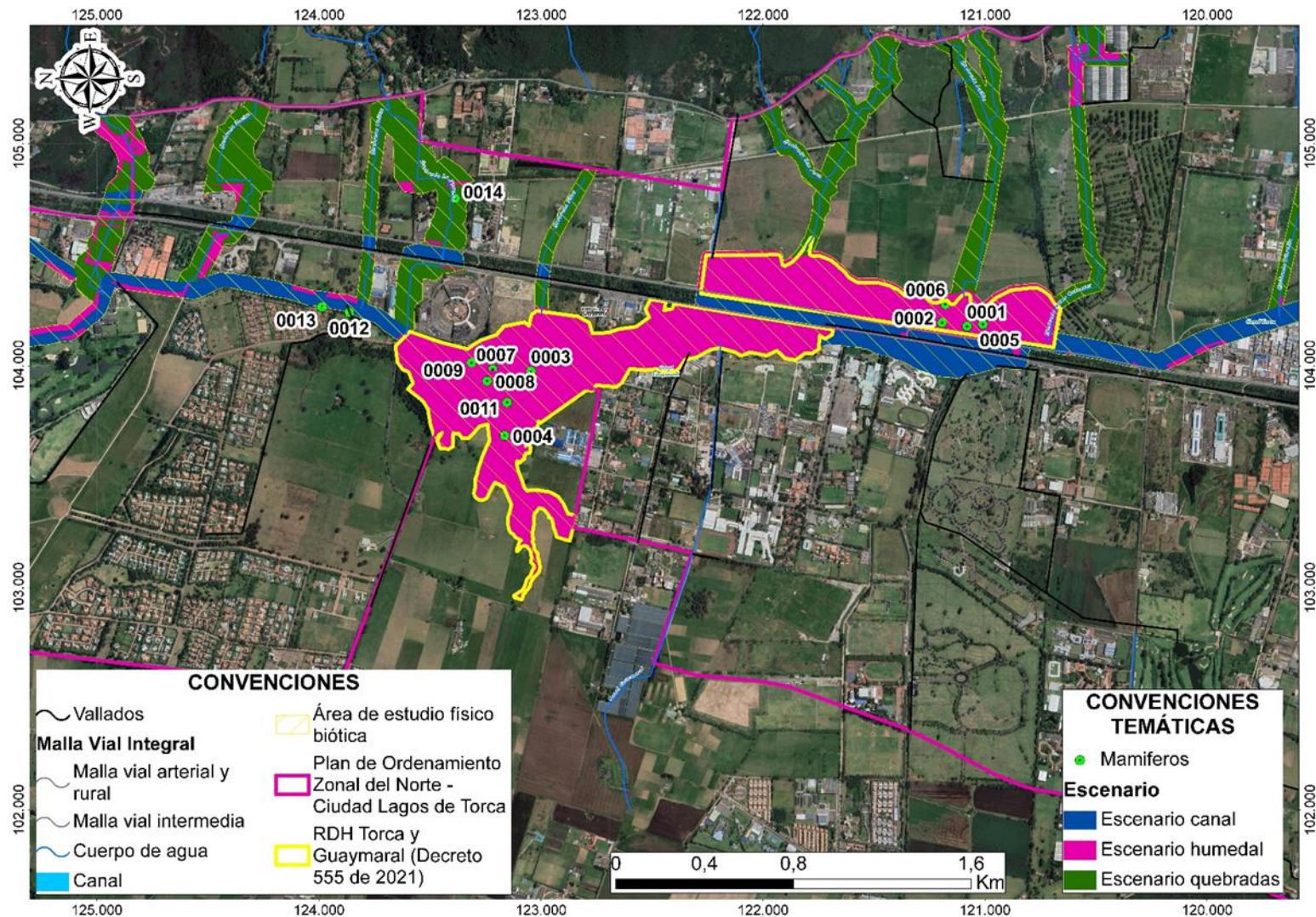


Figura 2- 350. Mastofauna registrada en los escenarios evaluados.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el escenario humedal en el sector Torca, la mastofauna registrada fue menor en comparación con la que presentó el humedal en el sector Guaymaral, debido a que solo se registró al curí (*Cavia aperea*), lo que es congruente con los datos reportados en el monitoreo de la secretaria; sin embargo, no se descarta la presencia de otras especies de mamíferos para este escenario dada la cercanía a los cerros orientales. El curí fue registrado para el escenario canales, mediante rastros, heces y osamenta.

En el escenario quebradas, se registró el murciélago (*Anoura geoffroyi*), mediante el hallazgo de un cadáver, confirmando la presencia de esta especie (mediante el método de redes no fue posible obtener registros). Como se mencionó anteriormente, un individuo se reportó para el área de Guaymaral en el año 2009 (parte occidental del Parque Distrital humedal Torca y Guaymaral) y junto con este registro ubicado en el área de Torca (parte oriental los humedales de Torca y Guaymaral), indicaría que esta especie quiróptera se estaría desplazando desde los Cerros Orientales hacia la parte occidental de la Sabana de Bogotá teniendo en cuenta su comportamiento migratorio.

- **Asociación a coberturas**

La mastofauna registrada en los escenarios evaluados hacen uso de las diferentes coberturas del área de estudio. Los pastos limpios presentaron dos especies asociadas, el Curí (*Cavia aperea*) y el Ratón Cosechero Centroamericano (*Reithrodontomys mexicanus*) (Figura 2-351) que también fue registrado en la cobertura de pastos arbolados junto a la rata domestica (*Rattus rattus*). En la cobertura bosque de galería del escenario quebradas se registró al Murciélago (*Anoura geoffroyi*); la Musaraña (*Cryptotis thomasi*) fue registrada en la cobertura ronda de humedales en el Sector Guaymaral; el Curí (*C. aperea*) fue registrado en los escenarios humedales y canales en las coberturas de ronda de canales arboladas y empradizadas, en las herbáceas de la franja de transición, en los pastos limpios y enmalezados y en las cercas vivas (Figura 2-351).

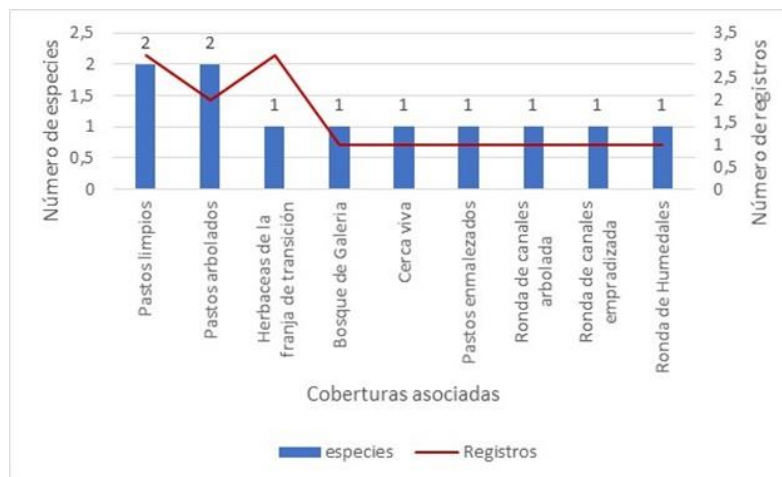


Figura 2- 351. Mastofauna asociada a las coberturas del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

■ Gremios tróficos

Con base en información secundaria y la información observada en campo se identificaron siete (7) tipos alimenticios consumidos por la mastofauna que habita el área de estudio. Los insectos pequeños, hojas y frutos fueron los tipos alimenticios más representativos al estar presentes en la dieta de cinco (5) de las seis (6) especies registradas (Tabla 2-244).

Tabla 2- 244. Dieta y alimentos consumidos por los mamíferos.

| Especie | Nombre común | Dieta | Hojas | Semillas | Frutos | Polen | Néctar | Insectos | Pequeños vertebrados |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------|-------|----------|--------|-------|--------|----------|----------------------|
| <i>Didelphis pernigra</i> | Chucha, fara | Omnívoro | | | X | | | X | X |
| <i>Cryptotis thomasi</i> | Musaraña | Insectívoro | | | | | | X | |
| <i>Anoura geoffroyi</i> | Murciélago trompudo de gray | Omnívoro | | | X | X | X | X | |
| <i>Cavia aperea</i> | Curí | Herbívoro | X | | | | | | |
| <i>Reithrodontomys mexicanus</i> | Ratón cosechero centroamericano | Omnívoro | X | X | X | | | X | |
| <i>Rattus rattus</i> | Rata común | Omnívoro | X | X | X | | | | X |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con estos resultados, la dieta de cuatro de las especies se considera omnívora, al aprovechar una combinación de cuatro tipos alimenticios (generalmente frutos, hojas, semillas, insectos) y especies como el Fara y la Rata común el consumo de pequeños invertebrados. Una especie es considerada insectívora la musaraña (*Cryptotis thomasi*) (Tabla 2-245) que se alimenta de insectos, arañas, milpiés y de otros invertebrados como lombrices de tierra (Woodman & Péfaur, 2007) y por último una especie herbívora el Curí (*Cavia aperea*) (Fotografía 2-103) que se alimenta principalmente de hojas, tallos y en algunos casos, raíces de las poaceas del área de estudio.



Coordenadas: 4°48'21,91220"N / 74°2'29,85707"W

Fotografía 2- 102. Ratón cosechero (*Reithrodontomys mexicanus*).

Fuente: Elaboración propia.



Coordenadas: 4°48'16,31140"N / 74°2'30,15331"W

Fotografía 2- 103. Curí (*Cavia aperea*).

Fuente: Elaboración propia.



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.2.4.3 Especies con importancia ecológica (endémicas, categorías de amenaza)

- Especies endémicas

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el área los humedales de Torca y Guaymaral, se reportó la presencia de una especie de mamífero endémico de Colombia; la Musaraña (*Cryptotis thomasi*), a continuación, se presenta información relevante de la misma (Tabla 2-245).

Tabla 2- 245. Ficha descriptiva de la musaraña *Cryptotis thomasi*

| Musaraña de Thomas <i>Cryptotis thomasi</i> | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | |  |
| <p>Coordenadas: 4° 48' 19,811"N / 74° 2' 34,710" W Fuente: Fotografía propia</p> | | <p>Fuente: (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019)</p> |
| Clase | Mammalia | |
| Orden | Eulipotyphla | |
| Familia | Soricidae | |
| Especie | <i>Cryptotis thomasi</i> | |
| Nombre común | Musaraña de Thomas | |
| Estado de conservación | IUCN, 2019 | LC |
| | Res. 1912 de 2017 | No listada |
| | Libro Rojo | No listada |
| Tipo de distribución | Endémica | |
| Distribución en el mundo | Colombia | |
| Distribución en Colombia | Se encuentra en la parte central de la cordillera oriental de Colombia | |
| Distribución altitudinal | Entre los 2800 y 3500 metros sobre el nivel del mar | |
| Densidad de la especie | Se presume que es moderadamente abundante (Naylor, Roach, & Quiroga-Carmona, 2018) | |
| Estado poblacional | Estable (IUCN, 2019) | |
| Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación | Esta especie habita en bosques de montaña y partes bajas de páramo. Los hallazgos de López-Arévalo <i>et al.</i> , 1993 en la Reserva Biológica Carpanta, sugieren el incremento en abundancia o actividad de la especie en el periodo que precede la época de lluvias, que ocurre entre junio y julio. Las hembras reproductivamente activas se encontraron en abril, y de junio a agosto se encontraron hembras embarazadas (Naylor, Roach, & Quiroga-Carmona, 2018). | |
| Sitios de observación en campo | En el área de estudio, se halló un cadáver en un área de pastos enmalezados, herbazales y arbustales. Cabe destacar que esta especie se reportó previamente para el humedal mediante el hallazgo de un cadáver, tal como ocurrió en esta | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 245. Ficha descriptiva de la musaraña *Cryptotis thomasi*

| Musaraña de Thomas <i>Cryptotis thomasi</i> | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | caracterización (Sánchez, 2009); citado por (AITEC S.A.S, 2014) y (IEU & CAR, 2011). |

Fuente: Elaboración propia.

- **Especies incluidas en alguna categoría de amenaza nacional o global**

Ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de amenaza nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006), ni en alguna categoría a nivel global (IUCN, 2019).

- **Especies incluidas en los Apéndices CITES**

Las especies registradas no están incluidas en alguno de los Apéndices de la Convención CITES (CITES, 2017).

Sin embargo, pese a que ninguna especie esté incluida en los Apéndices, es útil aclarar que actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de mamíferos silvestres, debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES, como en el territorio nacional bajo la normatividad ambiental vigente y mediante el MADS, las Corporaciones Autónomas Regionales, secretarías o departamentos administrativos de medio ambiente de acuerdo con la región, entidades ambientales competentes en cada jurisdicción, encargadas de exigir su cumplimiento, con el apoyo de la Policía Ambiental y Ecológica.

- **Especies migratorias**

Según el Plan Nacional de especies migratorias (MAVDT & WWF, 2009) se reporta al murciélago trompudo de Gray (*Anoura geoffroyi*) como especie migratoria local. Las especies migratorias locales exhiben variación estacional en su presencia o abundancia, en respuesta a la variación en la fenología y la oferta alimenticia dentro de sus áreas de distribución (MAVDT & WWF, 2009).

2.6.2.5 VALOR DE IMPORTANCIA DE LA FAUNA REGISTRADA

Para la fauna registrada en la presente caracterización, se realizó un análisis sobre la importancia de cada una de las especies faunísticas, mediante categorías ecológicas que pudieran ser cuantificadas y así poder dar un valor medible.

Las categorías que se relacionaron fueron amenazas a nivel global y nacional, tipo de distribución y especialistas de hábitat (generalistas-especialistas), para cada una de estas categorías se dio un valor numérico siendo 1 la categoría menos significativa y 5 la categoría que representa un mayor valor a la especie.

La categoría de amenaza se califica según la lista roja dada por la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019); las categorías a nivel nacional de acuerdo con lo establecido en la (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Libros Rojos de Colombia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

(Morales-Betancourt, 2015), (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016), (Renjifo, y otros, 2014), (Rueda-Almonacid J. , 2004), (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006). De acuerdo con las especies registradas en campo y las categorías de amenazas obtenidas, se dio una calificación dependiendo del grado de amenaza: preocupación menor, categoría con menos valor de importancia (1), casi amenazado (2), estado vulnerable (3), en peligro (4) y en estado crítico (5).

De acuerdo con la distribución de las especies de fauna registradas en la salida de campo y teniendo en cuenta si presentaban o no distribución restringida se realizó una categorización siendo la distribución amplia la categoría con menos valor (1), la distribución casi endémica (3) y las especies con distribución endémica están categorizadas como las de mayor valor siendo este (5).

En cuanto al uso de hábitat se definieron dos categorías dependiendo el uso dado por la fauna registrada a las coberturas identificadas, definiéndose dos categorías una dada a las especies de fauna como generalistas (1), las especies que hacen uso de dos o más coberturas vegetales y especialistas (5) las que usan de una a dos coberturas vegetales o de hábitats específicos.

Al generar esta calificación se obtuvo un grupo de especies con mayor valor, entre estas las especies asociadas al espejo de agua del humedal en el sector Guaymaral como la Tingua Moteada (*Porphyriops melanops*), el Pato Rufo (*Oxyura jamaicensis*), el Barraquete Aliazul (*Spatula discors*), la Polla Gris (*Gallinula galeata*), la Focha Americana (*Fulica americana*); Otro grupo estuvo representado por especies terrestres pero que fueron registradas en una o dos coberturas como los colibríes (*Ensifera ensifera*, *Chaetocercus mulsant*, *Colibri cyanotus*), los Gorriónes-montés (*Atlapetes schistaceus* y *A. pallidinucha*), registrados en la cobertura bosque de galería asociado al escenario quebradas. Otro grupo de especies con valor de importancia alto fueron las especies que presentan distribución restringida como la Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el Chamicero Cundiboyacense (*Synallaxis subpudica*) entre otras (Tabla 2-246).

Para el grupo de mamíferos la especie con mayor valor de importancia fue la Musaraña (*Cryptotis thomasi*), que presenta distribución restringida (endémica) y también fue calificada como una especie de hábitat especialista debido a que solo fue registrada en una cobertura y por sus hábitos fosoriales presenta baja movilidad.

El grupo de los Herpetos, obtuvo dos especies con valor alto de importancia, debido al endemismo que presentan estas especies son (*Dendropsophus molitor* y *Atractus crassicaudatus*). Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos - Mapa de Registros de Fauna – APMHTG_PMA_PFR).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 246. Valor de importancia de la fauna registrada.

| Clase | Especie | Nombre común | Abundancia | Categoría de amenaza | | | | | Distribución | | | Especialistas de hábitat | | Valor de importancia |
|-------|------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------|----|----|----|----|--------------|---------------|----------|--------------------------|--------------|----------------------|
| | | | | LC | NT | VU | EN | CR | Amplia | casi endémica | Endémica | Generalista | Especialista | |
| Aves | <i>Spatula discors</i> | Barraquete aliazul | 21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato rufo | 24 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 14 |
| Aves | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Guaco común | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Bubulcus ibis</i> | Garcita bueyera | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Ardea alba</i> | Garza real | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Phimosus infuscatus</i> | Coquito | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Coragyps atratus</i> | Gallinazo negro | 79 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Elanus leucurus</i> | Gavilán maromero | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Rupornis magnirostris</i> | Gavilán caminero | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Rallus semiplumbeus</i> | Tingua bogotana | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 14 |
| Aves | <i>Porphyriops melanops</i> | Tingua moteada-polla sabanera | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 14 |
| Aves | <i>Gallinula galeata</i> | Polla gris | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Fulica americana</i> | Focha americana | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 11 |
| Aves | <i>Vanellus chilensis</i> | Pellar teru-teru | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Gallinago nobilis</i> | Becasina paramuna | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 10 |
| Aves | <i>Patagioenas fasciata</i> | Paloma collareja | 32 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Zenaida auriculata</i> | Torcaza nagüiblanca | 45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Coccyzus americanus</i> | Cuco americano | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Tyto alba</i> | Lechuza común | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Colibri cyanotus</i> | Colibrí verdemar | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Colibri coruscans</i> | Colibrí chillón | 44 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Lesbia nuna</i> | Cometa coliverde | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Ensifera ensifera</i> | Colibrí picoespada | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 246. Valor de importancia de la fauna registrada.

| Clase | Especie | Nombre común | Abundancia | Categoría de amenaza | | | | | Distribución | | | Especialistas de hábitat | | Valor de importancia |
|-------|---------------------------------|-------------------------|------------|----------------------|----|----|----|----|--------------|---------------|----------|--------------------------|--------------|----------------------|
| | | | | LC | NT | VU | EN | CR | Amplia | casi endémica | Endémica | Generalista | Especialista | |
| Aves | <i>Chaetocercus mulsant</i> | Rumbito buchiblanco | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Picoides fumigatus</i> | Carpintero pardo | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Forpus conspicillatus</i> | Periquito de anteojos | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| Aves | <i>Grallaria ruficapilla</i> | Tororoi comprapán | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Synallaxis subpudica</i> | Chamicro cundiboyacense | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 7 |
| Aves | <i>Elaenia frantzii</i> | Elenia montañera | 33 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | Tiranuelo gorgiblanco | 54 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Serpophaga cinerea</i> | Tiranuelo salta-arroyo | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Contopus cooperi</i> | Pibí boreal | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| Aves | <i>Tyrannus melancholicus</i> | Sirirí común | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Orochelidon murina</i> | Golondrina plumiza | 153 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Troglodytes aedon</i> | Cucarachero común | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Turdus fuscater</i> | Mirra patinaranja | 49 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Mimus gilvus</i> | Sinsonte común | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Anisognathus igniventris</i> | Tangará escarlata | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Thraupis episcopus</i> | Azulejo común | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Conirostrum rufum</i> | Conirrosto rufo | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 9 |
| Aves | <i>Diglossa lafresnayii</i> | Picaflor lustroso | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Diglossa humeralis</i> | Picaflor negro | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Diglossa sittoides</i> | Picaflor canela | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Diglossa cyanea</i> | Picaflor de antifaz | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Sicalis luteola</i> | Canario sabanero | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 7 |
| Aves | <i>Catamenia analis</i> | Semillero coliblanco | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 246. Valor de importancia de la fauna registrada.

| Clase | Especie | Nombre común | Abundancia | Categoría de amenaza | | | | | Distribución | | | Especialistas de hábitat | | Valor de importancia |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|------------|----------------------|----|----|----|----|--------------|---------------|----------|--------------------------|--------------|----------------------|
| | | | | LC | NT | VU | EN | CR | Amplia | casi endémica | Endémica | Generalista | Especialista | |
| Aves | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrión copetón | 89 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Atlapetes schistaceus</i> | Gorrión-montés pizarra | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Aves | <i>Atlapetes pallidinucha</i> | Gorrión-montés cabeciblanco | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 9 |
| Aves | <i>Pheucticus aureoventris</i> | Picogordo pechinegro | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Icterus chrysater</i> | Turpial montañero | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Chrysomus icterocephalus</i> | Monjita cabeciamarilla | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 11 |
| Aves | <i>Molothrus bonariensis</i> | Chamón común | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Sturnella magna</i> | Chirlobirlo | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Aves | <i>Spinus spinescens</i> | Jilguero andino | 72 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| Aves | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguero aliblanco | 21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Mamíferos | <i>Didelphis pernigra</i> | Chucha, fara | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Mamíferos | <i>Cryptotis thomasi</i> | Musaraña | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 11 |
| Mamíferos | <i>Anoura geoffroyi</i> | Murciélago trompudo de gray | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Mamíferos | <i>Cavia aperea</i> | Curí | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Mamíferos | <i>Reithrodontomys mexicanus</i> | Ratón cosechero centroamericano | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Mamíferos | <i>Rattus rattus</i> | Rata común | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Anfibios | <i>Dendropsophus molitor</i> | Rana sabanera | 28 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 7 |
| Reptiles | <i>Anolis heterodermus</i> | Camaleón andino | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| Reptiles | <i>Erythrolamprus epinephelus</i> | Culebra de pantano | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Reptiles | <i>Atractus crassicaudatus</i> | Culebra sabanera- tierrera. | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 7 |

Categoría de amenaza: en peligro crítico (cr), en peligro (en), vulnerable (vu), casi amenazado (nt), preocupación menor (lc). Fuente: (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019), (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), libros rojos de Colombia (Morales-Betancourt, 2015),

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 246. Valor de importancia de la fauna registrada.

| Clase | Especie | Nombre común | Abundancia | Categoría de amenaza | | | | | Distribución | | | Especialistas de hábitat | | Valor de importancia |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|------------|----------------------|----|----|----|----|--------------|---------------|----------|--------------------------|--------------|----------------------|
| | | | | LC | NT | VU | EN | CR | Amplia | casi endémica | Endémica | Generalista | Especialista | |
| (Renjifo, A, & Velásquez-Tibatá, 2016), (Renjifo, y otros, 2014), (Rueda-Almonacid J. , 2004), (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006); endemismo (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba, & Sua-Becerra, 2013), (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016). (Acosta Galvis, 2019). | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.2.6 CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del monitoreo de fauna silvestre puede inferirse que, pese a factores como la fragmentación, la contaminación y la perturbación, en general del ecosistema de humedal y quebradas asociadas se obtuvieron resultados importantes, dado que se registraron: una (1) especie de anfibio, tres (3) de reptiles, 56 especies de aves, cinco (5) de mamíferos y 50 familias pertenecientes a nueve órdenes de artrópodos (Anexo L Fauna). Cabe destacar entre estos registros, la corroboración de la presencia de especies endémicas, casi endémicas, migratorias, amenazadas y con requerimientos de hábitat específicos como las aves acuáticas, así como de otras que han sido registradas en estudios previos para los humedales de Torca y Guaymaral y las quebradas. Tales registros sumados a los resultados históricos de acuerdo con los antecedentes de estudio generan la necesidad de proteger a la fauna, además de llevar a cabo las iniciativas de recuperación, restauración y manejo de hábitats y por ende del ecosistema en general.

Así mismo, teniendo en cuenta los registros y resultados históricos obtenidos es importante señalar también que los servicios ecosistémicos relacionados con aprovisionamiento (recursos genéticos), culturales (Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, las experiencias estéticas, el desarrollo cognitivo, el turismo, la reflexión o la recreación) y soporte (Procesos y funciones necesarias para la provisión de los demás servicios ecosistémicos, incluidas la producción primaria, la formación del suelo o los ciclos de nutrientes), dependientes de la fauna y flora presente, pueden verse afectados por la implementación de obras y/o actividades sobre el humedal por esto se establecen directrices relevantes para su protección a través del plan de acción que acompaña la presente caracterización.

Respecto a los factores tensionantes que afectan la presencia y abundancia de las aves y de la fauna en general, se establece la pérdida de hábitats, asociada a la introducción de especies florísticas invasoras, como el pasto kikuyo (*C. clandestinus*), este proceso provoca el desplazamiento de especies de fauna nativa con requerimientos especiales de hábitat como la alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) que utilizaba los pastos nativos y suelos desnudos (Asociación Bogotana de Ornitología, 2000). Otros casos que evidencian la afectación debido a la pérdida de hábitat y particularmente a la reducción, la desecación, y la eliminación de áreas de humedal, es la declaración como globalmente extinta del zambullidor andino (*Podiceps andinus*), así como dos subespecies de aves (*Anas georgica niceforoi* y *Polystictus pectoralis bogotensis*), y la categorización como En Peligro (EN) de dos especies endémicas, el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*) cuyas amenazas se asocian a la pérdida y fragmentación de su hábitat.

Otra causa de pérdida de hábitat se atribuye a factores como la urbanización, el desarrollo vial, la fragmentación y otras actividades antrópicas descritas; lo anterior, ha traído consigo la falta de conectividad entre las diferentes coberturas naturales afectando así la movilidad de especies como pequeños y medianos mamíferos lo que deriva en atropellamientos sobre estas especies, como ha sido reportado en la vía de la carrera séptima en cercanías a los cerros orientales.

Así mismo la contaminación del recurso hídrico, así como el arrastre de residuos sólidos ordinarios como basuras y escombros, generan taponamientos y por ende la pérdida de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

fauna, especialmente del grupo anfibio (Amphibia), por tratarse de zonas esenciales para el desarrollo de la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*), especie representativa en el área de estudio.

Como factor tensionante, también se describe la extensión de pastizales en áreas transformadas que incide en la llegada de especies de fauna, invasoras u oportunistas; se ha descrito que los humedales de la Sabana de Bogotá, en especial los urbanos, tienen problemáticas asociadas a la presencia de perros y gatos ferales así como ratas comunes que depredan aves y sus nidos (Rosselli, 2011) (Rosselli & Benítez-Castañeda, 2016) o a especies como el curí (*Cavia aperea*) (Calvachi, 2003); estos factores fueron evidenciados en la presente caracterización con la presencia de la rata (*Rattus rattus*), reportada mediante captura, así como la presencia de algunos perros libres observados por el sector del espejo de agua Guaymaral, y el registro del chamón (*Molothrus bonariensis*) cuya población aparentemente se ha incrementado en Bogotá en la última década, se ha detectado que el chamón coloca sus huevos en nidos de otras aves disminuyendo su éxito reproductivo; entre estas se citan a *Chrysomus icterocephalus*, *Cistothorus apolinari*, entre otras (Castro, 2011), (Salcedo, 2009) y (Velásquez-Tibatá, Gutiérrez, & Carrillo, 2000).

Por consiguiente, las especies focales de la fauna registrada, aparte de su importancia ecológica, su restricción o prioridad de conservación, también se erigen como referentes ya que, por sus variados hábitats y el uso que dan a los mismos, dan claridad en cuanto a los factores para tener en cuenta, al llevar a cabo las actividades y procedimientos necesarios en lo que respecta a restauración, conservación y manejo del ecosistema desde el punto de vista biótico.

2.6.3 HIDROBIOTA

Actualmente los humedales altoandinos en Colombia se encuentran dentro del conjunto de los ecosistemas acuáticos más amenazados del país (Donato, 2004). Históricamente, el crecimiento económico y demográfico, sumado a factores como el cambio climático y la introducción de especies exóticas invasoras, han venido desecando y degradando las áreas de humedales; reduciendo, a su vez, la calidad del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (MADS, SDA & UMB, 2017), (Vidal & Andrade-Pérez, Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino, 2007) y (Donato, 2004).

Uno de los humedales que ejemplifica lo expuesto previamente, corresponde a los humedales de Torca y Guaymaral, el cual se encuentra inmerso dentro de una matriz que involucra el sistema vial de la autopista norte, predios privados dedicados a la agricultura, ganadería, industria y comercio. Consecuentemente, tanto el humedal, como sus tributarios y canales asociados, son receptores de cargas contaminantes provenientes de dichas actividades, siendo sujeto de cambios constantes en la calidad del recurso hídrico y, por ende, del hábitat para la biota acuática y terrestre.

El análisis presentado a continuación, se realizó con base en el conjunto de datos obtenidos durante los monitoreos realizados a finales del mes de abril (ver Anexo M Hidrobiológicos).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA HIDROBIOTA EN LOS ESCENARIOS EVALUADOS

A continuación, se presentan los diferentes grupos de la hidrobiota evaluados, reportando algunos antecedentes presentados para la zona; las formas de su evaluación, los resultados y análisis presentados en este documento corresponden a la época de lluvias.

Para realizar la evaluación hidrobiológica se establecieron puntos de muestreo en los escenarios identificados para el área de estudio, siendo estos cuerpos lénticos o humedal y cuerpos lóticos como canales y quebradas.

Para la presente evaluación los métodos planteados para el muestreo y análisis de los parámetros hidrobiológicos fueron tomados desde el permiso de colecta otorgado a WSP mediante la Resolución 01682 del 21 de diciembre del 2017. Adicionalmente, dichos métodos se basan en lo propuesto por el *Standard Methods of Freshwater and Wastewater* (Rice, R.B. & Eaton, 2017) y lo exigido en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018). Para esta temporada la resolución de acreditación ante el IDEAM para la toma de muestras y análisis de comunidades hidrobiológicas fue la 2088 del 04 de septiembre del 2018 otorgada al laboratorio SGS Colombia S.A.S.

Para la caracterización de la hidrobiota fueron muestreados las siguientes comunidades hidrobiológicas: fitoplancton, zooplancton, algas perifíticas, macroinvertebrados (bentónicos y superficiales -neuston-), peces y macrófitas acuáticas. Los resultados de macrófitas acuáticas se presenta dentro del aparte de vegetación (Ver aparte 4.3.1.3.1). La caracterización de los grupos biológicos previamente señalados se llevó a cabo en estaciones de muestreo establecidas de acuerdo con los diferentes microhábitats identificados en los cuerpos de agua a caracterizar. A modo aclaratorio, en la presente metodología se define una (1) estación de muestreo como un transecto de 20 m de longitud en un (1) cuerpo de agua, lótico o léntico.

2.6.3.2 HIDROBIOTA ECOSISTEMAS LÓTICOS

Se realizó monitoreo de las comunidades hidrobiológicas en:

- Perifiton
- Fitoplancton
- Zooplancton
- Macroinvertebrados
- Peces

2.6.3.2.1 Perifiton Ecosistemas Lóticos

La composición de perifiton en un tiempo y espacio específico depende de distintas variables como: el tipo de sustrato, la rugosidad y el estado trófico del agua. Las algas se desarrollan adheridas a todo tipo de sustrato y se observan regularmente como manchas verdes o parduscas sobre rocas, troncos y objetos artificiales sumergidos en el agua. Por tales características, su estudio permite tener un acercamiento de posibles efectos generados por contaminantes en sistemas tanto lénticos como lóticos (Rua & Roldán-Pérez, 2008).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Riqueza Perifítica de los Ecosistemas Lóticos**

En los siete (7) ecosistemas lóticos se registraron 23 morfoespecies de perifíton con mayor riqueza en los ecosistemas CA-01 con 15 morfoespecies distribuidos en cinco (5) clases, ocho (8) órdenes y 13 familias, le sigue el ecosistema CA-13 con 13 morfoespecies distribuidas en cinco (5) clases, nueve (9) ordenes familias. Los demás cuerpos hídricos reportan riquezas muy similares con rangos de seis (6) a nueve (9) morfoespecies en cada ecosistema, como se registra en la Figura 2-352.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 247. Perifiton Registrado en los Ecosistemas Lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp | 71,16 | 150,21 | 2,97 | 2,58 | 3,39 | 87,24 | 20,91 |
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Hantzschia</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,84 |
| Bacillariophyceae | Eunotiales | Eunotiaceae | <i>Eunotia</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 18,74 | 43,39 | 2,18 | 0,00 |
| Bacillariophyceae | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Encyonema</i> sp | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bacillariophyceae | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp | 1,02 | 38,20 | 9,64 | 5,81 | 25,08 | 27,26 | 0,00 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp | 118,04 | 40,81 | 6,67 | 7,75 | 11,52 | 43,62 | 0,00 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp | 11,89 | 85,09 | 24,46 | 0,00 | 0,00 | 31,62 | 0,00 |
| Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,45 | 0,00 |
| Conjugatophyceae | Desmidiiales | Closteriaceae | <i>Closterium</i> sp | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conjugatophyceae | Desmidiiales | Desmidiaceae | <i>Cosmarium</i> sp | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,67 |
| Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,18 | 25,10 |
| Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,65 | 7,46 | 0,00 | 0,00 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> sp | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,35 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyceae | <i>Pediastrum</i> sp | 1,36 | 0,00 | 0,74 | 0,00 | 0,00 | 4,36 | 0,00 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Microsporaceae | <i>Microspora</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 277,72 |
| Cyanophyceae | Chroococcales | Chroococcaceae | <i>Chroococcus</i> sp | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp | 29,21 | 2,61 | 0,00 | 1,94 | 2,03 | 369,67 | 73,16 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Microcoleaceae | <i>Planktothrix</i> sp | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> sp | 0,00 | 4,34 | 0,74 | 0,00 | 0,00 | 110,14 | 0,00 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Phacaceae | <i>Lepocinclis</i> sp | 20,72 | 265,92 | 2,97 | 0,00 | 0,68 | 47,98 | 0,00 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Phacus</i> sp | 2,55 | 9,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,27 | 0,00 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas</i> sp | 9,85 | 24,31 | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 2,18 | 0,00 |
| Densidad (Ind/MI) | | | | 268,012 | 621,032 | 50,406 | 37,469 | 93,543 | 749,156 | 402,748 |
| Riqueza específica (S') | | | | 15 | 9 | 8 | 6 | 7 | 13 | 7 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

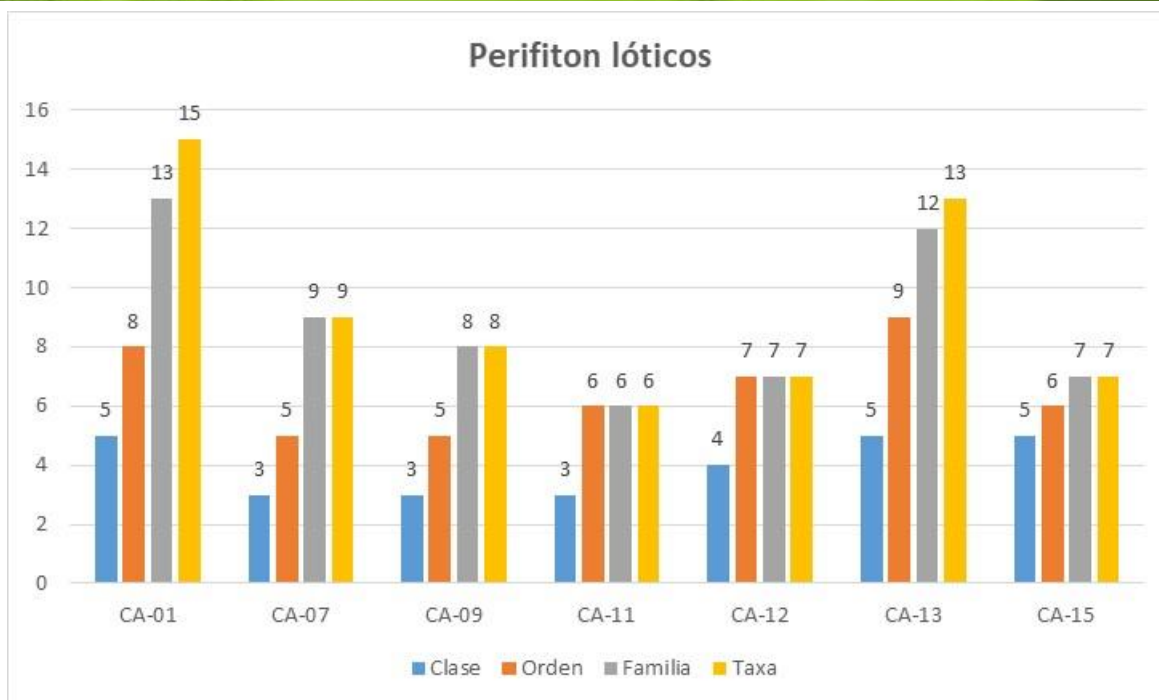


Figura 2- 352. Riqueza del perifiton en los ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia

La clase más representativa en los cuerpos lóticos lo reporta Bacillariophyceae con siete (7) morfoespecies, seguido de la clase Chlorophyceae con cinco (5) morfoespecies, por su parte Euglenophyceae registra cuatro (4) morfoespecies, las clases Conjugatophyceae y Cyanophyceae registran tres (3) morfoespecies y la clase Mediophyceae reporta una sola morfoespecie. Este resultado se ajusta a lo encontrado previamente en estudios desarrollados por la Secretaría Distrital de Ambiente y la Universidad Nacional de Colombia, en los cuales se reporta la dominancia de las diatomeas (Bacillariophyceae) y de las algas verdes (Chlorophyceae) (Universidad Nacional de Colombia; Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2012).

Las diatomeas predominan en este tipo de ambientes debido a su rapidez para ocupar sustratos en corto tiempo, además, presentan estructuras especializadas que les permiten fijarse al sustrato con mayor facilidad y a su vez competir con ventaja sobre otras especies (De la Hoz-Barrientos & Osorio-Ávila, 2015). La mayor riqueza presentada en los canales CA-01 y CA-13 se pudo presentar debido a la mayor estabilidad del ensamblaje perifítico a causa de la presencia de sustratos duros (artificiales) proporcionando mejor adherencia respecto a los sustratos naturales (duros y blandos) presentes en las quebradas objeto de estudio.

- **Abundancia de Perifiton en los Ecosistemas Lóticos**

En los siete (7) ecosistemas lóticos para el ensamblaje del perifiton se registraron 1919,77 Ind/ml con mayor abundancia entre los ecosistemas de CA-13 (Canal Torca) con 650,16 Ind/ml con la mayor representatividad entre sus morfoespecies de Phormidium sp con 650,60 Ind/ml. La siguiente abundancia la registra CA-07 (Canal Guaymaral) con 451,05 Ind/ml con la mayor representatividad de Lepocinclis sp con 265,92 Ind/ml, el ecosistema CA-15

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

(Q Torca) registra 385,60 con la mayor abundancia entre sus morfoespecies de *Microspora* sp con 277,72 Ind/ml y CA-01 (desembocadura canal torca) registra 254,4 Ind/ml con la mayor abundancia de *Navicula* sp con 118,40 Ind/ml. Los ecosistemas lóticos Ca-09, CA-11, y Ca-12 registran las menores abundancias de todos los cuerpos hídricos registrándose en la Figura 2-353.

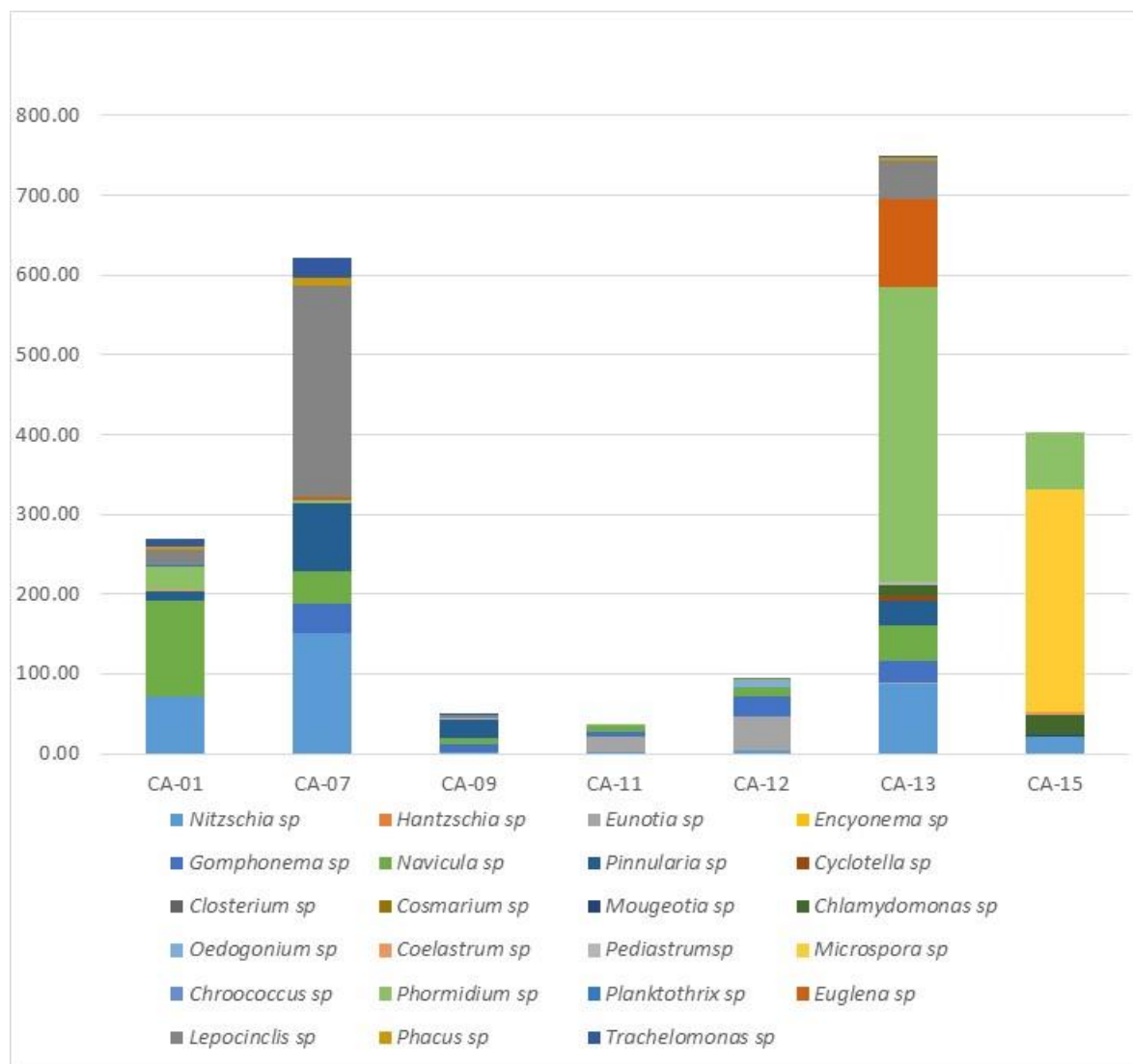


Figura 2- 353. Abundancia del Perifiton en los Ecosistemas Lóticos.

Fuente: Elaboración propia.

A nivel de morfoespecie se registra la mayor abundancia de *Phormidium* sp con 479 Ind/ml registrado en seis (6) de los (7) ecosistemas lóticos (menos en CA-09), seguido de *Lepocinclis* con 320,3 registrado en 5 cinco (5) ecosistemas lóticos (menos en CA-11 y CA-15) y *microspora* sp con 277,72 exclusiva para CA-15. Las demás abundancias se registran en la Figura 2-354.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

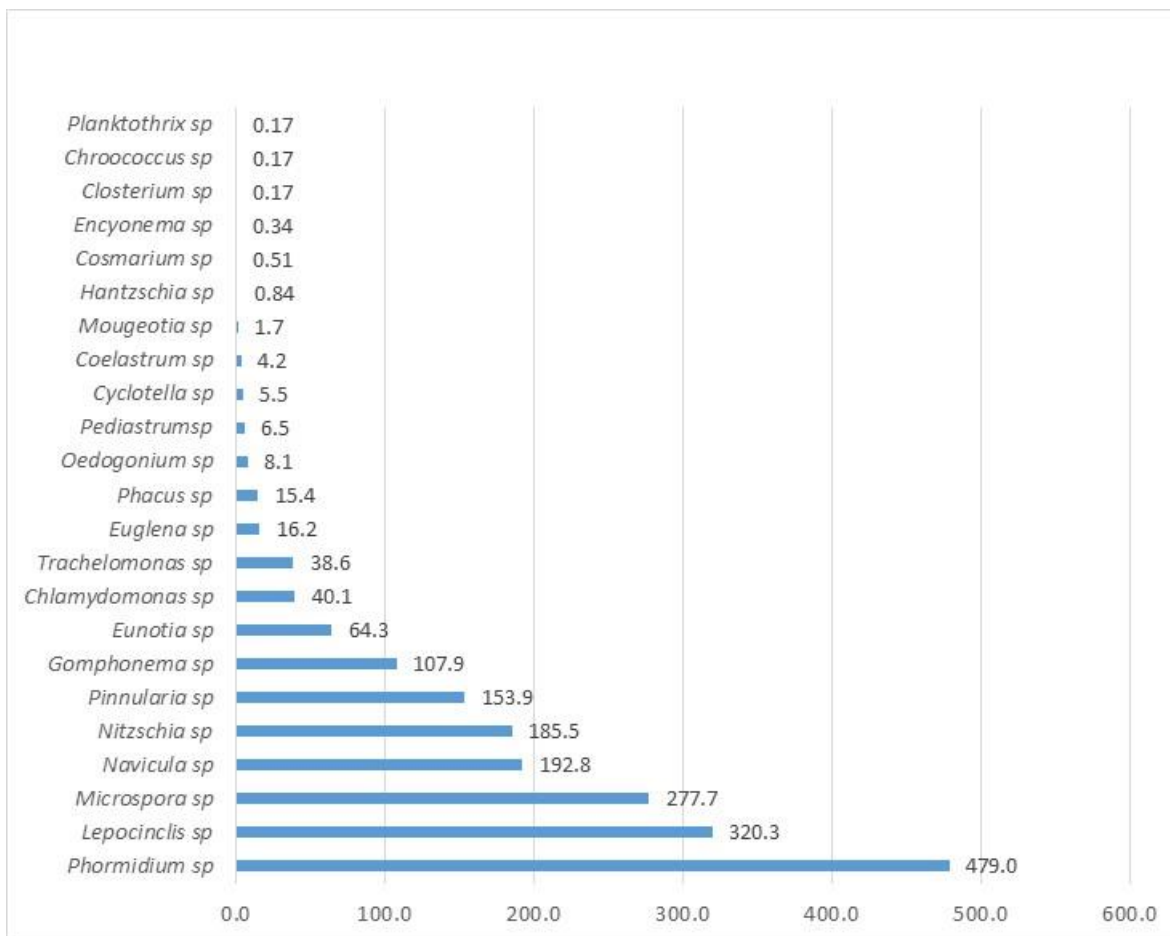


Figura 2- 354. Abundancia total de perifiton en los ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis de Correspondencia Canónica (Ecosistemas Lóticos, Parámetros Físicoquímicos y Comunidades del Perifiton en Ecosistemas Lóticos).**

Para los ecosistemas lóticos, se relacionan los parámetros físicoquímicos tomados en campo con las morfoespecies de la comunidad del perifiton de todos los ecosistemas lóticos reportando los siguientes resultados.

En la Figura 2-355, se muestra una mayor abundancia de Phormidium sp en el ecosistema CA-13 se relaciona con los mayores valores de Coliformes fecales (24196 NMP/100ml), *Streptococcus* fecales (29200), conductividad (388 μ S/cm) y sulfatos (33 mg SO₄/L), esta morfoespecie presenta mejor adaptación en presencia de carga orgánica corroborado con estudios similares registraron mayores abundancias de este género en ecosistemas acuáticos contaminados con carga orgánica (Rivera & Gómez, 2010) en este ecosistema se registra las mayores valores de amonio (10,6 mg Al/L) indicando descarga de aguas residuales de asentamientos humanos cercanos.

La abundancia de Lepocinclis sp en el ecosistema CA-07 estuvo relacionada a los mayores Sólidos totales (250 mg/L), y Coliformes totales (24196 NMP/100ml), datos similares

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

reportados por (De Lanza Espino & Gómez Rojas, Calidad de aguas e indicadores fitoplanctónicos en tres mabientes acuáticos costeros al noreste del Golfo de México, 2005) los cuales registran la mayor abundancia de *Lepocinclis* con contenidos altos de carga orgánica proveniente de cultivos.

El ecosistema CA-01 registra los valores más altos de pH de todos los ecosistemas lóticos con 7,58, registrando una estrecha relación a las mayores abundancias de *Navicula* sp datos corroborados por estudios que argumentan una mayor Abundancia de especies de este género al aumentar las concentraciones de pH (Pedraza-Garzón & Donato-Rondón, 2011)

El ecosistema CA-11 se registra una mayor abundancia de *Trachelomonas* sp y se puede visualizar una relación con los mayores valores de fosfatos (3.04 mg PO₄-3), carbono orgánico (131 mg COT / L) y tensoactivos (10 mg MBAS/L)

El ecosistema CA-12 registra una relación entre las mayores abundancias de *Eunotia* sp y el oxígeno disuelto (3,6 mg O₂/L) así mismo está relacionada con los menores valores de estreptococos fecales y amonio.

- **Índices de Diversidad del Perifiton en los Ecosistemas Lóticos.**

Se registran los índices de diversidad para los 7 ecosistemas lóticos del área de estudio. El índice de Shannon registra diversidades medias en los ecosistemas CA-1, CA-7, CA-9 y CA-13 con rangos de $H' = 1,53-1,68$ (valores menores a 2). Con valores más bajos de diversidad se registran los cuerpos lóticos CA-12 con $H' = 1,41$; CA-11 con $H' = 1,37$ y con el valor más bajo se registra CA-15 con $H' = 0,97$ indicando que las morfoespecies de la comunidad perifítica no están representadas proporcionalmente dentro de la abundancia, disminuyendo el nivel de incertidumbre de predicción.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

fisicoquímicos tomados en campo, arrojando altas concentraciones de carga orgánica y bajas concentraciones de oxígeno, condicionando a especies tolerantes a disturbios ambientales.

Los índices de dominancia (Simpson y Dominancia) registran solo a CA-15 con dominancia media de una de sus morfoespecies ($D= 0,52$ y $1-D=0,48$) los demás cuerpos hídricos registran mejor distribución de sus abundancias, sin dominancias significativas de ninguna morfoespecie (Tabla 2-248).

Tabla 2- 248. Índices de diversidad del perifiton en los ecosistemas lóticos.

| Ecosistema | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|------------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-01 | 15 | 1,56 | 0,29 | 0,71 |
| CA-07 | 9 | 1,58 | 0,27 | 0,73 |
| CA-09 | 8 | 1,53 | 0,30 | 0,70 |
| CA-11 | 6 | 1,37 | 0,32 | 0,68 |
| CA-12 | 7 | 1,41 | 0,31 | 0,69 |
| CA-13 | 13 | 1,68 | 0,29 | 0,71 |
| CA-15 | 7 | 0,97 | 0,52 | 0,48 |

Fuente: Elaboración propia

- Perifiton como Indicador de la Calidad del Agua en los Ecosistemas Lóticos.**

Los ensambles algales reflejan un alto grado de calidad del medio en el cual viven, para determinar la calidad del agua por medio de los ensamblajes perifíticos se analiza el número de especies presentes en el ecosistema hídrico debido a que el número de especies y proporciones pueden indicar cambios en las condiciones ambientales o procesos biológicos. Para esto se utiliza el índice de diversidad de Shannon Weaver. Este índice es el más ventajoso por su fácil aplicación y su independencia del tamaño de la muestra, arrojando valores que van desde 0 hasta 5, donde 5 es la máxima diversidad (Wilhelm, 1968). A continuación, se presenta una clasificación de la calidad de las aguas de acuerdo con el índice de diversidad (Acero, 2002).

Tenido en cuenta lo anteriormente expuesto, la calidad del agua de CA-01, CA-07, CA-09 y CA-13 indica aguas medianamente contaminadas, para el caso de CA-12 y CA-15 indican aguas muy contaminadas.

Tabla 2- 249. Estado trófico de las aguas de los ecosistemas lóticos de acuerdo con el índice de diversidad.

| Calidad de Aguas | Índice de diversidad | CA-01 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aguas Muy contaminadas | 0,0-1,5 | | | | 1,37 | 1,41 | | 0,97 |
| Aguas Medianamente Contaminadas | 1,5-3,0 | 1,56 | 1,58 | 1,53 | | | 1,68 | |
| Aguas Muy limpias | 3,0-5,0 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Índice de Bary - Curtis en los Ecosistemas Lóticos.**

El índice de Bray-Curtis para la comunidad perifítica registra dos grupos establecidos con una separación de esos dos grupos de CA-15 debido a la mayor presencia de morfoespecies exclusivas en ese cuerpo lótico. Se presenta una similitud del 35% aproximadamente de los ecosistemas CA-01, CA-07 y CA-13 compartiendo ocho (8) morfoespecies, el otro grupo lo registra CA-11 y CA-12 con el 58% de similitud compartiendo 6 morfoespecies a su vez, el ecosistema CA-09 tiene una similitud con los dos cuerpos hídricos mencionados del 31% compartiendo tres (3) morfoespecies como se registra en la Figura 2-356.

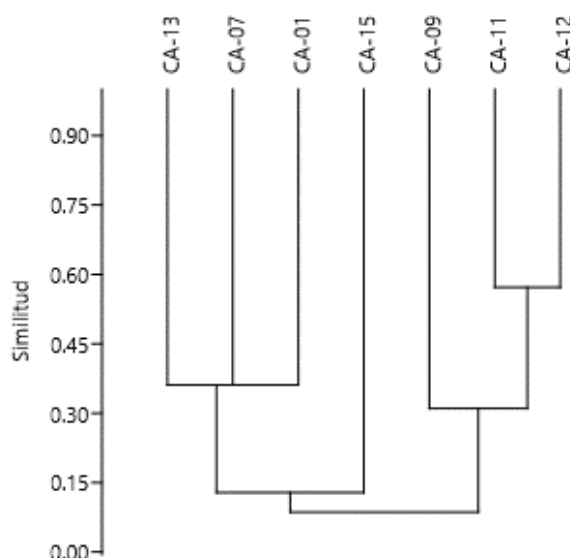


Figura 2- 356. Índice de Bray-Curtis ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.2.2 Fitoplancton en los Ecosistemas Lóticos

Se define como la comunidad de microorganismos, principalmente fotosintéticos, (microalgas, cianobacterias y flagelados heterótrofos) que viven suspendidos en la columna de agua (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005). Constituyen el componente principal en la productividad primaria de ecosistemas lénticos y son ampliamente empleados como indicadores de la calidad del agua debido a que su taxonomía y ecología son bien conocidos (Roldan-Pérez, 2008).

En 2004, la Secretaria Distrital de Ambiente y la Universidad Nacional, firmaron un convenio para la elaboración del protocolo de seguimiento y monitoreo de humedales en el área de limnología. A partir de este estudio reportan para las estaciones muestreadas en el humedal sector Guaymaral, predominancia de diatomeas (Bacyllariophyceae) y algas verdes (Chlorophyceae); en menor cantidad registran la presencia de algas verde azules (Cyanophyceae), euglenas (Euglenophyceae) y algas verdes (Zygnematophyceae) (Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia y EAAB, 2007) y (López, Plata, & Fuentes , 2015)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se registra los resultados obtenidos para la comunidad fitoplanctónica en los ecosistemas lóticos del área de estudio.

- **Riqueza Fitoplanctónica de los Ecosistemas Lóticos.**

En los ocho (8) ecosistemas hídricos se registra la riqueza de la comunidad fitoplanctónica, reportando los mayores valores en el ecosistema lótico CA-01 con 10 morfoespecies, distribuidas en cuatro (4) clases, siete (7) órdenes y ocho (8) familias seguido de CA-07 con nueve (9) morfoespecies distribuidas en cuatro (4) clases, cinco (5) órdenes y siete (7) familias, la siguiente riqueza la reporta el ecosistema Ca-11 con ocho (8) morfoespecies, seguido de los ecosistemas CA-06 y CA-13 que registraron siete (7) morfoespecies. Con las menores riquezas las reporta CA 12 con cuatro (4) morfoespecies, CA-9 y C-15 con tres (3) morfoespecies como se observa en la Tabla 2-250 y en la Figura 2-357.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 250. Fitoplancton Registrado en los Ecosistemas Lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp | 0,0372 | 0,0412 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0291 | 0,0386 |
| Bacillariophyceae | Coscinodiscales | Hemidiscaceae | <i>Actinocyclus</i> sp | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0326 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Bacillariophyceae | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0163 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp | 0,0169 | 0,0137 | 0,0156 | 0,0112 | 0,0326 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0193 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp | 0,0000 | 0,0000 | 0,0117 | 0,0167 | 0,2774 | 0,1804 | 0,0748 | 0,0000 |
| Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas</i> sp | 0,0000 | 0,0000 | 0,1289 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1329 | 0,0000 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Neochloridaceae | <i>Golenkinia</i> sp | 0,0169 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0125 | 0,0000 |
| Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> sp | 0,0135 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> sp | 0,0034 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus</i> sp | 0,0034 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp | 0,0000 | 0,0275 | 0,0391 | 0,0167 | 0,1197 | 0,0000 | 0,0291 | 0,0000 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp | 0,0203 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Microcoleaceae | <i>Planktothrix</i> sp | 0,0913 | 0,0137 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> sp | 0,0304 | 0,0092 | 0,0059 | 0,0000 | 0,0218 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Phacus</i> sp | 0,0913 | 0,0092 | 0,0059 | 0,0000 | 0,0163 | 0,0000 | 0,0083 | 0,0000 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas</i> sp | 0,0000 | 0,0092 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0206 | 0,0000 | 0,0258 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Phacaceae | <i>Lepocinclis</i> sp | 0,0000 | 0,0000 | 0,1308 | 0,0000 | 0,1468 | 0,0361 | 0,0914 | 0,0000 |
| Densidad total (Ind/ml) | | | | 0,32463 | 0,12368 | 0,41205 | 0,04464 | 0,66351 | 0,26795 | 0,37791 | 0,0837 |
| Riqueza específica (S') | | | | 10 | 7 | 9 | 3 | 8 | 4 | 7 | 3 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

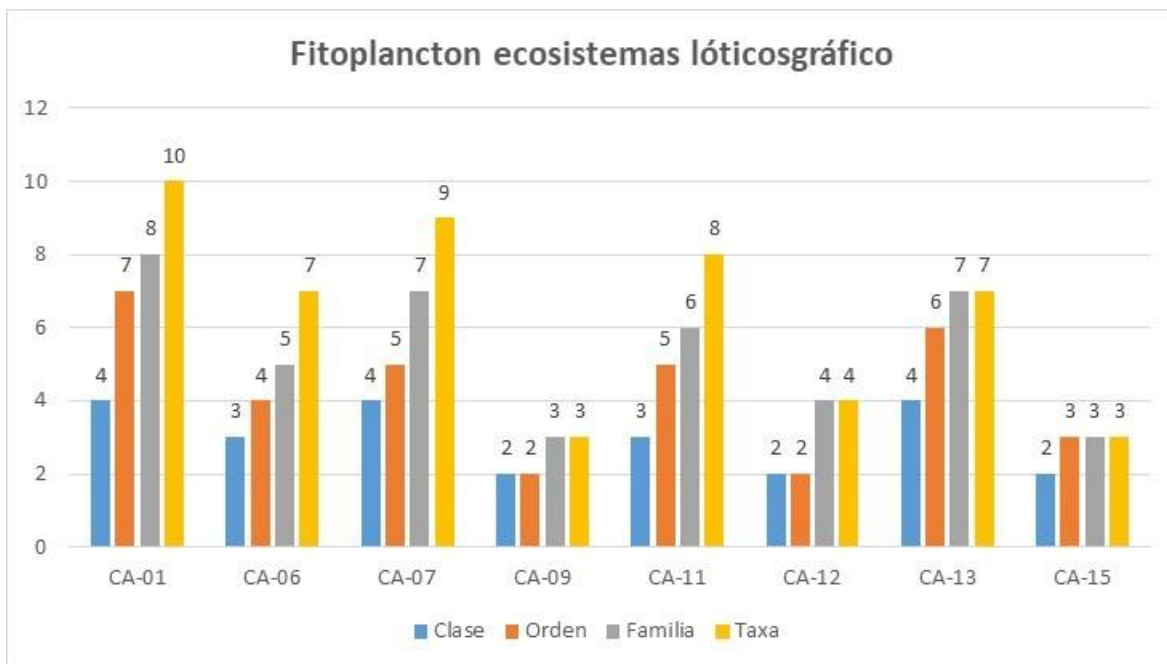


Figura 2- 357. Riqueza fitoplanctónica en ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a clases, los más representativos los reportó Bacillariophyceae (5) morfoespecies presentes en todos los cuerpos lóticos y Chlorophyceae también con cinco (5) morfoespecies, pero sus morfoespecies solo reportadas en 3 cuerpos lóticos (CA-01, CA-07 y CA-13). La clase Euglenophyceae por su parte, reportó cuatro (4) morfoespecies y por último la clase Cyanophyceae reportó Tres (3) morfoespecies.

La clase Bacillariophyceae predomina en ecosistemas de aguas turbulentas y mayoritariamente en zonas ricas en nutrientes (Salon, 2011). La importancia de las diatomeas (Bacillariophyta) como herramienta bioindicadora, se debe principalmente, a atributos como su abundancia, la característica resistente a deterioro de su frústulo, la seguridad de que cada frústulo representa un único organismo.

La identificación taxonómica es relativamente sencilla en comparación con otros grupos de algas, dada la facilidad de conservación y el hecho de que no es necesaria la fijación u observación inmediata de las muestras tomadas, además el aumento en la información disponible sobre preferencias ecológicas de las distintas especies y la alta y rápida capacidad de respuesta de las poblaciones a cambios en el ambiente (Canter-Lund & Lund, 1995), siendo por tanto, su presencia, un grupo relevante para la interpretación de la calidad del agua de los ecosistemas evaluados.

Por su parte la clase Euglenophyceae se presenta con mayor número de morfoespecies en el ecosistema CA-01 con cuatro (4) morfoespecies, indicando posiblemente actividades antrópicas que conlleven a la mayor presencia de esta clase en el ecosistema hídrico

La clase Euglenophyceae se presentó en siete (7) ecosistemas lóticos (Menos en CA-09) y Cyanophyceae se reportó en seis cuerpos Lóticos, estas dos clases son indicadoras de alta presencia de materia orgánica (Pinilla, 2010), por lo cual, su presencia en los cuerpos de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

agua puede estar reflejando altas descargas de materia orgánica, que están siendo depositadas en los cauces y espejos de agua del área de estudio. Esta información es concordante con los resultados obtenidos para los parámetros de carbono orgánico total en las estaciones de muestreo, DBO5, así como las altas concentraciones de coliformes totales, fecales y *Estreptococos* fecales (parámetros fisicoquímicos tomados en campo)

• Abundancia Fitoplanctónica de los Ecosistemas Lóticos.

En los ocho (8) ecosistemas lóticos se registran abundancias fitoplanctónicas bajas en todos los ecosistemas, registros normales teniendo en cuenta que el muestreo se realizó en época de lluvias y en ecosistemas continuos los cuales por efecto la corriente arrastra estas comunidades, disminuyendo la posibilidad de colecta en el punto de muestreo.

En todos los cuerpos lóticos se registró 2,29 Ind/ml, registrando la mayor abundancia en el cuerpo lótico CA-11 con 0,66 Ind/ml con la mayor representatividad de la morfoespecie *Pinnularia* sp con 0,27 Ind/ml, la siguiente abundancia la reporta CA-07 con 0,41 Ind/ml con la mayor representatividad de la morfoespecie *Lepocinclis* sp con 0,1308 Ind/ml. Por su parte el punto CA-13 registra una abundancia de 0,38 Ind/ml con el mayor número de individuos de la morfoespecie *Chlamydomonas* sp con 0,13 Ind/ml, en orden descendente la siguiente abundancia la mostró CA-01 con 0,32 Ind/ml con la mayor abundancia entre sus morfoespecies de *Phacus* sp y *Planktothrix* sp con 0,091 Ind/ml cada una. El punto CA-12 registra 0,27 Ind/ml con su mayor representante también de *Pinnularia* sp con 0,18 Ind/ml, y con las abundancias menos representativas se registran a CA-15 con 0,08 Ind/ml, CA-06 con 0,12 Ind/ml y CA-09 con 0,04 Ind/ml cómo se registra en la Figura 2-358.

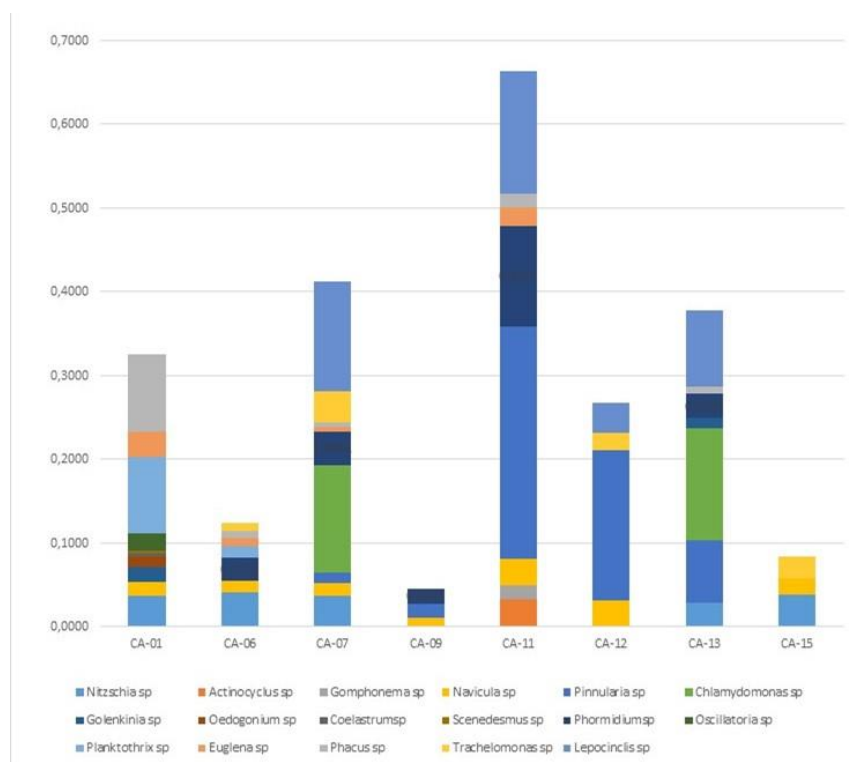


Figura 2- 358. Abundancia Fitoplanctónica en los Ecosistemas Lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las morfoespecies del género *Pinnularia* se caracterizan por ser indicadoras de aguas limpias baja en nutrientes para el caso del ecosistema CA-11 registra las mayores abundancia de este género pero las características fisicoquímicas del agua reportan concentraciones carbono orgánico de 131 mg COT / L, coliformes totales de 19863 NMP/100 ml y oxígeno disuelto de 1,3 mg O₂/L lo que conlleva a presumir que la comunidad perifítica registrada es de origen alóctono arrastrada por los efectos de la corriente en esta época de lluvias.

Para el caso de la mayor abundancia de la morfoespecie *Lepocinclis* en el ecosistema CA-07, se registra que este género es ampliamente tolerante a las condiciones antrópicas en los cuerpos de agua, esto concuerda con los registros fisicoquímicos tomando en campo con valores de Coliformes totales y fecales registrando cada uno 24196 NMP/100 ml, estreptococos fecales de 13740 NMP/100 ml.

Las mayores abundancias reportadas en CA-06 (*Euglena* sp, *Phacus* sp y *Trachelomonas* sp) morfoespecies pertenecientes al orden Euglenales, en general, se relaciona con alto contenido de materia orgánica, estratificación, aguas temporales, meso a oligotrofia, altas concentraciones de N₂ y estabilidad hidrodinámica (Pinilla, Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia. Compilación bibliográfica, 2000).

En cuanto a abundancias por clases se registraron los mayores porcentajes de Bacillariophyceae con el 40,6% (0,93 Ind/ml), seguido de Euglenophyceae con el 30,3% (0,69 Ind/ml), con porcentajes más bajos se registra Cyanophyceae con el 15,5% (0,35 Ind/ml) y Chlorophyceae con 13,6% (0,31 Ind/ml).

La clase Bacillariophyceae son algas fitobentónicas las cuales pueden constituir el 80 o 90% de la comunidad de perifiton en los ríos. Se caracterizan por ser muy diversas presentando diferentes grados de tolerancia a la contaminación, Clase cosmopolita con distribución muy amplia a nivel mundial, siendo las algas más utilizadas para biomonitoreo gracias a su adaptabilidad y elevada tasa de reproducción (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

La clase Euglenophyceae indican procesos de antropización de los ecosistemas hídricos objeto de estudio, con alta concentración de materia orgánica; solo el ecosistema CA-09 no reporta esta clase registrando los valores más bajos de Coliformes fecales (120 NMP/100m) y estreptococos fecales (9,6) (Figura 2-359).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

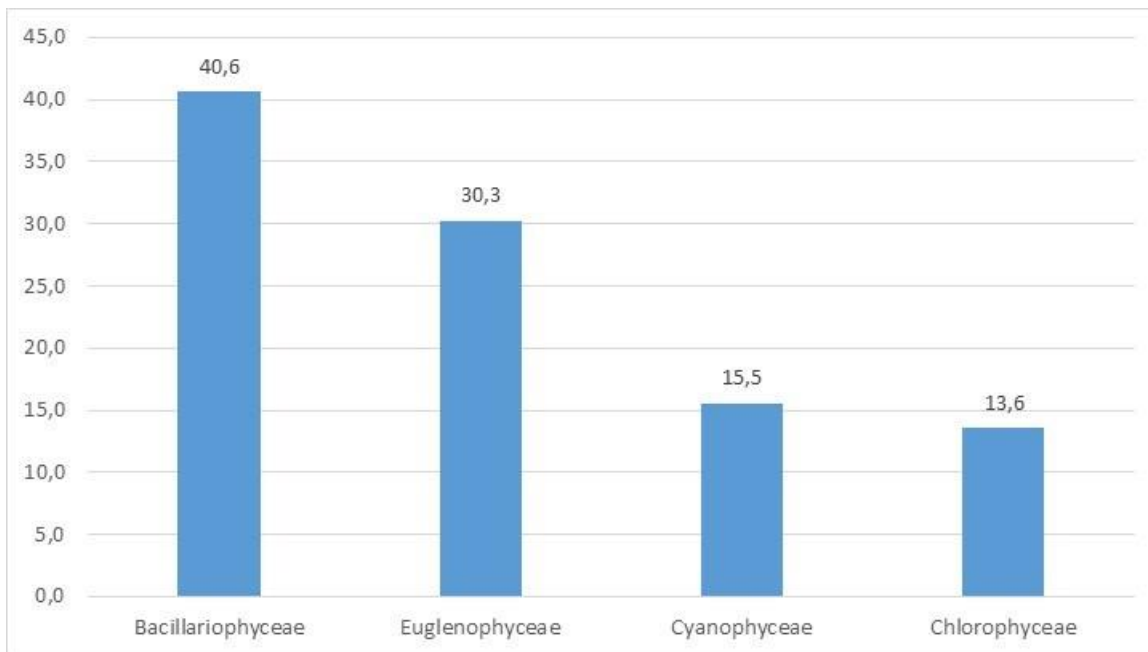


Figura 2- 359. Porcentaje de Clases de fitoplanctónica en los ecosistemas Lóticos.
Fuente: Elaboración propia

- **Correspondencia Canónica (Ecosistemas Lóticos, Parámetros Físicoquímicos y Comunidades Fitoplanctónicas).**

En el análisis de correspondencia canónica para el ensamblaje fitoplanctónico logró establecer correlaciones positivas de morfoespecies respecto a los parámetros físicoquímicos tomados en campo, se relaciona las morfoespecies de *Pinnularia* sp y *Lepocinclis* con altas concentraciones de Amonio (concentraciones más altas de amonio en el CA-13 con 10,6 NH₄/L), concentraciones medias de coliformes fecales y estreptococos fecales.

Las morfoespecies *Planktothrix* sp relacionada con el pH (mayor pH en el CA-01 con 7,58), *Navicula* sp y *Golenkinia* con los ecosistemas lóticos con mayor concentración de carbono orgánico total y fosfatos (CA-11 y CA-12).

Nitzschia sp por su parte, se correlaciona positivamente a sistemas lóticos con mayor concentración de oxígeno, fosfatos, carbono orgánico y menores valores de amonio. Algunos estudios (Palmer, 1969) aseguran que morfoespecies del género *Nitzschia* son consideradas heterotróficas tolerantes a contaminación severa por nutrientes.

Las morfoespecies *Phacus* sp y *Oscillatoria* sp se asocian a mayores concentraciones de conductividad, estreptococo fecales y sulfatos, así como con los menores valores de fosfatos, carbono orgánico y pH.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Por último, se relaciona a *Euglena* sp y *Trachelomonas* sp con los mayores registros de tensoactivos (el ecosistema lótico CA-06 registra los mayores valores de tensoactivos registrando 1,9 mg MBAS/L) concentraciones altas de sulfatos, estreptococos fecales, coliformes fecales y amonio. algunos autores (Garduño Solórzano, y otros, 2011) manifiestan que el género *Trachelomonas* es un típico indicador de medianas a altas concentraciones de materia orgánica en el agua y está especialmente asociado con altas concentraciones de amonio. (Figura 2-360).

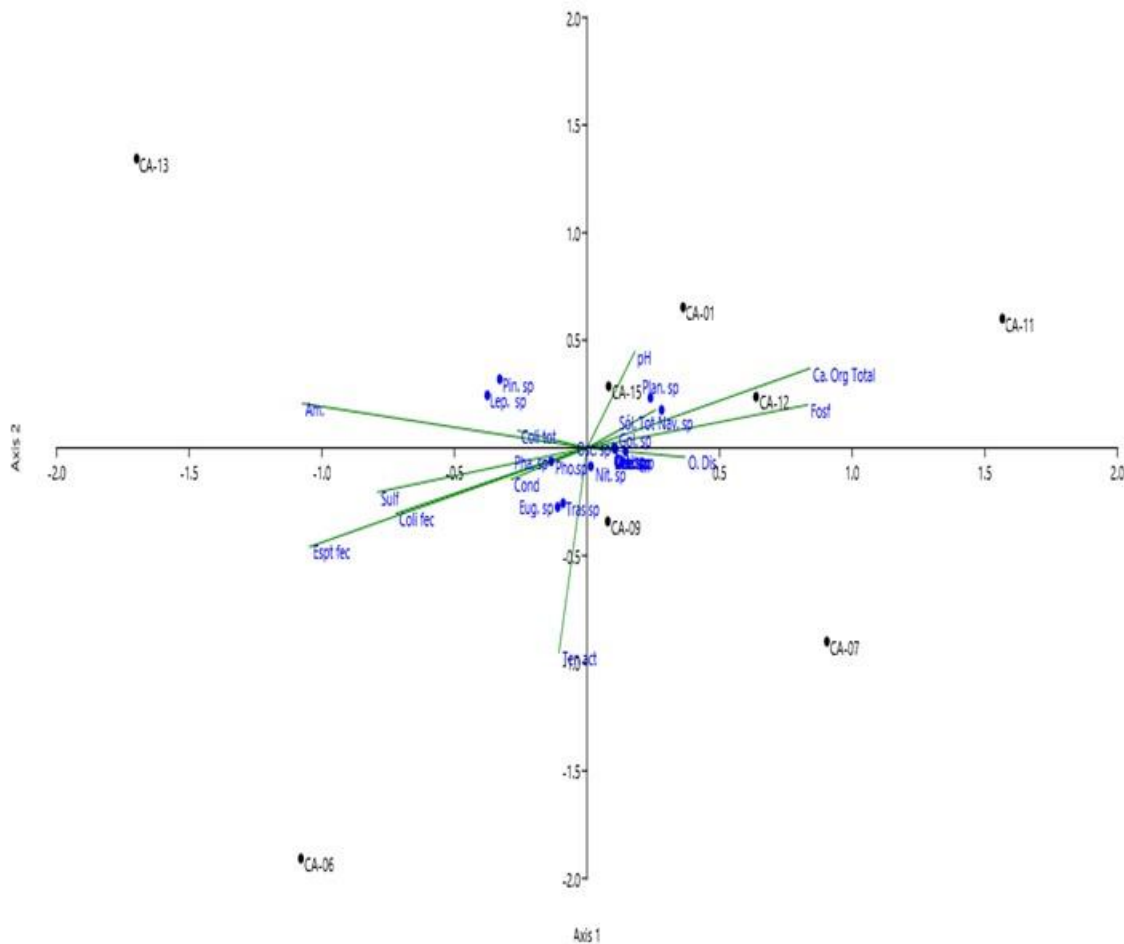


Figura 2- 360. Análisis de correspondencia canónica fitoplancton.
Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de Diversidad Fitoplanctónico en los Ecosistemas Lóticos.**

En el índice de Shannon en los ocho (8) ecosistemas lóticos arroja mayores valores en el ecosistema CA-1 con $H' = 1,9$ y CA-06 con $H' = 1,8$ indicando una mejor distribución de sus abundancias, disminuyendo el nivel de incertidumbre de predicción. Con diversidades más bajas se registra a CA-07 con $H' = 1,7$, CA-11 y CA-13 con $H' = 1,6$ disminuyendo sus distribuciones de sus abundancias de las morfoespecies de cada cuerpo lótico y con las abundancias más bajas se registran a CA-09, CA-12 y CA-15 con rangos de $H' = 1-1,1$.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las bajas diversidades fitoplanctónicas registradas en todos los cuerpos lóticos se presentan por las características antrópicas de los ecosistemas y por el efecto arrastre ocasionada por las corrientes propias de los cuerpos hídricos continuos afectando la estabilización de las comunidades plantónicas presentes en cada cuerpo lótico. Algunos autores (Peterson & Stevenson, 1992) afirman que tanto la estructura de la comunidad fitoplanctónica, así como la diversidad están periódicamente sujetas a las variaciones de la velocidad de corriente de los cuerpos lóticos, cuando las variaciones de la velocidad de corriente son importantes se produce una relación inversa entre la densidad de la comunidad y esta variable.

Los índices de dominancia (D y 1-D), registran solo abundancias medias de una o varias de sus morfoespecies en el ecosistema lótico CA-12

Tabla 2- 251. índices de diversidad en los ecosistemas lóticos.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|
| CA-01 | 10 | 1,9 | 0,2 | 0,8 |
| CA-06 | 7 | 1,8 | 0,2 | 0,8 |
| CA-07 | 9 | 1,7 | 0,2 | 0,8 |
| CA-09 | 3 | 1,1 | 0,3 | 0,7 |
| CA-11 | 8 | 1,6 | 0,3 | 0,7 |
| CA-12 | 4 | 1,0 | 0,5 | 0,5 |
| CA-13 | 7 | 1,6 | 0,2 | 0,8 |
| CA-15 | 3 | 1,1 | 0,4 | 0,6 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de Bray – Curtis de Fitoplancton en los Ecosistemas Lóticos.**

El índice de Bray-Curtis en la comunidad fitoplanctónica registra dos grupos establecidos De CA-06 y CA-15 con 60 % y a su vez, con el 35 % de similitud de estos cuerpos hídricos con CA-01 compartiendo dos morfoespecies. el siguiente grupo lo conforman cuatro (4) ecosistemas, formando subgrupos con CA-07 y CA-13 con el 75 % de similitud compartiendo 6 morfoespecies. el siguiente subgrupo lo forman CA-11 y CA-12 con el 54 % compartiendo 3 morfoespecies con una similitud de los dos subgrupos del 35 % y se registra una individualización del ecosistema de CA-09 con el menos del 20 % de similitud respecto a los grupos ya mencionados (Figura 2-361).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

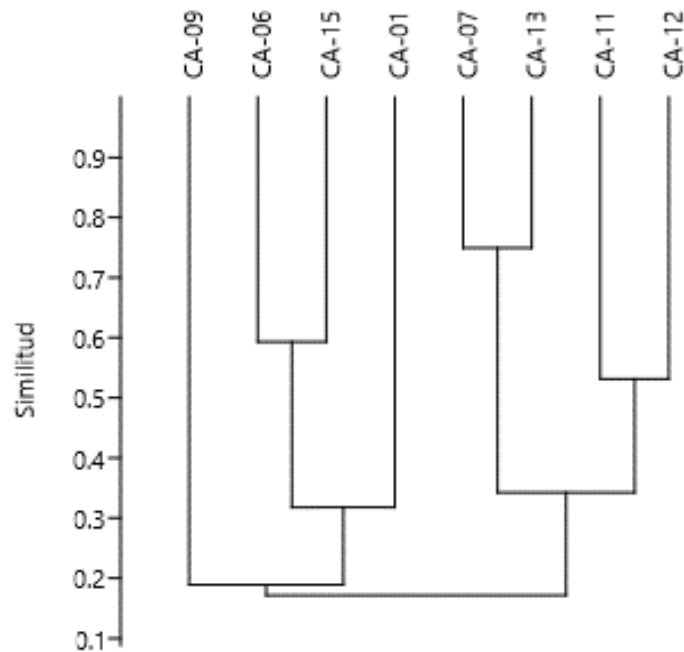


Figura 2- 361. Índice de Bray-Curtis de las comunidades fitoplanctónicas. Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.2.3 Zooplancton en los Ecosistemas Lóticos

Hace referencia a los organismos microscópicos de origen animal (protozoarios, rotíferos y microcrustáceos -cladóceros y copépodos-) que viven en la columna de agua, los cuales juegan un papel importante en la productividad secundaria de los cuerpos de agua. La diversidad y abundancia del zooplancton, es significativamente menor que la del fitoplancton en ecosistemas naturales (Streble & Krauter, 1987).

• Riqueza Zooplanctónica de los Ecosistemas Lóticos

La comunidad zooplanctónica en los ecosistemas lóticos reporta riquezas bajas en la mayoría de los ecosistemas, con una relevancia de CA-13 registrando ocho (8) morfoespecies distribuidas en cuatro (4) Clases, cuatro (4) órdenes y seis familias. Los ecosistemas hídricos CA-01, CA-06, CA-07, CA-11 y CA -15 registran riquezas similares reportando de tres (3) a cinco (5) morfoespecies por ecosistema y con la menor riqueza se el ecosistema CA-12 con una (1) sola morfoespecie reportada. (Tabla 2-252 y Figura 2-362).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 252. Comunidad zooplanctónica reportada en los ecosistemas lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-07 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina</i> sp | 0,00533 | 0,00141 | | | | | |
| Branchiopoda | Diplostraca | Daphniidae | <i>Daphnia</i> sp | 0,00222 | | | | | | |
| Ciliatea | Peritrichida | Vorticellidae | <i>Vorticella</i> sp | | | | | | 0,00044 | |
| Lobosa | Arcellinida | Arcellidae | <i>Arcella</i> sp | | 0,04483 | 0,01247 | | | | |
| Lobosa | Arcellinida | Centropyxidae | <i>Centropyxis</i> sp | | | 0,00258 | 0,04092 | | 0,00044 | 0,00216 |
| Maxillopoda | Cyclopoida | No Identificado | Morfo 26 | | | 0,00258 | | 0,00176 | 0,00044 | 0,00173 |
| Maxillopoda | No identificado | No identificado | Morfo 6 | 0,00266 | | | 0,00220 | | 0,00044 | 0,00259 |
| Monogonta | Ploima | Brachionidae | <i>Anuraeopsis</i> sp | | 0,00247 | 0,00344 | 0,01408 | | 0,00087 | 0,00173 |
| Bdelloidea | No identificado | Adinetidae | <i>Adineta</i> sp | 0,00311 | | | 0,00264 | | | |
| Monogonta | Ploima | Brachionidae | <i>Brachionus</i> sp | | | | | | 0,00044 | |
| Monogonta | Ploima | Lecanidae | <i>Lecane</i> sp | | | | 0,00264 | | 0,00044 | |
| Monogonta | Ploima | Notommatidae | <i>Cephalodella</i> sp | | | | | | 0,00044 | |
| Densidad total (Ind/ml) | | | | 1,3392 | 0,83661 | 0,9847 | 0,01332 | 0,048714 | 0,02107 | 0,06248 |
| Riqueza específica (S') | | | | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

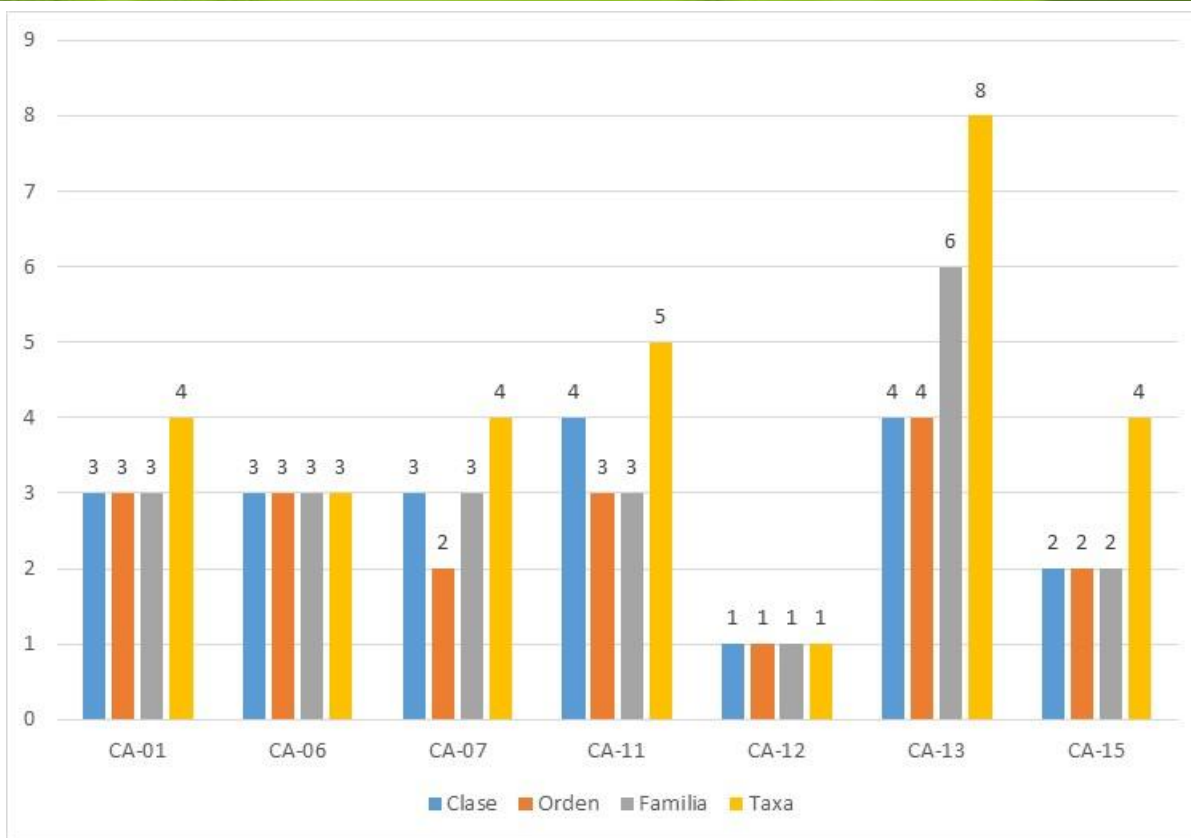


Figura 2- 362. Riqueza Zooplantónica de los Ecosistemas Lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

En los ecosistemas lóticos objeto de estudio se registró mayor riqueza taxonómica en el grupo de los rotíferos con la clase Monogononta con tres (3) morfoespecies y Bdelloidea con una (1) morfoespecie, estudios similares indican que los rotíferos fueron dominantes sobre los otros representantes del ensamblaje zooplanctónico, este patrón de mayor riqueza y abundancia de rotíferos se debe a que estos organismos son estrategas r, oportunistas, tamaño pequeño, ciclo de vida corto y amplia tolerancia a una variedad de factores ambientales (Neves, Rocha, Roche, & Pinto, 2003).

La baja riqueza presentada en todos los ecosistemas hídricos objeto de estudio se presenta debido a dos condiciones importantes, la primera se debe a la dinámica natural de los ecosistemas lóticos y más en temporada de lluvias aumentando considerablemente la corriente impidiendo el libre asentamiento de estas comunidades en la columna de agua. Este efecto negativo de la fuerza de la corriente sobre la densidad y la riqueza de especies zooplanctónicas, ha sido también sugerida por (Hardy, Robertson, & Koste, 1984). El otro factor limitante de riqueza de la comunidad plantónica es la calidad del agua con alta carga orgánica en la mayoría de los ecosistemas y concentraciones de oxígeno bajas, condicionando solo a especies generalistas con alta resistencia a las perturbaciones ambientales.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Abundancia Zooplanctónica de los Ecosistemas Lóticos

La abundancia también reportó densidades muy bajas en todos los cuerpos lóticos registrando 0,16 Ind/ml en todos los cuerpos hídricos, con mayor relevancia en el punto de muestreo CA-11 con 0,062 Ind/ml con el mayor número de individuos por morfoespecie de *Centropyxis* sp con 0,04092 Ind/ml, la siguiente mayor abundancia la reporta CA-06 con 0,04871 Ind/ml con la mayor representatividad de sus morfoespecies de *Arcella* sp con 0,044831 Ind/ml. El punto CA-07 por su parte registra una abundancia total de 0,021 Ind/ml con el mayor número de individuos también de *Arcella* sp con 0,04483 Ind/ml. Las menores abundancias las reporta CA-01 con 0,01332 Ind/ml con la mayor abundancia entre sus morfoespecies de *Bosmina* sp con 0,005328 Ind/ml, en orden descendente le siguen CA-15 con 0,008208 Ind/ml, CA-13 con 0,003915 Ind/ml y con una sola morfoespecie se reporta a CA-12 con una abundancia de 0,00176. (Figura 2-363).

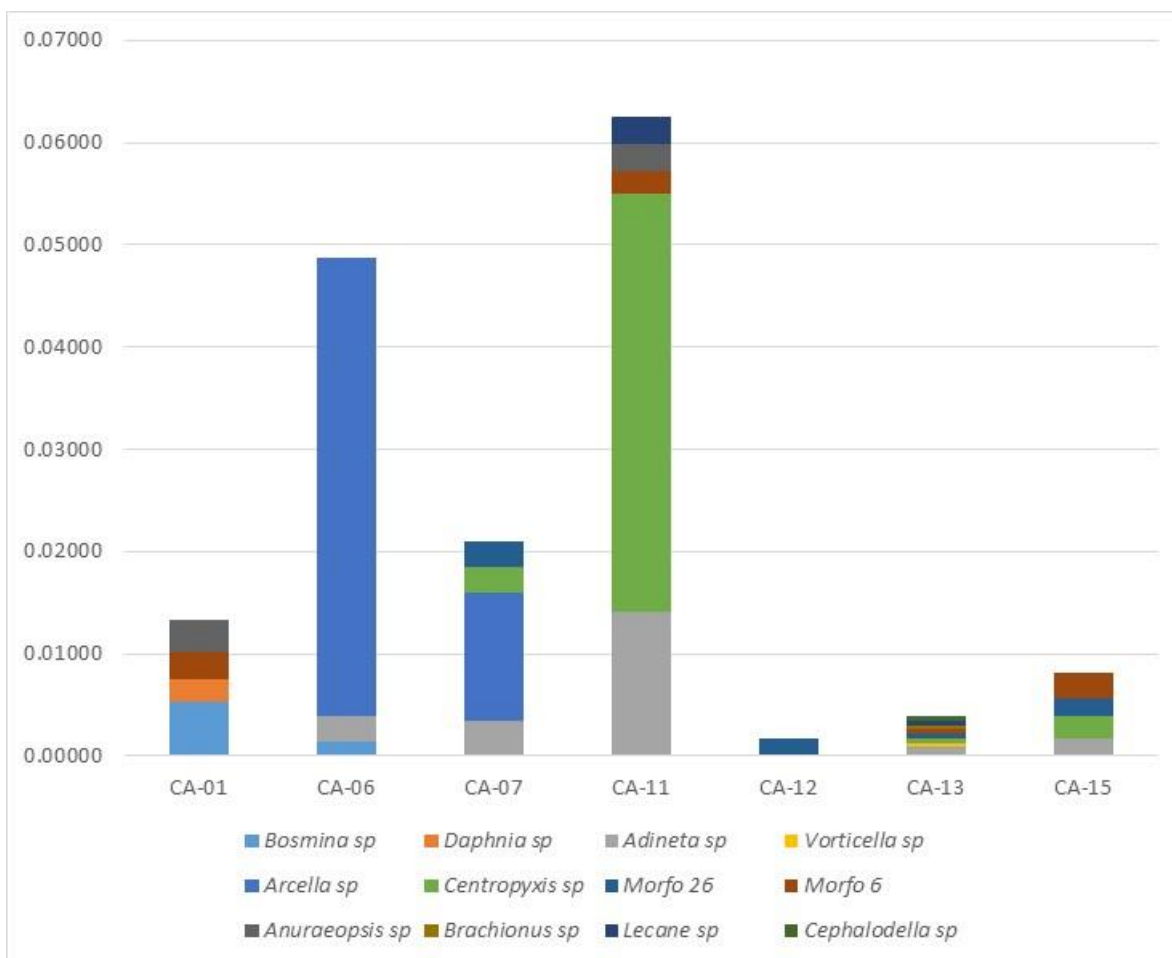


Figura 2- 363. Abundancia Zooplanctónica Ecosistemas Lóticos. Fuente: Elaboración propia.

La mayor representatividad de abundancia por clases lo registra Lobosa con el 64,8 % de la abundancia total.

Maxilopoda con el 31,31 % de la abundancia total registrado morfoespecies en todos los cuerpos lóticos, seguido de Lobosa con 25,82 % registrando morfoespecies en 5

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

ecosistemas lóticos, Monogononta con 22,74 % con registros de sus morfoespecies en 3 ecosistemas y con las menores abundancias se registran Branchiopoda con 9,47 %, Ciliata con 6,06 % y Bdelloidea con 4,60% (Figura 2-364).

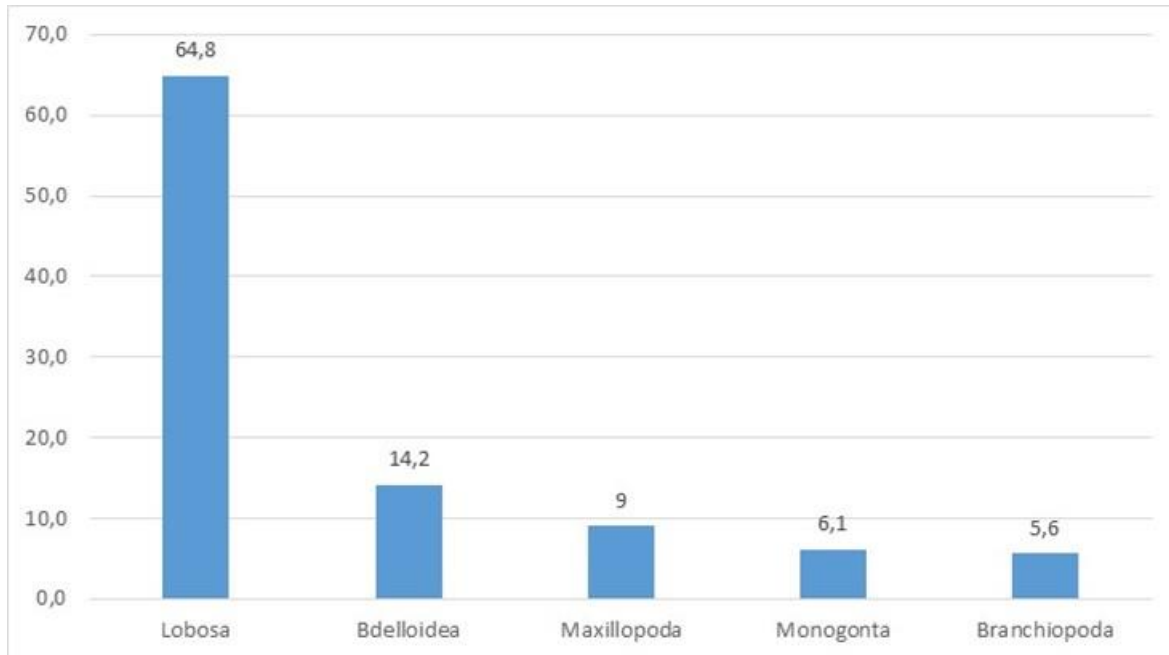


Figura 2- 364. Abundancia porcentual por clases de Zooplancton en los ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

La clase Lobosa pertenece al grupo de protozoos descomponedores de celulosa y recicladores de nutrientes, comunes en ambientes contaminados por residuos industriales (Zapata-Madrid, 2006). La clase Bdelloidea (rotíferos al igual que la clase Monogononta) se debe a que estos organismos son estrategas r, oportunistas, tamaño pequeño, ciclo de vida corto y amplia tolerancia a una variedad de factores ambientales (Neves, Rocha, Roche, & Pinto, 2003).

Debido al estadio larval de la clase Maxillopoda las morfoespecies no se pudieron determinar a nivel de orden, familia o especie por consiguiente es imposible hacer relaciones o interacciones del por qué, de la mayor presencia de esta comunidad en los ecosistemas lóticos.

- **Análisis Correspondencia Canónica (Ecosistemas Lóticos, Parámetros Físicoquímicos y Comunidades Zooplanctónicas).**

En el análisis de correspondencia canónica no se registra relaciones claras de morfoespecies zooplanctónicas y parámetros físicoquímicos tomados en campo debido a que en muchos reportes de las morfoespecies se colectaron organismos en estado larval, imposibilitando determinar al mayor nivel posible y por consiguiente no se puede establecer los requerimientos ecológicos de cada morfoespecie. Otro factor importante es el efecto causado por las corrientes y la poca resistencia natatoria de esta comunidad trasladándose

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

sin resistencia a todos los ecosistemas lóticos con mayor presencia de las morfoespecies tolerantes a la antropización característica de todos los ecosistemas objeto de estudio.

Algunas relaciones se pueden determinar, siendo el caso de las morfoespecies *Bosmina* sp, *Brachionus* sp y *Anuraeopsis* sp correlacionadas positivamente con las zonas con valores medios de oxígeno disuelto, coliformes fecales y valores bajos de estreptococos fecales, coliformes fecales, amonio, sulfatos y conductividad en CA-15.

La morfoespecie *Cephalodella* sp está relacionada a mayores concentraciones de carga orgánica y fosfatos. *Arcella* sp y *Vorticella* sp por su parte, se relaciona a sitios con mayor presencia de tensoactivos (Figura 2-365).

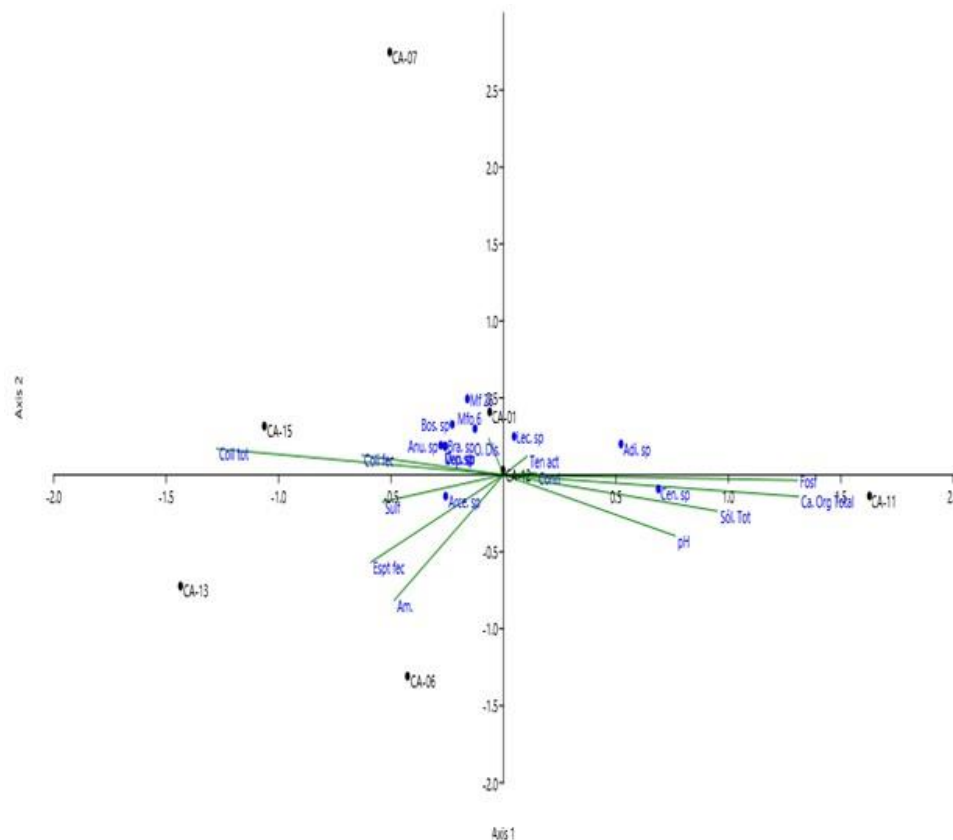


Figura 2- 365. Análisis de correspondencia canónica zooplancton ecosistemas lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de Diversidad de Ecosistemas Lóticos para el Ensamblaje Zooplanctónico**

Los índices de diversidad calculados para el ensamblaje zooplanctónico en los siete (7) ecosistemas lóticos arrojan valores normales de diversidad para el ecosistema hídrico CA-13 con distribución proporcional dentro de la abundancia total registrada para este cuerpo lótico, por su parte los demás ecosistemas debido a su baja riqueza y abundancia muestran

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

valores muy bajos de diversidad con rangos de Shannon de $H' = 0 - 1,37$ con el menor valor arrojado por CA-12 ($H'=0$) debido a registrarse una sola morfoespecies zooplanctónica.

Estos registros de bajos valores se presentan como se ha dicho con anterioridad a las condiciones antrópicas de los ecosistemas y al efecto de arrastre de la corriente impidiendo una estabilización de la comunidad en la columna de agua.

En cuanto a los índices de dominancia se registra el valor más alto en el ecosistema CA-12 con $D= 1$ y $1-D=0$ a causa de la presencia de una sola morfoespecie (*Centropyxis* sp), la siguiente dominancia presentada la reporta CA-06 con valores de $D=8,85$ y $1-D= 0,14$ con abundancias significativas de *Vorticella* sp. Los demás ecosistemas lóticos no registran dominancias significativas de ninguna morfoespecie (Tabla 2-253).

Tabla 2- 253. Índices de diversidad zooplanctónica ecosistemas lóticos.

| | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|-----------|-------------|-------------|
| CA-01 | 1,327 | 0,2822 | 0,7178 |
| CA-06 | 0,3303 | 0,8503 | 0,1497 |
| CA-07 | 1,121 | 0,4069 | 0,5931 |
| CA-11 | 0,9982 | 0,4845 | 0,5155 |
| CA-12 | 0 | 1 | 0 |
| CA-13 | 2,043 | 0,1358 | 0,8642 |
| CA-15 | 1,371 | 0,2576 | 0,7424 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de Bray - Curtis Comunidades Zooplanctónicas en Ecosistemas Lóticos**

El índice de Bray-Curtis registra la formación de dos grupos con mayor similitud entre sus morfoespecies de CA-06 y CA-07 con un porcentaje del 42% aproximadamente compartiendo 1 morfoespecie, el siguiente grupo lo conforman tres ecosistemas, CA-13 y CA-15 con un 35% de similitud y CA-12 con una similitud con los otros dos cuerpos lóticos del 35% aproximadamente. Con las similitudes más bajas las reporta CA-11 y CA-01 con una similitud de menos del 15%, estas bajas similitudes registradas en los cuerpos lóticos indican que se registran morfoespecies exclusivas en la mayoría de los cuerpos lóticos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

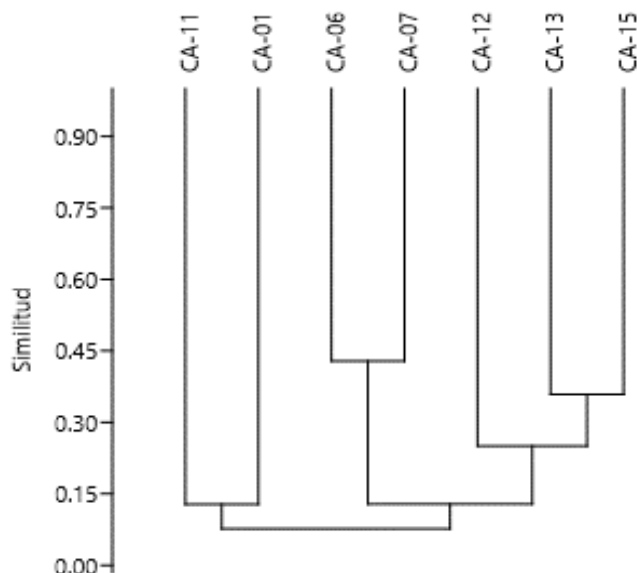


Figura 2- 366. Índice de Bray-Curtis en las comunidades zooplanctónicas.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.2.4 Macroinvertebrados en los Ecosistemas Lóticos

Corresponden al grupo de organismos que tienen tamaños superiores a los 0,5 mm de longitud. Dentro de esta categoría se encuentran los poríferos, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos y moluscos (Roldán & Ramírez, 1992). Estos organismos viven sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el lecho, sobre rocas y troncos sumergidos, adheridos a la vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie (González del Tánago & García de Jalón, 1995).

Los macroinvertebrados acuáticos han sido ampliamente empleados como indicadores biológicos de la calidad del agua, ya que funcionan como una importante herramienta para el muestreo de los recursos hídricos. Esto se debe, a que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados, por lo tanto cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará en las estructuras de las comunidades; que allí habitan, razón por la cual son fundamentales en el entendimiento de la estructura trófica y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Lampert & Sommer, 2007).

Considerando lo anterior, a pesar de ser uno de los grupos bioindicadores, pocos estudios se han realizado en el área de estudio acerca de estos. Las caracterizaciones realizadas previamente, corresponden a resultados del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral, Embalse de Córdoba, Capellanía, El Burro, Techo, La Vaca y Tibanica. Informe de evaluación ambiental desarrollado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP y el Informe diagnóstico y estudio de alternativas, evaluación ecológica y ambiental, así como investigaciones de la UDCA y la Universidad del Bosque.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dentro de las especies reportadas con mayor frecuencia de ocurrencia y abundancia están: *Tubifex* sp (Clase Clitellata, orden: Oligochaeta), *Atrichopogon* sp, *Eristalis* sp y *Tipula* sp, larvas de *Brachyptera* sp (Clase: Insecta, orden: Diptera); siendo estos últimos, los más representativos para el sistema de aguas asociados a los humedales de Torca y Guaymaral. En general, estos grupos de especies, suelen bioindicar condiciones de contaminación por procesos de eutrofización, pues son organismos que soportan bajas condiciones de oxígeno y altas concentraciones de sustancias tóxicas como metales pesados, detergentes, pesticidas y herbicidas tolerantes; factores que, en conjunto, favorece su desarrollo y reproducción, sirviendo de alimento para otras especies como peces, nematodos y otras larvas de insectos (Ecology and Environment Inc & Hidromecánicas Ltda, 1998), (Conservación Internacional, 2000), (Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia y EAAB, 2007) y (Posada, 2013)

A continuación, se registra la caracterización de macroinvertebrados acuáticos (bentos y neuston) en la temporada de lluvias.

- **Riqueza de Macroinvertebrados Acuáticos en los Ecosistemas Lóticos (Bentos y Neuston)**

La riqueza de macroinvertebrados presente en los ecosistemas lóticos arrojó valores muy similares en bentos y neuston con valores 1 a 7 morfoespecies por cuerpo lótico. Para el caso de bentos se registra mayor riqueza en dos ecosistemas, con seis (6) morfoespecies en CA-09 y CA-15, seguido de CA-11 y CA-12 con cinco (5) morfoespecies. Con las menores riquezas se reportan CA-02 con dos (2) morfoespecies y con una morfo especie se registran los ecosistemas CA-01 y CA-13.

En cuanto al neuston se registra mayor riqueza en los CA-2 con siete (7) morfoespecies, seguido de CA-11 con seis (6) morfoespecies, con menor presencia de morfoespecies se registra a CA-09 con cuatro (4) morfoespecies, seguido de CA-13 y CA-15 con tres (3) morfoespecies. CA-06 y CA-07 registra cada uno dos (2) y con una (1) sola morfoespecie se registra a CA-01 (ver Tabla 2-254, Tabla 2-255 y Figura 2-367).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 254. Bentos reportados en los ecosistemas Lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Clitellata | Tubificida | No identificada | Morfo 74 | 1,11 | 2,22 | 1,11 | | | 467,77 | 17,77 |
| Clitellata | Hirudinida | Glossiphoniidae | <i>Placobdella</i> sp | | | | | 1,11 | | 2,22 |
| Bivalvia | Veneroida | Pisidiidae | <i>Pisidium punctiferum</i> | | | 1,11 | | 1,11 | | 61,11 |
| Gastropoda | Basommatophora | Physidae | <i>Physa</i> sp | | | | | 6,66 | | |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus</i> sp | | | | 7,77 | | | |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | | 1,11 | 3,33 | 13,33 | | | 44,44 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> sp | | | 62,22 | | | | |
| Insecta | Diptera | Culicidae | <i>Culex</i> sp | | | | 1,11 | | | |
| Insecta | Diptera | Culicidae | Morfo 55 | | | | 5,00 | | | |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | <i>Odontomyia</i> sp | | | | | | | 1,11 |
| Malacostraca | Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella</i> sp | | | 13,33 | 12,22 | 3,33 | | 7,77 |
| Trepaxonemata | Neoophora | Planariidae | <i>Dugesia</i> sp | | | 2,22 | | 2,22 | | |
| Densidad (Ind/cm²) | | | | 1,11 | 3,33 | 83,32 | 39,43 | 14,43 | 467,77 | 134,42 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2- 255. Neustón reportado en los ecosistemas Lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|--------------|------------|-----------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Clitellata | Tubificida | No identificada | Morfo 74 | 4,44 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 11,11 | 4,44 |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | <i>Copelatus</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | <i>Culex</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Malacostraca | Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella</i> sp | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 5,55 | 3,33 | 12,22 | 0,00 | 7,77 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | Morfo 55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | 5,55 | 7,77 | 1,11 | 1,11 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | Morfo 56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> sp | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 47,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 255. Neustón reportado en los ecosistemas Lóticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Insecta | Coleoptera | Gyrinidae | <i>Gyrinus sp</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16,66 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Odonata | Coenagrionidae | Morfo 39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,33 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | <i>Culex sp</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,44 | 0,00 |
| Bivalvia | Veneroida | Pisidiidae | <i>Pisidium punctiferum</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gastropoda | Basommatophora | Physidae | <i>Physa sp</i> | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 16,66 | 0,00 | 0,00 |
| Gastropoda | Basommatophora | Ancylidae | <i>Ferrissia sp</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 0,00 |
| Trepaxonemata | Neoophora | Planariidae | <i>Dugesia sp</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,44 |
| Densidad (Ind/cm²) | | | | 4,44 | 3 | 2,22 | 59,98 | 32,2 | 52,2 | 26,66 | 16,65 |

Fuente: Elaboración propia.

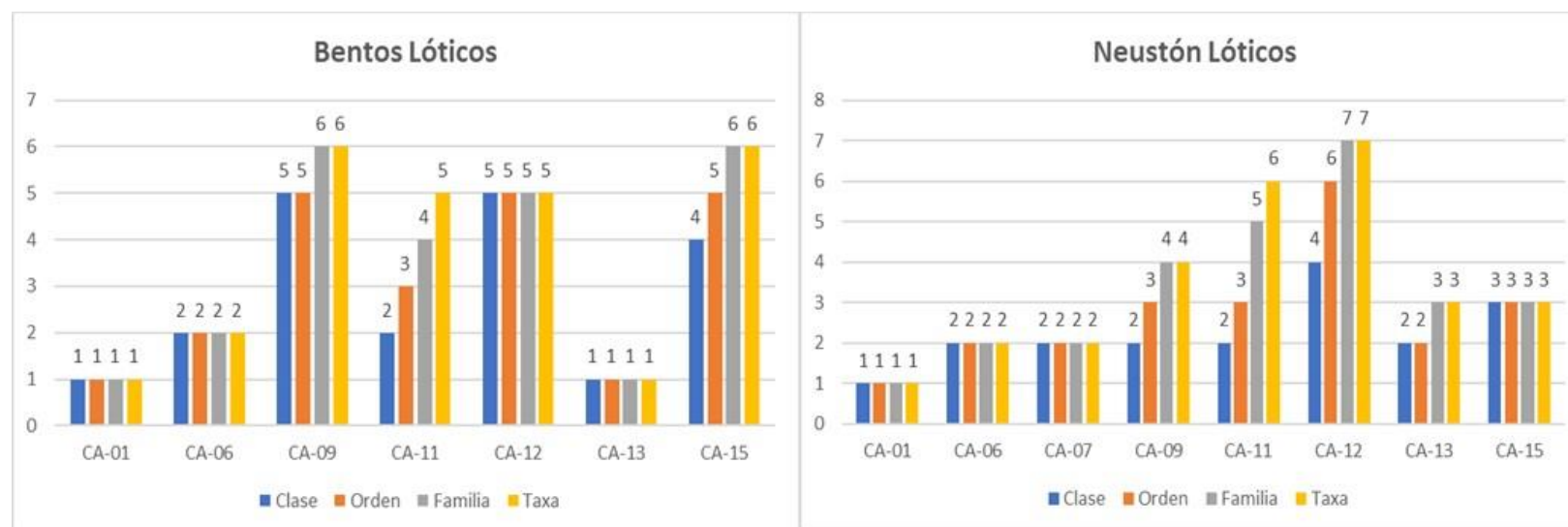


Figura 2- 367. Riqueza de macroinvertebrados ecosistemas lóticos.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En bentos como en el neuston la clase Insecta registra el mayor número de morfoespecies, esta clase es la más representativa en los estudios evaluados, agrupando nueve ordenes de insectos en Colombia, incluyendo familias acuáticas, constituyendo la fauna más representativa en los ecosistemas lénticos y lóticos. (Roldan & Ramírez, 2008).

En los órdenes más sobresalientes en bentos y neuston se reporta a Diptera con la mayoría de las morfoespecies, este orden constituye uno de los grupos de insectos más complejos y abundantes, distribuidos en todo el mundo. Son organismos holometábolos con ciclos de vida muy variables. (Roldan-Pérez, 2008).

Las riquezas de bentos y neuston reportan valores bajos en todos los cuerpos lóticos debido a las características antrópicas de los ecosistemas hídricos restringiendo a especies de macroinvertebrados con altas resistencia a las perturbaciones ambientales.

Los canales CA-01, CA-07 y CA-13 registran las más bajas riquezas debido al desmejoramiento en la calidad del agua y a la homogeneidad del sustrato consecuencia de la canalización del cuerpo hídrico, el cual gracias a su artificialidad disminuye considerablemente los sitios de refugio donde se puedan proteger de los depredadores, como de las fuertes corrientes y se disminuye las zonas de obtención de alimento. Algunos autores han encontrado que sustratos naturales como rocas, sedimentos y materia orgánica, sostiene una mayor diversidad y un mejor reparto de sus abundancias entre la riqueza (Gómez & Salazar, 2015)

- **Abundancia de Macroinvertebrados en los Ecosistemas Lóticos**

Respecto a la abundancia de macroinvertebrados, se registraron mayor abundancia en los bentos reportando 743,81 Ind/cm², para el caso del neuston se reportaron 197,68 Ind/cm². Esta mayor abundancia en los bentos se registra como consecuencia de la mayor presencia de microhábitats con capacidad de albergar más morfoespecies de macroinvertebrados lo contrario del neuston que estaría suministrando un microhábitat homogéneo en la interfase agua aire.

La abundancia por ecosistemas en los bentos se registró mayor número en CA-13 con 467 Ind/cm² solo en la morfoespecie morfo 74 del orden Tubificida, con menores valores se registra a CA-15 con 134,42 Ind/cm² con la mayor representatividad de la morfoespecie de *Pisidium punctiferum* con 61,11 Ind/cm², la siguiente abundancia la presenta el ecosistema CA-09 con 83,32 Ind/cm² con el mayor número de individuos de la morfoespecie *Simulium* sp con 62,22 Ind/cm². Las abundancias más bajas se reportan en la Figura 2-368.

Para los macroinvertebrados del Neuston registra la mayor abundancia en el ecosistema CA-09 con 59,98 Ind/cm² con el mayor número de individuos de la morfoespecie *Simulium* sp con 47,77 Ind/cm², la siguiente abundancia la registra el ecosistema CA-12 con 52,2 Ind/cm² con la mayor abundancia de las morfoespecie *Gyrinus* sp y *Physa* sp con 16,66 Ind/cm², a su vez, el ecosistema CA-11 reporta 32,2 Ind/cm² con el mayor número de individuos de la morfoespecie morfo 55 de la familia Culicidae con 14,44 Ind/cm². Por su parte el CA-13 registra 26,66 Ind/cm² con el mayor número de individuos de *Culex* sp con 14,44 Ind/cm². La totalidad de las abundancias se muestran en la Figura 2-368.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

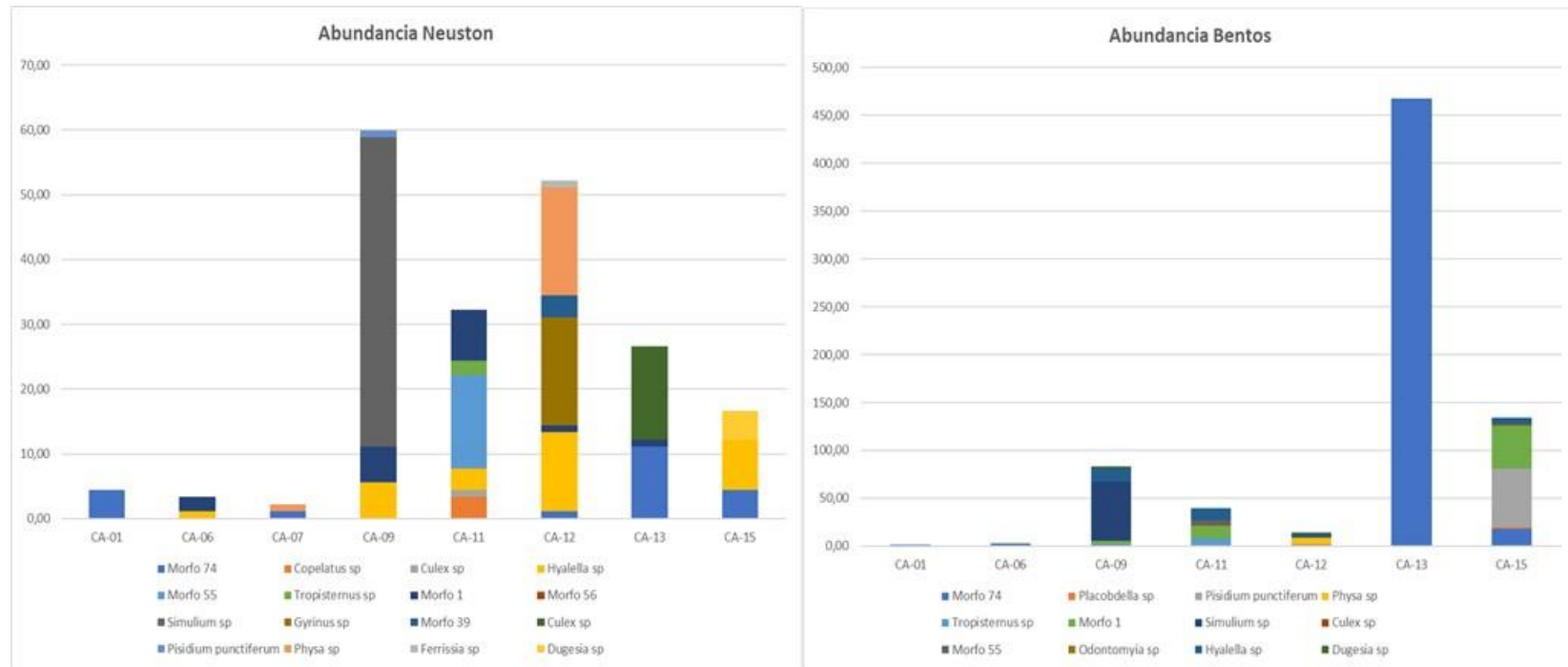


Figura 2- 368. Abundancia de Macroinvertebrados de los Ecosistemas Lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La mayor abundancia en los bentos de la morfoespecie morfo 74 del orden Tubificida, indica alteraciones en los parámetros fisicoquímicos naturales del agua por procesos antrópicos, dichas alteraciones benefician a la morfoespecie en mención y restringe el establecimiento otros individuos con baja resistencia a los cambios fisicoquímicos del cuerpo lótico.

Pisidium punctiferum registrado en el bentos del ecosistema CA-15 se caracteriza por vivir entre macrófitas acuáticas de humedales lénticos y lóticos en un gradiente altitudinal amplio, donde forma poblaciones bastante grandes (Linares, Lasso, Vera-Ardila, & Morales-Betancourt, 2018).

En el ecosistema CA-09 se registra en bentos como en neuston mayores abundancias de *Simulium* sp, los organismos de la familia simuliidae cumplen un papel fundamental en la transferencia de energía desde las partículas que filtran (detritus, algas, bacterias) hacia sus depredadores, representados en otros animales como quironómidos, coleópteros y peces, se consideran bioindicadores de aguas de buena a moderada calidad, ya que en general requieren una buena oxigenación del medio (Adler & Mccreadie, 1997) esta información se corrobora dado que en la caracterización fisicoquímica el ecosistema lótico en mención, registra los valores más altos de oxígeno de todos los cuerpos lóticos (5,7 mg O₂/L)

- **Índice BMWP en los Ecosistemas Lóticos**

El índice de monitoreo biológico –BMWP (por sus siglas en inglés) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores.

(Roldan, 2003) basado en la clasificación de los macroinvertebrados acuáticos, adapta el sistema, inicialmente para ecosistemas acuáticos de montaña, presentando las familias y su valoración, de acuerdo a su adaptación a las distintas calidades de agua, con un puntaje que va de 1 a 10, dependiendo de su tolerancia a la contaminación, siendo más alto el de las familias más sensibles hasta el más bajo de las más tolerantes, para sumar los puntajes y dar la valoración del índice Tabla 2-256.

Tabla 2- 256. Puntajes del BMWP adaptado para Colombia.

| Clase | Puntuación | Calidad del Agua | Color |
|-------|----------------|---------------------------------|--------|
| I | >150- 101 -120 | Aguas limpias | Blue |
| II | 61 - 100 | Aguas medianamente contaminadas | Green |
| III | 36 - 60 | Aguas contaminadas | Yellow |
| IV | 16 - 35 | Aguas muy contaminadas | Orange |
| V | < 15 | Aguas fuertemente contaminadas | Red |

Fuente: (Roldan G. A., 2003)

A continuación, se registran las familias de macroinvertebrados (Bentos y Neuston) presentes en los diferentes cuerpos lóticos del área de estudio y la calificación BMWP de las distintas familias (Tabla 2-257).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 257. Familillas y puntaje BMWP/Col para las diferentes familias de los ecosistemas lóticos.

| Orden | Familia | Taxa | CA-01 | CA-06 | CA-07 | CA-09 | CA-11 | CA-12 | CA-13 | CA-15 |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Tubificida | No identificada | Morfo 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Hirudinida | Glossiphoniidae | <i>Placobdella</i> sp | | | | | | 3 | | 3 |
| Veneroida | Pisidiidae | <i>Pisidium punctiferum</i> | | | | 4 | | 4 | | 4 |
| Basommatophora | Physidae | <i>Physa</i> sp | | | 3 | | | 3 | | |
| Basommatophora | Ancylidae | <i>Ferrissia</i> sp | | | | | | 6 | | |
| Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus</i> sp | | | | | 3 | | | |
| Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> sp | | | | 8 | | | | |
| Diptera | Culicidae | <i>Culex</i> sp | | | | | 2 | | 2 | |
| Diptera | Culicidae | Morfo 55 | | | | | 2 | | | |
| Diptera | Stratiomyidae | <i>Odontomyia</i> sp | | | | | | | | 4 |
| Coleoptera | Dytiscidae | <i>Copelatus</i> sp | | | | | 9 | | | |
| Coleoptera | Gyrinidae | <i>Gyrinus</i> sp | | | | | | 9 | | |
| Odonata | Coenagrionidae | Morfo 39 | | | | | | 7 | | |
| Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella</i> sp | | 7 | | 7 | 7 | 7 | | 7 |
| Neophora | Planariidae | <i>Dugesia</i> sp | | | | 7 | | 7 | | 7 |
| Valor BMWP | | | 1 | 10 | 4 | 29 | 25 | 49 | 5 | 28 |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta los puntajes del BMWP/Col. Se determinó la calidad del agua de los ocho (8) ecosistemas lóticos, reportando aguas fuertemente contaminadas para CA-01, CA-07, CA-06 y CA-13. Con valores más altos se reportan los ecosistemas CA-09, CA-11 y CA-15 arrojando una calidad de aguas muy contaminadas y con mejores condiciones en la calidad del agua se reporta CA-12 con calidad de Aguas contaminadas (Figura 2-369).

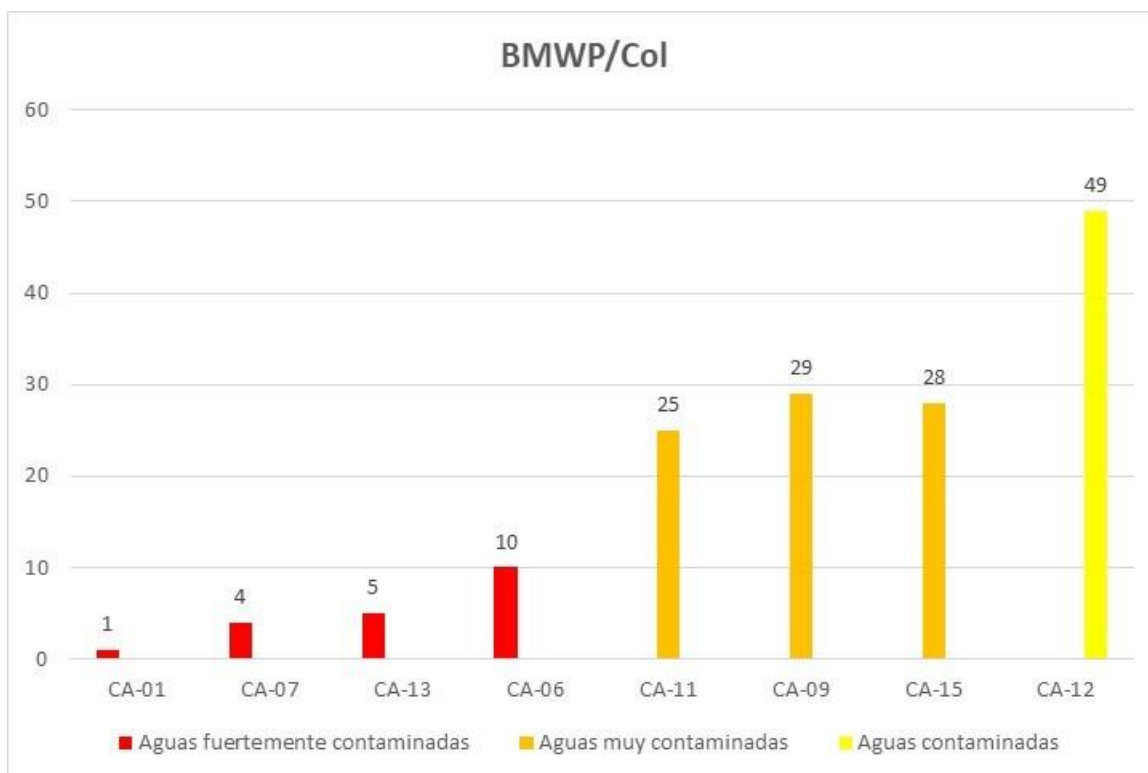


Figura 2- 369. Calidad de aguas según el BMWP/Col en ecosistemas lóticos
Fuente: Elaboración propia.

Es de resaltar que en el ecosistema hídrico CA-09 se encontraron familias de macroinvertebrados con valores BMWP medianamente tolerantes a la contaminación ambiental con valores con rangos de 7 y 9 (50% de las familias) indicando mejor del ecosistema, como se ha dicho anteriormente los parámetros fisicoquímicos tomados en campo en el mismo punto del muestreo hidrobiológico arrojan en mejores concentraciones de oxígeno (5,7 mg O₂/L calculando con la temperatura 14,7°C arroja una saturación de oxígeno de 57%) menor presencia de Coliformes fecales (11199 NMP/100 ml), estreptococos fecales (9,6 NMP/100 ml), que, a pesar de registrar contaminación todavía mantiene morfoespecies medianamente tolerantes a estas condiciones ambientales.

El otro ecosistema con presencia de morfoespecies poco tolerantes a la contaminación es el ecosistema CA-12 con el 40% de presencia de estos organismos con rango de BMWP 7-9, corroborando con los parámetros fisicoquímicos es el segundo en mejor calidad ambiental con concentraciones de oxígeno de 3,6 mg O₂/L (37% de saturación de oxígeno) y 31 NMP/100 ml de estreptococos fecales. Los demás ecosistemas lóticos en su mayoría registran familias muy tolerantes a la contaminación con valores BMWP de 1 a 6 con

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

algunas especies con baja tolerancia a la contaminación, pero registrando baja abundancia de estos. Con los parámetros fisicoquímicos se corrobora la alta antropización de la mayoría de los ecosistemas lóticos objeto de estudio.

- **Índices de Diversidad de Macroinvertebrados en los Ecosistemas Lóticos**

Como era de esperarse los índices de diversidad de Shannon indicaron valores muy bajos en el bentos y en el neuston (todo los valores de Shannon inferiores a 2) denotando en todos los cuerpos lóticos una baja distribución de las morfoespecies en consecuencia mostrando una disminución de las diversidades en cada cuerpo de agua por procesos antrópicos y por la homogeneidad de sustratos en el caso de los canales (CA-01, CA-07 y CA-15), por consecuencia se registran dominancias altas en CA-01 y CA-13 con dominancias absolutas de una sola morfoespecie ($D=1$ y $1-D=0$), los de más cuerpos hídricos no registras dominancias significativas de ninguna morfoespecie. (Tabla 2-258 y Tabla 2-259).

Tabla 2- 258. Índices de diversidad de macroinvertebrados de los bentos.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-01 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CA-06 | 2 | 0,6365 | 0,5556 | 0,4444 |
| CA-09 | 6 | 0,8516 | 0,5859 | 0,4141 |
| CA-11 | 5 | 1,412 | 0,266 | 0,734 |
| CA-12 | 5 | 1,378 | 0,3018 | 0,6982 |
| CA-13 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CA-15 | 6 | 1,264 | 0,3371 | 0,6629 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2- 259. Índices de diversidad de macroinvertebrados del neuston.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-01 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CA-06 | 2 | 0,6365 | 0,5556 | 0,4444 |
| CA-07 | 2 | 0,6931 | 0,5 | 0,5 |
| CA-09 | 4 | 0,6956 | 0,6518 | 0,3482 |
| CA-11 | 6 | 1,472 | 0,2867 | 0,7133 |
| CA-12 | 7 | 1,49 | 0,264 | 0,736 |
| CA-13 | 3 | 0,8292 | 0,4688 | 0,5312 |
| CA-15 | 3 | 1,061 | 0,36 | 0,64 |

Fuente: Elaboración propia

- **Índices de Bray – Curtis Comunidad de Macroinvertebrados**

El índice de Bray-Curtis para los bentos forma de grupos con la mayor similitud se registra CA-06 y CA-01 con el 50% compartiendo una morfoespecie. Con menor porcentaje de similitud de los subgrupos conformados por CA-09 y CA-11 con el 25% compartiendo dos morfoespecies, unido a estos cuerpos hídricos se registra a CA-15 y CA-12 con el 17% y el

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

10% respectivamente. Separado de todos los cuerpos hídricos se registra a CA-13 con una similitud poco significativa entre los demás cuerpos lóticos (Figura 2-370).

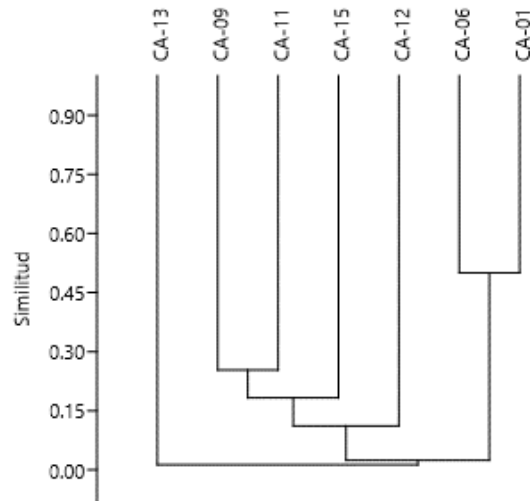


Figura 2- 370. Índice de Bray -Curtis bentos.
Fuente: Elaboración propia.

El índice de Bray-Curtis para neuston registra similitudes muy bajas entre los cuerpos lóticos con mayor porcentaje entre los ecosistemas CA-13 y CA-15 con un 40% aproximadamente, los demás cuerpos hídricos registran similitudes entre ellos del menos del 30% registrando un número alto de morfoespecies exclusivas para cada cuerpo lótico (Figura 2-371).

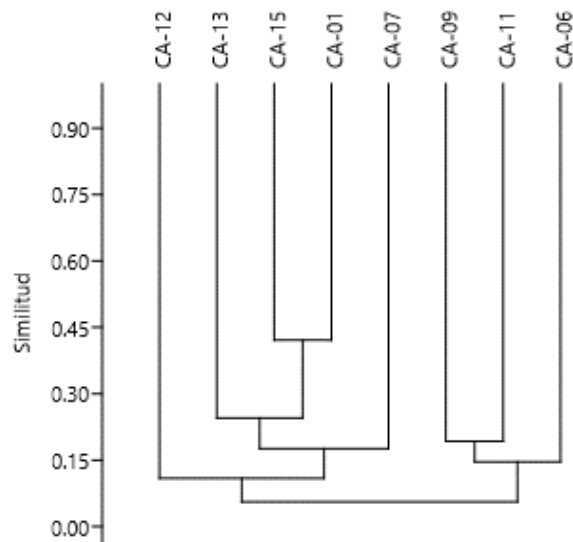


Figura 2- 371. Índice de Bray Curtis Neuston.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.2.5 Peces - Ecosistemas Lóticos

Los peces constituyen uno de los grupos característicos, de los ecosistemas acuáticos, no solo por ser el grupo taxonómico de mayor abundancia y riqueza de especies, sino también por su papel funcional dentro de los cuerpos de agua. Gran parte del flujo de energía que proviene en primera instancia de la producción primaria (algas, macrófitas y vegetación riparia) y de la cadena detritívora (Hongos, bacterias y virus) pasa a través de los peces hacia los vertebrados superiores, incluido el hombre, razón por la cual su estudio permite inferir el estado de todos los niveles tróficos presentes en el ecosistema (Trujillo, Caro, & Suárez, Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a la formulación de planes de manejo en aéreas de jurisdicción de CDA, Corporinoquia y Cormacarena, 2004).

Los peces ocupan prácticamente todos los ambientes acuáticos continentales, y su elevada movilidad les permite desplazarse temporal y espacialmente en la medida en que los ecosistemas fluctúan. Esto es aún más notorio en los planos de inundación, como aquellos presentes en la región del río Catatumbo y sus afluentes, en los cuales los cambios hidroclimáticos provocan fuertes fluctuaciones ambientales que se ven reflejadas en la gran cantidad de hábitats que conforman la red hídrica de la región y a los cuales la comunidad de peces se ha adaptado a lo largo del tiempo, favoreciendo la coexistencia de una gran cantidad de especies (Ortega-Lara, Lasso-Alcalá, Lasso, Andrade de Pasquier, & Bogotá-Gregory, 2012).

Las comunidades de Peces se sitúan en diversos niveles tróficos, los cuales incluyen: omnívoro, insectívoro, piscívoro, planctívoro y detritívoro, y se ubican en los niveles próximos al vértice de la pirámide trófica. De este modo, la composición y estructura de la comunidad integra la información de los niveles tróficos inferiores (Schreck & Moyle, 1990) y reflejan el estado de calidad de todo el sistema acuático. Cambios en la composición y estructura de las comunidades ícticas a menudo indican que pueden existir variaciones en variables fisicoquímicas como: el pH, salinidad, temperatura, sólidos suspendidos, flujo, turbidez u oxígeno disuelto, revelando algún nivel de contaminación. En este sentido, “la presencia” o “ausencia” de ciertas especies es consecuencia de cambios en el hábitat o de algún nivel de alteración (Jørgensen, Ernande, Fiksen, & Dieckmann, 2006), (Snyder, Young, Lemarié, & Smith, 2002).

Desde el punto de vista indicador, los peces poseen características que los diferencian de las demás comunidades de la biota acuática (plancton, bentos y macrófitas) que permite asociarlos a su longevidad, afecciones e impactos producidos a las masas de agua que habitan; Poseen también un papel preponderante en los ecosistemas, al influir en el flujo de energía y transporte de sustancias y elementos; por lo cual son un indicador, de conservación del recurso hidrobiológico, así como de salubridad de las aguas para el consumo de las poblaciones humanas (Schreck & Moyle, 1990).

En los 8 ecosistemas lóticos en el área de estudio, solo se pudo registrar fauna íctica en cuerpos de agua, en los ecosistemas CA-01 registrando una sola especie correspondiente a *Eremophilus mutisii* especie endémicas del altiplano cundiboyacense y de la cuenca del río Bogotá (Fowler 1942), en (Roa-Fuentes, Prada-Pedrerros, Álvarez-Zamora, Rivera, & Maldonado-Ocampo, 2013).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 260. Composición y abundancia de especies de peces identificadas dentro del área de estudio.

| Orden | Familia | Taxa | Nombre común | CA-01 |
|--------------|------------------|---------------------------------------------|----------------------|-------|
| Siluriformes | Trichomycteridae | <i>Eremophilus mutisii</i> (Humboldt, 1805) | Capitán de la Sabana | 1 |

Fuente: Elaboración propia

El capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*, Fotografía 2-104), es el bagre de mayor tamaño encontrado en las aguas altoandinas del país, el cual ha sido un importante recurso pesquero desde la época de los muiscas y que, actualmente, resulta casi un mito para la mayoría de la población (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012) y (Caicedo-Garzón, 2017).

Esta especie, ha sufrido los efectos de la transformación del ecosistema en todas sus áreas de distribución, en donde factores como la desecación, sedimentación, contaminación e introducción de especies exóticas invasoras (flora y fauna) han diezmando sus poblaciones (Guerrero-García, 2014).

Esta especie, perteneciente al orden de los Siluriformes y a la familia Trichomycteridae, es endémica para la subcuenca del río Bogotá, cuenca del río Magdalena. Su distribución natural se da entre los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y una pequeña parte de Santander (Bastidas & Lemus, Aporte al conocimiento de la biología y ecología del pez capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii* en el altiplano cundiboyacense, 2014). Fue trasplantada (fuera de su distribución natural), al lago de Tota, la laguna de La Cocha y el embalse de Tominé, como alimento para la trucha (*Onchorhynchus mikyss*), localidad donde se estableció exitosamente. Se cree que su introducción ocasionó la extinción del pez graso (*Rhizomichthys totae*) (Instituto Alexander von Humboldt, 2018).

Su hábitat son ecosistemas de aguas lénticas, como lagos y lagunas, específicamente en el fondo lodoso, donde busca detritos y macroinvertebrados bentónicos para alimentarse). Es una especie territorial de hábitos nocturnos que se reproduce durante todo el año y puede vivir a muy bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, (condición evidenciada en los cuerpos de agua evaluados variando entre 0,3 y 6,2 mg O₂/L), puesto que puede tomar aire directamente de la atmósfera (Bustamante-Sanint, 2010).



Fotografía 2- 104. Ejemplar de la especie *Eremophilus Mutisii* (Capitán de la Sabana). Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia, el capitán de la sabana se encuentra en categoría vulnerable (VU B2b (iii)) (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012). Siendo su principal amenaza el deterioro del hábitat, como consecuencia de la desecación de gran parte de los humedales del altiplano Cundiboyacense, sumada a la pérdida de coberturas vegetales riparias, la contaminación del recurso hídrico, la sobrepesca e introducción de especies (Caicedo-Garzón, 2017) y (MADS, SDA & UMB, 2017)

El capitán enano, *Trichomycterus bogotensis*, presenta su distribución en la localidad de Chapinero, en Bogotá; sin embargo, es posible encontrarla en ríos de alta montaña de los departamentos de Cundinamarca, Santander y Boyacá. Habita en corrientes de aguas someras, frías, claras, bien oxigenadas, próximas a la orilla entre macrófitas acuáticas y rocas, prefiriendo las zonas oscuras y cerradas por vegetación riparia donde la corriente es lenta (siendo esta la zona dónde fue capturada); presenta un amplio espectro trófico compuesto principalmente por invertebrados de pequeño tamaño, asociados o fijos al sustrato fangoso y de vegetación perifítica (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Características encontradas en su lugar de colecta, la quebrada San Juan.

2.6.3.3 HIDROBITA ECOSISTEMAS LÉNTICOS

A continuación, se realiza la caracterización de las comunidades hidrobiológicas de los cuerpos lénticos del área del proyecto:

2.6.3.3.1 Perifiton en Ecosistemas Lénticos

En los seis (6) ecosistemas lénticos se registraron 24 morfoespecies de perifiton, registrando mayor riqueza en CA-14 con 18 morfoespecies distribuidos en cinco (5) clases, 11 órdenes y 13 familias, seguido del ecosistema CA-10 con 13 morfoespecies distribuidos en seis (6) clases, nueve (9) órdenes y 12 familias. Con riquezas más bajas se registra a CA-03 con seis (6) morfoespecies, CA-02 con cinco (5) morfoespecies, CA-04 y CA-05 con tres (3) y cuatro (4) morfoespecies respectivamente (Tabla 2-261 y Figura 2-372).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 261. Perifiton registrado en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | CA-10 | CA-14 |
|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp | | 7,16 | 0,44 | 12,38 | 17,10 | 283,19 |
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Hantzschia</i> sp | | | | | 0,90 | 1,23 |
| Bacillariophyceae | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Encyonema</i> sp | | | | | | 8,60 |
| Bacillariophyceae | Cymbellales | Gomphonemataceae | <i>Gomphonema</i> sp | | 1,65 | | | 15,30 | 58,97 |
| Bacillariophyceae | Fragilariales | Fragilariaceae | <i>Synedra</i> sp | | | | | 1,80 | 27,29 |
| Coscinodiscophyceae | Melosirales | Melosiraceae | <i>Melosira</i> sp | | | | | 7,20 | |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp | 1,60 | 4,96 | | 0,38 | 5,40 | 7,29 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp | | 25,34 | | | 81,00 | 14,74 |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Amphipleuraceae | <i>Frustulia</i> sp | | | | | 0,90 | 5,53 |
| Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp | | | | | 2,70 | |
| Bacillariophyceae | Surirellales | Surirellaceae | <i>Surirella</i> sp | | | | | | 4,91 |
| Conjugatophyceae | Zygnematales | Zygnemataceae | <i>Mougeotia</i> sp | | | | | | 244,49 |
| Chlorophyceae | Chaetophorales | Chaetophoraceae | <i>Chaetophora</i> sp | | | | | | 0,61 |
| Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> sp | | | | | | 2,46 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> sp | | 0,55 | | | | |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyceae | <i>Pediastrum</i> sp | | | 0,44 | | 3,60 | |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Microsporaceae | <i>Microspora</i> sp | | | | | | 3,69 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus</i> sp | | | | | 0,90 | |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp | 5,78 | | | 1,13 | 28,80 | 87,84 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Lyngbya</i> sp | | | 1,76 | | | 167,86 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> sp | | | | | | 61,43 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Phacaceae | <i>Lepocinclis</i> sp | 3,85 | 1,12 | | 0,75 | 1,80 | |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Phacus</i> sp | 1,93 | | | | | 4,30 |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas</i> sp | 1,93 | | | | | 3,71 |
| Densidad (Ind/MI) | | | | 24,087 | 40,777 | 2,639 | 14,637 | 212,4 | 1128,87 |
| Riqueza específica (S') | | | | 5 | 6 | 3 | 4 | 13 | 18 |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

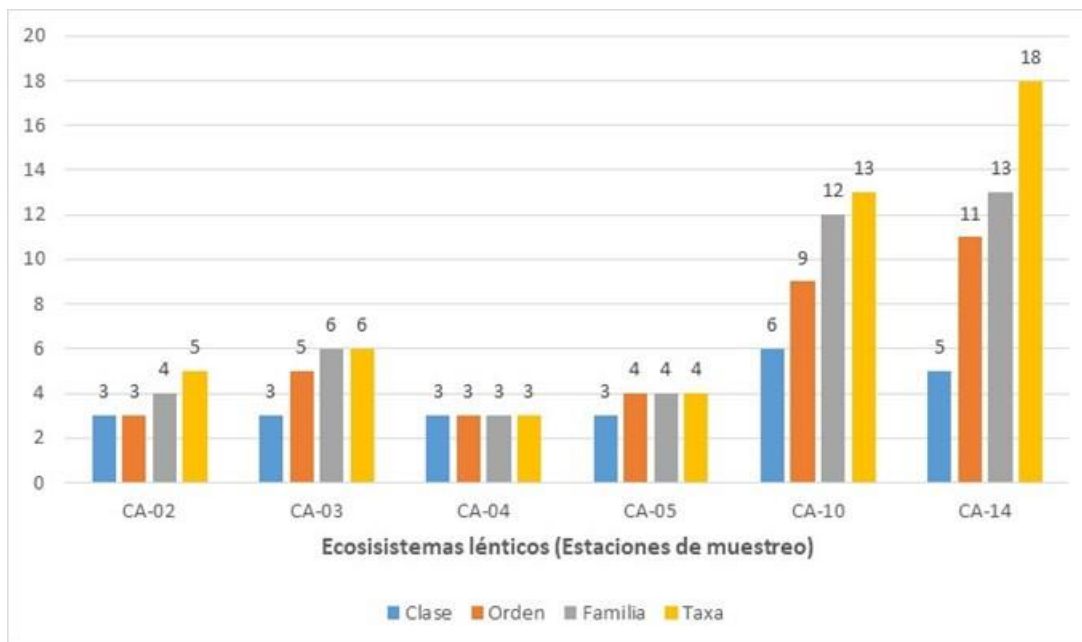


Figura 2- 372. Riqueza de perifiton ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia

La clase más representativa en los ecosistemas lénticos la reporta Bacillariophyceae con nueve (9) morfoespecies, seguido de la clase Chlorophyceae con seis (6) morfoespecies, por su parte Euglenophyceae se reporta con cuatro (4) morfoespecies, Cyanophyceae con dos (2) y Mediophyceae, Conjugatophyceae y Coscinodiscophyceae cada una con una morfoespecie (Tabla 2-261).

Como ya se había mencionado antes, la mayor riqueza de la clase Bacillariophyceae (Diatomeas) se debe a sus estrategias R y a la rapidez para ocupar sustratos en corto tiempo. La mayor riqueza registrada en CA-14 se puede presentar debido a que este ecosistema léntico, en promedio arroja las mejores condiciones fisicoquímicas del resto de los puntos lénticos registrados, cuenta con uno de los mayores valores de oxígeno disuelto (5,9 mg O₂/L), concentraciones más bajas de amonio (0,9 NH₄/L), valores bajos de Coliformes fecales (63 NMP/100 ml), estreptococos fecales (10 NMP/100 ml) entre otros.

Otro factor importante para la mayor riqueza perifítica se debe a las características del ecosistema, presentando vegetación herbácea, arbórea con presencia de macrófitas aumentando la diversidad de sustratos. El espejo de agua presenta características translúcidas, el cual favorece a una mayor intensidad lumínica dentro del ecosistema beneficiando a una mayor presencia de morfoespecies.

Algunos autores consideran que las macrófitas acuáticas favorecen la diversidad de microhábitats para el perifiton, ya que brindan disponibilidad de luz, gases y nutrientes. Otros factores importantes para la presencia del ensamblaje perifítico es la viabilidad y estabilidad del sustrato, la concentración de nutrientes, las características químicas y físicas del agua, la morfometría, la hidrología e hidrodinámica del sistema, la presencia de otro tipo de biota, entre otros.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El punto de muestreo CA-3 a pesar de poseer en promedio la segunda mejor característica físicoquímicas del agua (Oxígeno disuelto= 4,2 mg O₂/L, sulfatos = 12 mg SO₄/L, tensoactivos = 0,5 mg MBAS/L Coliformes fecales= 40 NMP/100ml y Amonio 1,3 mg Al/L), registra una baja riqueza perifítica (6 morfoespecies) posiblemente a la homogeneidad de sustratos blandos y a la interferencia lumínica ocasionada por la vegetación arbustiva dentro del ecosistema.

• Abundancia del perifíton en los ecosistemas lénticos

En los seis (6) ecosistemas lénticos, se registraron un total de individuos 1228,67 Ind/ml de individuos perifíticos, entre los ecosistemas se registró la mayor abundancia en el punto CA-14 con 1050,87 Ind/ con la morfoespecie más representativa de *Nitzschia* sp con 283,19 Ind/ml. Con abundancias inferiores le siguen CA-10 con 212,4 Ind/ml con el mayor número de individuos algales de *Pinnularia* sp 81 Ind/ml, CA-03 reportó 40,77 Ind/ml con la mayor representatividad de *Pinnularia* sp con 25,33 Ind/ml. Los demás ecosistemas lénticos se reportaron con muy bajas abundancias CA-02 reportó 15,08 Ind/ml con el mayor número de individuos de *Phormidium* sp con 5,78 Ind/ml, le sigue CA-05 con 14,63 Ind/ml y con menor registro de toso los cuerpos de agua aparece CA-04 con 2,63 Ind/ml con su mayor número de la morfoespecie *Lyngbya* sp con 1,76 *Lyngbya* sp.

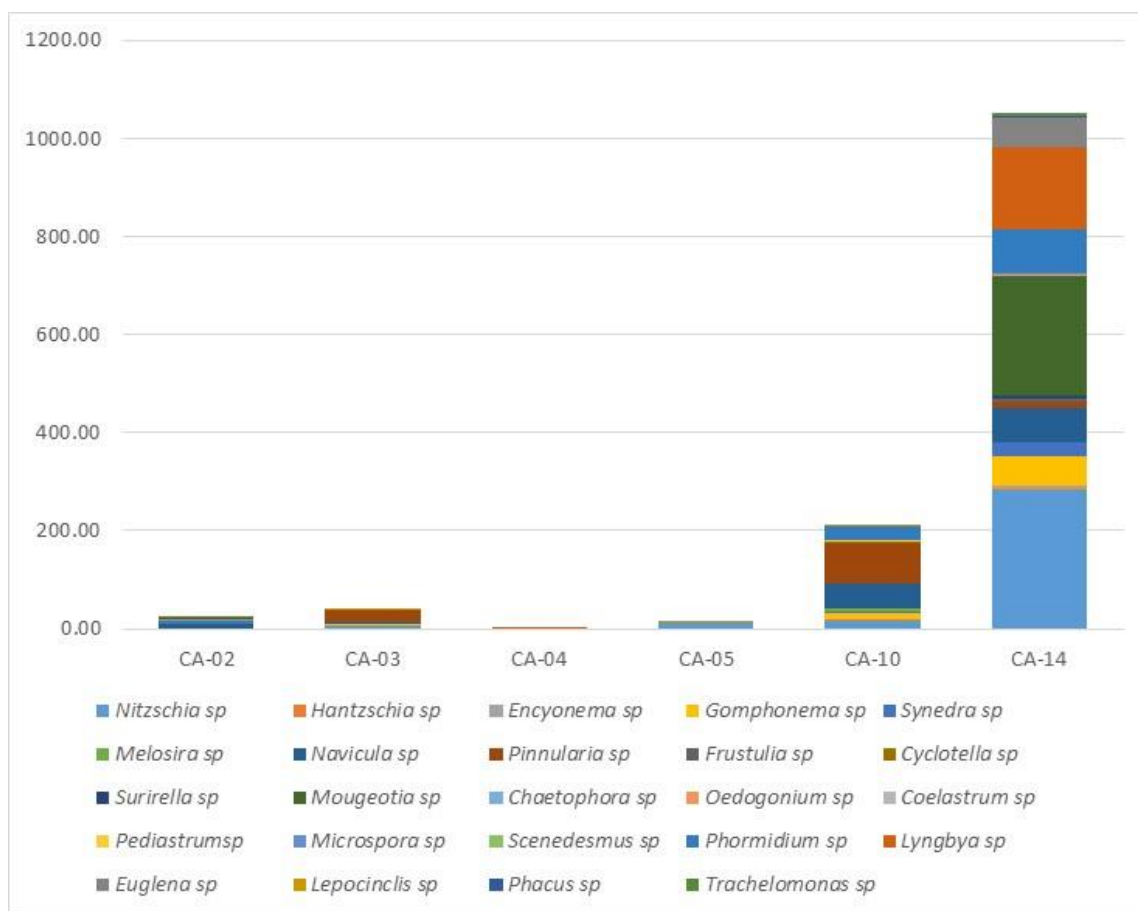


Figura 2- 373. Abundancia perifítica de los ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las morfoespecies más representativas en todos los cuerpos lénticos las reportaron *Nitzschia* sp con 320 Ind/ml reportada en 5 ecosistemas lénticos (CA-03, CA-04, CA-05, CA-10 y CA14), seguido de *Mougeotia* sp con 244,88 Ind/ml solo registrado en CA-14, *Lyngbya* sp con 169,61 Ind/ml registrada solamente en CA-04 y CA-14. *Phormidium* sp por su parte registra 123,55 Ind/ml reportándose en cuatro puntos (CA-02, CA-05, CA-10 y CA-14) y la última mayor abundancia la registra *Pinnularia* sp con 121,08 reportada en dos ecosistemas (Figura 2-374).

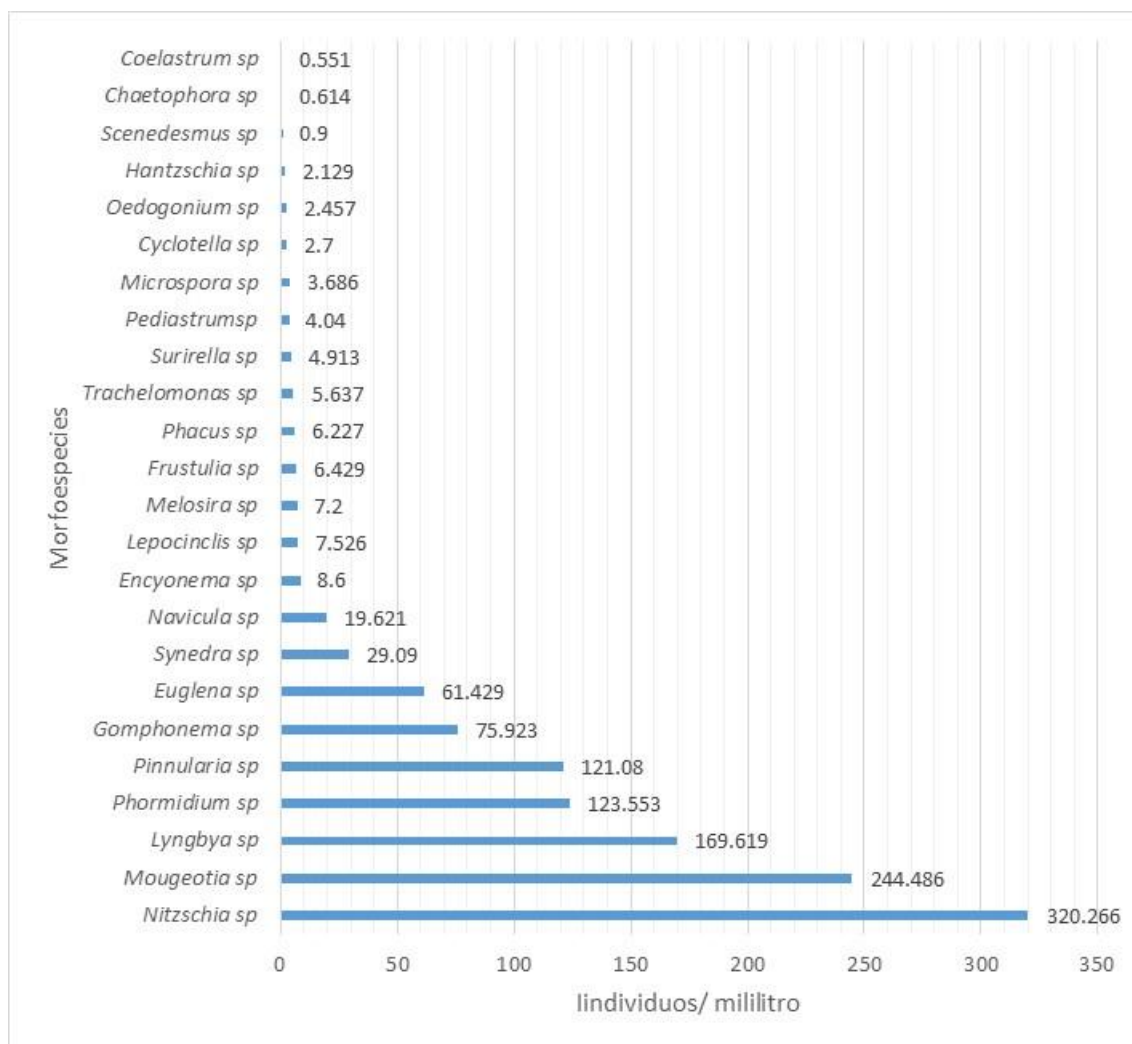


Figura 2- 374. Abundancia total de perifiton en los ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

El género *Nitzschia* se cataloga como un género cosmopolita en los ecosistemas de agua dulce, en estudios se encontraron en ríos de la cuenca alta del río Bogotá abundancias significativas de *Nitzschia* cuando el pH fue mayor a 6. Todos los ecosistemas lénticos del área de estudio registran valores de pH mayores a 6 con rangos de 6,85-8,73.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El género *Mougeotia* forma parte de uno de los grupos de algas verdes más evolucionados y sus filamentos pueden formar densas ovas en aguas estancados o remansadas.

- **Análisis de Correspondencia Canónica (ecosistemas lénticos, parámetros fisicoquímicos y comunidades de perifiton)**

En esta relación de los puntos hidrobiológicos, parámetros fisicoquímicos y comunidades del perifiton, se registran las menores concentraciones de fosfatos, carbono orgánico, estreptococos fecales, amonio, tensos activos y Coliformes fecales, a su vez se registra mayor oxígeno disuelto (5,9 mg O₂/L) en el ecosistema CA-14 estas condiciones del punto de muestreo forman una correlación positiva con la abundancia de la morfoespecie *Nitzschia* sp. Revisando estudios de este género se reporta que, las especies de los géneros *Nitzschia* y *Navicula* es posible encontrarlas en lugares semiurbanos en donde la contaminación presente favorece su crecimiento, teniendo en cuenta esto, la mayor abundancia de *Nitzschia* sp no está estrechamente relacionada a la mejor concentración de oxígeno, sino que, su presencia se debe a su plasticidad sobrevivir en ecosistemas con diferentes grados de contaminación.

CA-2 registra altas concentraciones de fosfatos, carbono orgánico total y pH correlacionándose positivamente con las abundancias de las morfos de los géneros *Pediastrum* y *Lyngbya*, a su vez CA-03, CA-05 y CA10, reportan altos valores de estreptococos fecales, amonio, carbono orgánico y tensoactivos, correlacionándose positivamente con la morfo *Pinnularia* sp.

Las morfoespecies del género *Lyngbya* exhibe amplia tolerancia a la contaminación estas cianofíceas son el grupo más generalista y poseen rangos medios de tolerancia ambiental.

CA-04 reporta mayores concentraciones de Coliformes fecales, Coliformes totales y conductividad estos parámetros se correlacionan positivamente con las morfoespecies de los géneros *Phacus*, *Hantzchia*, *Trachelomona*, *Euglena* y *Lepocinclis* y una correlación negativa con oxígeno y Sulfatos.

En estudios realizados en el humedal Tibanica registraron la presencia de Euglenófitas como *Euglena* y *Phacus* en zonas donde se evidenció vertimientos de aguas domésticas

Estas correlaciones positivas con tensores contaminantes indican que las morfoespecies perifíticas presentes en los cuerpos lénticos son de características generalistas resistentes a perturbaciones ambientales (Figura 2-375).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

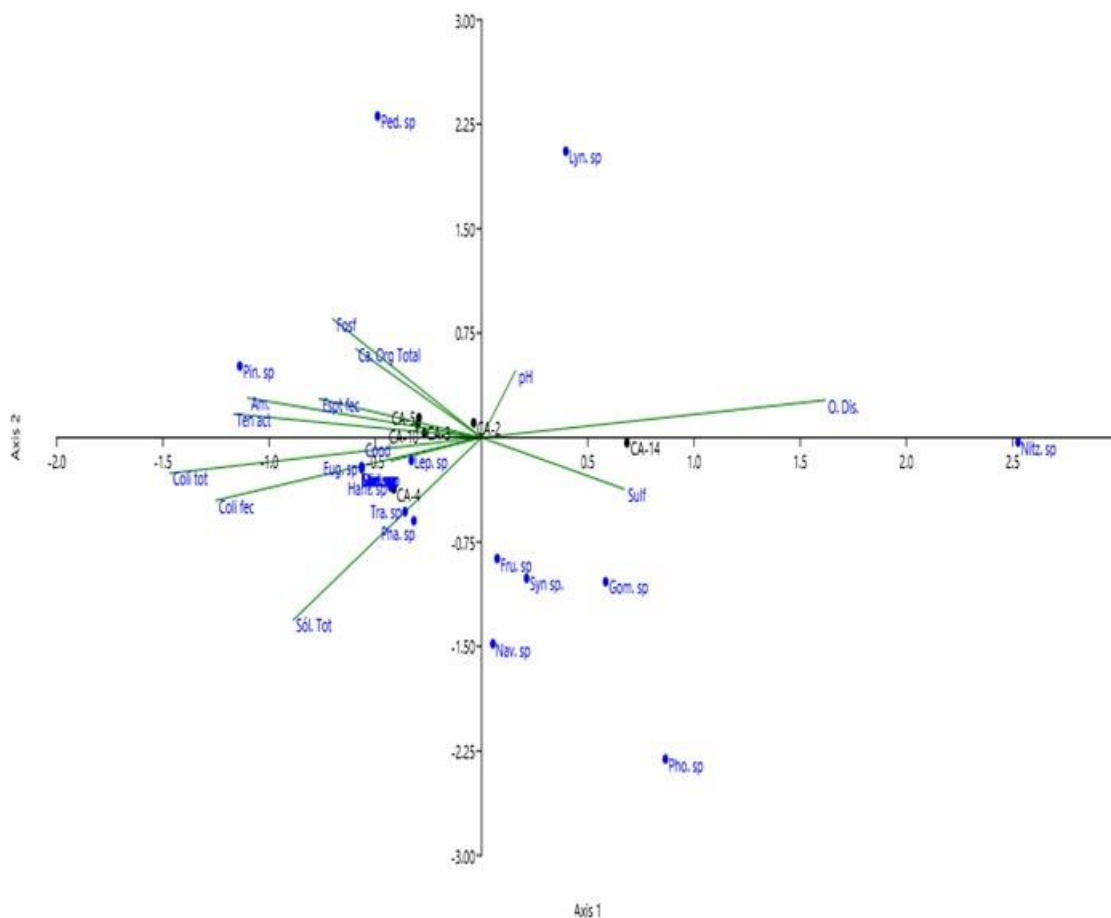


Figura 2- 375. Análisis de correspondencia canónica perifiton.
Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad del perifiton en los ecosistemas lénticos**

Se registran a continuación los índices de diversidad de los ecosistemas lénticos.

En índice de Shannon para los ecosistemas lénticos registra el mayor valor para el CA-14 con $H' = 2$ y CA-10 con $H' = 1,8$ indicando mejor distribución de sus abundancias en sus morfoespecies. Para el caso de CA-10 las mejores condiciones de la calidad del agua favorecen el mejor establecimiento de la comunidad perifítica en cuanto al ecosistema CA-10 esta diversidad se puede presentar debido a la mayor presencia de sustratos duros los cuales aumentan la disponibilidad de microhábitats de la comunidad en mención.

Los demás ecosistemas lénticos registran índices de Shannon bajos (rangos de $H' = 0,6$ - $1,4$), indicando que las morfoespecies de la comunidad perifítica no están representadas proporcionalmente dentro de la abundancia, disminuyendo el nivel de incertidumbre de predicción dado por contaminación antrópica.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En cuanto a los índices de dominancia (D, 1-D) indican dominancia media en el punto de muestreo CA-05 con $D = 0,7$ y $1-D = 0,3$ con la morfoespecie *Nitzschia* sp. Los demás ecosistemas no registran dominancias significativas de ninguna morfoespecie. (Tabla 2-262).

Tabla 2- 262. Índices de diversidad del perifiton en los ecosistemas lénticos.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-02 | 5 | 1,4 | 0,3 | 0,7 |
| CA-03 | 6 | 1,1 | 0,4 | 0,6 |
| CA-04 | 3 | 0,9 | 0,5 | 0,5 |
| CA-05 | 4 | 0,6 | 0,7 | 0,3 |
| CA-10 | 13 | 1,8 | 0,2 | 0,8 |
| CA-14 | 18 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |

Fuente:Elaboración propia.

- Perifiton como indicador de la calidad del agua en los ecosistemas lénticos**

Se registra la calidad de agua de los ecosistemas lénticos de acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, registrando aguas medianamente contaminadas en CA-10 y CA-14 y con aguas muy contaminadas los demás ecosistemas como se registra en la Tabla 2-263.

Tabla 2- 263. Estado trófico de las aguas de los ecosistemas lénticos de acuerdo con el índice de diversidad.

| Calidad de aguas | Índice de diversidad | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | CA-10 | CA-14 |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aguas muy contaminadas | 0,0-1,5 | | 1,1 | 0,9 | 0,6 | | |
| Aguas medianamente contaminadas | 1,5-3,0 | 1,4 | | | | 1,8 | 2 |
| Aguas muy limpias | 3,0-5,0 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Índices de Bray - Curtis en los ecosistemas lénticos**

El índice de Bray-Curtis para la comunidad perifítica registra similitudes muy bajas entre los puntos de muestreo, con la mayor semejanza entre CA-03 y CA-10 con el 34% compartiendo cuatro (4) morfoespecies, unido a este grupo se asocia CA-05 con el 20% y CA-02 con el 15 %. Con las similitudes de menos del 10% se registra a CA-14 y CA-04 con la mayoría de sus morfoespecies exclusivas para cada cuerpo léntico (Tabla 2-264).

2.6.3.3.2 Fitoplancton en Ecosistemas Lénticos

En los seis (6) ecosistemas lénticos se registra la riqueza de la comunidad fitoplanctónica reportando los mayores valores en CA-04 con 14 morfoespecies, distribuidos en cinco (5) clases, siete (7) órdenes y 10 familias. Con riquezas más bajas se registran a CA-02 con (6) morfoespecies, CA-03 con cinco (5) morfoespecies, CA-05 y CA-10 registraron cada

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

uno con cuatro (4) y por último con la riqueza más baja se registra a CA-14 con dos (2) morfoespecies. (Tabla 2-264 y Figura 2-376).

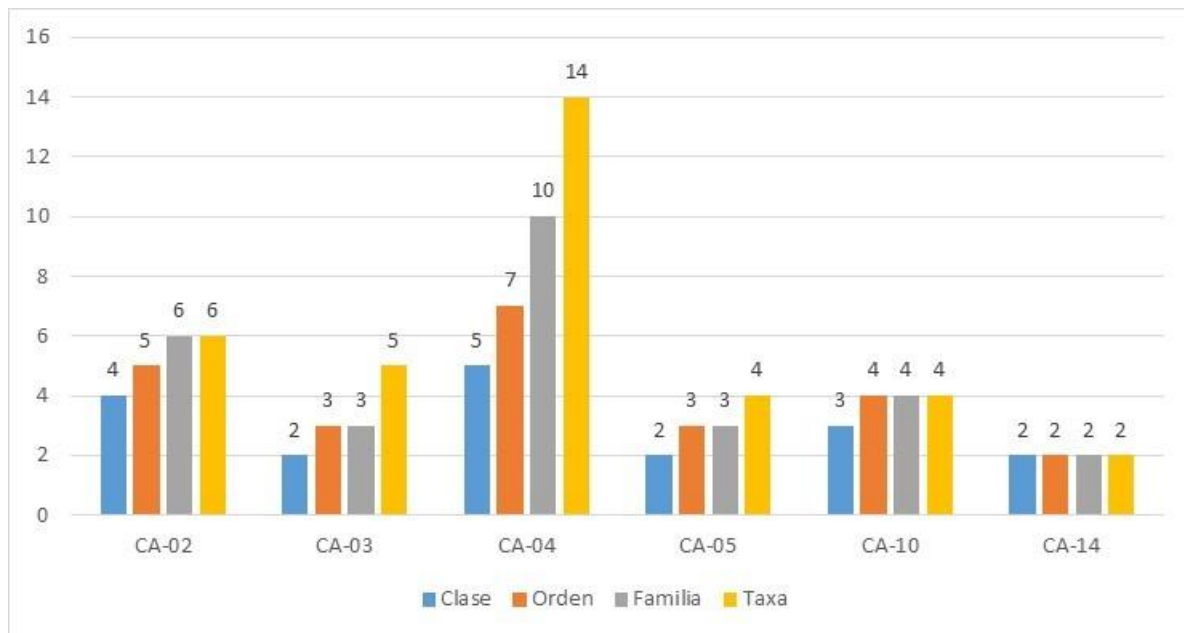


Figura 2- 376. Riqueza fitoplanctónica ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

La clase más representativa la registró Chlorophyceae con seis (6) morfoespecies presentes en tres cuerpos lénticos (CA-02, CA-04 y CA-10), corroborando lo enunciado con otros autores, los cuales indican que es uno de los mayores grupos de algas, teniendo en cuenta su abundancia en géneros y especies, al igual que su frecuencia y ocurrencia. La mayoría habitan preferiblemente ecosistemas lénticos de carácter mesotrófico o eutrófico, y gracias a que las dispersa el viento, son cosmopolitas (Pinilla, 2000).

La segunda clase más representativa fue Bacillariophyceae con cuatro (4) Morfoespecies presentes en los 6 puntos de muestreo le siguen Cyanophyceae y Euglenophyceae con tres morfoespecies cada una y Mediophyceae con una sola morfoespecie.

Las diatomeas (Bacillariophyceae) como se ha dicho anteriormente predominan estos ecosistemas debido a su rapidez para ocupar sustratos en corto tiempo, además, presentan estructuras especializadas que les permiten fijarse al sustrato con mayor facilidad y a su vez competir con ventaja sobre otras especies (De la Hoz-Barrientos & Osorio-Ávila, 2015)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 264. Fitoplancton registrado en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-02 | CA-03 | CA-04 | CA-05 | CA-10 |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Hantzschia</i> sp | | | 0,0107 | | |
| Bacillariophyceae | Bacillariales | Bacillariaceae | <i>Nitzschia</i> sp | 0,0321 | 0,0310 | 0,2829 | 0,1725 | |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp | 0,0281 | | 0,0645 | 0,0101 | |
| Bacillariophyceae | Naviculales | Pinnulariaceae | <i>Pinnularia</i> sp | | 0,0138 | 0,0824 | | 0,0666 |
| Mediophyceae | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella</i> sp | | | 0,0036 | | |
| Chlorophyceae | Chlamydomonadales | Chlamydomonadaceae | <i>Chlamydomonas</i> sp | | | | | 0,0888 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Neochloridaceae | <i>Golenkinia</i> sp | | | | | 0,0222 |
| Chlorophyceae | Oedogoniales | Oedogoniaceae | <i>Oedogonium</i> sp | | | 0,0107 | | |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Hydrodictyaceae | <i>Pediastrum</i> sp | | | 0,0215 | | |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Coelastrum</i> sp | | | 0,0394 | | |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | <i>Scenedesmus</i> sp | 0,2125 | | 0,0251 | | |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Phormidium</i> sp | | | 0,0000 | | 0,0178 |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Oscillatoria</i> sp | 0,0040 | | 0,0036 | | |
| Cyanophyceae | Oscillatoriales | Microcoleaceae | <i>Planktothrix</i> sp | 0,0281 | | 0,0072 | | |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Euglena</i> sp | | 0,0035 | 0,0072 | | |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Phacus</i> sp | 3,8977 | 0,0259 | 0,0179 | 0,0068 | |
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | <i>Trachelomonas</i> sp | | 0,0345 | 0,0107 | 0,1014 | |
| Densidad total (Ind/ml) | | | | 4,20 | 0,11 | 0,59 | 0,29 | 0,20 |
| Riqueza específica (S') | | | | 6 | 5 | 14 | 4 | 4 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Abundancia Fitoplanctónica en los Ecosistemas Lénticos

En los seis ecosistemas lénticos se registraron un total 5,41 Ind/ml reportando la mayor abundancia en el ecosistema CA-04 con 4,20 Ind/ml con la mayor representatividad de *Phacus* sp con 3,89 Ind/ml, la siguiente mayor abundancia la registra CA-04 con 0,59 Ind/ml con el mayor número de las morfoespecie *Nitzschia* sp 0,28 Ind/ml, le sigue el punto de muestreo CA-05 con 0,29 Ind/ml con el mayor número de individuos también de la morfoespecie *Nitzschia* con 0,17 Ind/ml, la siguiente abundancia la reporta CA-10 con 0,20 Ind/ml con la mayor representatividad de *Chlamydomonas* sp con 0,08 Ind/ml y con las más bajas abundancias se reporta a CA-03 con 0,11 Ind/ml y CA-14 con 0,03 Ind/ml.

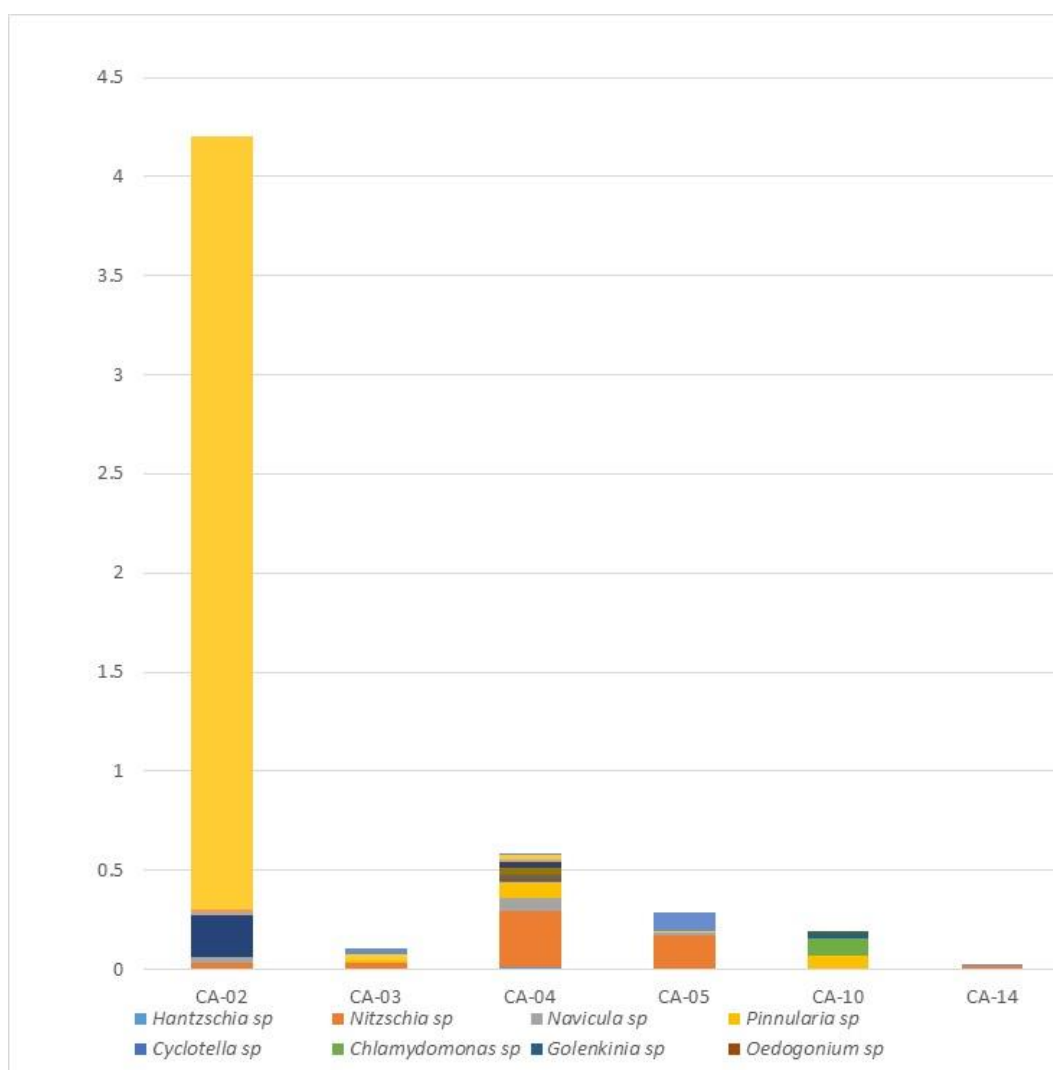


Figura 2- 377. Abundancia fitoplanctónica en los ecosistemas Lénticos.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los Euglenophytas son abundantes en carcas y lagunas temporales con alta concentración de materia orgánica. Su reproducción es asexual y se lleva a cabo por fisión binaria longitudinal. En Colombia son conocidas varias especies de los géneros *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas* y *Strombomonas* (Roldan & Ramírez, 2008).

El género *Phacus* predominante en el ecosistema léntico CA-02, algunos autores han encontrado que las especies de *Phacus* son abundantes en sistemas eutróficos altamente contaminados por heces fecales y orina, para el caso de los parámetros fisicoquímicos, para este ecosistema se reporta Amonio con 1,31 NH₄/L, coliformes fecales con 448 NMP/100 ml, sin reporte de estreptococo fecales. La morfoespecie *Nitzschia* sp por su parte reportada con mayor abundancia en los puntos CA-04 y CA-05 pertenece a las pequeñas diatomeas tolerantes a la contaminación. Algunos autores mencionan que el género *Nitzschia* sp. no solo puede persistir en ambientes altamente contaminados, sino que también su reproducción puede verse estimulada.

La abundancia por clases en los seis (6) ecosistemas hídricos se reportó como la más significativa a Euglenophyceae con 4,11 Ind/ml (79,5% de la abundancia total), registrado en cinco (5) de los ecosistemas lénticos, la segunda mayor abundancia le sigue la clase Bacillariophyceae con 0,82 Ind/ml (15,7 %), registrando sus morfoespecies en todos los cuerpos lénticos, le siguen la clase Chlorophyceae con 0,18 Ind/ml (3,5 %), Cyanophyceae con 0,06 Ind/ml (1,2 %) y Mediophyceae con 0,0036 Ind/m (0,0 %) (Figura 2-378).

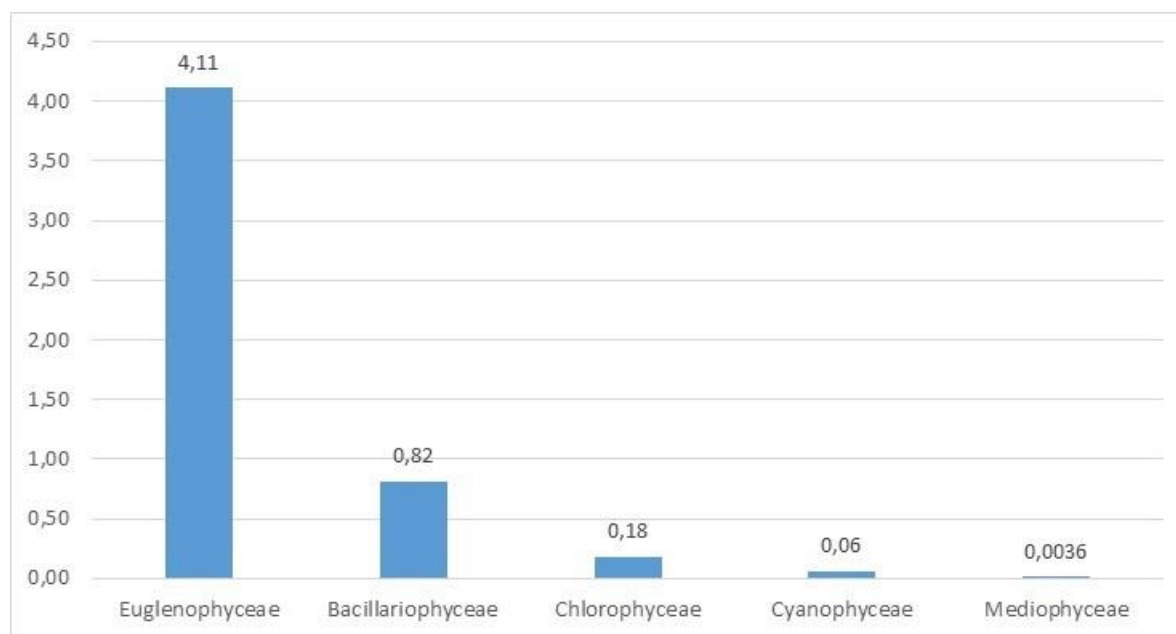


Figura 2- 378. Abundancia por clases de fitoplancton en los ecosistemas lénticos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Correspondencia Canónica (Ecosistema lénticos, Parámetros Fisicoquímicos, y Comunidades Fitoplanctónicas)**

En el análisis de correspondencia canónica para el ensamblaje fitoplanctónico en los ecosistemas logró en los ecosistemas muestreados correlaciones positivas en la mayoría de las morfoespecies perifíticas con las mayores concentraciones de coliformes fecales,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

sulfatos, conductividad, amonio, coliformes totales, tensoactivos y solidos totales. Estas asociaciones corroboran que todas las morfoespecies fitoplanctónicas son cosmopolitas y resistentes a perturbaciones ambientales.

La morfoespecie *Phacus* sp. esta correlacionada negativamente con la mayoría de los parámetros fisicoquímicos con una correlación positiva con mayores concentraciones de pH y oxígeno disuelto.

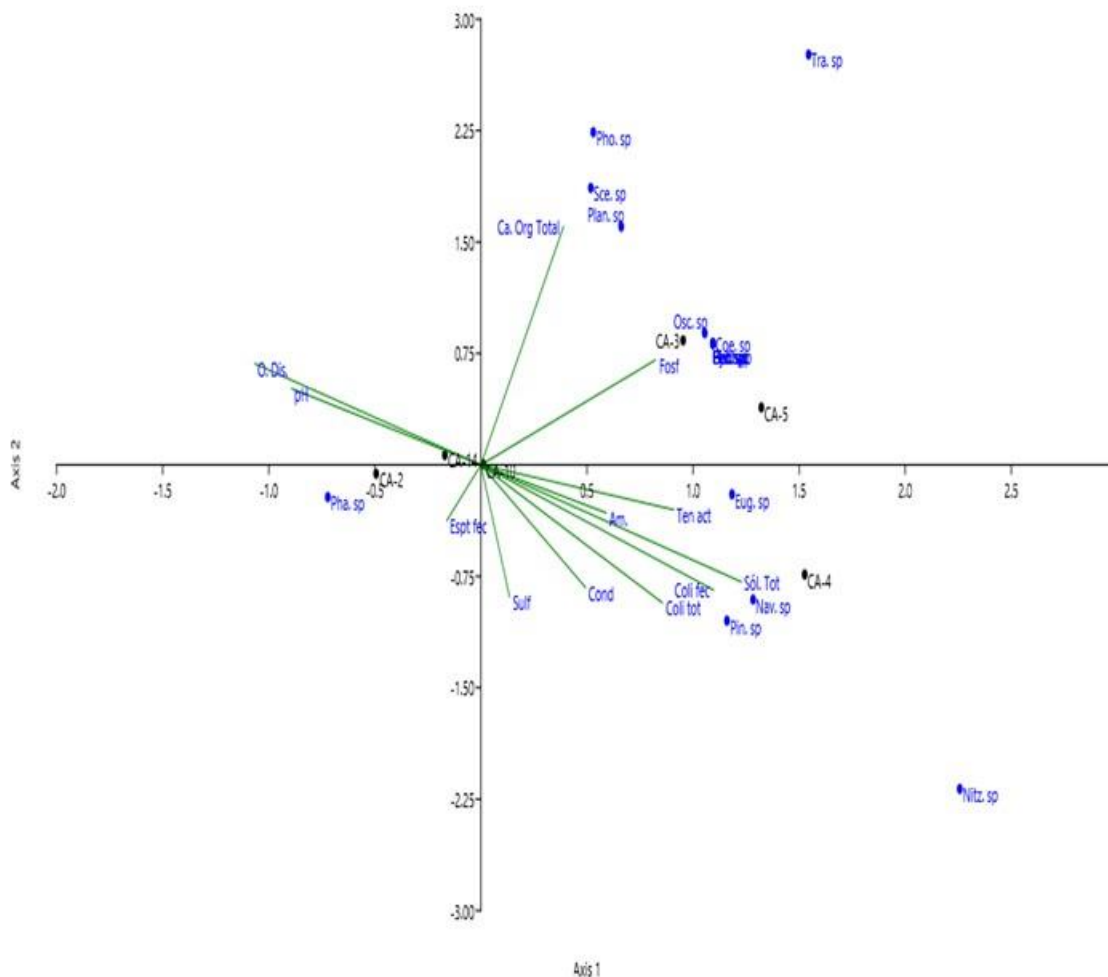


Figura 2- 379. Análisis de correspondencia canónica fitoplancton.
Fuente: Elaboración propia.

• Índice de Diversidad Fitoplanctónico en los Ecosistemas Lénticos

En el índice de Shannon de los seis (6) ecosistemas lénticos para la comunidad fitoplanctónica registra valores bajo inferiores a dos con el mayor valor de CA-04 con $H' = 1,8$ indicando mejor distribución de sus abundancias respecto a los demás ecosistemas lénticos. Los demás cuerpos hídricos registran valores de Shannon con rangos de $H' = 0,33-1,31$ diversidades bajas con poca distribución de sus abundancias debido a actividades antrópicas que desmejoran la calidad del agua y por ende reducen los microhábitats de esta comunidad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para los índices de dominancia se registran abundancias significativas de alguna de sus morfoespecies en CA-02 con $D= 0,86$ y $1-D= 0,13$ con una dominancia de *Phacus* sp entre las demás morfoespecies, el ecosistema CA-14 registra valores de $D= 0,72$ y $1-D= 0,27$ con una dominancia significativa de la morfoespecie *Trachelomonas* sp. Los demás ecosistemas lénticos no registran dominancias de ninguna morfoespecie fitoplanctónica. (Tabla 2-265)

Tabla 2- 265. Índices de diversidad en los ecosistemas.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-02 | 6 | 0,33 | 0,86 | 0,14 |
| CA-03 | 5 | 1,31 | 0,31 | 0,69 |
| CA-04 | 14 | 1,8 | 0,28 | 0,72 |
| CA-05 | 4 | 0,36 | 0,83 | 0,17 |
| CA-10 | 4 | 1,19 | 0,34 | 0,66 |
| CA-14 | 2 | 0,43 | 0,74 | 0,26 |

Fuente: Elaboración propia.

- Índice de Bray - Curtis de Fitoplanctónico en los Ecosistemas Lénticos**

El índice de Bray-Curtis en la comunidad fitoplanctónica registra las mayores similitudes en los puntos CA-04 y CA-05 con un porcentaje del 47% compartiendo cuatro (4) morfoespecies entre ellos, la siguiente mayor similitud la comparten CA-03 y CA-14 con 40% aproximadamente compartiendo dos (morfoespecies) y con las más bajas similitudes (menores al 15%) se registran a CA-10 y CA-02. Estos bajos porcentajes de similitud se debe a que se registraron especies exclusivas en los cuerpos lénticos (Figura 2-380).

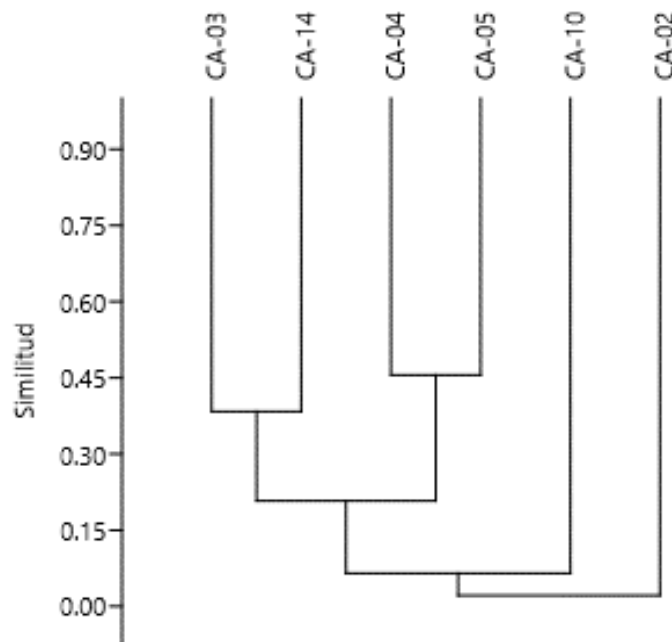


Figura 2- 380. Índice de Bray-Curtis de las comunidades fitoplanctónicas.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.3.3 Zooplancton en Ecosistemas Lénticos

A continuación, se realiza el análisis zooplanctónicas de los ecosistemas lénticos

- **Riqueza zooplanctónica ecosistemas lénticos**

La comunidad zooplanctónica en los ecosistemas lénticos reporta riquezas bajas en los todos los ecosistemas con valores que varían de 4 a 7 morfoespecies por cuerpo de agua, con los valores más altos en CA-02, CA-05 y CA-10 con siete (7) morfoespecies, le sigue el ecosistema CA-14 con seis (6) morfoespecies y con la riqueza más baja se registra a CA-03 con cuatro (4) morfoespecies. (Tabla 2-266; Error! No se encuentra el origen de la referencia. y Figura 2-381).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 266. Comunidad zooplanctónica reportada en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-2 | CA-3 | CA-5 | CA-10 | CA-14 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Branchiopoda | Diplostraca | Bosminidae | <i>Bosmina</i> sp | | | 0,00218 | | |
| Branchiopoda | Diplostraca | Daphniidae | <i>Daphnia</i> sp | 0,03649 | | | | |
| Branchiopoda | Diplostraca | Chydoridae | <i>Pseudochydorus</i> sp | | | | 0,00228 | |
| Bdelloidea | No identificado | Adinetidae | <i>Adineta</i> sp | | | | | 0,00258 |
| Ciliatea | Peritrichida | Vorticellidae | <i>Vorticella</i> sp | | | 0,00218 | 0,02366 | |
| Lobosa | Arcellinida | Arcellidae | <i>Arcella</i> sp | | 0,00308 | 0,00261 | 0,01365 | 0,00215 |
| Lobosa | Arcellinida | Centropxyidae | <i>Centropyxis</i> sp | 0,00223 | 0,00220 | 0,00174 | | |
| Lobosa | Arcellinida | Diffugiidae | <i>Diffugia</i> sp | 0,00223 | 0,00220 | 0,00914 | | |
| Maxillopoda | Cyclopoida | No Identificado | Morfo 26 | 0,00312 | | | 0,0027 | 0,00258 |
| Maxillopoda | No identificado | No identificado | Morfo 6 | 0,02314 | 0,00264 | 0,00261 | 0,0137 | 0,00215 |
| Monogonta | Ploima | Asplanchnidae | <i>Asplanchna</i> sp | 0,00178 | | | | |
| Monogonta | Ploima | Brachionidae | <i>Brachionus</i> sp | 0,00223 | | | | |
| Monogonta | Ploima | Brachionidae | <i>Keratella</i> sp | | | 0,00218 | | 0,00430 |
| Monogonta | Ploima | Brachionidae | <i>Anuraeopsis</i> sp | | | | 0,0023 | |
| Monogonta | Ploima | Notommatidae | <i>Cephalodella</i> sp | | | | | |
| Monogonta | Ploima | Synchaetidae | <i>Polyarthra</i> sp | | | | 0,0027 | 0,00258 |
| Densidad total (Ind/ml) | | | | 0,07 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,02 |
| Riqueza específica (S') | | | | 7 | 4 | 7 | 7 | 6 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

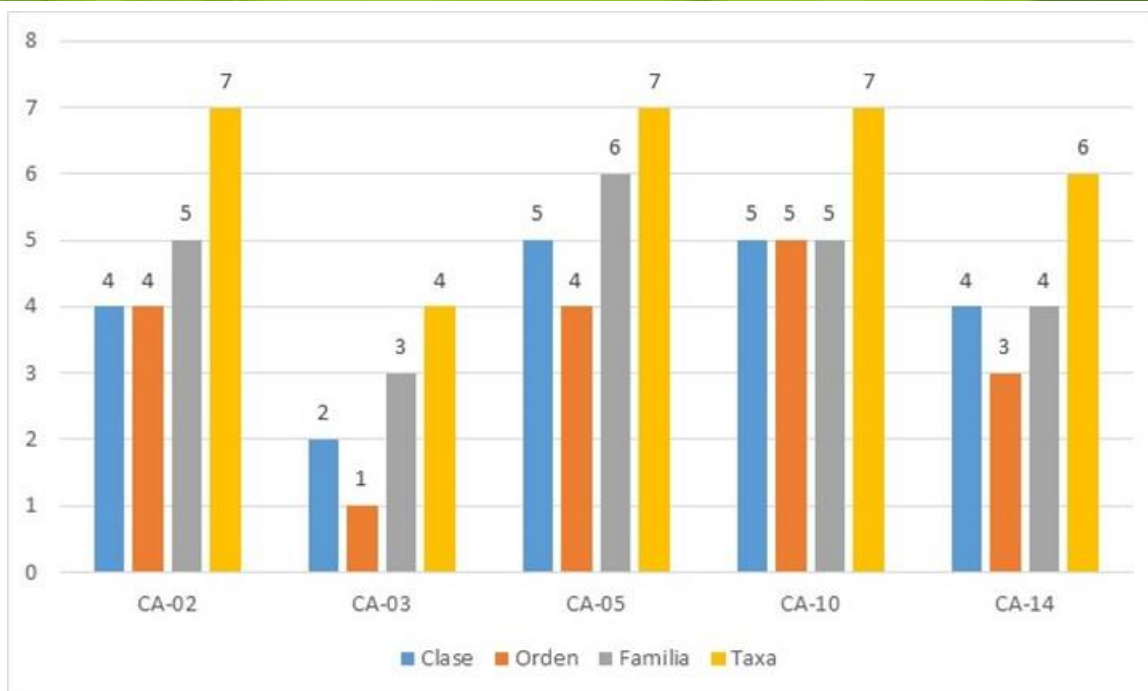


Figura 2- 381. Riqueza zooplanctónica de los ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a órdenes se registra a Ploima como el más representativo con cuatro (4) morfoespecies reportados en cuatro (4) de los ecosistemas registrados, le sigue el orden Arcellinida con tres (3) morfoespecies reportadas en los cinco (5) cuerpos de agua, el orden Diplostraca también registra tres (3) morfoespecies registrados en tres de los cuerpos de agua y por último, con una sola morfoespecie se registra a los géneros Peritrichida, Cyclopoida y dos órdenes no identificados de la clase Bdelloidea (Phylum rotifera) y uno de la clase maxillopoda los dos con una solo morfoespecie registrada (Tabla 2-266).

Esta mayor riqueza del Phylum Rorifera (Belloidea y Ploima) se debe como se dijo con anterioridad se debe a que estos organismos son estrategas r, oportunistas, tamaño pequeño, ciclo de vida corto y amplia tolerancia a una variedad de factores ambientales (Neves, Rocha, Roche, & Pinto, 2003).

- **Abundancia zooplanctónica ecosistemas lénticos**

La abundancia zooplanctónica también reporte valores bajos, con un total en todos los cuerpos lénticos de 0,18 Ind/ml con la mayor representatividad en los puntos de muestreo de CA-02 con 0,07 Ind/ml con la mayor representatividad de Pseudochydorus sp con 0,03649 Ind/ml, la siguiente mayor abundancia la registra CA-10 con 0,06 Ind/ml con el mayor número de individuos de la morfoespecie Vorticella sp con 0,02366 Ind/ml. Con menores abundancias se reportan a CA-05 con 0,02 Ind/ml con el mayor número de individuos de la morfoespecie Diffugia con 0,00914 Ind/ml. CA-14 por su parte registra 0,02 Ind/ml con la morfoespecie más representativa de Anuraeopsis sp con 0,00430 Ind/ml (Figura 2-382).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

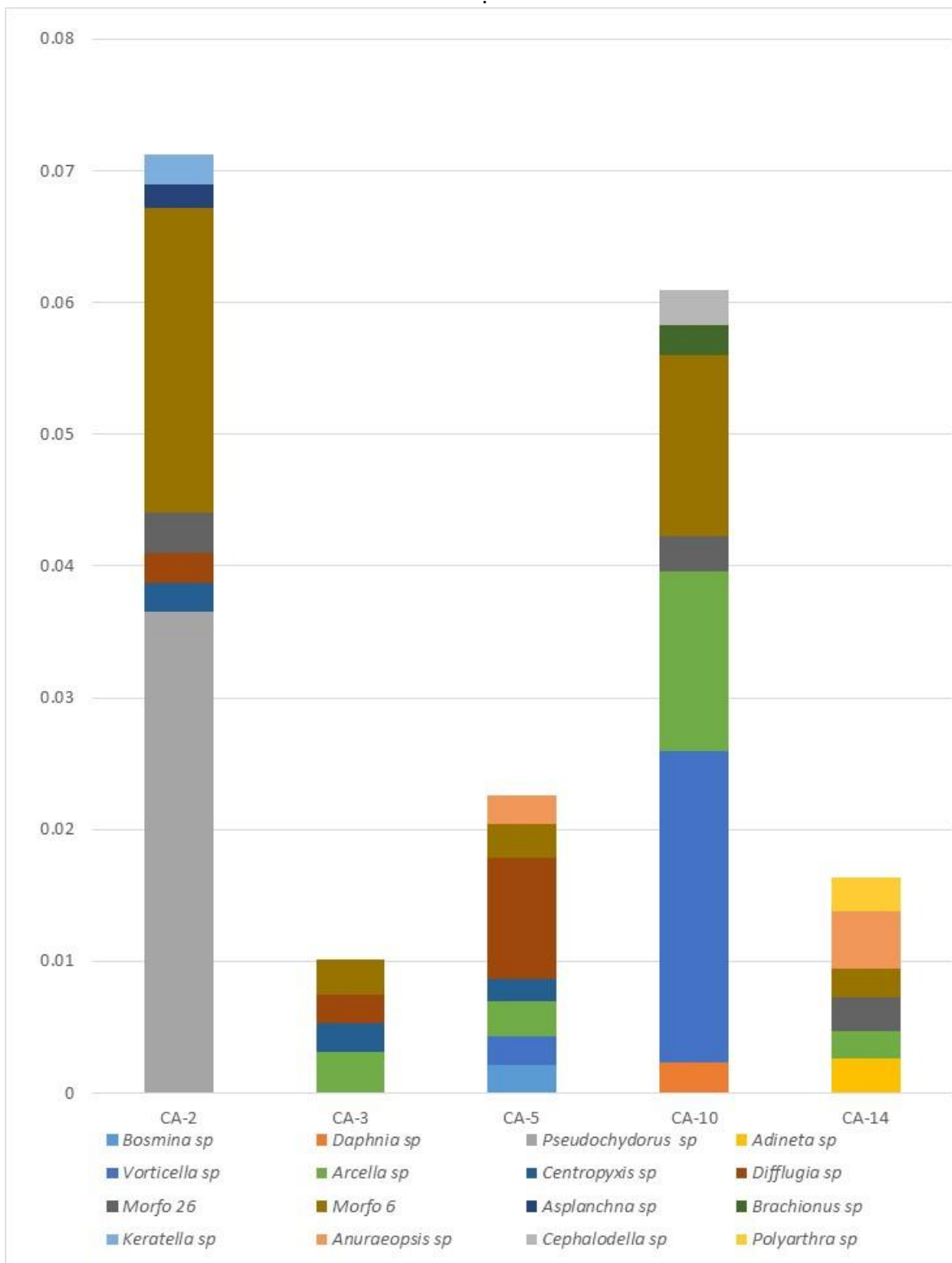


Figura 2- 382. Abundancia zooplanctónica ecosistemas lénticos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La baja abundancia de la comunidad zooplanctónica se debe al estado ambiental de los cuerpos lénticos con tensores antrópicos, alterando los parámetros fisicoquímicos naturales del agua condicionando el establecimiento del ensamblaje hidrobiológico en mención.

La mayor abundancia de *Pseudochydorus* sp de la clase Branchiopoda se debe a que estos son muy abundantes en las aguas estancadas, por ello son mucho más frecuentes en lagos, charcas y ríos de corriente lenta sobre la vegetación. La presencia de la morfoespecie *Vorticella* sp en el punto de muestreo léntico indicaría mayor afinidad con las menores concentraciones de oxígeno ($0,6 \text{ mg O}_2/\text{L}$. menor registro de todos los cuerpos lénticos), estos resultados concuerdan con otros estudios los cuales determinaron que morfoespecies del género *Vorticella* son directamente indicadores de bajo oxígeno disuelto, a su vez se ve favorecida con el aumento de carga contaminante, viéndose favorecidos cuando el ecosistema hídrico empeora su calidad ambiental.

La abundancia por clases en todos los cuerpos lénticos registra mayor número en Maxilopoda con el 29% de la abundancia total, para esta Clase debido al estadio larval de sus morfoespecies no fue posible la determinación al mayor nivel taxonómico imposibilitando hacer relaciones con el ambiente o con los parámetros fisicoquímicos tomados en campo. La siguiente abundancia la registra Lobosa con el 22,7% clase típica de ecosistemas antrópicos, con abundancias muy similares le sigue Branchiopoda con el 22,6%, Ciliata por su parte registra 14,3%, Monogononta con el 10% y por último se registra la clase Bdelloidea con el 1,4% (Figura 2-383).

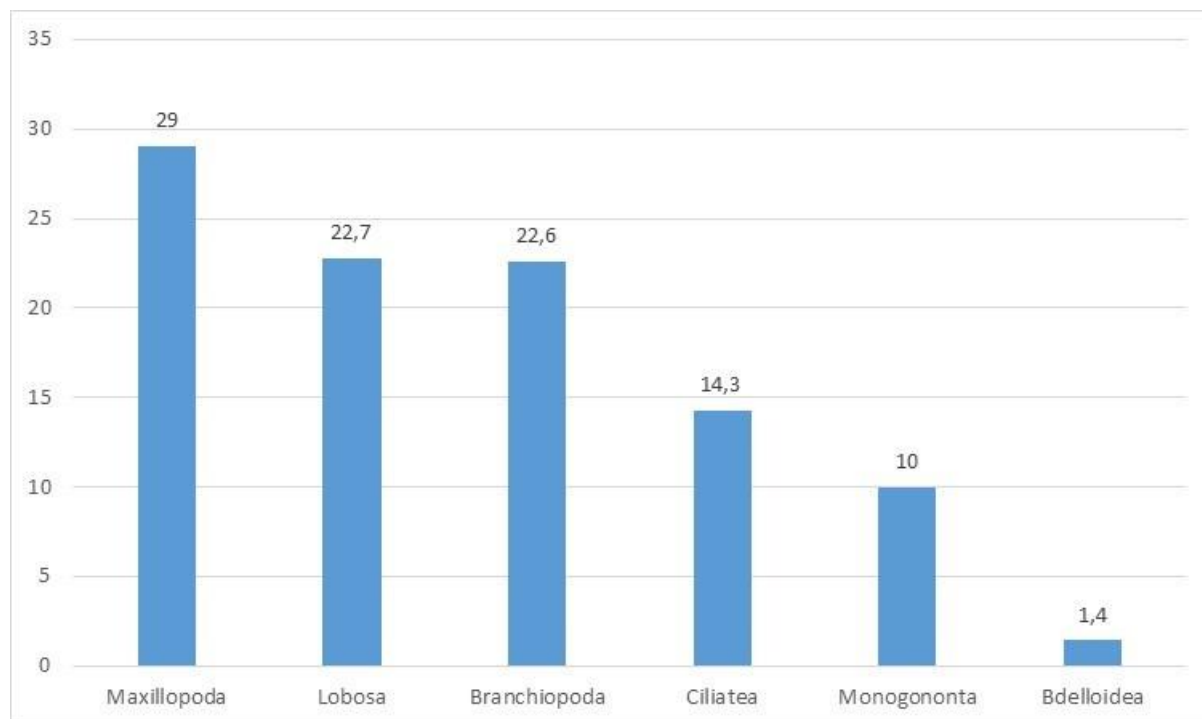


Figura 2- 383. Abundancia porcentual por clases de Zooplancton en los ecosistemas lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Índices de diversidad ecosistemas lénticos para el ensamblaje zooplanctónico**

Los índices de diversidad calculados para el ensamblaje zooplanctónico de los cinco (5) ecosistemas lénticos registran valores de Shannon bajos con mayor valor en el punto de muestreo CA-14 con $H' = 1,8$, indicando una mejor distribución proporcional dentro de la abundancia, los siguientes valores los registra CA-05 y CA-10 con $H' = 1,7$ y $1,6$ respectivamente con los menores valores entre los ecosistemas se reportaron a CA-02 y CA-03 con $H' = 1,3$ y $1,4$. Estos bajos valores de diversidad ratifican las características antrópicas de los ecosistemas lénticos monitoreados.

Los índices de dominancia (D y 1-D) no indican abundancias significativas de ninguna morfoespecie con rangos de $D = 0,2-0,4$ como se registra en la Tabla 2-267.

Tabla 2- 267. Índices de diversidad zooplanctónica ecosistemas lénticos.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-02 | 7 | 1,3 | 0,4 | 0,6 |
| CA-03 | 4 | 1,4 | 0,3 | 0,7 |
| CA-05 | 7 | 1,7 | 0,2 | 0,8 |
| CA-10 | 7 | 1,6 | 0,3 | 0,7 |
| CA-14 | 6 | 1,8 | 0,2 | 0,8 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de Bray – Curtis Comunidades Zooplanctónicas Ecosistemas Lénticos**

El índice de Bray-Curtis registra la formación de dos grupos con la mayor similitud de los puntos de monitoreo de CA-03 y CA-05 con el 55% de semejanza compartiendo cuatro (4) morfoespecies unido a estos dos puntos se registra a CA-14 con una similitud de 35% compartiendo dos (2) morfoespecies entre los tres puntos. Con la menor similitud se reporta a CA-10 y CA-02 con el 25% compartiendo tres de sus morfoespecies.

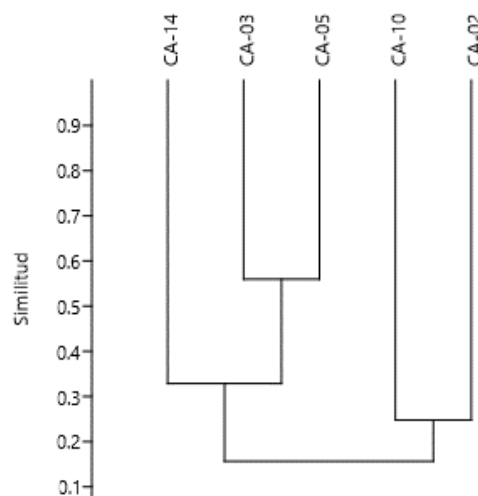


Figura 2- 385. Índice de Bray-Curtis en las comunidades zooplanctónicas.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.3.4 Macroinvertebrados Acuáticos en los Ecosistemas Lénticos

A continuación, se registra la caracterización de macroinvertebrados acuáticos de los ecosistemas lénticos.

- **Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los ecosistemas Lénticos (Bentos y Neuston).**

La riqueza de macroinvertebrados presente en los ecosistemas lénticos registro variaciones en las dos fases registrando una (1) morfoespecie en CA-02 en la zona bentónica y aumentado a 10 morfoespecie en la zona interfase agua aire (Neuston), para el punto de muestreo CA-03 se registra en el bentos dos (2) morfoespecies, aumentando a seis (6) morfos en el neuston, para el punto CA-05 se registraron tres (3) morfoespecies en el bentos con una disminución en la zona agua-aire de una (1) morfoespecie. El ecosistema CA-10 registro una morfoespecie en la zona bentónica sin registro en la fase del neuston y CA-14 registra solo morfoespecies en la zona béntica con tres (3) morfoespecies. (Tabla 2-268, Tabla 2-269 y Figura 2-386).

Tabla 2- 268. Bentos reportados en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-02 | CA-03 | CA-05 | CA-10 | CA-14 |
|--------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Clitellata | Tubificida | No identificada | Morfo 74 | 0,00 | 0,00 | 18,89 | 4,44 | 6,66 |
| Clitellata | Hirudinida | Glossiphoniidae | <i>Placobdella sp</i> | 1,11 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | 0,00 | 0,00 | 1,11 | 0,00 | 5,55 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | Morfo 57 | 0,00 | 1,11 | 1,11 | 0,00 | 0,00 |
| Malacostraca | Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella sp</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,22 |
| Densidad (Ind/cm2) | | | | 1,11 | 2,22 | 21,11 | 4,44 | 14,43 |
| Riqueza específica (S') | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 269. Neuston reportado en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-02 | CA-03 | CA-05 |
|--------------------------------------|------------|-----------------|-----------------------------|---------------|--------------|-----------|
| Clitellata | Tubificida | No identificada | Morfo 74 | 5,55 | 2,22 | 12,22 |
| Clitellata | Hirudinida | Glossiphoniidae | <i>Placobdella sp</i> | 54,44 | 4,44 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | Morfo 56 | 0,00 | 2,22 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | 0,00 | 1,11 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | <i>Culex sp</i> | 35,55 | 14,44 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | <i>Copelatus sp</i> | 5,55 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Helophares sp</i> | 3,33 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | Morfo 19 | 1,11 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | Morfo 55 | 25,55 | 2,22 | 0,00 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus sp</i> | 4,44 | 0,00 | 0,00 |
| Bivalvia | Veneroida | Pisidiidae | <i>Pisidium punctiferum</i> | 13,33 | 0,00 | 0,00 |
| Malacostraca | Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella sp</i> | 93,33 | 0,00 | 0,00 |
| Densidad (Ind/cm²) | | | | 242,18 | 26,65 | 12 |
| Riqueza específica (S') | | | | 10 | 6 | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

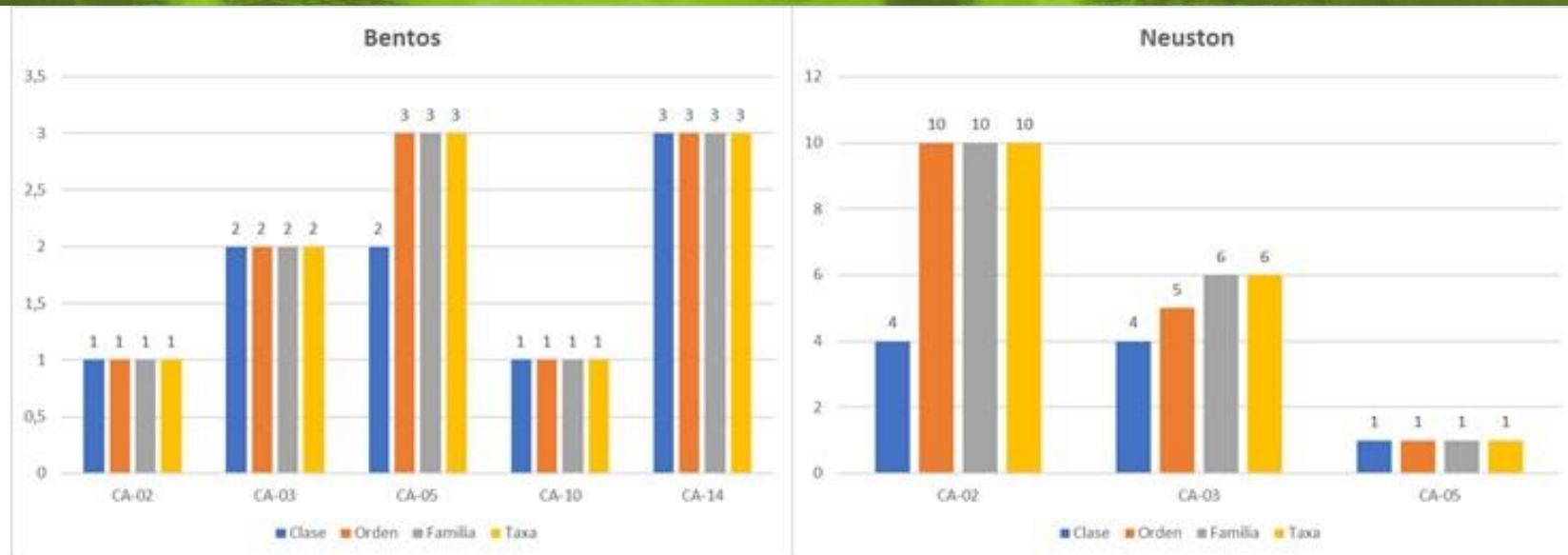


Figura 2- 386. Riqueza de macroinvertebrados ecosistemas lénticos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En la zona béntica se registran el mayor número de morfoespecies del orden Diptera con dos morfoespecies, los demás órdenes (Tubificida, Hirudinia y Amphipoda) registraron una sola morfoespecie cada una. En la zona del neuston el orden más representativo lo represento Coleoptera con 5 morfoespecies, seguido de Diptera con tres (3) morfoespecies, los demás reportan una sola morfoespecie por genero (Tabla 2-268 y 2-269).

El orden Coleoptera es el orden más diverso de la clase Insecta, con más 10.000 especies acuáticas descritas a nivel mundial. Esta diversidad se debe en gran parte a que este grupo ocupa un amplio espectro de hábitats acuáticos y semi-acuáticos, que incluye áreas ripícolas, ecosistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, salobres y aguas estancadas de estuarios y ciénagas.

- **Abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los ecosistemas lénticos**

Respecto a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos, se registró mayor número de individuos en la zona del neuston reportando 281,05 Ind/cm², con el mayor número de individuos entre todos los puntos de muestreo de CA-02 con 242,18 Ind/cm² con la mayor representatividad de Hyalella sp con 93,33 Ind/cm², seguido del punto de muestreo CA-03 con 26,65 Ind/cm² con el mayor número de morfoespecies de Culex sp y con los menores reportes se registra a CA-05 con 12 Ind/cm de solo la morfoespecie del orden Tubificida morfo 74.

Por su parte la zona bentónica registró 43,31 Ind/cm² con la mayor representatividad entre puntos de muestreo de CA-05 con 21.1 Ind/cm² con el mayor número de individuos la morfo 74 de la familia Tubificidae, le sigue CA-14 con 14,4 Ind/cm² también con la mayor representatividad de morfo 74 con 6,66 Ind/cm² con menores abundancias se registra a CA-10 una sola morfoespecies también morfo 74 con 4,44 Ind/cm², le sigue CA-03 con 2,22 Ind/cm² presentando dos morfoespecies con la misma abundancia P y Placobdella sp y Morfo 57 de la familia Ephydriidae con 1,11 Ind/cm² cada una y con la menor abundancia entre los puntos de muestreo se registró a CA-02 con una sola morfoespecie de Placobdella sp con 1,11 Ind/cm² con la mayor representatividad de morfo 74 del orden Tubificida.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

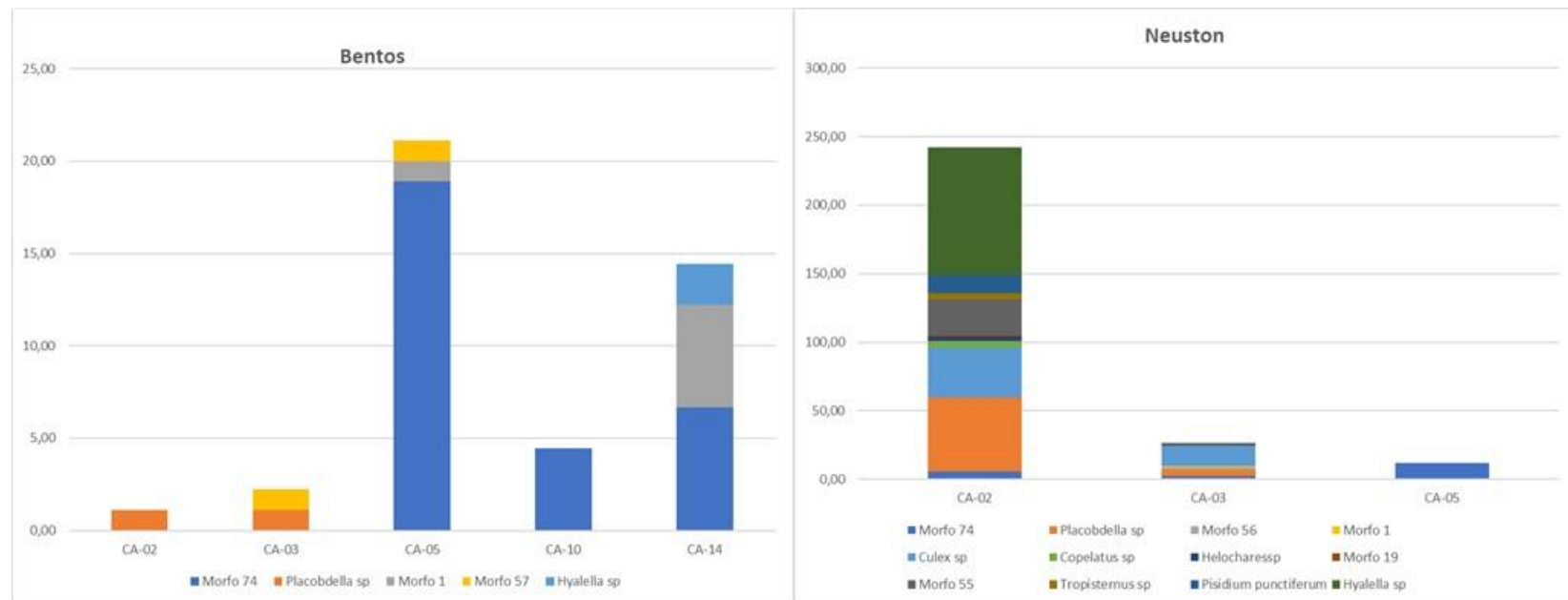


Figura 2- 387. Abundancia de macroinvertebrados de los ecosistemas lénticos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El género *Hyalella* con mayor abundancia en el CA-02 Comprende a anfípodos pequeños que habitan distintos tipos de ambientes acuáticos continentales. Su distribución está restringida al continente americano, donde es endémico. Son organismos importantes en los ecosistemas acuáticos, ya que facilitan la transferencia de materia y energía desde los niveles inferiores de las cadenas tróficas hacia los consumidores (otros macroinvertebrados, peces, anfibios y aves).

Culex es un género de mosquitos hematófagos de la familia Culicidae presentes en todo el mundo a excepción de las zonas polares. Este mosquito actúa como vector de enfermedades de importancia en la salud pública, tales como encefalitis equina venezolana y filarías, que se dan en centro y sur América.

La familia Tubificidae presente en mayor abundancia en CA-10 y CA-14 son un componente común en las diferentes comunidades acuáticas continentales, con una amplia distribución mundial, así como también una clara adaptación a un extenso rango de condiciones ambientales, esta familia se ubica como una familia indicadora de aguas de mala calidad ya que habitan en recursos hídricos con altos índices de contaminación.

- **Índice BMWP en los ecosistemas lénticos**

A continuación, se registra el BMWP/Col. Para todas las familias presentes en los ecosistemas lénticos objeto de estudio (Tabla 2-270).

Tabla 2- 270. Familias y puntaje BMWP/Col para las diferentes familias de los ecosistemas lénticos.

| Orden | Familia | Taxa | CA-02 | CA-03 | CA-05 | CA-10 | CA-14 |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Haplotaxida | Tubificidae | Morfo 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Hirudinida | Glossiphoniidae | <i>Placobdella</i> sp | 3 | 3 | | | |
| Diptera | Culicidae | <i>Culex</i> sp | 2 | 2 | | | |
| Diptera | Chironomidae | Morfo 1 | | 2 | 2 | | 2 |
| Diptera | Ephydriidae | Morfo 57 | | | | | |
| Coleoptera | Dytiscidae | <i>Copelatus</i> sp | 9 | | | | |
| Coleoptera | Dytiscidae | Morfo 56 | | 9 | | | |
| Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Helochaers</i> sp | 3 | | | | |
| Coleoptera | Curculionidae | Morfo 19 | | | | | |
| Diptera | Culicidae | Morfo 55 | 2 | 2 | | | |
| Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus</i> sp | 3 | | | | |
| Veneroida | Pisidiidae | <i>Pisidium punctiferum</i> | | | | | |
| Amphipoda | Hyalellidae | <i>Hyalella</i> sp | 7 | | | | 7 |
| Valor BMWP/Col | | | 30 | 19 | 3 | 1 | 10 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta los puntajes de BMWP/Col se determinó la calidad del agua de los cinco (5) puntos lénticos, se reporta aguas fuertemente contaminadas para los puntos CA-10 (BMWP=1), CA-05 (BMWP=1) y CA-14 (BMWP=10). Con valores más altos y con una mejoría en la calidad del agua se registra aguas muy contaminadas en CA-03 (BMWP=19) y CA-02 (BMWP=30) como se muestra en la Figura 2-388.

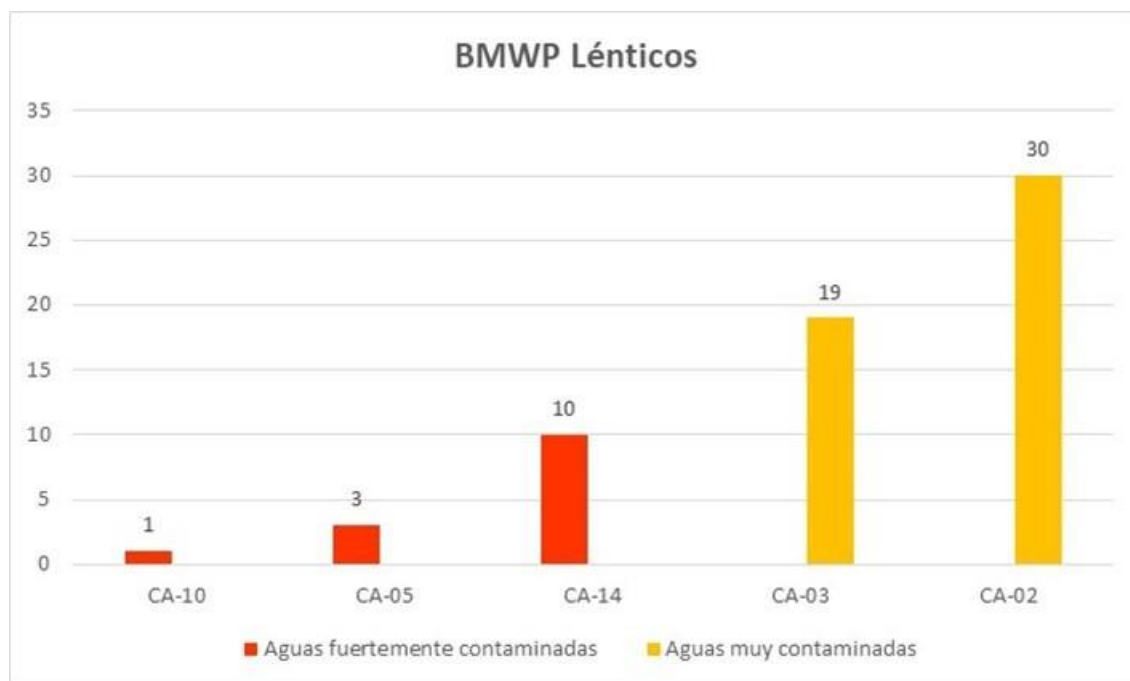


Figura 2- 388. BMWP/Colombia en los ecosistemas lénticos.

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de las familias reportadas en los ecosistemas lénticos tiene valores muy bajos de BMWP indicando fuerte tolerancia a perturbaciones ambientales, en los ecosistemas CA-02 y CA-03 se reporta la familia Dytiscidae poco tolerante a la contaminación con valor de BMWP de 9 estas morfoespecies se presentan con bajas abundancias indicando restricciones para su normal establecimiento en el cuerpo de agua y otro factor importante es que solo se registra en la fase agua- aire (Neuston).

En conclusión, se corrobora con biomonitoreo que todos los puntos lénticos muestreados registran morfoespecies altamente resistentes a las perturbaciones ambientales, registrando antropización en todos los cuerpos de agua.

- **Índices de diversidad de macroinvertebrados en los ecosistemas lénticos**

Para las dos fases de macroinvertebrados (Bentos y Neuston) se registran índices de diversidad muy bajos con valores de Shannon menores a dos (2) indicando una mala distribución de su riqueza y abundancia esto debido a procesos antrópicos en todos los ecosistemas caracterizados.

Los índices de dominancia (D y 1-D) registran dominancias absolutas en los bentos (D=1 1-D= 0) en CA-02 y CA-10 registrando una sola morfoespecie por punto muestreado y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

dominancia alta ($D=0,81$ $1-D=0,19$) en CA-05. Para el neuston se registra una dominancia de absoluta ($D=1$ $1-D=0$) en el punto CA-05 sin reporte de abundancias significativas para los demás puntos caracterizados. (Tabla 2-271 y Tabla 2-272).

Tabla 2- 271. Índices de diversidad de macroinvertebrados del bentos.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-02 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CA-03 | 2 | 0,69 | 0,5 | 0,5 |
| CA-05 | 3 | 0,41 | 0,81 | 0,19 |
| CA-10 | 1 | 0,00 | 1 | 0 |
| CA-14 | 3 | 1,01 | 0,38 | 0,6 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 272. Índices de diversidad de macroinvertebrados del neuston.

| | Taxa_S | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|--------|-----------|-------------|-------------|
| CA-02 | 10 | 1,71 | 0,24 | 0,76 |
| CA-03 | 6 | 1,38 | 0,34 | 0,66 |
| CA-05 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Índice de Bray-Curtis comunidad de macroinvertebrados.**

El índice de Bray Curtis para los macroinvertebrados del bentos muestra tres grupos establecidos, reportando una mayor similitud de aproximadamente el 70 % con los puntos CA-02 y CA-03 compartiendo una morfoespecie con abundancias similares, le sigue los puntos CA-10 y CA-14 una similitud aproximada del 47 % compartiendo una morfoespecie, unido a estos dos puntos se registra a CA-05 con un similitud del 40 % como se registra en la Figura 2-389 (superior).

El índice de Bray-Curtis para los macroinvertebrados del Neuston se registra semejanzas bajas entre los tres puntos de muestreo reportando una similitud de menos del 40 % para CA-03 y CA-05 compartiendo una morfoespecie y con una similitud de menos del 15 % se registra a CA-02 con la mayoría de las morfoespecies exclusivas (Figura 2-389 inferior).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

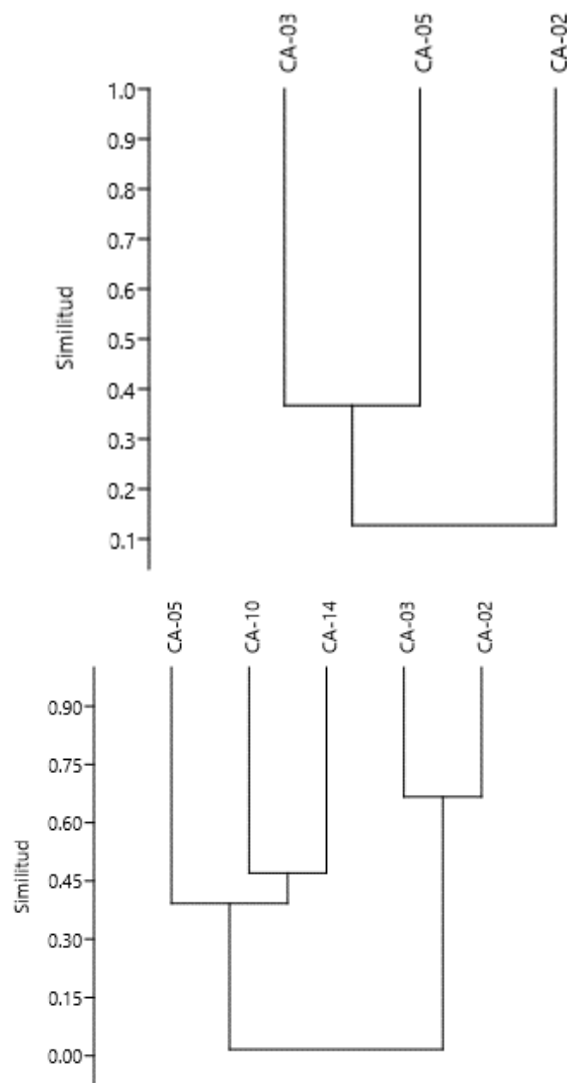


Figura 2- 389. índice de Bray -Curtis bentos. Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.3.5 Peces Ecosistemas Lénticos

Se realizó íctico en los ecosistemas lénticos reportando solo en el ecosistema CA-02, a continuación, se reportan los resultados.

- **Riqueza íctica en el ecosistema CA-02**

En el muestreo del ecosistema léntico se registraron 10 individuos ícticos distribuidos en dos (2) órdenes, dos (2) familias y dos (2) especies

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 273. Riqueza Íctica en el Ecosistema CA – 02.

| Orden | Familia | Taxa | Nombre común | CA-02 |
|-----------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| Characiformes | Characidae | <i>Grundulus bogotensis</i> (Humboldt in Humboldt y Valenciennes, 1821) | Guapucha | 3 |
| Siluriformes | Trichomycteridae | <i>Trichomycterus bogotensis</i> (Eigenmann, 1912) | Capitán enano | 7 |
| Abundancia total (N) | | | | 10 |

Fuente: Elaboración propia.

La guapucha (*Grundulus bogotensis*, Fotografía 2-105), tiene como localidad tipo la planicie de Bogotá, siendo endémica de la cuenca del río Magdalena. Su distribución natural estaba restringida al altiplano cundiboyacense, con un área de drenaje menor a 30.000 km², y localizada en las zonas más densamente pobladas del país (Sabana de Bogotá), en dónde ha sufrido la presión de fuertes procesos de deterioro ambiental y alteración de hábitat por contaminación de aguas negras domésticas e industriales, desecación de humedales, minería y escorrentías de agroquímicos empleados en la agricultura de clima frío (Álvarez-León et al. 2002). Estas alteraciones en la cuenca original han afectado a la especie, restringiéndola a unos pocos sectores aún no modificados sustancialmente, por lo que, actualmente, se encuentra amenazada dentro de la categoría de LC (Preocupación menor) (Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012).



Fotografía 2- 105. Ejemplar de la especie *Grundulus bogotensis*, capturada en la quebrada San Juan CA-12. Fuente: Elaboración propia.

El capitán enano, *Trichomycterus bogotensis* (Fotografía 2-106), presenta su distribución en la localidad de Chapinero, en Bogotá; sin embargo, es posible encontrarla en ríos de alta montaña de los departamentos de Cundinamarca, Santander y Boyacá. Habita en corrientes de aguas someras, frías, claras, bien oxigenadas, próximas a la orilla entre macrófitas acuáticas y rocas, prefiriendo las zonas oscuras y cerradas por vegetación riparia donde la corriente es lenta (siendo esta la zona dónde fue capturada); presenta un amplio espectro trófico compuesto principalmente por invertebrados de pequeño tamaño, asociados o fijos al substrato fangoso y de vegetación perifítica (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Características encontradas en su lugar de colecta, la quebrada San Juan.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 106. Ejemplar de la especie *Trichomycterus bogotensis* (Capitán enano), capturada en la quebrada San Juan (CA-12). Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.4 COMPARACIÓN DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN ÉPOCA SECA

Se realizó la caracterización de los mismos cuerpos de agua anteriormente analizados en época seca con el fin de determinar variaciones de riqueza y abundancia. A continuación, se muestran los resultados.

2.6.3.4.1 Comparación de Perifiton en los Dos Periodos de Muestreo

Se realizaron muestreos en los mismos puntos de la época de lluvias con el fin de determinar variaciones de este ensamblaje hidrobiológico.

- **Comparación de riqueza perifítica en los dos periodos muestreados.**

Se registran variaciones de riqueza en los puntos de muestreos, sin cambios de riqueza considerables en CA-01, CA-9, CA-12, CA-13 y CA-15 con aumentos o disminuciones de sus morfoespecies en rangos de 1-6. Solo se registra una variación importante en CA-07 con un aumento de más del doble en sus morfoespecies en temporada seca, como se muestra en la Figura 2-390.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

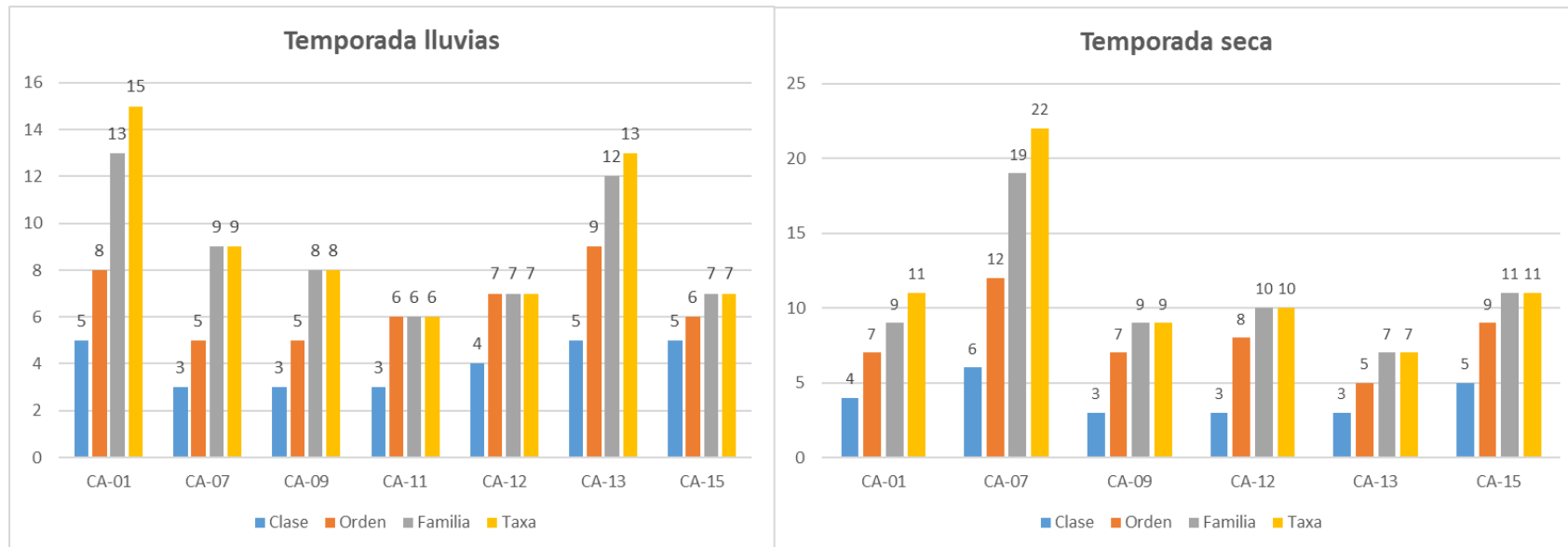


Figura 2- 390. Riqueza del perifiton en las dos temporadas de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En cuanto a las clases más representativas en las dos temporadas las registró Bacillariophyceae debido a sus características morfológicas de adhesión oponiendo resistencia a las perturbaciones causadas por las variaciones de corriente en estos dos periodos.

Este aumento de riqueza en la mayoría de los puntos muestreados se considera normal y se asemejan a otros estudios los cuales encontraron que las diatomeas (Bacillariophyceae) dominaron en las épocas de estudio y se ordenaron durante las etapas de desarrollo como especies colonizadoras de etapas primarias, intermedias y tardías. Adicionalmente, la diversidad de algas perifíticas fue mayor en condiciones de caudales medios y lluvias esporádicas.

- **Abundancia perifítica en los ecosistemas lóticos en los dos periodos**

En cuanto a la abundancia del ensamblaje del perifiton en las dos temporadas presento que en la temporada seca se registró 1.919,77 Ind/ml a 84.120,4 Ind/ml en todos los cuerpos lóticos denotando un aumento considerable en este grupo hidrobiológico. en cuanto a abundancias por cuerpo se sigue presentando mayor número de individuos en CA-13 en temporada de lluvias 650,16 Ind/ml y aumentando en temporada seca a 42.559,2 Ind/ml igualmente presenta la mayor representatividad de Phormidium en ese cuerpo de agua.

La segunda mayor abundancia también la sigue presentando CA-07, registrando en temporada de lluvias 451,05 Ind/ml, con un aumento en el segundo muestreo de 19440 Ind/ml, en este cuerpo de agua cambian las morfoespecies dominantes para la primera temporada (lluvias) dominó Lepocinclis sp y para la segunda temporada dominó Pinnularia sp.

El ecosistema CA-15 en la primera temporada registró 385,60 Ind/ml con dominancia de Microspora sp y en la segunda temporada aumentó a 1003,2 Ind/ml con mayor presencia de Navicula sp. CA-01 por su parte registró en la primera temporada 254,4 Ind/ml con la mayor abundancia de Navicula sp, para la segunda temporada se registra un aumento de 16720,6 con mayor representatividad de la morfoespecie de Phormidium sp. Las demás abundancias se registran en la Figura 2-391 y Figura 2-392.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

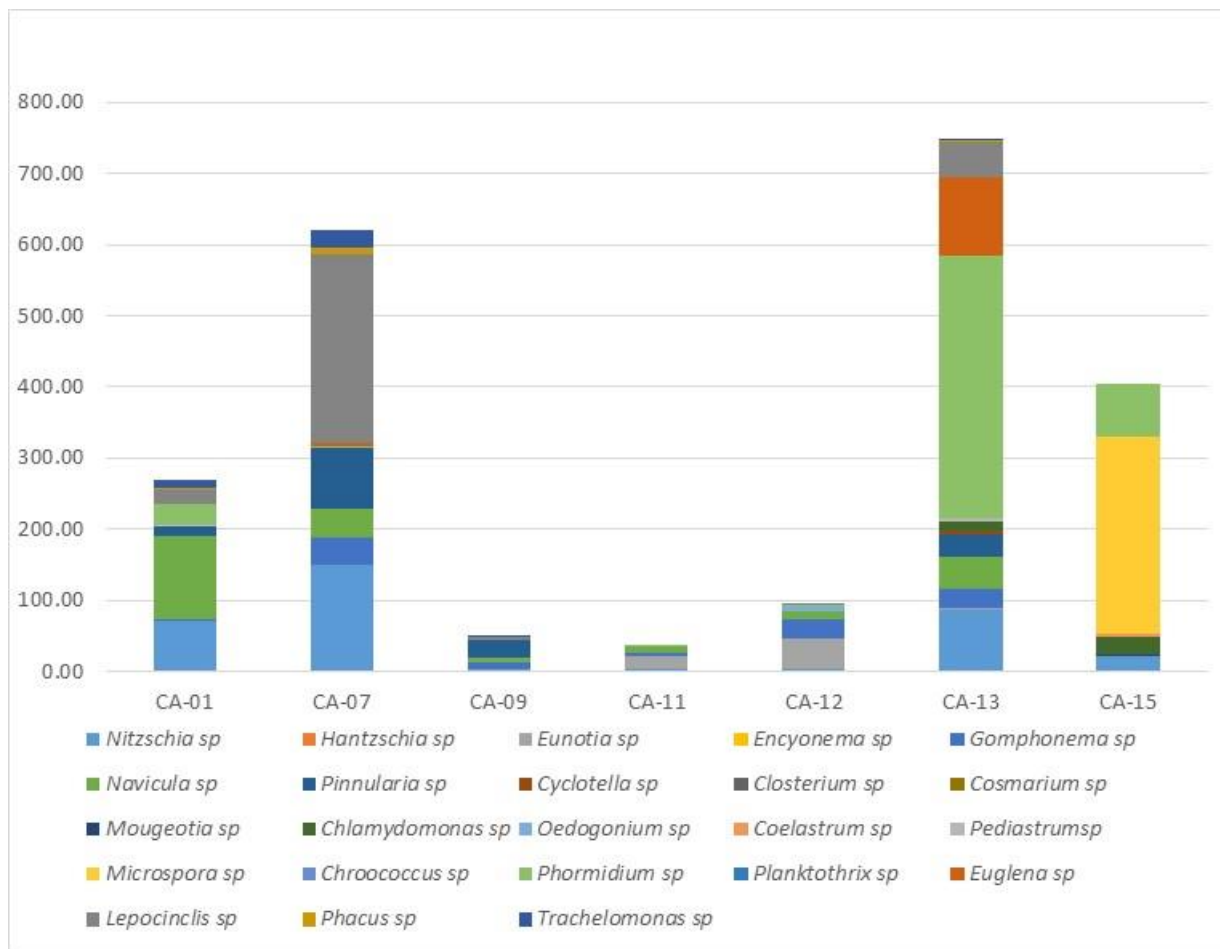


Figura 2- 391. Abundancia del perifiton temporada de lluvias. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

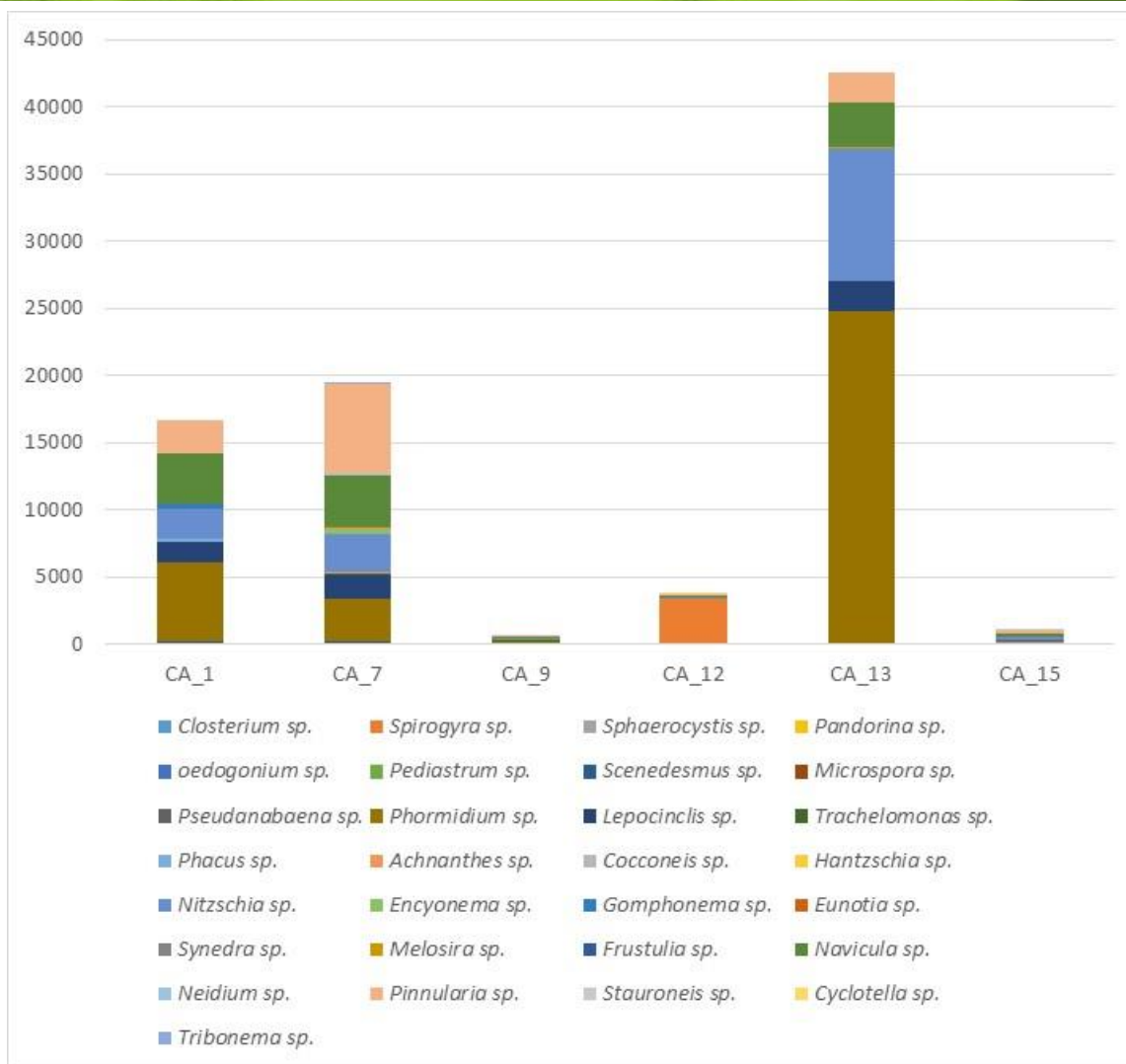


Figura 2- 392. Abundancia del perifiton temporada seca. Fuente: Elaboración propia.

El aumento de abundancia en temporada seca, se presenta debido a la estabilización del ensamblaje del perifiton causado por la disminución de la corriente en temporada seca, estabilizando a la comunidad en los diferentes sustratos de los ecosistemas lóticos, efecto que no ocurre en la temporada de lluvias y su aumento de corriente disminuyendo la abundancia por el efecto arrastre, manteniendo morfoespecies con mayor capacidad de adhesión a los sustratos de los ecosistemas objeto de estudio.

Otras investigaciones reportaron los cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de la corriente, encontrando que la variable con mayor explicación de estos cambios es la velocidad de la corriente. En velocidades de corriente más bajas, la abundancia total es alta, en temporada de lluvias por el aumento de la corriente sucede el desprendimiento de la película algal con el consecuente reinicio de la sucesión.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Comparación de los índices de diversidad perifíticos en los dos periodos muestreados.**

Los índices de diversidad para las dos temporadas muestran índice de Shannon menores a dos en todos los cuerpos lénticos y en las diferentes temporadas de muestreo, indicando afectación por actividades antrópicas. Se registra aumentos en valores de Shannon significativas en CA-15 registrando en temporada de lluvias $H' = 0,97$ y en temporada seca $H' = 1,94$ a causa de la mejor estabilización de la comunidad por la disminución de la corriente.

Los índices de dominancia para las dos temporadas (D y 1-D) no registran dominancias significativas de ninguna de las morfoespecies registradas (Figura 2-393).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

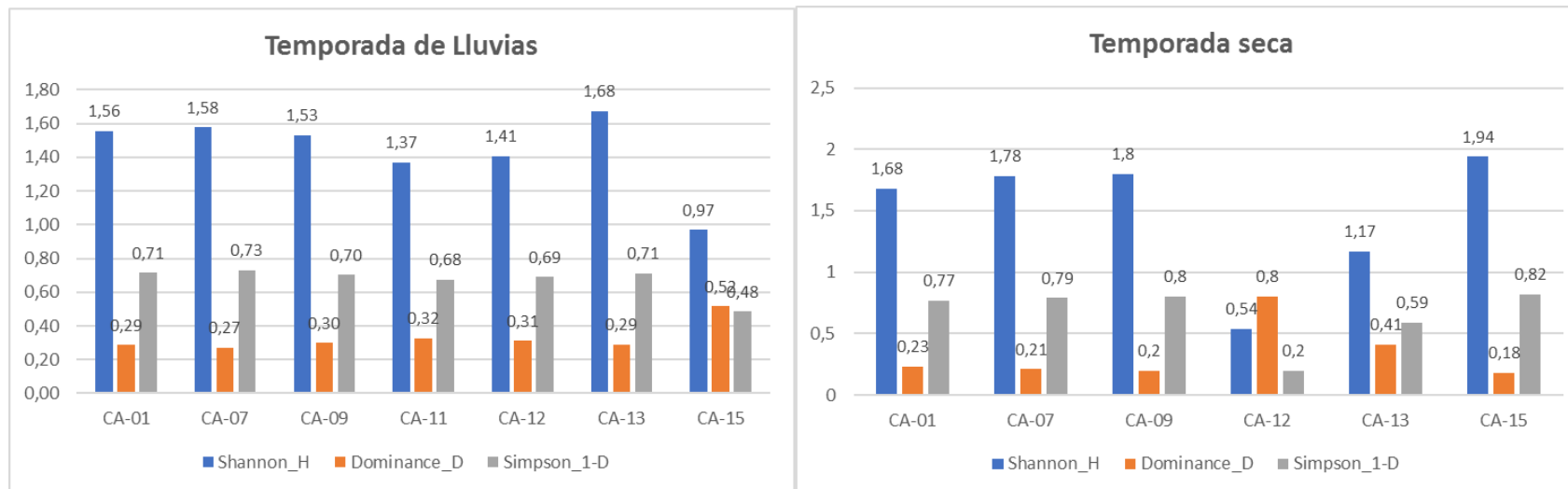


Figura 2- 393. Índices de diversidad perifítico en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.4.2 Comparación de las Comunidades Fitoplanctónicas en los Dos Periodos Hidrológicos

A continuación, se registra las variaciones de riqueza y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en los ecosistemas lóticos.

- **Comparación de riqueza fitoplanctónica en los dos periodos muestreados.**

Se registra la riqueza fitoplanctónica de los ecosistemas lóticos en los dos periodos, reportando variaciones poco significativas en todos los ecosistemas, se registran las mismas número de morfoespecies en el ecosistema CA-09, CA-12 y CA-13. En los demás ecosistemas hay variaciones de morfoespecies aumentando o disminuyendo entre 1 y 3 morfoespecies como se registra en la Figura 2-394.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

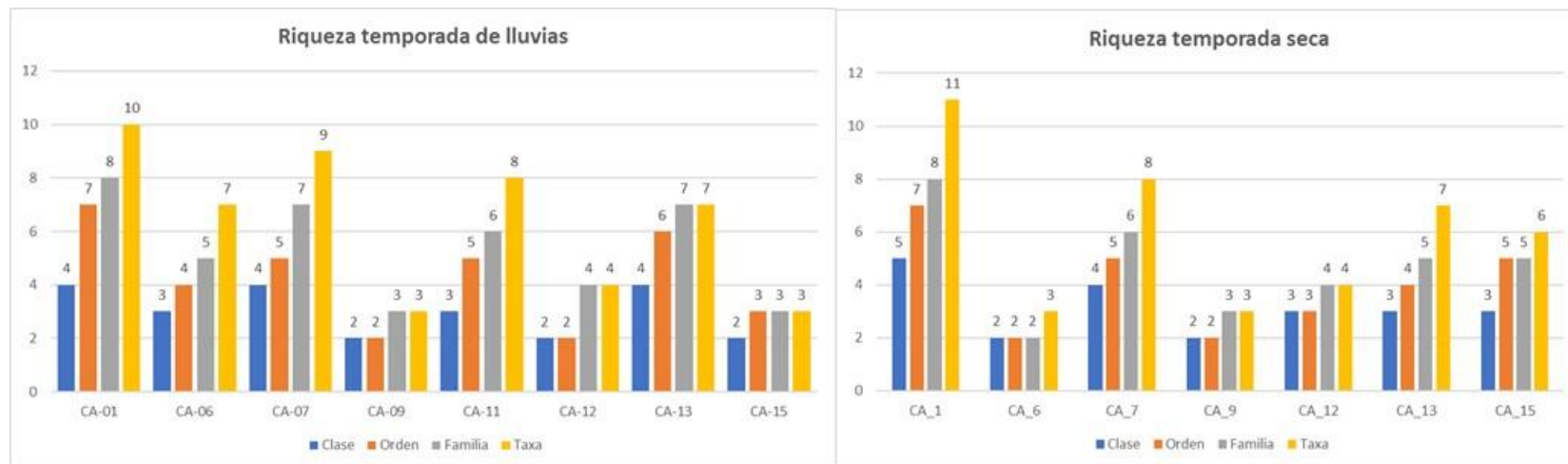


Figura 2- 394. Riqueza fitoplanctónica en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En las dos temporadas se sigue presentando a Bacillariophyceae como la clase predominante, típica de aguas turbulentas y en ecosistemas hídricos ricos en nutrientes.

- **Abundancia fitoplanctónica en ecosistemas lóticos de las dos temporadas.**

En la primera temporada se registró 2,29 Ind/ml aumentando para la segunda temporada en 38,001 Ind/ml, como se presentó en el anterior grupo hidrobiológico (perifiton) la velocidad de la corriente juega un papel importante en la estabilidad del ensamblaje Fitoplanctónico. Causando arrastre en la temporada de lluvias y por ende menor registro de abundancia en todos los cuerpos lóticos caracterizados.

La abundancia por cuerpo lótico temporada seca registro la mayor abundancia en el punto CA-1 con 33,68 Ind/ml (con el 88% la abundancia total de todos los ecosistemas lóticos) respecto a 0,32 Ind/ml registrado en la temporada de lluvias mostrando una mejor estabilidad de la comunidad en el espejo de agua en la temporada de menos corriente, (temporada seca).

El ecosistema CA-07 en la primera temporada registro 0,41 Ind/ml con la mayor representatividad la morfoespecie Lepocinclis con 0,1308 Ind/ml para la temporada seca se registró una abundancia de 1236 Ind/ml mostrando la misma abundancia de Lepocinclis con 0,441 Ind/ml, este género es ampliamente tolerante a las condiciones antrópicas en los cuerpos de agua.

El ecosistema CA-13 registró en la primera temporada una abundancia de 0,38 Ind/ml con el mayor número de individuos de la morfoespecie Chlamydomonas sp con 0,13 Ind/ml, para la temporada seca se registró 1,9 Ind/ml con la mayor representatividad de las morfoespecies Trachelomonas sp. y Navicula sp 1 con 0,345 Ind/ml. (Figura 2-395 y Figura 2-396).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

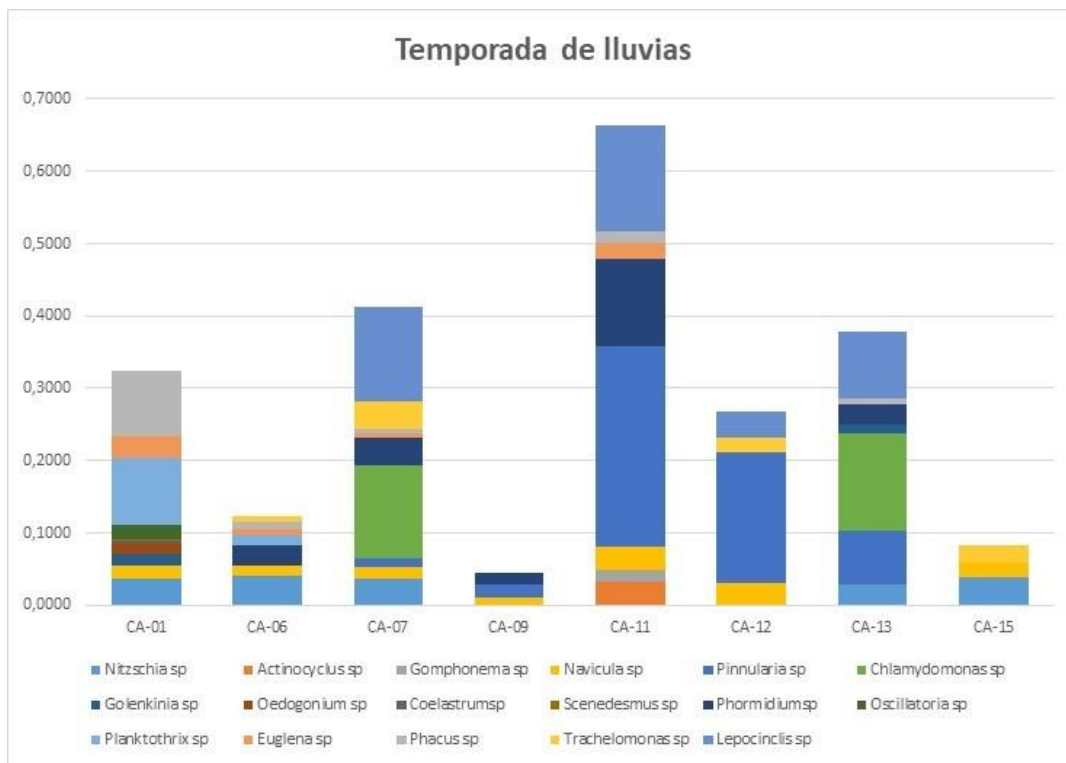


Figura 2- 395. Abundancia fitoplanctónica primera temporada. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

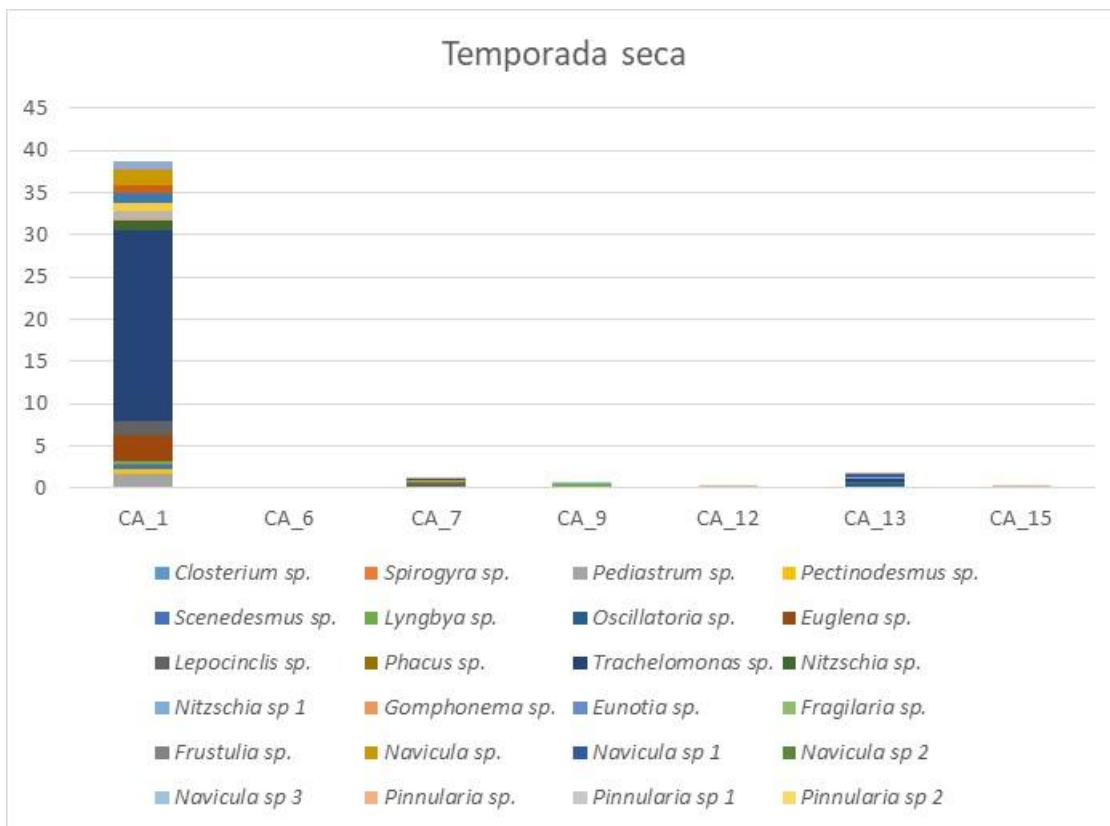


Figura 2- 396. Abundancia fitoplanctónica segunda temporada. Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad fitoplanctónica en los ecosistemas lóticos en las dos temporadas.**

Los índices de diversidad registran valores bajos en todos los cuerpos lóticos, así como en las dos temporadas de muestreo con valores de Shannon menores a 2 indicando baja distribución de sus morfoespecies. CA-01 en la primera temporada y CA-13 segunda temporada registran $H' = 1,9$ para los dos ecosistemas lóticos, mostrando mejor distribución de sus riquezas. Los demás cuerpos hídricos en las dos temporadas muestran bajas diversidades a causa de las características antrópicas de los cuerpos de agua y a la poca estabilidad de la comunidad fitoplanctónica en la columna de agua por efectos de la corriente (Figura 2-397).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

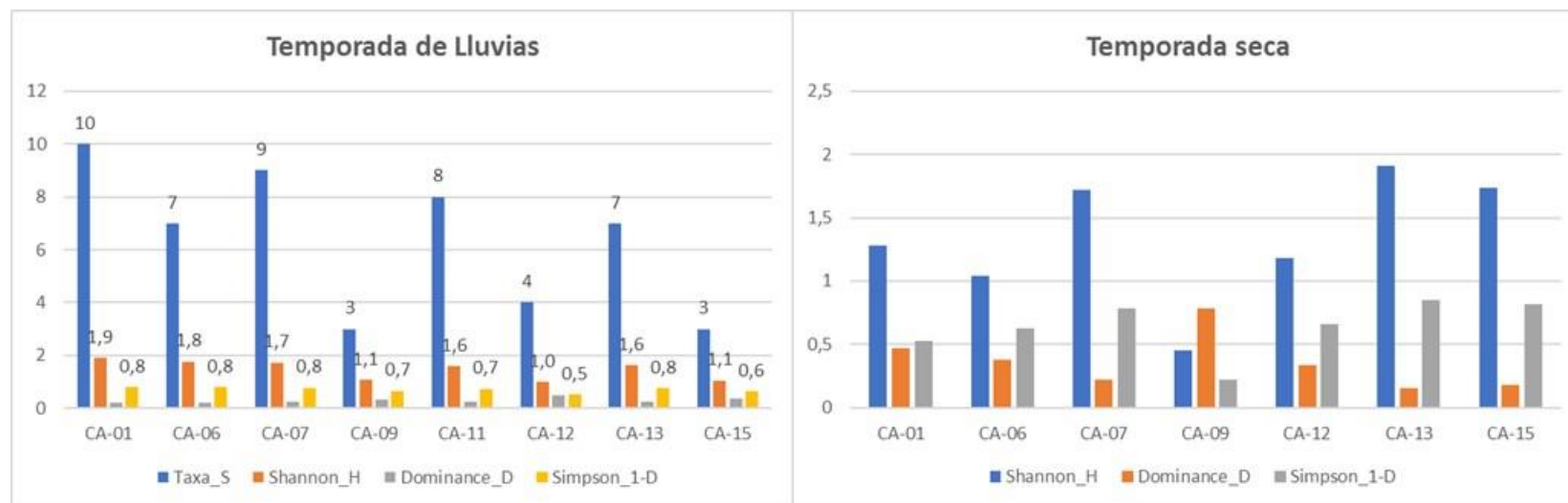


Figura 2- 397. Índices de diversidad Fitoplanctónica en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.4.3 Zooplancton Ecosistemas Lóticos en los Dos Periodos Hidrológicos

Se realiza la comparación de riqueza, abundancia e índices de diversidad del ensamblaje de zooplancton en los dos periodos de muestreos.

- **Riqueza zooplanctónica de ecosistemas lóticos en las dos temporadas.**

La riqueza zooplanctónica en los ecosistemas lóticos de las dos temporadas de muestreo arroja valores muy similares de riqueza con pocas variaciones en el número de especies en los ecosistemas objeto de estudio. Se registra el mayor cambio de riqueza en el ecosistema CA-13 reportando en la temporada de lluvias 13 morfoespecies y en la temporada seca tres (3), teniendo en cuenta las características del ecosistema (Canal colector) se podría deducir que, este aumento de riqueza en la temporada de lluvia se podría dar gracias a la llegada de morfoespecies alóctonas llevadas al punto de muestreo por la mayor corriente en dicha temporada.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

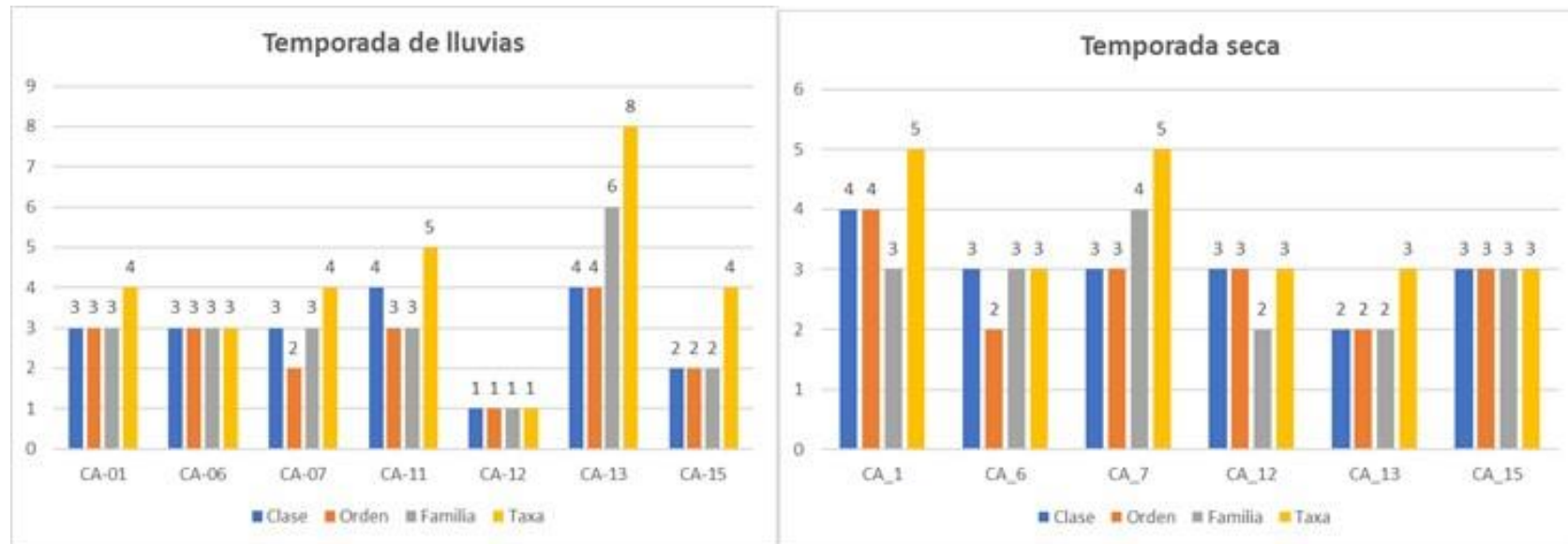


Figura 2- 398. Comparación de riqueza zooplanctónica en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Se sigue presentando Mayor presencia de los rotíferos (Monogononta y la Bdelloidea) debido a sus características generalistas con amplia tolerancia a los perturbaciones ambientales.

- **Abundancia zooplanctónica en los dos periodos de muestreo.**

La abundancia zooplanctónica en los dos periodos de muestreo, reportó valores muy similares en la época de lluvia registró 0,16 Ind/ml con un aumento poco significativo en la temporada seca de 0,199 Ind/ml. Los movimientos horizontales son condicionados por las características hidrologías del cuerpo de agua consecuencia de la escasa resistencia natatoria del ensamblaje zooplanctónico frente a las corrientes de agua disminuyendo la abundancia y la riqueza en los ecosistemas lóticos.

Para la segunda temporada no se tiene muestreo zooplanctónico en el punto de muestreo CA-11. Para el muestreo CA-01 se registra en la primera temporada una abundancia de 0,01332 Ind/ml, en la segunda temporada se registró un aumento de 0,084 Ind/ml. Para el ecosistema CA-06 se registra en la primera temporada 0,04871 Ind/ml con una disminución en la segunda temporada de 0,012 Ind/ml. CA-07 por su parte registró en el primer muestreo 0,021 Ind/ml con un leve aumento en la segunda temporada con 0,051 Ind/ml. Las demás abundancias se registran en la Figura 2-399 y Figura 2-400.

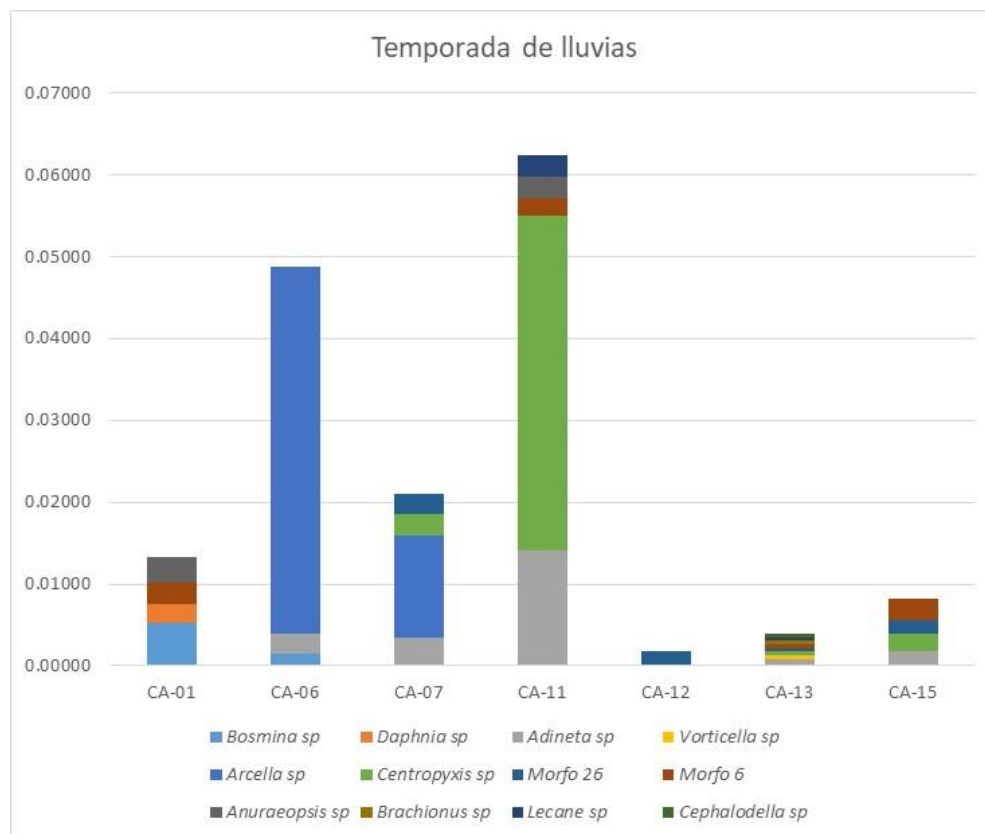


Figura 2- 399. Abundancia zooplanctónica primera temporada. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

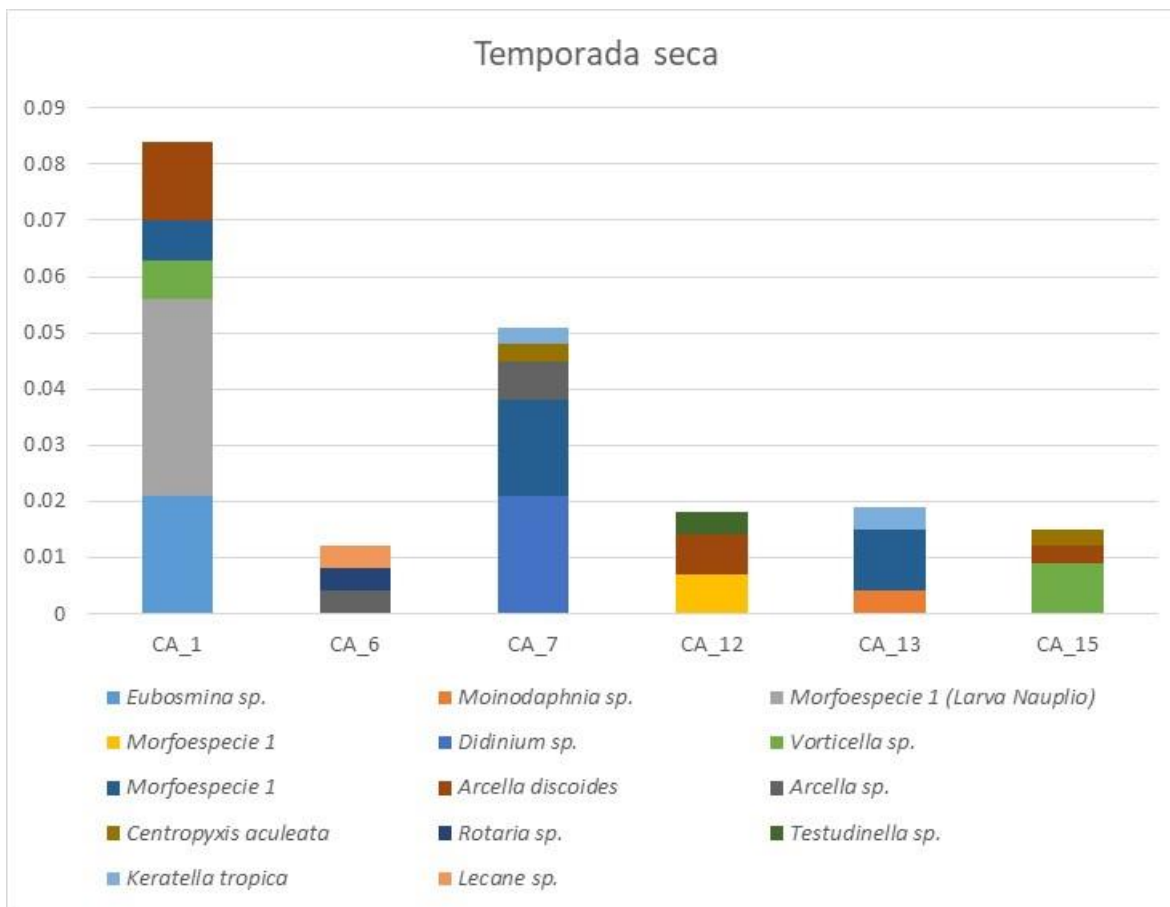


Figura 2- 400. Abundancia zooplanctónica segunda temporada. Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad zooplanctónica en los ecosistemas lóxico en las dos temporadas.**

Los índices de diversidad muestran diversidades bajas en la mayoría de los puntos muestreados y en las dos temporadas, con una mayor distribución de sus morfoespecies en CA-13 en la primera temporada con valores de Shannon de $H' = 2$, los demás cuerpos lóxicos registran valores bajos indicando baja diversidad por efectos de la dinámica natural de los cuerpos lóxicos y por la antropización de los ecosistemas. En cuanto a los índices de dominancia (D y $1-D$) solo reporta una dominancia absoluta en CA-12 en la primera temporada registrado $D=1$ y $1-D=0$. (Figura 2-401).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

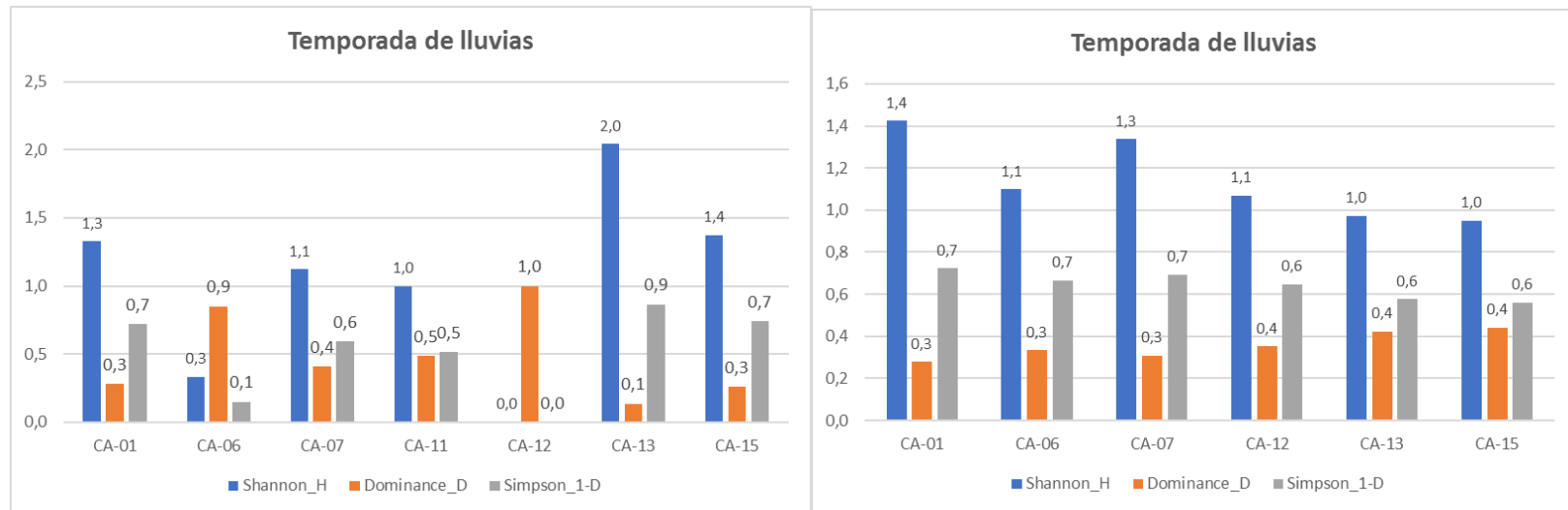


Figura 2- 401. Índices de diversidad zooplanctónicas en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.4.4 Macroinvertebrados Acuáticos en los Ecosistemas Lóticos en los Periodos de Muestreo

Se realizó el muestreo de macroinvertebrados en los dos periodos hidrológicos en los ecosistemas lóticos registrando los siguientes resultados:

- **Riqueza de macroinvertebrados en los ecosistemas lóticos**

La riqueza de macroinvertebrados en los dos periodos muestra un aumento de morfoespecies en todos los cuerpos lóticos en la época seca, pasando de dos (2) morfoespecies en CA-06 a 10 en la segunda temporada, CA-09 registra seis (6) morfoespecies en la primera temporada con aumento a ocho (8) morfoespecies en el segundo muestreo. El aumento de riqueza más sobresaliente ocurrió en el punto CA-12, pasando de cinco (5) morfoespecies en el primer muestreo a 19 morfoespecies en la temporada seca. punto de muestreo CA-01 no reportó macroinvertebrados en la época seca. los demás registros de riqueza se observan en la

En los dos periodos, la clase Insecta dominó las morfoespecies presentes en los diferentes cuerpos de agua, así como también el orden Diptera registro la mayor representatividad en la etomofauna colectada.

La riqueza de macroinvertebrados en los ecosistemas lóticos muestreados denotan una relación inversa en cuanto a le aumento de la corriente presentando mayor riqueza y estabilidad del ensamblaje de la entomofauna acuática en época de poca lluvias (época seca) y una disminución de sus taxa en época de lluvias, estos resultados reportados concuendar con otros estudios los cuales concluyen que, La abundancia y riqueza de los insectos se observa principalmente cuando la precipitación pluvial es baja y disminuye cuando ésta se incrementa.

- **Comparación del BMWP en los ecosistemas lóticos den los dos periodos de muestreo.**

Se realizó el Biomonitorio de macroinvertebrados acuáticos con el índice BMWP/Colombia. Para el ecosistema CA-01 registró aguas fuertemente contaminadas con el menor valor de todos los cuerpos hídricos monitoreados, en la segunda temporada no hubo registro de macroinvertebrados en el punto de muestreo. En el punto CA-07 se mantiene el mismo valor de cuatro (4) con la misma calidad de agua de fuertemente contaminadas, en la primera época se registra a CA-13 con cinco (5) y en le época seca se registran familias que no están dentro de las calificaciones de (Roldan, 2003). En el punto CA-06 en el primer muestreo se registra un BMWP de seis (6) y en el segundo periodo aumenta el índice a 29, cambiando de calidad del agua de aguas de fuertemente contaminadas a muy contaminadas. El punto CA-11 se mantiene su índice ya que no hubo registro en la segunda temporada, CA-09 por su parte disminuyó en su calidad ambiental pasando de BMWP= 29 a 11 en la época seca. el punto CA-15 también registro una disminución del índice de 28 en la época de lluvias a 22 en la época seca a su vez cambiando su calidad del agua. y por último con mayores valores de índice, se registró a CA-12 con BMWP de 49 en la primera temporada con calidad de aguas de contaminadas a un valor de 73 en época seca con

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

aumento en su calidad ambiental a aguas medianamente contaminadas corroborando así su mejor calidad ambiental respecto a la mayoría de los ecosistemas lóticos registrados.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

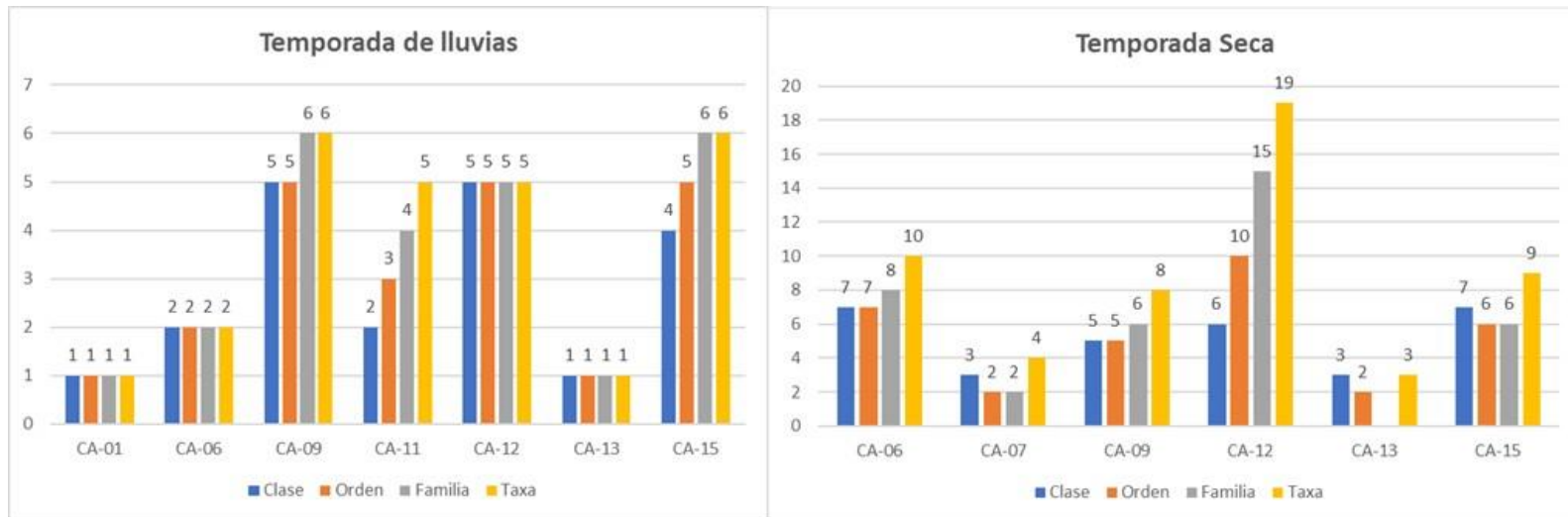


Figura 2- 402. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los dos periodos de muestreo en los cuerpos lóticos.
Fuente: Elaboración propia.

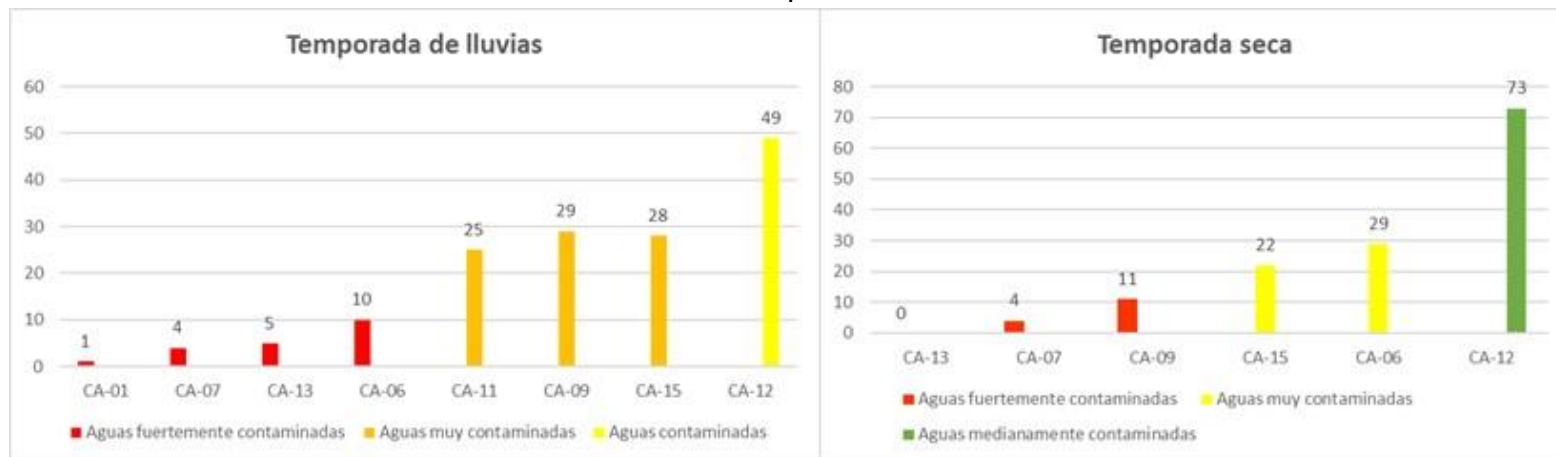


Figura 2- 403. BMWP/Col ecosistemas lóticos en los dos periodos de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Índices de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en las dos temporadas

El índice de Shannon registró valores bajos en todos los cuerpos hídricos y en las dos temporadas de muestreo con un aumento y una mejor distribución de sus morfoespecies en CA-12 en temporada seca de $H' = 1,38$ a $2,11$, los demás ecosistemas hídricos en las diferentes temporadas denotan baja distribución de las morfoespecies en consecuencia mostrando una disminución de las diversidades en cada cuerpo de agua por procesos antrópicos y por la homogeneidad de sustratos. CA-01 y CA-13 registran dominancias absolutas de una sola morfoespecie ($D=1$ y $1-D=0$) en la temporada de lluvias, le segunda temporada no registró abundancias significativas de ninguna morfoespecie. (Figura 2-404).

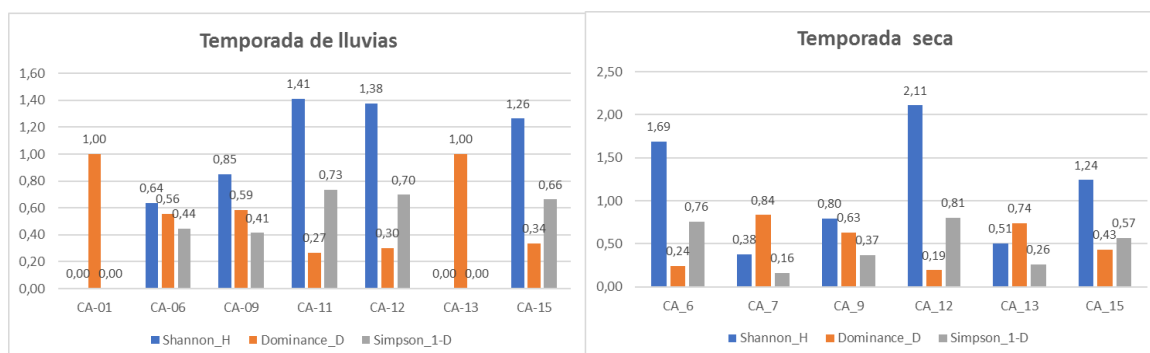


Figura 2- 404. Índices de diversidad de macroinvertebrados en las dos temporadas de muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.5 COMPARACIÓN DE LA HIDROBIOTA EN LOS ECOSISTEMAS LÉNTICOS EN LOS PERIODOS DE MUESTREO

Se realizó caracterización de la hidrobiota presente en los ecosistemas lénticos en dos temporadas, a continuación se muestran los resultados

2.6.3.5.1 Perifiton en los Ecosistemas Lénticos en los Dos Periodos de Muestreo

Se realizó la caracterización de las comunidades perifíticas en los ecosistemas lénticos, para la primera temporada se muestrearon seis (6) ecosistemas y para la segunda temporada se muestrearon cuatro (4) a continuación se muestran los resultados.

Riqueza perifítica de los ecosistemas lénticos en las dos temporadas.

La riqueza del perifiton en los ecosistemas lénticos, denota un aumento a nivel de taxa en la mayoría de los puntos de muestreos en la época seca, el ecosistema CA-04 pasa de tener tres (3) morfoespecies a registrar 15 morfoespecies en la segunda temporada, el punto CA-05 en el primer registro obtuvo cuatro (4) morfoespecies, aumentando a ocho (8) en el siguiente muestreo. El ecosistema CA-10 por su parte, registró 13 morfoespecies en el primer muestreo disminuyendo su riqueza a nueve (9) en la siguiente temporada y CA-14 pasa de 18 morfoespecies a disminuir a ocho (8) en la siguiente temporada

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

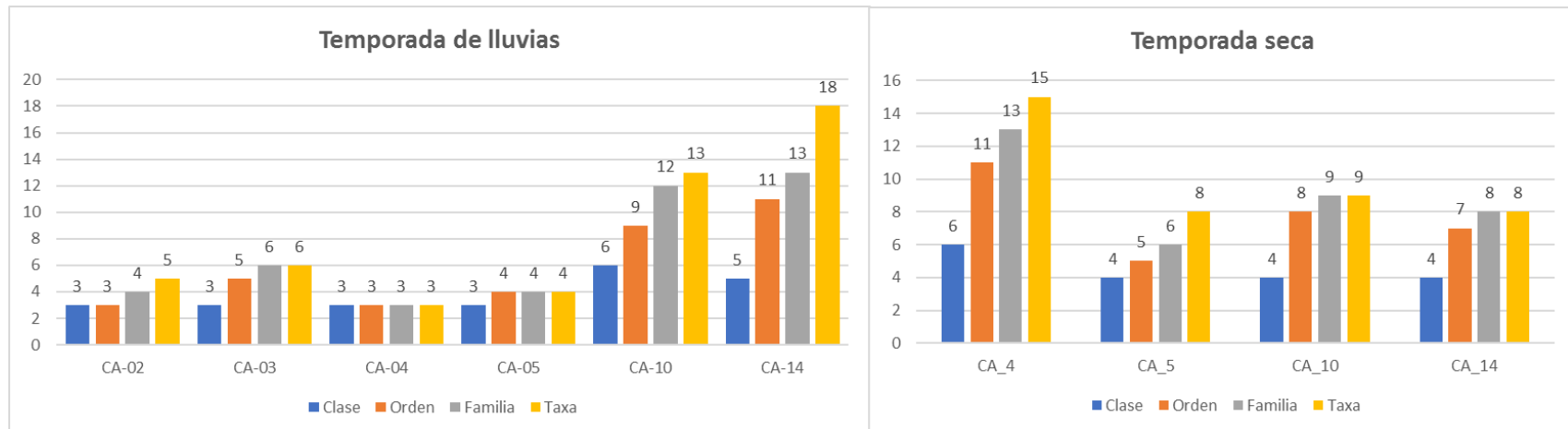


Figura 2- 405. Riqueza del perifiton en los ecosistemas lénticos en los dos periodos de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En los dos periodos sigue predominando la clase Bacillariophyceae (Diatomeas), como se ha dicho antes esto se debe a sus estrategias R y a la rapidez para ocupar sustratos en corto tiempo.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos existen variaciones de algunos parámetros en los dos periodos hidrológicos para CA-04, hubo disminución de amonio 0,4 a valores menores a 0,2 mg Al/L, los valores de coliformes fecales se mantuvieron en los dos muestreos en 24196 NMP/100ml, en donde se registra mayor cambio en las concentraciones fue en el oxígeno disuelto reportando en la primera temporada 0,9 a 7,18 mg O₂/L registrando una mejor oxigenación del ecosistema explicando así la mayor presencia de taxa en la temporada seca.

Para el ecosistemas CA-05 se registran disminución de amonio de 10 a menores de 1,2 NH⁴/L, se mantuvieron los mismos valores de coliformes fecales (24196 NMP/100ml), disminución de estreptococos de 158000 a 2589 NMP/100ml y un aumento de oxígeno disuelto de 0,9 a 1,2 mg O₂/L.

El ecosistema CA-10 registró disminución de amonio de 13,5 NH⁴/L a menores de 1,2 NH⁴/L, carbono orgánico de 14,35 a 9,59 mg COT / L, coliformes fecales se mantuvieron en la misma concentración en los dos periodos registrando 24196 NMP/100ml y un poca variación de oxígeno disuelto de 0,6 a 0,8 mg O₂/L.

CA-14 registra tambien disminución de amonio de 0,9 NH⁴/L a menores de 1,2 NH⁴/L, Carbono orgánico disminuyó de 11,86 a 6,87 mg COT / L, estreptococos fecales de 10 a 5,1 NMP/100ml y una variación de oxígeno disuelto de 5,9 a 5,3 mg O₂/L.

Las disminuciones de amonio y carbono orgánico en todos los cuerpos lénticos en la segunda temporada se presentaria por la baja entrada de estos compuesto aloctonos a los cuerpos hídricos a causa de la disminución de lluvias que por escorrentia podria llegar a los ecosistemas en mención como ocurrio en la epoca de lluvias.

En los dos periodos hidrologicos se siguen predominado las mismas clases de perifiton indicando a grados de antropización en los ecosistemas y esto se corrobora con los datos fisicoquímicos anteriormente mencionados.

- Abundancia perifítica en los dos periodos de muestreo

La abundancia perifítica en el pirmer muestreo registró una abundancia total de 1228,67 Ind/ml con un aumento de sus abundancias en la segunda temporada con 11190,6 Ind/ml. registrando la mayor abundancia por morfoespecie en todos los cuerpos hídricos de Nitzschia sp. Reportando en la primera temporada 320 Ind/ml y aumentando en la segunda temporada con 3188 Ind/ml

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La presencia del género *Nitzschia* según estudios está estrechamente relacionado a pH mayores a 6 registrando para las dos temporadas pH superiores a 6 en todos los ecosistemas lénticos. Y el mayor número de morfoespecies presentes en la temporada seca se debe a la mayor estabilidad del ecosistema debido a la poca frecuencia de lluvias que generen turbulencias y por ende perturbaciones a esta comunidad hidrobiológica. (Figura 2-406 y Figura 2-407).

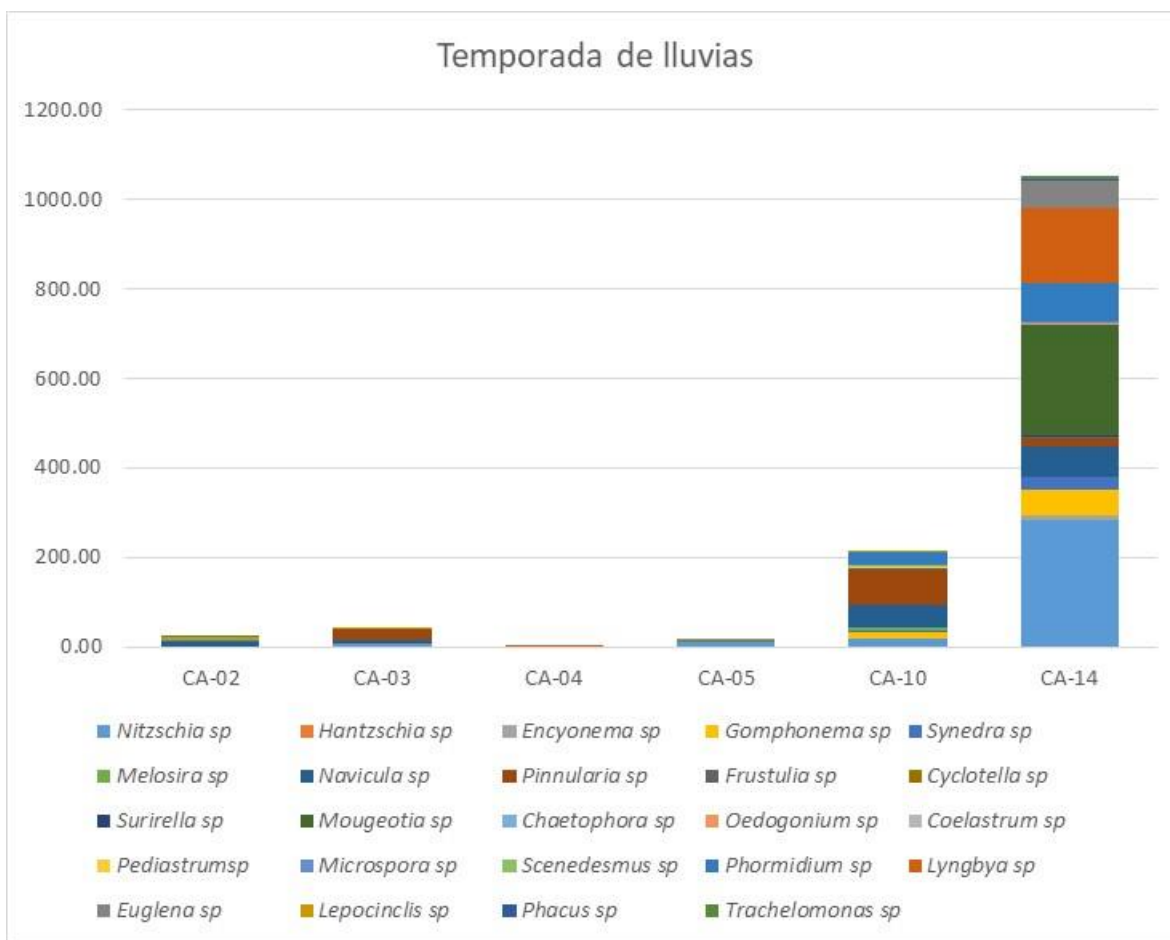


Figura 2- 406. Abundancia perifítica primera temporada. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

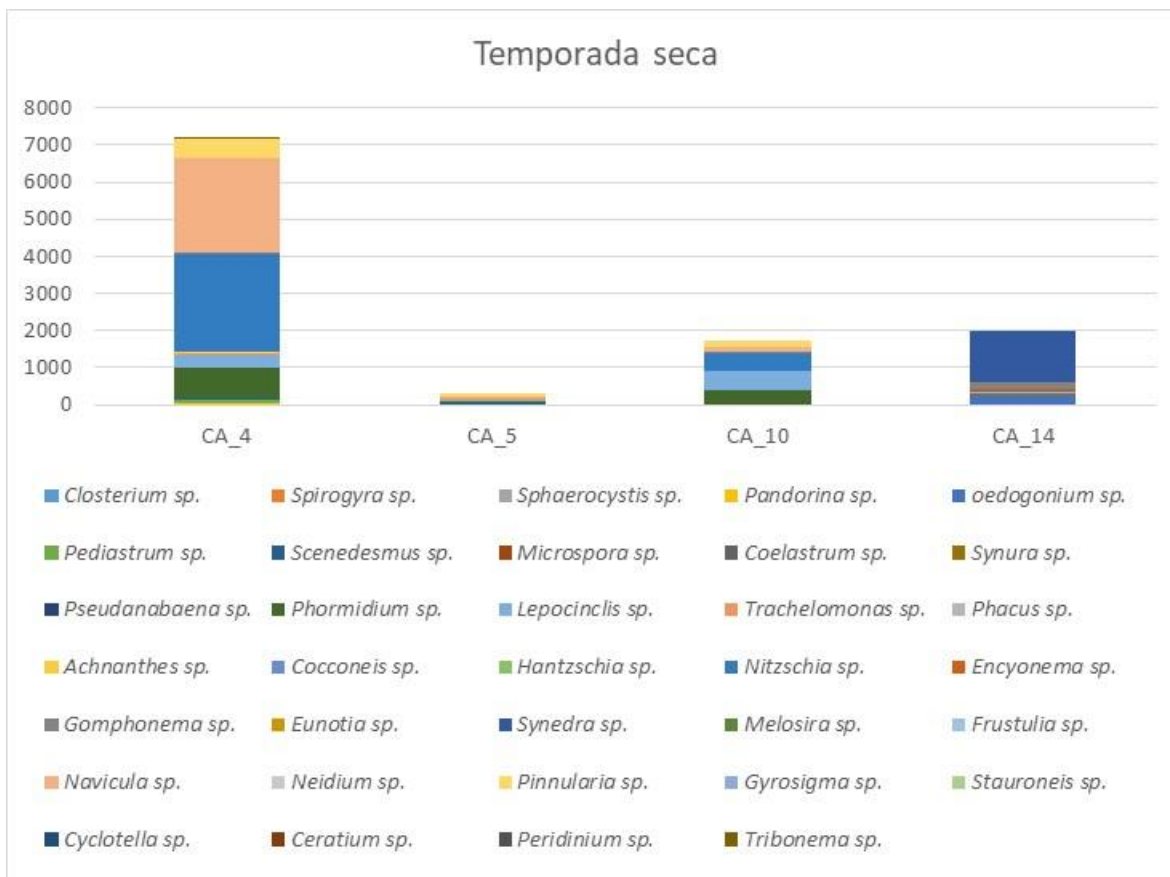


Figura 2- 407. Abundancia perifítica segunda temporada. Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad en los dos periodos de muestreo.**

Se registran los índices de diversidad de las comunidades del perifiton en las dos temporadas se reportan en todos los cuerpos lénticos una baja diversidad, con los mayores valores en CA-14 con $H' = 2$, con mejores distribuciones de su riqueza en las abundancias presentadas, para el mismo punto en la temporada seca se registra una disminución de Shannon de 1,08.

En el punto CA-04 se registra un aumento en su valor de Shannon en temporada seca pasando de $H' = 0,9$ – $H' = 1,55$. Las variaciones de diversidad más notorio se registra en el ecosistema CA-05 de $H' = 0,5$ en la primera temporada a $H' = 1,8$ en la segunda temporada mejorando considerablemente su diversidad, por último, en el ecosistema CA-10 no se registran variaciones significativas, con $H' = 1,8$ en la primera temporada y $H' = 1,60$ en el segundo muestreo. Como respecto a los índices de dominancia no se registra en ninguno de los dos periodos abundancias significativas de ninguna morfoespecie, con rangos de $D = 0,2-0,51$ como se muestra en la Figura 2-408.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

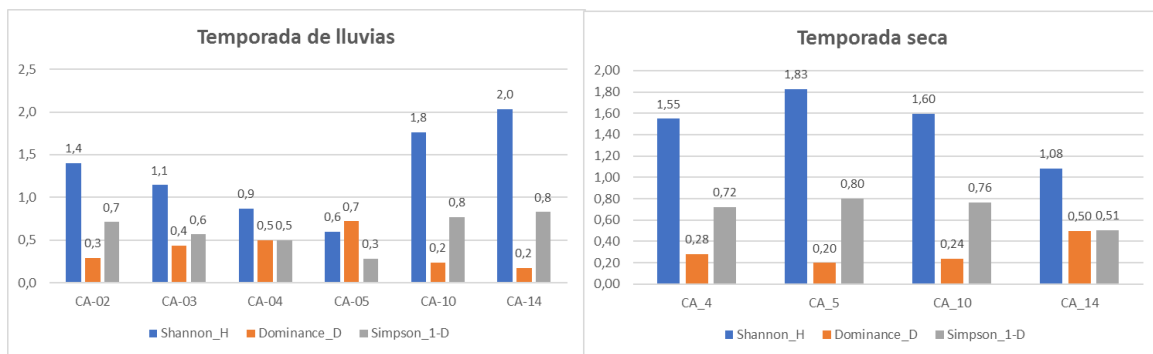


Figura 2- 408. Índices de diversidad del perifiton en los dos periodos. Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.5.2 Fitoplancton en los Ecosistemas Lénticos en los Dos Periodos de Muestreo

Para la comunidad fitoplanctónica se realizó muestreo de seis (6) ecosistemas lénticos en temporada de lluvias y para la segunda temporada se registró cuatro ecosistemas lénticos. A continuación, se muestran los resultados.

- Riqueza fitoplanctónica de los ecosistemas lénticos en las dos temporadas.**

La riqueza en los dos periodos registra una disminución de riqueza en CA-04 en la segunda temporada, pasando de 14 morfoespecies a 10, para los de más puntos de muestreo se reportan aumento de taxa en el segundo periodo. El punto CA-05 registra cuatro (4) morfoespecies y aumenta en el segundo muestreo a 14 morfoespecies, el ecosistema CA-10 registra en la primera temporada cuatro (4) morfoespecies aumentando a ocho (8) morfoespecies en el siguiente muestreo y, por último, se registra a CA-14 con dos morfoespecies en el primer muestreo aumentando a cuatro (4) en la segunda temporada. (Figura 2-409).

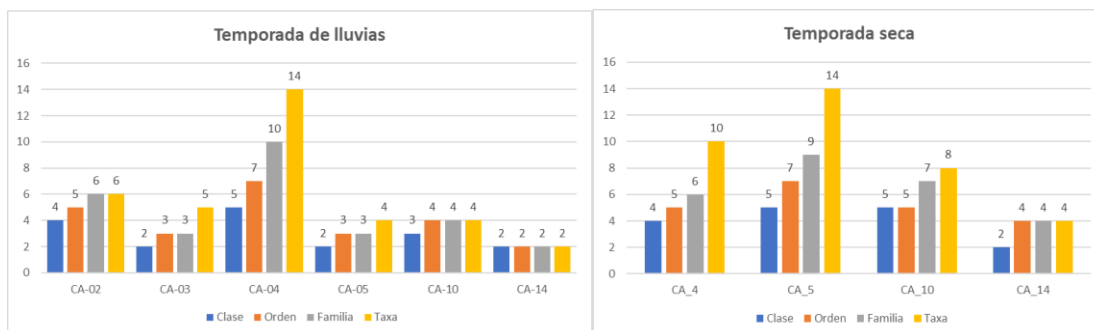


Figura 2- 409. Riqueza fitoplanctónica en las dos temporadas. Fuente: Elaboración propia.

En la primera temporada la clase mas representativa la reportó Chlorophyceae seguido de Bacillariophyceae en la segunda temporada se invierte la clase predominante pasado a ser la clase Bacillariophyceae y de segunda más representativa la clase Chlorophyceae. Teniendo en cuenta que el fitoplancton es una comunidad que habita en la columna de agua y como tal depende de los factores que la componen, es por eso que las clases representativas en los dos periodos son propias de ecosistemas antropizados corroborándose con las características fisicoquímicas de cada cuerpo de agua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- **Abundancia fitoplanctónica de los ecosistemas lénticos en las dos temporadas.**

Para la temporada de lluvias se registró una abundancia total en los 6 ecosistemas lénticos de 5,41 Ind/ml, con la mayor de las especies de la clase Euglenophyceae (79% de la abundancia total). Para el segundo muestreo se incrementó la abundancia a 8,955,41 Ind/ml reportando también la mayor representatividad de la clase Euglenophyceae con el 58% de la abundancia total, a pesar de las diferentes morfoespecies que predominaron esta clase permaneció con los mayores reportes y aparición en todos los sistemas. Siendo el caso de Phacus, reportado en todos los sistemas en la segunda temporada, género típico en sistemas eutróficos altamente contaminados por heces fecales y orina (Figura 2-410).

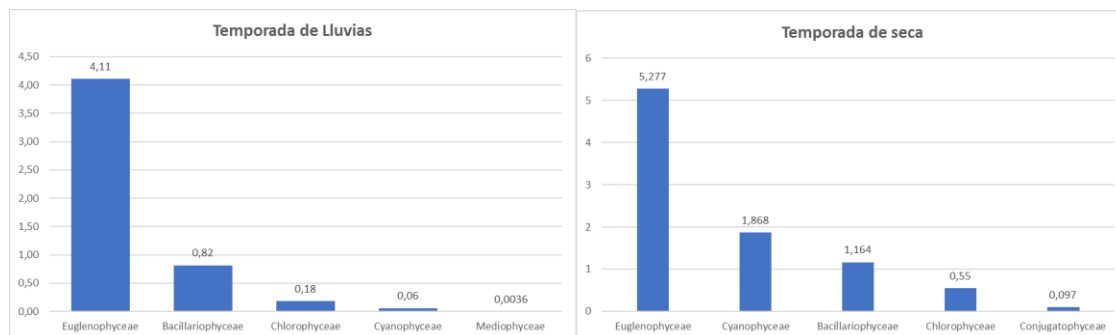


Figura 2- 410. Abundancia por clases en los dos periodos (Ind/ml). Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad de fitoplancton en los ecosistemas lótics en los dos periodos de muestreo.**

Los índices de diversidad muestran un aumento en el índice de Shannon en el ecosistema CA-05 pasando de tener $H' = 0,35$ a $H' = 2,09$ en el segundo muestreo debido a los nuevos reportes de morfoespecies y abundancia durante el muestreo. Los demás ecosistemas hídricos siguen reportando índices de diversidad bajas con variaciones poco significativas en los diferentes periodos. (Figura 2-411).

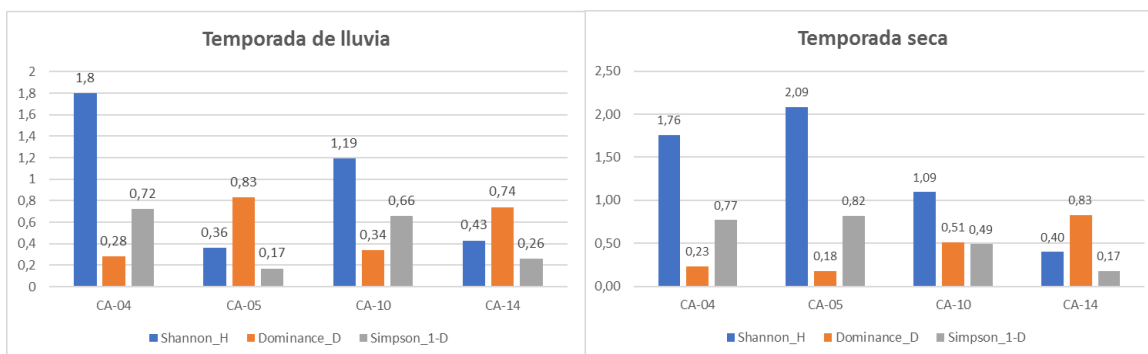


Figura 2- 411. Índices de diversidad fitoplanctónica en los dos periodos de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.6.3.5.3 Zooplancton en los Ecosistemas Lénticos en los Dos Periodos de Muestreo

Se realizó el muestreo zooplanctónico en los ecosistemas lénticos, se caracterizaron en el primer muestreo (temporada de lluvias) 5 ecosistemas y para el segundo muestreo 4 ecosistemas. Los resultados se muestran a continuación.

- Riqueza zooplanctónica en las dos temporadas de muestreo.**

En los dos temporadas de muestreo zooplanctónico se registraron bajas riquezas con disminución de morfoespecies en la temporada seca, registrando para CA-05 en la temporada de lluvias siete (7) morfoespecies con una disminución en el segundo muestreo reportando cinco (5) morfoespecies. Para el ecosistema el punto CA-10 se reportaron en el primer muestreo siete (7) morfoespecies, disminuyendo también a cinco (5) morfoespecies en el siguiente muestreo y por último en el punto CA-14, se registra en el primer muestreo seis (6) morfoespecies, disminuyendo en el otro muestreo a cuatro morfoespecies (Figura 2-412).

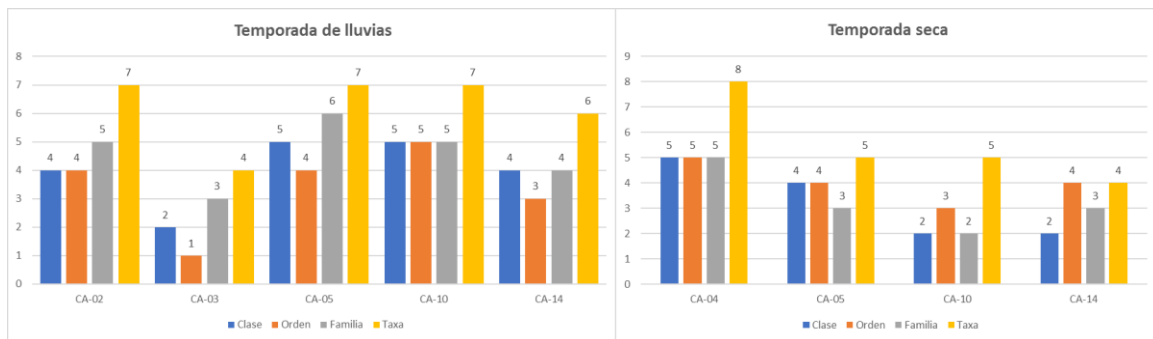


Figura 2- 412. Abundancia zooplanctónica en las dos temporadas de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

En los dos periodos la clase Monogononta fue la más predominante en los ecosistemas lénticos debido a las características generalistas, con estrategias reproductivas r, tamaño pequeño, ciclo de vida corto y amplia tolerancia a una variedad de factores ambientales (Neves, Rocha, Roche, & Pinto, 2003).

- Abundancia zooplanctónica en los ecosistemas lénticos en los dos periodos de muestreo.**

Los ecosistemas lénticos en el primer muestreo (temporada de lluvias) registró en todos los cuerpos lénticos 0,18 Ind/ml con un pequeño aumento en el segundo monitoreo de 0,22 Ind/ml. en los diferentes periodos hubo cambios de las abundancias de las diferentes morfoespecies, pero se mantuvo la mayor abundancia de la clase Maxilopoda en los dos periodos de muestreo en estado larval, imposibilitando hacer relaciones con el ambiente o con los parámetros fisicoquímicos tomados en campo (Figura 2-413).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

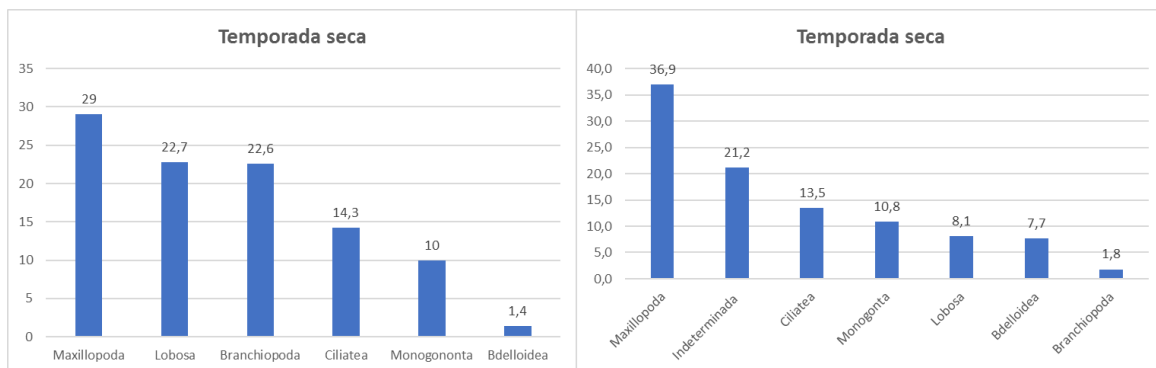


Figura 2- 413. Abundancia porcentual de los ecosistemas lénticos en las dos temporadas.
Fuente: Elaboración propia.

- Índices de diversidad zooplanctónica en las dos temporadas.**

El índice de Shannon registra disminución de diversidades en la temporada seca, reportando en CA-05 en el primer muestreo $H' = 1,7$ disminuyendo a $H' = 1,49$. CA-10 por su parte arroja valores de $H' = 1,6$ disminuyendo en la segunda temporada a $H' = 1,47$ y en el punto de muestreo CA-14 se reportó $H' = 1,8$ con la mejor distribución proporcional dentro de la abundancia en la primera temporada, disminuyendo su valor en la segunda temporada a $H' = 1,27$ (Figura 2-414).

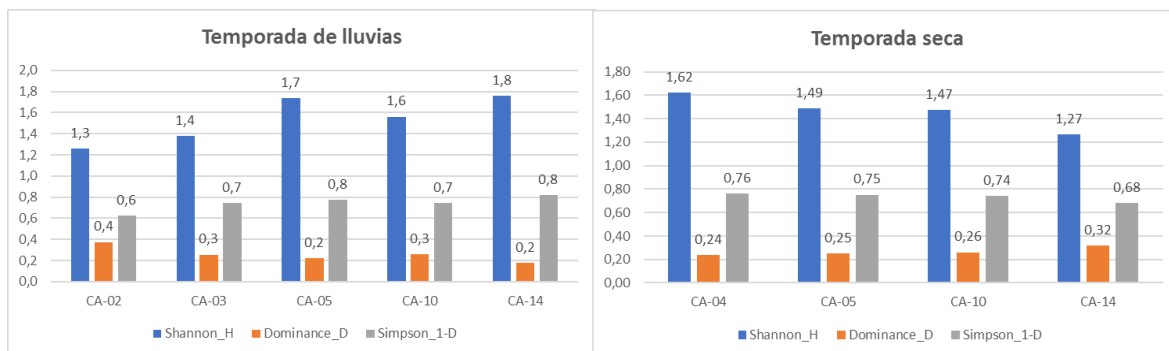


Figura 2- 414. Índices de diversidad zooplanctónica en las temporadas de muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.5.4 Macroinvertebrados en los Ecosistemas Lénticos en los Dos Periodos de Muestreo

Se realizó el muestreo de macroinvertebrados en los dos periodos hidrológicos en los ecosistemas lénticos registrando los siguientes resultados.

- Riqueza de macroinvertebrados en los ecosistemas lénticos.**

La riqueza de macroinvertebrados en los dos periodos de muestreo muestra variaciones de sus riquezas, registrando una estabilidad en las morfoespecies en CA-05 con tres (3) taxa, con aumento de sus taxa en el segundo muestreo en CA-10 pasando de (1) morfoespecie a seis (6) morfoespecies y en el punto CA-14 en el primer muestreo registró tres (3) morfoespecies aumentando a seis en la segunda temporada.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el primer muestreo se tuvo el mismo número de morfoespecies (2 taxa) en las clases Insecta y Clitellata, en el segundo monitoreo se registró dominancia de la clase insecta con el orden Diptera con cinco (5) morfoespecies (Figura 2-415).

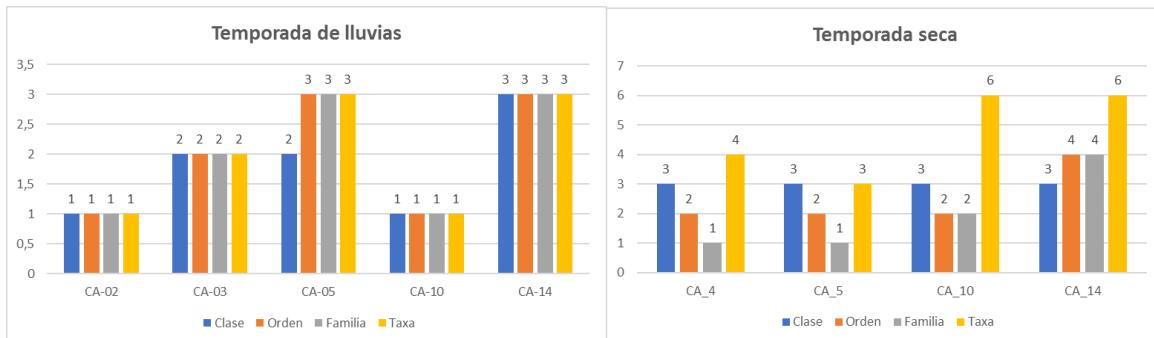


Figura 2- 415. Riqueza de macroinvertebrados acuáticos en los dos periodos de muestreo en los cuerpos lenticos. Fuente: Elaboración propia.

- **Comparación del BMWP en los ecosistemas lóticos den los dos periodos de muestreo.**

Se realizó el Biomonitoreo con macroinvertebrados acuáticos con el índice BMWP/Colombia. Para el ecosistema CA-05 se mantiene la calidad ambiental de aguas fuertemente contaminadas variando solo de 3 a 2 en el índice BMWP, para el sistema CA-14 se registra una mejoría en la calidad del agua, de valores de 10 con características fuertemente contaminadas a 16 con características de aguas muy contaminadas, registrando sus características antrópicas en el sistema (Figura 2-416)

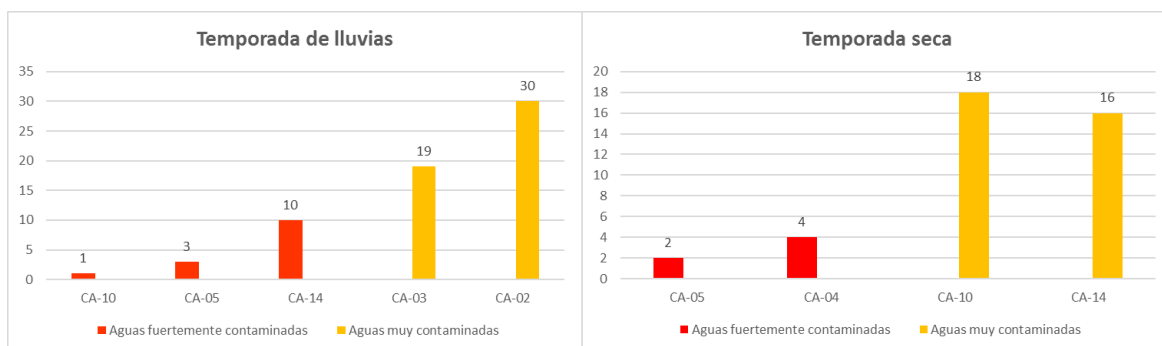


Figura 2- 416. BMWP/Col ecosistemas lenticos en los dos periodos de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

- **Índices de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en las dos temporadas**

El índice de diversidad de Shannon registró diversidades muy bajas en todos los ecosistemas lenticos y en los dos periodos de muestro indicando actividades antrópicas en los sistemas. En cuanto a dominancias (D y 1-D) se registra en los puntos CA-02 y CA-10 de la primera temporada debido a el registro de una sola morfoespecie en cada sistema. (Figura 2-417).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

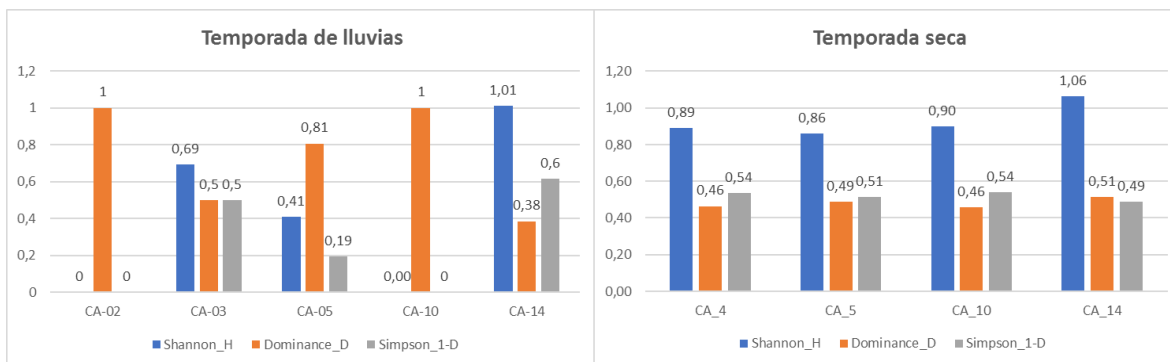


Figura 2- 417. Índices de diversidad de macroinvertebrados en las dos temporadas de muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.5.5 Macrófitas Acuáticas en los Ecosistemas Lénticos Temporada Seca

Se realizó el muestreo de macrófitas de los ecosistemas lénticos en la temporada seca registrando riqueza vegetal en cuatro ecosistemas, a continuación, se muestran los resultados.

- Riqueza de macrófitas ecosistemas lénticos.**

El reporte de macrófitas acuáticas fue escasa registrando mayores riquezas en los ecosistemas CA-12 y CA-04 con cuatro especies, con menores riquezas se registró a CA-08 y CA-09 con 1 sola especie en cada sistema. (Tabla 2-274 y Figura 2-418)

Tabla 2- 274. Riqueza de macrófitas acuáticas en los ecosistemas lénticos.

| Clase | Orden | Familia | Taxa | CA-08 | CA-09 | CA-12 | CA-14 |
|--------------------------------|----------------|--------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Magnoliopsida | Apiales | Araliaceae | <i>Hydrocotyle</i> sp. | | 1 | 1 | 1 |
| | Caryophyllales | Polygonaceae | <i>Polygonum</i> sp. | 1 | | 1 | 1 |
| | Myrtales | Onagraceae | <i>Ludwigia</i> sp. | | | 1 | |
| | Poales | Juncaceae | <i>Juncus</i> sp. | | | | 1 |
| | | Poaceae | Morfo 1 | | | 1 | |
| Polypodiopsida | Salviniales | Azollaceae | <i>Azolla</i> sp. | | | | 1 |
| Riqueza (# de especies) | | | | 1 | 1 | 4 | 4 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

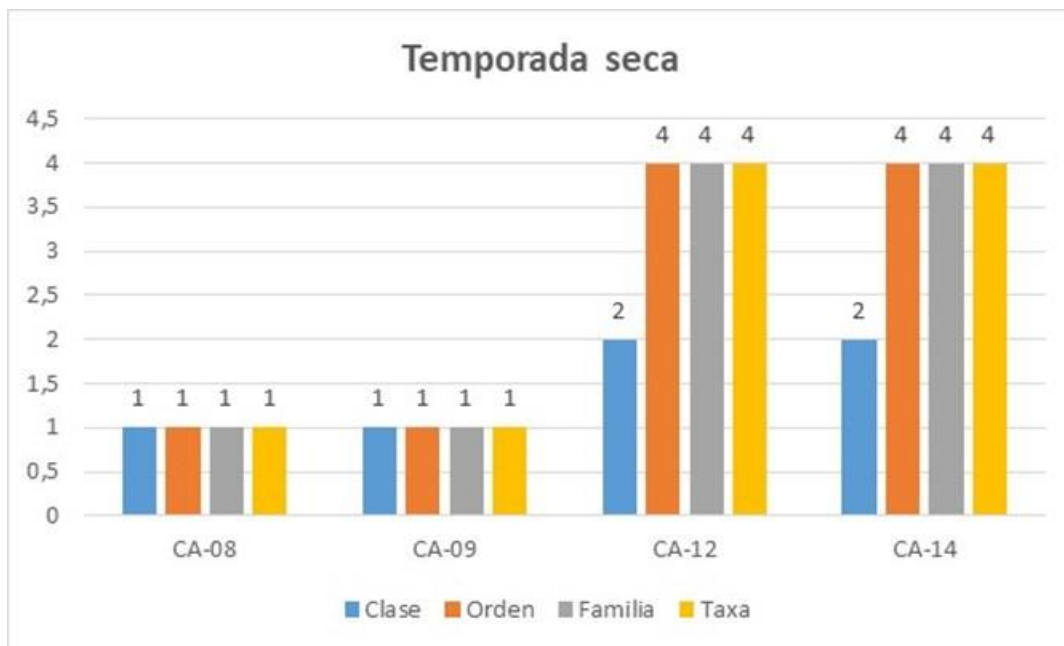


Figura 2- 418. Riqueza de macrófitas acuáticas temporada seca.
Fuente: Elaboración propia.

La clase más representativa en el muestreo la presentó Magnoliopsida con 4 especies. La clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas) comprende un gran número de géneros y especies, es reconocida como el taxon que incluye las plantas más evolucionadas, incluyendo a las subclases Asteridae y Rosidae. Asteridae abarca las familias y géneros más derivadas en el árbol filogenético del grupo (Barnes et al, 2004).

- Índices de diversidad de macrófitas acuáticas**

El índice de Shannon arrojó valores bajos en todos los ecosistemas lénticos, valores de $H' = 0$ en los sistemas CA-08 y CA-09 debido a la sola especie reportada en cada uno de los cuerpos lóticos, por ende se registra una dominancia absoluta con valores de $D=1$ $1-D=0$. Los ecosistemas CA-12 y CA-14 registra valores de $H' = 1,38$ en los dos ecosistemas sin registros de domiancias de ninguna de las morfoespecies.

Tabla 2- 275. Índices de diversidad de macrófitas acuáticas en la temporada seca.

| | Shannon_H | Dominance_D | Simpson_1-D |
|-------|-----------|-------------|-------------|
| CA-08 | 0 | 1 | 0 |
| CA-09 | 0 | 1 | 0 |
| CA-12 | 1,386 | 0,25 | 0,75 |
| CA-14 | 1,386 | 0,25 | 0,75 |

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.6 CONCLUSIONES

De acuerdo con las especies identificadas, sus densidades e historia de vida, desde todos los parámetros hidrobiológicos analizados en las dos temporadas en los ecosistemas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

lénticos y lóticos, es posible concluir que la calidad del recurso hídrico es baja. En general, para toda el área de estudio, los organismos capturados, reflejan los procesos de contaminación orgánica a los cuales están sujetas las corrientes hídricas, registrando especies generalistas con alta resistencias a las perturbaciones ambientales.

Dentro de los resultados obtenidos, aunque en general se evidencian aguas contaminadas para todas las estaciones, son aquellas involucradas en el escenario de canales artificiales (CA-01, CA-07 y CA-13), aquellas con la mayor indicación de aguas fuertemente contaminadas. En estas estaciones, las condiciones de calidad del agua son críticas para el desarrollo de la biota acuática, permitiendo el establecimiento, únicamente, de las especies tolerantes a estos niveles de polución.

Aunque la calidad del hábitat registrada no es buena, el hallazgo de especies de peces, así como de bivalvos y algunos moluscos, muestra que aún hay sitios con condiciones apropiadas para servir de refugio, alimentación y desarrollo de especies endémicas. De su conservación depende la biota tanto acuática como terrestre, puesto que está íntimamente ligada a la disponibilidad de los ecosistemas acuáticos disponibles. El biomonitoreo y los parámetros fisicoquímicos indicaron las mejores condiciones del sistema lótico CA-12 con calidad de aguas según el BMWP/Col de 73 con características de agua medianamente contaminadas.

Los análisis de correspondencia canónica reflejan relaciones estrechas de algunas morfoespecies de la hidrobiota de los ecosistemas hídricos (lénticos y lóticos) con parámetros indicadores de fuerte contaminación.

En las dos temporadas de monitoreo varían las abundancias, pero se mantienen el dominio de las clases representativas de las morfoespecies con características generalistas resistentes a las diferentes actividades antrópicas en la zona.

Los humedales de Torca y Guaymaral, se alimentan y dependen tanto de ecosistemas artificiales, como naturales; por tanto, el entendimiento de la conectividad de las corrientes presentes dentro del estudio es fundamental ya que las condiciones del hábitat, en particular los niveles de contaminación generan un efecto sinérgico al interior del sistema.

2.7 CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE ACTUAL

2.7.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE

El paisaje se define como una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un sistema complejo conformado por la actividad/interacción de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas (Zonneveld, 1979).

Dentro de su caracterización, el paisaje siempre está compuesto por una serie de elementos espaciales (componentes estructural-funcionales) los cuales corresponden a porciones homogéneas de espacio geográfico equiparables a la noción de ecosistema. Los elementos de paisaje, por su parte, son el resultado de la interacción de los factores formadores del paisaje (clima, geología, hidrología, suelos, vegetación, fauna, hombre) así como de su variabilidad a través del espacio geográfico, a lo largo del tiempo (Etter, 1991).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta lo anterior, la caracterización del componente para el área de estudio, se realizó con base a la evaluación de estructura y funcionamiento, en donde la primera hace referencia al estudio de las configuraciones espaciales de los ecosistemas o elementos componentes en cuanto a la composición y distribución de energía, materia y especies; mientras que el funcionamiento se basa en el estudio de los tipos de interacción entre los factores formadores del paisaje y los elementos de paisaje en cuanto a los tipos, las intensidades y las direcciones de los flujos de energía, la materia y las especies.

Como se mencionó anteriormente, la caracterización del paisaje para el área de estudio (AE) se realizó a partir de la evaluación de la estructura y funcionamiento de este, en la cual se identifican tres elementos que permiten caracterizar el entorno en cuanto a forma de agrupación, heterogeneidad y grado de dominancia; características que imprimen propiedades funcionales a cada componente. Estos elementos son: parches, corredores y matrices (Armenteras & Vargas, 2015).

- **Parche:** se define como una superficie no-lineal de tamaño variable que difiere fisionómicamente de sus alrededores, y que posee un grado de homogeneidad interno. Los parches varían de acuerdo con su tamaño, forma, tipo, heterogeneidad y sus características de borde. Generalmente están inmersos en una matriz de características contrastantes en cuanto a fisonomía y composición.
- **Corredores:** corresponde a una franja angosta y alargada, de forma y dirección variable que atraviesa una matriz y difiere de ella. Las propiedades generales de los corredores en un paisaje son de unir o bien separar elementos dentro de una matriz geográfica. En general muestran condiciones fisionómicas y de composición bien diferenciables de la matriz circundante y pueden ser de origen natural o cultural.

Los corredores naturales están directamente relacionados ya sea con redes de drenaje, con las vías de migración animal, o bien con condiciones particulares del sustrato por diferencias litológicas (fallas o contactos) o hidrológicas; mientras que los corredores culturales están determinados principalmente por aspectos relacionados a la infraestructura y a las actividades de transporte o de límites de propiedad, o áreas de manejo.

- **Matriz:** de los tres elementos estructurales básicos que componen un paisaje, este último es el más extenso e interconectado, por lo que cumple un papel dominante en el funcionamiento de un paisaje. Se define como matriz de un paisaje, aquel tipo de elemento que ocupa la mayor área relativa. Los criterios necesarios para tener en cuenta para identificar la matriz de un paisaje son:
 - Extensión del área relativa: la matriz debe ser el elemento más extenso.
 - Grado de conectividad: la matriz es el elemento más conectado (menos fraccionado) del paisaje.
- **Control de la dinámica del paisaje:** la matriz ejerce un grado de control mayor que cualquier otro elemento sobre la dinámica de un paisaje.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.7.1.1 Unidades de paisaje en el área de estudio

La caracterización paisajística del área de estudio se realizó a partir del mapa de coberturas generado para el área de estudio a escala 1:5.000, realizando la identificación de los componentes de paisaje mencionados (matriz, parches y corredores), los cuales se presentan en la Tabla 2-276 y la Figura 2-419. Cabe resaltar que dentro del área de estudio se identificaron tres unidades de matriz de paisaje, cuatro de parches y dos de corredores.

A nivel de importancia, se resalta, primero, que el 44 % del área de estudio corresponde a la unidad de paisaje M-Ag, lo cual refleja que, si bien el contexto espacial ubica el área de estudio, dentro de una zona urbana y de expansión urbana, actualmente el área presenta una dinámica asociada a la producción agropecuaria, caracterizada principalmente por la ganadería semi-intensiva.

En segundo lugar, se reporta la unidad de paisaje C-Cn, la cual está asociada a la canalización de los cuerpos de agua presentes dentro del área de estudio y corresponde al 11 % del total del área. A esta unidad le sigue en importancia con una distribución de 8%, la matriz M-Hm que corresponde al paisaje de humedales. Las unidades restantes presentan una cobertura inferior al 7,5 %. A continuación, se describen las unidades

Tabla 2- 276. Unidades de paisaje en el área de estudio.

| Estructura | Clasificación | Símbolo | Área (ha) | Área (%) |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------------|----------------|
| Corredor | Canales | C-Cn | 35.24 | 14.27% |
| | Vial | C-Vi | 37.39 | 15.14% |
| Matriz | Agropecuario | M-Ag | 100.51 | 40.70% |
| | Forestal | M-Fo | 18.74 | 7.59% |
| | Humedales y zonas naturales | M-Hm | 20.90 | 8.46% |
| Parche | Dotacional | P-Dt | 14.71 | 5.96% |
| | Industrial | P-In | 6.60 | 2.67% |
| | Recreativo | P-Rc | 12.17 | 4.93% |
| | Residencial | P-Rs | 0.66 | 0.27% |
| Total general | | | 246.92 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

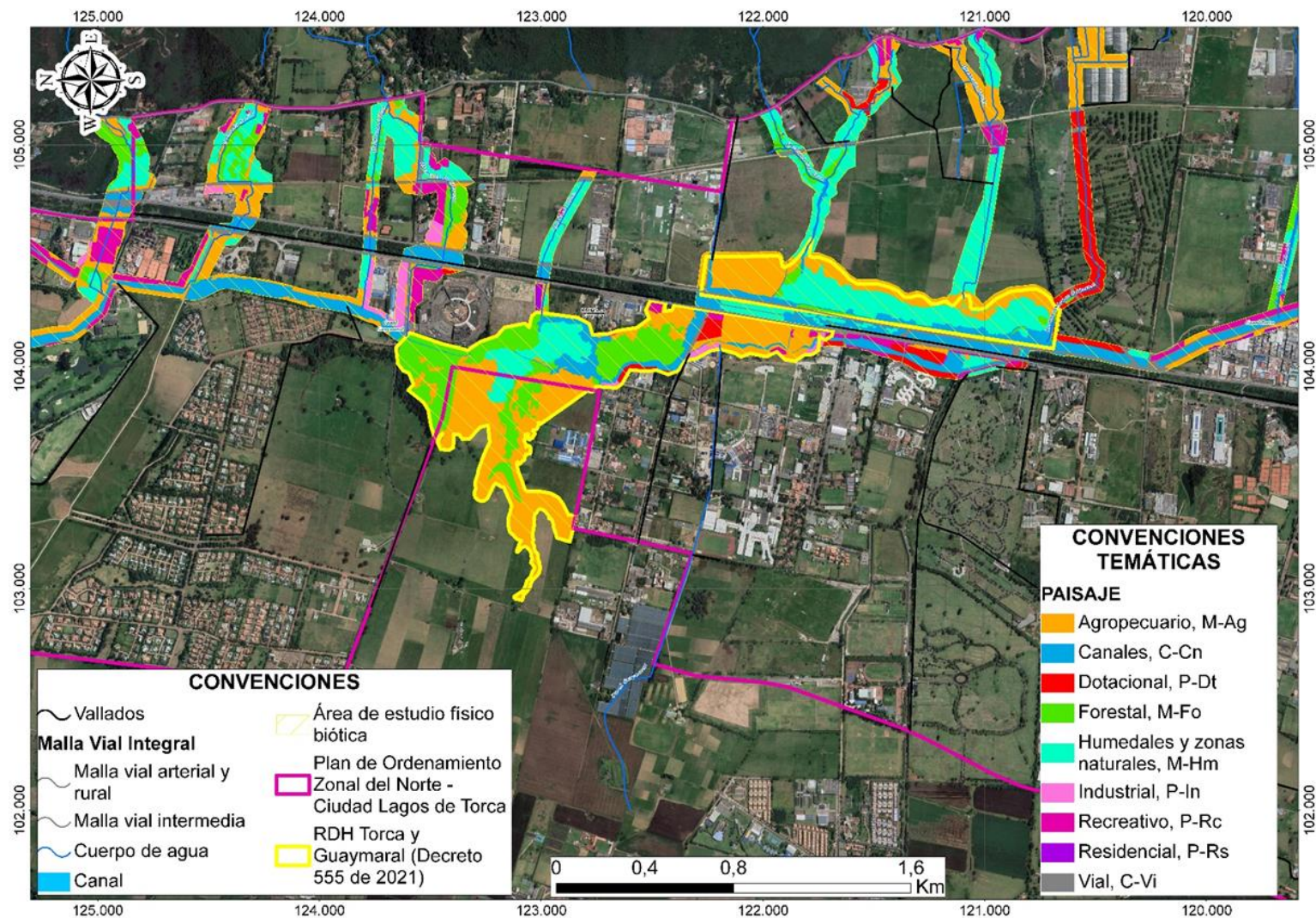


Figura 2- 419. Unidades de paisaje en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Matriz paisaje agropecuario (M-Ag)

Esta unidad de paisaje está asociada a la dinámica de producción agropecuaria presente en el área de estudio. En esta se desarrollan principalmente sistemas ganaderos de producción de leche, a través de pastoreo en potreros, los cuales se asocian a pastos limpios, enmalezados y arbolados. Adicional a esto, dentro de esta unidad de manera puntual se incluyen cultivos de flores producidas bajo invernadero.



Fotografía 2- 107. Producción ganadera.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 108. Producción de flores.
Fuente: Elaboración propia.

- Corredor Paisaje de Canales (P-Cn)

Corresponde a los sistemas lóticos presentes en el área de estudio, a los cuales se les realizó la intervención de los cauces naturales mediante obras hidráulicas. Este tipo de infraestructura generada sobre los cuerpos de agua otorga unas características específicas que permiten separar los canales de los otros cuerpos de agua presentes en el área, los cuales se caracterizan por el predominio de zonas duras (canales), la presencia de agua y las rondas de protección que pueden ser arboladas o empradizadas.



Fotografía 2- 109. Canal Torca.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 110. Canal Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Matriz paisaje de humedal y zonas naturales (M-Hm)

Se considera como una matriz por su distribución espacial e importancia dentro del área de estudio. Se compone de los humedales de Torca y Guaymaral, los cuales se caracterizan por presentar espejos de agua y zonas pantanosas, y vegetación natural asociada en la que sobresalen plantas herbáceas, juncos y arbustales, entre otras que son hábitats permanente y temporal de aves nativas y migratorias, reptiles y peces, entre otras especies.



Fotografía 2- 111. Humedal sector Torca.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 112. Humedal sector Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

- Matriz Paisaje Forestal (M-Fo)

Esta unidad de paisaje corresponde a las coberturas de vegetación natural en las que se incluyen arbustales, bosques de galería y plantaciones forestales, entre otras. Este tipo de coberturas se ubican cerca al paisaje M-Hm, pero por sus características, naturaleza y conformación no corresponden a la misma unidad de paisaje. Esta matriz presenta un nivel de intervención antrópico elevado, lo cual se evidencia en la presencia de plantaciones forestales, cercas vivas y pastos arbolados, los cuales son evidencia del nivel de intervención que han sufrido las áreas adyacentes al humedal.



Fotografía 2- 113. Plantación de sauce
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 114. Arbustal con retamo
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Parche paisaje dotacional (P-Dt)

Esta unidad de paisaje corresponde a áreas e infraestructura destinadas a prestar un servicio público a los ciudadanos, razón por la cual se identifican dentro de esta categoría. Teniendo en cuenta que la ubicación espacial de la infraestructura asociada a esta unidad de paisaje es dispersa, se clasifica como un parche, categoría que incluye áreas deportivas, centros educativos, parqueaderos, zonas verdes y parques cementerios, siendo estos últimos los más representativos dentro de la unidad y entre lo que se incluyen Jardines de Paz y Jardines del Recuerdo.



Fotografía 2- 115. Jardines de Paz.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 116. Subestación Torca.
Fuente: Elaboración propia.

- Corredor paisaje vial (C-Vi)

Unidad de paisaje cuya estructura corresponde a la infraestructura vial presente en el área de estudio, y cuya función es la de permitir la comunicación de las personas dentro de las demás unidades de paisaje, bien sean matrices o parches. En esta unidad se incluyen vías peatonales y vehiculares pavimentadas y sin pavimentar, red ferroviaria y terrenos asociados, separadores, ciclo rutas y andenes, entre otros.



Fotografía 2- 117. Red férrea.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 2- 118. Autopista norte.
Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.2 Unidades de paisaje por escenario

En la Tabla 2-277 se presenta la distribución de las unidades de paisaje en los tres escenarios evaluados: canales, humedal y quebradas. En esta se puede observar que, para

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

el caso del escenario del humedal, el cual se distribuye en 150,11 ha, el paisaje más representativo es el agropecuario que corresponde al 22,43%, lo cual evidencia un alto nivel de antropización dentro de este ecosistema. Cabe resaltar que el área más intervenida es el humedal sector Torca, el cual es el más reducido y se encuentra rodeado por coberturas de bajo porte, principalmente pastos.

En orden de importancia, sigue la matriz de humedal, la cual se distribuye en un 26% del escenario y que incluye los cuerpos de agua Torca y Guaymaral, así como las zonas naturales asociadas a estos. En cuanto al área restante, se resaltan los paisajes de canales y forestal con valores de 4,93 y 6,28%, respectivamente.

En el escenario de canales, la composición del paisaje es más heterogénea ya que las unidades principales son los corredores de canales, la matriz agropecuaria, los corredores viales y la matriz forestal. En este escenario se resalta que la unidad de humedales presenta una escasa distribución al reportar una cobertura del 1,33% con respecto al total del área.

Por último, dentro del escenario de quebradas, al igual que en el primer escenario descrito (humedal), la unidad más importante es el paisaje agropecuario al distribuirse en cerca del 22,07% del total del área. En importancia continúan las unidades de parche dotacional con un valor de 3,62%, en la que sobresalen la presencia de los parques cementerios, la unidad de paisaje recreativo (2,53%), y parche industrial (1,93%).

Tabla 2- 277. Unidades de paisaje por escenario.

| Escenario | Estructura | Clasificación | Símbolo | Área (ha) | % |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|---------------|---------------|
| Escenario canal | Corredor | Canales | C-Cn | 28,56 | 10,83 |
| | | Vial | C-Vi | 9,76 | 3,70 |
| | Matriz | Agropecuario | M-Ag | 12,73 | 4,82 |
| | | Forestal | M-Fo | 0,04 | 0,02 |
| | | Humedales y zonas naturales | M-Hm | 3,51 | 1,33 |
| | Parche | Dotacional | P-Dt | 3,52 | 1,33 |
| | | Industrial | P-In | 0,58 | 0,22 |
| | | Recreativo | P-Rc | 5,05 | 1,92 |
| | | Residencial | P-Rs | 0,58 | 0,22 |
| | Total escenario canal | | | 64.33 | 24.38% |
| Escenario humedal | Corredor | Canales | C-Cn | 13,02 | 4,93 |
| | | Vial | C-Vi | 3,78 | 1,43 |
| | Matriz | Agropecuario | M-Ag | 47,46 | 17,99 |
| | | Forestal | M-Fo | 16,57 | 6,28 |
| | | Humedales y zonas naturales | M-Hm | 19,01 | 7,21 |
| | Parche | Dotacional | P-Dt | 1,66 | 0,63 |
| | | Industrial | P-In | 0,93 | 0,35 |
| | | Recreativo | P-Rc | 0,87 | 0,33 |
| | | Residencial | P-Rs | 0,05 | 0,02 |
| | Total escenario humedal | | | 103.35 | 39.17% |
| Escenario quebradas | Corredor | Canales | C-Cn | 2,07 | 0,79 |
| | | Vial | C-Vi | 9,31 | 3,53 |
| | Matriz | Agropecuario | M-Ag | 58,23 | 22,07 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 277. Unidades de paisaje por escenario.

| Escenario | Estructura | Clasificación | Símbolo | Área (ha) | % |
|---------------------------|------------|-----------------------------|---------|-----------|---------|
| | | Forestal | M-Fo | 4,89 | 1,85 |
| | | Humedales y zonas naturales | M-Hm | 0,02 | 0,01 |
| | Parche | Dotacional | P-Dt | 9,54 | 3,62 |
| | | Industrial | P-In | 5,09 | 1,93 |
| | | Recreativo | P-Rc | 6,66 | 2,53 |
| | | Residencial | P-Rs | 0,33 | 0,12 |
| Total escenario quebradas | | | | 96.15 | 36.44% |
| Total general | | | | 263.83 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2 OPORTUNIDADES DE CONECTIVIDAD

La Zona del Borde Norte de Bogotá, cuenta con una gran riqueza ecosistémica, en la cual se encuentran áreas relevantes como los humedales de Torca y Guaymaral, El Cerro de la Conejera, la franja que corresponde a los Cerros Orientales, la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH, el Sistema de quebradas y los canales de la Autopista Norte, los cuales hacen parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP. (Figura 2-420 y Mapa de Áreas de Importancia Ambiental - APMHTG_PMA_AIA - Ver Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos). Así mismo, dentro de los procesos de ordenación del territorio se han establecido áreas de importancia como áreas verdes y áreas complementarias para la conectividad en el sector.

Actualmente, estos elementos se encuentran aislados y a la vez amenazados, como resultado de la expansión urbana y el crecimiento demográfico, entre otros factores, que en conjunto han traído consigo la fragmentación del paisaje (Consortio Borde Norte 2009). No obstante, la presencia de corredores ecológicos como lo son las rondas de los drenajes y la presencia de áreas relictuales, permiten la movilidad de la fauna entre la matriz antropizada del paisaje. Por tanto, es necesaria la planificación y consideración de conservación de los elementos naturales aun presentes en el paisaje, dentro de los procesos de planificación y ordenación del mismo, ya que la urbanización desordenada puede impactar negativamente sobre la biodiversidad relictual, y la sostenibilidad ambiental del territorio.

La fragmentación, resultado de un proceso continuo y dinámico, tiene efectos sobre los elementos naturales de la estructura del paisaje, el cual puede evidenciarse mediante el porcentaje de hábitat natural, cantidad y características de fragmentos de vegetación nativa aún presente en el paisaje. Las características de los fragmentos de la vegetación relictual (tamaño y forma) tiene un efecto marcado sobre la diversidad biológica, y tiene implicaciones marcadas sobre la composición y los gradientes energéticos que se crean hacia la matriz circundante, y las características del borde dependen además de las condiciones internas del fragmento (Etter 1991, Gurrutxaga 2008). Por tanto, el concepto de fragmentación espacial está relacionado con el grado de dispersión de los fragmentos relictuales, mientras que la conectividad espacial, se refiere a la contigüidad o adyacencia de estos fragmentos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los motores de transformación y pérdida de biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos hacen referencia al efecto antrópico sobre el territorio biodiversidad (Groom & Carroll, 2006), a partir de la relación sociedad-naturaleza (MADS, 2014). Ante los efectos antrópicos en el paisaje, han tomado fuerza la ecología del paisaje, la ecología de la restauración y el manejo de ecosistemas en pro de mitigar los impactos de la pérdida de hábitats y la fragmentación (Armenteras y Vargas, 2015). En el proceso de restauración ecológica es de vital importancia conservar las áreas relictuales de la vegetación nativa, zonas de referencia como fuente de propágulos y características estructurales del sistema. Es así que, buscar el aumento de los fragmentos de la vegetación relictual y lograr la conectividad con otros parches, es una estrategia para la restauración ecológica, ya que parches remanentes de bosques tropicales, aun cuando degradados, son generalmente recursos valiosos para la biodiversidad local en procesos de restauración (Sayer et al. 2004).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

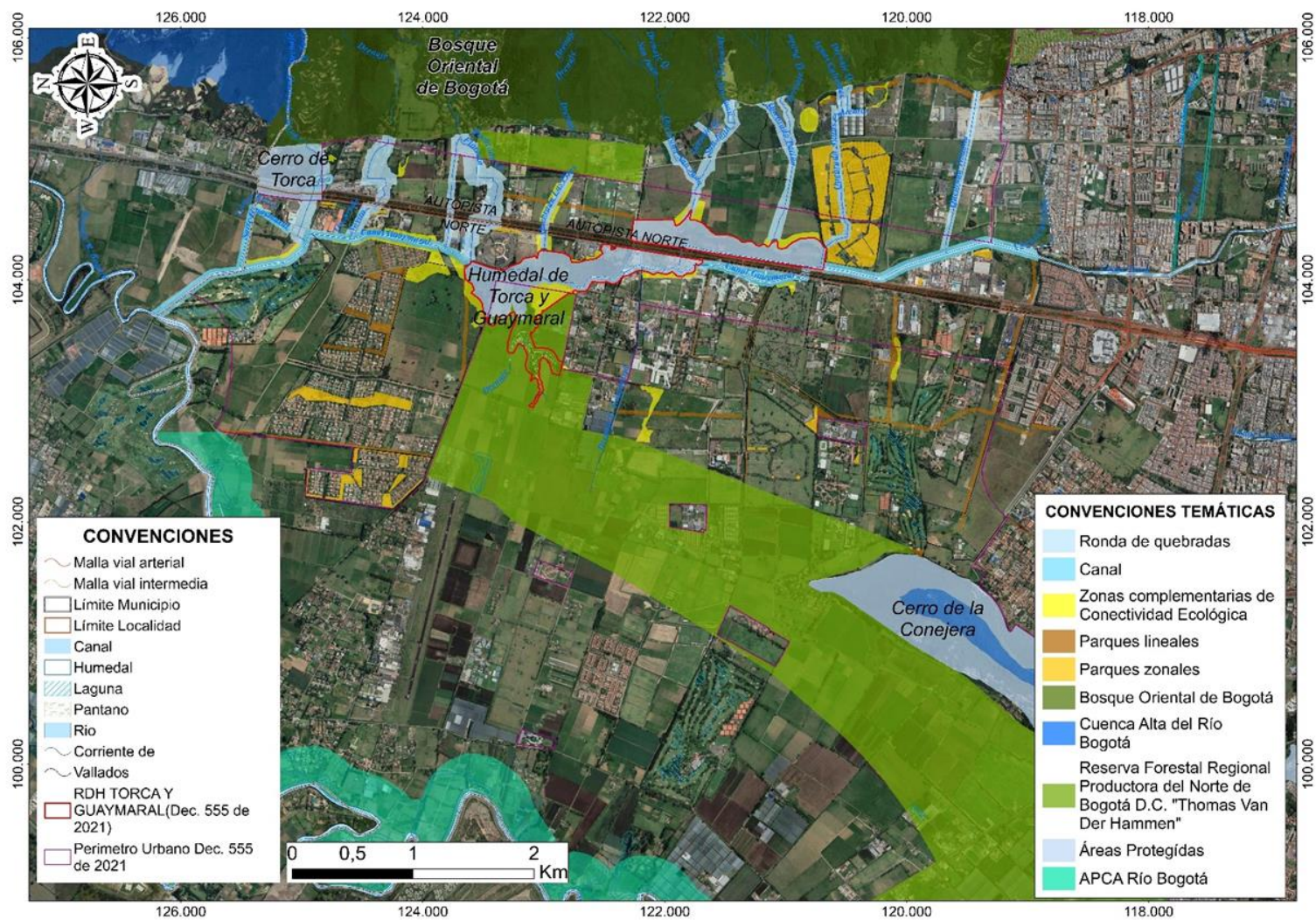


Figura 2- 420. Áreas de importancia para la conectividad del paisaje en el POZ Norte. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de Torca y Guaymaral

2.7.2.1 Análisis de fragmentación y conectividad para la Unidad de Planeación Rural del Norte

Se presenta el análisis de fragmentación y conectividad de la Unidad de Planeación Rural del Norte (UPR Norte) realizado en el marco del contrato N° 248 del 2007 acordado entre la Secretaría Distrital de Planeación y Magda Liliana Chisacá Hurtado, el cual sirve como referencia para entender el panorama actual de fragmentación de los humedales de Torca y Guaymaral y sus posibles redes de conectividad estructural y funcional, teniendo como grupo focal las aves, pues es el grupo mejor estudiado en la Sabana de Bogotá, la cual, a su vez, es catalogada como un área de endemismo aviar, lo que la convierte en un lugar de importancia para la conservación.

La selección de este grupo y específicamente de ciertas especies de aves de distribución restringida con diferentes grados de movilidad, requisitos de hábitat y características de dispersión, permite establecer medidas de manejo y estrategias de restauración y conservación claras que disminuyan la presión a áreas prioritarias (áreas núcleo) que representan hábitats a un amplio grupo de fauna, garantizando de esta manera las posibilidades de sobrevivencia de las especies a través de la conectividad de áreas núcleo, áreas menores o áreas de enlace, corredores de enlace (ríos, quebradas o vallados) y zonas amortiguadoras.

Para identificar las áreas prioritarias o áreas núcleo se realizó el análisis de fragmentación de tipo antropogénica a partir de la utilización del software Fragstats, el cual permite establecer el análisis a partir de métricas del paisaje, que se estudiaron a partir del programa Patch Analyst 4 versión Beta; para esto se partió de un mapa de coberturas vegetales a escala 1:2500 en el cual se identificaron las diferentes coberturas naturales así como las coberturas manejadas, cultivadas o artificiales presentes en la UPR Norte, parte rural de la Localidad de Usaquén, vereda Nóvita, bosque de La Calera y sectores de Chía y Cota. En la Tabla 2-278, se presentan las métricas del paisaje que se obtuvieron a partir de las coberturas naturales registradas en el marco del Contrato N° 248 del 2007.

El análisis de las métricas de paisaje obtenidas permitió concluir que solo el 4,86% del borde norte de Bogotá presenta coberturas naturales y seminaturales, las cuales en su mayoría corresponden a humedales y zonas inundables; razón por la cual, la conectividad funcional es más factible para aves que ocupan hábitats acuáticos o semiacuáticos que para aves que ocupan hábitats terrestres. Establecieron, además, que la conectividad funcional es más factible para aves que pueden recorrer como mínimo entre 50 a 200 metros, para encontrar hábitats vecinos óptimos para ellas. Por tanto, establecieron que el principal conector del borde norte de Bogotá es el separador de la autopista norte, en el cual se encuentran relictos de humedales en buen estado ecológico y tiene el arbolado plantado más denso en separadores viales de Bogotá.

Así mismo, este análisis permitió evidenciar que la UPR Norte tiene un alto grado de pérdida de hábitats naturales llegando a ser relictuales y que los usos del suelo en esta área han linealizado de manera drástica la forma y aumentado el borde de éstas, lo que indica que no hay suficientes áreas para conectar, lo cual no significa que éstas pierdan su importancia sino que es necesario pensar en conectar los elementos naturales de la UPR Norte con aquellos más cercanos a ella, como los elementos del paisaje de la zona norte del Distrito Capital.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 278. Métricas del Paisaje para la Unidad de Planeación Rural del Norte

| NIVEL 2 | UNIDAD DE COBERTURA | TAMAÑO Y DENSIDAD DE PARCHE | | | | | BORDE | | | FORMA | | | | DISTANCIA AL VECINO MÁS CERCANO | | | | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|--------------|----------|--------------------|-----------|
| | | AREA (Ha) | PORCENTAJE DE AREA TOTAL | MEDIANA PARA TAMAÑO DE PARCHE | DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE TAMAÑO DE PARCHE | NUMERO DE PARCHES | BORDE TOTAL | DENSIDAD DE BORDE | BORDE PROMEDIO DE PARCHE | INDICE PROMEDIO PONDERADO DE FORMA | INDICE PROMEDIO DE FORMA | DIMENSION FRACTAL PROMEDIO DE PARCHE | COEFICIENTE DE VARIANZA PARA TAMAÑO DE PARCHE | VALOR MÍNIMO | VALOR MÁXIMO | PROMEDIO | VARIACION ESTÁNDAR | VARIANZA |
| Vegetación Natural y Seminal | Matamal alto cerrado con parches de bosque | 14,65 | 0,39 | 3,57 | 2,09 | 4 | 4526,34 | 1,20 | 1131,58 | 3,66 | 1,79 | 1,36 | 96,98 | 21,6 | 2623,9 | 1097,2 | 1295,5 | 1678225,4 |
| | Matamal alto cerrado | 94,74 | 2,50 | 50,72 | 45,88 | 2 | 29675,10 | 7,84 | 14837,55 | 50,72 | 4,79 | 1,39 | 90,46 | 2433,5 | 2433,5 | 2433,5 | 0,0 | 0,0 |
| | Matamal medio cerrado | 20,51 | 0,54 | 0,10 | 5,83 | 9 | 9428,87 | 2,49 | 1047,65 | 2,26 | 2,08 | 1,50 | 258,09 | 3,1 | 555,7 | 167,0 | 187,3 | 35077,5 |
| | Matamal medio abierto | 0,45 | 0,01 | 0,20 | 0,13 | 4 | 1198,93 | 0,32 | 299,73 | 0,19 | 2,13 | 1,56 | 67,12 | 10,5 | 1254,3 | 321,6 | 621,8 | 38669,2 |
| | Matamal bajo cerrado | 22,80 | 0,60 | 0,18 | 2,11 | 17 | 9326,79 | 2,46 | 548,63 | 1,34 | 1,87 | 1,67 | 156,57 | 2,7 | 3299,9 | 431,3 | 959,6 | 920820,9 |
| | Matamal bajo abierto | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 2 | 96,36 | 0,03 | 48,18 | 0,01 | 1,40 | 2,03 | 93,42 | 692,5 | 692,5 | 692,5 | 0,0 | 0,0 |
| Manejadas Cultivadas | Humedal | 30,61 | 0,81 | 0,91 | 5,62 | 5 | 12445,25 | 3,29 | 2489,05 | 8,24 | 2,51 | 1,45 | 116,71 | 11,1 | 3068,4 | 1462,8 | 1538,3 | 2366493,4 |
| | Pastizal arbolado denso | 46,40 | 1,23 | 0,03 | 0,30 | 397 | 62324,39 | 16,47 | 156,99 | 0,11 | 1,47 | 1,56 | 278,29 | 0,1 | 834,2 | 46,1 | 101,9 | 10378,7 |
| | Pastizal arbolado disperso | 25,56 | 0,68 | 0,08 | 0,27 | 124 | 29682,18 | 7,84 | 239,37 | 0,19 | 1,76 | 1,56 | 148,04 | 0,0 | 1244,1 | 149,5 | 239,9 | 54710,6 |
| | Pastizal limpio | 1239,09 | 32,58 | 0,26 | 19,39 | 326 | 397469,22 | 105,03 | 1219,21 | 3,73 | 2,23 | 1,51 | 519,85 | 0,0 | 510,8 | 20,7 | 47,5 | 2260,8 |
| | Plantación de Eucalipto con sotobosque nativo | 3,11 | 0,08 | 0,42 | 0,28 | 9 | 2813,95 | 0,74 | 312,66 | 0,35 | 1,59 | 1,46 | 82,13 | 6,7 | 243,0 | 55,2 | 76,5 | 5853,0 |
| | Plantación de Sauce | 0,85 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 12 | 1351,80 | 0,36 | 112,65 | 0,07 | 1,38 | 1,50 | 77,80 | 6,2 | 2424,1 | 300,2 | 686,7 | 471536,5 |
| | Plantación de Eucalipto | 48,93 | 1,29 | 0,09 | 0,75 | 156 | 49546,36 | 13,09 | 317,80 | 0,32 | 1,74 | 1,55 | 232,66 | 0,0 | 827,3 | 89,8 | 138,9 | 19305,4 |
| | Plantación de Acacia | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 1 | 65,92 | 0,02 | 65,92 | 0,03 | 1,12 | 1,49 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Plantación de Ciprés | 2,55 | 0,07 | 0,07 | 0,15 | 23 | 3895,01 | 1,03 | 169,35 | 0,11 | 1,44 | 1,50 | 137,72 | 2,2 | 2293,3 | 177,8 | 503,2 | 25317,7 |
| | Cultivo transitorio | 1257,42 | 33,22 | 2,27 | 33,31 | 141 | 224052,55 | 59,21 | 1589,03 | 8,92 | 1,75 | 1,44 | 373,40 | 0,0 | 611,8 | 52,9 | 100,2 | 10094,2 |
| | Cerca viva (especies no determinadas) | 32,50 | 0,86 | 0,13 | 0,44 | 124 | 54677,92 | 14,45 | 440,95 | 0,25 | 2,39 | 1,63 | 173,52 | 1,8 | 950,5 | 115,3 | 167,7 | 28131,5 |
| | Cerca viva de Sauco | 1,10 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 19 | 3524,18 | 0,93 | 185,48 | 0,06 | 2,15 | 1,67 | 101,16 | 1,7 | 757,0 | 144,4 | 257,1 | 66105,6 |
| | Cerca viva de Sauce | 12,09 | 0,32 | 0,08 | 1,10 | 39 | 20414,43 | 5,39 | 523,45 | 0,31 | 2,75 | 1,80 | 355,36 | 1,4 | 1259,6 | 210,9 | 339,1 | 114980,3 |
| | Cerca viva de Ciprés | 1,55 | 0,04 | 0,04 | 0,14 | 14 | 3771,21 | 1,00 | 269,37 | 0,11 | 2,44 | 1,68 | 129,21 | 2,7 | 1101,2 | 272,5 | 361,9 | 130954,1 |
| | Cerca viva de Eucalipto | 66,75 | 1,76 | 0,32 | 1,00 | 104 | 75441,59 | 19,94 | 725,40 | 0,62 | 2,50 | 1,55 | 160,40 | 0,0 | 909,5 | 112,5 | 198,9 | 35570,6 |
| | Cerca viva de Pino Pátula | 0,25 | 0,01 | 0,12 | 0,10 | 2 | 471,86 | 0,12 | 235,93 | 0,12 | 1,96 | 1,60 | 81,33 | 17,2 | 17,2 | 17,2 | 0,0 | 0,0 |
| | Cerca viva de Acacia | 2,26 | 0,06 | 0,16 | 0,13 | 13 | 3413,54 | 0,90 | 262,58 | 0,17 | 1,82 | 1,53 | 72,48 | 5,9 | 1006,6 | 156,0 | 302,6 | 91576,0 |
| Cuerpos de agua o regularmente inundados | Cuerpo de agua | 48,66 | 1,29 | 0,07 | 1,58 | 118 | 67319,88 | 17,79 | 570,51 | 0,41 | 2,13 | 1,56 | 381,96 | 0,0 | 537,5 | 113,8 | 142,6 | 20336,2 |
| Artificiales y Áreas asociadas | Zona inundable | 96,80 | 2,56 | 0,21 | 2,54 | 83 | 65653,22 | 17,35 | 751,00 | 1,16 | 2,74 | 1,61 | 218,72 | 0,0 | 1397,1 | 139,0 | 246,2 | 60594,6 |
| | Floricultivo | 388,85 | 10,27 | 5,75 | 10,71 | 41 | 59177,39 | 15,64 | 1443,35 | 9,50 | 1,41 | 1,29 | 112,70 | 0,0 | 1633,1 | 103,4 | 285,4 | 81470,5 |
| | Suelo desnudo | 46,97 | 1,24 | 0,03 | 0,32 | 301 | 60326,11 | 15,94 | 200,42 | 0,16 | 1,70 | 1,57 | 203,47 | 0,0 | 905,9 | 83,2 | 151,1 | 22845,5 |
| | Escombrera | 48,34 | 1,28 | 4,49 | 5,91 | 8 | 10393,77 | 2,75 | 1299,22 | 6,04 | 1,61 | 1,33 | 97,73 | 321,2 | 1182,4 | 701,2 | 380,1 | 144443,1 |
| | Pastizal arbolado con área construida | 42,06 | 1,11 | 0,68 | 1,97 | 32 | 17453,02 | 4,61 | 545,41 | 1,40 | 1,44 | 1,38 | 140,57 | 0,0 | 2114,8 | 277,0 | 539,6 | 291167,0 |
| | Pastizal limpio con área construida | 49,53 | 1,31 | 0,79 | 1,54 | 44 | 29790,08 | 7,87 | 677,05 | 1,37 | 1,71 | 1,39 | 111,86 | 2,5 | 1718,3 | 241,9 | 331,4 | 108834,8 |
| | Área construida | 75,57 | 2,00 | 0,04 | 0,41 | 530 | 76254,32 | 20,15 | 143,88 | 0,13 | 1,40 | 1,55 | 309,38 | 0,0 | 619,1 | 38,9 | 73,5 | 5407,2 |
| | Aeropuerto | 13,09 | 0,35 | 13,08 | 0,00 | 1 | 12393,58 | 3,27 | 12393,58 | 13,08 | 5,67 | 1,60 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Vía | 56,64 | 1,50 | 0,21 | 1,66 | 67 | 144269,97 | 38,12 | 2153,28 | 0,80 | 5,46 | 1,70 | 205,96 | 0,0 | 1113,2 | 62,7 | 159,5 | 25446,4 |

Fuente: Informe Final, Contrato N° 248 de 2007, entre la Secretaría Distrital de Planeación y la Consultora Magda Liliana Chisacá Hurtado.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta lo realizado en el contrato N° 548 de la Secretaría Distrital de Planeación y ejecutado por Chisacá en el 2007, WSP estableció una aproximación para definir oportunidades de conectividad partiendo de un mapa de coberturas generado por dicha consultora en el 2019, en el cual identificó el número de parches de coberturas vegetales relictuales de origen nativo como áreas con menor prioridad de manejo y mayor oportunidad de conectividad por la posible movilidad de la fauna, así como, áreas con vegetación con dominio de especies exóticas e invasoras donde hay una homogenización del paisaje relacionada con tensionantes antrópicos, y por lo cual son áreas con mayor prioridad para procesos con fines de Rehabilitación y Recuperación Ecológica.

Adicionalmente, se calificaron o se les dio peso a las coberturas vegetales de acuerdo con la biodiversidad de fauna reportada para el sector, para lo cual se obtuvo información primaria, complementada con la base de monitoreo de fauna de humedales de la SDA y los reportes de especies de otros estudios en el sector. De igual forma, se calificó la oportunidad de conectividad hídrica teniendo en cuenta si se trataba de deltas de desagüe de quebradas sobre el humedal, canales de salidas, entre otros.

Producto de este análisis, se establece la existencia de 58 unidades y 671 polígonos entre coberturas naturales y antrópicas (Tabla 2-279), dentro del área de estudio (246,93 ha), que incluye el escenario del humedal, canales y corredores ecológicos de las quebradas. Las coberturas vegetales y los cuerpos de agua posibilitan la movilidad de la fauna, y con esto potencian la conectividad del sistema hídrico y natural, dentro del área evaluada. No obstante, las coberturas vegetales naturales, que representan una menor fricción en la movilidad para la fauna dentro de un paisaje, son las más fragmentadas y dispersas en el área de estudio, cubriendo tan solo el 10,13 % (25,013 ha) del área total, con 47 polígonos, y reducidas a la zona asociada a los cuerpos de agua del humedal.

Las coberturas vegetales antropizadas presentan la mayor extensión, cubriendo el 60,18 % (148,61 ha) y 330 polígonos en el área de estudio, representadas en su mayoría por área de pastizales, además de plantaciones forestales con especies exóticas y áreas con especies invasoras. La cobertura antrópica o con infraestructura cubren el 29,69 % (73,31 ha), y presentan 294 polígonos, teniendo estas coberturas, la mayor fricción para la movilidad de la fauna y por ende claras barreras de conexión del área evaluada.

Tabla 2- 279. Configuración de las Coberturas o unidades del paisaje.

| Tipo de Coberturas | # Polígonos | Área total (ha) | Área max (ha) | Área min (ha) |
|-------------------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| Vegetación Natural | 47 | 25,013 | 7,29 | 0,0035 |
| Vegetación Antrópica | 330 | 148,61 | 5,81 | 0,000003 |
| Antrópica | 294 | 73,311596 | 5,059 | 0,000001 |
| Total escenarios del AE | 671 | 246,934596 | 7,29 | 0,000001 |

Fuente: Elaboración propia. Tomado de Documento Técnico Actualización Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral.

En la Tabla 2-279, se observa que dentro de la vegetación natural, los Arbustales densos y Bosques de galerías, son las áreas relictuales presentes en las rondas terrestres de los sistemas lóticos y lénticos, sin embargo al encontrarse tan alterados, presentan pocos polígonos dispersos y en algunos casos presencia de especies exóticas (Arbustal denso presenta 6 polígonos y 1,491 ha, mientras que el Bosque de galería presenta 3 polígonos y 2,414 ha).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

El resto de las coberturas naturales corresponden a vegetación asociadas al espejo de agua del humedal, presentando la cobertura de Herbáceas de la franja de transición la mayor extensión con 12,52 ha, 9 polígonos y 7,29 ha para el fragmento más grande. Le sigue en extensión la cobertura de Eneal con 4,26 ha de extensión total, 4 polígonos y 2,47 ha para el mayor fragmento presente en el espejo de agua del sector Torca. El Juncal alcanza una extensión de 1,47 ha, distribuidas en 8 fragmentos que oscilan de 0,015 ha a, 0,52 ha.

Es de resaltar que las coberturas asociadas al espejo de agua del humedal permiten el mantenimiento de hábitats potenciales para la fauna acuática, no obstante, la gran alteración de las coberturas vegetales naturales obstruye la conexión a través de las rondas terrestres de los canales y corredores ecológicos. Sin embargo, la presencia de vegetación antrópica como son los pastos arbolados o enmalezados y plantaciones con especies exóticas, pueden generar algunos fragmentos que posibiliten refugio y hábitats para algunas especies de fauna resistentes a condiciones alteradas.

En el área de estudio se resalta para las coberturas vegetales antropizadas el dominio de los Pastos limpios con un área de 72,21 ha y 75 polígonos, representando ésta una cobertura abierta, con alta fricción o barrera para la movilidad de la fauna. No obstante, los Pastos Arbolados con 18,644 ha y 29 fragmentos, y los Pastos enmalezados con 23 fragmentos y 15,34 ha, pueden representar sitios de paso para algunas especies de fauna resistentes a condiciones alteradas.

Para el caso de las Plantaciones exóticas con 14,55 ha y 6 fragmentos en el área de estudio, se ha reportado como posibles hábitats y sitios de paso para algunas especies de fauna, como son las aves, al generar una cobertura arbórea (Duran y Kattan 2005, Lentijo y Kattan 2005). No obstante, la sustitución paulatina de plantaciones forestales de exóticas, dentro de procesos de restauración es sustentado como acciones de manejo favorables para conservar y potenciar la biodiversidad de las áreas transformadas (Mora y Galvis 2018), de igual manera, se recomienda el uso de otras estrategias para el manejo del paisaje, en pro de la conservación de la biodiversidad (Lozano-Zambrano 2009).

Así mismo, se resalta la presencia de cercas vivas, distribuidas en 40 fragmentos y con una extensión de 6,89 ha en total, y de otras zonas verdes dispersas en el área de estudio, que, aunque combinen especies nativas con especies exóticas, son coberturas que pueden en baja medida, posibilitar la movilidad y el paso de fauna entre áreas abiertas. Fontalvo (2016), establece que las cercas vivas son potenciales corredores lineales, de gran importancia para la avifauna en paisajes transformados, y, por tanto, a considerar dentro de las estrategias de manejo para potenciar la conectividad del paisaje periurbano del norte de Bogotá D.C.

De otra parte, es de resaltar la presencia de 28 fragmentos de las especies invasoras de retamo que se extienden a 2,99 ha, fragmentos con tamaños que oscilan de $4,3E-05$ a 0,45 ha, presente en mayor área dentro del límite legal de los humedales de Torca y Guaymaral. Por tanto y según normativa actual de control y manejo de especies invasoras en el país, su control y eliminación debe ser de prioridad en procesos de manejo de áreas protegidas. Sin embargo, existen estudios que reportan el uso de estas coberturas por parte de algunas especies de fauna que se adaptan a cambios en la configuración del paisaje (Harris et al. 2004, Díaz y Bustamante 2011), No obstante, son coberturas que tienen efectos negativos sobre la biodiversidad de especies de fauna (Amaya & Renjifo, 2010)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.7.2.2 Estudios de conectividad en el área de estudio

Un plan de conectividad ecológica debe partir de estudios de conectividad funcional para especies sensibles a la fragmentación del paisaje, teniendo en cuenta que la fragmentación disminuye y aísla entre sí los hábitats naturales (Forman, 1995) en (Marull, Pino, Tello, & Mallarach, 2006). Esto representa la reducción de áreas que sustenten poblaciones viables de especies faunísticas, y su supervivencia depende en buena parte de su capacidad de movimiento para alcanzar otras áreas naturales aledañas (Santos & Tellería, 2006). Es así, que los estudios de conectividad deben contemplar las áreas con interés a conectar, las especies que pueden verse más afectadas por la fragmentación del paisaje, y las características y capacidad de movilidad de estas especies en la búsqueda de hábitats óptimos.

En este contexto, cabe destacar que (Chisacá & Remolina, 2007), elaboraron modelos de conectividad funcional para 17 especies de aves del borde norte de Bogotá. Los autores concluyeron que solo el 4,86% del borde norte de Bogotá presenta coberturas naturales y seminaturales, las cuales en su mayoría corresponden a humedales y zonas inundables; razón por la cual, la conectividad funcional es más factible para aves que ocupan hábitats acuáticos o semiacuáticos que para aves que ocupan hábitats terrestres. Establecieron, además, que la conectividad funcional es más factible para aves que pueden recorrer como mínimo entre 50 a 200 metros, para encontrar hábitats vecinos óptimos para ellas. Por tanto, concluyeron que el principal conector del borde norte de Bogotá es el separador de la autopista norte, en el cual se encuentran relictos de humedales en buen estado ecológico y tiene el arbolado plantado más denso en separadores viales de Bogotá.

El Consorcio Borde Norte (2009), elaboró un modelo de conectividad funcional para el POZ norte, considerando la urbanización de la zona, y la restauración de las quebradas y humedales; por consiguiente, dicho escenario dio lugar a que la matriz del paisaje fuera el área construida, y que las rondas de quebradas y humedales pasaran de ser pastizales a coberturas seminaturales. Mientras que para el estudio de Chisacá & Remolina (2007), la matriz predominante a futuro serían los pastizales. Lo anterior establece que la proyección de estrategias de restauración ecológica en las áreas de importancia ambiental y con fines de conservación dentro del territorio, aumentaría la calidad de hábitats para fauna silvestre; a pesar de los procesos de urbanización proyectados. Por consiguiente, la matriz del paisaje cambiaría de pasto a zonas urbanizadas y las áreas conectoras del paisaje natural presentarían una extensión de hábitats potenciales para la fauna silvestre a futuro.

Los modelos de conectividad propuestos por el Consorcio Borde Norte (2009) en el escenario futuro planteado, muestran la importancia del sistema hídrico conservado, restaurado y creado para cada especie. Según este estudio las aves que recorren cortas distancias para alcanzar nuevos hábitats óptimos se verán ampliamente favorecidas con el incremento de zonas restauradas en rondas y zonas de manejo en las quebradas del POZ Norte. Los mamíferos incluidos en este estudio son el grupo que resultaría más beneficiado de la restauración de corredores biológicos y generación de áreas acuáticas. No obstante, se advierte que la reducción o eliminación de las áreas del separador de la autopista norte, como resultado de futuras ampliaciones, reduciría o eliminaría la posibilidad de paso de especies de mamíferos entre los sectores del humedal, provocando un posible aislamiento genético en las poblaciones.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dentro de los resultados del estudio del Consorcio Borde Norte (2009), los sectores potenciales de conectividad para las aves corresponden a las cercas vivas, las áreas verdes y zonas arborizadas de clubes y de parques. Para las aves acuáticas las fuentes más importantes corresponden al cuerpo de agua de los humedales de Torca y Guaymaral, los espejos de agua de clubes, el río Bogotá, las quebradas y otros humedales distritales. En cuanto a los mamíferos, los fragmentos con hábitats naturales presentes al interior y alrededor de la Reserva representan hábitats para algunas especies con limitadas posibilidades de desplazamiento (Pequeños mamíferos), con subpoblaciones que raramente están en contacto entre sí dada la matriz urbana que los rodea y la distancia entre los parches. Lo anterior conlleva a que dichas subpoblaciones de pequeños roedores y musarañas sean altamente vulnerables por la baja cantidad de individuos y por la posible competencia con especies exóticas como el ratón casero (*Mus musculus*) y la rata común (*Rattus* sp.).

Con el objeto de aumentar la conectividad para los mamíferos de la zona, deben generarse corredores entre parches de hábitats nativos o aumentar las áreas de hábitats similares al nativo alrededor del fragmento, para reducir efectos de borde (Shafer, 1997) y (Soulé, 1991) en (Herrera, 2011). De igual manera, para aumentar la conectividad entre los parches naturales también es posible el establecimiento de hábitats-parche, aun si son artificiales, con características similares a las de los naturales y que permitan desplazarse a las especies que no requieren un corredor continuo (Hilty, Lidicker, & Merenlender, 2006; citado por Consorcio Borde Norte, 2009).

Los modelos de conectividad en el POZ Norte (Consorcio Borde Norte 2009), muestran que las áreas a conservar, restaurar y crear beneficiarían a las especies seleccionadas al aumentar la oferta de nuevos hábitats óptimos y conectores para llegar a ellos. Sin embargo, las especies que requieren coberturas naturales terrestres como hábitats óptimos, podrán desplazarse solo por corredores ecológicos que conecten los Cerros Orientales y los demás elementos de la EEP en el paisaje de sabana. Se destaca, que las aves no acuáticas, presentarían una ventaja con mayor capacidad para desplazarse, lo cual es corroborado con varios de los registros históricos de especies de aves en el área de estudio, ya que son registradas en otras áreas como Cerros Orientales, Parques y Reservas Naturales.

2.7.2.3 Configuración actual del paisaje en el Área de Estudio

Es necesario identificar el estado del ecosistema de referencia para procesos de Restauración Ecológica, así como el estado actual del ecosistema alterado mediante la evaluación y determinación de las condiciones actuales a nivel de paisaje (Vargas 2008, MADS 2015). Determinar la ubicación de los fragmentos de vegetación nativa, es fundamental en procesos de conservación y restauración. Estos fragmentos pueden presentarse en diferentes estados sucesionales como resultado de las características de los disturbios presentes en el territorio. Los disturbios generan diversos niveles de cambios en el ecosistema de acuerdo a su frecuencia y magnitud. Córdoba (2016) plantea un análisis del paisaje desde la integridad ecológica y conectividad estructural del mismo, en pro de direccionar acciones de manejo de áreas de importancia ambiental en el territorio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

A partir de la evaluación de las coberturas o unidades del paisaje, se establece la existencia de 58 unidades y 671 polígonos entre coberturas naturales y antrópicas (Tabla 2-280), dentro del área de estudio (263,83 ha), que incluye el escenario del humedal, canales y corredores ecológicos de las quebradas. Las coberturas vegetales y los cuerpos de agua posibilitan la movilidad de la fauna, y con esto potencian la conectividad del sistema hídrico y natural, dentro del área evaluada. No obstante, las coberturas vegetales naturales, que representan una menor fricción en la movilidad para la fauna dentro de un paisaje, son las más fragmentadas y dispersas en el área de estudio, cubriendo tan solo el 10,49 % (27,69 ha) del área total, con 47 polígonos, y reducidas a la zona asociada a los cuerpos de agua del humedal.

Las coberturas vegetales antropizadas presentan la mayor extensión, cubriendo el 66,03 % (174,22 ha) y 330 polígonos en el área de estudio, representadas en su mayoría por área de pastizales, además de plantaciones forestales con especies exóticas y áreas con especies invasoras. La cobertura antrópica o con infraestructura cubren el 23,46 % (61,92 ha), y presentan 294 polígonos, teniendo estas coberturas, la mayor fricción para la movilidad de la fauna y por ende claras barreras de conexión del área evaluada.

Tabla 2- 280. Configuración de las Coberturas o unidades del paisaje.

| Tipo de Coberturas | # Polígonos | Área total (ha) | Área max (ha) | Área min (ha) |
|-------------------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| Vegetación Natural | 47 | 25,013 | 7,29 | 0,0035 |
| Vegetación Antrópica | 330 | 148,61 | 5,81 | 0,000003 |
| Antrópica | 294 | 73,311596 | 5,059 | 0,000001 |
| Total escenarios del AE | 671 | 246,934596 | 7,29 | 0,000001 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2-281 y 2-282, se observa que dentro de la vegetación natural, los Arbustales densos y Bosques de galerías, son las áreas relictuales presentes en las rondas terrestres de los sistemas lóticos y lénticos, sin embargo al encontrarse tan alterados, presentan pocos polígonos dispersos y en algunos casos presencia de especies exóticas (Arbustal denso presenta 6 polígonos y 1,491 ha, mientras que el Bosque de galería presenta 3 polígonos y 2,414 ha).

El resto de las coberturas naturales corresponden a vegetación asociadas al espejo de agua del humedal, presentando la cobertura de Herbáceas de la franja de transición la mayor extensión con 12,21 ha, 9 polígonos y 7,29 ha para el fragmento más grande. Le sigue en extensión la cobertura de Eneal con 4,057 ha de extensión total, 4 polígonos y 2,47 ha para el mayor fragmento presente en el espejo de agua del sector Torca. El Juncal alcanza una extensión de 1,38 ha, distribuidas en 8 fragmentos que oscilan de 0,015 ha a, 0,52 ha.

Es de resaltar que las coberturas asociadas al espejo de agua del humedal permiten el mantenimiento de hábitats potenciales para la fauna acuática, no obstante, la gran alteración de las coberturas vegetales naturales obstruye la conexión a través de las rondas terrestres de los canales y corredores ecológicos. Sin embargo, la presencia de vegetación antrópica como son los pastos arbolados o enmalezados y plantaciones con especies exóticas, pueden generar algunos fragmentos que posibiliten refugio y hábitats para algunas especies de fauna resistentes a condiciones alteradas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el área de estudio se resalta para las coberturas vegetales antropizadas el dominio de los Pastos limpios con un área de 62,47 ha y 75 polígonos, representando ésta una cobertura abierta, con alta fricción o barrera para la movilidad de la fauna. No obstante, los Pastos Arbolados con 18,644 ha y 29 fragmentos, y los Pastos enmalezados con 23 fragmentos y 7,461 ha, pueden representar sitios de paso para algunas especies de fauna resistentes a condiciones alteradas.

Para el caso de las Plantaciones exóticas con 11,98 ha y 6 fragmentos en el área de estudio, se ha reportado como posibles hábitats y sitios de paso para algunas especies de fauna, como son las aves, al generar una cobertura arbórea (Duran y Kattan 2005, Lentijo y Kattan 2005). No obstante, la sustitución paulatina de plantaciones forestales de exóticas, dentro de procesos de restauración es sustentado como acciones de manejo favorables para conservar y potenciar la biodiversidad de las áreas transformadas (Mora y Galvis 2018), de igual manera, se recomienda el uso de otras estrategias para el manejo del paisaje, en pro de la conservación de la biodiversidad (Lozano-Zambrano 2009).

Así mismo, se resalta la presencia de cercas vivas, distribuidas en 40 fragmentos y con una extensión de 6,89 ha en total, y de otras zonas verdes dispersas en el área de estudio, que, aunque combinen especies nativas con especies exóticas, son coberturas que pueden en baja medida, posibilitar la movilidad y el paso de fauna entre áreas abiertas. Fontalvo (2016), establece que las cercas vivas son potenciales corredores lineales, de gran importancia para la avifauna en paisajes transformados, y, por tanto, a considerar dentro de las estrategias de manejo para potenciar la conectividad del paisaje periurbano del norte de Bogotá D.C.

Es de aclarar que la movilidad de la fauna depende no solo de condiciones de la configuración del paisaje, sino también de los patrones de distribución de las especies, características y rasgos funcionales de las mismas, así como, de los medios de movilidad que cada una pueda acceder. Por tanto, las aves son el grupo de mayor facilidad de movimiento en el paisaje, no obstante, dependiendo de las características de los hábitats que ocupan las diversas especies y el grado de fragmentación del paisaje mismo (Renjifo 2006). Los mamíferos por el contrario pueden presentar mayor dificultad de movilidad en un paisaje alterado y altamente fragmentado, no obstante, existen especies que han podido adaptarse a condiciones adversas, y otras que aprovechan los flujos de agua como posibles zonas de paso en áreas de mayor fricción dentro del paisaje.

De otra parte, es de resaltar la presencia de 28 fragmentos de las especies invasoras de retamo que se extienden a 1,57 ha, fragmentos con tamaños que oscilan de $4,3E-05$ a 0,45 ha, presente en mayor área dentro del límite legal de los humedales de Torca y Guaymaral. Por tanto y según normativa actual de control y manejo de especies invasoras en el país, su control y eliminación debe ser de prioridad en procesos de manejo de áreas protegidas. Sin embargo, existen estudios que reportan el uso de estas coberturas por parte de algunas especies de fauna que se adaptan a cambios en la configuración del paisaje (Harris *et al.* 2004, Díaz y Bustamante 2011), No obstante, son coberturas que tienen efectos negativos sobre la biodiversidad de especies de fauna (Amaya & Renjifo , 2010)

Tabla 2- 281. Configuración de las Coberturas vegetales.

| Tipo de Cobertura | Nombre de Cobertura | # Polígonos | Área total (ha) | Área max (ha) | Área min (ha) |
|-------------------|---------------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| | Arbustal denso | 6 | 1,491 | 0,56 | 0,0059 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----|--------|-------|---------|
| Vegetación Natural | Bosque de galería | 3 | 2,414 | 1,59 | 0,41 |
| | Eneal | 4 | 4,057 | 2,47 | 0,036 |
| | Herbáceas de la franja de transición | 9 | 12,21 | 7,29 | 0,0035 |
| | Herbáceas flotantes | 4 | 0,33 | 0,24 | 0,0074 |
| | Juncal | 8 | 1,36 | 0,52 | 0,015 |
| | Zonas pantanosas | 4 | 1,297 | 0,49 | 0,087 |
| Vegetación Antrópica | Cerca viva | 40 | 6,89 | 0,68 | 0,0016 |
| | Otras zonas verdes urbanas | 45 | 9,68 | 1,231 | 0,00031 |
| | Otros cultivos transitorios | 1 | 0,517 | 0,517 | 0,517 |
| | Pastos arbolados | 29 | 18,644 | 3,88 | 0,0086 |
| | Pastos enmalezados | 23 | 7,461 | 1,84 | 0,012 |
| | Pastos limpios | 75 | 62,477 | 5,81 | 3E-06 |
| | Plantación de latifoliadas | 1 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| | Plantación mixta | 6 | 11,981 | 4,201 | 0,0079 |
| | Retamo | 28 | 1,57 | 0,45 | 4,3E-05 |
| | Seto | 13 | 0,81 | 0,27 | 0,00062 |

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del separador de la autopista, identificado como un área de gran importancia para el mantenimiento de la conectividad del borde norte de la ciudad (Consortio Borde Norte 2009) y (Chisacá & Remolina 2007), se reporta con 12.35 ha para el área de estudio, en donde presenta 13 coberturas o unidades del paisaje (Tabla 2-282 y Figura 2-421), de las cuales el 18 % representan coberturas naturales y 82% coberturas antropizadas. No obstante, las coberturas vegetales representan el 85% en total, siendo 9,78 hectáreas relacionadas con coberturas vegetales antropizadas y 0,73 ha con coberturas vegetales naturales.

La vegetación antropizada del separador se representa mayoritariamente por la cobertura de Ronda de canales arbolada (8,19 ha) presenta 23 polígonos, con extensión máxima de 4,13 ha, la cual, es el resultado de los diversos procesos de arborización urbana, llevada a cabo por el Jardín Botánico de Bogotá con flora nativa, al lado y lado de los canales que conectan el sistema hídrico entre los sectores del humedal. Dentro de las coberturas de vegetación natural se presentan 11 fragmentos, entre Herbáceas de la franja de transición (0,31 ha, 5 fragmentos), Eneales (0,21 ha, 2 fragmentos), Juncas (0,12 ha, 1 fragmento) y Herbáceas flotantes (0,03 ha, 1 fragmento), la cuales son coberturas asociadas a pequeñas áreas inundables estacionalmente dentro del separador.

Esto cuerpos de agua interpretados como coberturas de humedal en el presente diagnóstico, presentan 1,49 ha, 2 polígonos y se reportan sobre el separador a la altura de la calle 218, área relacionada con la zona de paso de las aguas provenientes del sector Torca hacia el sector Guaymaral, a través de los Box culvert y canales conectores dentro del separador de la autopista.

La vegetación establecida a lo largo del tiempo en el separador de la autopista representa áreas de potencial uso por parte de la fauna, por tanto, representan un área determinante en la movilidad de la fauna a lo largo del mismo y entre los sectores del humedal, fragmentados por la construcción de la autopista norte. No obstante, la presencia de vías, autos, polución, ruido, pasos peatonales, entre otros factores de alteración, pueden determinar la restricción de especies de fauna en los hábitats potenciales del separador,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

favoreciendo aquellas de amplia distribución (Osbaht, K & Hernández-Schmidt, M. 2006), que se movilicen por aire o por los canales que conectan el sistema hídrico.

Se establece que la desaparición del separador de la autopista, por cambios futuros del territorio, reduce la posibilidad de conexión entre los sectores Torca y Guaymaral, y más hacia el norte, de los corredores ecológicos de las quebradas asociadas al sistema hídrico del humedal, lo que influye directamente en el aislamiento genético de las poblaciones (Consortio Borde Norte 2009).

Tabla 2- 282. Coberturas presentes en el separador dentro del Área de estudio.

| Tipo de Cobertura | Cobertura | # Polígonos o fragmentos | Área ha | Área % | Área max ha |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------|---------|-------------|
| Antropizada | Canales | 2 | 0,01 | 0,08% | 0,005 |
| | Red vial y terrenos asociados | 1 | 0,09 | 0,71% | 0,108 |
| | Ronda de canales arbolada separador | 23 | 8,67 | 70,25% | 4,131 |
| | Ronda de canales empujizada separador | 13 | 0,88 | 7,14% | 0,489 |
| | Vía peatonal | 4 | 0,24 | 1,91% | 0,112 |
| | Ronda de arbolada de humedales | 2 | 0,22 | 1,82% | 0,225 |
| Natural | Eneal | 2 | 0,21 | 1,71% | 0,127 |
| | Herbáceas de la franja de transición | 5 | 0,31 | 2,50% | 0,183 |
| | Herbáceas flotantes | 1 | 0,03 | 0,26% | 0,033 |
| | Humedales | 2 | 1,49 | 12,10% | 0,884 |
| | Juncal | 1 | 0,12 | 0,96% | 0,119 |
| Total general | | | 12,35 | 100,00% | |

Fuente: Elaboración propia.

Es así, que la planificación debida de posibles pasos de fauna a través de la autopista y de los diversos cruces de vías proyectadas en el sector, que atravesarían los corredores ecológicos, es una acción estratégica para la reducción de la fricción a la movilidad y casos de atropellamientos reportados para la zona. No obstante, en el presente diagnóstico se identifica una falencia de registros metódicos y sistemáticos de los casos de atropellamiento de Fauna, así como de casos aislados de individuos muertos dentro del área de estudio.

Por tanto, se establece la necesidad de implementar estrategias para atender los casos de fauna muerta, colecta y procesamiento de los individuos hallados muertos por atropellamientos u otras causas dentro del área de estudio, siguiendo los procesos estandarizados de colecta, identificación y depósito en institutos certificados. A partir de esto, estrategias de inclusión de este tipo de información a los registros de Fauna de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

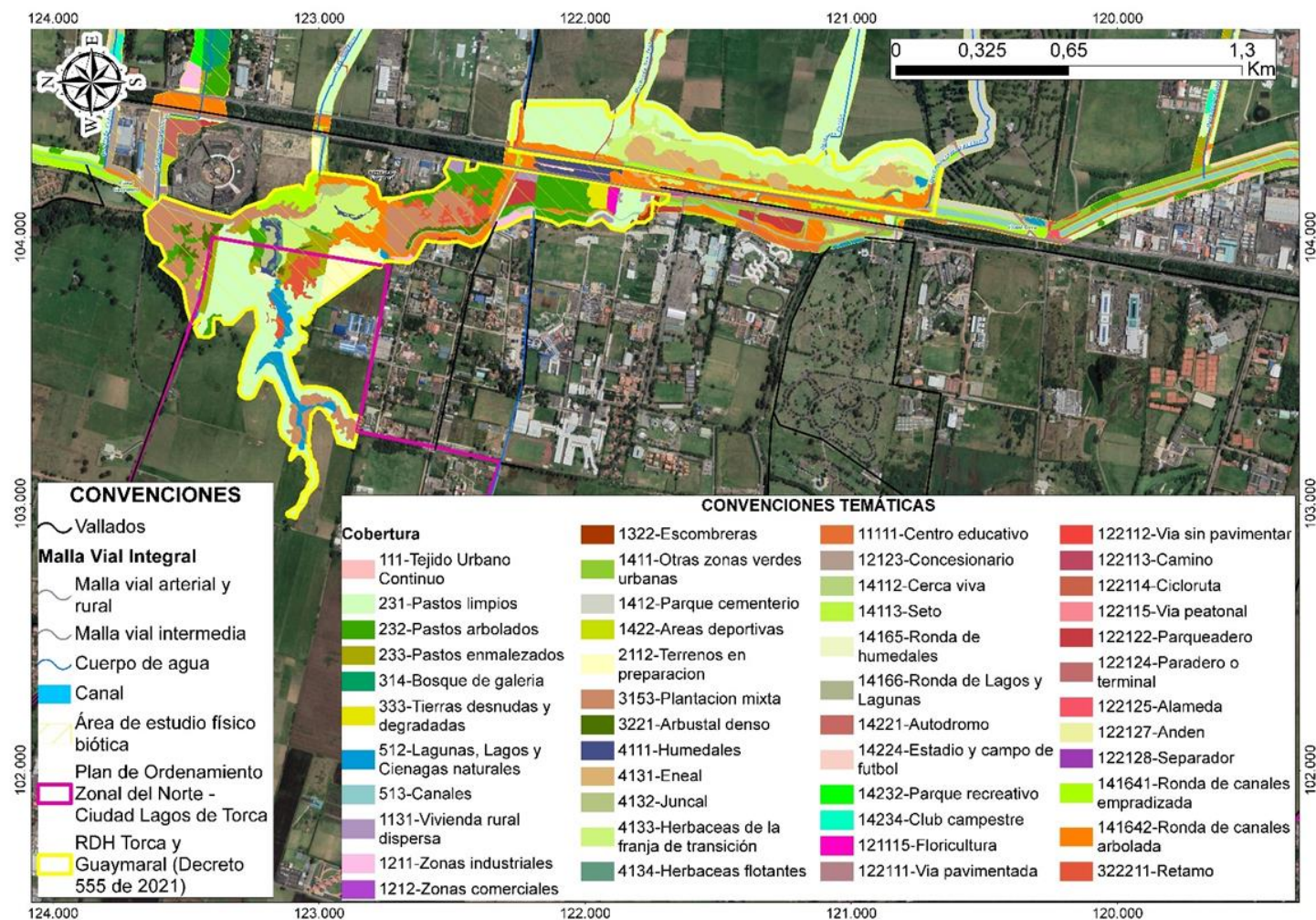


Figura 2- 421. Coberturas vegetales en el área de estudio y separador de la autopista. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La reducción de las áreas naturales y seminaturales de importancia ecológica en este borde de la ciudad genera que algunas especies sensibles a cambios antrópicos del paisaje puedan verse afectadas en sus poblaciones y sobrevivencia a nivel local. Por tanto, preservar las áreas naturales y propender por el fortalecimiento de la conectividad entre los elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP, es indispensable en el sostenimiento de las dinámicas funcionales de los ecosistemas presentes en el paisaje. Esta conectividad permite la movilidad de especies de fauna entre las áreas relictuales que proveen hábitats naturales, logrando así dinamizar los procesos de dispersión de especies vegetales, el intercambio genético entre poblaciones, entre otros mecanismos que mantienen la biodiversidad del sistema.

Finalmente, se analiza a nivel de paisaje la importancia estructural relictual en los humedales de Torca y Guaymaral, a partir de la valoración y categorización de las diferentes coberturas reportadas, según las características de los fragmentos en cuanto a su naturalidad, área y perímetro, así como, según los reportes de número de individuos, especies, índices de riqueza y diversidad (Figura 2-422 y Mapa Potencial estructural - APMHTG_PMA_PET - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos). Esta figura evidencia las áreas con mayor importancia estructural, áreas potenciales para mantener la oferta de hábitats naturales, así como, áreas útiles en la posible movilidad de fauna dentro del área de estudio.

Como resultado, se evidencia que las áreas naturales, valoradas con mayor importancia, se encuentran en su mayoría más asociadas a los cuerpos de agua presentes dentro del área de protección, y sobre todo en el sector occidental del Humedal, lo cual concuerda con lo evidenciado por (Osbahe & Gómez, 2006). No obstante, sobre los espejos de agua se tiende a mostrar una importancia media, ya que la extensión de coberturas vegetales auspiciada por la colmatación de los mismos evidencia la gran necesidad de manejo y control de las coberturas, en pro de mantener y ampliar los espejos de agua relictuales en el sistema.

La extensión del espejo de agua, así como la calidad del agua determina la riqueza y diversidad de especies de aves acuáticas asociadas (Rosselli, 2011). En las zonas de ronda de quebradas, si bien la mayoría presenta gran alteración. No obstante, las rondas asociadas a las quebradas San Juan y quebrada Patiño establece una mejor condición estructural y por tanto un gran potencial de restauración del corredor.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

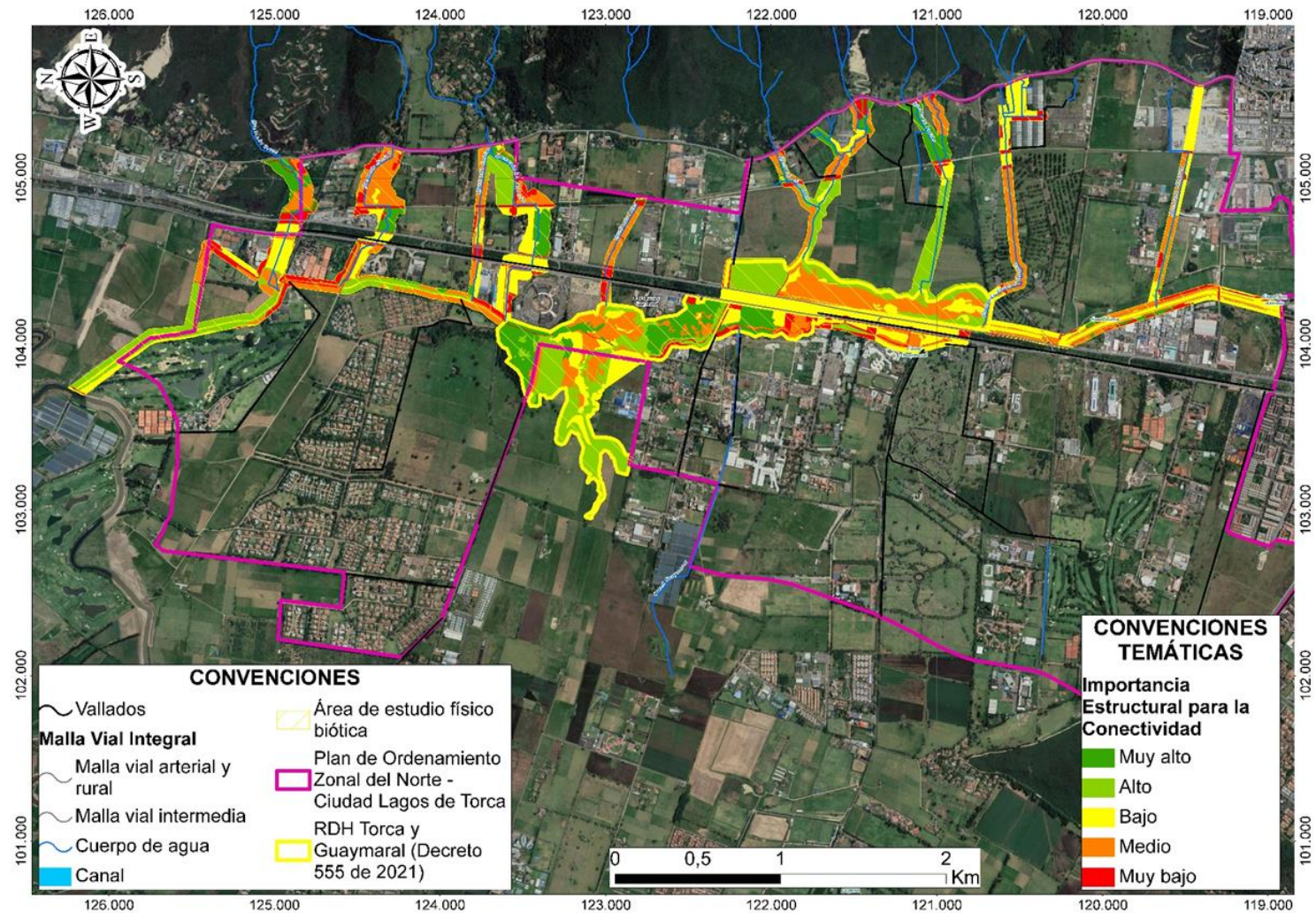


Figura 2- 422. Valoración de la importancia estructural relictual presente en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

4.4.2.3 Separador de la autopista norte

El separador de la autopista es una de las áreas importantes para mantener la conectividad potencial del norte de la ciudad, no obstante, está asociado a una vía de alto flujo automotriz, al ser el único referente vial de amplio acceso desde el norte hacia el centro de la ciudad. Este flujo vial, genera una alta fricción a la movilidad potencial de la Fauna entre el sector oriente y occidente del humedal, y de las quebradas asociadas a su sistema hídrico. El separador comprende zonas verdes asociadas a zonas duras de la vía pública (IDEAM, 2010), sin embargo, se ha convertido a su vez en un eje ambiental, como resultado, de los procesos de manejo del arbolado público a cargo del Jardín Botánico de Bogotá; así como por la presencia de áreas inundables a la altura del sector Torca (EAAB, 2011), que permiten la presencia de coberturas vegetales asociadas, que disponen diversos hábitats potenciales para la fauna.

El separador se conecta con los diversos corredores ecológicos de las quebradas asociadas al humedal, así como con los sectores de Torca y Guaymaral, por medio de los canales conectores del sistema hídrico. Esto posibilita la movilidad de las especies de diversos grupos faunísticos, desde el sector oriental al occidental de la autopista, y a lo largo del separador mismo. La vegetación presente a lo largo del separador, producto de procesos de arborización de la ronda de los canales hídricos del separador, se ha convertido en un potencial corredor biológico en el paisaje urbano, dándole una gran importancia ambiental. Es así que tanto el sistema hídrico como la vegetación presente en el separador de la autopista facilita la conectividad ambiental de la zona norte de la ciudad, favoreciendo a algunas especies de fauna, que por sus características y amplia distribución pueden soportar condiciones de gran alteración antrópica. A partir de lo anterior, es necesario entender la configuración estructural de la vegetación presente actualmente en el separador, con el objetivo de identificar acciones necesarias para potenciar la conectividad a través del mismo.

El separador de la autopista norte, analizado desde la calle 201 hasta la calle 245, cubre un área total de 28,24 ha, y reporta actualmente 12 coberturas o unidades del paisaje (Tabla 2-283 y Figura 2-423), en donde las coberturas antrópicas son las que presentan mayor extensión, cubriendo en total el 92,12 % del área del separador analizada. No obstante, dentro de las coberturas antrópicas se presentan coberturas vegetales antropizadas que cubren la mayor extensión dentro del separador, como lo es la “Ronda de canales arbolada” que se extiende sobre el 77,96 % del área total, y presenta 20 polígonos, con un área máxima de 3,81 ha.

La cobertura de Ronda de canales arbolada es resultado de los procesos de arborización urbana asociada a corredores viales, llevada a cabo por el Jardín Botánico de Bogotá, que al paso del tiempo han crecido y generado mayor dosel, presentando en la actualidad un estrato arbóreo que es usado como hábitat potencial para la fauna que logra moverse a través el separador. No obstante, esta cobertura tiene poco desarrollo de los estratos bajos de la vegetación, dado el manejo llevado a cabo del arbolado público, entre otras acciones antrópicas. Sin embargo, se reportan 7 coberturas vegetales, de las cuales las coberturas naturales se presentan en el 2,37 % del área y las coberturas vegetales antropizadas cubren el 90,37 %.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Dentro de las coberturas vegetales antrópicas se reporta además de la ronda de canales arbolada, la Ronda de canales empedrada (11,38 %, 27 fragmentos) y Ronda arbolada de humedales (1,03 %, 2 fragmentos), todas, resultado de procesos de manejo e implementación de vegetación de espacios públicos de la ciudad. Dentro de las coberturas vegetales naturales se presentan coberturas como Herbáceas de la franja de transición (1,09 %, 5 fragmentos), Eneales (0,75%, 2 fragmentos), Juncas (0,42 %, 1 fragmento) y Herbáceas flotantes (0,12% 1 fragmento), asociadas a cuerpos de agua de humedal (5,29 % y 2 fragmentos) y Zonas pantanosas (0,21 % y 1 fragmento), presentes en el separador, resultado de las dinámicas hidrológicas estacionales del sector.

Tabla 2- 283. Coberturas presentes en el separador calle 201 hasta la 245.

| Tipo de cobertura | Cobertura | Polígonos o fragmentos | Máx. Área polígonos | Área Total ha | Área Total % |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------|--------------|
| Antropizada | Canales | 3 | 0,05 | 0,09 | 0,33% |
| | Red vial y terrenos asociados | 1 | 0,11 | 0,11 | 0,38% |
| | Ronda de canales arbolada separador | 20 | 3,81 | 22,02 | 77,96% |
| | Ronda arbolada de humedales | 2 | 0,22 | 0,29 | 1,03% |
| | Vía peatonal | 6 | 0,11 | 0,29 | 1,03% |
| | Ronda de canales empedrada | 27 | 0,49 | 3,21 | 11,38% |
| Total Coberturas Antropizada | | 59 | | 26,02 | 92,12% |
| Natural | Eneal | 2 | 0,13 | 0,21 | 0,75% |
| | Herbáceas de la franja de transición | 5 | 0,18 | 0,31 | 1,09% |
| | Herbáceas flotantes | 1 | 0,03 | 0,03 | 0,12% |
| | Humedales | 2 | 0,88 | 1,49 | 5,29% |
| | Juncal | 1 | 0,12 | 0,12 | 0,42% |
| | Zonas pantanosas | 1 | 0,06 | 0,06 | 0,21% |
| Total Coberturas Natural | | 12 | | 2,22 | 7,88% |
| Total general | | 71 | | 28,24 | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia.

Según la consulta a los reportes del SIGAU – JBB, los individuos sembrados en el separador de la autopista, están asociados a la cobertura de Ronda de canal arbolada, presentan un rango de altura entre 3 a 16 metros, compuesta principalmente por las especies: Sauce (*Salix humboldtiana*), Aliso (*Alnus acuminata*), Sauco (*Sambucus nigra*), Jazmín (*Pittosporum undulatum*), Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), Tabaquillo (*Verbesina crassiramea*), Chilco (*Baccharis latifolia*), Urapán (*Fraxinus uhdei*), entre otras.

En la Tabla 2-284, se presentan las descripciones de las diversas coberturas reportadas en el área analizada del separador de la autopista norte. Es de resaltar, que, en los recorridos de verificación de la vegetación presente en el separador de la autopista, se reportan pequeños focos de regeneración de especies invasoras de retamo, que, aunque con poco porcentaje de extensión, representan un riesgo de invasión de las áreas abiertas. En el separador.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 284. Características de las coberturas reportadas en el separador de la autopista.

| Código | Cobertura | Área (ha) | Área (%) | Descripción |
|--------|----------------------------------------|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1221 | Red vial y terrenos asociados | 0,11 | 0,38 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento (IDEAM, 2010). |
| 122115 | Vía peatonal | 0,29 | 1,03 | Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de peatones (IDEAM, 2010). Esta cobertura se presenta como corredores que comunican peatonalmente las calzadas viales por medio del separador. |
| 141641 | Ronda de canales empradizada separador | 3,22 | 11,38 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente canales, rodeados de zonas de pradera dominada en más del 80% por pasto kikuyo <i>Cenchrus clandestinus</i> , la ronda permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). |
| 141642 | Ronda de canales arbolada separador | 22,02 | 77,96 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua específicamente canales, rodeados de árboles y arbustos en más del 80%, la ronda permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). Esta cobertura está compuesta principalmente por las especies <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Sambucus nigra</i> y <i>Pittosporum undulatum</i> , con un rango de altura entre 3-16m. |
| 14165 | Ronda arbolada de humedales | 0,29 | 1,03 | Áreas de importancia ecológica aledañas a cuerpos de agua, específicamente humedales que permite el correcto funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas (IDEAM, 2010). |
| 411 | Zonas pantanosas | 0,06 | 0,21 | Esta cobertura se encuentra asociadas a tierras inundables estacionalmente, 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, (IDEAM, 2010). |
| 4111 | Humedales | 1,49 | 5,29 | Esta cobertura comprende las tierras que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, se constituyen por un cuerpo de agua permanente y áreas inundables estacionalmente. (IDEAM, 2010), dentro del área del separador se observan dos fragmentos. |
| 4131 | Eneal | 0,21 | 0,75 | Este tipo de vegetación acuática se caracteriza por la presencia dominante de especies enraizadas del género <i>Typha</i> , como <i>Typha angustifolia</i> y <i>Typha latifolia</i> , alcanza hasta los 3 metros de altura, y forma parches densos pudiendo llegar a cubrir buena parte del espejo de agua. |
| 4132 | Juncal | 0,12 | 0,42 | Bajo esta categoría se clasifica vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Formado principalmente por herbáceas denominadas Juncos, en su mayoría dominados por las especies <i>Juncus effusus</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> . |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 284. Características de las coberturas reportadas en el separador de la autopista.

| Código | Cobertura | Área (ha) | Área (%) | Descripción |
|------------|--------------------------------------|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4133 | Herbáceas de la franja de transición | 0,31 | 1,09 | Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación herbácea enraizadas establecida en la franja pelágica asociada a cuerpos de agua del humedal. Se encuentra dominada por la especie <i>Polygonum punctatum</i> . Otras especies frecuentes en la cobertura de la franja de transición son <i>Rumex obtusifolius</i> (lengua de vaca), <i>Cyperus xanthostachyus</i> (cortadera), <i>Raphanus sativus</i> (rabano), <i>Juncus effusus</i> (junco) y <i>Carex luridiformis</i> (cortadera). |
| 4134 | Herbáceas flotantes | 0,03 | 0,12 | Este tipo de cobertura se presenta sobre el espejo de agua, se caracteriza por tener vegetación con especies de hierbas flotantes, aptas para estas condiciones por sus adaptaciones morfológicas como cámaras de aire, son de porte bajo alcanzando máximo los 20 cm. Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total (IDEAM, 2010). |
| 513 | Canales | 0,09 | 0,33 | Cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente y que puede enlazar dos masas de agua, en el caso del separador, conecta los sectores Torca y Guaymaral, así como los cauces de las quebradas afluentes del sistema del humedal. |
| Total área | | 28,24 | 100 | |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

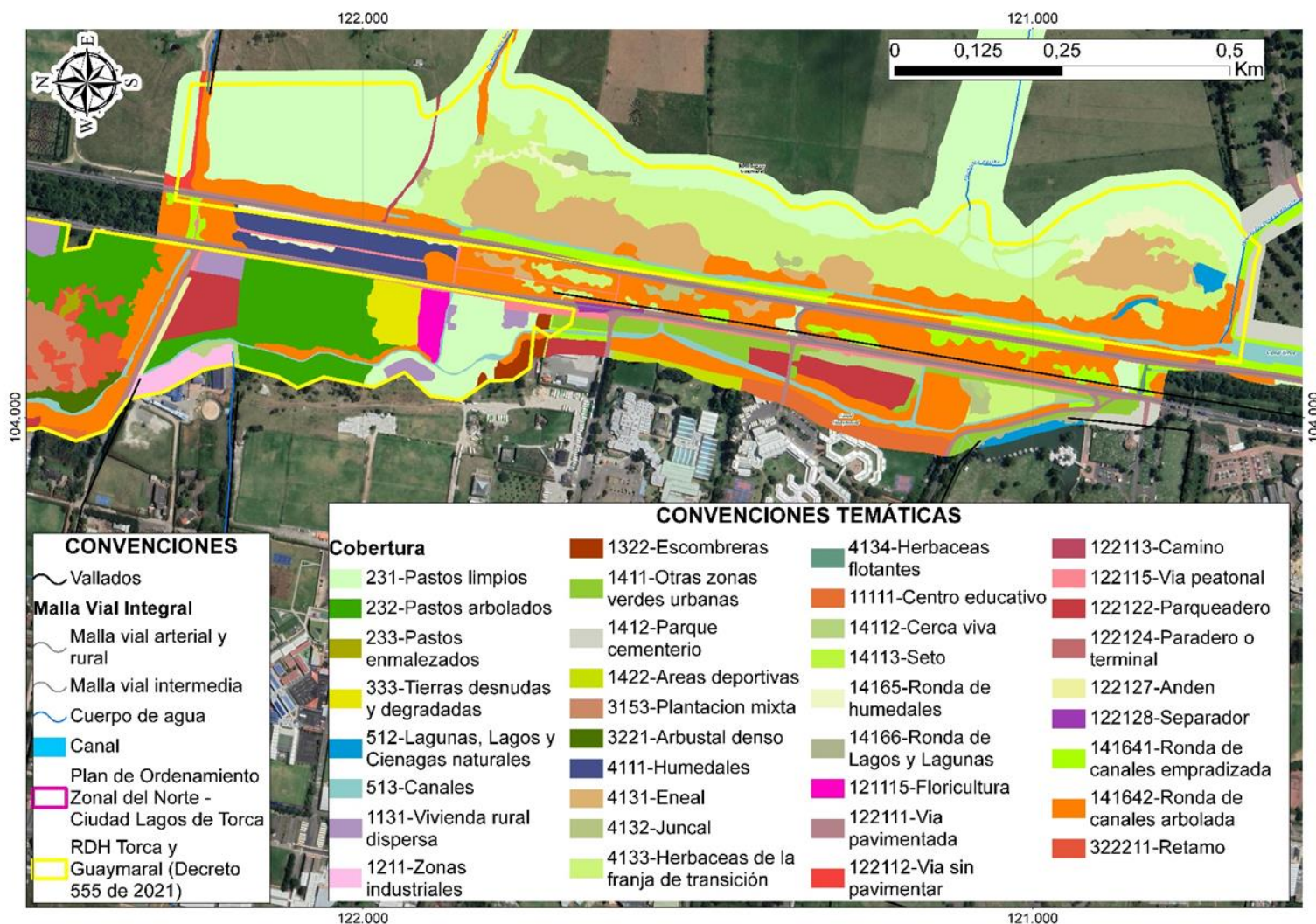


Figura 2- 423. Coberturas presentes en el separador de la autopista. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Osbarhr & Hernández-Schmidt (2006), establecen para un fragmento del separador de la autopista, el reporte de 70 especies de plantas, de las cuales el 49 % son de origen exótico. Según este reporte el estrato dominante era el herbáceo en un 81%, mientras que el arbustivo se extendía al 9% y el arbóreo al 10%. Se presentaban cuerpos de agua de llenado estacional, en donde se reportan 13 especies asociadas, propias de humedales, dentro de las cuales 3 especies son flotantes y las demás asociadas a la franja pelágica del humedal. En este estudio se resalta la concordancia de estas especies con las reportadas en las rondas del espejo de agua del humedal en el sector Guaymaral. Esto establece que luego de más de una década el estrato arbóreo ha tomado importancia en la ronda de los canales del separador de la autopista, ganando área a las zonas empujadas implementadas inicialmente, como resultado a los procesos de arbolado público.

En cuanto a los reportes de fauna Osbarhr y Hernández-Schmidt (2006) indican que el tipo de vegetación presente en el separador ha favorecido la presencia esporádica o permanente de algunas especies resistentes a altos niveles de disturbio y que logran moverse a través de los flujos hídricos y por la estructura vegetal. Así mismo Bernal (2011), reporta la presencia de avifauna y mastofauna, resaltando que especies como la Monjita (*Chrysomus icterocephalus*) presentaba vocalizaciones constantes como lo haría dentro de las conformaciones de un humedal a pesar del elevado nivel de ruido, algunos estudios describen que los pájaros urbanos cantan más tiempo para contrarrestar el ruido de las ciudades (Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España).

Durante 2018, un grupo de biólogos del programa de biología de la Universidad El Bosque, realizaron un reconocimiento de la fauna y flora presente en el separador, reportando doce (12) especies de fauna, mayoritariamente perteneciente al grupo de aves. En la Tabla 2-285 se presentan las especies de fauna descritas por los diferentes autores para la zona reconocida como separador de la autopista norte.

Tabla 2- 285. Especies de fauna presentes en sector Separador de la autopista norte.

| INSECTOS | | | |
|-------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
| Aranae | Lycosidae | <i>Lycosa sp.</i> | Araña loba |
| Aranae | Salticidae | -- | Araña |
| Odonata | Aeshniidae | -- | Libelula |
| Coleoptera | Dytiscidae | -- | Escarabajo acuático |
| Coleoptera | Melolonthidae | -- | Chiza |
| Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias dimera</i> | Mariposa |
| Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Dione glycera</i> | Mariposa espejito |
| Lepidoptera | Lycaenidae | <i>Hemiargus sp.</i> | Mariposa |
| Lepidoptera | Hesperiidae | -- | Mariposa |
| Lepidoptera | Pylidae | -- | Polilla |
| Diptera | Bibionidae | -- | Helicóptero |
| Diptera | Culicidae | -- | Mosquito |
| Diptera | Syrphidae | -- | Mosca |
| Hymenoptera | Apidae | <i>Apis mellifera</i> | Abeja domestica |
| Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus sp.</i> | Abejorro |
| Hymenoptera | Formicidae | -- | Hormiga |
| ANFIBIOS | | | |
| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
| Anura | Hylidae | <i>Dendropsophus molitor</i> | rana sabanera |
| REPTILES | | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
|------------------|---------------|---------------------------------|--------------------|
| Squamata | Colubridae | <i>Atractus crassicaudatus</i> | serpiente tierrera |
| AVES | | | |
| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Gallinula chloropus</i> | Tingua pico rojo |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Tyrannus melancholicus</i> | sirirí |
| Passeriformes | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | Mirla |
| Passeriformes | Passerellidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Copetón |
| Passeriformes | Icteridae | <i>Chrysomus icterocephalus</i> | Monjita |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida auriculata</i> | Torcaza |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Sicalis flaveola</i> | Canario criollo |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Coccyzus americanus</i> | cuco piquiamarillo |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Gavilán maromero |
| MAMÍFEROS | | | |
| ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN |
| Rodentia | Caviidae | <i>Cavia aperea</i> | curí |

Fuente: Osbarhr y Hernández-Schmidt (2006) y Bernal (2011) Adaptado por Elaboración propia.

2.7.2.4 Áreas de importancia para la conectividad del área de estudio y para pasos de fauna

A partir de los estudios mencionados y la caracterización diagnóstica del área de estudio, se plantean áreas de gran importancia para la permanencia de la conectividad del sistema (Figura 2-424 y Mapa Puntos potenciales a fortalecer en la conectividad - APMHTG_PMA_PFC - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), las cuales requieren procesos de restauración ecológica en pro de fortalecer y asegurar a futuro la conectividad y mejoramiento ambiental de la región. Es así que se toman los puntos o áreas de conexión del humedal con las áreas de importancia ambiental aledañas, dentro de las cuales se contemplan las áreas de desembocadura de los drenajes afluentes al humedal o al sistema de canales que lo componen (puntos 2, 3, 4, 5, y 6 de la Figura 2-424).

Estas áreas presentan gran necesidad de proyectar procesos de restauración ecológica en las áreas riparias de los corredores ecológicos de las quebradas afluentes, así como la recuperación paisajística de las áreas de los canales conectores del sistema. De igual manera, es de reconocer el separador de la autopista como un área de vital importancia en la conectividad entre el sector Torca y Guaymaral (Punto 1 de la Figura 2-424), así como, los fragmentos de los corredores ecológicos de las quebradas, fragmentados por la autopista norte. Esto requiere el mantenimiento de las áreas verdes asociadas al separador, resultado de los procesos de arbolado público, dentro del reconocimiento de su importancia para la conectividad entre los sectores del humedal.

Por otra parte, las áreas de potencial conectividad entre el humedal y las áreas de importancia ambiental aledañas, como lo es la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH (Puntos 8 y 7 de la Figura 2-424), requiere no solo procesos de restauración ecológica de las áreas limítrofes entre las áreas protegidas, sino también el planteamiento de la articulación de acciones con la CAR, enfocadas a conservar los cuerpos de agua asociados al ramal que se extiende hacia la reserva RFPNTVDH, la restauración ecológica de las áreas de ronda de dicho ramal, y el control y manejo de especies invasoras como las de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y retamo liso (*Genista monspessulana*).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Los puntos 9,10,11,12,13 y 14 (Figura 2-424) son áreas de conexión entre los canales y vallados, que son los que direccionan el agua hacia el río Bogotá, siendo estas áreas importantes para la restauración ecológica de áreas potenciales para la conexión con la zona de área de protección o conservación aferente del río.

Dentro de los análisis de conectividad del área norte de la ciudad, algunos estudios identifican las especies de aves como especies de mayor registros y movilidad, por tanto, pueden ser potenciales a la hora de escoger una especie representativa, no obstante, las especies de mamífero *Cavia anolaimae* (Curí) y *Mustela frenata* (Comadreja), al ser más susceptibles a barreras del paisaje, pueden evidenciar mejor la acción de estas barreras en la movilidad de especies terrestres.

El análisis de la posible conectividad del paisaje, identificando sitios que permiten la movilidad de la fauna entre áreas de importancia ambiental del mismo, requieren de atención en cuanto a las acciones de restauración ecológica. No obstante, la generación de pasos de fauna en los casos del cruce de vías es requerida como una medida de mitigación de la pérdida de individuos por atropellamiento (Jackson, 2001) y (Rincón & Parra, 2016). En la Figura 2-425 y Mapa Puntos pasos Fauna - APMHTG_PMA_PFA (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), se plantean 18 puntos potenciales para la implementación de pasos de fauna, con base en el análisis diagnóstico del área de estudio, dentro de lo cual, se consideran los lineamientos establecidos en el Decreto 088 del 2017, dirigidos a las áreas de posible implementación de pasos de fauna.

Dentro de estos pasos de fauna, se cuentan los que se encuentran asociados al paso de la carrera séptima en conexión entre el área de los cerros orientales, con los corredores ecológicos de las quebradas, así mismo se consideran los pasos de fauna que posibiliten la movilidad a través de la autopista norte, y a través de los flujos de agua que pasan por el Box Culvert. Finalmente se consideran los pasos de fauna en los puntos de conexión entre el humedal y los vallados que direccionan las aguas del humedal al río Bogotá.

De igual manera se citan los puntos sugeridos para la implementación de pasos de Fauna, según resoluciones establecidas en el año 2019, consecuentes a la proyección de vías y planes parciales bajo el proyecto urbanístico del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca, en sector norte de la ciudad, en los alrededores del humedal. La información asociada a estos puntos se recopila en la Tabla 2-286 y Figura 2-426, relacionando la resolución que lo establece y las coordenadas geográficas asociadas a su ubicación. La distribución geográfica de estos puntos establecidos como pasos de fauna se pueden ver en la Figura 2-426.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

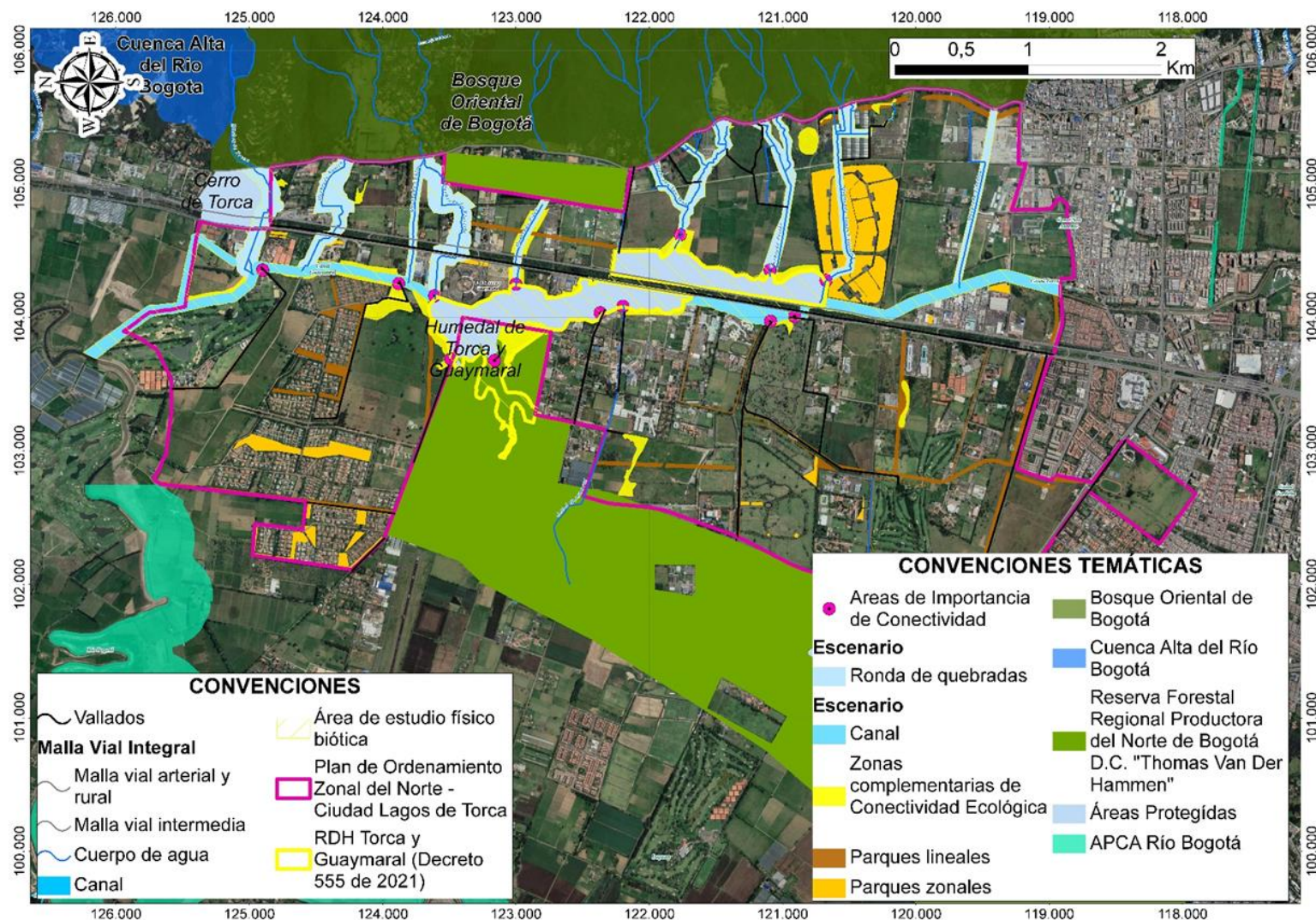


Figura 2- 424. Zonas de potencial conectividad del sistema evaluado. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

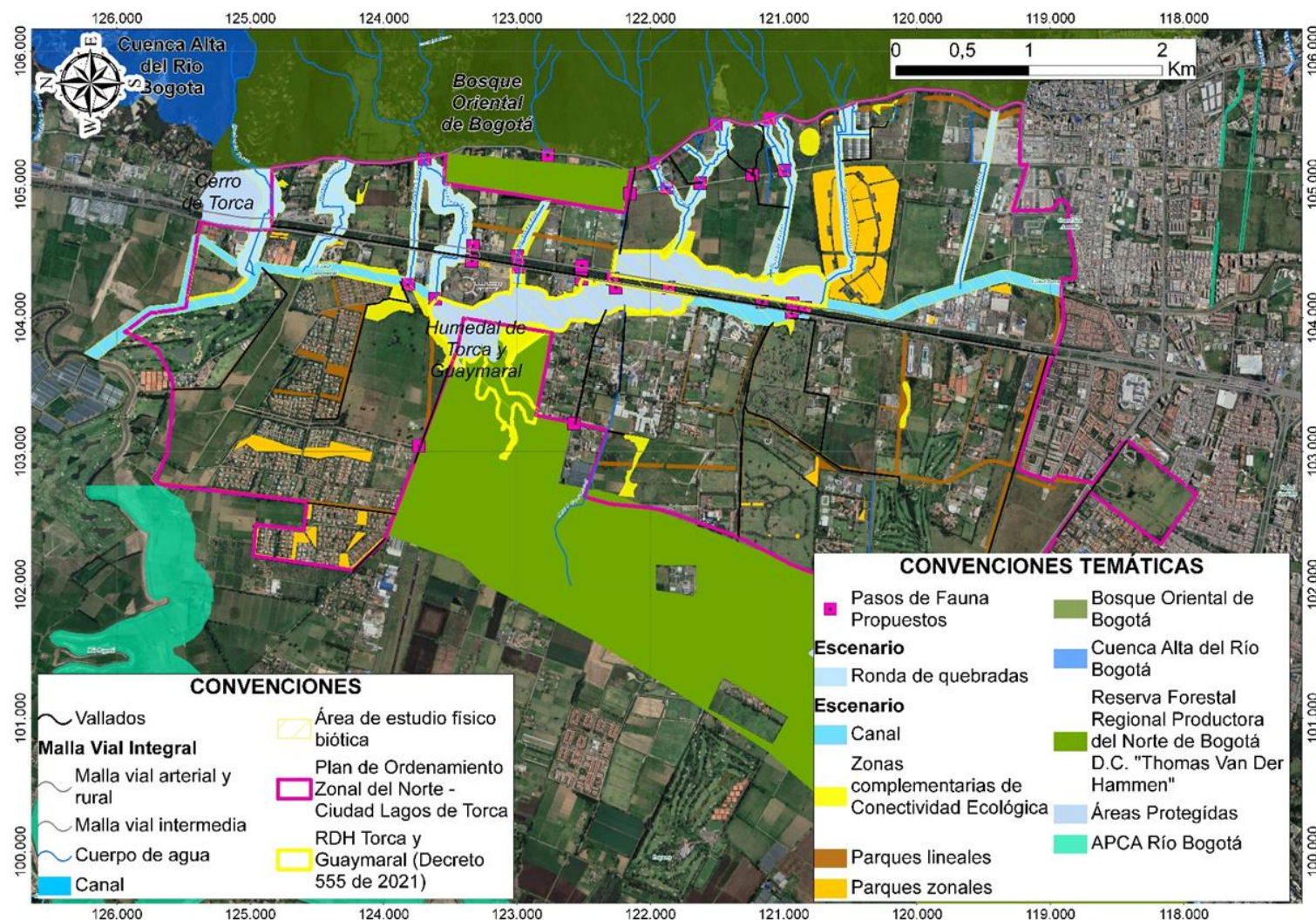


Figura 2- 425. Pasos de fauna propuestos para la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 286. Pasos de Fauna según normativa del año 2019.

| Id | Nombre | Resolución | Descripción | Este | Norte |
|----|------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 1 | Lucerna / Mazda Mavaia | Resolución 2757 de 2019 / Resolución 3515 de 2019 | Quebrada San Juan con Av Laureano Gómez | 104963,13 | 121857,02 |
| 2 | Lucerna / Mazda Mavaia | Resolución 2757 de 2019 / Resolución 3515 de 2019 | Quebrada San Juan con Av Laureano Gómez | 104996,02 | 121624,40 |
| 3 | El Bosque | Resolución 1603 de 2019 | Cruce zonas verdes del Plan Parcial con futura Av Guaymaral | 103435,07 | 123658,89 |
| 4 | El Bosque | Resolución 1603 de 2019 | Cruce zonas verdes del Plan Parcial con futura Av Guaymaral | 104252,08 | 123836,66 |
| 5 | Lucerna / Mazda Mavaia | Resolución 2757 de 2019 / Resolución 3515 de 2019 | Quebrada San Juan con Av Santa Bárbara | 104682,19 | 121751,22 |
| 6 | Mazda Mavaia | Resolución 3515 de 2019 | Vallado con vía 5 | 104607,00 | 122206,07 |
| 7 | Lucerna / Mazda Mavaia | Resolución 2757 de 2019 / Resolución 3515 de 2019 | Vallado con Av Santa Bárbara | 104764,86 | 122177,83 |
| 8 | Mazda Mavaia | Resolución 3515 de 2019 | Vallado con Av Parque Guaymaral Norte | 104853,37 | 121187,59 |
| 9 | Mazda Mavaia | Resolución 3515 de 2019 | Vallado con Av Parque Guaymaral Norte | 105325,12 | 121160,34 |
| 10 | Mazda Mavaia | Resolución 3515 de 2019 | Vallado en Av Parque Guaymaral Norte con Av Laureano Gómez | 105063,53 | 121215,00 |
| 11 | Mazda Mavaia | Resolución 3515 de 2019 | Quebrada Patiño con Av Parque Guaymaral Norte | 105445,11 | 121173,90 |
| 12 | Sorrento | Resolución 3578 de 2019 | Av Laureano Gómez con Q. La Floresta | 104837,93 | 123418,72 |
| 13 | Sorrento / Santa Maria | Resolución 3578 de 2019 / Resolución 3728 de 2019 | Av Laureano Gómez con Q. Las Pilas | 104843,21 | 122802,71 |
| 14 | El Bosque | Resolución 1603 de 2019 | Cruce zonas verdes del Plan Parcial con futura Av Guaymaral | 104139,35 | 123608,93 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

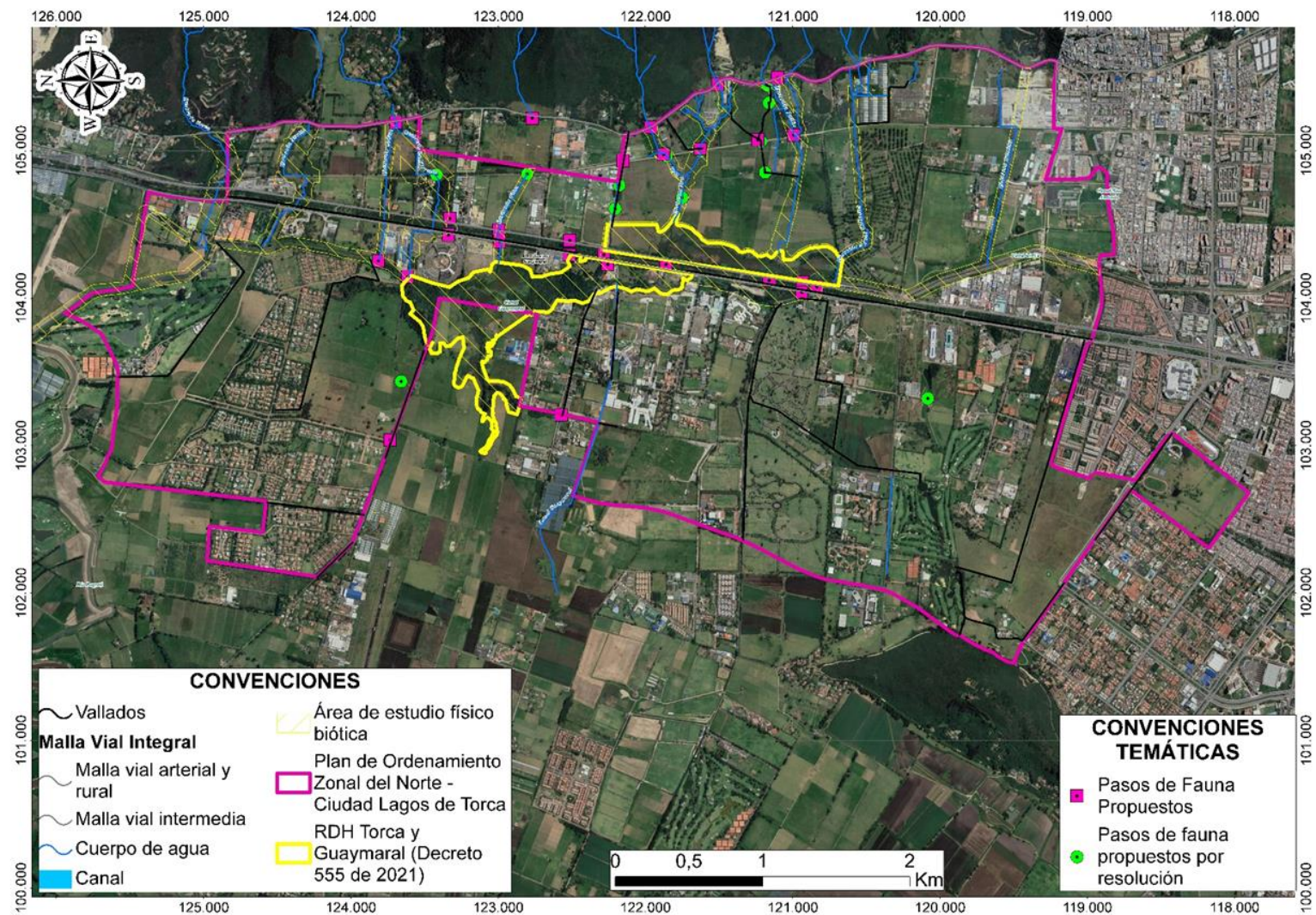


Figura 2- 426. Distribución de pasos de fauna en cruce de vías proyectadas. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

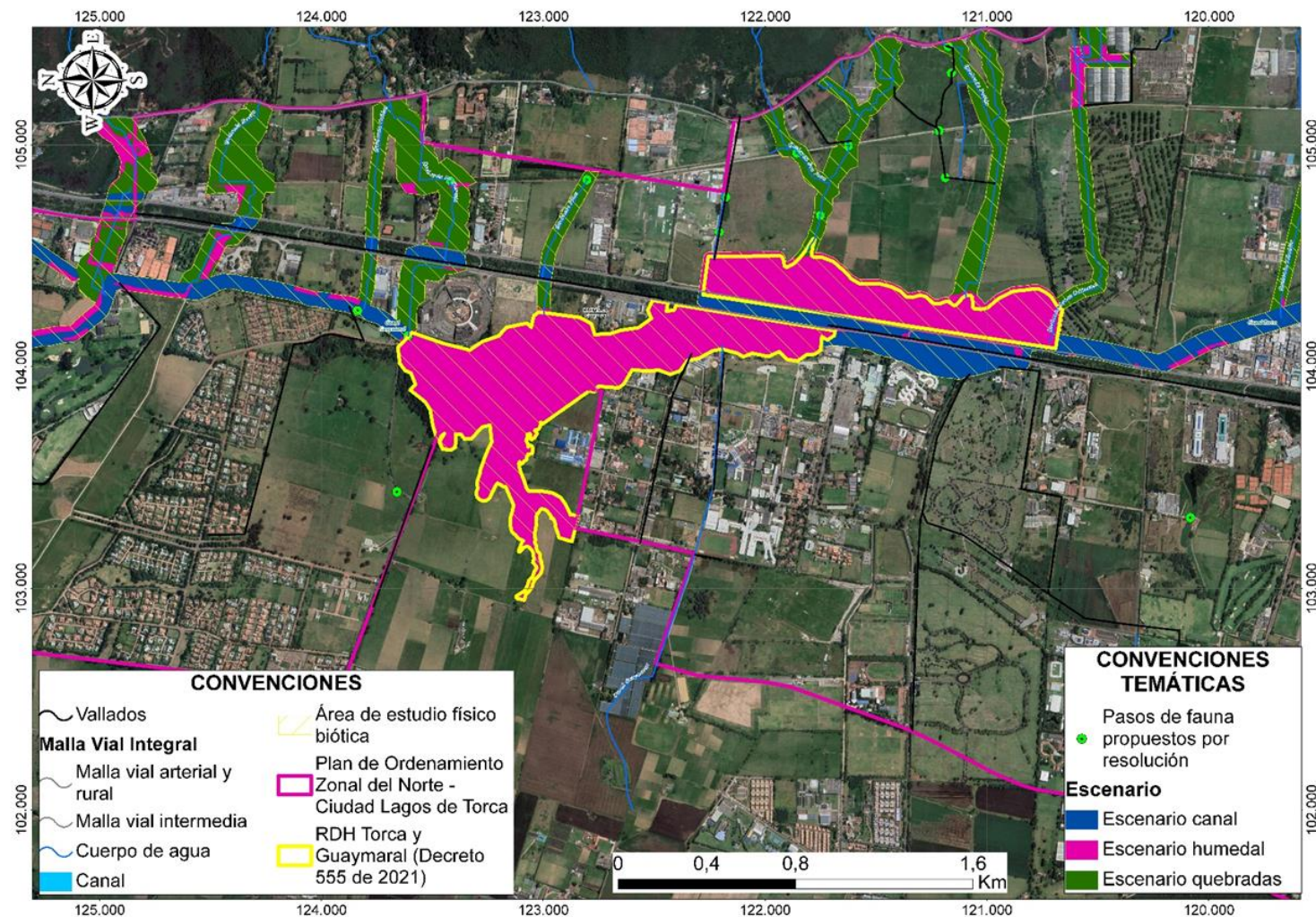


Figura 2- 427. Pasos de fauna propuestos en Resoluciones 2019. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.8 AMENAZAS

Una amenaza se define como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente del daño puede ser un fenómeno o una actividad humana o natural, que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

De acuerdo al contexto geográfico, social y ambiental del área de estudio, se elaboró una lista de los eventos amenazantes potenciales, los cuales se relacionan a continuación.

2.8.1.1 Amenaza por Inundación

Las inundaciones son producidas por exceso de agua, invadiendo áreas que en condiciones normales están secas. Este fenómeno desempeña un papel importante en la regulación de los sistemas hídricos, por esta razón, cuando se modifican dichos sistemas o se ocupan las áreas susceptibles de ser inundadas pueden generarse afectaciones.

El asentamiento de viviendas en zonas de ronda y, de manejo y preservación ambiental de los cuerpos de agua, aumenta la vulnerabilidad a que se presenten eventos de inundación, ya que dichas viviendas se pueden ver afectadas por el aumento del nivel en los cuerpos de agua, de la misma manera pueden afectar las márgenes de los ríos y quebradas por la realización de excavaciones no controladas para la cimentación de las viviendas y por el constante tránsito de todo tipo de vehículos.

En la siguiente figura, se presenta el plano de amenaza por inundación; es importante anotar que este plano fue actualizado mediante el Decreto 555 del 2021, específicamente la información sobre Amenaza de inundación por desbordamiento. Para el área de estudio prevalece la zona sin amenaza de inundación con una cobertura superior al 50 %, seguida de la categoría de amenaza alta con más del 40 % asociado en gran medida a la presencia en los humedales de Torca y Guaymaral y los cauces aferentes.

Tabla 2- 287. Categorías de Amenaza por Inundación en el Área de Estudio.

| Categoría de Amenaza | Área (ha) | Área (%) |
|--------------------------|-----------|----------|
| Amenaza Alta | 101,85 | 41,25 |
| Amenaza Baja | 0,66 | 0,27 |
| Amenaza Media | 18,43 | 7,46 |
| Sin información | 0,03 | 0,01 |
| Sin Categoría de Amenaza | 125,95 | 51,01 |
| Total General | 246,92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

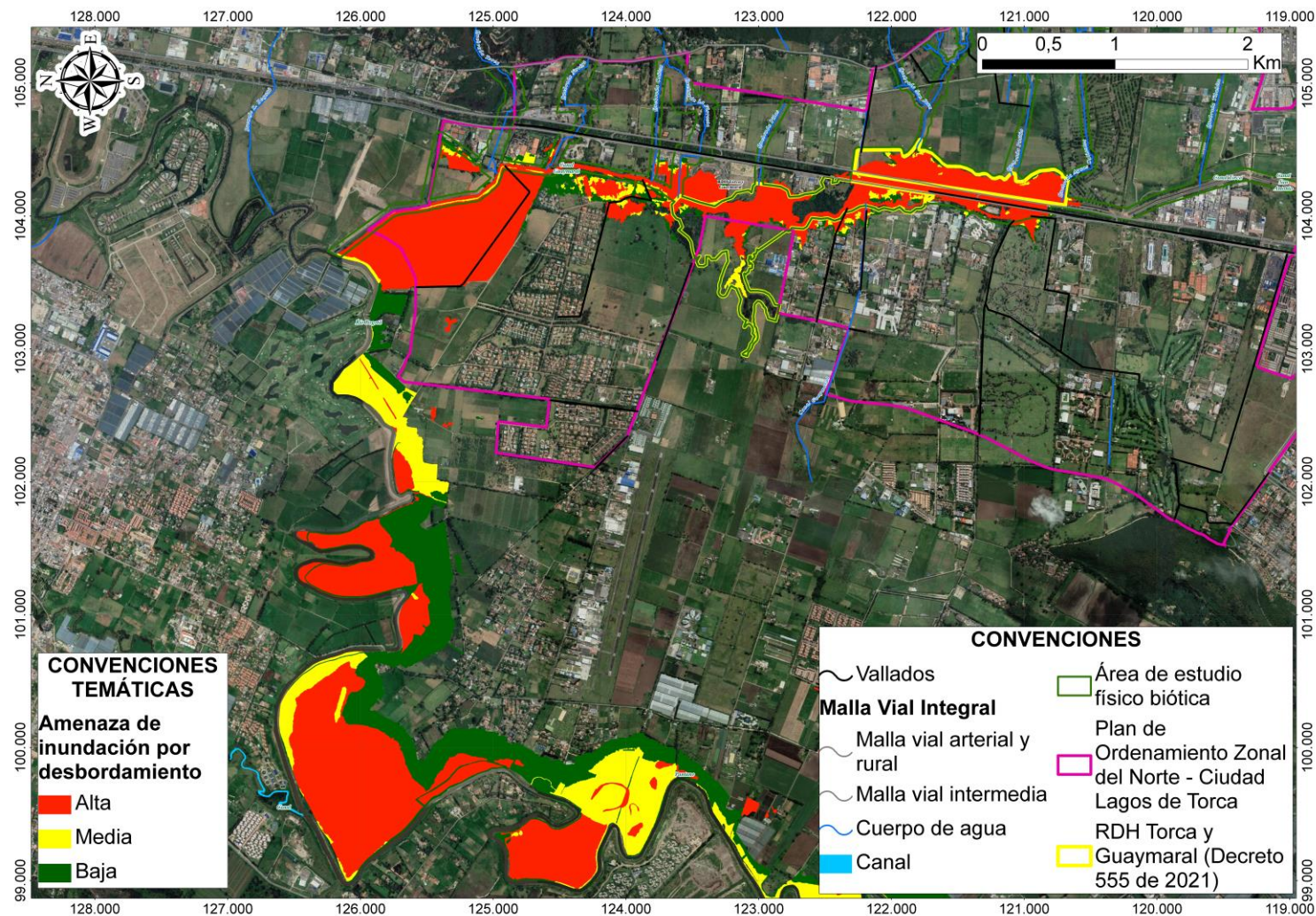


Figura 2- 428. Mapa de Amenaza por Inundación en el Área de Estudio.
Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación & Alcaldía de Bogotá D.C., 2018).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Tabla 2-288 se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por inundación en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, registrando un total de 11 eventos desde el año 1996 (ver Figura 2-429).

Tabla 2- 288. Histórico de Eventos de Inundación en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1 | NR | 22/04/2019 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Autopista Norte 222 |
| 2 | NR | 18/11/2018 | 1 -Usaquén | Torca | NR | NR |
| | | | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | NR |
| 2 | NR | 08/03/2017 | 1 -Usaquén | Torca | NR | NR |
| 3 | 2753746 | 15/12/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 221 53 69 |
| 4 | 2753167 | 15/12/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 221 53 69 |
| 5 | 1503116 | 11/04/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de los Libertadores | Autopista Norte 193 |
| 6 | 108538 | 15/11/2010 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de los Libertadores | NR |
| 7 | NR | 15/10/2009 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Autopista Norte a la altura de la Calle 220 a 225 |
| 8 | 17221 | 4/12/2003 | 11 - Suba | Jardín | 2 - La Academia | Calle 221 # 53-69 |
| 9 | NR | 07/11/1999 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Autopista Norte a la altura de la Calle 220 a 225 |
| 10 | NR | 15/10/1998 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Autopista Norte a la altura de la Calle 220 a 225 |
| 11 | NR | 10/03/1996 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Autopista Norte a la altura de la Calle 220 a 225 |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/> y <https://www.eltiempo.com/bogota/inundaciones-en-la-autopista-norte-generan-trancones-352264>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

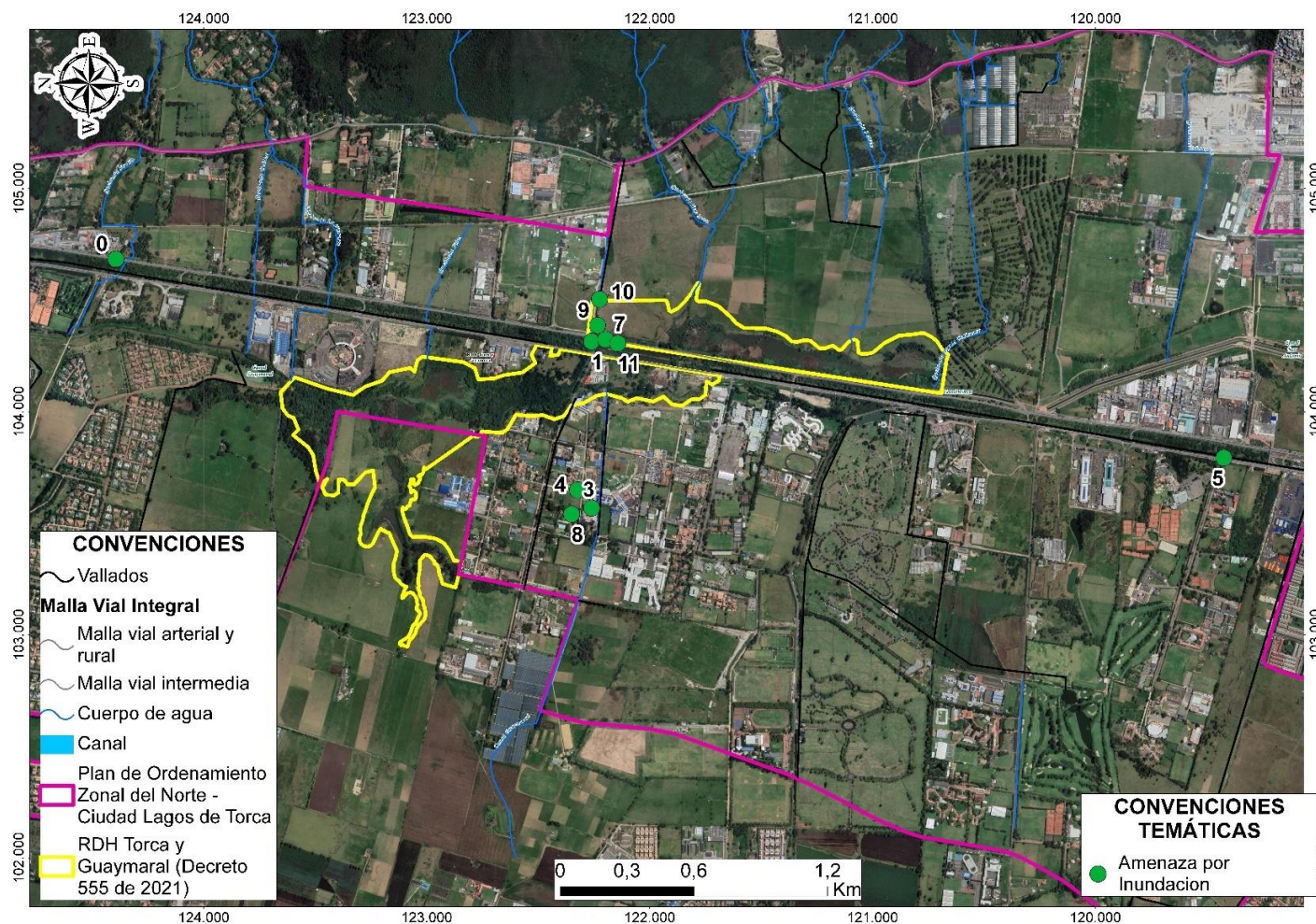


Figura 2- 429. Espacialización del Histórico de Eventos de Inundación en el Área de Estudio.

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

<https://www.eltiempo.com/bogota/inundaciones-en-la-autopista-norte-generan-trancones-352264>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Cabe destacar que los eventos de inundación ocurridos el 22 de abril de 2019 y el 08 de marzo de 2017, fueron asociados a las fuertes lluvias que desbordaron los humedales de Torca y Guaymaral sobre la Autopista Norte por el aumento en la capacidad de amortiguamiento en los humedales, reportándose grandes retrasos en el tráfico (ver Fotografía 2-119).



Fotografía 2- 119. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (22/04/2019).
Fuente: <https://www.eltiempo.com/bogota/inundaciones-en-la-autopista-norte-generan-trancones-352264>.

Por otro lado, el evento de inundación ocurrido el 15 de octubre de 2009 fue asociado también a las torrenciales lluvias que cayeron ese día en la ciudad de Bogotá, que desbordaron el humedal de Torca sobre la Autopista Norte a la altura de la Calle 220 a 225, obligando a que el gobierno tuviera que suspender el paso de vehículos pequeños. Las anegaciones alcanzaron los 50 centímetros de altura. El gerente de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado (EAAB), en su momento Jorge Enrique Pizano, manifestó que la inundación se debía a que hace 40 años la Autopista Norte fue construida entre 80 y 120 metros por debajo de cota de inundación de los humedales de Torca y Guaymaral. Para superar la emergencia la EAAB utilizó motobombas, máquinas vactor, volquetas y operarios (ver Fotografía 2-120).



Fotografía 2- 120. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (15/10/2009).
Fuente: <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Así mismo, el evento ocurrido el 15 de octubre de 1998 fue ocasionado por las fuertes presentadas en la ciudad de Bogotá. La EAAB manifestó que la basura había taponado los desagües y como consecuencia el humedal de Torca se desbordó.



Fotografía 2- 121. Evento de Desbordamiento en el Humedal sector de Torca (15/10/1998).

Fuente: <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

2.8.1.2 Amenaza Sísmica

Un sismo es una vibración en la superficie terrestre, causada por la liberación súbita de energía acumulada en zonas de contacto entre placas tectónicas o en fallas geológicas. La zona en dónde se inicia la liberación de energía se conoce como foco y su proyección sobre la superficie terrestre se llama epicentro. Los sismos pueden ser pequeños e imperceptibles o muy grandes y devastadores. Por este motivo es importante tener formas de medirlos y cuantificarlos, bien sea en términos de magnitud o intensidad.

La ciudad de Bogotá está expuesta a la actividad sísmica generada por los diversos sistemas de fallas geológicas activas existentes en el país, en mayor o menor grado en función de la distancia de la capital a estos sistemas, tales como el sistema de Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Falla Guaicáramo, Falla Algeciras), Falla Usme, Honda e Ibagué.

La ciudad de Bogotá cuenta con estudios detallados de respuesta dinámica de los suelos por la actividad sísmica regional, conocidos como microzonificación sísmica. A partir de estos estudios, que están reglamentados en el Decreto Distrital 523 de 2010 por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. , se han definido parámetros de sismo resistencia para el diseño y análisis de edificaciones.

De acuerdo el Decreto 523 de 2010. (Diciembre 16) “Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.” (Secretaría Distrital de Planeación & Alcaldía de Bogotá D.C., 2010), el área de estudio, atraviesa por la zona de respuesta sísmica Lacustre 50, Lacustre 100, Lacustre 200, Piedemonte A y Cerros (Ver en la Tabla 2-289 se incluyen la descripción de la mencionada zona.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 289. Descripción de las zonas de respuesta sísmica.

| Zona | Espesor del depósito (m) | Periodo fundamental del suelo (s) | Descripción Geotécnica General | Velocidad onda promedio 50 m Vs [m/s] | Humedad promedio 50 m [%] | Efectos de sitio relacionados |
|--------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Lacustre 50 | <50 | 1.0 -1.5 | Suelo lacustre blando: Arcillas limosas o limos arcillosos, en algunos sectores con intercalaciones de lentes de turba | <175 | >80 | Amplificación |
| Lacustre 100 | 50-100 | 1.5 - 2.5 | | | | |
| Lacustre 200 | 100-200 | 2.5 – 3.5 | | | | |
| Piedemonte A | <50 | 0.3 – 0.6 | Suelo coluvial y aluvial con intercalaciones de arcillas blandas: Bloques, cantos y gravas con matriz arcillo arenosas o areno arcillosa, capas de arcillas blandas. | 200 – 750 | 10 – 80 | Topográfico, amplificación |
| Cerros | - | <0.3 | Rocas sedimentarias y depósitos de ladera con espesores inferiores a 6 m | >750 | <10 | Topográfico |

Fuente: Decreto 523 de 2010. (Diciembre 16). Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. (Secretaría Distrital de Planeación & Alcaldía de Bogotá D.C., 2010)

Para el área de estudio prevalece la categoría de Lacustre 100 con una cobertura del 46,24%, seguida de la categoría de Lacustre 200 con un 22,31% asociados a suelos con arcillas limosas o limos arcillosos, en algunos sectores con intercalaciones de lentes de turba (ver Tabla 2-290).

Tabla 2- 290. Categorías de Amenaza Sísmica en el Área de Estudio.

| Categoría de Amenaza | Área (ha) | Área (%) |
|----------------------|---------------|------------|
| Cerros | 0,27 | 0,11 |
| Lacustre 100 | 114,17 | 46,24 |
| Lacustre 200 | 55,09 | 22,31 |
| Lacustre 50 | 37,81 | 15,31 |
| Piedemonte A | 31,59 | 12,79 |
| Sin Información | 7,99 | 3,24 |
| Total General | 246,92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

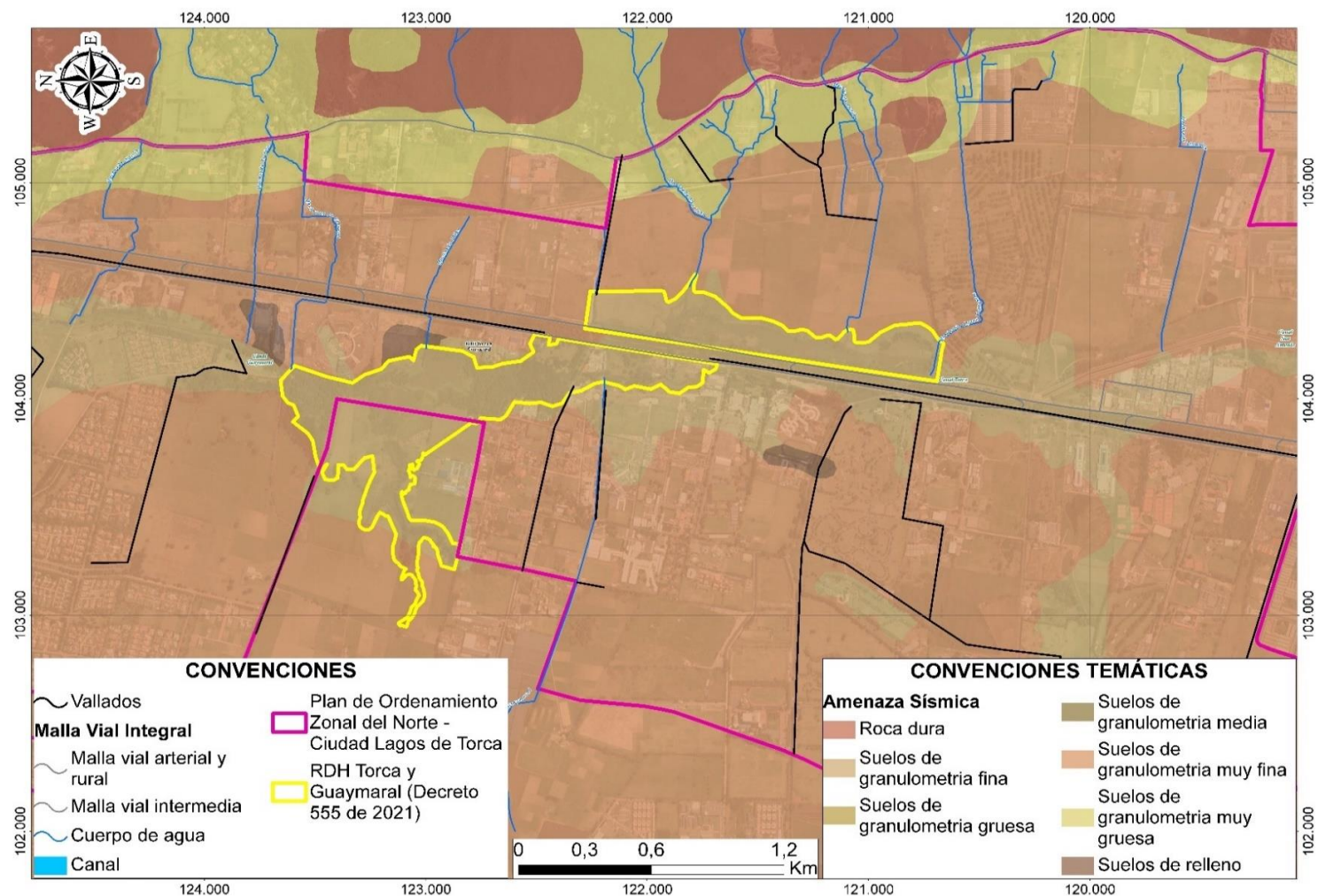


Figura 2- 430. Mapa de Zonas de Respuesta Sísmica en el Área de Estudio.

Fuente: Decreto 523 de 2010. (diciembre 16). Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. (Secretaría Distrital de Planeación & Alcaldía de Bogotá D.C., 2010).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Por otro lado, teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se tiene un registro de sismo ocurrido el 10 de marzo del 2015, donde hubo un reporte de 39 heridos, agrietamientos en 4 edificios de Suba, y en un conjunto de casas ubicadas en la Calle 167 con Carrera 73 (Fotografía 2-122).



Fotografía 2- 122. Evento de Sismo (10/03/2015). Fuente:
<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

2.8.1.3 Amenaza por Movimientos en Masa

Un movimiento en masa es el proceso por el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, tierras, detritos o escombros, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. Son conocidos popularmente como deslizamientos, derrumbes, procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, fallas de taludes y laderas.

La ciudad de Bogotá es el centro geográfico, político, industrial, económico y cultural de Colombia, se encuentra situada en la cordillera oriental a 2.600 metros sobre el nivel del mar, en el borde oriental de la Sabana de Bogotá que es la altiplanicie más alta de los Andes colombianos. Tiene un área aproximada de 163.000 Hectáreas, de las cuales 38.000 Hectáreas corresponden al área urbana. La zonificación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa corresponde al Plano Normativo 3 del Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Bogotá D.C., 2004), el cual fue actualizado el 7 de junio de 2018 mediante la Resolución 0751 del 7 de junio de 2018 (Secretaría Distrital de Planeación- Alcaldía de Bogotá D.C., 2018); en la Figura 2-431, se presenta dicho plano.

Para el área de estudio prevalece la zona de amenaza baja con un 93,37 %, y la categoría media con un 6,48 %. En general, la zona donde se encuentra los humedales de Torca y Guaymaral, no presenta amenaza por remoción en masa, sin embargo, en la zona cercana al cerro La Conejera se observan niveles de amenaza baja y media (ver Tabla 2-291).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

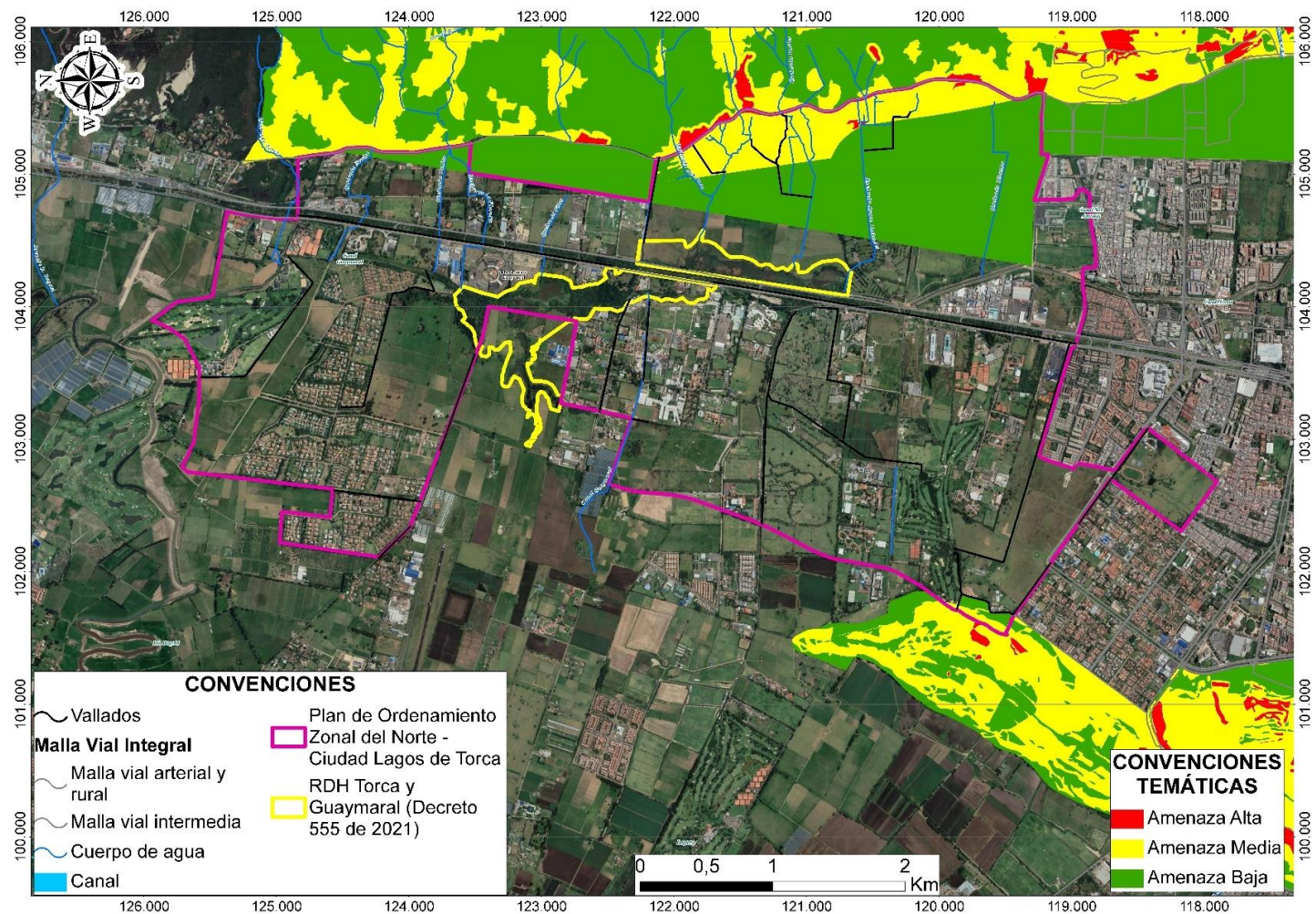


Figura 2- 431. Mapa de Amenaza por Remoción en Masa en el Área de Estudio.

Fuente: Resolución 0751 del 7 de junio de 2018 "Por la cual se actualiza el Mapa No. 3 "Amenaza por Remoción en Masa" del Decreto Distrital 555 de 2021" (Secretaría Distrital de Planeación- Alcaldía de Bogotá D.C., 2018)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 291. Categorías de Amenaza por Remoción en Masa en el Área de Estudio.

| Categoría de Amenaza | Área (ha) | Área (%) |
|--------------------------|---------------|------------|
| Amenaza Alta | 0,38 | 0,15 |
| Amenaza Baja | 27,03 | 10,95 |
| Amenaza Media | 16,00 | 6,48 |
| Sin Categoría de Amenaza | 203,50 | 82,42 |
| Total General | 246,92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Figura 2-432, se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por remoción en masa en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, registrando un total de 4 eventos desde el año 2013, (ver Figura 2-433).

Tabla 2- 292. Histórico de Eventos de Remoción en Masa en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| 1 | NR | 14/01/2018 | 1 -Usaquén | Torca | NR | NR |
| 2 | NR | 14/01/2018 | 1 -Usaquén | Torca | NR | Cra 7 No. 210 |
| 3 | 4635711 | 14/05/2017 | 11 - Suba | Altos de Suba | 1 - Paseo de los Libertadores | CL 146 86 10 |
| 4 | 1949926 | 28/11/2013 | 1 -Usaquén | El Codito | 1 - Paseo de los Libertadores | CL 181B 5 |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

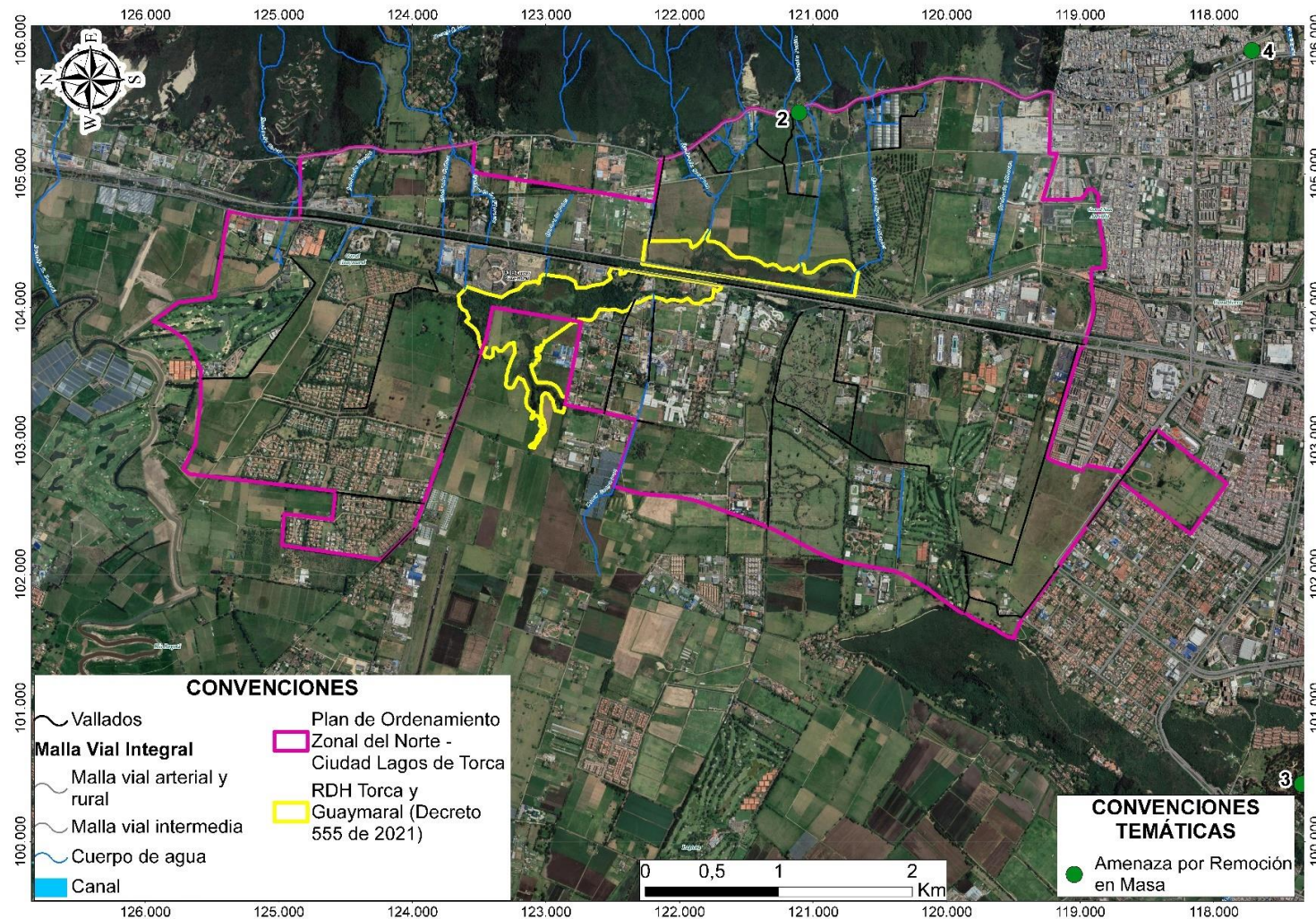


Figura 2- 432. Espacialización del Histórico de Eventos por Remoción en Masa en el Área de Estudio y Cercanos.
Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.8.1.4 Amenaza por Avenidas Torrenciales

Las avenidas torrenciales son crecidas repentinas producto de fuertes precipitaciones que causan aumentos rápidos del nivel de agua de los ríos y quebradas de alta pendiente. Estas crecientes pueden ser acompañadas por flujo de sedimentos de acuerdo con las condiciones de la cuenca. Debido a sus características pueden causar grandes daños en infraestructura y pérdida de vidas humanas.

En Bogotá el agua fluye por quebradas que nacen en los cerros y drenan hacia el occidente la ciudad. Inician como corrientes de fuerte inclinación, con recorridos cortos, de alta pendiente y velocidad. En el área urbana y rural del Distrito Capital existen 70 cuencas susceptibles a que se presenten eventos de avenidas torrenciales. El 91 % de estas cuencas podrían generar eventos en la zona urbana de la ciudad y el 9 % en la zona rural del Distrito.

Para el área de estudio prevalece la zona sin amenaza por avenidas torrenciales con una cobertura del 95,14 %, seguida de la categoría de amenaza alta con un 1,99 %, y la categoría media con un 1,77 %. En la Figura 2-433 se muestra la amenaza por avenidas torrenciales para el área de estudio; de acuerdo con lo anterior, en el sector donde se encuentra el área de estudio, presentan amenaza por avenidas torrenciales las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan, caracterizadas por desembocar en los humedales de Torca y Guaymaral (ver Tabla 2-293).

Tabla 2- 293. Categorías de Amenaza por Avenidas Torrenciales en el Área de Estudio.

| Categoría de Amenaza | Área (ha) | Área (%) |
|--------------------------|---------------|------------|
| Amenaza Alta | 4,93 | 1,99 |
| Amenaza Baja | 2,69 | 1,09 |
| Amenaza Media | 4,37 | 1,77 |
| Sin Categoría de Amenaza | 234,93 | 95,14 |
| Total General | 246,92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

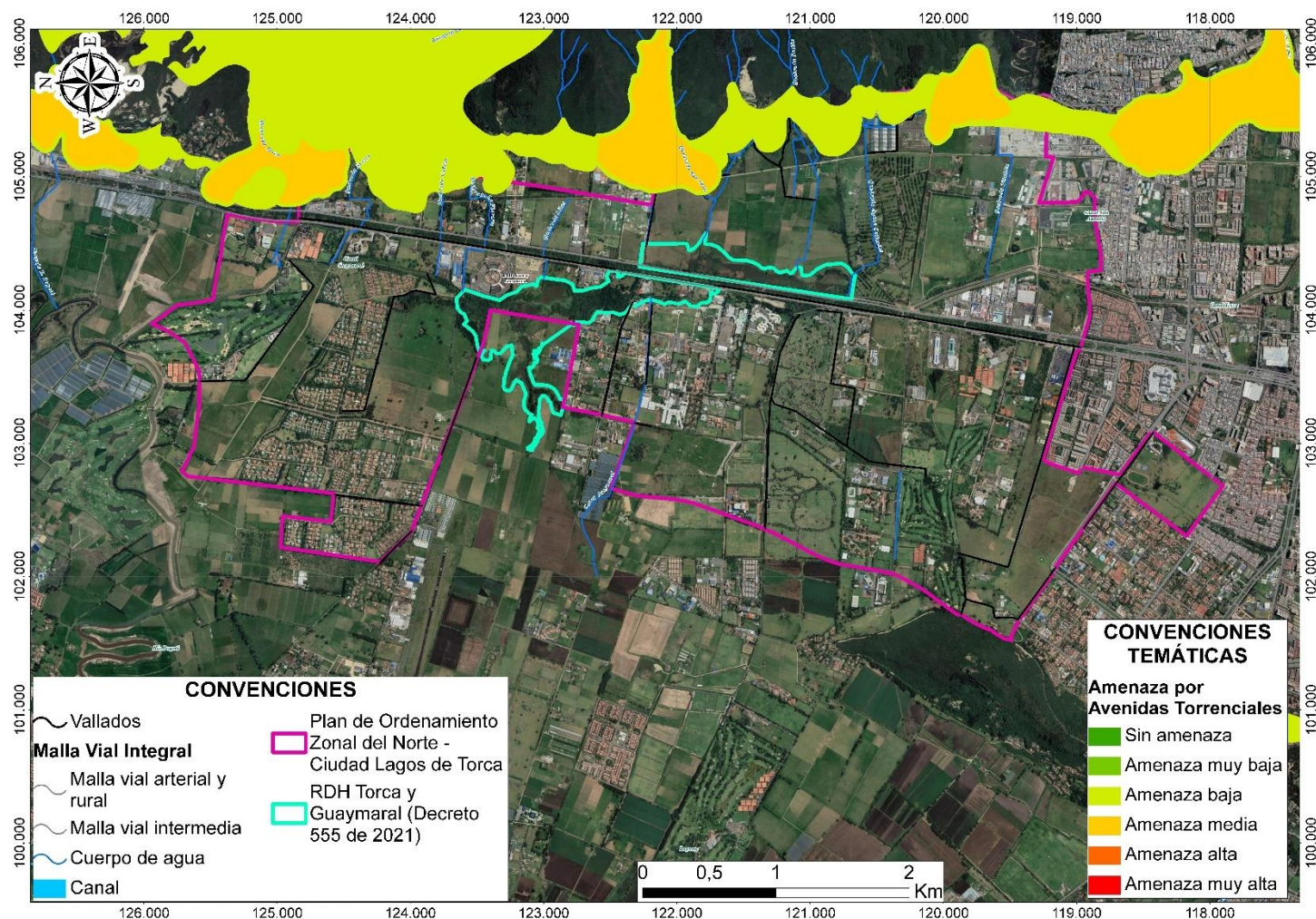


Figura 2- 433. Mapa de Amenaza por Avenidas Torrenciales en el Área de Estudio.

Fuente: <http://idiger.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=70acbce1a3cf4bbfad219be0cf5035f0> (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, 2018).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Finalmente, teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, no se tiene registro de eventos por avenidas torrenciales ocurridos hasta la fecha.

2.8.1.5 Amenaza por Incendio Forestal

De acuerdo con el MADS un incendio forestal es: “fuego que se extiende sin control cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta”

La Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales – CDPMIF define un incendio forestal como: "El fuego es un fenómeno natural o inducido, que se produce cuando un cuerpo combustible recibe calor en presencia de aire, si el fuego se propaga sin control (sin límites preestablecidos) consumiendo material vegetal ubicado en áreas rurales de aptitud forestal o, en aquellas que, sin serlo, cumplen una función ambiental y cuyo tamaño es superior a 0.5 hectáreas, hablamos de incendio forestal".

En Bogotá D.C., durante el período 2010-2018 se han presentado 139 incendios forestales que han afectado 1.000 hectáreas, siendo el 2016, el año con mayor área afectada (378 ha), seguido por el 2014 (260 ha) y el 2010 (223 ha). Estos eventos están relacionados con las condiciones de aumento en la temperatura, especialmente durante el primer trimestre de cada año y por la incidencia del Fenómeno “El Niño”, lo que genera mayor posibilidad de ocurrencia de incendio forestal.

El IDIGER, elaboró el mapa de Amenaza por Incendios Forestales para Bogotá a Escala 1:25000, según lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 dentro de la revisión de mediano y largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital.

Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Tabla 2-294 se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por incendios forestales en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, registrando un total de 59 eventos desde el año 2003 (ver Figura 2-434).

Tabla 2- 294. Histórico de Eventos de Incendios Forestales en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|-----------|-------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 2461141 | 11/08/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 193 |
| 2 | 2379889 | 2/07/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 3 | 2356294 | 19/06/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 |
| 4 | 2356293 | 19/06/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 |
| 5 | 2356289 | 19/06/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 |
| 6 | 2080258 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 7 | 2080260 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | AK 45 197 |
| 8 | 2080259 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 9 | 2080256 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 10 | 2080252 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 11 | 2080253 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | KR 45 197 75 |
| 12 | 2080250 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 196 |
| 13 | 2080248 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 215 |
| 14 | 2080230 | 1/02/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 35 |
| 15 | 2030963 | 4/01/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 223 52 56 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 294. Histórico de Eventos de Incendios Forestales en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|-----------|-------------|-------------------------------|---------------------|
| 16 | 1987959 | 14/12/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 17 | 1987948 | 14/12/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 193 |
| 18 | 1939188 | 23/11/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 19 | 1843603 | 11/10/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 193 |
| 20 | 1807474 | 25/09/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 21 | 1754251 | 31/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 22 | 1754259 | 31/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 23 | 1713725 | 11/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 24 | 1496128 | 7/04/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 230 |
| 25 | 1445755 | 10/03/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 26 | 1372676 | 26/01/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 27 | 1349277 | 11/01/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 28 | 1349109 | 11/01/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 29 | 1317884 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 217 |
| 30 | 1317866 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 31 | 1317857 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 32 | 1317844 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 33 | 1317841 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 34 | 1317838 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 35 | 1317836 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 36 | 1317827 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 37 | 1317818 | 21/12/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 38 | 1269189 | 28/11/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 39 | 1269179 | 28/11/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 |
| 40 | 1231497 | 1/11/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 |
| 41 | 1145352 | 18/09/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 42 | 1115281 | 31/08/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 43 | 1062063 | 2/08/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 |
| 44 | 1026877 | 17/07/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 45 | 925481 | 6/06/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 223 54 |
| 46 | 925230 | 5/06/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 223 54 |
| 47 | 831563 | 2/05/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 48 | 827345 | 30/04/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 49 | 827324 | 30/04/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 |
| 50 | 747179 | 31/03/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 207 |
| 51 | 732710 | 25/03/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 52 | 471519 | 11/12/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 53 | 197540 | 1/09/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 |
| 54 | 183410 | 26/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 203 |
| 55 | 183409 | 26/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 56 | 183374 | 26/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 |
| 57 | 183368 | 26/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 |
| 58 | 122788 | 3/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 215 |
| 59 | 9707 | 9/03/2003 | 11 - Suba | Tibabita | 2 - La Academia | NR |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias/> <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Adicionalmente, en la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por conatos de incendios forestales en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores) y UPZ2 (La Academia), en la localidad de Usaquén y Suba, registrando un total de 2 eventos desde el año 2014 (ver Figura 2-435).

Tabla 2- 295. Histórico de Eventos de Conatos de Incendios Forestales en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|-----------|----------------|-------------------------------|------------|
| 1 | 5340705 | 27/08/2019 | 11 - Suba | Santa Helena I | 1 - Paseo de Los Libertadores | AK 72 146B |
| 2 | 2356282 | 19/06/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | NR |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

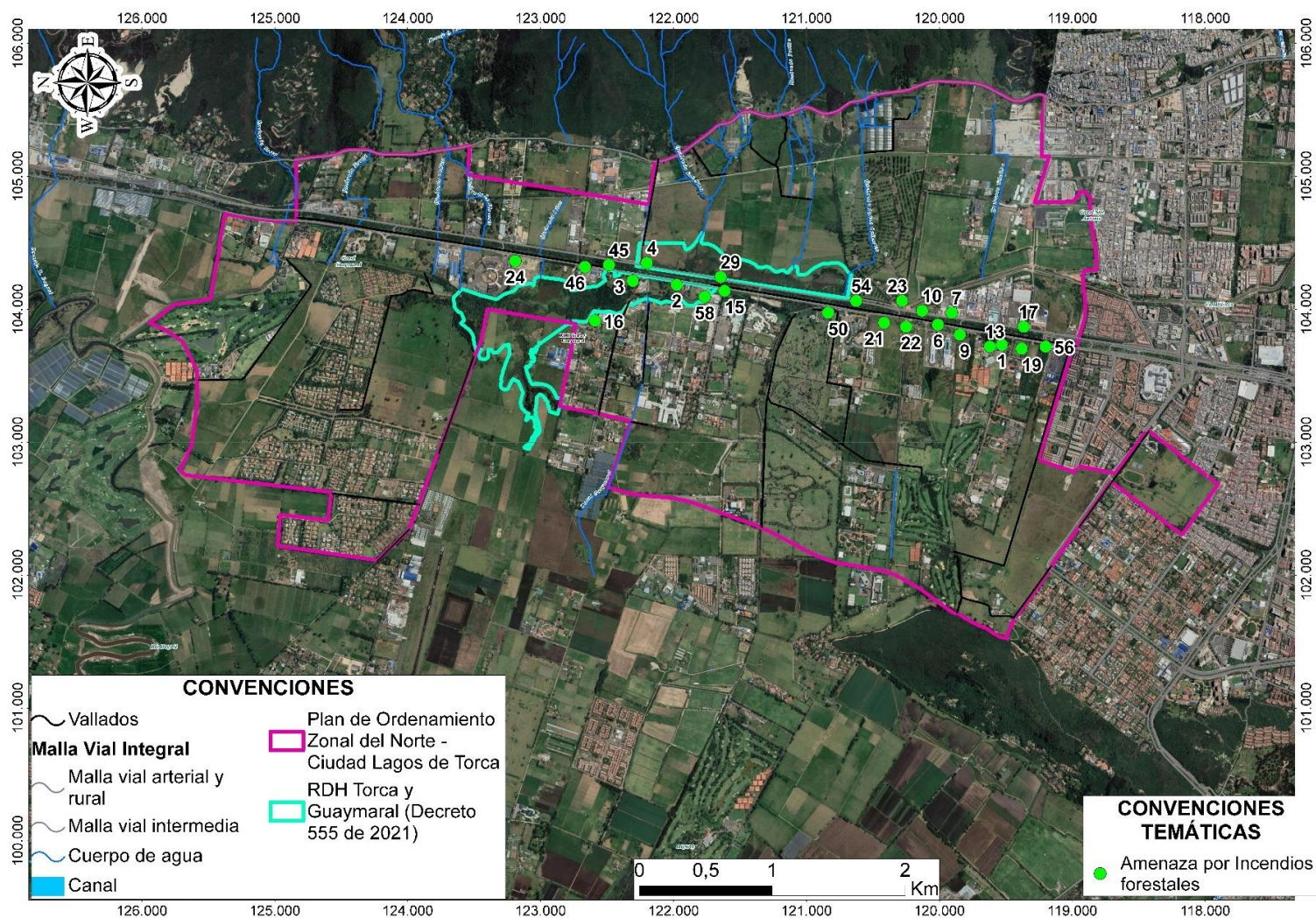


Figura 2- 434. Espacialización del Histórico de Eventos por Incendios Forestales en el Área de Estudio y Cercanos.
Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias> y <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

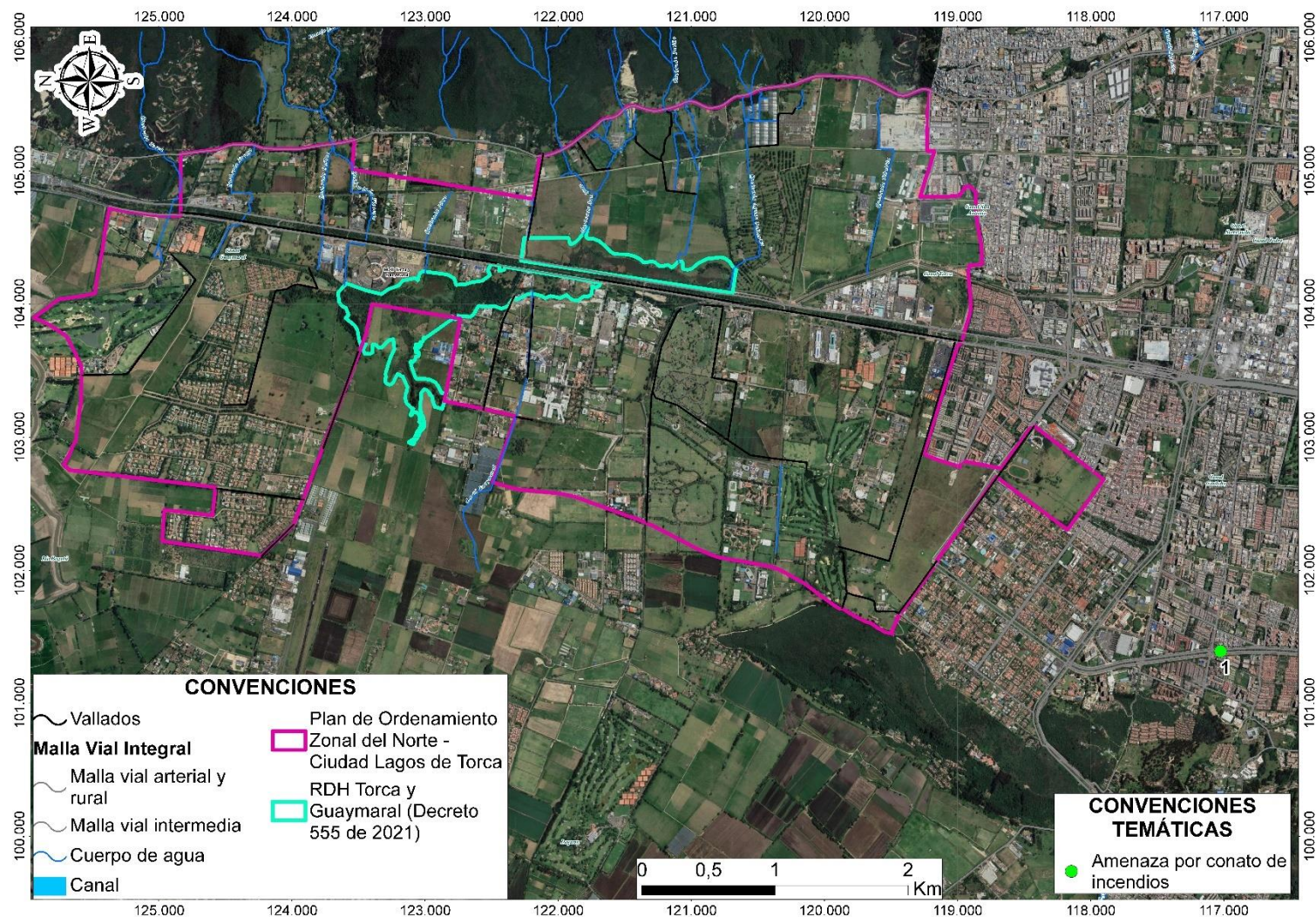


Figura 2- 435. Espacialización del Histórico de Eventos por Conato de Incendios en el Área de Estudio y Cercanos. Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.8.1.6 Amenaza por Tormentas Eléctricas

De forma general, el origen de las tormentas se basa en la confluencia de condiciones meteorológicas locales mediante procesos físicos que involucren gradientes de temperatura, presión, humedad, precipitación y demás condiciones de inestabilidad atmosférica.

En regiones tropicales, como es el caso de Colombia, su posición geográfica hace que se sume a la Zona de Convergencia Intertropical – ZCIT, la cual se presenta por la convergencia de los vientos alisios entre los trópicos. Este fenómeno incide sobre las condiciones meteorológicas locales ayudando a la formación nubosa y posterior precipitación que, en conjunto con las tormentas de origen convectivo propias de sistemas montañosos, provocan una fuerte inestabilidad atmosférica, lo cual hace que sea más probable la formación de tormentas eléctricas de origen tropical sobre el territorio colombiano (Trujillo, 2011).

Acorde con la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Tabla 2-296 se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por rayos en el área de estudio, registrando un total de 2 eventos en el año 2012 y uno en el año de 1988 (ver Figura 2-436).

Tabla 2- 296. Histórico de Eventos de Rayos en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|-----------|-------------|---------------|-----------------------------|
| 1 | 1285022 | 2012-12-06 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Guaymaral | CL 235 52 |
| 2 | 793951 | 2012-04-19 | 11 - Suba | Cementerios | 1 - Guaymaral | KM 14 Vías de los Arrayanes |
| 3 | NR | 1988-11-15 | 11 - Suba | NR | NR | NR |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>
<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

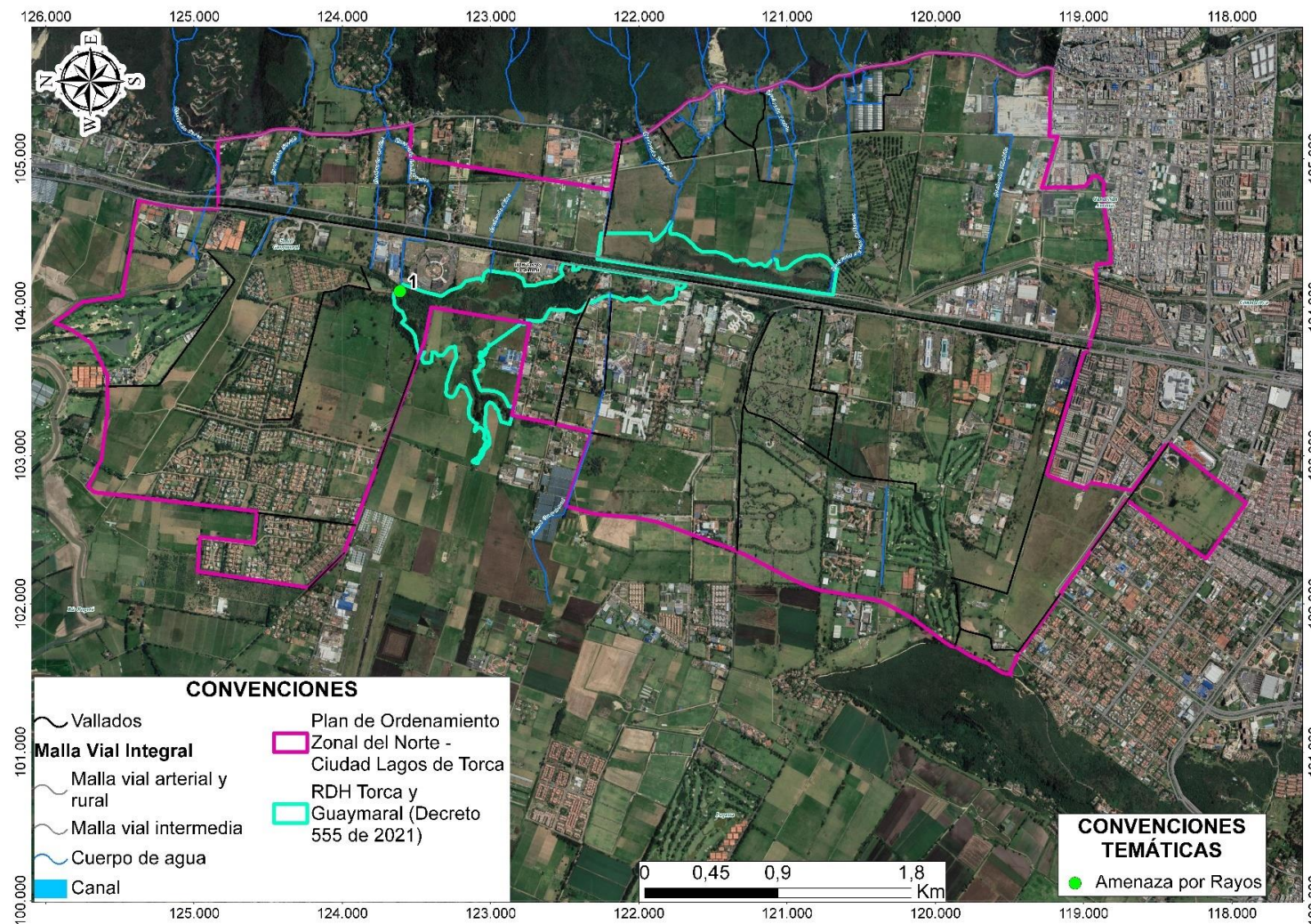


Figura 2- 436. Espacialización del Histórico de Eventos por Rayos en el Área de Estudio y Cercanos.

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergenciashttp://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Cabe destacar que el evento ocurrido el 15 de noviembre de 1988 fue originado por un rayo, causando un apagón que afectó a por lo menos 200 barrios de la ciudad de Bogotá y que duró cerca de 15 minutos (ver Fotografía 2-123). La Empresa de Energía Eléctrica manifestó que el apagón se debió a un salto por sobrecarga de unos automáticos.



Fotografía 2- 123. Evento de Rayo (15/11/1988).
Fuente: <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

2.8.1.7 Amenaza por Quemas

Quema es el fuego que se propaga con/sin control y/o límite preestablecido, consumiendo combustibles como pastos, residuos de talas y podas u otros residuos vegetales producidos en actividades agrícolas, pecuarias y/o forestales; es decir, es cuando el hombre utiliza el fuego para eliminar alguna cobertura vegetal herbácea viva (pastos) o muerta (leña o residuos de plantas), localizadas en zona rural o urbana, con o sin autorización por parte de la autoridad ambiental.

Según la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Tabla 2-297 se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por quemas en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, registrando un total de 54 eventos desde el año 2012 (ver Figura 2-437).

Tabla 2- 297. Histórico de Eventos de Quemas en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección | Tipo de Afectación |
|-----|---------------|---------------|-----------|------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------|
| 1 | 5364800 | 11/09/2020 | 11 - Suba | Casa Blanca | 3 - Guaymaral | AK 45 235 11 | Quemas - Basuras |
| 2 | 5341979 | 15/09/2019 | 11 - Suba | Santa Cecilia | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 136 157A 17 | Quemas - Basuras |
| 3 | 5340789 | 28/08/2019 | 11 - Suba | El Plan | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 152 58 | Quemas - Basuras |
| 4 | 5339894 | 16/08/2019 | 11 - Suba | San Pedro de Tibabuyes | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 134 137B | Quemas - Basuras |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 297. Histórico de Eventos de Quemas en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección | Tipo de Afectación |
|-----|---------------|---------------|-----------|--------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|
| 5 | 5333639 | 29/04/2019 | 11 - Suba | Nueva Zelandia | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 176 45 | Quemas - Basuras |
| 6 | 4008692 | 29/06/2016 | 11 - Suba | Ilarco | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 116 87 | Quemas - Basuras |
| 7 | 2588578 | 7/10/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 | Quemas - Basuras |
| 8 | 2582486 | 3/10/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 215 | Quemas - Basuras |
| 9 | 1987957 | 14/12/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 193 | Quemas - Basuras |
| 10 | 1837602 | 8/10/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 | Quemas - Basuras |
| 11 | 1807481 | 25/09/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas - Basuras |
| 12 | 1754242 | 31/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas - Basuras |
| 13 | 1717517 | 12/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 205 | Quemas - Basuras |
| 14 | 1159496 | 25/09/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas - Basuras |
| 15 | 1129321 | 10/09/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 238 | Quemas - Basuras |
| 16 | 889607 | 23/05/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas - Basuras |
| 17 | 831545 | 2/05/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | KR 45 197 | Quemas - Basuras |
| 18 | 732715 | 25/03/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas - Basuras |
| 19 | 603212 | 5/02/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 197 | Quemas - Basuras |
| 20 | 5335285 | 26/05/2019 | 11 - Suba | Prado Veraniego | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 134 49 | Quemas |
| 21 | 4827759 | 20/09/2017 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 215 51 | Quemas |
| 22 | 4601838 | 24/04/2017 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 205 45 | Quemas |
| 23 | 4092236 | 12/08/2016 | 11 - Suba | Finca Las Mercedes | 1 - Paseo de Los Libertadores | DG 170 KR 113 | Quemas |
| 24 | 3616623 | 4/01/2016 | 11 - Suba | Los Naranjos | 1 - Paseo de Los Libertadores | TV 84 145 54 | Quemas |
| 25 | 2628773 | 24/10/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 205 | Quemas |
| 26 | 2618370 | 20/10/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 220 | Quemas |
| 27 | 2435805 | 30/07/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 221 | Quemas |
| 28 | 2435761 | 30/07/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 222 | Quemas |
| 29 | 2435762 | 30/07/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 221 51 | Quemas |
| 30 | 2321076 | 1/06/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 31 | 2180504 | 28/03/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 196 | Quemas |
| 32 | 2160287 | 20/03/2014 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | NR | Quemas |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 297. Histórico de Eventos de Quemas en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección | Tipo de Afectación |
|-----|---------------|---------------|-------------|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|
| 33 | 1843585 | 11/10/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 | Quemas |
| 34 | 1832176 | 6/10/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 35 | 1721911 | 14/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | CL 222 55 | Quemas |
| 36 | 1713585 | 10/08/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 37 | 1649462 | 3/07/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 | Quemas |
| 38 | 1609809 | 9/06/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 221 | Quemas |
| 39 | 1351726 | 13/01/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 210 | Quemas |
| 40 | 1269170 | 28/11/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 | Quemas |
| 41 | 1090308 | 17/08/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 232 | Quemas |
| 42 | 1081206 | 11/08/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 43 | 1081058 | 11/08/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 44 | 1038187 | 22/07/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 45 | 931109 | 8/06/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 46 | 558723 | 17/01/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 196 | Quemas |
| 47 | 157233 | 16/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quemas |
| 48 | 122779 | 3/08/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 215 | Quemas |
| 49 | 111503 | 31/03/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | NR | Quemas |
| 50 | 86382 | 29/02/2008 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | NR | Quemas |
| 51 | 3651771 | 23/01/2016 | 11 - Suba | A.S.D. | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 159 111 | Quema Forestal |
| 52 | 1814399 | 28/09/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 | Quema Forestal |
| 53 | 636325 | 18/02/2012 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 193 | Quema Forestal |
| 54 | 4408610 | 26/01/2017 | 1 - Usaquén | Santa Teresa | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 165 A 8 03 | Quema Forestal |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>
<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

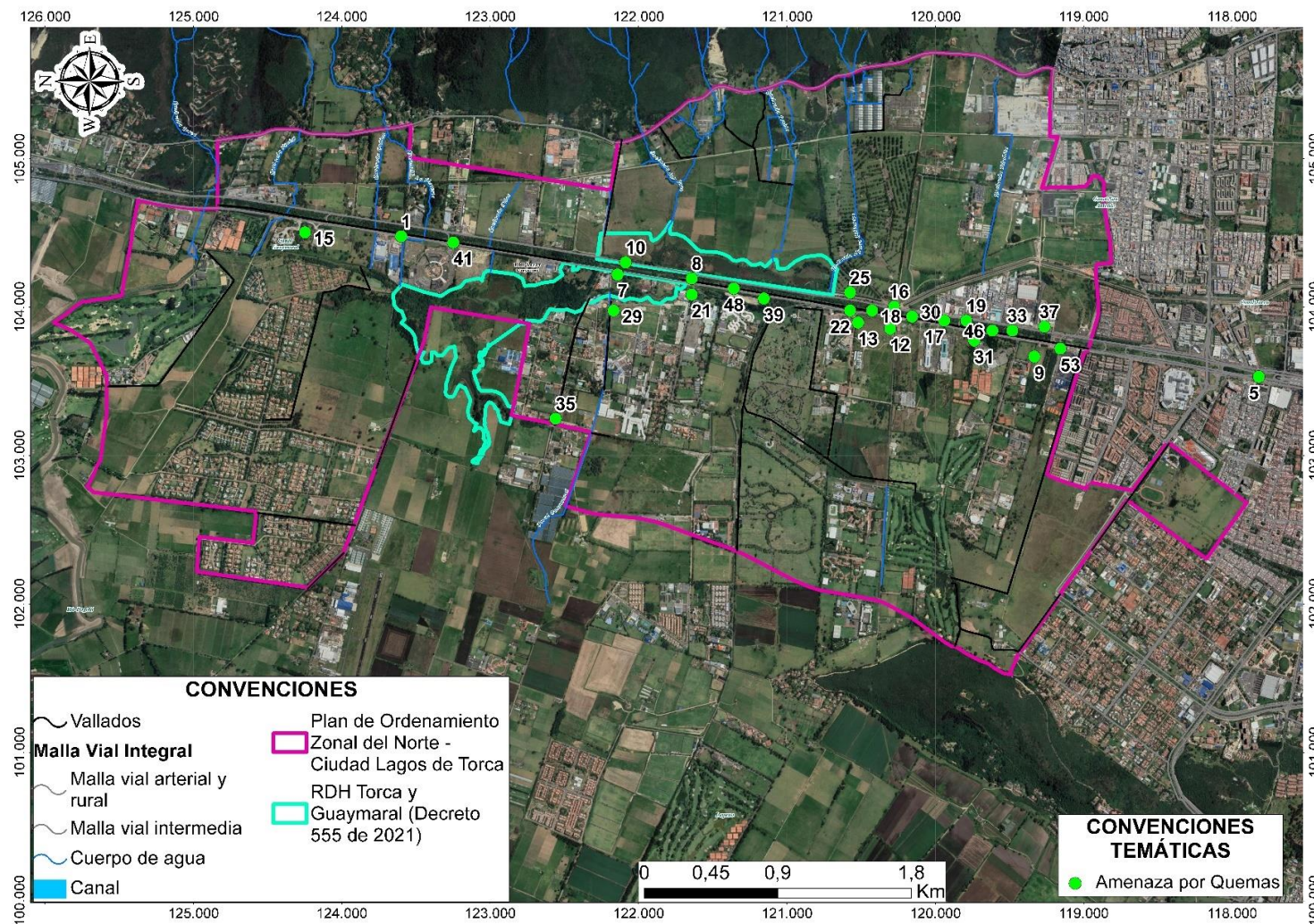


Figura 2- 437. Espacialización del Histórico de Eventos por Quemaduras en el Área de Estudio y Cercanos.

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias> y <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.8.1.8 Amenaza por Derrame de Sustancias Químicas

Acorde con la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en la Tabla 2-298 se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por derrame de sustancias químicas en el área de estudio, registrando un total de 6 eventos desde el año 2011 (ver Figura 2-438).

Tabla 2- 298. Histórico de Eventos por Derrame de Sustancias Químicas en las UPZ asociadas al Área de Estudio.

| Id. | Identificador | Fecha Reporte | Localidad | Barrio | Upz | Dirección |
|-----|---------------|---------------|-----------|-------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | 5249460 | 24/12/2018 | 11 - Suba | Tuna Alta | 1 - Paseo de Los Libertadores | CL 153B 88 |
| 2 | 2882386 | 14/02/2015 | 11 - Suba | Casa Blanca | 3 - Guaymaral | Autopista Norte 234 |
| 3 | 1945429 | 26/11/2013 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 208 |
| 4 | NR | 23/02/2012 | 1- Usaqué | Torca | NR | Humedal Torca |
| 5 | 222208 | 10/09/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 2 - La Academia | Autopista Norte 200 |
| 6 | 199888 | 2/09/2011 | 11 - Suba | Casa Blanca | 1 - Paseo de Los Libertadores | Autopista Norte 194 |

NR: No Reporta

Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias>
<http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

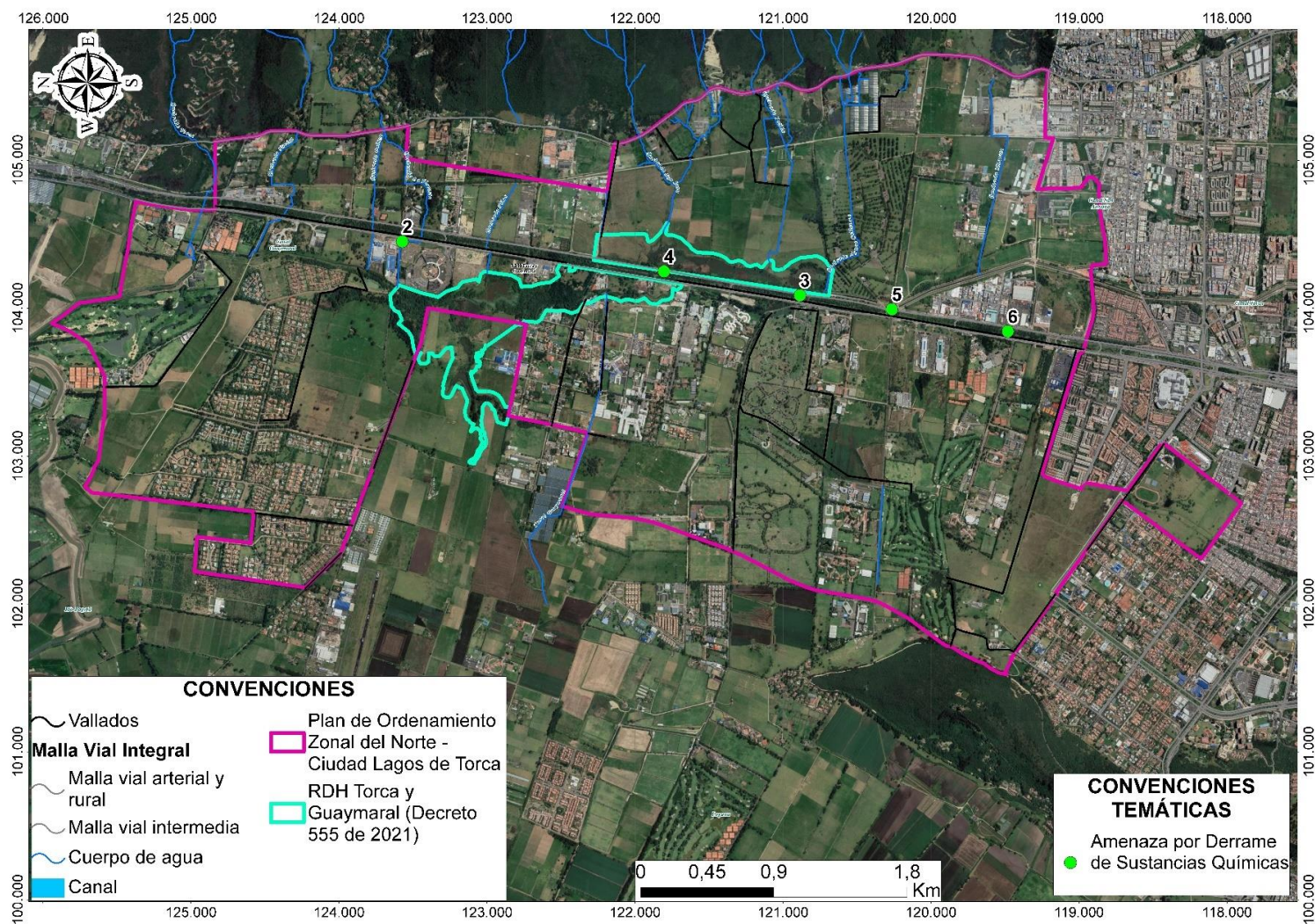
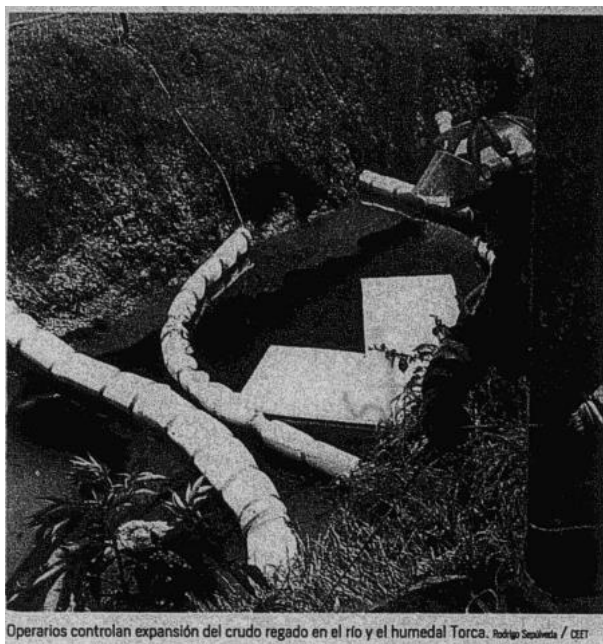


Figura 2- 438. Espacialización del Histórico de Eventos por Derrame de Sustancias Químicas en el Área de Estudio y Cercanos.
Fuente: <https://www.sire.gov.co/web/guest/emergencias> y <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Es importante mencionar que los eventos relacionados en la Tabla 2-298, se asocian a derrames de gasolina en vías, a excepción del evento ocurrido el 23 de febrero de 2012, el cual fue originado en el humedal de Torca, a causa de un derrame de petróleo que se filtró en un canal de aguas lluvias el cual se extendió desde la Carrera 7 hasta la Autopista, entre las calles 168 y 220 (ver Fotografía 2-124).

Las inspecciones arrojaron que el derrame se originó en una cantera (antigua fábrica Calicanto) ubicada en la Carrera 7 con Calle 168, en donde se localizaba un tanque con capacidad de 3.000 galones de crudo, desconociendo el volumen derramado, *“Al parecer por un acto de vandalismo, alguien quitó el tapón que tenía el tanque, y el crudo se filtró por el sistema de alcantarillado de aguas lluvias, llegando hasta el humedal”*. Para evitar que el crudo siguiera extendiéndose, personal técnico dispuso de barreras de control y absorción del crudo en cinco puntos: en la Autonorte con calles 165, 170, 184, 204 y 222. Los operarios también emplearon máquinas vactor para retirar el crudo del humedal.



Fotografía 2- 124. Evento por Derrame de Sustancias Químicas (15/11/1988).
Fuente: <http://app2.sire.gov.co:8084/Hemeroteca/>

2.8.1.9 Amenaza por Cambio Climático

Por su localización geográfica Bogotá tiene un régimen de lluvias bimodal, es decir, hay dos temporadas de lluvias intercaladas por dos temporadas secas al año. Como consecuencia del calentamiento global, el clima se modifica generando efectos positivos o negativos en las ciudades. Es importante considerar, que una modificación en el patrón de temperatura o lluvias por leve que sea puede alterar la cantidad, intensidad y frecuencia de los eventos extremos hidrometeorológicos como lluvias, vendavales, heladas, sequías, descargas eléctricas, granizo, entre otros, los cuales pueden verse intensificados especialmente cuando llega a nuestro país el Fenómeno de La Niña o El Niño.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

El IDEAM desarrolló un análisis basado en indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa tomando como base los escenarios de lluvias y temperatura anteriormente presentados y las principales amenazas a las que se enfrenta Bogotá, entre ellas, deslizamientos, inundaciones e incendios forestales (Mogollón, 2017). Los resultados permitieron identificar los posibles efectos del cambio climático.

A continuación, se presenta el resultado del análisis de las dimensiones de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para Bogotá (IDEAM, 2017) entendido como la contribución de cada dimensión al 100% de los parámetros medidos (amenaza, sensibilidad, capacidad adaptativa, vulnerabilidad y riesgo):

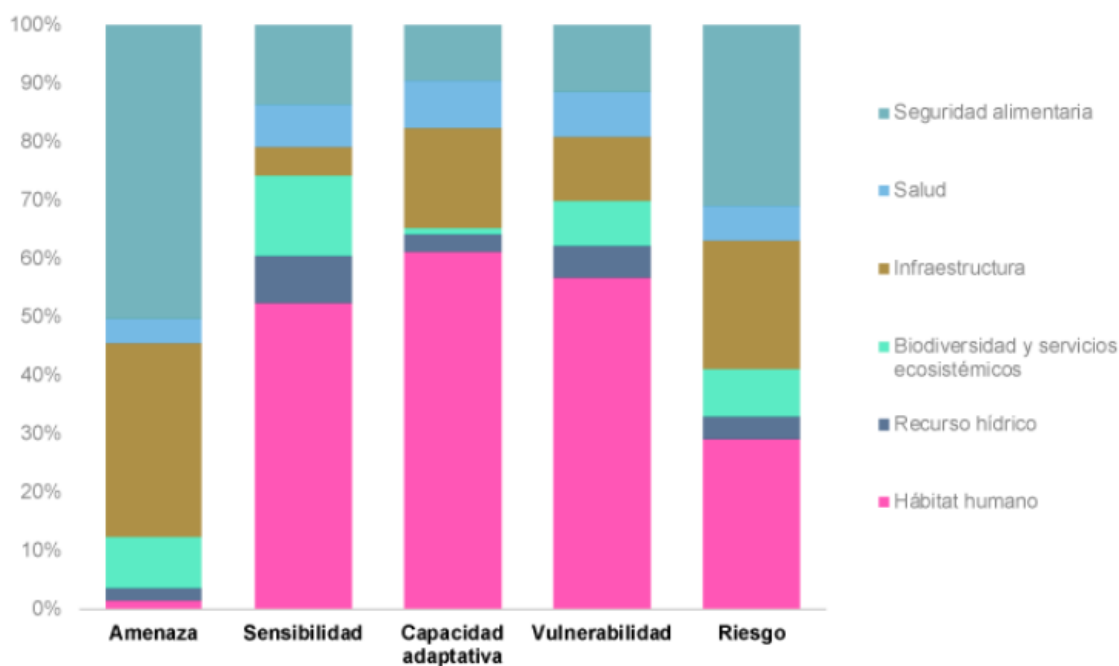


Figura 2- 439. Análisis de las Dimesiones de Vulnerabilidad y Riesgo po Cambio Climático en Bogotá. Fuente: <https://www.idiger.gov.co/web/guest/rcc>

Según el IDEAM se espera para Bogotá un incremento en la temperatura y un cambio en el régimen de lluvias de manera diferenciada a lo largo y ancho de su territorio. A continuación se presentan los escenarios de temperatura media anual para diferentes periodos futuros, haciendo énfasis en el área de estudio de los humedales de Torca y Guaymaral, donde en Bogotá, y tomando como referencia la temperatura media registrada entre 1986 y 2005, se proyecta un aumento de la temperatura media anual de 0.8°C, 1.4°C y 2.2°C a 2040, 2070 y 2100 respectivamente (Ver Figura 2-440). Para el área de estudio se proyecta un aumento del 0.65 °C para el 2040, y de un 1.10 °C para el 2070 y 2100

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Localización del Área de Estudio del RDH Torca y Guaymaral

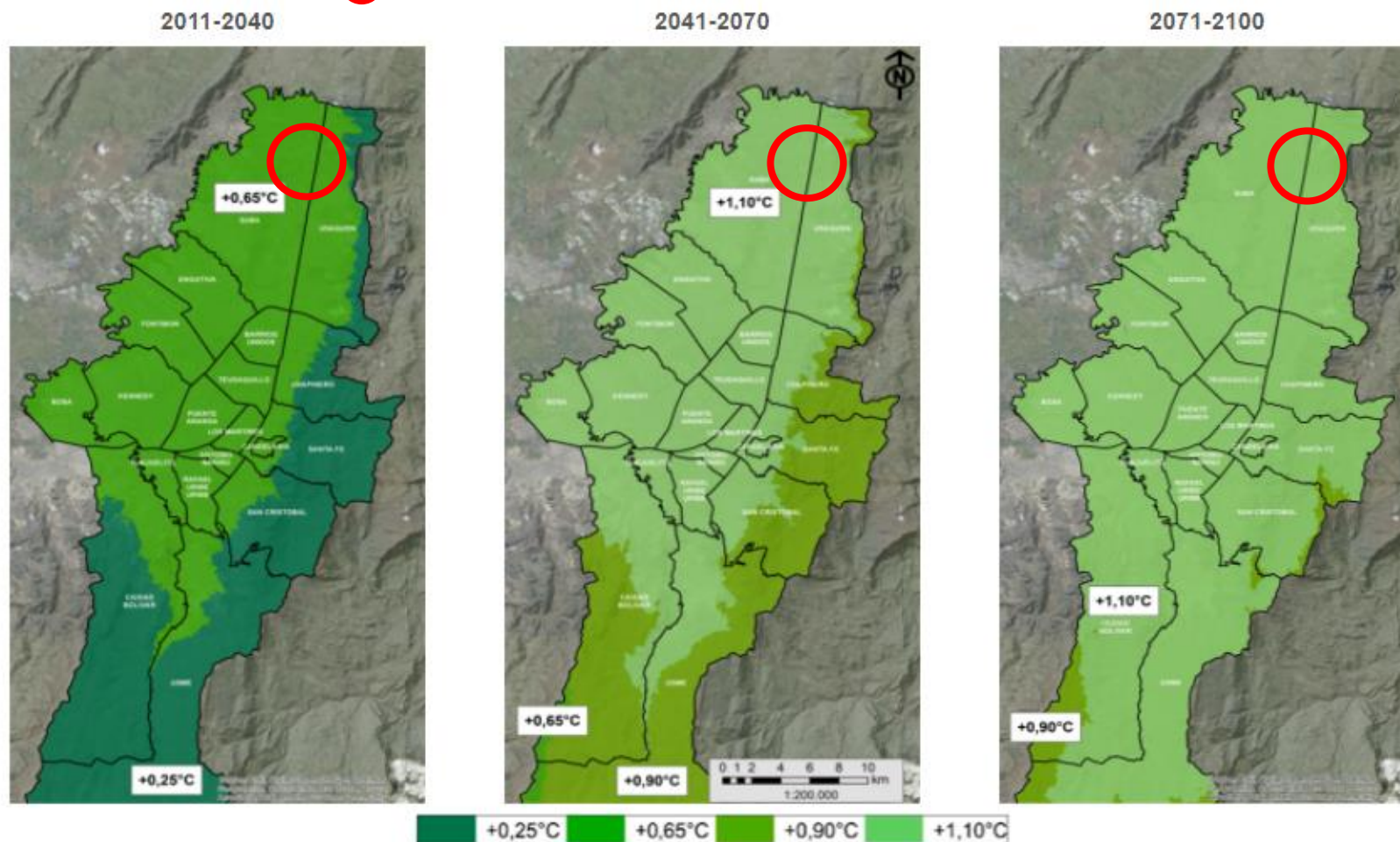


Figura 2- 440. Escenarios de Temperatura Media Anual en Grados Centígrados (°C)

Fuente: <https://www.idiger.gov.co/web/guest/rcc>

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de Torca y Guaymaral

Por otro lado, a continuación se presentan los escenarios de cambio en el régimen de lluvias para diferentes periodos futuros, haciendo énfasis en el área de estudio de los humedales de Torca y Guaymaral, donde en Bogotá se proyecta un aumento en el comportamiento general de las lluvias de 6.57 %, 9.53 % y 8.27 % a 2040, 2070 y 2100 respectivamente, con relación al registro anual de lluvias entre 1975-2015. Debido a las características de nuestra ciudad se proyecta un aumento o disminución diferenciado por localidad. Para el área de estudio se proyecta un comportamiento neutral para los diferentes periodos analizados (Ver Figura 2-441).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

 Localización del Área de Estudio del RDH Torca y Guaymaral

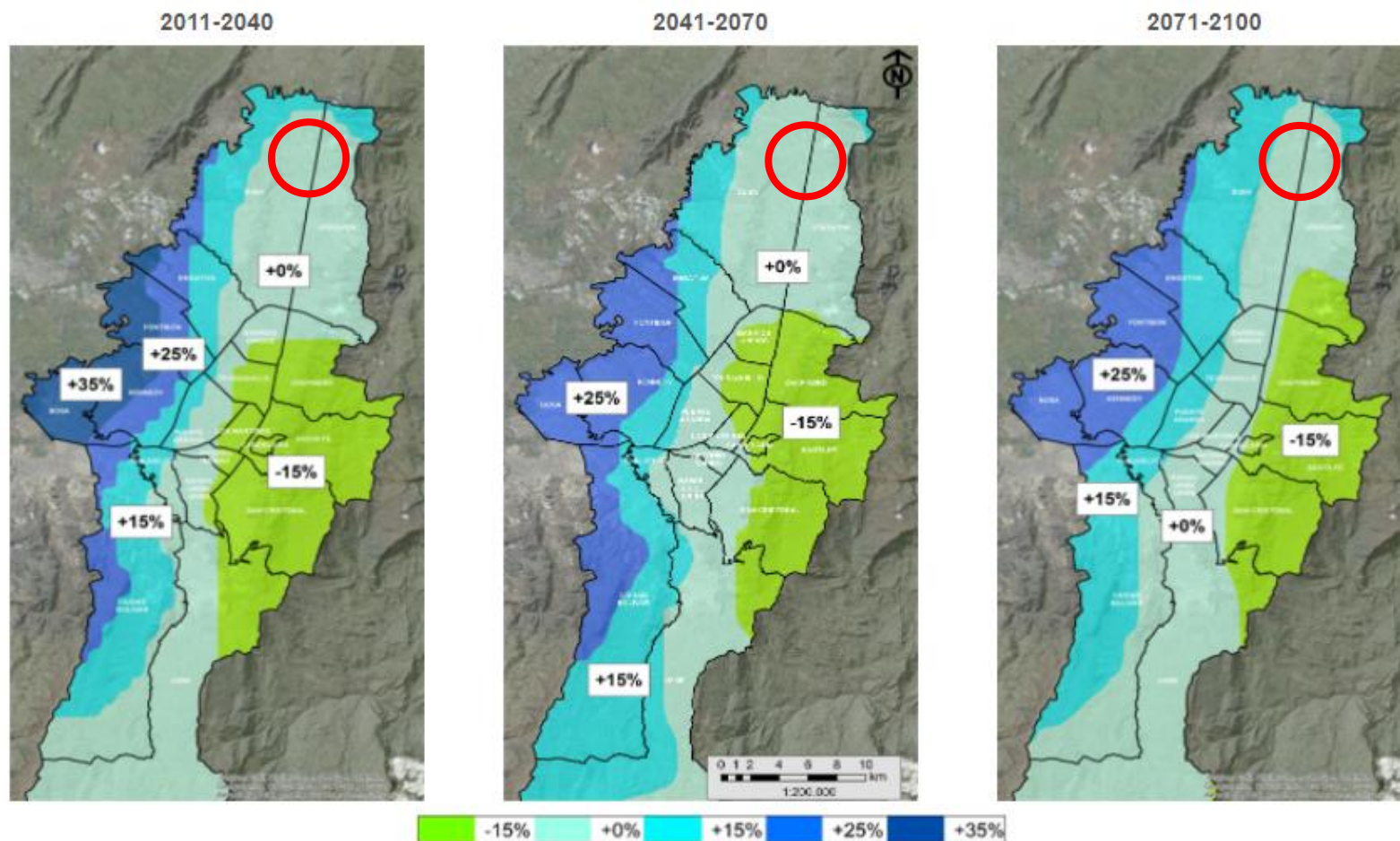


Figura 2- 441. Escenarios de Cambio en las Lluvias en Porcentaje (%)

Fuente: <https://www.idiger.gov.co/web/guest/rcc>

2.8.2 CONCLUSIONES

Realizada la identificación de amenazas, en el área estudio se puede concluir:

- **Amenaza por Inundación:** Para el área de estudio prevalece la zona sin amenaza de inundación con una cobertura del 51,01%, seguida de la categoría de amenaza alta con un 41,25% asociado en su mayoría a la presencia de los humedales de Torca y Guaymaral y cauces aferentes. Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE) en la localidad de Usaquén y Suba se ha registrado un total de 11 eventos desde el año 1996 hasta la fecha. Cabe destacar que los eventos de inundación ocurridos el 22 de abril de 2019 y el 08 de marzo de 2017, fueron asociados a las fuertes lluvias que desbordaron los humedales de Torca y Guaymaral sobre la Autopista Norte por el aumento en la capacidad de amortiguamiento en los humedales, reportándose grandes retrasos en el tráfico.
- **Amenaza Sísmica:** Para el área de estudio, prevalece la categoría de Lacustre 100 con una cobertura del 46,24%, seguida de la categoría de Lacustre 200 con un 22,31% asociado a suelos con arcillas limosas o limos arcillosos, en algunos sectores con intercalaciones de lentes de turba. Por otro lado, teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se tiene un registro de sismo ocurrido el 10 de marzo del 2015, donde hubo un reporte de 39 heridos, agrietamientos en 4 edificios de Suba, y en un conjunto de casas ubicadas en la Calle 167 con Carrera 73.
- **Amenaza por Movimientos en Masa:** Para el área de estudio, prevalece la zona sin amenaza por remoción en masa con una cobertura del 82,42%, seguida de la categoría de amenaza baja con un 10,95%, y la categoría media con un 6,48%. En general, la zona donde se encuentran los humedales de Torca y Guaymaral; no presenta amenaza por remoción en masa, sin embargo, en la zona cercana al cerro La Conejera se observan niveles de amenaza baja y media. Por otro lado, teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se han registrado un total de 4 eventos desde el año 2013 hasta la fecha.
- **Amenaza por Avenidas Torrenciales:** Para el área de estudio, prevalece la zona sin amenaza por avenidas torrenciales con una cobertura del 95,14%, seguida de la categoría de amenaza alta con un 1,99%, y la categoría media con un 1,77%. En el área de estudio; se presentan amenaza por avenidas torrenciales las quebradas Aguas Calientes, Patiño y San Juan, caracterizadas por desembocar en los humedales de Torca y Guaymaral. Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, no se tiene registro de eventos por avenidas torrenciales ocurridos hasta la fecha.
- **Amenaza por Incendios Forestales:** Teniendo en cuenta la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), con respecto a los eventos ocurridos hasta la fecha por incendios forestales en las

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba se ha registrado un total de 59 eventos desde el año 2003. Adicionalmente, se han registrado conatos de incendios forestales en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores) y UPZ2 (La Academia), en la localidad de Usaquén y Suba, teniendo un total de 2 eventos desde el año 2014.

- Amenaza por Tormentas Eléctricas: Acorde con la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se registra en el área de estudio hasta la fecha un total de 2 eventos en el año 2012 y uno en el año de 1988.
- Amenaza por Quemas: Según la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), en las UPZ1 (Paseo Los Libertadores), UPZ2 (La Academia) y UPZ3 (Guaymaral), en la localidad de Usaquén y Suba, se registra un total de 54 eventos desde el año 2012.
- Amenaza por Derrame de Sustancias Químicas: Acorde con la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), se relacionan los eventos ocurridos hasta la fecha por derrame de sustancias químicas en el área de estudio, registrando un total de 6 eventos desde el año 2011.

2.9 ASPECTOS MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

En el presente capítulo se establece la caracterización del medio social presente en las áreas aledañas del humedal, así como aquellos que se encuentran inmersos dentro de la zona identificada y delimitada como área de protección o de los corredores ecológicos de las rondas de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral, algunas de las cuales descargan directamente en el humedal (Decreto 077 del 2017). Es de tener en cuenta que estas áreas incluyen predios privados, en donde durante muchos años se realizaron actividades socioeconómicas, que en algunos casos se mantienen y en otros se han liberado de estas actividades, tras el logro de la compra de predios o acuerdos socioambientales por parte de las autoridades ambientales.

A partir de lo anterior, se reconocen actores que se relacionan de forma directa con el área de estudio, bien sea porque permanecen en el sector o desarrollan actividades socioeconómicas o ambientales en ella, lo cual genera una mayor interacción del sistema del humedal, quebradas y canales afluentes, reconociendo sus componentes y dinámicas estacionales. No obstante, se presentan las dinámicas sociales del territorio aledaño, que presenta actores permanentes o fluctuantes, que, si bien no se relacionan directamente con el humedal dándose en algunos casos el desconocimiento de las áreas naturales de importancia ambiental en el territorio, sí que pueden influenciar indirectamente al mismo, por medio de las presiones propias de la expansión urbana y de las redes de servicios que la sustentan.

Es así, que la caracterización del componente social y sus actividades socioeconómicas, así como la identificación de los actores presentes en el territorio y sus interacciones, es de gran importancia en los procesos de planificación de las acciones de manejo del área objeto de estudio. La identificación y acercamiento a los actores sociales, es determinante para el

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

logro de los posibles acuerdos socioambientales, articulación de acciones de manejo, sensibilización y vinculación en las acciones de educación ambiental, de restauración ecológica y conservación de las áreas de importancia ambiental en el territorio. Todo esto en pro del éxito del esfuerzo invertido en los procesos de manejo, implementación de las acciones propuestas y el logro del objetivo de la recuperación y protección de estas áreas

2.9.1 ÁREA SOCIAL DE ESTUDIO INDIRECTA

El área social de estudio indirecta fue seleccionada de acuerdo con la localización del humedal y las nueve quebradas asociadas a este estudio; como se indicó en el Numeral 2.2, contempla tres UPZ: Guaymaral, la Academia, y Paseo de los Libertadores, ubicadas en las localidades de Suba y Usaquén.

A continuación, se realizará una breve descripción de los aspectos más relevantes de esta área.

2.9.1.1 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

2.9.1.1.1 Localidad de Suba

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría Distrital de Planeación en su Diagnóstico Territorial de infraestructura, demografía y aspectos socioeconómicos de la Localidad de Suba- 2018, en la cual se establece los límites de esta unidad territorial, entre las que se encuentra al norte con el municipio de Chía, al oriente la localidad de Usaquén con la Avenida Paseo de los Libertadores o Avenida Carrera 45; al sur con las localidades de Engativá y Barrios Unidos, y al occidente con el municipio de Cota.

La topografía de Suba combina una parte plana a ligeramente ondulada ubicada al occidente de la localidad y otra parte inclinada localizada en los Cerros de Suba. La localidad tiene una extensión de 10.056,0 ha, de las cuales 5.800,7 ha son de suelo urbano, 3.762,7 ha de suelo rural y 492,7 de suelo de expansión.

Este mapa detallado de la zona de Suba en Bogotá, Colombia, muestra la distribución de las localidades 10 Engativa, 11 Suba y 1 Usaquén. Las vías principales, como la Avenida 100, la Avenida 130, la Avenida 140 y la Avenida 150, están claramente marcadas y numeradas. Se detallan también las calles secundarias y los barrios que las rodean, como el Barrio de Suba, el Barrio de Engativa y el Barrio de Usaquén. El mapa incluye una brújula en la esquina superior izquierda para orientar al lector.

2.9.1.1.1.1 División territorial de la Localidad

Tabla 2- 299. División territorial localidad de Suba.

| UPZ | Barrios |
|---------------|---------------------------|
| 2.La Academia | 1.Academia |
| 3.Guaymaral | 1.Guaymaral 2.Conejera |

2.9.1.1.2 Localidad de Usaquén

La localidad de Usaquén es la quinta con mayor extensión en la ciudad de Bogotá, cuenta con un total de 6.531,6 ha, las cuales están distribuidas en 3.525,1 ha correspondientes a

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

suelo urbano, 276,99 ha en áreas protegidas (parques, canales y corredores ambientales), 9,5 ha pertenecientes a suelo de expansión y 2.996,9 ha con uso del suelo rural según información señalada por el Diagnostico Local con Participación Social 2014 de la Localidad de Usaquén.

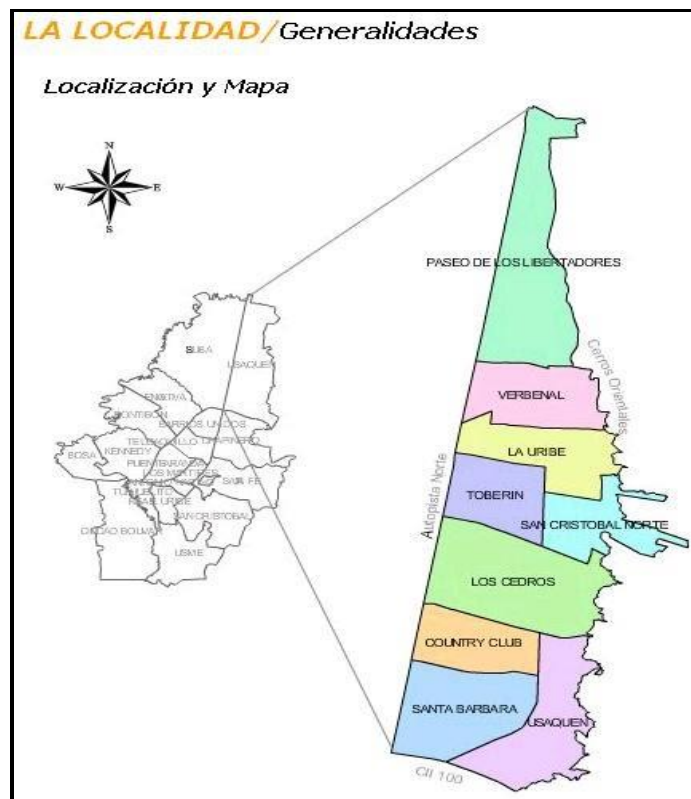


Figura 2- 443. Ubicación geográfica localidad de Usaquén. Fuente: Página Web IDU. 2018.

De acuerdo con la información suministrada por la Unidad Administrativa Especial (UAE), la localidad de Usaquén cuenta con una extensión de 6.532 ha de las cuales 3.818 se clasifican en suelo urbano y 2.714 como áreas protegidas en suelo rural, lo que equivale al 41,6% del total de la superficie de la localidad; esta se ubica en el quinto lugar de ser la más extensa del distrito.

2.9.1.1.2.1 División territorial de la Localidad

La localidad de Usaquén está constituida por ocho UPZ de las cuales una es de tipo residencial cualificado, otra de desarrollo, una comercial, dos residencial de urbanización incompleta, otras dos con centralidad urbana y los dos restantes de tipo predominantemente dotacional. Adicionalmente, la localidad cuenta con una UPR.

La UPZ Los Cedros tiene la mayor extensión, seguida por la UPZ Paseo de los Libertadores, está conformada por 150 barrios de los cuales 134 son legales y 16 son ilegales y se encuentran en la UPZ Verbenal, La Uribe, San Cristóbal Norte y Usaquén. Al analizar la localización de los barrios ilegales se observa que todos son periféricos y se encuentran en los Cerros Orientales. Para efectos de este estudio se presentan a continuación los barrios

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

que conforman la UPZ Paseo de los Libertadores, la cual conforma el área social de estudio indirecta.

Tabla 2- 300. División territorial localidad de Usaquén.

| UPZ | Barrios |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|
| 1.Paseo de los Libertadores | 1.Canaima 2.La Floresta de la Sabana 3.Torca |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

2.9.1.2 ÁREAS DE LA UNIDADES DE PLANEACIÓN ZONAL

2.9.1.2.1 Localidad de Suba

Para la localidad de Suba el área total de las UPZ La Academia y Guaymaral es de 780 ha.

Tabla 2- 301. Superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ).

| Localidad | UPZ | Superficie (ha) |
|--------------|---------------|-----------------|
| Suba | 2-La Academia | 413 |
| | 3-Guaymaral | 367 |
| Total | | 780 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

2.9.1.2.2 Localidad de Usaquén

En la Tabla 2-302, se puede observar el área que ocupa la UPZ Paseo de los Libertadores.

Tabla 2- 302. Superficie en hectáreas de la unidad de planeación zonal (UPZ).

| Localidad | UPZ | Superficie (ha) |
|--------------|-----------------------------|-----------------|
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 631 |
| Total | | 631 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

En la Tabla 2-303 y la Figura 2-444, denominadas Superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal, se puede observar que el total de hectáreas que conforman el área social de estudio indirecta es de 1.411 ha, las cuales se distribuyen, en primer lugar y con un porcentaje del 45% del total del universo analizado, la UPZ Paseo de los Libertadores que se ubica en la localidad de Usaquén; en segundo lugar se encuentra la UPZ la Academia que cuenta con un porcentaje del 29% y representa 413 ha que la hacen la segunda con mayor tamaño, y, por último, se ubica en tercer lugar, la UPZ Guaymaral con el 26% (367 ha).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 303. Total de superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ) del área social de estudio indirecta.

| Localidad | UPZ | Superficie (ha) |
|--------------|-----------------------------|-----------------|
| Suba | 2-La Academia | 413 |
| | 3-Guaymaral | 367 |
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 631 |
| Total | | 1.411 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital.

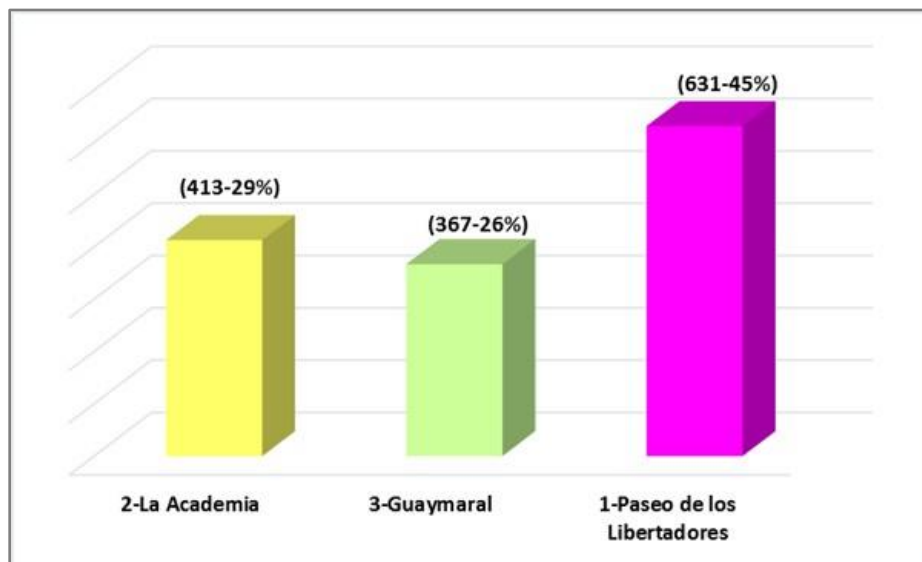


Figura 2- 444. Superficie en hectáreas de las unidades de planeación zonal (UPZ) área social de estudio indirecta. Fuente: Elaboración propia con base en la UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital.

Con respecto a los habitantes por UPZ, a continuación, se relaciona el número de pobladores por UPZ.

2.9.1.2.3 Número de habitantes por unidades de planeación zonal

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 2-304, las UPZ de la localidad de Suba involucradas en el área de estudio indirecta, tienen una población de 1313 habitantes.

Tabla 2- 304. Número de habitantes por unidades de planeación zonal.

| Localidad | UPZ | Habitantes |
|--------------|---------------|-------------|
| Suba | 2-La Academia | 1.077 |
| | 3-Guaymaral | 236 |
| Total | | 1313 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

Los habitantes de la UPZ Paseo de los Libertadores, de la localidad de Usaquén, tiene una población de 4101 habitantes como se indica en la Tabla 2-305.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 305. Número de habitantes por unidades de planeación zonal.

| Localidad | UPZ | Habitantes |
|--------------|-----------------------------|-------------|
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 4101 |
| Total | | 4101 |

Fuente: Elaboración propia con base en la UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital.

El total de habitantes que se encuentran en el área social de estudio indirecta, como se observa en Tabla 2-306 y la Figura 2-445, es de 5.414, los cuales se encuentran distribuidos con un 76 % (4.101) en la UPZ Paseo de los Libertadores de la localidad de Usaquén, seguida de la UPZ la Academia con el 20% del total de los habitantes analizados que corresponde a 1.077, y, la UPZ Guaymaral con el 4 % (236) del total; estas dos últimas se encuentran asociadas a la localidad de Suba. En conclusión, al analizar las variables de áreas versus habitantes existe una directa proporción entre el tamaño de la UPZ y el número de habitantes.

Tabla 2- 306. Total de habitantes por UPZ área social de estudio indirecta.

| Localidad | UPZ | Habitantes |
|--------------|-----------------------------|--------------|
| Suba | 2-La Academia | 1.077 |
| | 3-Guaymaral | 236 |
| Usaquén | 1-Paseo de los Libertadores | 4.101 |
| Total | | 5.414 |

Fuente: Elaboración propia con base en UAECD-2013. Unidad Administrativa Especial-Catastro Distrital

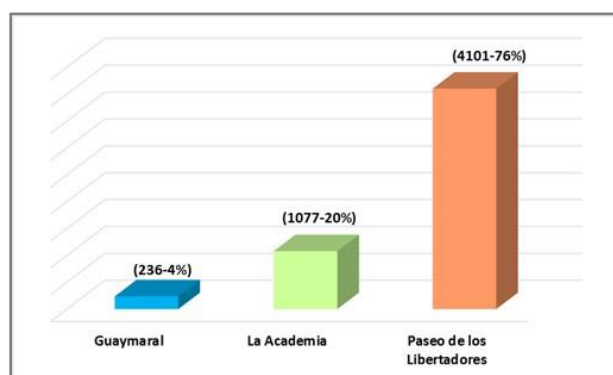


Figura 2- 445. Total de habitantes por UPZ área social de estudio indirecta.

Fuente: Elaboración propia. Basado en la Secretaría de Planeación Distrital. 2018.

2.9.1.3 USO REGLAMENTADO DEL SUELO

2.9.1.3.1 Localidad de Suba

La Unidad Administrativa Especial, Catastro Distrital en su documento “*Dinámicas de la Construcción por usos de la Localidad de Suba-2013*”. La localidad de Suba tiene una

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

extensión en suelo urbano de 5417 ha, cuenta con 12 UPZ con las siguientes características:

Tabla 2- 307. Superficie por UPZ localidad de Suba.

| UPZ | Superficie (ha) | Superficie % del total de la localidad | Características |
|---------------|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| 2-La Academia | 413 | 7.62 | No se cuenta con información. |
| 3-Guaymaral | 367 | 6.77 | Clasificación en desarrollo. |

Fuente: Elaboración propia.

2.9.1.3.1.1 UPZ La Academia

La UPZ La Academia se encuentra situada al nororiente de Suba, tiene una extensión de 413 ha; limita por el norte con la UPZ Guaymaral y con suelo rural de Suba, por el oriente con las UPZ Paseo de los Libertadores y Verbenal de la localidad de Usaquén, por el sur con la UPZ San José de Bavaria, y por el occidente con suelo rural de Suba. Esta UPZ cuenta con un barrio legalizado denominado La Academia y, según el referente consultado, cuenta con un desarrollo controlado debido a sus características físicas y ambientales, lo que implica que no se evidencia un incremento en el número de usos.

Los usos predominantes de los predios de la UPZ La Academia están orientados a colegios y universidades ubicados al occidente de la Autopista Norte entre calles 240 y 200. Por otro lado, los predios de uso dotacional se encuentran ubicados en las calles 240 y calle 200 y al occidente de la Autopista Norte como los clubes Arrayanes y Búhos, entre otros, y el predio de uso de bodega y almacenamiento, ubicado en la calle 235, entre los colegios San Alfonso Apóstol y Gimnasio los Andes.

2.9.1.3.1.2 UPZ Guaymaral

La UPZ Guaymaral se localiza en el extremo nororiental de la localidad de Suba. Tiene una extensión de 367 ha y una participación del 6,77%. Por el norte limita con el municipio de Chía y suelo rural de Suba, por el oriente con la UPZ Paseo Los Libertadores de la localidad de Usaquén, por el sur con la UPZ La Academia y suelo rural de Suba, y por el occidente con suelo rural de Suba.

Los usos predominantes de esta UPZ son la construcción de vivienda de propiedad horizontal, especialmente en el barrio Casa Blanca Suba Urbano, entre calle 250 y el Club Campestre Guaymaral y Casa Blanca Suba II. El uso dotacional se ubica sobre la Autopista Norte, Club Campestre Guaymaral y aeropuerto Guaymaral, y el uso de centro comercial Parque Bima se encuentra ubicado en la Autopista Norte.

2.9.1.3.2 Localidad de Usaquén

2.9.1.3.2.1 UPZ Paseo de los Libertadores

La UPZ Paseo de los Libertadores se encuentra en desarrollo y se ubica en el extremo norte de Usaquén, tiene una extensión de 631 ha equivalentes al 9,7% del total del suelo de esta localidad. Tiene 201 ha de zonas protegidas en suelo urbano.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Los límites son en el norte con el sur del cerro de Torca y el municipio de Chía, oriente con el perímetro urbano, la futura Avenida Alberto Lleras Camargo (carrera Séptima), sur con la calle 193 y occidente con la autopista Norte o Avenida Paseo de los Libertadores.

Los usos predominantes en esta UPZ son el comercio, vivienda en NPH, centro comercial grande, colegios y universidades, bodega y almacenamiento. De acuerdo con el documento consultado, esta UPZ se define en desarrollo, el cual contempla un conjunto de disposiciones que orienta y regula la urbanización de los predios o conjunto de predios urbanizables no urbanizados, localizados en suelo urbano o de expansión.

2.9.1.4 EQUIPAMIENTOS

Con el fin de avanzar en el objetivo de este documento se describen los equipamientos presentes en el área social de estudio indirecta, de acuerdo con las tipologías identificadas en la cartografía producto de la consulta efectuada en el Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA).

2.9.1.4.1 Localidad de Suba

Las unidades de planeación zonal Guaymaral y la Academia se encuentran dentro del área social de estudio indirecta. En la siguiente tabla se señalan la cantidad de equipamientos presentes en estas UPZ de acuerdo con cada tipología.

Tabla 2- 308. Tipología de equipamientos
presentes en las UPZ Academia y
Guaymaral.

| N. | Tipo de Equipamiento | Cantidad |
|--------------|------------------------|-----------|
| 1 | Educación | 31 |
| 2 | Deportivo-recreacional | 18 |
| 3 | Comercial | 3 |
| 4 | Religioso-Cultural | 1 |
| Total | | 53 |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá.
2019

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

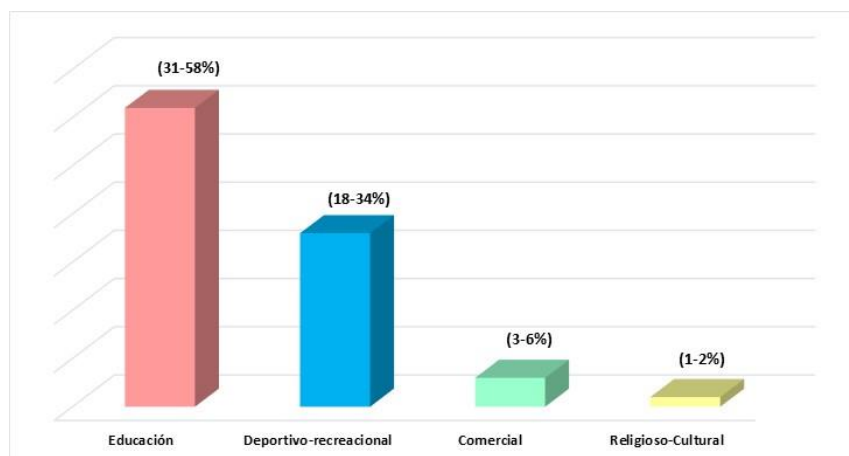


Figura 2- 446. Tipología de equipamientos presentes en las UPZ Academia y Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá.
2019.

El total de equipamientos identificados en la localidad de Suba fue de 53 distribuidos de la siguiente manera: en primer lugar, están los centros educativos con 58% (31) entre los que se encuentran entidades privadas, públicas y universidades; en segundo lugar con el 6% (3), se ubican los equipamientos deportivo-recreacional que están asociados a clubes, teatros, parques y gimnasios, y, en tercer lugar, los establecimientos comerciales y los equipamientos religiosos y culturales con el 2% (1).

Tabla 2- 309. Equipamientos ubicados en las UPZ Academia y Guaymaral.

| N. | Establecimiento | Tipología | UPZ | Barrio |
|----|--------------------------------------|------------------------|-------------|--------------------------|
| 1 | Colegio Santa Mariana de Jesús | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 2 | Colegio Franciscano del Virrey Solís | Educación | La Academia | Casablanca Suba I |
| 3 | Gimnasio Santa Ana | Educación | La Academia | Casablanca Suba I |
| 4 | Gimnasio Vermont | Educación | La Academia | Casablanca Suba I |
| 5 | Club Campestre El Rancho | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 6 | Megacentro | Comercial | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 7 | Centro Comercial megaoutlet | Comercial | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 8 | Parque Colegio Los Nogales | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba I |
| 9 | Colegio Internacional de Bogotá | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 10 | Colegio Los Nogales | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano I |
| 11 | Gimnasio del Norte | Educación | La Academia | Casablanca Suba I |
| 12 | Escuela Colombiana de Ingeniería | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 13 | Parque Cementerio La Resurrección | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba |
| 14 | Cementerio Jardines del Recuerdo | Religioso-Cultural | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 15 | Parque Cementerio La Inmaculada | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 309. Equipamientos ubicados en las UPZ Academia y Guaymaral.

| N. | Establecimiento | Tipología | UPZ | Barrio |
|----|-------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 16 | Parque Cementerio La Inmaculada | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba |
| 17 | Parque Cementerio La Inmaculada | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba |
| 18 | Universidad Santo Tomas | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 19 | Colegio San Viator Bilingüe Internacional | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 20 | Gimnasio los Andes | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 21 | Parque Centro De Recreación Urbana Cafam- Predio Barajas | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 22 | Club Campestre Cafam | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 23 | Colegio Bilingüe Buckingham | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 24 | Gimnasio los Arrayanes | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 25 | Jardín Grimm 'S Kindergarden | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 26 | Colegio San Mateo Apóstol | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 27 | Colegio Gran Bretaña | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 28 | Colegio Victoria | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 29 | Colegio Nueva Inglaterra | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 30 | Corporación Colombo - Alemana para la Formación Tecnológica | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 31 | Liceo de Colombia Bilingüe | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 32 | Colegio Bilingüe Clermont | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 33 | Gimnasio la Montaña | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 34 | Colegio Andino | Educación | La Academia | Casablanca Suba |
| 35 | Colegio Mount Vernon | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 36 | Gimnasio Yacard | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 37 | Parque Parcelación Jardín Oriental | Deportivo-Recreacional | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 38 | Liceo Católico Campestre | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 39 | El Camino Academy | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 40 | Liceo Chico Campestre | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 41 | Colegio el Camino Academy | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 42 | Colegio Bilingüe Richmond | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 43 | Gimnasio San José de Bavaria | Educación | La Academia | Casablanca Suba Urbano |
| 44 | Parque Urbanización Parque Comercial Bima S.a. | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 45 | Centro Comercial Bima | Comercial | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 46 | Parque Urbanización El Torreón Etapa I | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 47 | Parque Urbanización El Torreón Etapa I | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 48 | Parque Planta Norte Central De Mezclas | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 49 | Parque Planta Norte Central De Mezclas | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 309. Equipamientos ubicados en las UPZ Academia y Guaymaral.

| N. | Establecimiento | Tipología | UPZ | Barrio |
|----|-------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|------------------------|
| 50 | Parque Hacienda San Sebastián | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 51 | Parque Desarrollo Recreacional Bogotá Tennis Club Campestre | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 52 | Club Campestre Guaymaral | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |
| 53 | Club Bellavista Colsubsidio | Deportivo-Recreacional | Guaymaral | Casablanca Suba Urbano |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

A nivel de la ubicación de los equipamientos por sectores catastrales, se identificó lo siguiente:

Tabla 2- 310. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ.

| N. | UPZ | Barrio | Cantidad |
|--------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 1 | Guaymaral | Casa blanca | 10 |
| 2 | | Casa blanca Suba | 12 |
| 3 | | Casa blanca Suba I | 5 |
| 4 | | Casa blanca Suba Urbano | 25 |
| 5 | Academia | Casa blanca Suba Urbano I | 1 |
| Total | | | 53 |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

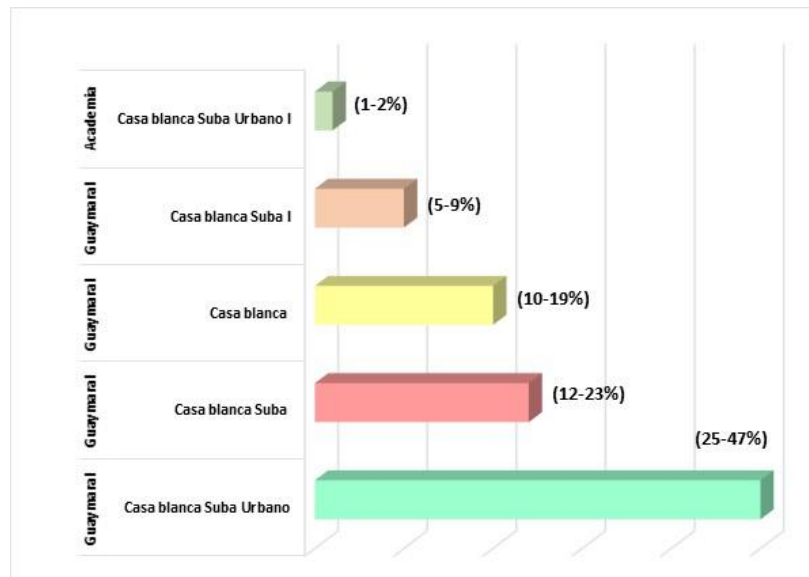


Figura 2- 447. Número de equipamientos sectores catastrales y UPZ.

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

El sector catastral que cuenta con el mayor número de equipamientos en las UPZ que se encuentran vinculadas a la localidad de Suba dentro del área social de estudio indirecta, es Casa Blanca Suba urbano con el 47% (25), ubicado en la UPZ Guaymaral. Le siguen Casa Blanca Suba con el 23% (12), Casa Blanca con el 19% (10), y Casa blanca Suba I, con el 9% (5); todos en la UPZ Guaymaral. En la UPZ La Academia se encuentra el barrio Casa Blanca Suba urbano I que representa el 2% de los 53 barrios que se encuentran vinculados al área social de estudio indirecta.

2.9.1.4.2 Localidad de Usaqué

La UPZ Paseo de los Libertadores se encuentra ubicada en la localidad de Usaqué.

Tabla 2- 311. Tipología de equipamientos presentes en la UPZ Paseo de los Libertadores.

| N. | Tipo de Equipamiento | Cantidad |
|-------|------------------------|----------|
| 1 | Educación | 4 |
| 2 | Deportivo-recreacional | 7 |
| 3 | Comercial | 4 |
| 4 | Religioso-Cultural | 1 |
| 5 | Infraestructura | 1 |
| Total | | 17 |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

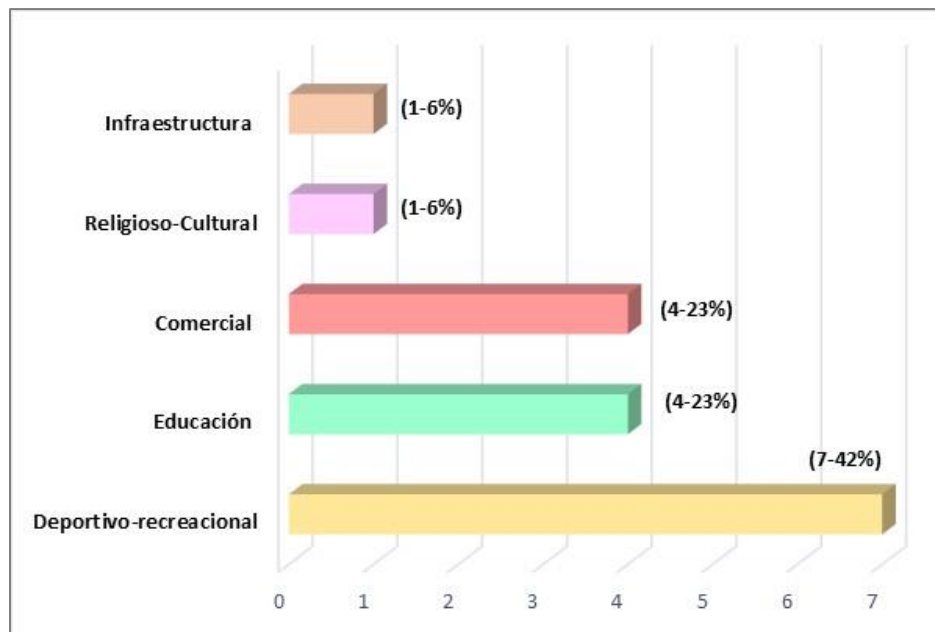


Figura 2- 448. Tipología de equipamientos presentes en la UPZ Paseo de Los Libertadores.
Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 312. Equipamientos ubicados en la UPZ Paseo de los Libertadores.

| N. | Establecimiento | Tipología | UPZ | Barrio |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 | Colegio San Carlos | Educación | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 2 | Club Casa Mata | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 3 | Parque Complejo Comercial Makro Auto norte 193 | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 4 | Tienda Makro | Comercial | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 5 | Centro Comercial Puerto Norte | Comercial | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 6 | San Andresito Norte | Comercial | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 7 | Centro Comercial MY HOME | Comercial | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 8 | Parque Las Flores | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 9 | Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario | Educación | Paseo de los Libertadores | Canaima |
| 10 | Sub Estación de Policía Torca | Infraestructura | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 11 | Parque Cementerio Jardines De Paz Arquidiócesis de Bogotá | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 12 | Parque Cementerio Jardines De Paz Arquidiócesis De Bogotá | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 13 | Jardines de Paz | Religioso y Cultural | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 14 | Parque Cementerio Jardines De Paz Arquidiócesis de Bogotá | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Tibabita rural |
| 25 | Colegio del Rosario Campestre | Educación | Paseo de los Libertadores | Torca rural II |
| 16 | Manzover | Deportivo-recreacional | Paseo de los Libertadores | Torca I |
| 17 | Colegio Miguel Antonio Caro | Educación | Paseo de los Libertadores | Torca I |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

En la UPZ Paseo de los Libertadores se identificaron 17 equipamientos relacionados con cinco tipologías, entre las que se encuentran: deportivo-recreacional con un 42% (7); instituciones educativas que representan el 23% (4); establecimientos comerciales con el 23%, y equipamiento religioso-cultural e infraestructura con el 6% (1).

Tabla 2- 313. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ.

| Cadenarios y C.F.E. | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------|----------|
| N. | UPZ | Barrio | Cantidad |
| 1 | Paseo de los Libertadores | Canaima | 8 |
| 2 | | Tibabita Rural | 6 |
| 3 | | Torca | 2 |
| 4 | | Torca Rural II | 1 |
| Total | | | 17 |

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019

Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral

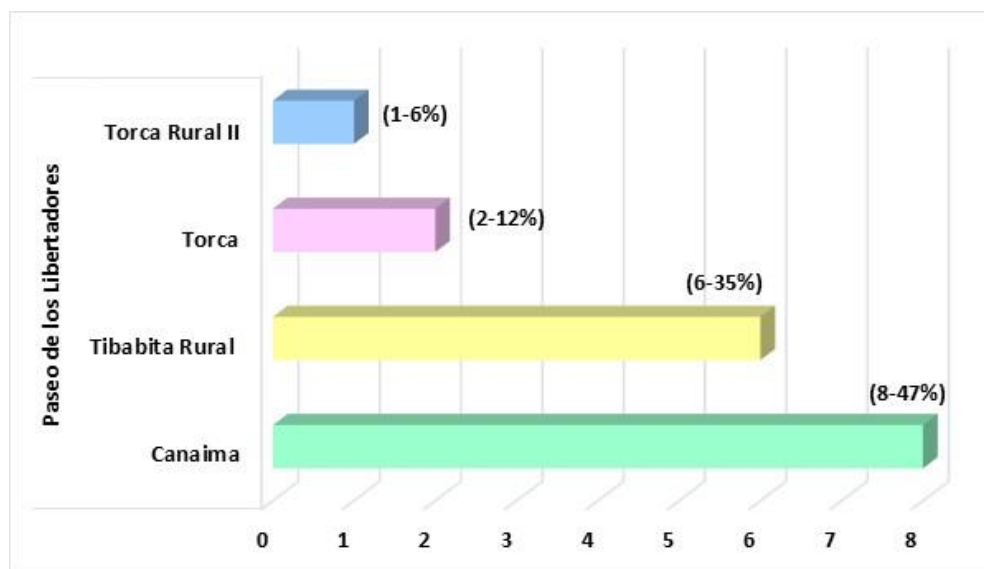


Figura 2- 449. Número de equipamientos por sectores catastrales y UPZ.

Fuente: Elaboración propia. Basado en el IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. 2019.

El número de sectores catastrales que se encuentran en la UPZ Paseo de los Libertadores son cuatro: Canaima, Tibabita Rural, Torca I y Torca Rural II. Los 17 equipamientos identificados en esta UPZ se encuentran distribuidos de la siguiente manera: Canaima con un 47% (8 equipamientos), Tibabita Rural con el 35% (6), Torca I con el 12% (2), y Torca Rural II con el 6% (1) de representatividad.

2.9.2 ÁREA SOCIAL DE ESTUDIO DIRECTA

De acuerdo con lo indicado en el Numeral 2.2, el área de estudio directa del medio socioeconómico y cultural, la conforman 52 predios, aledaños al humedal y a las nueve (9) quebradas. Esta área fue determinada por la Consultoría, con base en información cartográfica del IDECA (Cartografía oficial de la infraestructura de datos espaciales para el Distrito Capital)

A continuación, se desarrollarán los aspectos más representativos de esta.

2.9.2.1 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS

Con el propósito de realizar un análisis de las condiciones socioeconómicas del área de estudio, se presenta a continuación los equipamientos ubicados en el territorio que se encuentra asociado al área de estudio.

2.9.2.1.1 Humedales de Torca y Guaymaral

De acuerdo con la información georreferenciada por el Consultor, con relación a los elementos emergentes, a continuación, se desarrolla el análisis cualitativo y cuantitativo de los humedales Torca y Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral

La dinámica propuesta para efectuar este análisis comprende inicialmente la identificación del tipo de equipamiento con respecto a la cantidad, naturaleza y denominación, seguido a esto, se procederá a correlacionar esta información.

Tabla 2- 314. Tipo de equipamientos presentes en los humedales de Torca y Guaymaral.

| N. | Nombre del Equipamiento | Tipología | Naturaleza |
|----|------------------------------------|------------------------|------------|
| 1 | Cementerio Jardines de Paz | Dotacional | Privado |
| 2 | Predio la Francia | Residencial | Privado |
| 3 | Predio Lucerna | Residencial | Privado |
| 4 | Manzover | Deportivo-Recreacional | Privado |
| 5 | Cementerio Jardines del Recuerdo | Dotacional | Privado |
| 6 | Colegio San Viador | Educativo | Privado |
| 7 | Gimnasio Los Andes | Educativo | Privado |
| 8 | Club Campestre Cafam | Deportivo-Recreacional | Privado |
| 9 | Concay | Comercial | Privado |
| 10 | Grimm's Kindergarden | Educativo | Privado |
| 11 | Colegio San Mateo Apóstol | Educativo | Privado |
| 12 | Colegio Gran Bretaña | Educativo | Privado |
| 13 | Colegio Nueva Inglaterra | Educativo | Privado |
| 14 | Gimnasio los Arrayanes | Educativo | Privado |
| 15 | Liceo de Colombia bilingüe | Educativo | Privado |
| 16 | Liceo Chicó Campestre | Educativo | Privado |
| 17 | Colegio Mount Venon | Educativo | Privado |
| 18 | Liceo Católico Campestre | Educativo | Privado |
| 19 | Colegio El Camino Academy | Educativo | Privado |
| 20 | Colegio Verde UDCA | Educativo | Privado |
| 21 | Colegio Campestre La Salette | Educativo | Privado |
| 22 | Gimnasio San Ángel | Educativo | Privado |
| 23 | Predio Morcon S.A | Residencial | Privado |
| 24 | Colegio Richmond | Educativo | Privado |
| 25 | Colegio Nueva York | Educativo | Privado |
| 26 | Predio La Esperanza | Residencial | Privado |
| 27 | Centro Comercial Bima | Comercial | Privado |
| 28 | Kartodromo Kart Way | Deportivo-Recreacional | Privado |
| 29 | Hacienda San Simón | Residencial | Privado |
| 30 | Centro Comercial Muebles Guaymaral | Comercial | Privado |
| 31 | Hacienda La Margarita | Comercial | Privado |
| 32 | Botero Ibáñez y Cía. Ltda. | Comercial | Privado |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

Es importante tener en cuenta que los humedales de Torca y Guaymaral, se encuentra localizado en un área de predios privados a pesar de ser reconocida como área de protección o conservación aferente, situación que dificulta las acciones de gestión, el tipo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral

de afectación generada por los habitantes al ecosistema, está relacionada con los vertimientos de aguas residuales, debido a la ausencia de redes de acueducto y alcantarillado en la zona.

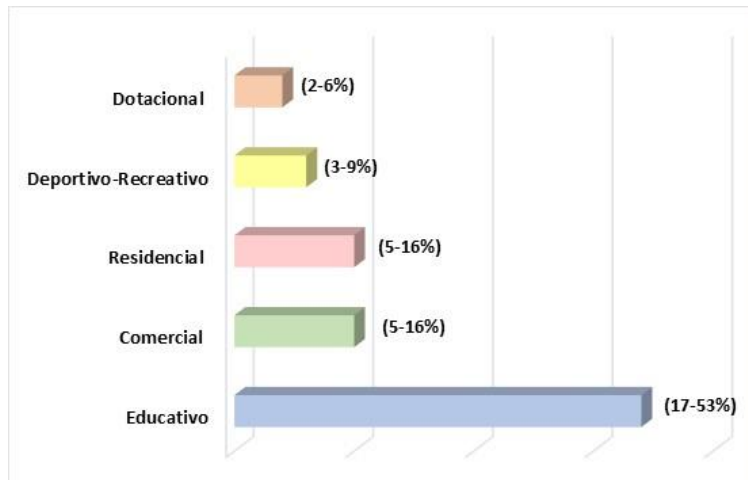


Figura 2- 450. Tipo de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA.

Como se observa en la anterior figura, en el área aledaña de los humedales de Torca y Guaymaral, se ubican un total de 32 predios, de los cuales el 53% (17) son de tipología educativa, entre los que se encuentran colegios de naturaleza privada, en segundo lugar, se ubican predios residenciales con el 16% (5) del total del universo analizado, seguido a esto, se encuentran cinco (5) establecimientos comerciales que representan el 16%, entre los que se encuentran centros comerciales y oficinas, a nivel de predios con tipología Deportiva-Recreacional se establece el total de tres (3) 9% del total, identificándose en esta categoría, clubes, canchas deportivas y el Kartodromo y por último, se ubican dos parques cementerios, entre los que se encuentran Jardines de la Paz y del Recuerdo.

2.9.2.1.2 Quebradas

En el área social de estudio directa se identificaron el total de 9 quebradas, las cuales cuentan con total 20 equipamientos distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2- 315. Tipo de equipamientos aledaños a las quebradas.

| N. | Nombre del Equipamiento | Tipología |
|----|----------------------------------|------------------------|
| 1 | Restaurante Campestre el Tablazo | Comercial |
| 2 | Universidad del Externado | Educativo |
| 3 | Multiparque creativo | Deportivo-Recreacional |
| 4 | Ingenieros Civiles Julián Ruíz | Comercial |
| 5 | Cultivo Santa Paula | Cultivo |
| 6 | Escuela de Rehabilitación-Predio | Residencial |
| 7 | Bavaria | Comercial |
| 8 | Club Equestre de los Andes | Deportivo-Recreacional |
| 9 | Metrokia | Comercial |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 315. Tipo de equipamientos aledaños a las quebradas.

| N. | Nombre del Equipamiento | Tipología |
|----|--------------------------------|------------------------|
| 10 | Colegio Rosario Campestre | Educativo |
| 11 | Predio de Don Luís | Residencial |
| 12 | Restaurante la Ternera de Luís | Comercial |
| 13 | Colegio Los Pinos | Educativo |
| 14 | Intercolombia | Comercial |
| 15 | Universidad el Rosario | Educativo |
| 16 | Club Campestre Bogotá Tenis | Deportivo-Recreacional |
| 17 | Cemex | Comercial |
| 18 | Campos de Paint Ball | Deportivo-Recreacional |
| 19 | Club Colsubsidio Bellavista | Deportivo-Recreacional |
| 20 | Colombiana de Comercio Fotón | Comercial |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

Los equipamientos que se encuentran aledaños a las quebradas cuentan con tipologías relacionadas con la educación, el culto-religioso, la agricultura, la recreación y el comercio.

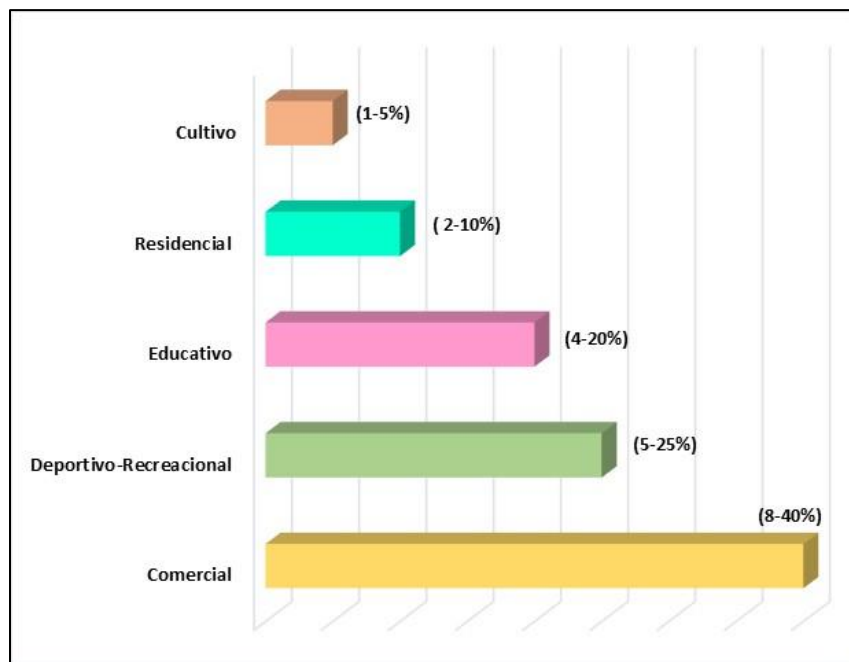


Figura 2- 451. Tipo de equipamientos aledaños a las quebradas.

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA.

En las nueve (9) quebradas señaladas anteriormente se encuentran un total de 20 predios, el 40% (8) de estos son de naturaleza comercial, cinco (5) de tipo deportivo-recreacional, el 20% (4) son de naturaleza educativa, el 10% (2) residenciales y con el 5% (1) se encuentra un cultivo.

2.9.2.2 CONFLICTO DEL SUELO EN EL ÁREA SOCIAL DE ESTUDIO DIRECTA

2.9.2.2.1 Humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se presenta en la siguiente tabla los tipos de conflictos del uso del suelo, concepto definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi como la totalidad de posibles combinaciones producto de la confrontación de las diferentes unidades de uso actual y cobertura vegetal versus el uso potencial mayor de las tierras, aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral; identificados por medio de la cartografía del IDECA.

Tabla 2- 316. Tipos de conflictos del suelo aledaño a los humedales de Torca y Guaymaral.

| N. | Uso Reglamentado del Suelo | Cobertura | Uso Actual del Suelo |
|----|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | Humedal | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 2 | | Pastos limpios | Zonas verdes |
| 3 | | Pastos arbolados | Zonas verdes |
| 4 | | Pastos enmalezados | Zonas verdes |
| 5 | | Zonas pantanosas | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 6 | | Zonas pantanosas | Producción Ganadera |
| 7 | | Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 8 | | Canales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 9 | | Zonas industriales | Industrial y comercial |
| 10 | | Otras zonas verdes urbanas | Zonas verdes |
| 11 | | Terrenos en preparación | Producción agrícola |
| 12 | | Plantación mixta | Producción forestal |
| 13 | | Arbustal denso | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 14 | | Humedales | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 15 | | Eneal | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 16 | | Juncal | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 17 | | Herbáceas de la franja de Transición | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 18 | | Herbáceas de la franja de transición | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 19 | | Herbáceas flotantes | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 20 | | Cerca viva | Zonas verdes |
| 21 | | Seto | Zonas verdes |
| 22 | | Ronda de humedales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 23 | | Vía pavimentada | Infraestructura vial |
| 24 | | Vía sin pavimentar | Infraestructura vial |
| 25 | | Camino | Infraestructura vial |
| 26 | | Ronda de canales empradizada | Zonas de protección de canales |
| 27 | | Ronda de canales arbolada | Zonas de protección de canales |
| 28 | | Retamo | Zonas verdes |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 316. Tipos de conflictos del suelo aledaño a los humedales de Torca y Guaymaral.

| N. | Uso Reglamentado del Suelo | Cobertura | Uso Actual del Suelo |
|----|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 29 | Malla Vial | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 30 | | Zonas pantanosas | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 31 | | Canales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 32 | | Parque cementerio | Dotacional e institucional |
| 33 | | Eneal | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 34 | | Vía pavimentada | Infraestructura vial |
| 35 | | Vía sin pavimentar | Infraestructura vial |
| 36 | | Camino | Infraestructura vial |
| 37 | | Separador | Infraestructura vial |
| 38 | | Ronda de canales empradizada | Zonas de protección de canales |
| 39 | | Ronda de canales arbolada | Zonas de protección de canales |
| 40 | Suelo de protección | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 41 | | Pastos limpios | Zonas verdes |
| 42 | | Pastos enmalezados | Zonas verdes |
| 43 | | Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 44 | | Canales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 45 | | Parque cementerio | Dotacional e institucional |
| 46 | | Arbustal denso | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 47 | | Juncal | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 48 | | Herbáceas de la franja de Transición | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 49 | | Herbáceas de la franja de transición | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 50 | | Vía pavimentada | Infraestructura vial |
| 51 | | Vía sin pavimentar | Infraestructura vial |
| 52 | | Camino | Infraestructura vial |
| 53 | | Ronda de canales empradizada | Zonas de protección de canales |
| 54 | | Ronda de canales arbolada | Zonas de protección de canales |
| 55 | | Retamo | Zonas verdes |
| 56 | Parque Metropolitano Guaymaral | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 57 | | Pastos limpios | Zonas verdes |
| 58 | | Pastos enmalezados | Zonas verdes |
| 59 | | Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 60 | | Arbustal denso | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza |
| 61 | | Ronda de canales arbolada | Zonas de protección de canales |
| 62 | | Retamo | Zonas verdes |
| 63 | Zona Residencial Neta | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 64 | | Otras zonas verdes urbanas | Zonas verdes |
| 65 | | Plantación mixta | Producción forestal |
| 66 | | Cerca viva | Zonas verdes |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 316. Tipos de conflictos del suelo aledaño a los humedales de Torca y Guaymaral.

| N. | Uso Reglamentado del Suelo | Cobertura | Uso Actual del Suelo |
|----|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 67 | | Seto | Zonas verdes |
| 68 | | Vía pavimentada | Infraestructura vial |
| 69 | Zona Industrial y de Servicios | Terrenos en preparación | Producción agrícola |
| 70 | | Ronda de canales empradizada | Zonas de protección de canales |
| 71 | Zona Residencial | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 72 | | Pastos arbolados | Zonas verdes |
| 73 | | Lagunas, Lagos y Ciénagas naturales | Cuerpos de agua y canalizaciones |
| 74 | | Plantación mixta | Producción forestal |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

Tabla 2- 317. Número de conflictos del suelo identificados en los humedales de Torca y Guaymaral.

| Uso Reglamentado del Suelo | N. de Conflictos | Porcentaje |
|--------------------------------|------------------|-------------|
| Humedal | 28 | 38% |
| Suelo de protección | 15 | 21% |
| Malla Vial | 11 | 15% |
| Parque Metropolitano Guaymaral | 7 | 10% |
| Zona Residencial Neta | 6 | 8% |
| Zona Residencial | 4 | 5% |
| Zona Industrial y de Servicios | 2 | 3% |
| Total | 73 | 100% |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

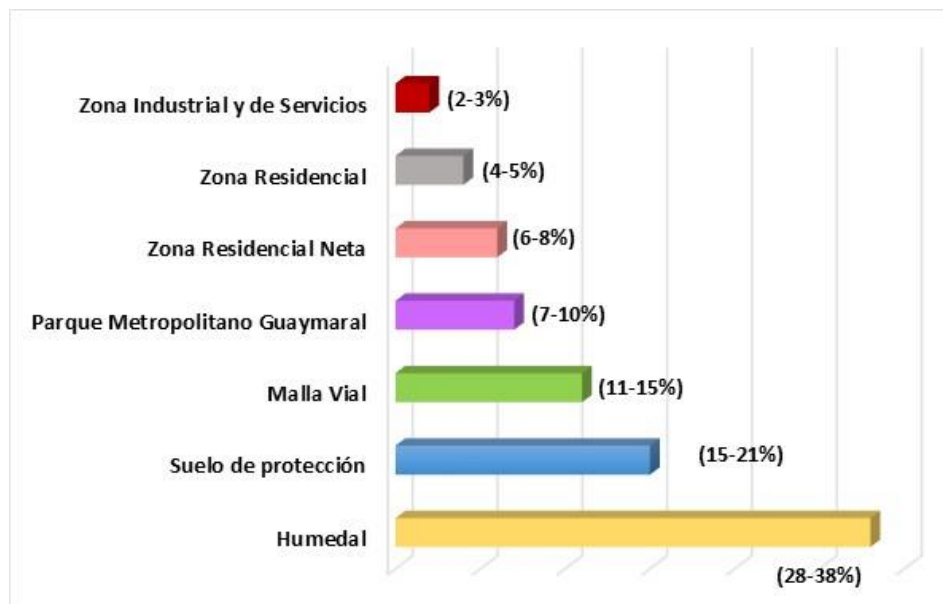


Figura 2- 452. Conflictos del suelo de acuerdo con el uso reglamentado frente al uso actual del humedal. Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral

Según la anterior figura, la categoría más representativa con mayor nivel de conflicto vinculada a los humedales de Torca y Guaymaral, es la categoría de humedal, con un porcentaje del 38% (28) del total del universo identificado, los conflictos de esta categoría se distribuyen de la siguiente manera; producción ganadera, zonas verdes, áreas de conservación, cuerpos de agua y canalización, industria-comercio, producción agrícola e infraestructura vial.

Con 15 conflictos hallados que representan el 21%, se ubica en segundo lugar, la categoría de suelo de protección, en la actualidad las actividades que se realizan en estas zonas están relacionadas con la producción ganadera, zonas verdes, cuerpos de agua y canalizaciones, áreas para la conservación, infraestructura vial y áreas de protección o conservación aferente.

Con respecto a la categoría de malla vial, se encuentran un total 11 conflictos que representan el 15% del total, entre ellos se identifican; la producción ganadera, zonas verdes, áreas de conservación, cuerpos de agua y canalizaciones, industria-comercio, áreas para la conservación e infraestructura vial.

La categoría del Parque Metropolitano Guaymaral se ubica en los cuatro lugares, con un porcentaje del 10% (7), las actividades actuales son la producción ganadera, zonas verdes, cuerpos de agua y canalización, zonas de protección y área para la conservación.

Seguido a lo anterior, se encuentra la zona residencial neta, con el 8% determinada por seis (6) conflictos, como lo son la producción ganadera, zonas verdes, y producción forestal.

En penúltimo lugar, se ubica la categoría de zona residencial con el total de cuatro (4) conflictos que representan el 5%, entre los que se encuentran; producción ganadera, zonas verdes, cuerpos de agua y canalizaciones y producción forestal.

Para finalizar, cierra el conteo, la categoría de zona industrial de servicios, con el 3% (2) de los conflictos del suelo, como lo son; producción agrícola y zonas de protección.

2.9.2.2 Quebradas

A continuación, se analizará los conflictos presentes en las quebradas, de acuerdo con la correlación realizada del uso reglamentado frente al uso actual del suelo.

Tabla 2- 318. Tipos de conflictos del suelo de las quebradas.

| N. | Uso Reglamentado del Suelo | Cobertura | Uso Actual del Suelo |
|----|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1 | Humedal | Terrenos en preparación | Producción agrícola |
| 2 | Malla Vial | Cerca viva | Zonas verdes |
| 3 | Malla Vial | Floricultura | Producción agrícola |
| 4 | Malla Vial | Otras zonas verdes urbanas | Zonas verdes |
| 5 | Malla Vial | Pastos arbolados | Producción Ganadera |
| 6 | Malla Vial | Pastos arbolados | Zonas verdes |
| 7 | Malla Vial | Pastos enmalezados | Zonas verdes |
| 8 | Malla Vial | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 9 | Malla Vial | Pastos limpios | Zonas verdes |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 318. Tipos de conflictos del suelo de las quebradas.

| N. | Uso Reglamentado del Suelo | Cobertura | Uso Actual del Suelo |
|----|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 10 | Malla Vial | Plantación de latifoliadas | Producción forestal |
| 11 | Malla Vial | Seto | Zonas verdes |
| 12 | Malla Vial | Vivienda Rural dispersa | Zona residencial |
| 13 | Malla Vial | Zonas industriales | Industrial y comercial |
| 14 | Suelo de protección | Andén | Infraestructura vial |
| 15 | Suelo de protección | Áreas deportivas | Parques y áreas recreativas |
| 16 | Suelo de protección | Autódromo | Parques y áreas recreativas |
| 17 | Suelo de protección | Camino | Infraestructura vial |
| 18 | Suelo de protección | Centro educativo | Dotacional e institucional |
| 19 | Suelo de protección | Club campestre | Parques y áreas recreativas |
| 20 | Suelo de protección | Club Campestre | Parques y áreas recreativas |
| 21 | Suelo de protección | Estadio y campo de futbol | Parques y áreas recreativas |
| 22 | Suelo de protección | Estadio y Campo de futbol | Parques y áreas recreativas |
| 23 | Suelo de protección | Estadio y Campo de Futbol | Parques y áreas recreativas |
| 24 | Suelo de protección | Floricultura | Producción agrícola |
| 25 | Suelo de protección | Parque cementerio | Dotacional e institucional |
| 26 | Suelo de protección | Parqueadero | Dotacional e institucional |
| 27 | Suelo de protección | Pastos arbolados | Producción Ganadera |
| 28 | Suelo de protección | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 29 | Suelo de protección | Plantación de latifoliadas | Producción forestal |
| 30 | Suelo de protección | Subestación eléctrica | Industrial y comercial |
| 31 | Suelo de protección | Terrenos en preparación | Producción agrícola |
| 32 | Suelo de protección | Vía pavimentada | Infraestructura vial |
| 33 | Suelo de protección | Vía Peatonal | Infraestructura vial |
| 34 | Suelo de protección | Vía sin pavimentar | Infraestructura vial |
| 35 | Suelo de protección | Vivienda Rural dispersa | Zona residencial |
| 36 | Suelo de protección | Zonas industriales | Industrial y comercial |
| 37 | Parque Metropolitano Guaymaral | Parqueadero | Dotacional e institucional |
| 38 | Parque Metropolitano Guaymaral | Pastos arbolados | Producción Ganadera |
| 39 | Parque Metropolitano Guaymaral | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 40 | Parque Metropolitano Guaymaral | Vivienda Rural dispersa | Zona residencial |
| 41 | Zona Residencial Neta | Centro educativo | Dotacional e institucional |
| 42 | Zona Residencial Neta | Floricultura | Producción agrícola |
| 43 | Zona Residencial Neta | Parqueadero | Dotacional e institucional |
| 44 | Zona Residencial Neta | Pastos arbolados | Producción Ganadera |
| 45 | Zona Residencial Neta | Pastos limpios | Producción Ganadera |
| 46 | Zona Residencial Neta | Zonas industriales | Industrial y comercial |
| 47 | Zona Residencial | Zonas industriales | Industrial y comercial |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 319. Número de conflictos del suelo identificados en las quebradas.

| Uso Reglamentado del Suelo | N. de Conflictos | Porcentaje |
|--------------------------------|------------------|-------------|
| Parque Metropolitano Guaymaral | 23 | 49% |
| Malla Vial | 12 | 26% |
| Zona Residencial | 6 | 13% |
| Suelo de protección | 4 | 8% |
| Humedal | 1 | 2% |
| Zona Residencial Neta | 1 | 2% |
| Total | 47 | 100% |

Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA

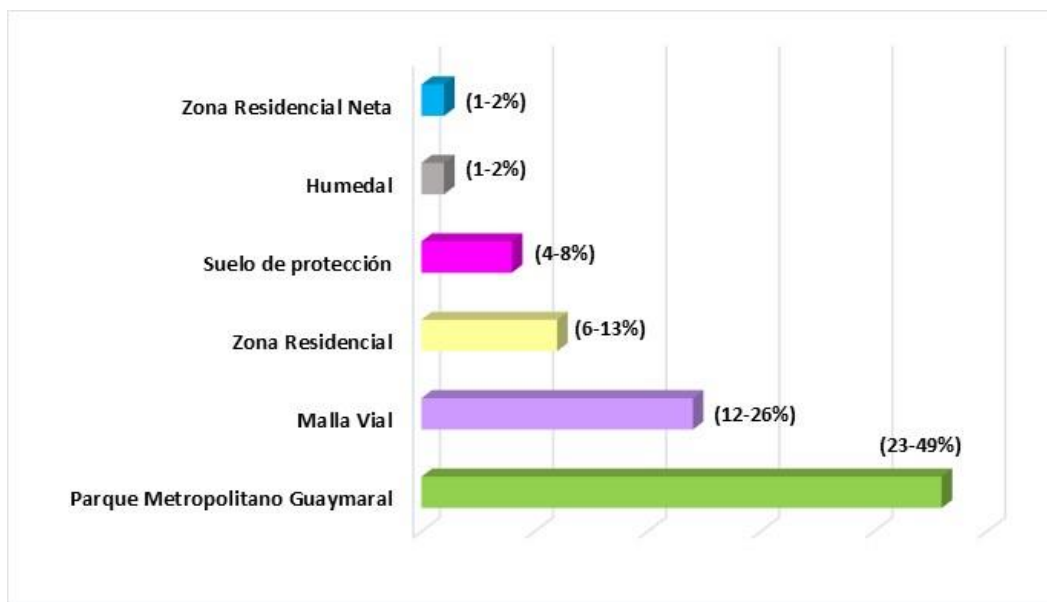


Figura 2- 453. Conflictos del suelo de acuerdo con el uso reglamentado frente al uso actual en las quebradas. Fuente: Elaboración propia. Basado en Cartografía del IDECA.

La anterior figura, señala que la categoría de Parque Metropolitano Guaymaral es la categoría con mayor porcentaje de conflicto, liderando el conteo con 49% (23), identificando las siguientes condiciones que alteran el uso reglamentado como es el uso dotacional e institucional, industrial-comercial, infraestructura vial, parques con áreas recreativas, producción agrícola, forestal, ganadera y zona residencial.

La malla vial se ubica en segundo lugar, con el 26% (12) y el uso actual hallado está relacionado con la industria-comercio, producción agrícola, forestal, ganadera y zona residencial.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

La categoría de zona residencial representa el 13% (6) del total de los conflictos identificados en las quebradas, en la actualidad los usos asignados son el dotacional-institucional, producción agrícola, ganadera e industria-comercio.

Con respecto al suelo de protección, el total de conflictos es de cuatro (4) que representan el 8% y están distribuidos en las siguientes categorías dotacional e institucional, industrial-comercial e infraestructura vial.

Las categorías humedal y zona residencial neta, cuenta con un porcentaje del 2% que equivale a un total de dos (2) conflictos, entre los que se encuentran la producción agrícola y la industria-comercio.

2.9.2.3 ANÁLISIS DE ACTORES

A continuación, se presentan los actores que operan en el territorio, los cuales fueron identificados a lo largo de la construcción de este documento. Es importante señalar inicialmente el concepto de actor el cual es definido por Touraine (1984), en su libro *Le retour de L'acteur*:

“Un actor es un sujeto colectivo estructurado a partir de una conciencia de identidad propia, portador de valores, poseedor de un cierto número de recursos que le permiten actuar en el seno de una sociedad con vistas a defender los intereses de los miembros que lo componen y/o de los individuos que representa, para dar respuesta a las necesidades identificadas como prioritarias”.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se identifican los actores que operan en el territorio.

Tabla 2- 320. Actores Institucionales que Operan en el Territorio.

| Actores | Definición | Tipos |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actores Institucionales | Se identifican como aquellos actores sociales cuyo rol se desenvuelve en instancias de índole formal, como parte funcional de las estructuras del orden establecido socialmente. Algunos de los que se relacionan a continuación, son considerados como los directamente competentes en la recuperación, protección y conservación de los humedales | Nivel Nacional Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Unidad Especial de Parques Nacionales Naturales UESPNN Instituto Alexander Von Humboldt |
| | | Nivel Regional Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR Gobernación de Cundinamarca Secretaría Distrital de Hábitat Dirección de Gestión en Ecosistemas y Biodiversidad. |
| | | Nivel Distrital Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) Secretaría Distrital de Ambiente Secretaría de Distrital de Planeación Secretaría Distrital de Hábitat Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB Jardín Botánico José Celestino Mutis |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------|
| | | Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------|

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2- 321. Tipo de Actores Asociados al Área Social de Estudio Directa.

| Tipo de Actores | Suba - Usaquén |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actores Institucionales de nivel local El ecosistema de humedal conocido como Torca – Guaymaral, no solo fue dividido físicamente en dos por la construcción de la Autopista Norte, sino fue separado en dos en la división político-administrativa del Distrito. El humedal sector Torca pertenece a la localidad de Usaquén y el humedal sector Guaymaral a la localidad de Suba. | Alcaldía local de Suba Junta Administradora Local Sistema Ambiental Local Secretaría Distrital de Ambiente (Delegado Localidad de Suba) Centro Administrativo Distrital de Educación Local Mesa territorial Borde Norte Mesa territorial de Humedales Mesa territorial Cerros Orientales |

Fuente: Elaboración propia.

En lo referente a los actores organizados vinculados a la sociedad civil, que operan en el territorio, se encuentran los siguientes:

- La Fundación Humedal Torca - Guaymaral, es reconocida en la zona por adelantar procesos de educación ambiental con las instituciones educativas aledañas al humedal a través del servicio social de los estudiantes de los últimos grados de secundaria.
- Red de Humedales de Bogotá: Esta Red se define como “una alianza establecida en 1999 entre un conjunto de organizaciones ciudadanas con intereses directos en la conservación de los humedales de Bogotá como ecosistemas en el marco del desarrollo urbano de Bogotá.
- Colegios aledaños al Humedal: Algunos de los Colegios localizados en el área social de estudio directa, han adelantado programas y procesos a través de los cuales buscan la apropiación del humedal y sostenibilidad, liderados por la Secretaría Distrital de Ambiente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB y el Jardín Botánico.

Universidades

- Escuela Colombiana de Ingeniería: voluntarios de trabajo
- Polideportivo de la Universidad Santo Tomás de Aquino
- UDCA (localizada en el barrio Parcelación El Jardín): realiza investigaciones en diferentes áreas en torno al humedal y en el tema del Borde Norte.
- Universidad Pedagógica: aunque no tiene una sede en el sector, algunos miembros de esta comunidad educativa adelantan en el humedal la formulación de Praes y Proceda, sobre todo en lo que compete a la localidad de Usaquén.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

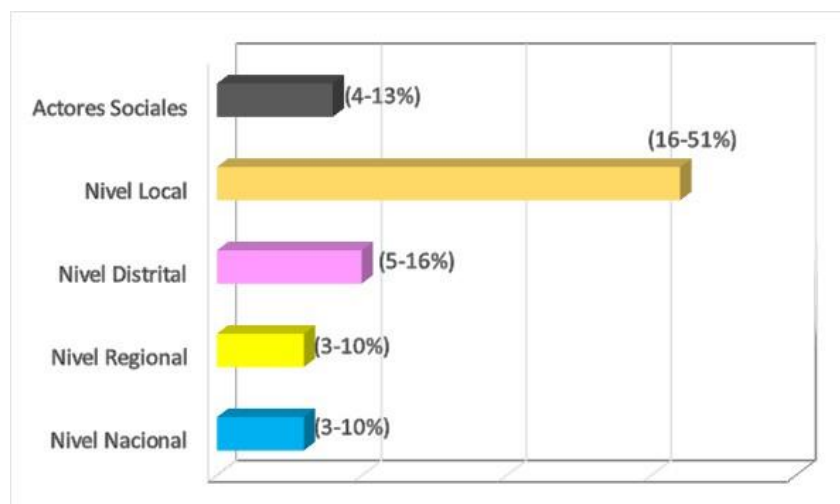


Figura 2- 454. Tipo de actores asociados al área social de estudio directa. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la anterior figura, el área social de estudio directa cuenta con el 51% (16) del total de actores identificados, correspondientes al nivel local, seguido con un 16% (5) relacionada con los actores de naturaleza distrital, con respecto a los actores sociales se observa un total de 4 (13%), dos de ellos son de tipo educativo, entre los que se encuentran colegios privados y universidades. Para finalizar, con un mismo porcentaje se encuentran los actores de nivel regional y nacional con el 10% del total del universo analizado que representa un total de seis (6) actores.

2.9.3 ARQUEOLOGIA

La zona del altiplano cundiboyacense ha sido el escenario de numerosas investigaciones arqueológicas que han buscado trazar la secuencia de poblamiento de la región y comprender diferentes aspectos culturales de los grupos que la poblaron durante diferentes momentos. Así, se tienen evidencias desde aproximadamente el 12.500 antes del presente, cuando se registran las primeras manifestaciones de ocupación humana.

Estas primeras ocupaciones corresponden a grupos de cazadores recolectores que inicialmente habitaron abrigos rocosos y posteriormente los alternaron con sitios a cielo abierto; estos grupos precerámicos fueron desarrollando progresivamente estrategias de subsistencia basadas en prácticas hortícolas y alfareras, cuyo desarrollo final ha sido asociado con un período arqueológico y cultural denominado Herrera. Posteriormente, tuvo lugar la ocupación por parte de grupos Muisca, quienes desarrollaron actividades agrícolas, expandieron su área de habitación hasta nuevos entornos, desarrollaron procesos de organización más complejos y crearon elementos cerámicos con características diferentes. Fueron estos grupos a quienes encontraron los españoles a su llegada al altiplano en el siglo XVI, época de conquista que trajo consigo diversas transformaciones culturales manifestadas en el registro arqueológico producido tanto por los Muisca como por los españoles, y que dan cuenta de nuevas dinámicas humanas en la región.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Para el desarrollo y análisis de estos antecedentes arqueológicos e históricos, se hace un recorrido que parte desde la Sabana de Bogotá como escala regional, resaltando las evidencias arqueológicas más relevantes que dan cuenta de los desarrollos culturales y patrones espaciales, resaltando las evidencias arqueológicas más relevantes que dan cuenta de los desarrollos culturales y patrones espaciales que han tenido lugar en diferentes épocas en la región, hasta circunscribir la atención a las localidades que se encuentran en cercanías al área de influencia del proyecto.

El abordaje se centrará en la información referente a los patrones de asentamiento de los diferentes grupos humanos que han habitado la región, cómo se reflejan en el territorio estos usos y cuáles fueron las transformaciones que tuvieron lugar durante los diferentes períodos arqueológicos. Así, se hará una caracterización del período precerámico, del Muisca temprano y del Muisca Tardío; y, posteriormente, partiendo de algunas referencias etnohistóricas disponibles, se caracterizará parcialmente el período colonial en el área.

2.9.3.1 PERIODOS ARQUEOLÓGICOS

2.9.3.1.1 Período Precerámico

- **Los Primeros Habitantes de la Sabana de Bogotá**

Los primeros datos sobre ocupaciones precerámicas en la Sabana de Bogotá se relacionan con grupos cazadores recolectores que ocuparon abrigos rocosos a partir del año 12.400 antes del presente (A.P.) (Botiva, 1989). Los vestigios encontrados en la región para este período han permitido establecer correlaciones entre grupos humanos localizados en áreas distintas, cercanas y distantes.

De tal manera, se han identificado mecanismos de adaptación asociados a desarrollos culturales que pueden identificarse tanto con un momento temprano del período precerámico como con uno más tardío. La diferencia temporal entre estos dos momentos está determinada por una serie de transformaciones culturales relacionadas principalmente con un cambio en la industria lítica utilizada y con el paso de habitar abrigos rocosos a habitar sitios abiertos, es decir, con el desarrollo de técnicas de horticultura y con un proceso de sedentarización (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003), (Jaramillo L. G., 2015), (Botiva, 1989) y (Groot, 1992).

En los sitios más tempranos del precerámico, que pueden ser ubicados entre el 12.400 y el 5.000 A.P. se ha podido establecer que los grupos humanos que habitaron la sabana practicaron la caza de mamíferos medianos y pequeños y un patrón de asentamiento basado en el uso de abrigos rocosos como lugares de habitación; entre estos sitios están El Abra, El Tequendama, Tibitó, Nemocón, y Chía III (Groot, 1992).

El sitio El Abra (Zipaquirá) presenta varios niveles de ocupación entre 12.400 AP, la fecha más antigua para la Sabana, y 2 750 A.P. Las evidencias constan de un conjunto lítico en chert, con bordes cortantes elaborados a partir de la técnica de percusión, así como restos de carbón vegetal. En los abrigos rocosos del Tequendama, en Soacha, se identificaron yacimientos estratificados correspondientes a 3 ocupaciones humanas en una secuencia temporal entre 10.920 años A.P. hasta aproximadamente 5.000 A.P. para el período

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

precerámico. Se recuperaron artefactos como raspadores y un fragmento de proyectil, único registro de este tipo para la sabana, relacionado con hallazgos en el Valle del Magdalena (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) y (Botiva, 1989).

El sitio de Tibitó, localizado en Tocancipá, norte de la Sabana de Bogotá, presenta evidencias culturales que marcan la coexistencia humana con megafauna del pleistoceno. En este sitio a cielo abierto se identificaron 2 ocupaciones y una antigüedad aproximada de 12.000 años A.P., con restos de animales como mastodontes y caballo americano, junto con restos de venado y artefactos líticos y en hueso; por esta razón, ha sido considerado como un posible sitio de cacería, aunque hay algunos autores que consideran que tal asociación no es clara y que solo implica la coexistencia humana con megafauna (Correal, 1990), (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) y (Jaramillo, 2015) (Botiva, 1989).

El sitio de Nemocón, localizado al noroeste de la Sabana de Bogotá, presenta 4 ocupaciones humanas, de las cuales la más antigua se sitúa entre los años 9.000 y el 8.000 A.P. con un poblamiento esporádico de pequeños grupos que consumían preferentemente venado, pero también conejo, curí y armadillo. Hacia el 7.530 A.P. hay evidencias de que la población se hace más densa con un aumento en la aparición de instrumentos líticos y hacia el año 5.000 A.P. termina la ocupación del sitio (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003). Este guarda relación con el sitio a cielo abierto denominado Checua, excavado posteriormente por Ana María Groot, y que será expuesto más adelante.

Por otra parte, Chía III, la ocupación bajo abrigo rocoso más antigua del sitio Chía (Ardila, 1984), fechada entre 7.500 y 5.000 años A.P., fue ocupado por un pequeño grupo que practicó principalmente actividades de recolección, aunque sin abandonar la cacería, en especial de venado. En ésta se identificaron 7 enterramientos contemporáneos con presencia de ajuar consistente en artefactos líticos y restos de fauna como venado y conejo. Uno de estos enterramientos arrojó una fecha de 5040 AP, y se observaron por primera vez restos dentarios con caries para épocas pre agrícolas (Botiva, 1989).

Alrededor del año 5.000 A.P., y hasta el 2.500 A.P., las evidencias arqueológicas muestran cambios importantes en los mecanismos de adaptación de estos grupos humanos, ya que se establecieron también en terrazas y colinas bajas alejadas del área de inundación de la sabana y próximas a antiguos lagos, de manera que ocuparon los abrigos rocosos como estaciones de paso, sin abandonarlos por completo, y se instalaron también en estos sitios a cielo abierto. Allí hicieron uso de nuevos instrumentos líticos como yunques y cantos rodados con bordes desgastados que se han asociado a actividades relacionadas con el manejo de plantas y/o tubérculos; además, se pudo identificar un aumento en la población y una mayor complejización con respecto a los grupos más tempranos (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) y (Groot, 1992). Entre estos sitios se encuentran Aguazuque, Vistahermosa, Zipacón, Checua, Galindo, Sueva y Neusa.

El sitio más representativo de esta época es Aguazuque, donde se identificaron prácticas de subsistencia orientadas más hacia la recolección y experimentación agrícola, y se observaron manifestaciones culturales con mayor nivel de complejidad como prácticas

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

rituales y expresiones estéticas y simbólicas, a través de la pintura en hueso y en los usos del espacio para habitación y para las mismas prácticas rituales (Groot, 1992).

Aguazuque, excavado por Gonzalo Correal en el municipio de Soacha, al suroeste de la Sabana de Bogotá, presenta 6 ocupaciones humanas sucesivas durante el lapso comprendido entre los años 5.025 y 2.725 A.P., correspondientes a grupos de cazadores recolectores horticultores y, en menor grado, pescadores. Los patrones de asentamiento identificados difieren de los ya conocidos para los cazadores recolectores que ocuparon los abrigos rocosos de la Sabana de Bogotá y sus alrededores, pues los sitios de habitación se localizaron en una terraza amplia, donde establecieron estructuras circulares. Estas estructuras presentaron características asociadas como posibles paredes en bambú para la primera ocupación (5.025 ± 40 A.P.) y plataformas cubiertas con ocre en la tercera ocupación (3.860 ± 35 A.P.). Un rasgo particular de este sitio, para el cual no se conoce otro registro arqueológico similar, es la presencia de un entierro colectivo circular integrado por 23 individuos, adultos y niños, de ambos sexos. Además, en relación con las prácticas funerarias, también se encontraron entierros primarios simples, dobles e inhumaciones de restos aislados y frecuentemente calcinados, huesos largos pintados de rojo y entierros de niños pintados de blanco y rojo.

En cuanto a los materiales culturales recuperados se tiene la presencia de artefactos líticos de la clase abriense; cantos rodados redondeados y con perforación bicónica, que pudieron haber servido como pesas para redes; yunques, utilizados para romper nueces y otros productos vegetales; y bases planas de molienda. Además, artefactos de hueso como punzones, perforadores, raspadores y cuchillos. Así también, se hallaron restos vegetales calcinados de plantas cultivadas, asociadas con la tercera ocupación y una fecha de 3.850 ± 35 A.P, entre las cuales se identificaron la calabaza y la íbia, que indican el desarrollo de técnicas hortícolas, es decir, de prácticas asociadas con una agricultura incipiente. Estos hallazgos establecen una diferencia importante en la forma de subsistencia de los grupos humanos que habitaron el sitio de Aguazuque, quienes practicaron la recolección intensiva, la pesca y la horticultura. Finalmente, en la sexta y última ocupación del sitio, la cual no cuenta con una cronología específica por el alto grado de alteración antrópica reciente, se encontró cerámica asociada a los tipos Tunjuelo Laminar y Guatavita desgrasante tiestos, relacionados con el período cultural Herrera, así como vestigios modernos (Correal, 1990).

El sitio de Checua, presenta características similares a las identificadas en Aguazuque, en cuanto a las evidencias de complejización de los grupos de cazadores recolectores que habitaron la sabana. Corresponde a un asentamiento al aire libre en la cima de una colina, donde se identificaron 4 zonas de ocupación que corresponden a una secuencia cultural desde aproximadamente 8.500 hasta 3.500 años A.P. La primera ocupación indica un poblamiento esporádico y estacionario por parte de pequeños grupos que hacían uso de instrumentos líticos como cantos rodados y percutores utilizados para manipulación de vegetales y golpeado de semillas, así como de elementos cortantes. Hacia la segunda ocupación (7.900 A.P.) la influencia humana es más intensa, el sitio es ocupado de forma estacionaria pero la permanencia es más prolongada, como lo indican las adecuaciones del área manifestadas en las huellas de poste que delimitaban un área circular. Incrementa la presencia de instrumentos líticos y se encuentran herramientas de hueso y enterramientos humanos con posible ajuar funerario. También se encuentra una flauta en hueso.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Estas dos ocupaciones son contemporáneas con la ocupación del sitio Nemocón 4, lo cual lleva a considerar que los abrigos rocosos no fueron abandonados por completo, sino que fueron utilizados simultáneamente con los sitios a cielo abierto. La tercera ocupación es relacionada con la primera zona de ocupación de Aguazuque, y fechada por correlación con esta en aproximadamente 5.025 A.P. Presenta un apisonado compacto con huellas de poste demarcando de nuevo una estructura circular; además, se reconoció el entierro de un niño con ocre diseminado en la base, lo que se relaciona con los hallazgos en Aguazuque. En cuanto a los materiales culturales, se encontraron líticos relacionados con la transformación de tubérculos. La cuarta y última ocupación presenta un piso de piedra con acumulación de areniscas - muchas de ellas quemadas-, varios enterramientos, artefactos líticos y en hueso, así como cerámica antigua y moderna. Esta presenta alteración por actividades agrícolas. Finalmente, hacia el 3,000 A.P. el sitio es abandonado (Groot, 1992).

En las investigaciones del sitio de Galindo se mantiene el abordaje de la hipótesis de la simultaneidad en el uso de sitios bajo abrigo rocoso y a cielo abierto desde al menos 9.000 años, luego de lo cual, hacia el 5.000 A.P. los grupos cazadores recolectores iniciaron un proceso de sedentarización relacionado con la preferencia de asentamientos en sitios a cielo abierto.

Los hallazgos arqueológicos evidencian que la ocupación del sitio, localizado en una terraza coluvial en Bojacá, comienza hacia el 8.740 A.P. Se identificaron 3 niveles precerámicos y 1 cerámico. El nivel de ocupación I (entre el 8.740 A.P. y el 8.000 A.P.) corresponde a una estadía humana muy corta en un área reducida, con presencia de pocos vestigios como industria lítica no muy elaborada y 3 áreas de fogón. El nivel de ocupación II continúa siendo estacional y está relacionado con pequeños grupos nómadas que permanecieron poco tiempo en el lugar y no acondicionaron el sitio; se evidencia un cambio en la alimentación, pues no consumieron venado como en el nivel anterior, sino sólo curí y patos. El nivel de ocupación III, que comienza hacia el 8.000 A.P., corresponde al momento más intenso de ocupación de la terraza, cuando sus ocupantes acondicionaron el espacio habitable en un área mayor. Se encontró una acumulación de areniscas delimitando un área circular, así como un suelo apisonado correspondiente a un horizonte de arcilla endurecida proveniente de otro lugar; su economía se basó en la caza y la recolección. Posteriormente, en el sitio se sitúa el final de las ocupaciones precerámicas antes del 5.000 A.P., cuando se observan ocupaciones de la terraza por grupos agroalfareros que pasan por allí sin hacer uso de éste por largo tiempo ni acondicionar estructuras. Esto corresponde al nivel de ocupación IV, que por correlación puede situarse entre 3.270 y 1.260 A.P. y se relaciona con un grupo perteneciente al período cultural Herrera y períodos más recientes (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003).

En Vistahermosa, estación precerámica a cielo abierto localizada en Mosquera al borde de la laguna de la Herrera (Correal, 1987), se identificaron 2 niveles de ocupación, el primero de los cuales está fechado en 3135 A.P., y se caracteriza por la presencia de un piso de piedras con postes de madera horizontales posiblemente usados como aisladores de humedad. Sobre éste se encontraron artefactos en hueso y asta de venado, así como objetos líticos abundantes, entre los que aparecen maceradores de vegetales utilizados para molienda de granos, lo cual indica la práctica de la recolección junto con la cacería. También se hallaron fogones y entierros humanos. El segundo nivel de ocupación fue

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

fechado en 3.140 A.P. (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003), (Botiva, 1989) y (Correal, 1990).

Sueva, localizado en Junín, presenta 3 ocupaciones humanas. La primera ocupación en el año 10.090 A.P., cuenta con presencia de instrumentos líticos mayormente cortantes, cuya elaboración pudo haberse dado en otra parte debido a los pocos desechos de talla encontrados; en este sitio se identificó una variación importante en los objetos líticos utilizados, ya que para la última ocupación, hacia el 2.000 A.P., se encuentran metates y maceradores relacionados con la práctica de la agricultura o una recolección más intensiva (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003).

Finalmente, los hallazgos en el sitio de Zipacón indican la coexistencia de patrones de subsistencia basados en la caza y la recolección (vegetal y animal) con desarrollos agrícolas y alfareros en la Sabana de Bogotá antes del 3.270 A.P. En este lugar se identificó el cultivo incipiente de maíz, calabaza y batata y la presencia de fauna como mamíferos, peces aves y caracoles, además de semillas de aguacate que, junto con los rasgos de la cerámica encontrada, sugieren relación con el Valle del Magdalena; a partir de estas evidencias, se considera que existió una posible lenta migración de grupos de recolectores, horticultores y alfareros desde esa región hasta el altiplano. Además de esto, el sitio presenta gran relevancia para la arqueología y trayectoria de la ocupación humana en la Sabana de Bogotá pues arrojó las evidencias más antiguas del período cultural denominado Herrera, que se remontan al 3.270 A.P. (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) (Botiva, 1989).

La información obtenida a lo largo de las últimas décadas a partir de las diferentes investigaciones arqueológicas adelantadas en la región de la Sabana de Bogotá, de las cuales se trató de exponer algunos de los datos más relevantes en las páginas anteriores, permiten definir una secuencia de cambio cultural que muestra cómo en un lapso de cerca de 8.000 años (entre el 12.000 A.P. y el 4.000 A.P.) esta región fue ocupada por grupos humanos que además de la caza de diferentes especies de animales fueron incorporando paulatinamente nuevos mecanismos adaptativos relacionados con las prácticas hortícolas (Jaramillo, 2015).

- **El período Herrera y la sedentarización en la sabana**

Después de las ocupaciones de cazadores recolectores, inician en la Sabana de Bogotá y sus alrededores las primeras manifestaciones agrícolas y alfareras por parte de grupos humanos más estables. Podría tratarse de los mismos habitantes tempranos que cambiaron sus estrategias adaptativas, o grupos procedentes de regiones vecinas que se instalaron en la región y basaron su subsistencia en una horticultura incipiente; además que centraron su alimentación menos en las actividades de cacería y más en la recolección de vegetales. Estos primeros grupos alfareros han sido asociados con el período cultural denominado Herrera, que se caracteriza por ser el estilo cerámico más antiguo del altiplano cundiboyacense, desarrollado entre el período precerámico tardío y el período Muisca (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003), es decir, entre el 300 a.C. y el 200 d.C. siguiendo la propuesta cronológica de Boada (2006).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

Estos grupos humanos fueron mucho más densos y sedentarios que los del período anterior, con agrupaciones que pudieron formar comunidades en áreas de hasta 5 hectáreas, aunque la mayor parte de la comunidad se organizaba en unidades domésticas individuales sin evidencias de jerarquías regionales (Jaramillo, 2015). Se establecieron en sitios sobre colinas, áreas abiertas y abrigos rocosos; además, aprovecharon los recursos ofrecidos por los diferentes pisos térmicos existentes en la región, que van desde un clima cálido hasta el páramo (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) (Botiva, 1989). Posiblemente también habitaron en pequeños caseríos sobre terrazas fluviales (LLeras, 1989), fuera del alcance de las inundaciones de la Sabana, pero con acceso directo al agua (Rodríguez, 2019).

Entre el siglo III a.C. y el II d. C. ocuparon temporalmente abrigos rocosos y se tienen evidencias de utilización de sitios a cielo abierto como Zipaquirá V donde se demostró que los primeros habitantes implementaron el cultivo de maíz y quinoa hacia el 150 d.C. (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003); sin embargo, las primeras evidencias de cultivo de maíz en el altiplano están en sitios diferentes como El Abra, 800 a.C.; la laguna de la Herrera, 740 a.C.; y La Filomena, 738 a.C. (Rodríguez, 2019).

La cerámica Herrera está caracterizada por el predominio de una decoración con incisiones y ha sido la base para determinar la secuencia temporal abarcada por este período. Los tipos cerámicos que caracterizan este periodo son Mosquera Roca Triturada, Mosquera Rojo Inciso, Zipaquirá Rojo sobre Crema y Zipaquirá Desgrasante Tiestos (Boada, 2006).

Para definir el rango temporal de este periodo han tenido lugar diferentes propuestas, que muestran algunas variaciones notables. Entre estas vale la pena mencionar la que fue recientemente definida por Boada y Cardale (2017) en la que el período abarca entre el 400 a.C. y el 1.000 d. C. y se divide en 3 épocas: el Herrera Temprano, desde el 400 a.C. hasta el 200 d.C., el Herrera intermedio que va del 200 al 700 d.C., y el período Tardío, del 700 al 1.000 d.C. Sin embargo, para este documento continuamos basándonos en las fechas propuestas por Boada, según las cuales el Herrera comprende desde 300 a.C. y el 200 d.C. Durante este periodo se desarrolló la explotación de las fuentes de aguasal (Botiva, 1989) (Pinto, Galindo, un sitio a cielo abierto de cazadores/recolectores en la Sabana de Bogotá (Colombia, 2003) (LLeras, 1989), y se encuentran ausentes tejidos, orfebrería y cerámica ceremonial (Botiva, 1989). Sin embargo, existen diferentes cronologías que difieren en la temporalidad de estos períodos, entre las que se toma también como referencia la expuesta por Jaramillo (2013) basado en Boada (2006), según la cual el período Herrera se ubica entre el 300 a.C. y el 200 d.C.

Con respecto a la contemporaneidad de los desarrollos agrícolas y alfareros durante este período, se ha afirmado que las actividades agrícolas fueron anteriores a la producción de elementos cerámicos, basándose en análisis de restos humanos y en algunas investigaciones arqueológicas que sugieren que la cerámica fue traída al altiplano por grupos provenientes de otras áreas; sin embargo, se considera que el cultivo de tubérculos se practicaba antes del desarrollo de la alfarería (Herrera, 2008).

De todas maneras, aún hay vacíos investigativos que permitan entender si los grupos cerámicos Herrera son descendientes directos de los grupos de cazadores recolectores que habitaron en épocas tempranas la Sabana de Bogotá, o si por el contrario se trata de grupos

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

procedentes de otras regiones, como el valle del Magdalena (Jaramillo, 2015); es decir, si los cambios adaptativos y culturales observados se deben a un desarrollo endógeno o no.

2.9.3.1.2 Períodos Muisca Temprano y Muisca Tardío: sociedades complejas

La tercera ocupación de la Sabana de Bogotá corresponde a la cultura Muisca, a partir de la cual se designa el espacio temporal en el que tuvieron lugar los desarrollos asociados a estos grupos humanos que habitaron las tierras altas de la cordillera oriental, en los actuales departamentos de Cundinamarca y Boyacá. La definición del rango temporal correspondiente a este período, tal como para el anterior, presenta diferentes propuestas y acercamientos; sin embargo, continuaremos con la propuesta de Boada (2006), según la cual este período abarca desde el 200 d.C. hasta el 1.600 d.C., con 2 momentos diferenciados entre temprano (200 – 1.000 d.C.) y tardío (1.000 d.C. y 1.600 d.C.).

Aunque la denominación Muisca ha sido ampliamente utilizada en las diversas investigaciones arqueológicas e históricas de la región, se ha problematizado su uso debido a que agrupa bajo un mismo nombre a un conjunto de sociedades que, aunque compartían ciertos rasgos culturales, también presentaban grandes diferencias en aspectos económicos, políticos, usos del territorio e incluso en la lengua. El término fue utilizado inicialmente por los conquistadores y cronistas españoles para referir e imponer una unidad cultural a partir de la generalización de la palabra “mosca”, que era como se designaba “persona” en las diferentes lenguas de los pueblos contactados en la región; por lo cual se sabe que se usó como aglomerante de grupos humanos diferentes y que por tanto no refiere una unidad cultural homogénea. Sin embargo, dada la relación cultural y espacial de los mismos, se ha usado el término Muisca como referente pero más geográfico que cultural (Gamboa, 2010) y (Gamboa, 2008).

La ocupación muisca presenta cambios importantes con respecto al período anterior. Se reporta la mayor densidad demográfica de la sabana y el área ocupada fue por lo menos 4 veces mayor que la utilizada por los grupos Herrera; además, mientras que éstos hicieron uso tanto de abrigos rocosos como de sitios a campo abierto, los Muiscas solo se asentaron en estos últimos, siendo así la primera ocupación sedentaria de la región. Desarrollaron prácticas agrícolas basadas principalmente en el cultivo del maíz y sistemas hidráulicos para su producción; produjeron elementos orfebres complejos y tejidos; y materiales cerámicos no solo de uso doméstico, sino también ritual y para intercambio. Además, como característica más notable de la cerámica muisca se observó el uso de diseños pintados que reemplazaron las decoraciones incisas del período anterior (Botiva, 1989), (LLeras, 1989), (Rodríguez, 2019) y (Boada, 2006).

Al respecto se ha afirmado que tales cambios pueden haberse derivado de procesos migratorios de grupos de habla chibcha o de transformaciones internas, lo que condujo a la evolución de un mismo grupo en períodos distintos, ya que la transición se dio de forma gradual y en algunos sitios se observó la coexistencia de las dos tradiciones (Rodríguez, 2019) y (Ome, 2006). Así también, se ha considerado la hipótesis de que los grupos muiscas desplazaron o absorbieron a los grupos Herrera (Zambrano, y otros, 2000), y que estos son de distinta filiación cultural y de origen disímil (Botiva, 1989).

Los abundantes vestigios encontrados en la región indican que los grupos humanos de este período ocuparon e hicieron uso de todas las áreas habitables, mostrando una tendencia al

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

agrupamiento de los asentamientos a lo largo de los valles de los ríos. Además, que los poblados fueron localizados de acuerdo con el potencial agrícola de las áreas, dada la correlación de la ubicación de los asentamientos encontrados con las zonas de mejores tierras (LLeras, 1989).

La producción agrícola en esta época era abundante y las tierras de cultivo se encontraban dispersas, lo cual implicó una gran movilidad poblacional que hizo que cada unidad política estuviera compuesta por varios asentamientos, localizados generalmente a lo largo de un valle, y no solo por un asentamiento nucleado (LLeras, 1989).

Durante el período Muisca Temprano se observa un aumento en la densidad poblacional con respecto al período Herrera, y los lugares habitados previamente se mantuvieron y se extendieron hacia las áreas vecinas, incluyendo las terrazas a lo largo el río Bogotá y el valle Aluvial; se establecieron asentamientos dispersos y aldeas nucleadas (Rodríguez, 2019).

Este gran aumento poblacional que ocurrió entre el período Herrera y el Muisca, ha sido relacionado con el desarrollo de formas eficientes de producción agrícola, así como con la implementación de sistemas de manejo del agua que les permitieron ocupar y adecuar zonas inundables de la Sabana (Rodríguez, 2019). Es decir, representa un aspecto fundamental de adaptación por parte de estos grupos humanos a un entorno difícil con condiciones adversas para su ocupación, que les permitió desarrollar nuevos patrones espaciales y prácticas de subsistencia.

Estos sistemas agrícolas se empezaron a construir hace 3.000 años y corresponden a camellones que fueron utilizados por estos grupos humanos como plataformas para cultivo, cuyo origen puede relacionarse con el aprovechamiento de depósitos de sedimentos que dejaban los meandros del río Bogotá. Posteriormente, los fueron expandiendo hasta abarcar gran parte de la Sabana, donde se tienen como fechas más antiguas las de 1.324 +/-40 a.C. en Guaymaral (página 972) y 738 +/- 40 a.C. en La Filomena, los dos localizados en Suba; estas coinciden con las fechas de datación de polen de maíz en el sitio Zipacón (1320 +/-39) y en el sitio La Herrera (740 +/- 100) y con presencia en la dieta de individuos del Tequendama entre 1.500 a.C. y 1.000 a.C., y de Aguazuque, en 775 a.C. (Rodríguez, 2019). Es decir, su construcción se remontaría hasta épocas precerámicas.

Posteriormente, para el Muisca Tardío, se evidencia una complejización de las estructuras sociales que derivó en la organización en cacicazgos confederados, donde se estableció una diferenciación social basada en el prestigio personal. Las pautas de asentamiento mixto se mantuvieron con aldeas nucleadas, denominadas cercados, y asentamientos dispersos. También para este período se dio un aumento poblacional evidente en la densificación en la ocupación del espacio, y aumentaron los asentamientos en zonas bajas de la planicie, en las faldas de los cerros de Cota y Suba, y en la llanura de inundación del río Bogotá (Rodríguez, 2019). Además, continúa el uso de camellones para producción agrícola.

En este sentido, se ha demostrado que la organización del territorio y de la población muiscas se encontraba determinada por el parentesco, el cual definía las unidades de residencia social, la distribución y tenencia de la tierra, entre otros. Así, las células de parentesco básicas se constituyeron como unidades territoriales llamadas pueblos, por encima de los cuales se organizó buena parte de la población en confederaciones bajo el

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

mando de caciques mayores, y como último, el más alto rango de la jerarquía estaba compuesto por al menos 4 caciques regionales: Bogotá, Tunja, Duitama y Sogamoso, los cuales congregaron a pueblos y caciques mayores en estructuras mayores (Lleras, 2000).

Durante todo el periodo Muisca se dio un desarrollo significativo de la orfebrería, la cual se caracteriza por su dedicación primordial a la elaboración de figuras votivas, donde más de la mitad de las piezas halladas está constituida por figurinas de ofrenda. Las piezas restantes corresponden sin mayor variedad a piezas de adorno, pequeños objetos y materias primas de fundición; de estas, se ha comprobado que parte de las piezas de adorno fueron también utilizadas como ofrendas. Además, en los estudios realizados sobre la práctica orfebre muisca, ha podido comprobarse que existe una correlación entre las áreas de mayor concentración de hallazgos y los territorios de los cacicazgos más importantes del sur del territorio muisca, con muy pocas excepciones, lo cual sugiere una probable contemporaneidad de la producción orfebre con las estructuras cacicales, es decir, con el período Muisca Tardío; incluso, se considera que la presencia de jefes político-religiosos en estos territorios fue determinante en la producción de las concentraciones de estos elementos (Lleras, 2000).

Asimismo, se ha podido corroborar que los Muiscas llevaron a cabo el intercambio de productos en varios sitios específicos donde se realizaban mercados periódicos, de forma que en su territorio existían unas áreas de frontera que, siguiendo los planteamientos de Langebaek (1987), tenían como propósito, entre otros, garantizar la circulación de mercancías y regular el comercio con otros pueblos, para mantener la economía y acceder a recursos de fuera de su territorio que generaban estatus social y dinamizaban su economía.

En cuanto a las prácticas funerarias, se han observado variaciones relacionadas con el estatus del personaje enterrado dentro de su sociedad (Botiva, 1989), además de la coexistencia de entierros humanos y estructuras correspondientes quizás a viviendas, especialmente hacia la zona sur de la Sabana. Allí es posible identificar un patrón consistente en tumbas de pozo simple, rectangular u ovaladas, sin presencia de lajas, donde se situaron individuos en posición decúbito dorsal generalmente extendidos. El ajuar suele estar compuesto por piezas cerámicas, artefactos líticos y herramientas en hueso, así como fauna y vegetales (Leguizamón, 2012).

Sin embargo, en las excavaciones realizadas por Botiva (1976) en el municipio de Guasca y áreas colindantes en Sopó y Guatavita, se registraron formas y estructuras funerarias diferentes a las mencionadas, principalmente rectangulares, poco profundas (1 m aprox.) y cubiertas con lajas de piedra. También tumbas de pozo con cámara lateral, algunas con varias cámaras selladas con lajas de piedra y con profundidades mayores (1.80 m promedio). Otro tipo estuvo compuesto por una bóveda rectangular, con la entrada cubierta por pequeñas lajas continuas (Botiva, 1989).

Además de esto, entre los patrones espaciales implementados por los Muiscas en el territorio de la Sabana, se identificaron también plantas de vivienda circulares que son delimitadas por huellas de poste ovaladas o redondeadas (Leguizamón, 2012), siguiendo un patrón de asentamiento mixto relacionado con la formación de grandes aldeas y la construcción de viviendas dispersas, permanentes o temporales, situadas en los sitios de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

cultivo; tuvieron templos construidos en forma circular e hicieron uso de lugares de culto y ofrenda como cavernas, grandes piedras, lagunas y las cumbres de algunos cerros.

En este sentido, otros hallazgos que han sido asociados con la ocupación y simbología Muisca es el que se relaciona con las manifestaciones rupestres existentes en numerosas zonas de la Sabana de Bogotá y el altiplano cundiboyacense. Entre estas, unas de las más representativas son las pictografías de las Piedras de Tunja en Facatativá, con gran cantidad de dibujos distribuidos en 63 murales, pequeños y grandes, pintados sobre 32 piedras (Botiva, 1989). Sin embargo, Botiva (2000) ha planteado que, dado que no presentan una clara asociación cultural, no permiten una reconstrucción satisfactoria de su contexto social, político o cultural, y, por tanto, su ubicación cronológica es insegura.

Finalmente, hay que mencionar que a pesar de las numerosas investigaciones que han abordado la temática Muisca en la Sabana de Bogotá y el altiplano cundiboyacense, continúan algunos interrogantes acerca de si la transición entre los grupos Herrera y los grupos Muisca se debe a un desarrollo endógeno o si por el contrario representa la llegada a la región de grupos procedentes de otras regiones como el valle del Magdalena (Jaramillo, 2015) o de otras comunidades de filiación chibcha (Herrera, 2008). Al respecto, se debe mencionar que desde la bioantropología se ha apoyado la teoría del desarrollo endógeno, intentando mostrar que existe una homogeneidad en los grupos del altiplano como resultado de la ausencia de flujos migratorios posteriores a su llegada, lo cual implica que se trata de un grupo que habitó el altiplano por casi 12 000 años, transformándose y complejizándose hasta la llegada de los españoles en el siglo XVI (Rodríguez Cuenca 2011) en (Rodríguez, 2019). Sin embargo, parece no existir un consenso aún al respecto que se base en las múltiples evidencias arqueológicas halladas.

2.9.3.2 ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS LOCALES

2.9.3.2.1 Asentamientos y sistemas agrícolas en Cota y Suba

En el año 2006 Ana María Boada llevó a cabo un estudio exhaustivo de los sistemas agrícolas de camellones en la Sabana de Bogotá mediante el reconocimiento sistemático de una superficie de 92 km² en los municipios de Fontibón, Cota y Suba, complementado por el análisis de fotografías aéreas. A partir de esto, y de su relación con resultados previos en investigaciones realizadas por otros autores (Broadbent 1986, 1987); (O'Neil 1972); (Bernal, 1992) y (Kruschek 2003) y por ella misma (Boada 2000), estableció que las poblaciones prehispánicas utilizaron grandes extensiones de suelos húmedos e inundables para la producción agrícola en Funza, Mosquera, Fontibón, Bogotá, Suba, Cota y Chía, por medio de la construcción de camellones a orillas del río Bogotá y en el centro de la Sabana. Estos camellones fueron localizados en la llanura de inundación del río, en las terrazas aledañas y en la terraza intermedia entre la llanura de inundación y la ladera de la montaña (Boada, 2006). A continuación, se presenta una pequeña reseña de esta investigación, retomando los datos más importantes para el desarrollo del proyecto de infraestructura en el cual se enmarca este diagnóstico.

Específicamente en las zonas de Cota, Suba y Bogotá, Boada identificó un área de 7451 ha. con presencia de camellones y canales en la superficie que abarca entre la orilla oriental del río Bogotá y la Autopista Norte, y desde el humedal Jaboque hasta el aeropuerto de Guaymaral Figura 2-455. Además, también identificó cientos de lotes con material cultural,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental medales de Torca y Guaymaral

principalmente cerámico, perteneciente a los períodos Herrera y Muisca, que permitieron analizar los patrones de asentamiento de las comunidades Muiscas que habitaron este territorio durante diferentes épocas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

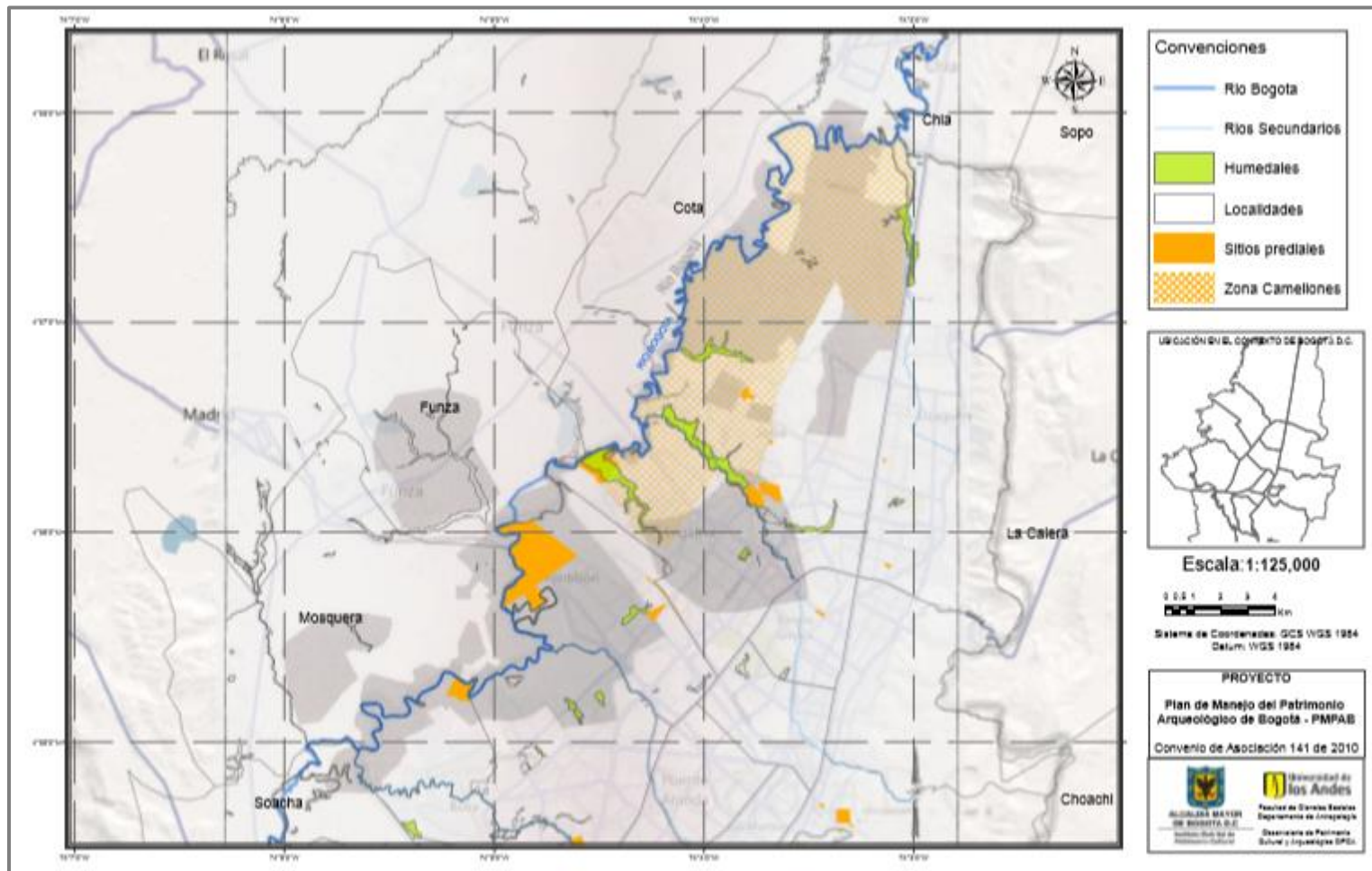


Figura 2- 455. Localización de Camellones.

Fuente: (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural IDPC. Universidad de los Andes CESO. Observatorio del Patrimonio Cultural y Arqueológico OPCA., 2011)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En estas zonas los suelos son negros y ricos en materia orgánica pero con una acidez alta, arcillosos y de drenaje pobre, lo que limita la actividad agrícola y hace necesario el uso de estos sistemas artificiales de drenaje; pero además, estos sistemas de camellones fueron implementados para mejorar la calidad de los suelos a través de los limos que eran depositados en la superficie durante las inundaciones periódicas de la Sabana, para que las raíces no permanecieran con demasiada humedad y se controlaran los excesos de agua en las planicies inundables (Boada, 2006), y para neutralizar los efectos negativos de las heladas de la sabana al crear un efecto de estabilización del clima, ya que el agua de los canales se calentaba durante el día y en la noche ese calor mantenía tibia la tierra evitando que las bajas temperaturas quemaran los cultivos (Erickson, 1988) en (Rodríguez, 2019).

Estos camellones forman un sistema que está compuesto por el camellón, el canal que se encuentra a su lado y lo separa del siguiente camellón, y la forma en que están estructurados varios camellones en el espacio (Boada, 2006). Su construcción estuvo a cargo de núcleos familiares o pequeños grupos comunitarios, y su tamaño y morfología variaron según el grado de inclinación de la planicie, el volumen de agua a controlar, las características del suelo o la forma del río (Rodríguez, 2019).

De esta manera, se han identificado camellones de damero o “ajedrezados” compuestos por conjuntos de franjas de tierra separadas por zanjas que limitan con otro conjunto de franjas de tierra orientadas en otra dirección, y que parecían ser apropiados para mantener el agua; camellones irregulares de gran tamaño (hasta 275 m de largo por 10 de ancho), con zanjas de división más amplias que las de damero, y que son más frecuentes cerca de las vueltas del río que se inundan fácilmente, principalmente en Fontibón; camellones y canales lineales, con largos canales (entre 80 y 1145 m) apropiados para drenar el excedente de agua hacia el río y camellones contruidos a los dos lados del mismo con un ancho de entre 4 y 10 m cada uno, que son comunes en las zonas más bajas como Funza, Mosquera, Fontibón y Bogotá; y camellones paralelos al curso del río ubicados en las curvas cerradas cerca de la orilla, de origen posiblemente natural por consecuencia de la migración del río, pero que fueron aprovechados en épocas prehispánicas, y cuya capacidad es de drenaje (Boada, 2006).

Algunos de estos camellones parecen haber sido utilizados en diferentes épocas del año, dependiendo de la estación y la necesidad de drenaje o mantenimiento del agua, y su forma parece haber estado determinada principalmente por la altura de la Sabana; así, en la zona más alta, que es en el sector norte, desde Chía a lo largo del río Bogotá hasta el humedal de Jaboque, los camellones son de damero, o sea que podrían haber sido usados para mantener el agua, mientras que desde este humedal a lo largo del río Bogotá hasta el río Subachoque, donde el terreno es mucho más bajo, son de tipo lineal, es decir, para drenaje (Boada, 2006).

En la zona de Suba, correspondiente al área de interés del proyecto dentro del cual se enmarca este diagnóstico, fueron excavados varios cortes arqueológicos en diferentes tipos de sistemas de camellones en los sitios de Guaymaral, La Filomena, La Enseñanza y La Conejera. De estos, solo los sitios de Guaymaral y La Filomena arrojaron muestras de polen consistente; además, se logró obtener información acerca de las comunidades que hicieron uso de este sistema de camellones, sus prácticas agrícolas y sus patrones de asentamiento, ya que las terrazas aluviales aledañas al río estuvieron densamente pobladas, especialmente durante el período Muisca (Boada, 2006).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Para el periodo Herrera (300 a.C. al 200 d.C.), se identificó una ocupación escasa representada en una baja cantidad de cerámica Herrera combinada con cerámica del período Muisca Temprano, que aparece en mayor cantidad. Los tipos cerámicos característicos de este período son Mosquera Roca Triturada, Mosquera Rojo Inciso, Zipaquirá Rojo sobre Crema y Zipaquirá Desgrasante Tiestos. En total se encontraron 79 fragmentos cerámicos en el área de reconocimiento, de lo cual se hace un cálculo relativo que arroja un rango de entre 40 y 100 personas que habitaron la zona de Cota y Suba durante este período (20 ha en total).

Los asentamientos se localizaron a ambos lados del río, con diferencias en la cantidad, la forma y el tamaño de acuerdo con el costado en el que se ubicaron; fueron muy dispersos y pequeños, de menos de una hectárea, con posibles casas individuales o pequeños caseríos aislados compuestos por muy pocas casas. Algunos se encuentran cerca de otros formando caseríos dispersos y en otras ocasiones están contiguos formando asentamientos más compactos, a modo de una aldea nucleada de aproximadamente 1.6 ha. Además, la mayoría se localizó en las tierras más fértiles y aptas para la agricultura.

Al occidente, los asentamientos se localizaron sobre una terraza aluvial adyacente a la llanura de inundación, a poca distancia del río o sus afluentes (entre 160 y 450 m). Al oriente se encontraron pocos asentamientos pequeños (entre 0.17 y 0.35 ha) de los cuales casi la mitad estuvieron cerca del río (entre 120 y 370m) y en la llanura de inundación, en el borde de las terrazas aluviales a salvo de las inundaciones, mientras que la otra mitad se ubicó a lo largo de las laderas del cerro de la Conejera, más distantes del río (entre 2.9 y 4.5 km). Estos presentan una distancia regular entre ellos de cerca de 200 m y parecen haber sido puntos de ocupación posteriores a los de la orilla occidental por su pequeño tamaño y por el patrón de distanciamiento regular que guardan entre ellos, que coincide con el patrón del costado occidental. Además, algunos de los sitios de este costado oriental se encontraron junto a los humedales de la zona de Cota y Suba, posiblemente establecidos en un momento posterior cuando las zonas aledañas al río estuvieron ocupadas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

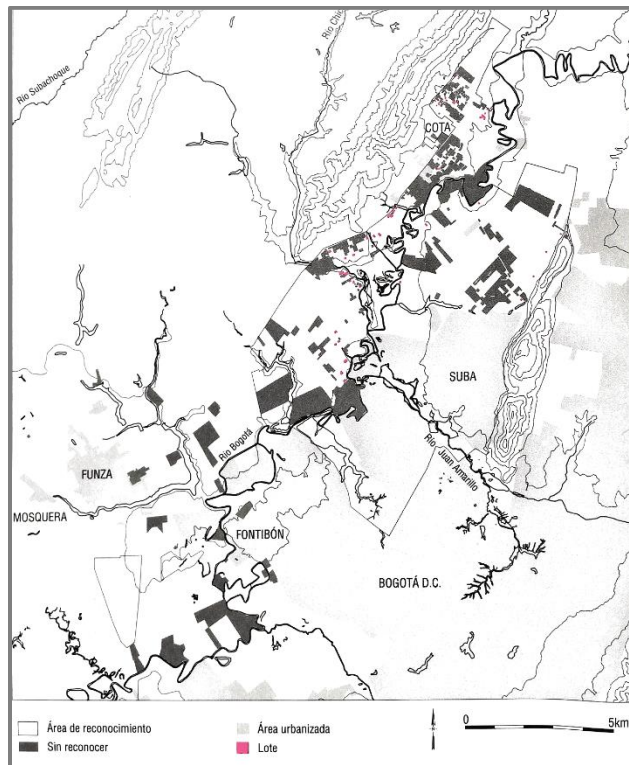


Figura 2- 456. Localización sitios Período Herrera. Fuente: (Boada, Patrones de asentamiento regional y sistemas de agricultura intensiva en Cota y Suba, Sabana de Bogotá (Colombia), 2006) Pp. 64

Durante el Período Muisca Temprano (200 d.C. al 1.000 d.C.) los asentamientos se ubicaron en los mismos lugares que en el periodo anterior, es decir, cerca al río, a los humedales y a las faldas de las montañas; todos sobre tierras aptas para la agricultura. Sin embargo, el área de ocupación aumentó y los asentamientos se ubicaron en aldeas más extensas y dispersas que en el periodo anterior, alrededor de las cuales también se identificaron caseríos dispersos.

La forma y tamaño de los asentamientos a ambos lados del río fueron similares - a diferencia del periodo anterior - y algunos tendieron a seguir creciendo de acuerdo con el curso del río, mientras que otros crecieron hacia la montaña. En el costado oriental se construyeron poblaciones más grandes sobre cada asentamiento pequeño del período Herrera y se identificó un aumento de la población. A pesar de esto, continúa una baja densidad de fragmentos que sugiere una ocupación relativamente escasa calculada en un rango entre 697 y 1.742 personas en Cota, Suba, Chía y Tibaitatá. Los tipos cerámicos que caracterizan este período son Cuarzo Fino y Tunjuelo Laminar, aunque también se agrega el tipo Cuarzo Abundante, con menor proporción de aparición.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

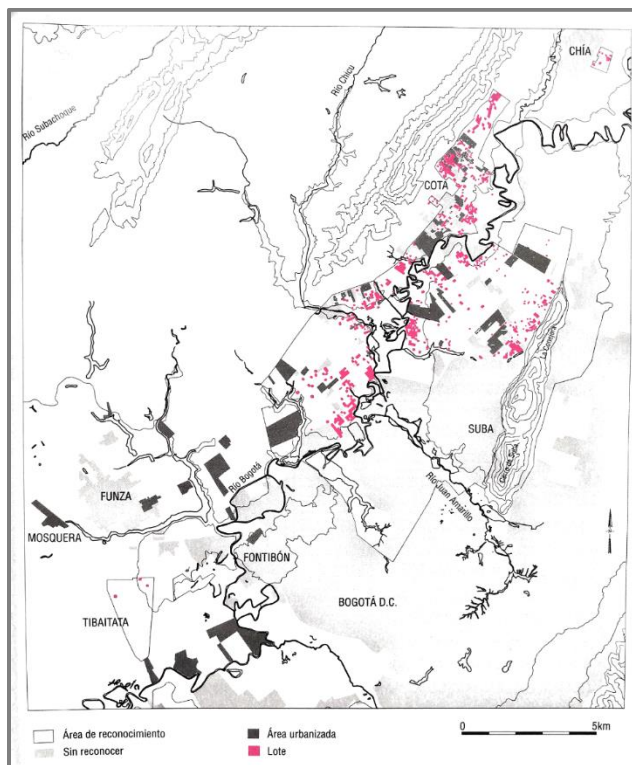


Figura 2- 457. Localización sitios período Muisca Temprano. Fuente: (Boada, Patrones de asentamiento regional y sistemas de agricultura intensiva en Cota y Suba, Sabana de Bogotá (Colombia), 2006) Pp. 73

Durante el período Muisca Tardío (1.000 d.C. al 1.600 d.C.) continúa el incremento en el área de ocupación. Los asentamientos se encuentran en los mismos lugares que en el periodo anterior y su tamaño es similar a estos, aunque con evidencias de aumento de la población. Cerca al río se observaron terrazas aluviales entre 3 y 8 m por encima del nivel del río, y sobre estas se observaron las concentraciones más abundantes de material, por lo cual se considera que corresponden a los asentamientos más densos y grandes en la orilla occidental del río Bogotá. Las poblaciones más pequeñas se encontraron en la orilla oriental.

La ocupación de este período, sin embargo, continúa siendo escasa con un cálculo relativo de población entre 902 y 2.255 personas para la zona. La mayoría de la población vivió en aldeas más concentradas que las del periodo anterior, junto con aldeas con caseríos y viviendas aisladas gravitando alrededor de ellas. Los asentamientos se encuentran a muy corta distancia y sólo en el lado oriental mantienen cierta distancia entre ellos. Se observan tipologías cerámicas diferentes, correspondientes a Guatavita Desgrasante Gris y el Guatavita Desgrasante Tiestos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

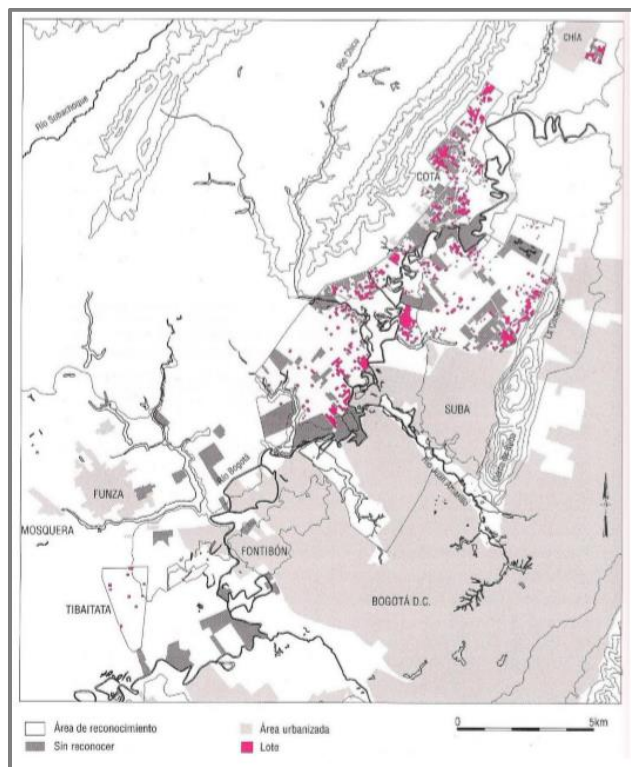


Figura 2- 458. Localización sitios período Muisca tardío. Fuente: (Boada, Patrones de asentamiento regional y sistemas de agricultura intensiva en Cota y Suba, Sabana de Bogotá (Colombia), 2006) Pp. 78

En general, a lo largo de las diferentes ocupaciones se observó que la localización de los sitios estuvo determinada por la maximización en el acceso a los recursos del río y del monte, y a tierras aptas para la producción agrícola.

2.9.3.2.2 Camellones de Guaymaral

En el área de Guaymaral (Suba) Boada pudo observar que se encuentran aún restos de estos sistemas de camellones en estructura de damero o ajedrezados en los prados y las áreas de estacionamiento del aeropuerto de Guaymaral, aunque la mayoría se han visto afectados por actividades modernas asociadas con agricultura e infraestructura. Allí excavó un corte estratigráfico de 5m x 1m a partir del cual obtuvo 2 fechas radiocarbónicas: 580 d.C. y 1.100 d.C., determinadas posiblemente por 2 fases en la construcción de los camellones. Asociadas a estas fechas se identificó polen de maíz, frijol, posiblemente papa (*Solanum*) y una especie sin identificar (*Chenopodium*). La fecha más antigua para estos camellones sugiere su uso desde una época muy temprana relativa a la ocupación de grupos agrícolas sedentarios de una fase temprana del período Herrera o incluso de grupos de cazadores recolectores.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

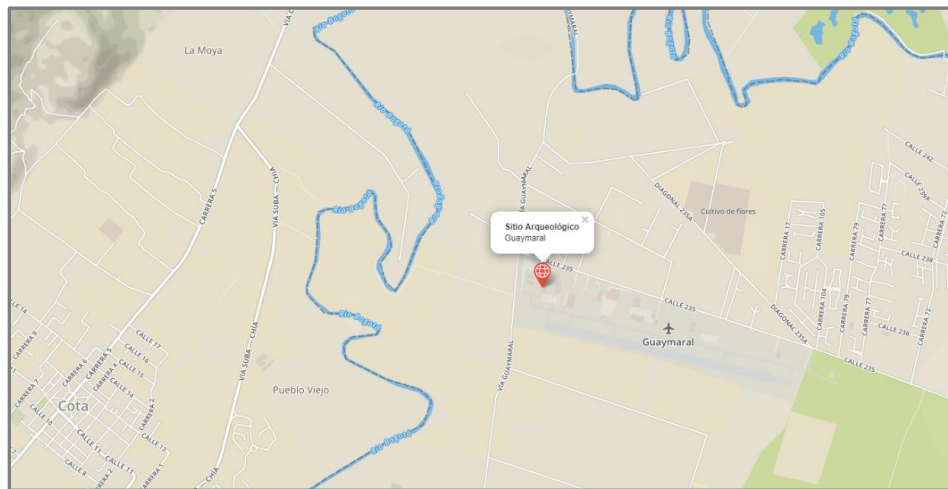


Figura 2- 459. Localización corte estratigráfico en Camellones de Guaymaral. Fuente: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH, 2019- Camellón La Filomena 2.

En el sitio La Filomena el sistema de camellones también tiene una estructura ajedrezada; allí se logró evidenciar que los camellones probablemente alcanzaron una altura de 1.10 m aproximadamente y que las paredes fueron bastante inclinadas. Estos se empezaron a usar en el 500 a.C., y se tienen fechas a partir de muestras radiocarbónicas que indican su utilización hasta el año 1 170 d.C. Estas fechas, como las de Guaymaral, indican que los camellones fueron usados en tiempos muy tempranos por grupos agrícolas de una fase temprana del período Herrera o por grupos cazadores recolectores. Los camellones de esta zona tienen entre 1.50 m y 2 m de amplitud y entre 10 y 17m de largo, y los canales tienen entre 1m y 1.50m de ancho (Boada, 2001).

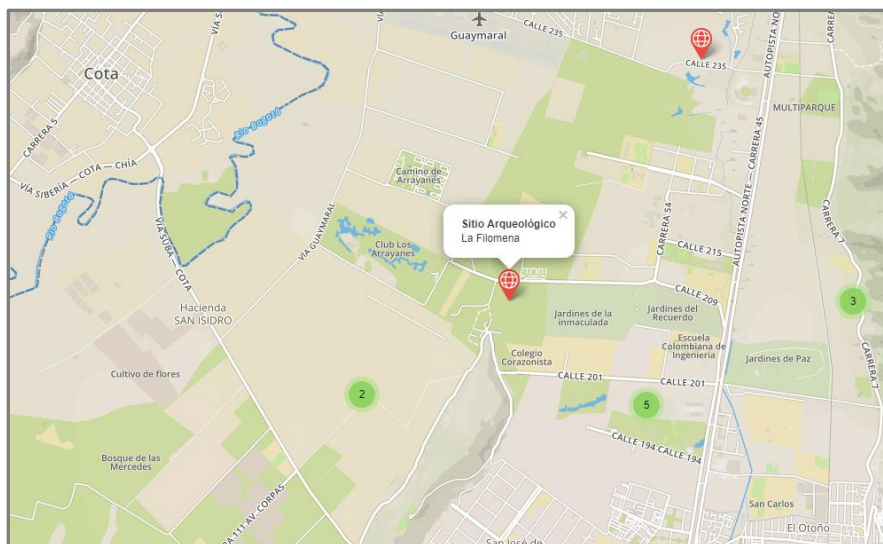


Figura 2- 460. Localización corte estratigráfico en Camellones de La Filomena. Fuente: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH, 2019.

El uso de estos sistemas de agricultura continuó hasta el siglo XVI, y para 1848 ya estaban abandonados como consecuencia de un proceso que posiblemente comenzó a partir de la conquista española cuando empezaron a ser dejados de usar por varios factores, entre los

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

que se encuentra la disminución de la población indígena por efecto de las epidemias traídas por los españoles y su sobre explotación como mano de obra en las minas. Además, porque es probable que durante esta misma época la agricultura de camellones dejara de practicarse para dar paso a la actividad ganadera en la sabana, debido a los altos requerimientos laborales de la agricultura, la carencia de una tecnología adecuada por parte de los españoles para explotar las tierras húmedas y las grandes extensiones de camellones, así como por la introducción de ganado.

2.9.3.2.3 Planes de manejo arqueológico y estudios de arqueología preventiva en la localidad de Suba

El documento Plan de Manejo del Patrimonio Arqueológico de Bogotá -PMPAB (Universidad de los Andes. Observatorio del Patrimonio Cultural y Arqueológico), elaborado en el año 2011 por un equipo liderado por el arqueólogo Luis Gonzalo Jaramillo, reporta los sitios arqueológicos identificados hasta esa fecha en Bogotá de acuerdo a las localidades en las que se hallaron y determina un “protocolo mínimo de intervención” para la gestión, protección y conservación del patrimonio arqueológico; para esto, generó una zonificación de potencial arqueológico para los diferentes sectores de la ciudad a partir de diferentes variables, entre las que se encuentran los hallazgos de evidencias culturales y la información medioambiental.

De esta manera, en la localidad de Suba se identificaron 11 sitios, correspondientes al 17% del total de la ciudad, relacionados con los períodos Herrera y Muisca, y se determinó que corresponde a una Zona Tipo A. Según esto, la probabilidad de hallazgos arqueológicos es muy alta por lo cual se sugiere como protocolo mínimo de intervención que se debe llevar a cabo un proceso previo de valoración de potencial arqueológico, inspecciones superficiales y del subsuelo que permitan verificar el contenido arqueológico del área, y/o el uso de tecnologías remotas de alta resolución para detectar anomalías.

Dentro de los sitios reportados para la localidad, se resalta la importancia de las zonas de cultivo prehispánicas, es decir, los camellones, y se especifica que junto a estos hay reportados cientos de sitios con evidencias de material cultural, principalmente fragmentos cerámicos, recolectados tanto por medio de pruebas de pala como por recolecciones superficiales. Sobre este tema, se hace referencia a las investigaciones adelantadas por Sylvia Broadbent (1958) y por Ana María Boada (2006). Además de esto, se menciona la investigación realizada por Dennis O’Neil (1972), quien identificó el sitio San Jorge consistente en un complejo de terrazas de cultivo asociadas a evidencias de un sitio de vivienda.

En relación con este sitio, Jaramillo (2013), señala que se localiza en el costado sur del cerro de La Conejera, y se encuentra compuesto por cuatro (4) terrazas que cubren un área aproximada de 26.500 m². Allí se realizaron 2 trincheras de 1 m x 8 m y 11 cortes de 2 m x 2 m, donde se localizaron fogones y abundantes fragmentos cerámicos (6.715). Con esta información, el investigador concluye que las terrazas fueron utilizadas como zonas de vivienda, correspondientes a pequeños asentamientos nucleados compuestos por 4 a 8 viviendas, cada una de las cuales tendría tamaños entre 24 y 60 m². Basándose en una cronología relativa a partir de los tipos cerámicos Tunjuelo Cuarzo Fino, Funza Cuarzo Abundante y Tunjuelo fino, O’Neil determinó que el sitio fue habitado durante el período Muisca Tardío (O’Neil 1972 en (Jaramillo, 2013)).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Por otra parte, el humedal de La Conejera, área donde se han realizado diferentes investigaciones arqueológicas (Boada, 2006) (Boada, 2001)) gracias a las cuales se identificaron zonas de camellones, cuenta igualmente con un plan de manejo específico que también fue elaborado por Luis Gonzalo Jaramillo (2013) a partir de un reconocimiento sistemático de la zona circundante a este humedal.

Como parte de la investigación, requisito previo al desarrollo de obras de restauración ecológica del área, fueron excavados 191 pozos de sondeo distribuidos diferencialmente en la zona norte y la zona sur. Al norte los sondeos fueron espaciados cada 30 m dado el buen nivel de conservación del área que ha sido tradicionalmente utilizada para labores agrícolas y ganaderas, y que limita con la Hacienda Las Mercedes; mientras que al sur los sondeos se localizaron a una distancia de entre 50 y 70 m, debido a la fuerte alteración de los suelos por actividades antrópicas contemporáneas relacionadas, entre otros, con un proceso de desecamiento del humedal, evidente en acumulaciones de escombros de un espesor de varios metros que implicó la pérdida total de la matriz de los suelos.

En la zona norte se realizaron 114 pozos de sondeo, de los cuales 7 resultaron positivos, además de un muestreo adicional por material superficial correspondiente a cerámica. Las evidencias fueron mayormente líticas, ya que aparecieron en 5 pozos de sondeo, y se encontró cerámica estratificada en 2 pozos de sondeo. Estos hallazgos fueron organizados alrededor de 7 sitios de interés arqueológico, aunque tan solo se determinó el hallazgo de 1 sitio arqueológico, correspondiente a los pozos de sondeo 82 y 85, ya que las demás áreas de interés evidencian que son producto de intervenciones post deposicionales como arrastre por inundaciones o escorrentías, y/o por acción antrópica, y que están compuestas por materiales que posiblemente llegaron desde las áreas de asentamiento identificadas por Boada (2006) en la Hacienda Las Mercedes.

El sitio fue denominado HLC 002 y se localiza en un área en declive que termina en las zonas de inundación del humedal; el material arqueológico está compuesto por 2 fragmentos cerámicos tipo Funza Roca Triturada y por un fragmento de chert foráneo, los cuales fueron encontrados a una profundidad entre 0 y 20 cm. De acuerdo con las apreciaciones del autor, esto implica que podrían provenir de la terraza de la hacienda La Merced, localizada más arriba. En esta zona se identificó también un área de interés correspondiente a 3 canales paralelos con camellones en la parte central del cuerpo de agua existente, sin embargo, luego de estudios de suelos se descarta su origen prehispánico y se considera que se trata de jarillones recientes.

La zona sur corresponde al terreno que se encuentra entre el río Bogotá al occidente y la avenida Corpas al Oriente. Allí se realizaron 77 pozos de sondeo de los cuales solo 1 arrojó resultados positivos por presencia de 2 fragmentos cerámicos del tipo Funza Roca Triturada, en medio de un área que presenta un alto nivel de alteración; sin embargo, como se encontraron a una profundidad de entre 60 y 80 cm, se considera que los elementos permanecían in situ. El sitio fue denominado HCL001.

A través de esta prospección se lograron identificar 3 momentos de ocupación de las zonas adyacentes al humedal correspondientes a los períodos Herrera, Muisca Temprano y Muisca Tardío, con un potencial arqueológico sobresaliente en el costado norte del mismo. En este sentido, la zona es caracterizada con potencial arqueológico moderado por el

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

reducido número de sitios y la baja frecuencia de material. Por esta razón, en el plan de manejo se recomienda que solo si las zonas identificadas van a ser objeto de grandes transformaciones se debe implementar un protocolo de salvaguarda basado en prospecciones intensivas y excavaciones en área.

Adicionalmente, en las últimas décadas en la localidad de Suba se han llevado a cabo otros estudios arqueológicos enmarcados dentro del desarrollo de programas de arqueología preventiva para proyectos de infraestructura, que han buscado determinar la presencia de sitios arqueológicos en las áreas de ejecución de los proyectos (Bonilla, 2004), (Bonilla, 2004) y (Pinilla, Ragua, & Rodríguez, 2017), así como el potencial arqueológico de las zonas de influencia (Alarcón, 2003).

Dentro de estos estudios se destacan los realizados por Martha Bonilla (2004) y (2004)), quien adelantó labores de prospección en el área de afectación de la construcción del portal de Suba, en la esquina Nororiental de la intersección de la Av. Ciudad de Cali con la Av. Nueva. Allí en un lote de aproximadamente 14 ha., llevó a cabo la excavación de 104 pozos de sondeo, así como inspecciones visuales de superficie, a partir de lo cual logró recolectar material cultural compuesto por 24 fragmentos cerámicos y por material lítico en un bajo porcentaje. Los hallazgos fueron recuperados principalmente en superficie, aunque algunos elementos se encontraron estratificados a profundidades entre 15 cm y 30 cm. Los materiales líticos indicaron una asociación principalmente con actividades domésticas y los fragmentos cerámicos fueron asociados con una ocupación Muisca. Posteriormente (2004), en el sector norte de esta zona prospectada, en un área de aproximadamente 4 hectáreas, se excavaron 34 pozos de sondeo más, de los cuales solo 2 arrojaron resultados positivos (PS3 y PS6) entre 30 y 40 cm de profundidad, correspondiente a material cerámico que guarda similitud con el de la otra zona prospectada. A partir de esto, se consideró que las evidencias indican que se trata de un posible sitio de paso eventual debido a la baja densidad de material. Además, se consideró que las evidencias halladas en superficie se encontraban descontextualizadas por la fuerte alteración evidenciada.

Posteriormente Villada (2014), llevó a cabo una prospección arqueológica entre Cota y Suba, hallando evidencias arqueológicas correspondientes a material cerámico, lítico y Camellones. En su estudio se interesó por identificar áreas de camellones que se pudieran asociar con las registradas por Boada (2006) y en corroborar su estado de conservación.

De tal manera, entre sus hallazgos se cuenta, en el sector de Bilbao, material cerámico estratificado a una profundidad entre 30 y 40 cm, con algunos fragmentos que se encontraron descontextualizados, así como 4 ejemplares líticos correspondientes a lascas que sugieren actividades como cortar y/o raer. Los materiales cerámicos referencian distintas ocupaciones de la Sabana y corresponden a los tipos Mosquera Rojo, Guatavita Desgrasante Gris y Guatavita Desgrasante Tiestos. Presentan abundante arenisca como desgrasante, así como micas y cuarzo, además de alisado, engobe y pintura. Sus formas, decoraciones y tipos sugieren usos domésticos asociados a labores agrícolas. Adicionalmente, refiere que, a lo largo del área de ronda del río de Bogotá, desde las compuertas de Alicachín hasta el Puente de la Virgen, los sistemas de camellones se encuentran sometidos a fuertes procesos de destrucción y deterioro y solo en algunos sectores permanecen remanentes parciales de estos sistemas agrícolas prehispánicos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el año 2.017 se llevó a cabo el programa de arqueología preventiva para el plan parcial el Otoño (Pinilla, Ragua, & Rodríguez, 2017) localizado en el barrio La Inmaculada, de la localidad de Suba, muy cercano de la reserva vial de la avenida Tibabita, proyecto en torno al cual gira este diagnóstico. En el marco de este programa, se realizó una prospección sistemática con muestreos superficiales y subsuperficiales, y se complementó con el análisis de aerofotografías y de imágenes satelitales.

De esta manera, se registró una zona de 28,97 ha en la cual se identificaron 4 pozos de sondeo positivos con material cerámico estratificado (178, 191, 282, 719) y 1 sondeo positivo por presencia de material lítico en superficie (219). Además, durante la misma prospección se realizó una trinchera en la zona con mayor acumulación de material cultural, en medio de los sondeos 191 y 219, para identificación de la estratigrafía del lugar y de la distribución del material.

Como resultado se obtuvo la recolección de un lítico y un total de 31 fragmentos cerámicos, de los cuales 22 se encontraron en la trinchera a profundidades entre 0 y 70 cm. Estos fueron asociados a períodos de contacto, colonia y república a partir de su correlación con las tipologías cerámicas identificadas para la zona, entre las que se encontraron muestras de los tipos Zipaquirá Desgrasante Tiestos (ZDT), Funza Roca Triturada (FRT), Guatavita Desgrasante Tiestos (GDT), Guatavita Desgrasante Tiestos variedad bruñido (GDT-B) y Desgrasante Gris (DG), además de materiales vidriados como vidriado pasta blanca verde (PBV), pasta blanca amarillo, vidriado verde sobre amarillo, vidriado verde decoración ondulada y vidriado preindustrial.

Con respecto a estos hallazgos, los autores mencionan que la disposición estratigráfica de los materiales y su relación tipológica indican que hubo una alteración fuerte de la ubicación de los mismos, pues se observó la presencia de tipologías cerámicas más tempranas en estratos más superficiales y las tardías en estratos más profundos cuando la relación debería ser inversa, lo cual pudo deberse a alteraciones por actividades relacionadas con el cultivo de flores en el sector.

En este sentido, los autores recalcan que la zona prospectada en general presenta intervenciones antrópicas fuertes debido a la construcción del autódromo Ricardo Mejía en la década del 60 y del cual permanecen restos tanto en superficie como a pocos centímetros de profundidad; también por los invernaderos que existen actualmente en la zona, las bodegas y los rellenos y acumulaciones de escombros.

En este estudio además se buscó localizar los sistemas de camellones identificados por Boada (2006), dado que el sector se encuentra referenciado dentro del área de reconocimiento realizado por esta autora por contener evidencias de este sistema agrícola, sin embargo, no se encontraron vestigios asociados a los mismos.

Estos hallazgos, y algunos más, se encuentran reportados en el Atlas Arqueológico del Instituto Colombiano de Arqueología e Historia ICANH, herramienta virtual que se utilizó para la caracterización arqueológica del área de interés y zonas adyacentes. En consulta realizada el 20 de agosto de 2019, se pudo determinar la existencia de 19 sitios arqueológicos, que se presentan en la Tabla 2-322.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 322. Relación de sitios arqueológicos reportados en el Atlas ICANH.

| Id | Sitio Arqueológico | Autor | Publicación | Año | Hallazgos | Potencial | Estado De Conservación | Período |
|----|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|-----------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Quintas Guaymaral II | Villada Cardozo, Diana C.; Julio Rodríguez Buitrago y Oscar J. Olave | Quintas de Guaymaral prospección y monitoreo arqueológico: economía y unidades domésticas en el área Muisca. s.e., s.i. | 2019 | | Medio | Medio | |
| 2 | Avenida Guaymaral 1 | Hernández Venegas, Maryam A.; Cifuentes Toro, Arturo; Rodríguez Cuenca, José V. | Programa de arqueología preventiva sobre el trazado del POZ Norte de Bogotá: plan de manejo arqueológico Poz Norte. Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Alcaldía mayor de Bogotá D.C..Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias sociales. | 2011 | Aterrazamiento | Medio | | |
| 3 | Avenida Guaymaral 2 | Hernández Venegas, Maryam A.; Cifuentes Toro, Arturo; Rodríguez Cuenca, José V | Programa de arqueología preventiva sobre el trazado del POZ Norte de Bogotá: plan de manejo arqueológico Poz Norte. Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias sociales. | 2011 | Aterrazamiento | Medio | | |
| 4 | UE 1 y UE 2 | Hernández Venegas, Maryam A.; Cifuentes Toro, Arturo; Rodríguez Cuenca, José V. | Programa de arqueología preventiva sobre el trazado del POZ Norte de Bogotá: plan de manejo arqueológico Poz Norte. Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Alcaldía mayor de Bogotá D.C..Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias sociales. | 2011 | Aterrazamiento | | Medio | 1 hallazgo. Periodo Herrera |
| 5 | UE3 | Hernández Venegas, Maryam A.; Cifuentes Toro, Arturo; Rodríguez Cuenca, José V. | Programa de arqueología preventiva sobre el trazado del POZ Norte de Bogotá: plan de manejo arqueológico Poz Norte. Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias sociales. | 2011 | | Alto | | |
| 6 | Club ecuestre Los Andes y Colegio El Rosario | Hernández Venegas, Maryam A.; Cifuentes Toro, Arturo; Rodríguez Cuenca, José V. | Programa de arqueología preventiva sobre el trazado del POZ Norte de Bogotá: plan de manejo arqueológico Poz Norte. Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias sociales. | 2011 | | | Medio | 2 hallazgos Herrera/Muisca a Tardío |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 322. Relación de sitios arqueológicos reportados en el Atlas ICANH.

| Id | Sitio Arqueológico | Autor | Publicación | Año | Hallazgos | Potencial | Estado De Conservación | Período |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Guaymaral | Boada Rivas, Ana M. | Excavaciones en sistemas de camellones y canales en la Sabana de Bogotá. ICANH, Bogotá. | 2001 | Camellones | Medio | | 2 reportes. Período Herrera/ 3050 +/-40 Muisca Temprano 1370+/-40 |
| 8 | La Filomena | | | | Área de cultivo, Camellones | Medio | | 3 reportes o hallazgos: Herrera: 2450±40 Muisca Temprano: 1030, 1510 Colonial: 180 |
| 9 | La Conejera | | | | Área de cultivo, Camellones | Alto/Medio | Indefinido /Medio | 2 hallazgos. Muisca Temprano XI DC / Muisca Tardío XVI DC |
| 10 | El otoño Hallazgo PS 719 | David Andrés Pinilla Arrieta, Luis Felipe Ragua, Freddy Rodríguez Saza | Programa de arqueología preventiva para el plan parcial El Otoño. Bogotá, D.C. Etapa de Prospección | 2017 | Cerámica, lítico | Bajo | Bajo | |
| 11 | El otoño Hallazgo PS 178 | | | | | Bajo | Bajo | Colonial |
| 12 | El otoño Hallazgo PS 282 | | | | | Bajo | Bajo | |
| 13 | El otoño Hallazgo PS 219 | | | | | Bajo | Bajo | S. IX-XX |
| 14 | El otoño Hallazgo PS 191 | | | | | Bajo | Bajo | |
| 15 | San Juan Bosco etapa 1 | Ramírez Gutiérrez, Luisa Verónica | Programa de arqueología preventiva para la etapa 1 del proyecto urbanístico "Ciudadela San Juan Bosco", en la | 2017 | NR | Bajo | NR | Muisca Tardío XI dC XVII dC |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 322. Relación de sitios arqueológicos reportados en el Atlas ICANH.

| Id | Sitio Arqueológico | Autor | Publicación | Año | Hallazgos | Potencial | Estado De Conservación | Período |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|-----------|------------------------|---------|
| | | | localidad de Usaquén, Bogotá D.C. informe final. | | | | | |
| 16 | Suba- La Conejera | Broadbent, Sylvia | A Prehistoric Field System in Chibcha Territory, Colombia. En Nawpa Pacha, Vol. 6, pp. 135-143. Institute of Andean Studies, California. | 1968 | Área de cultivo, Camellones | Medio | NR | Muisca |
| 17 | Portal Suba, zona 4 | Bonilla Useche, Martha J | Prospección arqueológica del área de afectación estación de cabecera y patio de la troncal Avenida Suba, zona 4, para el sistema de transporte masivo Transmilenio, Bogotá, D.C. s.e., Bogotá. | 2004 | Cerámica, líticos | Bajo | Bajo | Muisca |
| 18 | Portal Suba, zona | | Prospección arqueológica del área de afectación estación de cabecera y patio de la troncal Avenida Suba, zona 4, para el sistema de transporte masivo Transmilenio, Bogotá, D.C. s.e., Bogotá. Solicitud de licencia de intervención arqueológica, fase de prospección, para la "complementación y / actualización y /o ajustes de los estudios y diseños al sistema Transmilenio y construcción de la Avenida Boyacá (AK 72) desde la avenida San José (AC 170) hasta la Avenida San Antonio (AC 183), en Bogotá D.C. Fase 1". | 2005 | Cerámica | Bajo | Medio | Muisca |
| 19 | Av. Boyacá - 170, hallazgo | Castellanos Rodríguez, Ciro Adolfo y José Manuel Rozo | | 2018 | NR | NR | NR | NR |

Fuente: Atlas arqueológico Instituto Colombiano de Arqueología e Historia ICANH.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.3.2.4 Arqueología preventiva plan de

En el año 2010, José Vicente Rodríguez llevó a cabo la prospección arqueológica sistemática de las áreas de las vías proyectadas para el plan de ordenamiento territorial del norte; este muestreo incluyó pruebas de pala, barrenos, puntos observación y cortes en algunas de las zonas en las cuales hubo hallazgos de evidencias de cultura material (Rodríguez, Hernández, & Cifuentes, 2011).

Las vías que fueron prospectadas se dividieron en anillo 1 y Anillos 2A y 2B. El Anillo 1 corresponde al sector entre la calle 170, la avenida Boyacá, la Cr. 9 y la avenida Polo. Los Anillos 2A y 2B, por su parte, comprenden desde la avenida El Polo hasta la avenida El Guaymaral, entre la avenida séptima y la novena.

- **Arqueología preventiva Anillo 1**

En el Anillo 1 el muestreo se realizó mediante pruebas de pala, observación superficial y, en algunas ocasiones, pruebas de barreno debido al tipo de suelo o restricciones impuestas por los propietarios de los predios. En esta zona la prospección arqueológica permitió hallar evidencias de cultura material en tres sectores, por lo cual se realizaron cortes de 1m x 1m.

Intersección de la carrera 7ª y avenida el Polo: Allí en predios de la avenida la finca la 200 se realizaron 15 sondeos y un corte estratigráfico de 1m x 1m; en estos muestreos se lograron evidenciar materiales “hasta una profundidad de 70 cm representados en algunos elementos cerámicos, artefactos líticos, vidrio, carbón vegetal, metal y fragmentos de botella, y cerámica tipo industrial” (Rodríguez 2011). En predios de la hacienda Tibabita se realizaron 16 pozos de sondeo y una unidad de corte de 1m x1m, y se encontraron materiales similares a los reportados en la hacienda la 200, con una mayor frecuencia de botellas de vidrio y cerámica industrial (Rodríguez, Hernández, & Cifuentes, 2011).

En la avenida Boyacá se realizaron cuatro unidades de excavación (UE) de las cuales se pudieron identificar evidencias de cultura material en dos de ellas: en la UE1 se identificó un fragmento cerámico y en la UE4 cinco fragmentos cerámicos.

Sin embargo, aunque se detectaron evidencias arqueológicas, las bajas densidades de los materiales y el contexto en el que se encontraban llevan a Rodríguez a determinar que la zona presenta un bajo potencial arqueológico. Por tanto, como medida de manejo “se recomienda la implementación de un monitoreo arqueológico durante el avance de las actividades constructivas de cada uno de los trazados” (Rodríguez, Hernández, & Cifuentes, 2011).

- **Arqueología preventiva Anillos 2ª y 2 B**

Por otra parte, en las vías prospectadas en los anillos 2 A y 2 B, se realizó un muestreo sistemático que resultó en la excavación de un total de 604 pozos de sondeo, de los cuales únicamente el 5% arrojó evidencias de cultura material. En este sector las condiciones ambientales son más propicias para hallar yacimientos arqueológicos, ya que presenta un mejor estado de conservación pues existe un menor grado de intervención antrópica moderna en comparación con el anillo 1.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En esta zona se identificó un sitio arqueológico, por lo cual se realizaron tres cortes estratigráficos que arrojaron información que permitió caracterizarlo y localizarlo cronológicamente. Allí se tienen dos lugares en los cuales se hallaron fragmentos cerámicos:

En el sector de Guaymaral se identificó un área con evidencia de camellones y terrazas bajas aledañas al río Torca, en donde se hallaron evidencias cerámicas y líticas; sin embargo, no se realizaron más actividades durante la prospección arqueológica. Este sector corresponde a los predios San Simón (AK 72 AC 235 a AC 238), El Bosque (AK 72 a AK 52 AC 235 a CII 240) y predios del IDU por el sector de la ALO (AK 79 a CLL 245). En el sector del club ecuestre los Andes y del colegio el Rosario, se identificaron evidencias de fragmentos cerámicos correspondientes a materiales tardíos.

Finalmente, se identificó el sitio arqueológico la Francia, el cual se relacionó con actividades domésticas por los materiales encontrados y se ubicó temporalmente en el periodo Herrera (primer milenio a.C. y siglo VII d.C.). En este sitio se realizaron cuatro cortes estratigráficos y se definieron dos sectores: el sector colina, en el cual las evidencias se relacionan con una ocupación durante el periodo Herrera; y el sector Casa Vieja, en el que, al igual que en el sector Colina, se halló material Herrera, pero junto a este también se identificó material asociado con periodos más tardíos.

En la Figura 2-461 y Mapa de Bienes de Interés Cultural y Sitios Arqueológicos - APMHTG_PMA_ARQ (Anexo B Cartografía Temática - B1 Planos), se presentan los sitios arqueológicos localizados en el área de estudio, y en la Figura 2-462 se presentan los bienes de interés cultural. Como se puede observar dentro del límite legal del humedal, no se identifican sitios arqueológicos, ni bienes de interés cultural.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

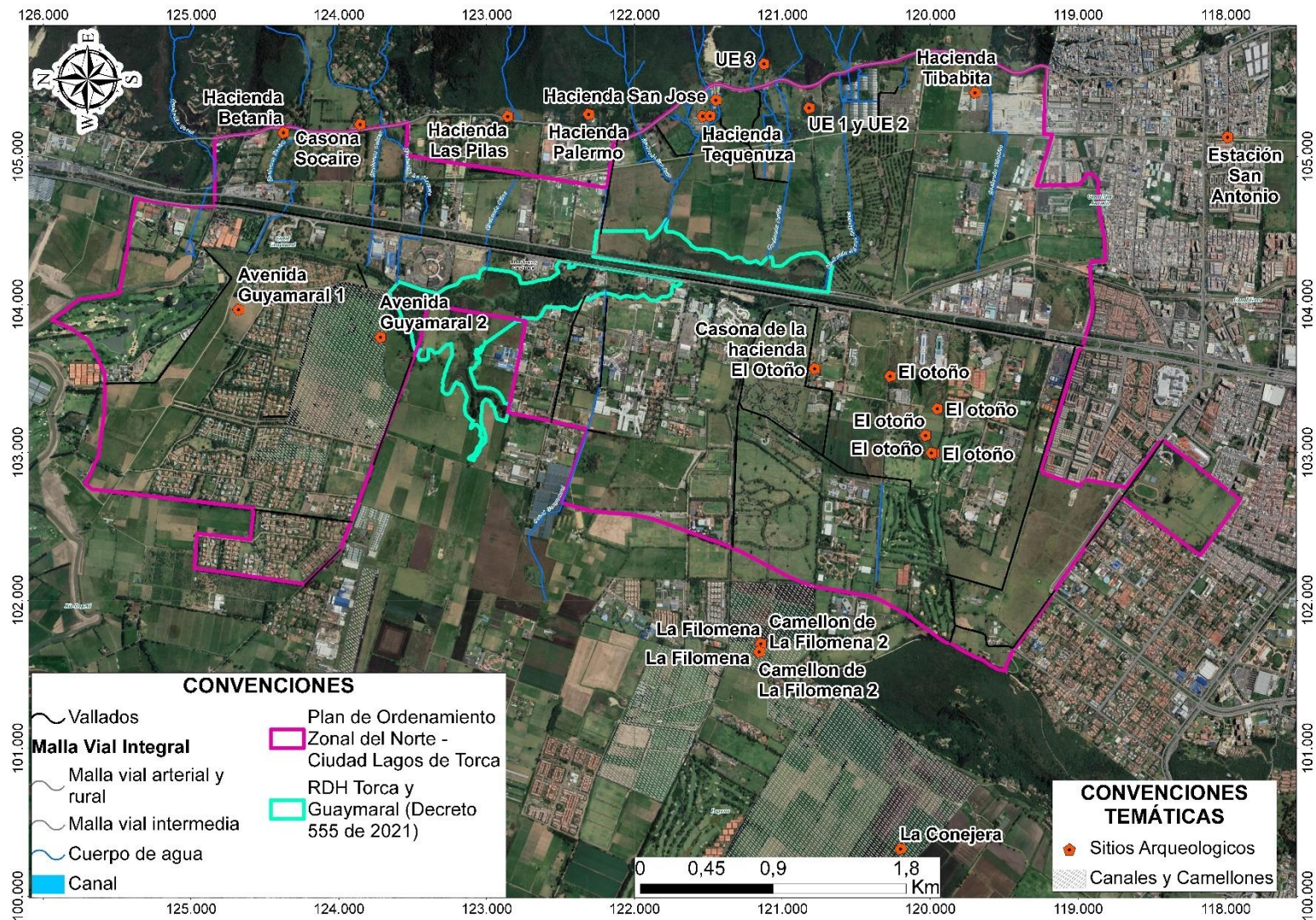


Figura 2- 461. Sitios arqueológicos en el área cercana a los humedales de Torca y Guaymaral.

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

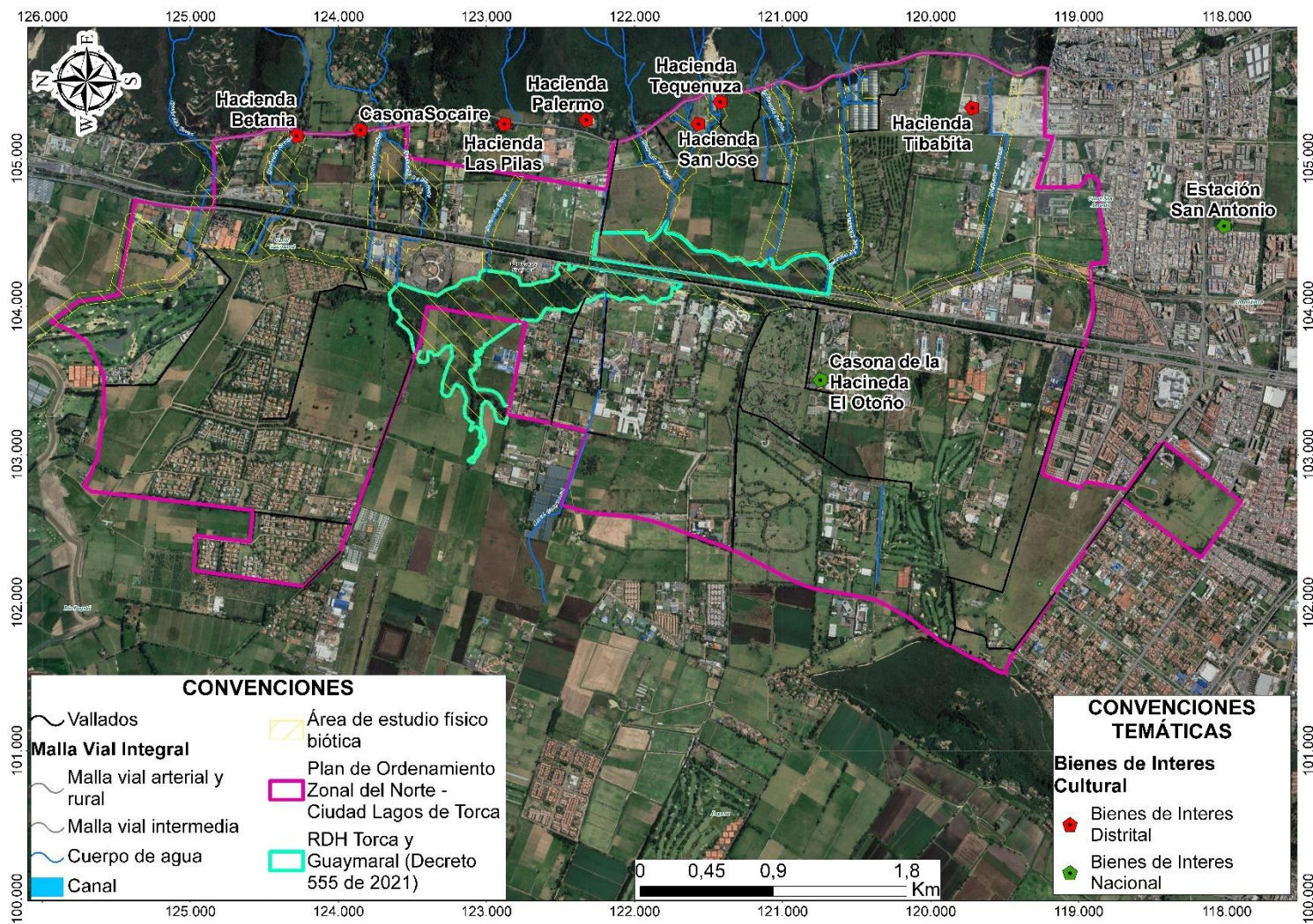


Figura 2- 462. Bienes de interés cultural en el área cercana a los humedales de Torca y Guaymaral.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.3.2.5 Reportes arqueológicos en el área

En el año 2017, la comunidad de la Red Humedal Torca Guaymaral, organización ciudadana que vela por la protección del patrimonio ambiental y cultural de este ecosistema, remitió oficio al ICANH, con el ánimo de reportar el hallazgo fortuito de tres estructuras: un bloque de piedra (Fotografía 2-125), un monolito (Fotografía 2-126) y un puente (Fotografía 2-127), localizados cerca de la quebrada Aguas Calientes en el sector de Torca, próxima al Parque Cementerio Jardines de Paz. En el Anexo N, se presenta el oficio radicado por la Comunidad al ICANH, reportando este hallazgo y la respuesta del ICANH.



Fotografía 2- 125. Bloque de piedra



Fotografía 2- 126. Monolito

Fuente: Comunidad de la Red Humedal Torca Guaymaral, 2017
Tomada por Germán Ramírez



Fotografía 2- 127. Puente antiguo. Fuente: Comunidad de la Red Humedal Torca Guaymaral, 2017. Tomada por Claudia Cepeda.

El ICANH, realizó visita 26 de abril del 2017, verificando que dichos elementos hacen parte del patrimonio arqueológico de la Nación y estableciendo los lineamientos a considerar para el manejo de los mismos. (ver Anexo N).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.4 DESARROLLO TERRITORIAL PRESENTE EN LOS ALREDEDORES DEL SISTEMA DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL.

2.9.4.1 SISTEMA DE HUMEDAL

Los humedales de Torca y Guaymaral es considerado un ecosistema estratégico para la ciudad-región, se encuentra inmerso en un área de expansión y desarrollo urbano del norte de la ciudad de Bogotá, en una zona periurbana con bajo desarrollo, pero en constante cambio, que se encuentra amenazado por la presencia de zonas de ronda de rellenos, escombros y residuos sólidos, el mal uso del suelo adyacente al cuerpo de agua es un determinante en la condición actual del Humedal, fortalecido por las actividades de pastoreo, ganado vacuno y equino, lo que trae como consecuencia la compactación del suelo y la pérdida de vegetación.

A partir de lo anterior, es importante entender y concebir el estado de desarrollo actual del territorio aledaño, su presión directa e indirecta sobre el área protegida, así como de su proyección a futuro y posible aumento de la densidad urbana y poblacional. Esto es necesario contemplar en pro de establecer las necesidades y prioridades de manejo del territorio, con lineamientos claros en los instrumentos de ordenación de las áreas de protección, así como con determinantes y recomendaciones hacia las acciones de desarrollo actuales o proyectadas de zonas aledañas de la misma.

2.9.4.2 MARCO NORMATIVO DE ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

Como ya se ha mencionado, los humedales de Torca y Guaymaral se encuentran inmersos dentro de las localidades de Usaquén y Suba sobre el eje de la Autopista Norte, teniendo como marco normativo para su manejo y ordenación las Unidades de Planificación Zonal (UPZ). En el costado oriental se ubica la localidad de Usaquén, UPZ Paseo de los Libertadores, y al costado occidental la Localidad de Suba y las UPZ La Academia y Guaymaral.

Anteriormente, solo se encontraba reglamentada la UPZ Paseo de los Libertadores, pero en el marco de los Decretos 088 de 2017 y 049 de 2018, se estructura el Plan Zonal del Norte con la concepción integral de las tres Unidades de Planificación mencionadas UPZ 01, Paseo Los Libertadores, UPZ 02, La Academia, y UPZ 03, Guaymaral.

El Plan Zonal del Norte descrito en el Decreto contempla una estructura funcional y orgánica única para las tres unidades de planificación como se muestra en la Figura 2-463. Los linderos del Plan Zonal los especifica el Artículo 3 del Decreto y se presentan en la Tabla 2-323.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

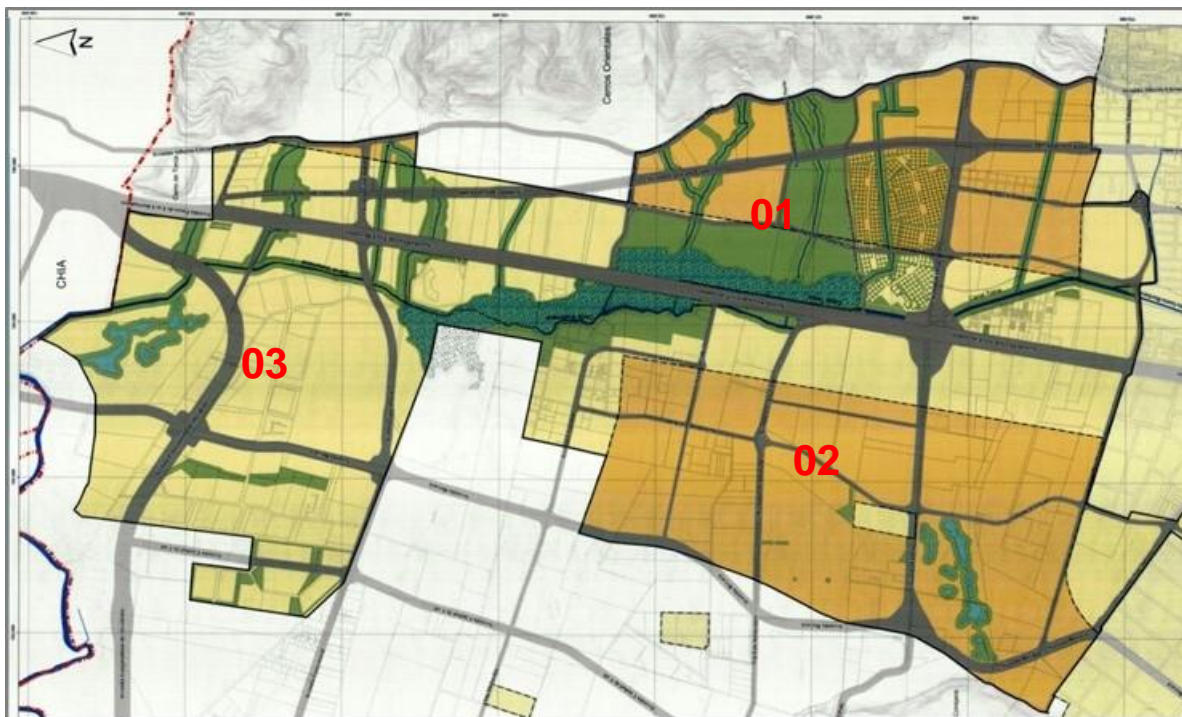


Figura 2- 463. Plan Zonal del Norte. Fuente: Tomado de Plancha 1 Decreto 088 de 2017, se agregaron los numerales para observar las UPZs.

Tabla 2- 323. Linderos del Plan Zonal

| Delimitación | Límite |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Con el municipio de Chía y perímetro urbano del Distrito Capital |
| Oriente | Con el perímetro urbano del distrito Capital y la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá |
| Sur | Con las calles 189, 191 (trazado Avenida Tibabita), 192, 193, la Unidad de Planeamiento Zonal La Uribe y la calle 183 (Avenida San Antonio) |
| Occidente | Con el perímetro urbano y la Unidad de Planeamiento Rural – UPR Zona Norte que contiene la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH" |

Fuente: Tomado del Decreto 088 de 2017

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

De otra parte, se tiene en consideración el numeral 1 del Artículo 334 del Decreto Distrital 190 de 2004 que establece: “La norma específica se precisará mediante fichas reglamentarias en el marco de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), Planes Parciales, Planes de Implantación, Planes de Regularización y Manejo. Planes Zonales, Planes Directores para Parques, Planes Maestros para Equipamientos y Servicios Públicos Domiciliarios, Planes de Reordenamiento y Planes de Recuperación Morfológica.”

Por parte de las entidades distritales es clara la decisión del fortalecimiento del sector norte de la ciudad, estableciendo las herramientas técnicas y jurídicas para un desarrollo sostenible y equilibrado entre el entorno ecosistémico y el proceso urbanizador.

En este tipo de suelo suburbano, el Plan de Ordenamiento Territorial para el Distrito Capital determina los suelos de desarrollo como sectores poco desarrollados con grandes predios desocupados. En el caso de la localidad de Usaquén UPZ Paseo de los Libertadores, este ocupa el 10 % de la localidad.

Nota: El Decreto 190 de 2004 definió la Unidad de Planeación Zonal (UPZ) y para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral se tomó esta unidad para realizar la descripción socioeconómica, debido a que el ejercicio se realizó durante el 2020 y 2021, previo a la expedición del Decreto 555 de 2021; sin embargo, teniendo presente la vigencia del Decreto 555 de 2021 (POT Actual) donde se establecen las Unidades de Planeación Local (UPL), estos últimos se encuentran en proceso de definición y reglamentación, por lo cual, no se incorporan en la presente actualización.

2.9.4.3 CONTEXTO HISTÓRICO

El inicio de la expansión de la ciudad hacia el norte se incentivó con la fuerte migración de la población rural a urbana en los años cincuenta y sesenta, debido a los diferentes problemas sociales generados en esa época en el país, lo cual generó una dinámica muy importante en el crecimiento de Bogotá.

Debido a las necesidades de servicios e infraestructura inherentes al mayor crecimiento poblacional, como de interconexión vial urbana e intermunicipal, se llevaron a cabo importantes obras de infraestructura como la Autopista Norte la cual data del año 1956, configurando un eje de desarrollo urbanístico muy fuerte del casco urbano hacia el Norte, partiendo desde la salida de la ciudad en lo que hoy se conoce como el Monumento Los Héroes.

Es relevante aclarar que la Autopista fragmenta en dos partes los humedales de Torca y Guaymaral, lo cual genera diversas problemáticas referentes a la conectividad del paisaje natural en el territorio ya que establece una gran fricción para la movilización de la fauna y con ello para la continuidad de la dinámica funcional del sistema. Esta fragmentación altera además la dinámica hídrica del sistema en periodos de altas precipitaciones, en donde la Autopista funciona como una barrera a la infiltración del agua, lo cual, sumado al alto nivel freático dadas las condiciones físicas e hidrológicas del sector, se evidencia en un alto riesgo de inundación en las áreas de la Autopista y zonas aledañas a los humedales de Torca y Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

No obstante, la construcción de la Autopista aceleró el proceso de urbanización hacia el norte de Bogotá, con el aumento de vías e infraestructuras a ambos costados de la misma, lo cual requirió la implementación de suelos de rellenos antrópicos, aumentando así la presión sobre el riesgo de inundación del sector. En aquella época, las prioridades se enfocaron en la adecuación de áreas con potencial expansión urbana, sin tener en cuenta las consideraciones ambientales o los riesgos a las cuales están sujetas hoy en día todas las obras de infraestructura preexistentes. A partir de esto, la planificación actual del territorio considera la protección de las áreas con valor de conservación, así como mantener la conectividad de los elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP. dado los servicios ambientales que prestan, en pro de reducir las amenazas y los riesgos potenciales del territorio.

En la Figura 2-464 se puede observar la Autopista Norte recién inaugurada, la cual conectaba el pueblo de Usaquén (parte de arriba, cerca de los Cerros Orientales) y las áreas con los nuevos procesos de urbanización cerca a los humedales de Torca y Guaymaral.



Figura 2- 464. Vista construcción autopista norte. Fuente: Tomado de Álbum Fotográfico de Bogotá

2.9.4.4 SISTEMA DE USOS DEL SUELO

Dentro de los estudios llevados a cabo para la formulación del Plan Zonal del Norte se presentan diferentes escenarios a través del tiempo respecto al proceso de transformación de suelos rurales a urbanos y a cómo la ciudad debe aprovechar y adelantarse a los procesos sociales y demográficos de transformación, a fin de estructurar implantaciones sostenibles y acordes con las necesidades presentes y futuras de la población y del entorno.

En los datos expuestos en las gráficas siguientes podemos evidenciar estas transformaciones de ocupación y uso del suelo desde los años de 1960 a esta época muestra de la presión de la actividad urbanizadora e inmobiliaria sobre estas áreas.

En la Tabla 2-324 y la Figura 2-465 se muestra el cambio del uso del suelo histórico del área aledaña al humedal, la cual evidencia la disminución acentuada de la vocación agropecuaria del suelo en los últimos 60 años, al mismo tiempo que se da el crecimiento

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

de áreas dedicadas al sector educativo, a recreación privada y, en menor escala, a usos residenciales y comercio.

Este factor de usos de suelo es sin duda preponderante en la toma de decisiones respecto a las relaciones específicas del humedal y áreas protegidas con la comunidad de vecinos y las responsabilidades que incumben a estos predios para mantener un sano equilibrio con el humedal y sus cuerpos de agua. Adicionalmente, estas fueron determinantes para efectuar las correspondientes reservas viales y ambientales, previstas en el Decreto 088 de 2017 y complementario 049 de 2018.

Tabla 2- 324. Uso del suelo – histórico 47 años.

| Actividad /Uso | Año 1968 | | Año 1998 | | Año 2016 | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Agropecuaria | 1081,0 | 60,9 | 470,0 | 26,5 | 268,0 | 15,1 |
| Comercial | 3,0 | 0,2 | 70,0 | 3,9 | 101,0 | 5,7 |
| Equipamientos de Función Social | | | 157,0 | 8,9 | 157,0 | 8,9 |
| Equipamientos Educativos | 111,0 | 6,3 | 253,0 | 14,3 | 310,0 | 17,5 |
| Áreas de Recreación Privadas | 21,0 | 1,2 | 234,0 | 13,2 | 282,0 | 15,9 |
| Industrial/Bodegas/Parqueaderos | 24,0 | 1,4 | 61,0 | 3,4 | 79,0 | 4,5 |
| Residencia Unifamiliar | 1,0 | 0,1 | 97,0 | 5,5 | 205,0 | 11,6 |
| Sin Actividad | 531,0 | 29,9 | 375,0 | 21,1 | 323,0 | 18,2 |
| Subestaciones Energía | | | 7,0 | 0,4 | 7,0 | 0,4 |
| Áreas Libres Industriales | 2,0 | 0,1 | 50,0 | 2,8 | 42,0 | 2,4 |
| Totales Año | 1774 | 100% | 1774 | 100% | 1774 | 100% |

Fuente: Datos tomados Documento Técnico de Soporte Plan Zonal del Norte

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

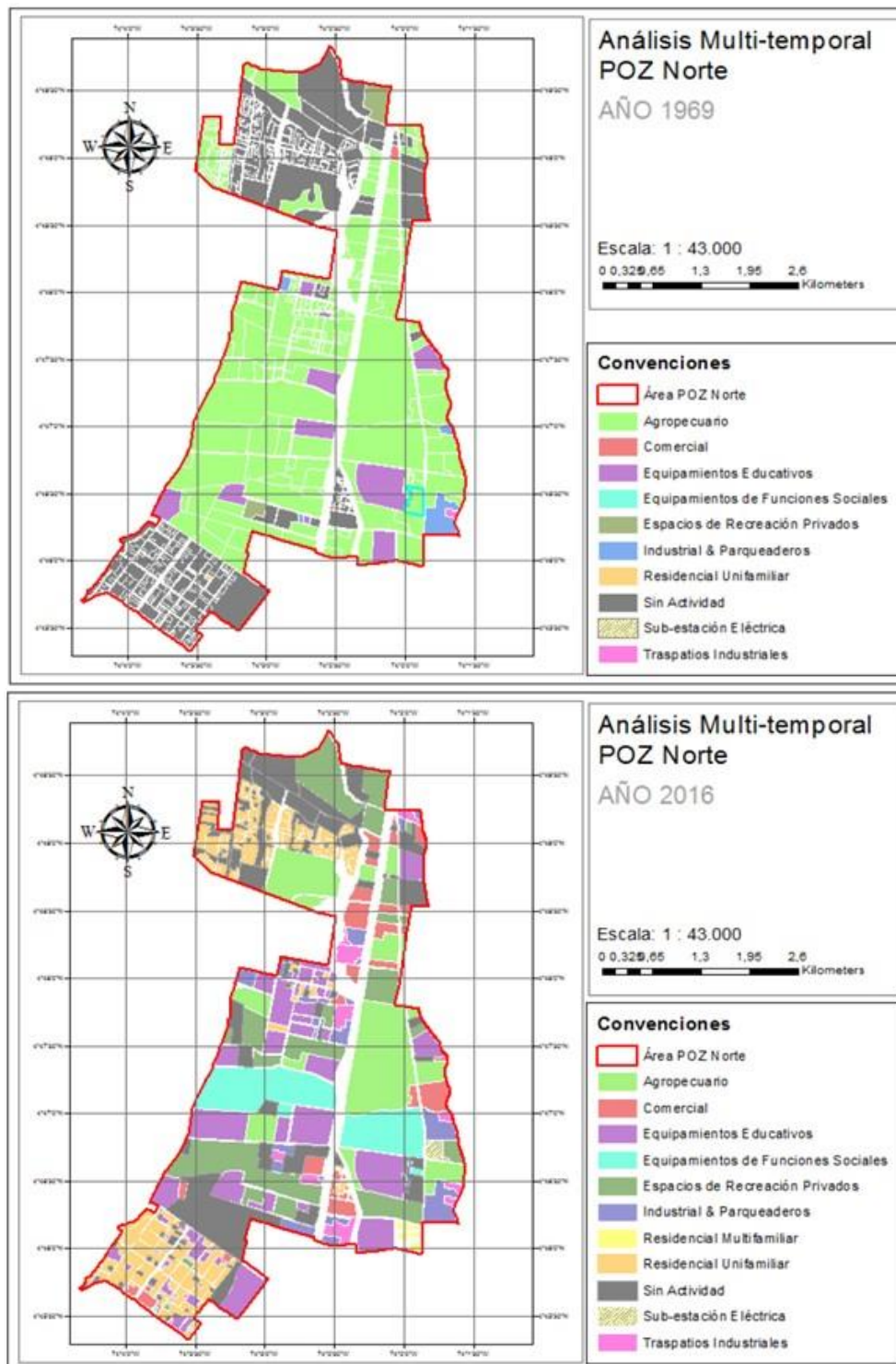


Figura 2- 465. Multitemporal uso del suelo – histórico 47 años. Fuente: Documento Técnico de Soporte Plan Zonal del Norte.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Es así que, tras la paulatina extensión urbana en la zona de estudio, y la creciente necesidad de proteger áreas de importancia ambiental en el sector en pro de reducir los riesgos de inundación al encontrarse en el ámbito geográfico de la planicie del Río Bogotá, se reconoce el área de los humedales de Torca y Guaymaral, así como de los corredores ecológicos asociados a las rondas de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral, algunas de las cuales descargan directamente al humedal (Decreto 088 2017), con pautas de manejo enfocadas a la sostenibilidad ambiental.

A partir de esto se establecen los correspondientes lineamientos de manejo de las áreas protegidas, y las acciones que propenden por la conectividad del paisaje y de la Estructura Ecológica Principal - EEP, a fin de mantener las dinámicas funcionales del sistema natural. Así mismo, en el Decreto 088 del 2017 se establecen consideraciones ambientales que buscan el fortalecimiento de la ronda forestal de la red de vallados que mantiene el flujo hídrico del sistema, y la generación de áreas verdes urbanas que ayuden a dicha conectividad y a la amortiguación ambiental del sistema.

A partir de lo anterior, el análisis del uso actual del suelo en el área de estudio seleccionada (Numeral 2.2) se identifica, como era de esperarse, con un mayor porcentaje de áreas ambientales (74,50%); no obstante, se reportan preexistencias que incluyen infraestructura vial, institucional, industria y comercio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 325. Uso actual del suelo por UPZ.

| UPZ | Uso Actual | Área (ha) | Porcentaje (%) | Áreas Ambientales | Infraestructura Vial | Industria comercio y bodegas | Dotacional e Institucional |
|------------------------|-------------------------------------------|-----------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| GUAYMARAL | Cuerpos de agua y canalizaciones | 9,7 | 22 | ZONAS VERDES+ÁREAS DE CONSERVACIÓN+CUERPOS DE AGUA+PARQUE Y RECREACIÓN + PRODUCCIÓN FORESTAL | INFRAESTRUCTURA VIAL | INDUSTRIA COMERCIO Y BODEGAS | DOTACIONAL E INSTITUCIONAL |
| | Dotacional e institucional | 0,1 | 0,3 | | | | |
| | Industria y Comercio | 3,9 | 8,8 | | | | |
| | Infraestructura vial | 3,6 | 8,2 | | | | |
| | Parques y áreas recreativas | 6,6 | 15 | | | | |
| | Producción Agrícola | 4 | 9,1 | | | | |
| | Producción Forestal | 2,1 | 4,7 | | | | |
| | Zona residencial | 0,1 | 0,3 | | | | |
| | Zonas Verdes | 13,9 | 31,6 | | | | |
| Total Guaymaral | | 44,00 | 100% | | | | |
| LA ACADEMIA | Áreas para la conservación o recuperación | 7,1 | 10,4 | | | | |
| | Cuerpos de agua y canalizaciones | 10,6 | 15,5 | | | | |
| | Dotacional e institucional | 6,6 | 9,6 | | | | |
| | Industria y Comercio | 3,2 | 4,7 | | | | |
| | Infraestructura vial | 7,4 | 10,9 | | | | |
| | Parques y áreas recreativas | 3,5 | 5,1 | | | | |
| | Producción Agrícola | 0,9 | 1,4 | | | | |
| | Producción Forestal | 10 | 14,6 | | | | |
| | Zona Residencial | 1,3 | 1,8 | | | | |
| | Zonas Verdes | 17,9 | 26,2 | | | | |
| Total La Academia | | 68,6 | 100% | | | | |
| PASEO LOS LIBERTADORES | Áreas para la conservación o recuperación | 15,4 | 12,1 | | | | |
| | Cuerpos de agua y canalizaciones | 12,6 | 9,9 | | | | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental

Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 325. Uso actual del suelo por UPZ.

| UPZ | Uso Actual | Área (ha) | Porcentaje (%) | Áreas Ambientales | Infraestructura Vial | Industria comercio y bodegas | Dotacional e Institucional |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| | Dotacional e institucional | 7,7 | 6 | | | | |
| | Industria y Comercio | 3,1 | 2,5 | | | | |
| | Infraestructura vial | 13,4 | 10,6 | | | | |
| | Parques y áreas recreativas | 3,8 | 2,9 | | | | |
| | Producción Agrícola | 2,3 | 1,8 | | | | |
| | Producción Forestal | 1 | 0,8 | | | | |
| | Zona Residencial | 2,3 | 1,8 | | | | |
| | Zonas Verdes | 65,7 | 51,6 | | | | |
| Total Paseo Los Libertadores | | 127,49 | 100% | 74,50% | 10,20% | 4,20% | 6,00% |

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Las áreas ambientales agrupan zonas verdes, áreas para la conservación o recuperación de la naturaleza, cuerpos de agua y canalizaciones, producción forestal y parques y áreas recreativas, que denotan un gran porcentaje del área de estudio; no obstante, gran parte de estas zonas corresponde a predios privados con actividades productivas, en su mayoría de pastoreo, teniendo en cuenta que nos encontramos en sectores suburbanos por desarrollar. A partir de esto, las áreas dedicadas a infraestructura vial y espacio público es reducido, lo cual denota la gran falencia de sistema de infraestructura de movilidad en el sector.

En la actualidad se consolidan áreas claramente definidas en cuanto la ocupación y el uso del suelo:

- Sobre el eje de la Autopista Norte, una marcada tendencia comercial y de servicios industriales.
- Sobre la UPZ La Academia, áreas de clubes privados y universidades y algunas industrias.
- Áreas residenciales puntuales de estrato bajo en el costado sur.
- Desarrollo habitacional de estrato alto Guaymaral.
- En el costado oriental, lotes rurales de pastoreo y usos mixtos de industria y comercio.
- En el costado oriental, nuevas implantaciones de vivienda multifamiliar y algunos sectores de vivienda subnormal.

A pesar de lo anterior, la planificación y proyección establecida según el Plan Zonal del Norte (Decreto 088 del 2017), concreta el desarrollo y la extensión urbana en los territorios aledaños al sistema de humedal, por lo tanto, es esencial fortalecer los planes estratégicos de manejo del territorio, dirigidos a mantener la concepción de ciudades sostenibles ambientalmente, según la Banca de desarrollo territorio son aquellas que ofrece calidad de vida a sus habitantes sin poner en riesgo los recursos, ya que vela también por el bienestar de la humanidad futura y procura la justicia social.

2.9.4.5 SISTEMA HIDRÁULICO Y AMBIENTAL

En su momento la Autopista realizó el manejo de aguas en sentido este-oeste a través de vallados, box y alcantarillas viales las cuales pretendieron solamente dar una solución al manejo de aguas de la infraestructura de la vía, afectando muy seriamente el sistema ecológico e hidráulico principal. Como se han venido implementando soluciones parciales en la Autopista en la medida de sus necesidades de ampliación, no se han estructurado estrategias de fondo para adecuarla a las necesidades de una vía moderna de esta magnitud, amortiguando los impactos causados a sus áreas adyacentes.

En la década de los setentas el separador fue intervenido con la red matriz de Tibitó, principal sistema de abastecimiento de agua potable del norte de la ciudad, la cual fue el hito de rompimiento y afectación definitiva al humedal y su sistema de quebradas puesto

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

que, una estructura de tal magnitud (78"Ø – 2 M), interrumpió la mayor parte de la comunicación este-oeste de las quebradas. Esta alteración de las fuentes hídricas alimentadoras del humedal generó dos sectores, Torca, al este y Guaymaral, al oeste como se ve en la Figura 2-466.

Actualmente, las aguas lluvias, en ambos acostados de la Autopista Norte, se manejan a través de las quebradas, humedales, canales y vallados, últimos que no cuentan con la capacidad de evacuación suficiente, colapsando fácilmente en un evento de más de tres horas de lluvias, hecho que origina inundaciones (Fotografía 2-128). Además, en algunos de ellos se vierten aguas servidas lo cual ocasiona problemas sanitarios ambientales.

Con respecto a las aguas residuales, aunque algunas industrias, centros comerciales y urbanizaciones cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales, la mayoría de los predios hacen el manejo de aguas servidas en pozos sépticos. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB ha evidenciado la existencia de por lo menos 70 vertimientos ilegales a los cuerpos de agua.

En cuanto al entorno biótico en la actualidad se hace cacería furtiva sobre aves y mamíferos, para lo cual usan perros que también contribuyen al ahuyentamiento de las especies silvestres; se realiza pastoreo de ganado vacuno y equino en las rondas y en el mismo cuerpo de agua; la invasión de la ronda a través de rellenos y adecuaciones de terrenos para posterior urbanización.



Fotografía 2- 128. Detalle de las inundaciones sentido norte-sur.

Fuente: Tomado de video Artículo El Tiempo abril 2019. Fuente: Tomado de Artículo Pulzo 2017.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

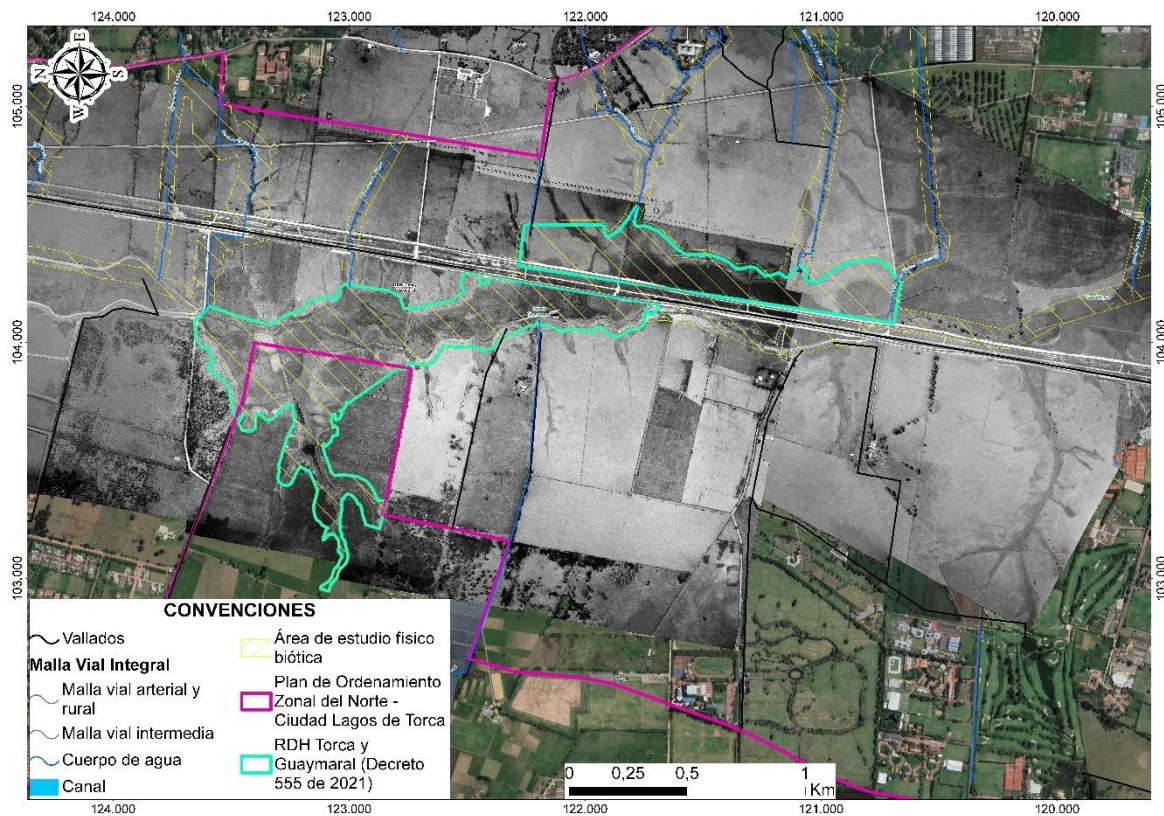


Figura 2- 466. Vista aérea año 1960. Fuente: Elaboración propia con base en IGAC, 1960.

2.9.4.6 REDES DE MOVILIDAD EN EL TERRITORIO ALEDAÑO

En el desenvolvimiento de los procesos urbanísticos se fueron incorporando vías veredales que se han ido adaptando a las necesidades de contar con el acceso a predios. Es así como el sistema vial principal está configurado por una serie de vías parciales que dan acceso a industrias, clubes, universidades, colegios, barrios normales y subnormales, teniendo como eje central de la movilidad y accesibilidad vehicular la Autopista Norte. En el costado occidental de la Autopista existe una carencia total de espacio público de movilidad peatonal. Si bien es cierto que estamos hablando de sectores suburbanos, la misma falta de cohesión social de la comunidad hace que la infraestructura sea descuidada.



Fotografía 2- 129. Estado del espacio público.

Fuente: Fotos, Tomadas de Artículo W Radio.com – El Periódico de Chía.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En el sector oriental, el espacio público presenta unas condiciones similares, aunque al encontrarse inmerso entre la Autopista y la carrera Séptima, hay una mayor conexión vial en el sector, aunque se presentan vías secundarias en estados básicos y con poco mantenimiento.

La evaluación general del sistema geográfico nos relaciona las vías que se presentan en el territorio aledaño (Tabla 2-326 y Figura 2-467).

Tabla 2- 326. Relación del sistema actual de movilidad del sector área de estudio.

| Tipo de vía | Nombre de la vía | Nomenclatura | Longitud (m) |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|
| Avenida Calle | AVENIDA EL JARDIN | Avenida Calle 222 | 319,84 |
| Avenida Calle | AVENIDA EL POLO | Avenida Calle 201 | 74,06 |
| Avenida Calle | AVENIDA GUAYMARAL | Avenida Calle 235 | 491,24 |
| Avenida carrera | AVENIDA PASEO DE LOS LIBERTADORES | Avenida carrera 45 | 137,17 |
| Calle | | Calle 192 | 92,60 |
| Calle | | Calle 195 | 22,67 |
| Calle | | Calle 196C | 18,76 |
| Calle | | Calle 197 | 22,16 |
| Calle | | Calle 198 | 19,41 |
| Calle | | Calle 215 | 72,47 |
| Calle | | Calle 223 | 8,28 |
| Calle | | Calle 224 | 191,60 |
| Calle | | Calle 234 | 235,55 |
| Calle | | Calle 242 | 345,08 |
| Calle | | Calle 245 | 127,33 |
| Avenida | AVENIDA DE LOS ARRAYANES | Calle 209 | 315,04 |
| Carrera | | Carrera 18 | 2422,91 |
| Carrera | | Carrera 19A | 34,48 |
| Carrera | | Carrera 51 | 25,44 |
| Carrera | | Carrera 52 | 31,00 |
| Carrera | | Carrera 54 | 22,88 |
| Avenida carrera | AVENIDA ALBERTO LLERAS CAMARGO | Avenida carrera 7 | 660,92 |
| Avenida carrera | AVENIDA PASEO DE LOS LIBERTADORES | Avenida carrera 45 | 5303,63 |
| Sin Especificar | Sin Especificar | Sin Especificar | 163,82 |
| Total general | | | 11158,34 |

Fuente: Elaboración propia.

La movilidad del sector se encuentra desligada de la actual malla vial de la ciudad y se conecta a ella solamente a través de un eje conductor: la Autopista Norte. De otra parte, las Calles 209 - Los Arrayanes y calle 213 y 235 Vía a Guaymaral son las únicas que bajan hasta la carrera 116, vía que a su vez conecta al norte con el municipio de Chía, y hacia el sur, a la calle 174 Vía a Cota.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

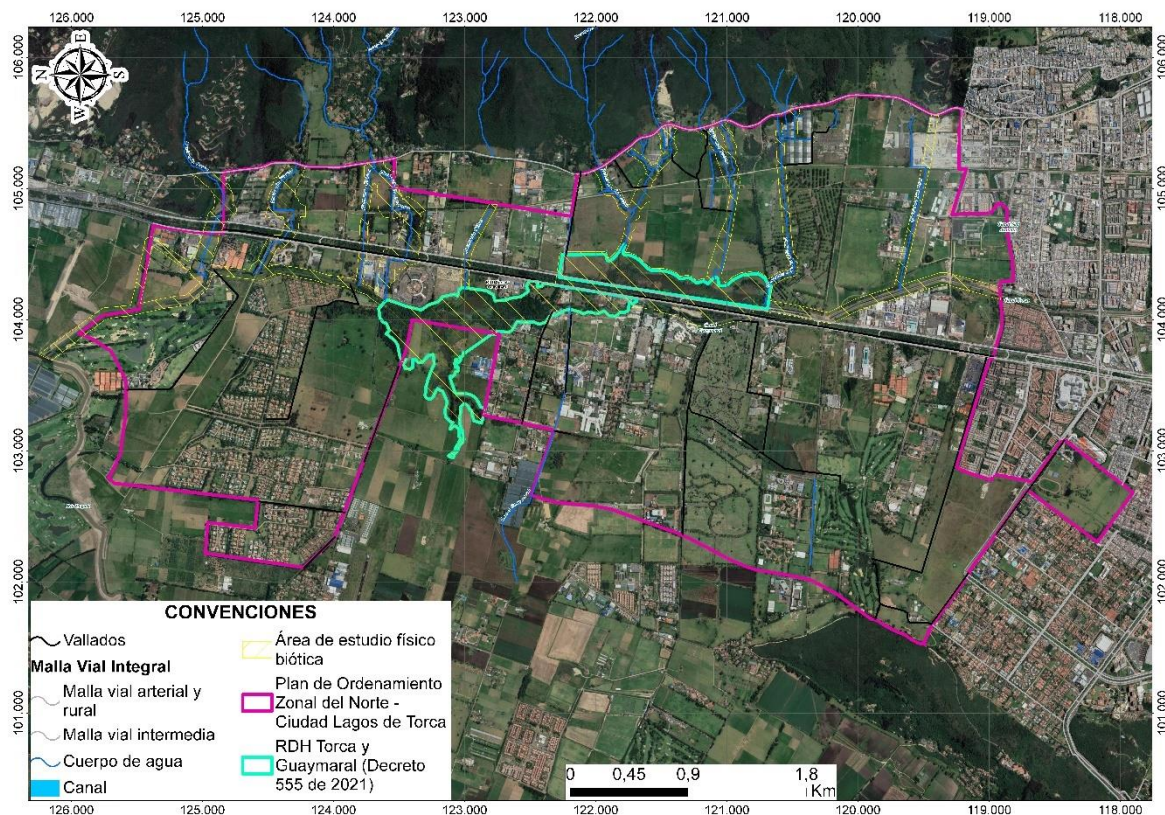


Figura 2- 467. Sistema actual de movilidad en el territorio aledaño. Fuente: Elaboración propia.

La autopista norte es el hito generador de fragmentación espacial urbana más importante dentro del área de estudio y el mayor generador de factores de impacto ambiental en los humedales de Torca y Guaymaral (aceites, particulados, gases tóxicos, ruido, etc.).

La autopista norte ha tenido varias adecuaciones y ampliaciones en la medida que incrementa el tráfico vehicular, sin que hasta la fecha (o en el corto plazo) se haya propuesto una solución de fondo a los problemas de accesibilidad a la ciudad. Esto viene afectando seriamente el sistema ecológico principal del área del humedal y sus quebradas por los problemas enumerados en los estudios hidrogeológicos y ambientales.

En la medida que se continúe la ampliación de la misma, incrementando el área de zonas duras y escurrientías sin soluciones de fondo, las condiciones ambientales del sector se agravarán.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Fotografía 2- 130. Vista de la autopista norte y del humedal al fondo referente “Telón” y los cerros orientales. Fuente: Fotos tomadas de Google Earth.

Los planes de expansión de la Autopista han de tener como pieza fundamental de su desarrollo, la recuperación del humedal y la correcta conectividad de sus afluentes y medio biótico.

El panorama desde el punto de vista urbanístico es poco alentador pues el sector occidental del humedal no presenta cohesión con el tejido urbano de la ciudad. De corregirse esta problemática desde normativo y desde la infraestructura, las comunidades que habitan el sector seguirán siendo aisladas del colectivo físico e imaginario de la ciudad. Esto mantiene los tensionantes y riesgos que generan los urbanizadores ilegales en el área de estudio.

2.9.4.1 SISTEMA DE ESTRUCTURA AMBIENTAL

A pesar de que el sector cuenta con uno de los sistemas hidrogeológicos más importantes de la Sabana como el sistema Torca y sus afluentes, el crecimiento urbano y el paulatino deterioro de estos, han conllevado a la pérdida y el desconocimiento de su importancia, con la consecuente falta de pertenencia por parte de las comunidades aledañas.

No obstante, bajo los actuales parámetros y exigencias normativos ambientales, y debido a la gran necesidad de mitigar los riesgos de inundación y establecer proyectos urbanísticos ambientalmente sostenibles, se estructuró el Plan Zonal del Norte sobre una visión ecológica que tiene como base estructurante al sistema Torca y Guaymaral y sus cuerpos hídricos afluentes.

A partir de lo anterior, actualmente ha cobrado importancia la planificación y el manejo del área teniendo en cuenta la protección del sistema de humedal y de las áreas de rondas de las quebradas aportantes, así como la articulación de los esfuerzos interinstitucionales en pro del logro del crecimiento urbano enfocado a una sostenibilidad ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector. Es así que dentro del Plan de Formulación para el nuevo POT se proyectan la recuperación de las áreas protegidas, y la generación de áreas verdes aledañas que funcionen como zonas amortiguadoras del sistema Torca y Guaymaral (Figura 2-468).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

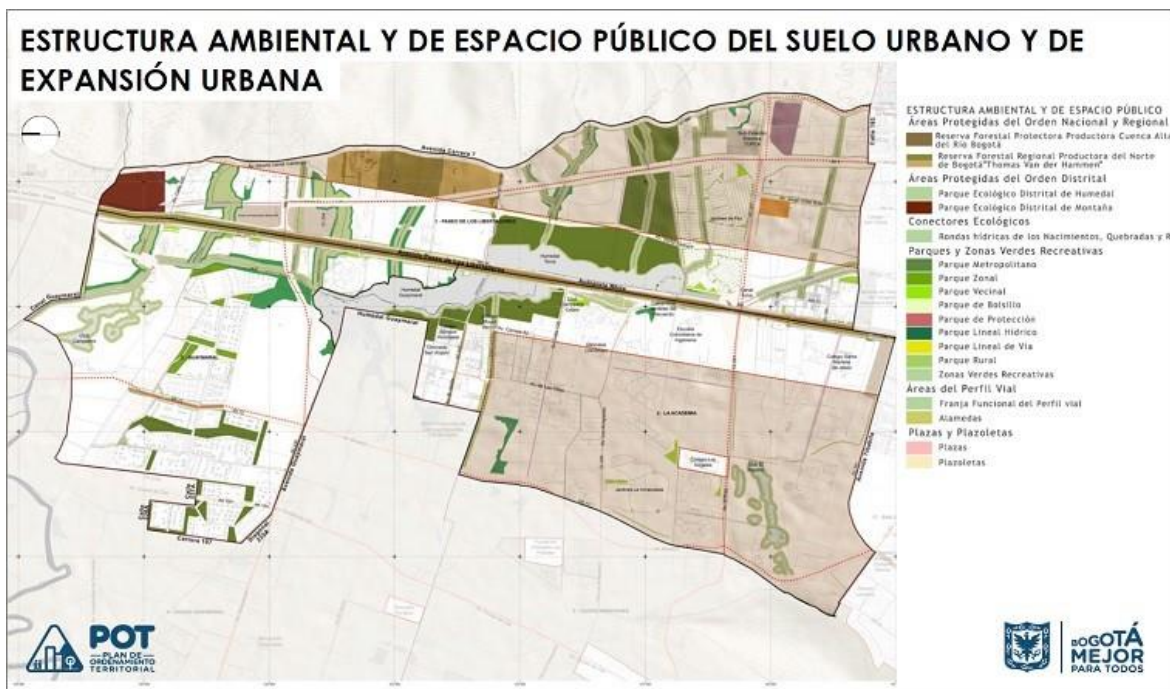


Figura 2- 468. Estructura ambiental y de espacio público.

Fuente: Tomado Documento Presentación Formulación Revisión General del POT – Bogotá D.C.
Incluyen EPE (Espacio Público Efectivo) y EEP (Estructura Ecológica Principal - EEP)

2.9.4.2 SISTEMA DE ESPACIO PUBLICO Y ZONAS VERDES

Actualmente la mayoría de las áreas para espacio público y zonas verdes, ubicadas en el área de estudio, están restringidas a predios privados, sin libre acceso por parte de las comunidades presentes. Predios como los parques cementerios, clubes, colegios y centros deportivos han hecho un tratamiento aislado y particular de sus áreas verdes y cuerpos de agua inmersos en ellos, a pesar de que son sistemas que hacen parte del sistema general ambiental. Por eso, es necesaria una armonización de estos subcomponentes para efectos de consolidar y fortalecer el sistema ecológico principal.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Figura 2- 469. Estado del espacio público por habitante, localidades Suba y Usaquén.

Fuente: Fotos UT Corredor Ecológico Torca – Guaymaral, 2016 a partir del Informe de Calidad de Vida Bogotá Cómo Vamos

Desde el año 2000, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB ha hecho una recuperación de canalización del canal Torca, más por problemas de anegamiento de la Autopista Norte que por dar una solución ambiental al humedal. Además, se implementó un circuito de 1.5 Km de cicloruta y andenes laterales, los cuales, si bien sirven a la comunidad por su servicio recreativo, afectan severamente el ecosistema al establecer alrededor de 15.000 m² de área pavimentada, sobre las áreas aferentes al humedal. (ver Fotografía 2-131).



Fotografía 2- 131. Recuperación del canal Torca. Fuente: Fotos tomadas de Google Earth

2.9.4.3 SISTEMA PAISAJÍSTICO

Dentro de los hitos más visibles de este sector están el Cerro de Torca y los Cerros Orientales que, al reducirse y fragmentarse el humedal, han perdido visibilidad y peso sociocultural como distintivos en el norte de Bogotá. Por lo anterior, es de vital importancia recuperar estos valores como símbolo de pertenencia para la comunidad de vecinos, los nuevos asentamientos poblacionales, comerciales e institucionales planeados para el sector, y para todos los habitantes de la ciudad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

La fragmentación espacial y funcional evidentes entre los sectores este-oeste (Figura 2-470), ha inducido a la pérdida de la percepción simbólica y conciencia presencial del humedal y sus cuerpos de agua, por lo cual sus vecinos, visitantes y transeúntes desconocen su utilidad social y ambiental, generando los diferentes conflictos funcionales y paisajísticos expuestos.

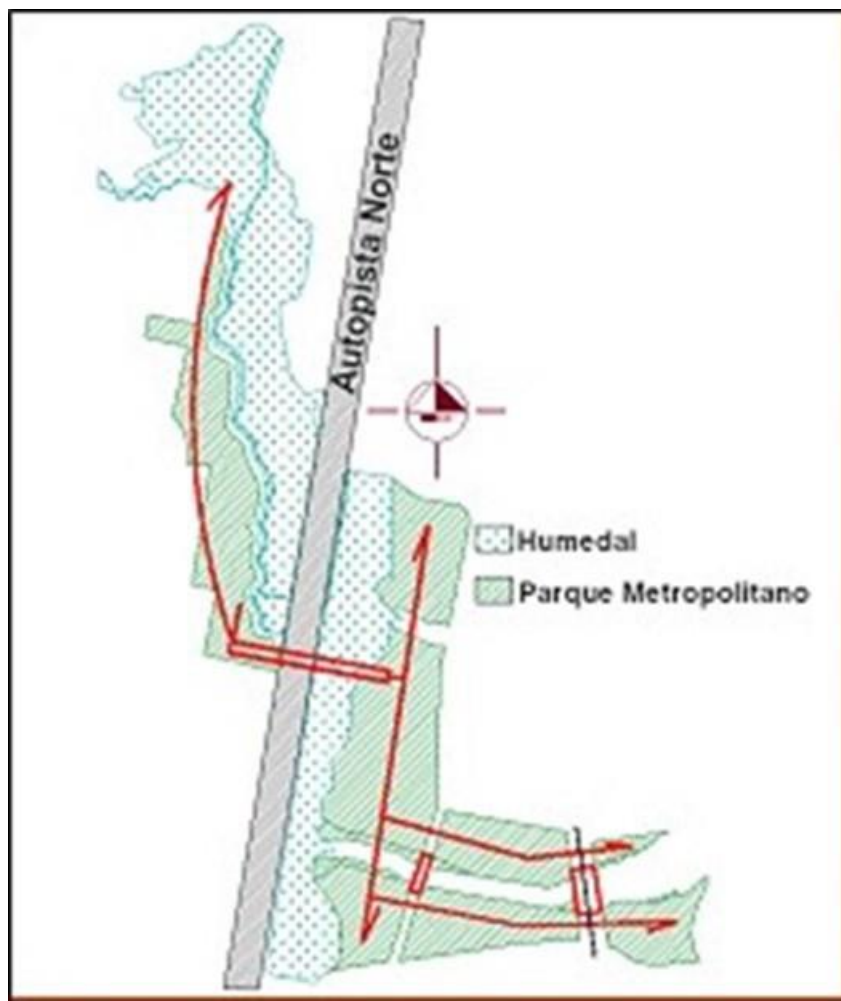


Figura 2- 470. Fragmentación del humedal sector Torca y áreas ambientales entre sectores este-oeste. Fuente: Elaboración propia.

La fragmentación espacial y del tejido urbano también se presenta dentro de los mismos sectores, debido al desarrollo “desordenado” que se ha venido dando en el devenir de lo rural a lo urbano, acrecentado por el poco control institucional en las zonas periféricas de la ciudad. Por lo anterior el humedal Sector Torca y sus cuerpos de agua deben convertirse en el referente colectivo de la comunidad no solamente los humedales de Torca y Guaymaral sino como punto de referencia de ingreso a la ciudad.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.4.4 DESARROLLOS URBANOS

2.9.4.4.1 Planes Parciales

Los Planes Parciales fueron definidos como instrumentos intermedios mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento, generando piezas urbanas planificadas, superando el desarrollo predio a predio y generando los soportes colectivos adecuados a las necesidades de la población y de la ciudad, así como asegurar y facilitar la financiación de estos soportes.

Por tanto, se constituyen en un instrumento de intervención territorial integral, de planeación urbana y a la vez de gestión de suelo y de financiación del desarrollo urbano que define las condiciones espaciales y temporales para la puesta en práctica de las políticas, estrategias y los objetivos del Plan de Ordenamiento Territorial.

La delimitación de los Planes Parciales del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca; tiene por objeto garantizar las intervenciones que permitan conformar una porción de salud, asegurando la dotación integral de los servicios públicos domiciliarios, equipamientos y espacios públicos suficientes para atender la demanda de los usos a desarrollar en el ámbito de Ciudad Lagos de Torca, así como las obras de infraestructura vial que permitan una adecuada conexión con la estructura urbana existente.

Acorde con lo establecido en el Decreto 088 del 03 de marzo 2017, sobre y en inmediaciones del área de estudio se encuentran vigentes planes parciales, los cuales determinan una distribución de cargas urbanísticas con el proyecto. Hay un total de 34 Planes Parciales delimitados, de los cuales 12 se encuentran en mesa de trabajo, tal y como se relaciona en la Tabla 2-327:

Tabla 2- 327. Relación de Planes Parciales existentes en inmediaciones del área de estudio.

| No. Plan Parcial | Nombre | Etapas | Suelo de Expansión | Suelo Urbano | Total |
|------------------|------------|------------------------------------------|--------------------|--------------|-------|
| Sin Plan Parcial | -- | -- | 57,6 | 505,9 | 563,5 |
| 1 | -- | -- | 0,0 | 31,3 | 31,3 |
| 2* | El Carmen | Con Viabilidad (Resolución 1092 de 2019) | 29,85 | 28,54 | 58,39 |
| 3 | -- | -- | 27,8 | 6,6 | 34,4 |
| 4 | -- | -- | 31,3 | 11,5 | 42,8 |
| 5 | -- | -- | 47,8 | 12,7 | 60,5 |
| 6 | -- | -- | 19,9 | 0,0 | 19,9 |
| 7* | El Otoño | Adoptado (Decreto No. 855 de 2019) | 18,96 | 14,32 | 33,28 |
| 8 | -- | -- | 24,6 | 6,3 | 30,9 |
| 9 | -- | -- | 20,8 | 0,0 | 20,9 |
| 10* | El Rosario | Con Viabilidad (Resolución 3024 de 2019) | 40,3 | 21,9 | 62,19 |
| 11 | -- | -- | 28,4 | 0,0 | 28,4 |
| 12* | Tibabita | Formulación (20 de diciembre de 2019) | 26,8 | 0,0 | 26,8 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 327. Relación de Planes Parciales existentes en inmediaciones del área de estudio.

| No. Plan Parcial | Nombre | Etapas | Suelo de Expansión | Suelo Urbano | Total |
|------------------|----------------|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------|-------|
| 13 | -- | -- | 14,2 | 0,0 | 14,2 |
| 14* | Las Flores | Formulación (10 de septiembre de 2019) | 15,47 | 0,0 | 15,47 |
| 15* | Mazda Mavaia | Con Viabilidad (Resolución 1464 de 2019) | 31,59 | 25,90 | 57,49 |
| 16 | -- | -- | 20,9 | 0,0 | 20,9 |
| 17* | Lucerna | Con Viabilidad (Resolución 394 de 2019) | 8,7 | 18,0 | 26,7 |
| 18 | -- | -- | 9,6 | 14,1 | 23,7 |
| 19 | -- | -- | 16,1 | 0,0 | 16,1 |
| 20* | El Coral | Con Viabilidad (Resolución 2222 de 2019) | 58,75 | 0,0 | 58,75 |
| 21 | -- | -- | 7,5 | 8,8 | 16,4 |
| 22 | -- | -- | 27,6 | 23,4 | 50,9 |
| 23 | -- | -- | 0,0 | 29,2 | 29,2 |
| 24* | Santa María | Con Viabilidad (Resolución 2711 de 2019) | 0,0 | 30,0 | 30,0 |
| 25* | Sorrento | Con Viabilidad (Resolución 2473 de 2019) | 0,0 | 23,97 | 23,97 |
| 26* | El Bosque | Adoptado (Decreto No. 653 de 2019) | 0,0 | 71,5 | 71,5 |
| 27 | -- | -- | 0,0 | 22,2 | 22,2 |
| 28 | -- | -- | 8,7 | 40,5 | 49,2 |
| 29* | Múdela del Río | Desistimiento de la Formulación (Resolución 214 de 2020) | 0,0 | 58,65 | 58,65 |
| 30 | -- | -- | 43,1 | 0,0 | 43,1 |
| 31 | -- | -- | 39,3 | 14,8 | 54,1 |
| 32 | -- | -- | 6,5 | 22,1 | 28,6 |
| 33 | -- | -- | 40,7 | 21,9 | 62,6 |
| 34 | -- | -- | 0,0 | 15,9 | 15,9 |

* Planes Parciales que están en mesa de trabajo.

Fuente: Decreto 088 de 2017 modificado por Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

• Plan Parcial No. 2. El Carmen

El Plan Parcial de Desarrollo No. 2 “El Carmen” ubicado en la localidad de Suba, en el ámbito del ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca conforme a la delimitación establecida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planes Parciales”, del Decreto 088 de 2017, se encuentra comprendido en los siguientes límites:

Tabla 2- 328. Delimitación del Plan Parcial El Carmen.

| Delimitación | Límite |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Planes Parciales No. 3 y 6 del POZ Norte Avenida Tibabita Lagos Los Búhos |
| Sur | Avenida san Antonio Urbanización San Juan de Bavaria Plan Especial de Manejo y Protección – PEMP del predio Casa Hacienda La Conejera |
| Oriente | Urbanizaciones San Pedro, Vilanova II y Guacaní |
| Occidente | Plan Especial de Manejo y Protección – PEMP del predio Casa Hacienda La Conejera Franja de Amortiguación Ambiental Cerro La Conejera |

Fuente: Resolución 1092 de 2019.

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planos Parciales” del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 2 “El Carmen” cuenta un área aproximada de 58,39 ha, de las cuales 29,85 ha están localizadas en suelo de expansión y 28,54 ha en suelo urbano del Distrito Capital, no obstante, conforme a los estudios topográficos adelantados por el promotor, el área del Plan Parcial corresponde a 59,27 ha de área bruta.

• Plan Parcial No. 7. El otoño

Es un plan parcial de desarrollo ubicado dentro del ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca, localizado al noroccidente de Bogotá con un área de 33,28 ha. Este Plan Parcial se inscribe en el Decreto 088 de 2017, y se delimita así:

Tabla 2- 329. Delimitación del Plan Parcial El Otoño.

| Delimitación | Límite |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Avenida El Polo |
| Oriente | Avenida Paseo Los Libertadores y la Urbanización Parque Industrial El Otoño (Megaoutlet) |
| Sur | Club Campestre el Rancho |
| Occidente | Club Campestre el Rancho |

Fuente: Decreto 855 de 2019.

El Plan Parcial se caracteriza por tener parte de su suelo urbano y parte de expansión urbana, por su estrecha relación con la Estructura Ecológica Principal – EEP al igual que el resto de los planes parciales, a pesar de que no existen elementos de la EEP del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca, contempla parque lineales y alamedas.

Acorde con lo establecido en el Decreto 855 del 31 de diciembre de 2019 (Por medio del cual se adopta el Plan Parcial No. 7 “El Otoño” ubicado dentro del ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte – “Ciudad Lagos de Torca” y se dictan otras disposiciones),

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

el Plan Parcial El Otoño se articula con los objetivos señalados en los artículos 7 y 8 del Decreto 088 de 2017. Adicionalmente, de manera específica se plantean los siguientes objetivos:

- Generar un sistema que permita dar continuidad a la Estructura Ecológica Principal - EEP en el área de influencia del Plan Parcial No. 7 “El Otoño”, es decir, Los Lagos del Club Los Búhos y el Canal de Torca a través de una red de parques lineales que generan cohesión ecológica en el sector central del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca.
- Integrar la red de malla vial arterial existente, Av. El Polo y Av. Paseo Los Libertadores, a partir de la configuración de una allá vial.
- Generar articulación urbana entre el sector norte y sur de la Avenida El Polo, mediante el sistema de parques y equipamientos.
- Brindar la viabilidad a la Zona de Conectividad Ecológica Complementaria, mediante la conformación de un corredor comercial en primeros pisos, de las edificaciones con frente al Parque Lineal No. 1 “El Otoño”.
- **Plan Parcial No. 10. El Rosario**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 10 “El Rosario” ubicado en la localidad de Usaquén, en el ámbito del ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte “Ciudad Lagos de Torca”, conforme a la delimitación establecida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planes Parciales”, del Decreto 088 de 2017, se encuentra comprendido en los siguientes límites:

Tabla 2- 330. Delimitación del Plan Parcial El Rosario.

| Delimitación | Límite |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Futuro Plan Parcial No. 33 |
| Sur | Calle 192 |
| Oriente | Futuro Plan Parcial No. 11 |
| Occidente | Canal de Torca al medio, que lo separa del Desarrollo Legalizado Canaima |

Fuente: Resolución 3024 de 2019

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planos Parciales” del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 10 “El Rosario” cuenta un área aproximada de 62,19 ha, de las cuales 40,3 ha están localizadas en suelo de expansión y 21,9 ha en suelo urbano del Distrito Capital (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 12. Tibabita**

El Plan de Ordenamiento Zonal (POZ) Norte “Ciudad Lagos de Torca” se encuentra delimitado al norte con el municipio de Chía y con el perímetro urbano del Distrito Capital, al oriente con el perímetro urbano del Distrito Capital y la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, al sur con las calles 189-193 (Trazado Avenida Tibabita), la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) la Uribe y con la calle 183 (Avenida San Antonio), y al occidente con el perímetro urbano y la Unidad de Planeamiento Rural (UPR) Zona Norte,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

y la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH. En este perímetro urbano delimitado se ubica el Plan Parcial No. 12 Tibabita (Art. 3 Decreto 088 de 2017).

Tabla 2- 331. Delimitación del Plan Parcial Tibabita.

| Delimitación | Límite |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Suelo de Expansión de POZ Norte, Patio SITP proyectado |
| Oriente | Avenida Alberto Lleras Camargo |
| Sur | Calle 193 y Perímetro Urbano de Bogotá |
| Occidente | Línea Férrea del Norte de Bogotá, proyección de la Avenida Laureano Gómez |

Fuente: DTS Formulación PP Tibabita.

El Plan Parcial No. 12 Tibabita se encuentra ubicado cerca de la red de espacios y corredores que definen los elementos ecológicos que son importantes conservar para la sostenibilidad ambiental del territorio. Estos elementos hacen parte de la Estructura Ecológica Principal - EEP del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca y se encuentran catalogados dentro del POT de Bogotá, como un sistema de áreas protegidas, parques urbanos y corredores ecológicos (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 14. Las Flores**

EL Plan Parcial Las Flores es uno de los 34 planes parciales por medio de los cuales se desarrollará el POZ Norte. Cuenta con una extensión de 154.787,61 m² (15,47 ha.), las cuales equivalen aproximadamente al 0,86% del área total del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca. De acuerdo con el Plano No. 13 de la cartografía anexa del Decreto 088 de 2017, el Plan Parcial No. 14 Las Flores se configura dentro de los siguientes límites:

Tabla 2- 332. Delimitación del Plan Parcial Las Flores.

| Delimitación | Límite |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Avenida Parque Guaymaral Sur (Vía Proyectada) |
| Oriente | Avenida Alberto Lleras Camargo (Carrera Séptima) |
| Sur | Subestación Eléctrica Torca y Subestación de Policía Torca |
| Occidente | Línea Férrea del Norte de Bogotá, proyección de la Avenida Laureano Gómez |

Fuente: DTS Formulación PP Las Flores.

El Plan Parcial Las Flores se encuentra de igual manera próximo al Parque Metropolitano Guaymaral - principal espacio público dentro del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca y a la Reserva Forestal Protectora del Bosque Oriental de Bogotá (Cerros Orientales) - (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 15. Mazda Mavaia**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 15 "Mazda Mavaia" ubicado en la localidad de Suba, en el ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte POZ Norte - Ciudad Lagos de Torca, conforme a la delimitación establecida en el plano No. 13 "Delimitación de Planes Parciales" del Decreto Distrital 088 de 2017, se encuentra comprendido en los siguientes límites:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 333. Delimitación del Plan Parcial Mazda Mavaia.

| Delimitación | Límite |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Colinda con terrenos sin desarrollar, predio Lucerna, futuro PP 16 Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca |
| Sur | Predio La Francia (futuro Parque Metropolitano) |
| Oriente | Avenida Alberto Lleras Camargo |
| Occidente | Avenida Paseo Los Libertadores |

Fuente: Resolución 1464 del 24 de julio de 2019.

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 "Delimitación de Planes Parciales" del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial 15 "Mazda Mavaia" cuenta con un área aproximada de 57,49 ha de las cuales 31,59 ha están localizadas en suelo de expansión urbana y 25,90 ha en suelo urbano del Distrito Capital (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 20. El Coral**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 20 "El Coral" ubicado la localidad de Suba, en el ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte Poz Norte - Ciudad Lagos de Torca, se encuentra comprendido dentro de los siguientes límites:

Tabla 2- 334. Delimitación del Plan Parcial El Coral.

| Delimitación | Límite |
|--------------|--------------------------------------------------|
| Norte | Corporación Universitaria Ciencias Agropecuarias |
| Sur | Cementerio de La Inmaculada – Calle 209 |
| Oriente | Colegio Andino, Conjunto Residencial Andino |
| Occidente | UPR Zona Norte – Avenida Boyacá |

Fuente: Resolución 2222 del 29 de octubre de 2019.

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 "Delimitación de Planes Parciales" del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 20 "El Coral" cuenta con un área aproximada de 58,75 ha localizadas en suelo de expansión urbana del Distrito Capital, no obstante, conforme a los tramites adelantados por el promotor ante la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, el área del Plan Parcial corresponde a 58,62 ha de área bruta (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 24. Santa María**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 24 "Santa María" ubicado en la localidad de Usaquén, en el ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte, Poz Norte - Ciudad Lagos de Torca, se encuentra comprendido dentro de los siguientes límites:

Tabla 2- 335. Delimitación del Plan Parcial Santa María.

| Delimitación | Límite |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Futuro Plan Parcial No. 25 "Sorrento" |
| Sur | Futuro Plan Parcial No. 17 "Lucerna" |
| Oriente | Perímetro Urbano del Distrito Capital - Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH |
| Occidente | Avenida Paseo Los Libertadores - Autopista Norte |

Fuente: Resolución 2711 del 06 de diciembre de 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planes Parciales” del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 24 “Santa María” cuenta con un área aproximada de 29,19 ha localizadas en suelo urbano del Distrito Capital, no obstante, el área del Plan Parcial conforme a la propuesta de formulación ajustada, corresponde a 30,00 ha de área bruta (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 25. Sorrento**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 25 “Sorrento” ubicado en la localidad de Usaquén, en el ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte, Poz Norte - Ciudad Lagos de Torca, se encuentra comprendido dentro de los siguientes límites:

Tabla 2- 336. Delimitación del Plan Parcial Sorrento.

| Delimitación | Límite |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte | Futuro Plan Parcial No. 28 y futuro Centro de Intercambio Modal – CIM – Quebrada La Floresta. |
| Sur | Futuro Plan Parcial No. 24 “Santa María” – Quebrada Las Pilas |
| Oriente | Perímetro Urbano del Distrito Capital - Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH |
| Occidente | Avenida Paseo Los Libertadores - Autopista Norte |

Fuente: Resolución 2473 del 19 de noviembre de 2019.

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planes Parciales” del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 25 “Sorrento” cuenta con un área aproximada de 23,97 ha localizadas en suelo urbano del Distrito Capital (ver Figura 2-471).

- **Plan Parcial No. 26. El Bosque**

El Plan Parcial de Desarrollo No. 26 “El Bosque” fue adoptado mediante Decreto No. 653 del 30 de octubre de 2019, en el ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte, Poz Norte - Ciudad Lagos de Torca, se encuentra comprendido dentro de los siguientes límites:

Tabla 2- 337. Delimitación del Plan Parcial El Bosque.

| Delimitación | Límite |
|--------------|----------------------------------------------------------------|
| Norte | Urbanización Hacienda San Simón. |
| Oriente | Carrera 52, el canal Guaymaral y el Parque Comercial BIMA S.A. |
| Sur | Unidad de Planeamiento Rural – UPR Zona Norte. |
| Occidente | Urbanización Hacienda San Simón. |

Fuente: Decreto 653 del 30 de octubre de 2019.

Conforme a la delimitación definida en el Plano No. 13 “Delimitación de Planes Parciales” del Decreto Distrital 088 de 2017, el Plan Parcial No. 25 “Sorrento” cuenta con un área aproximada de 23,97 ha localizadas en suelo urbano del Distrito Capital (ver Figura 2-471). Acorde con lo establecido en el Decreto 653 del 30 de octubre de 2019, (Por medio del cual se adopta el Plan Parcial “El Bosque” ubicado dentro del ámbito del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte – “Ciudad Lagos de Torca” y se dictan otras disposiciones), el Plan Parcial El Bosque se articula con los objetivos señalados en los artículos 7 y 8 del Decreto 088 de 2017. Adicionalmente, de manera específica se plantean los siguientes objetivos:

- Generar una conectividad urbanística en sentido oriente – occidente, que se materializa mediante el trazado del parque lineal propuesto, el cual es pieza

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

fundamental que permite generar un espacio público lineal y continuo, y que adicionalmente articula entre sí las Zonas Complementarias de Conectividad Ecológica – ZCEC.

- Articular el Plan Parcial con la infraestructura urbana y de espacio público existente como la Urbanización Hacienda San Simón y la proyectada por “Ciudad Lagos de Torca”.
- **Plan Parcial No. 29. Mudela del Río**

El Plan Parcial se ubica en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No. 3 – Guaymaral, en la Localidad de Suba, en el límite del Distrito Capital con el municipio de Chía. Se compone de cuatro polígonos conocidos como: 1) Mudela Occidental; 2) Mudela Oriental; 3) Torca y 4) Triángulo:

Tabla 2- 338. Delimitación del Plan Parcial Mudela del Río.

| Polígono | Norte | Oriente | Sur | Oriente |
|-------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Mudela Occidental | Ronda Hidráulica del río Bogotá | Club Guaymaral Reserva vial de la Av. Boyacá | Urbanización San Simón Reserva vial de la Av. Longitudinal de Occidente | Ronda Hidráulica del río Bogotá |
| Mudela Oriental | Club Guaymaral | Reserva vial de la Av. Longitudinal de Occidente | Urbanización San Simón Reserva vial de la Av. Longitudinal de Occidente | Reserva vial de la Av. Boyacá |
| Torca | Municipio de Chía | Club Bellavista Reserva vial de la Av. Longitudinal de Occidente | Club Guaymaral | Canal Guaymaral Club Guaymaral |
| Triángulo | Reserva vial de la Avenida Longitudinal de Occidente | Bogotá Tennis Club Avenida Paseo de Los Libertadores | Urbanización San Simón Plan Parcial No. 27 | Reserva vial de la Av. Longitudinal de Occidente |

Fuente: DTS Formulación del Plan Parcial Múdela del Río.

El Plan Parcial está conformado por treinta y un predios que suman un área bruta de 586.549,3 m² (ver Figura 2-471).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

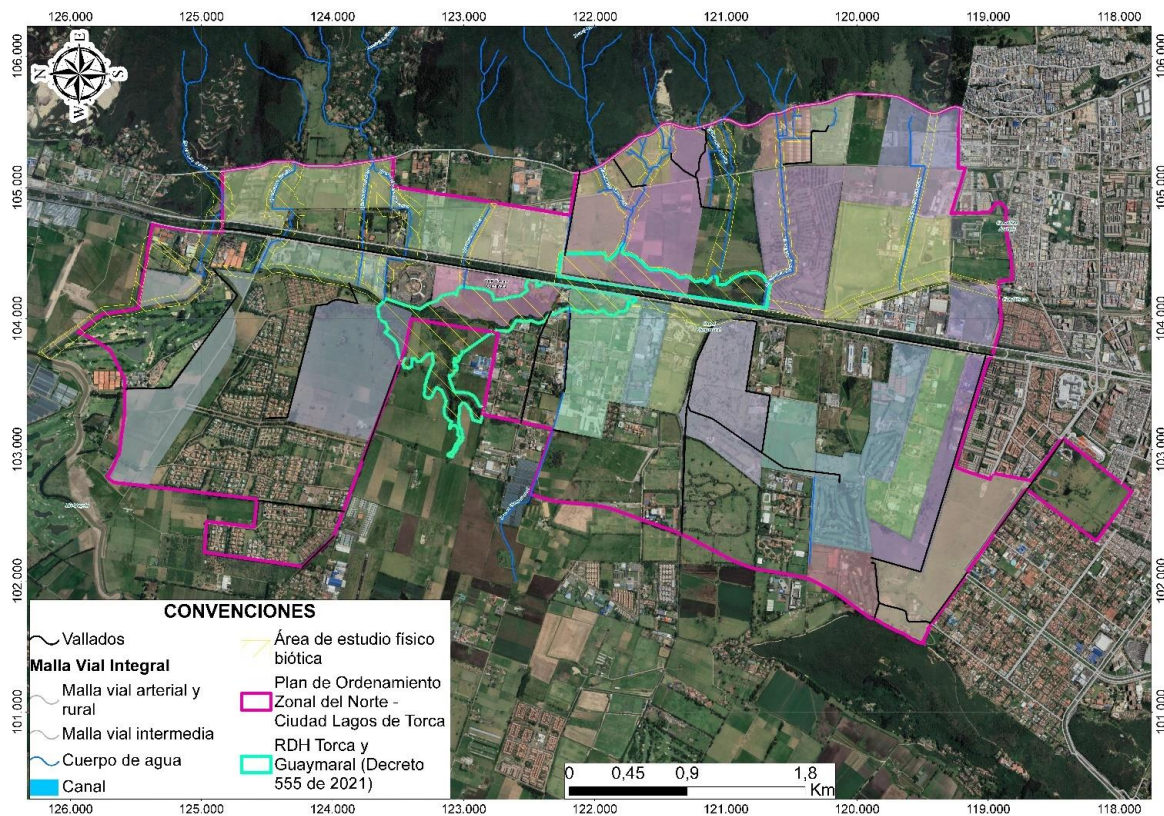


Figura 2- 471. Planes Parciales en Inmediaciones del Área de Estudio. Fuente: Elaboración propia.

2.9.5 USO SOSTENIBLE

2.9.5.1 GENERALIDADES

Las áreas ambientales protegidas, ubicadas en suelo rural o suelo urbano o suburbano, enfrentan hoy en día diferentes retos en lo que respecta a su conservación y sostenibilidad. De una parte, las afectaciones antrópicas que a través del tiempo han incidido en su estructura funcional y ecológica, por otra las presiones que conllevan los procesos de explotación del suelo que en un principio se iniciaron con procesos pastoriles y agrícolas y posteriormente la acometida de procesos de urbanización y conurbación. Esto los ha llevado a la situación de alteración y transformación en la cual se encuentran hoy en día.

Según la experiencia en diferentes ciudades del mundo y en nuestra misma ciudad capital, el rápido crecimiento urbano ha influido en la reducción de espacios verdes y el deterioro de áreas con alto valor ambiental, esto ha generado la gran necesidad de incorporar enfoques ambientalmente sostenibles en las acciones de manejo proyectadas en el territorio.

Teniendo en cuenta la proyección de ampliación de la ciudad de Bogotá hacia su sector norte, según lo dispuesto en el Decreto 088 de 2007 del Plan Zonal del Norte, es necesario proponer un documento base para la correcta instrumentación y adecuada planificación del

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

uso sostenible los humedales de Torca y Guaymaral, dentro de su Plan de Manejo Ambiental, que responda además, a los lineamientos y normativa existente que protegen las áreas del humedal, como ecosistema estratégico, en pro de mantener la sostenibilidad ambiental del territorio. Los humedales de Torca y Guaymaral es uno de los elementos de la Estructura Ecológica Principal – EEP de la ciudad, lo cual mantiene áreas de importancia ambiental y paisajística en el entramado urbano.

Presentamos entonces una descripción del uso sostenible actual que presenta los humedales de Torca y Guaymaral, lo cual servirá de base, para estructurar el componente de uso sostenible dentro del Plan de Manejo Ambiental del humedal, dirigido a establecer un disfrute pasivo, generando espacios para la investigación y la educación ambiental, así como para la concertación y participación comunitaria en pro de su conservación.

Es de entender que este humedal es un hito urbano y paisajístico, que mantiene importantes servicios ambientales, así como la conectividad ecológica entre la estructura ambiental de los cerros orientales y la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. "Thomas Van Der Hammen" – RFPNTVDH (Documento Técnico de Soporte Decreto 088 de 2017).

2.9.5.2 NORMATIVIDAD

2.9.5.2.1 Nivel Nacional

Creado el Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993, se estructuró el sistema encargado de la gestión ambiental a nivel nacional y dentro de su esquema organizativo estableció un área específica para el tema de humedales.

En el año de 1994, mediante la Ley 165, se aprobó el Convenio sobre Diversidad Biológica, en el cual “se encuentran incluidos los ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte”. El objetivo del convenio de biodiversidad es la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante el acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

En su artículo 8 dicta reglas acerca de las áreas donde sea necesario elaborar tratamientos específicos para la conservación de la diversidad biológica, directrices y ordenamiento de las mismas; promoviendo la protección de estos ecosistemas y hábitats naturales para el soporte de especies en estos entornos. Asimismo, establece las condiciones necesarias para su conservación y utilización sostenible de sus componentes bióticos.

En el año 2001 el Ministerio del Medio Ambiente tomando los compromisos asumidos dentro del Ramsar, expide la Política Nacional de Humedales, la cual crea un marco conceptual respecto a la importancia y manejo de estas áreas de protección y su relación con las áreas políticas, territoriales y sociodemográficas en las cuales se encuentran.

Consolidando la política estatal de manejo de estas áreas protegidas, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expide la Resolución N°. 157 de febrero de 2004,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

por medio de la cual se ordena "...a las autoridades ambientales del país la elaboración y formulación de los Planes de Manejo Ambiental para los humedales, partiendo que éstos son bienes de uso sostenible, consecuentemente determina grandes restricciones respecto al uso sostenible de estas áreas, las cuales deberán estar determinadas por un plan de manejo ordenador de zonificación y usos.

2.9.5.2.2 Nivel Distrital

Desde 1979, del Concejo de Bogotá mediante el Acuerdo 7 se acogió a las normativas nacionales existentes en ese momento en lo pertinente al manejo y administración del sistema hídrico contemplando los ríos, quebradas y rondas teniendo en cuenta que son zonas de reserva natural con fines de protección. De otra parte, impartió orden a la E.A.A.B. a realizar el acotamiento y la demarcación de las rondas de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y canales. Lo anterior fue complementado y ratificado por los acuerdos 19 de 1994 y 35 de 1999.

En el año 2021 el gobierno distrital promulga el Plan de Ordenamiento Territorial Decreto 555 de 2021. El plan crea un marco jurídico específico al manejo y administración de los suelos y áreas protegidas e incorpora a los humedales como parte de estos ecosistemas.

Posteriormente y en concordancia con las políticas ambientales y acuerdos internacionales suscritos por el gobierno nacional, el Distrito Capital expide el Decreto 062 de 2006 el cual titula como objetivo: "Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital." Adicionalmente concordante con el Decreto expide su Política de Humedales ratificada con el Decreto 624 de 2007.

En este capítulo haremos énfasis en los artículos de la norma del 062, que involucra directamente al uso sostenible de estas áreas de protección, en lo que concierne a los planes de manejo:

- a) Zonificación
- b) Usos
- c) Ordenamiento
- d) Restricciones

...ARTÍCULO 10º.- De la zonificación. En la formulación de los Planes de manejo ambiental de los humedales ubicados dentro del Distrito Capital, el DAMA fijará los lineamientos específicos que orienten esa zonificación de cada uno, de acuerdo con sus condiciones naturales y socioeconómicas específicas, para lo cual se deberá tener en cuenta los criterios biofísicos, ecológicos, culturales y situaciones particulares que se presentan para cada área.

Para efectos de la formulación de los planes de manejo ambiental de los humedales de Bogotá, se podrá establecer la siguiente zonificación:

- Cuerpo de agua y zonas litorales

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Ronda hidráulica o áreas terrestres consolidadas
- Zona para la protección y preservación ambiental estricta
- Zona para recuperación ambiental de la cobertura vegetal o recuperación de suelos y/o para la recuperación hidrogeomorfológica

PARÁGRAFO. - En todos los humedales se hará una zonificación de unidades de paisaje que incluya áreas litorales, espejos de agua, planos pantanosos o inundables, fajas de matorrales leñosos y bosques inundables y no inundables protectores, y eventualmente islas de refugio, buscando con ello definir con mayor detalle las determinantes para su rehabilitación ecológica y funcional.

ARTÍCULO 11º.- Del régimen de usos. Sin Perjuicio de lo establecido en la normatividad superior, los humedales del Distrito Capital deben tener como usos principales la conservación de la biodiversidad, la investigación científica regulada, la educación ambiental y como usos condicionados la recreación pasiva contemplativa. No se permitirá dentro de los cuerpos de agua, ni en sus zonas de ronda y de manejo y preservación ambiental, ni en áreas circundantes, actividades agrícolas, pecuarias, urbanísticas o de recreación activa de ningún tipo y demás usos no consecuentes con su naturaleza.

Dadas las características especiales de los humedales ubicados dentro del perímetro urbano y de sus zonas de ronda, serán usos principales de los mismos las actividades que promuevan su uso sostenible, conservación, rehabilitación o restauración. Sin embargo, a partir de la caracterización y zonificación, se establecerán en el plan de manejo respectivo, los usos compatibles, restricciones y usos prohibidos para su conservación y uso sostenible.

ARTICULO 12º.- De los regímenes especiales de ordenación. - Con base en los planes de manejo de los humedales, el Distrito capital a través del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA estructurará una propuesta de régimen especial de ordenación de los Parque Ecológicos Distritales de Humedal y de su cuenca aferente, con el fin de garantizar su conservación, recuperación y regeneración. En todo caso el régimen a proponer hará parte del Plan de Ordenamiento Territorial y, propenderá por compatibilizar los actuales usos con actividades sostenibles que a corto mediano y largo plazo aseguren y mantengan los valores naturales de los humedales.

ARTICULO 24º.- De las restricciones. - No se permite dentro de los treinta metros de ronda hidráulica de los humedales de la ciudad de Bogotá, la construcción de obras urbanísticas como son: ciclorutas, senderos para bicicletas, alamedas, plazoletas, luminarias y adoquinados, como resultado de la iniciativa pública o privada. De igual forma se prohíbe cualquier forma o tipo de desarrollo urbanístico, salvo aquellos que se destinen al cumplimiento de los objetivos de conservación de dichas áreas o aquellas que tengan como propósito el cumplimiento del respectivo plan de manejo. (Nota: Este artículo está plasmado de la misma forma en la Política de Humedales Decreto 624 de 2007)

ARTICULO 30º.- De los cerramientos perimetrales. Modificado por el art. 2, Decreto Distrital 323 de 2018. En todos los humedales se construirá un cerramiento perimetral en malla eslabonada con entradas controladas que abarque toda su extensión, a partir de las zonas de manejo y preservación ambiental. Antes de iniciar las obras de cerramiento

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

perimetral se debe efectuar un retiro ambientalmente cuidadoso de las basuras y escombros que se encuentren dentro del área protegida de estos ecosistemas....

Cabe anotar que el Tribunal Administrativo de Cundinamarca en fallo proferido, suspendió provisionalmente el Decreto 565 de 2017 el cual modificaba la política de humedales establecida mediante Decreto 624 de 2007, y dentro de la cual se eliminaban las prohibiciones establecidas en él, para que las obras de recuperación de los mismos.

De tal forma al estar suspendido de manera provisional el Decreto que la modificaba, la norma consignada dentro de la Política de Humedales del Decreto 624 de 2007 se encuentra en vigor y específicamente su Artículo 24 respecto a Restricciones.

2.9.5.2.3 CAR

2.9.5.2.4 Autoridad Ambiental

En Resolución Conjunta 02 de 2015 suscrita entre la CAR y la Secretaría Distrital de Ambiente del Distrito capital, se señala en el Parágrafo del Artículo Tercero Ordenamiento lo siguiente:

...**PARÁGRAFO.-** La implementación de los usos señalados anteriormente se sujetará a los siguientes requisitos:

- a. No generar fragmentación de la cobertura vegetal nativa, ni de los hábitats de la fauna nativa.
- b. Integrar paisajísticamente la infraestructura al entorno natural.
- c. No propiciar altas concentraciones de personas.
- d. Los senderos peatonales se ubicarán exclusivamente en el área de protección o conservación aferente, y como cinta dura no podrán exceder un ancho de 1.5 metros.
- e. Sólo los senderos ecológicos y los observatorios de aves podrán localizarse dentro de la ronda hidráulica. Los senderos ecológicos serán de materiales permeables y no excederán un ancho de 1 metro.

2.9.5.2.5 Decreto 088 de 2017 – Plan Zonal del Norte

2.9.5.2.6 Humedales Torca y Guaymaral

En el Artículo 14 Numerales 6 y 7 del Decreto 088, se estipula lo siguiente:

...6. Conexión biológica con la red de espacio público: El diseño paisajístico y de restauración en el plan de manejo proveerá lo elementos en el área delimitada del humedal para reforzar la conexión biológica entre este y los espacios públicos vecinos.

7. Espacio público dentro del humedal: El plan de manejo incluirá una zonificación de manejo y un proyecto de paisajismo que provean espacios para el máximo aprovechamiento recreativo y educativo del humedal, centrado en el conocimiento y disfrute del contacto con la naturaleza y subordinado a los requisitos de conservación de la biodiversidad. Se deberán desarrollar acceso peatonal que permitan la interacción de los visitantes del humedal contadas las áreas del mismo a través de pasos peatonales a desnivel, puentes peatonales, plataformas elevadas y senderos siempre que estos no

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

requieran la construcción de bordes duros sobre los cuerpos de agua, sin perjuicio de no restringir aquellos bordes duros requeridos para obras viales. Se deberán definir las actividades de recreación pasiva a permitirse en el humedal....

El Documento Técnico de Soporte del Decreto 088 de 2017, establece con respecto a los humedales de Torca y Guaymaral, lo siguiente:

Dentro de sus objetivos:

.....

- Recuperar como espacio público las rondas de los cuerpos de agua privatizadas.
- Integrar la estructura ecológica principal y las áreas protegidas al sistema de espacio público respetando sus valores ambientales, estableciendo las medidas necesarias para su recuperación y conservación e incorporándolos en la vida diaria de los habitantes para que los conozcan y valoren.

Y precisa los objetivos específicos del plan y las determinantes para uso:

Articular los elementos de la red hídrica con el sistema de movilidad para bicicleta y peatonal.

Facilitar la permeabilidad biológica entre la ronda de las quebradas y el verde urbano. Generar los niveles de agua, caudal y carga de sedimentos para las quebradas mediante la implementación de zonas de pondaje, materiales permeables y demás elementos que se consideren necesarios.

Las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental son espacios para la recreación y la movilidad peatonal y en bicicleta que facilitan el disfrute y la conservación de los valores ambientales de las rondas y como tales son parte del espacio público efectivo (Decreto 088 de 2017). Deberán regirse bajo los siguientes parámetros:

- Índice mínimo de proximidad: 8
- Mínimo permeabilidad y retención: 80% y 50%
- Máximo superficies duras: 20%
- Visibilidad máximo de construido: 10 %

2.9.5.2.7 Conclusiones acerca de la Normatividad

- En virtud al principio de precaución, las intervenciones para uso sostenible a plantear dentro del área del humedal deben ser concertadas con la autoridad ambiental Secretaría Distrital de Ambiente, dentro de unos parámetros que se ajusten a la protección de las condiciones del humedal, sin desmedro de las actuaciones ajustadas a la norma a que haya lugar.
- Es claro lo especificado dentro de la Resolución conjunta No, 02 de 2015 CAR-SDA numeral “d” que los senderos peatonales se ubicarán exclusivamente en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental (área de protección o conservación aferente), y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

no podrán exceder un ancho de 1.5 metros. En el numeral “e” se especifican que pueden existir senderos ecológicos y observatorios de aves dentro de la ronda hidráulica, siempre y cuando estos estén constituidos por materiales permeables y no excedan un ancho de 1 metro.

- De conformidad con lo establecido en el Decreto 088 se permite desarrollar accesos peatonales que facilitan la interacción de los visitantes del humedal contadas las áreas del mismo a través de pasos peatonales a desnivel, puentes peatonales, plataformas elevadas y senderos siempre que estos no requieran la construcción de bordes duros sobre los cuerpos de agua, definiendo las actividades de recreación pasiva a permitirse en el parque ecológico del humedal.
- Respecto al manejo de la ZMPA el Decreto 088 define actividades de recreación activa “...para la recreación y la movilidad peatonal y en bicicleta que facilitan el disfrute y la conservación de los valores ambientales de las rondas...”, estableciendo unos valores máximos permitidos respecto a proximidad, endurecimiento, permeabilidad y visibilidad.
- En cuanto a las Infraestructuras a implantarse tales como: Aula ambiental el Decreto prevé en el Capítulo 6 Plan de Acción, la implementación de un aula ambiental, para cumplir con los fines determinados en sus objetivos de educación a la comunidad: *“...Fortalecer procesos de educación ambiental a través de la concepción de los humedales de Torca y Guaymaral como Aula Ambiental viva, que permita resignificar culturalmente los ecosistemas como patrimonio público....”* para cumplir con las funciones educativas y ambientales, en la Resolución CAR se fija un máximo de 500 M2, para los observatorios de aves 50 M2, para el área de administración (esto incluye servicios generales y porterías) 300 M2 y fija un tope para espacio público, plazoletas, senderos y parqueaderos de 28.260 M2.
- Respecto a esto último es de aclarar que las zonas duras de espacio público como plazoletas y parqueaderos deben ubicarse por fuera del área protegida como tal, en concordancia con las normativas, y los senderos corresponden a lo estipulado en los Decretos como infraestructura de recreación pasiva.
- Accesibilidad: Para efectos de la implantación de infraestructuras de senderos o edificaciones, adicionalmente se tendrá en cuenta las normativas referentes a Accesibilidad de Edificaciones y Espacios Públicos según lo determina el Decreto 1538 de 2005, complementarios y reglamentarios.
- Finalmente, para aclarar y especificar los términos respecto a lo que tiene que ver con el uso sostenible de las zonas de protección y las zonas de uso sostenible en general, presentamos las definiciones establecidas en el Decreto 619 de 2000:
 - Recreación activa: Conjunto de actividades dirigidas al esparcimiento y el ejercicio de disciplinas lúdicas, artísticas o deportivas que tienen como fin la salud física y mental, para las cuales se requiere infraestructura propia de estas actividades. La recreación activa implica equipamientos tales como: albergues, estadios, coliseos, canchas, plazoletas,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

ciclorutas, lanchas y la infraestructura requerida para deportes motorizados.

-
- Recreación pasiva: Conjunto de acciones y medidas dirigidas al ejercicio de actividades contemplativas que tienen como fin el disfrute escénico y la salud física y mental, para las cuales tan solo se requiere equipamientos mínimos de muy bajo impacto ambiental, tales como senderos peatonales, miradores paisajísticos, observatorios de avifauna y mobiliario propio de las actividades contemplativas.

2.9.5.3 ACCESIBILIDAD Y USO SOSTENIBLE

La accesibilidad al humedal sector Torca; se viene realizando a partir de los recorridos que fundaciones, universidades, y Entidades Distritales, vienen promoviendo desde hace unos años con actividades de educación ambiental y concientización de la comunidad de vecinos del sector, habitantes de la ciudad y visitantes.

Con la delimitación legal a la fecha según información del área catastral de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) para el año 2014, el 77,7% de los predios colindantes con el cuerpo de agua de Guaymaral son privados (21 propietarios), el 7,4% pertenece al Distrito Capital y el 14,9% son predios pertenecientes a la EAAB-ESP.

El costado oriental humedal Sector Torca, aunque se encuentra en una situación más favorable respecto a sus rondas y área de protección o conservación aferente, la Autopista Norte viene produciendo un impacto ambiental severo sobre su margen oeste. En este contexto la Accesibilidad y recorridos actuales por el área de ambos humedales se dificultan debido a que están rodeados por predios privados o buena parte del área legal del humedal se encuentra dentro de esos predios.

En el desenvolvimiento de los procesos urbanísticos se fueron incorporando “vías veredales”, adaptándolas en la medida del avance de las necesidades como accesos a predios. Es así que el sistema vial está configurado por una serie de vías que han venido supliendo las necesidades de accesibilidad a industrias, clubes, universidades, colegios, barrios normales y subnormales etc., que rodean los humedales de Torca y Guaymaral, teniendo como eje central de la movilidad y accesibilidad vehicular la Autopista Norte. Por lo expresado en ambos costados de la Autonorte existe una carencia total de espacio público de movilidad peatonal.

La movilidad del sector se encuentra desligada de la actual malla vial de la ciudad y se conecta a ella solamente a través de un eje conductor: la Autopista Norte (Figura 2-472). De otra parte, las Calles 209 - Los Arrayanes y calle 213 y 235 Vía a Guaymaral son las únicas que bajan hasta la carrera 116, vía que a su vez conecta al norte con el municipio de Chía, y hacia el sur, a la calle 174 Vía a Cota (Figura 2-473).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral



Figura 2- 472. Sistema de ingreso de movilidad al sector Torca Guaymaral. Fuente: Trazado sobre mapa GoogleEarth.

Los humedales de Torca y Guaymaral no cuenta como tal con ingresos y senderos de movilidad dentro del humedal y canal Guaymaral. Los recorridos guiados son restringidos a algunas áreas dado que algunas zonas del humedal se encuentran con cercados y con restricción por el cerramiento que han instalado algunos predios privados. No obstante, se encuentran algunos elementos de señalética y sitios usados como ingresos improvisados, así como senderos y áreas de avistamientos de fauna con algunos elementos establecidos para el uso sostenible.

A partir de lo anterior se establecen recorridos de verificación de elementos dispuestos para el uso sostenible dentro del área del humedal, en sus dos sectores, resaltando a criterio técnico el estado actual, y las falencias desde el punto de vista de accesibilidad, uso sostenible, señalización, infraestructura de servicios accesorios, etc., que fueron observadas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

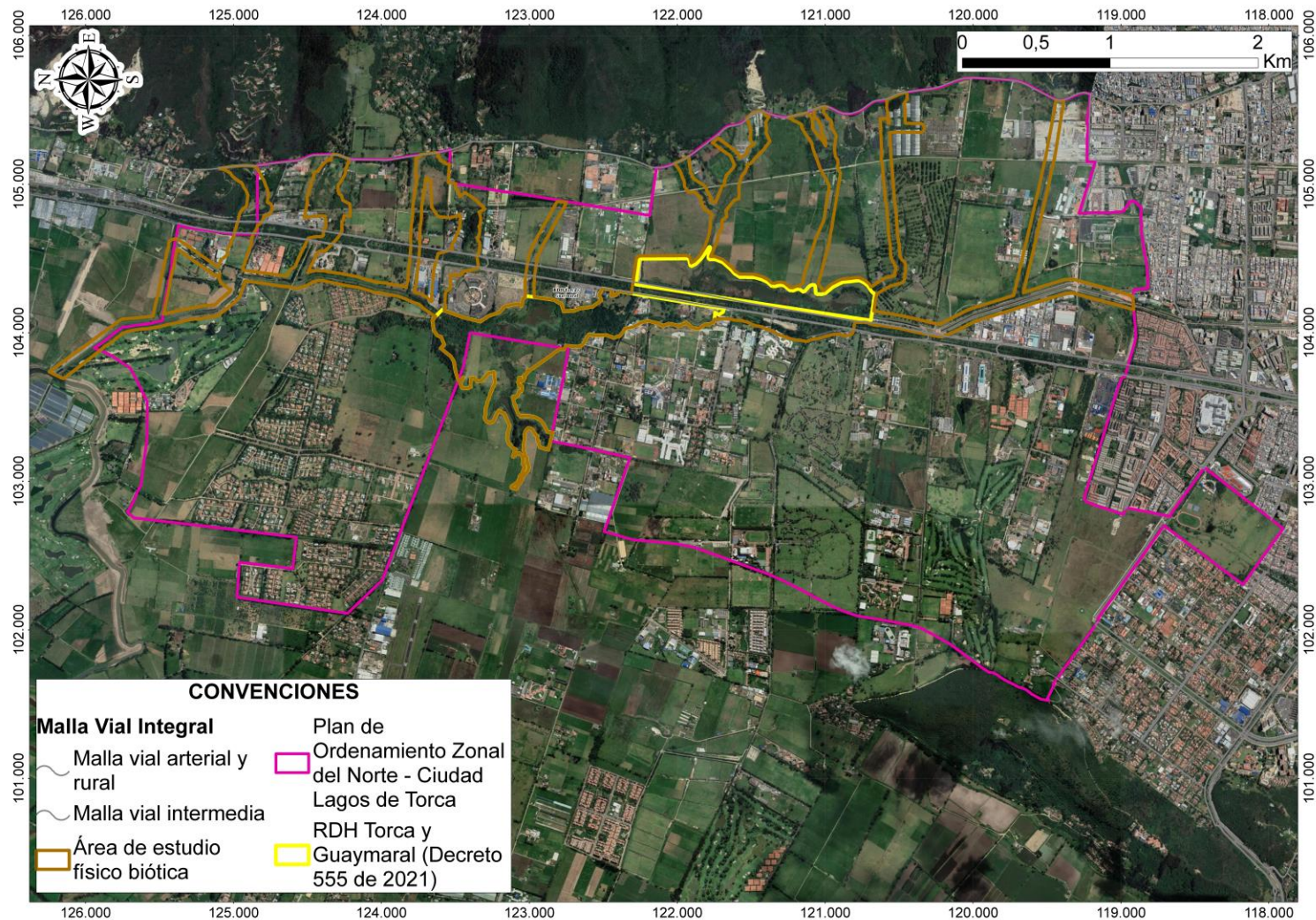


Figura 2- 473. Plan de Estructuración – Uso sostenible.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.5.3.1 Uso sostenible, Infraestructura y Señalética en el Sector Guaymaral

A partir de los recorridos diagnósticos, se identifican puntos de verificación de elementos útiles para el uso sostenible actual en el sector Guaymaral, así como evidencia de áreas que requieren mejoramiento y manejo para llevar a cabo las actividades de uso sostenible realizadas actualmente y planificadas dentro del humedal. En la Tabla 2-339, se presenta la descripción del estado actual y ubicación de los elementos presentes para el uso sostenible en el sector Guaymaral, en la Figura 2-474 y Elementos para el Uso sostenible actual - APMHTG_PMA_UPA (Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos), se presenta la distribución puntos de verificación de dichos elementos en el área de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

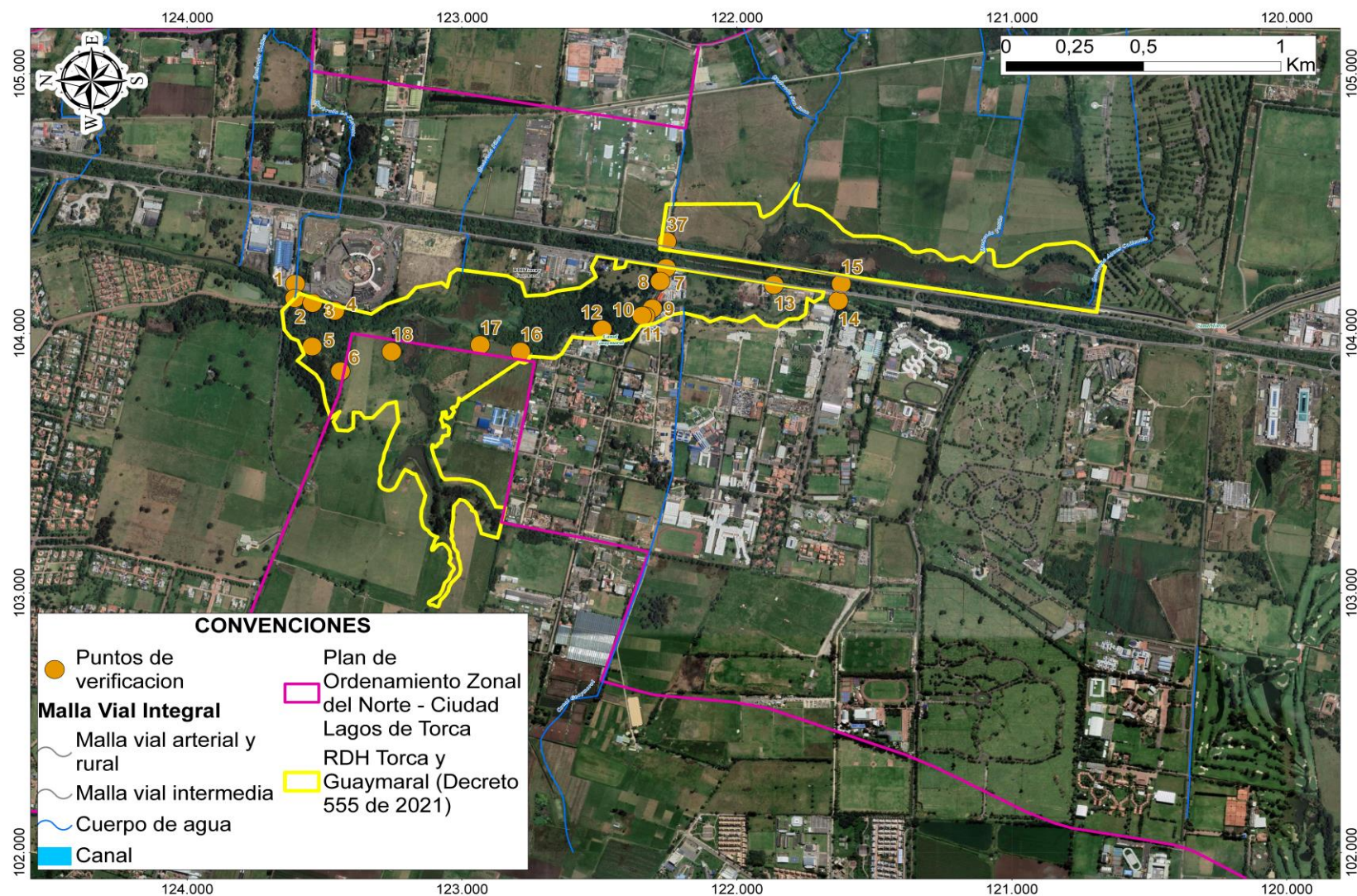






Figura 2- 474. Elementos y sitios de verificación en el sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Fuente: Elaboración propia.




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 1 y 2: Zona de ingreso al humedal por Parqueadero de Bima | <p>Descripción: Infraestructura pavimentada de parqueadero para 3.000 vehículos y Punto de salida de aguas Centro Comercial.</p> <p>Falencias: Las aguas lluvias de escorrentía no cuentan con tratamiento previo de filtro de aceites o con subproductos de combustión y desgaste de neumáticos y así son evacuadas a Guaymaral</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Acuerdos de manejo con autoridad ambiental para mejorar la permeabilidad de zonas duras y manejo de técnicas de SUDS para el adecuado vertimiento de aguas de escorrentías.</p> |  <p>Coordenadas: 4° 48' 34,595" N 74° 2' 23,109" W</p>  <p>Coordenadas: 4° 48' 34,647" N 74° 2' 24,920" W</p> |
| Punto 3: Ingreso por el corredor ecológico del canal de Guaymaral, pasando la cerca que lo divide de Bima | <p>Descripción: Talud arborizado sobre canal</p> <p>Falencias: se evidencia presencia de acacias y otras especies no nativas</p> <p>No existe accesibilidad, ni evidencia de manejo de la vegetación implementada</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y secciones hidráulicas</p> |  <p>Coordenadas: 4° 48' 32,572" N 74° 2' 25,504" W</p> |
| Punto 4: Paso improvisado por el canal Guaymaral: | <p>Descripción: Paso hecho con troncos sin ninguna normativa ni seguridad</p> <p>Falencias: No existe nivel mínimo de accesibilidad. Ronda invadida por kikuyo y otras especies no nativas</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y secciones hidráulicas. Mejorar condiciones de accesibilidad y pasos seguros</p> |  <p>Coordenadas: 4° 48' 29,920" N 74° 2' 26,483" W</p> |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 5: Infraestructura, Medidor de nivel de agua (Piezómetro) | <p>Descripción: Elemento en concreto ubicado en la parte norte del humedal, usado para medir las variaciones de niveles de agua.</p> <p>Falencias: Área con relleno de suelo, con plantaciones forestales y pequeños fragmentos de regeneración de especies nativas en los claros inmersos, estrato herbáceo invadido por kikuyo y otras especies no nativas.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas Implantación de elementos de medición según normativas técnicas ambientales.</p> |  <p>Coordenadas: 4° 48' 32,590" N 74° 2' 30,950" W</p> |
| Punto 6: Cerca de alambre inmersa en área inundable: | <p>Descripción: Infraestructura de postes de madera y alambre de púas colindando predios privados</p> <p>Falencias: Área inundable, resultado de la dinámica estacional, donde las aguas cubren cercados de predios privados posiblemente instalado en época de sequía.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Verificación de mojones de áreas públicas de protección, para ir consolidando el alindamiento del área de protección Manejo de rondas y secciones hidráulicas</p> |  <p>Coordenadas: 4° 48' 29,245" N 74° 2' 34,040" W</p> |
| Punto7: Canales conectores dentro del humedal | <p>Entrega de aguas del sector Torca al sector Guaymaral:</p> <p>Descripción: Infraestructura de recepción paso inferior bajo Autonorte, del Canal Torca sector Oriente al Canal Guaymaral sector occidental</p> <p>Falencias: Verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Nótese la vía alterna no existen condiciones de accesibilidad peatonal paralelos a la vía y al canal.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones y secciones hidráulicas.</p> |  <p>Coordenadas: 4° 47' 50,700" N 74° 2' 21,146" W</p> |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 8: Ronda del canal conector. | <p>Descripción: Taludes Canal conector a Guaymaral.</p> <p>Falencias: Verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Nótese el deslizamiento socavación de talud contra la vía.</p> <p>No existen condiciones de accesibilidad ni circulación peatonal paralelos a la vía y al canal.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones y secciones hidráulicas.</p> <p>Manejo de movilidad según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 51,393" N 74° 2' 22,803" W</p> |
| Punto 9: Ronda canal Guaymaral dentro del área de protección legal | <p>Descripción: Taludes Canal Guaymaral.</p> <p>Falencias: Verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Nótese el deslizamiento de talud socavación hacia el cuerpo de agua.</p> <p>No existen condiciones de accesibilidad ni circulación peatonal paralelos al canal.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones y secciones hidráulicas.</p> <p>Manejo de movilidad según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 52,325" N 74° 2' 26,192" W</p> |
| Punto 10: Vallas Informativas de Ingreso por la calle 222 | <p>Descripción: Señalética encontrada en el Canal Guaymaral.</p> <p>Falencias: Valla informativa de ingreso encontrada en el sector Guaymaral, ubicada en un punto de difícil acceso.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: disposición de acceso viables y acordes con el actual y planificado uso sostenible en los humedales de Torca y Guaymaral.</p> <p>Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 53,547" N 74° 2' 27,095" W</p> |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 11: Infraestructura Puente sobre el canal Guaymaral | <p>Descripción: Pasos peatonales sobre el canal</p> <p>Falencias: No cumplen con normativas de seguridad a usuarios. Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica tendrían que ser demolidos y replanteado su diseño</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de estructuras más consolidadas para el paso peatonal sobre el canal Guaymaral, así como vallas informativas prioritarias de prevención y seguridad para la movilidad por estas estructuras.</p> <p>Manejo de movilidad según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 53,156" N 74° 2' 27,158" W</p> |
| Punto 11: Paso peatonal al lado de la calle 222 dentro del área legal del humedal | <p>Descripción: Andenes y Pasos peatonales sobre el canal.</p> <p>Falencias: No cumplen con normativas de seguridad a usuarios. Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica tendrían que ser demolidos y replanteado su diseño. Los andenes de aproximación de espacio público exterior deben cumplir la normativa de accesibilidad.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención y seguridad para accidentes o incidentes de algún tipo en estos pasos.</p> <p>Manejo de movilidad según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 53,156" N 74° 2' 27,158" W</p> |
| Punto 11: Muros improvisados para aislar los predios del área de influencia del canal Guaymaral | <p>Descripción: Cerramientos contra ronda canal.</p> <p>Falencias: Se evidencia invasión de ronda normativa del predio contra cuerpos de agua. La entidad ambiental debe verificar la recuperación de sus linderos.</p> <p>Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica las construcciones que están invadiendo deberán ser demolidas.</p> <p>Posible vertimiento de aguas servidas de estos predios sobre el cuerpo de agua</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones de secciones hidráulicas.</p> <p>Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención para alertar a vecinos acerca de los aislamientos de ley, vertimiento de aguas servidas, y los procesos sancionatorios que se puedan generar, por el incumplimiento de las normativas ambientales</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 53,156" N 74° 2' 27,158" W</p> |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Tabla 2 - 033: Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral. | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano | | |
| Punto 12: Infraestructura en material y de invernaderos en la ronda de canales | <p>Falencias: Se evidencia invasión de ronda normativa del predio contra cuerpos de agua. La entidad ambiental debe verificar la recuperación de sus linderos.</p> <p>Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica las construcciones que están invadiendo deberán ser demolidas.</p> <p>Posible vertimiento de aguas servidas de estos predios sobre el cuerpo de agua</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo:</p> <p>Manejo de rondas y condiciones de secciones hidráulicas.</p> <p>Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención para alertar a vecinos acerca de los aislamientos de ley, vertimiento de aguas servidas, y los procesos sancionatorios que se puedan generar, por el incumplimiento de las normativas ambientales.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <table border="1"><tr><td>4° 47' 37,942" N</td><td>74° 2' 23,258" W</td></tr></table> | 4° 47' 37,942" N | 74° 2' 23,258" W |
| 4° 47' 37,942" N | 74° 2' 23,258" W | | | |
| Punto 13: Infraestructura abandonada cerca al cuerpo de agua del humedal | <p>Falencias: Se evidencia invasión de ronda normativa del predio contra cuerpos de agua. La entidad ambiental debe verificar la recuperación de sus linderos.</p> <p>Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica las construcciones que están invadiendo deberán ser demolidas.</p> <p>Posible vertimiento de aguas servidas de estos predios sobre el cuerpo de agua</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo:</p> <p>Manejo de rondas y condiciones de secciones hidráulicas.</p> <p>Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención para alertar a vecinos acerca de los aislamientos de ley, vertimiento de aguas servidas, y los procesos sancionatorios que se puedan generar, por el incumplimiento de las normativas ambientales</p> |  <p>Coordenadas:</p> <table border="1"><tr><td>4° 48' 7,922" N</td><td>74° 2' 31,582" W</td></tr></table> | 4° 48' 7,922" N | 74° 2' 31,582" W |
| 4° 48' 7,922" N | 74° 2' 31,582" W | | | |
| Punto 14 Infraestructura Malla de separación entre vía vehicular y la ronda del canal Guaymaral Vía calle 217 | <p>Descripción: Pasos peatonales sobre el canal y cerramientos sobre el canal</p> <p>Falencias: No cumplen con normativas de seguridad a usuarios. Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica tendrían que ser demolidos y replanteado su diseño. Los cerramientos deben cumplir con Decretos Distritales 062/2006 y 323/2018</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo:</p> <p>Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención y seguridad para accidentes o incidentes de algún tipo en estos pasos.</p> <p>Manejo de movilidad y andenes según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> | | |



Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| | | Coordenadas y Ubicación plano | |
| | | 4° 47' 30,318" N | 74° 2' 25,236" W |
| Punto 14: Puente y vía vehicular que cruza el canal Guaymaral a la altura de la calle 217. | <p>Descripción: Pasos peatonales sobre el canal.</p> <p>Falencias: No cumplen con normativas de seguridad a usuarios. Adicionalmente en caso de rectificación hidráulica tendrían que ser demolidos y replanteado su diseño.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas prioritarias de prevención y seguridad para accidentes o incidentes de algún tipo en estos pasos.</p> <p>Manejo de movilidad y andenes según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 30,318" N 74° 2' 25,236" W</p> | |
| Punto 15: Separador de la autopista fuera del límite legal | <p>Descripción: Señalización y Arborización de Áreas ambientales y zonas verdes en separador Autonorte</p> <p>Falencias: Gran parte del arbolado ha sido sembrado dentro del programa de arbolado público, sin embargo, teniendo en cuenta la colindancia con las calzadas vehiculares de la autopista, las especies frondosas a borde pueden llegar a obstruir visibilidad y no cumplen con normativas de seguridad a usuarios.</p> <p>De otra parte, no existen cruces seguros de movilidad peatonal lo cual hace de estas unas zonas de gran riesgo para los transeúntes.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas y preventivas de riesgo.</p> <p>Adicional mente cercados e implementación de pasos seguros.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 29,965" N 74° 2' 23,135" W</p> | |
| Punto 16: Cerca colindante con colegio vecinal | <p>Descripción: Riveras y bordes de vecinos contra área del humedal</p> <p>Falencias: Verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Área de protección invadida con kikuyo y retamo espinoso. Cerca en postes de madera y alambre de púa. Los cerramientos de áreas urbanas ambientales deben cumplir con Decretos Distritales 062/2006 y 323/2018</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones silviculturales de acuerdo a replanteamiento y secciones hidráulicas.</p> <p>Manejo de movilidad en Zona de Manejo y Preservación Ambiental según Decreto 088/2017</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 48' 12,712" N 74° 2' 30,745" W</p> | |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 339. Elementos de uso sostenible en el sector Guaymaral.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Punto 17 Áreas de recorridos Rodeando el canal Guaymaral, entrando por calle 222: | Descripción: Taludes y ronda Canal Guaymaral. Falencias: Ausencia de senderos demarcados, verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Nótese socavación de talud hacia el cuerpo de agua. No existen condiciones de accesibilidad ni circulación peatonal paralelos al canal en la zona de área de protección o conservación aferente, Necesidades o prioridades de manejo: Demarcación de senderos, Manejo de rondas y condiciones y secciones hidráulicas. Manejo de movilidad según Decreto 088/2017. |  Coordenadas: <table border="1"><tr><td>4° 47' 58,269" N</td><td>74° 2' 28,814" W</td></tr></table> | 4° 47' 58,269" N | 74° 2' 28,814" W |
| 4° 47' 58,269" N | 74° 2' 28,814" W | | | |
| Punto 18 Rodeando el cuerpo de agua, entrando por predio la esperanza al occidente del humedal. | Descripción: Riveras y bordes de vecinos contra área del humedal Falencias: Verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico, estructural y geológico. Área de protección invadida con kikuyo y retamo espinoso. Necesidades o prioridades de manejo: Manejo de rondas y condiciones silviculturales de acuerdo a replanteamiento y secciones hidráulicas. Manejo de movilidad en Zona de Manejo y Preservación Ambiental según Decreto 088/2017 |  Coordenadas: <table border="1"><tr><td>4° 48' 23,184" N</td><td>74° 2' 31,591" W</td></tr></table> | 4° 48' 23,184" N | 74° 2' 31,591" W |
| 4° 48' 23,184" N | 74° 2' 31,591" W | | | |

Fuente: Elaboración propia.. Fotos: Cesar Parra, Ledy Trujillo, Javier Garzón.

2.9.5.3.2 Uso sostenible Sector Torca

El Sector Torca se encuentra en una situación más ventajosa que Guaymaral, pues a diferencia de este no se encuentra restringido o encerrado por predios urbanizados o construidos, siendo su vecindad por el costado oriental con futura área del Parque Metropolitano Guaymaral. Por tanto, en el sector Torca existe accesibilidad por diferentes sitios, no obstante, no se presentan elementos necesarios para un ingreso controlado de visitantes. Actualmente la accesibilidad es peatonal por el costado occidental con la Autopista Norte (Fotografía 2-132), por el Costado norte con la Calle 219 (Fotografía 2-133), y por el costado sur con la Quebrada Aguas Calientes y Área de Cementerio Jardines de Paz (Fotografía 2-134). Es de resaltar que el Paseo Alameda y la Cicloruta asociados a la ronda del Canal Torca, son componentes establecidos para implementación del uso sostenible en áreas asociadas a al canal Torca (Fotografía 2-135).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Fotografías del Ingreso al sector Torca



Fotografía 2- 132. Ingreso por Autopista Norte sentido SN.



Fotografía 2- 133. Ingreso por Calle 219 por Autopista Norte sentido SN.



Fotografía 2- 134. Ingreso por Calle 207 Jardines de Paz por Autopista Norte.



Fotografía 2- 135. Canal Torca recuperado para Alameda – Cicloruta.

Fuente: Google Earth, s.f.

A partir de los recorridos diagnósticos, se identifican puntos de verificación de elementos útiles para el uso sostenible actual en el sector Torca, así como evidencia de áreas que requieren mejoramiento y manejo para llevar a cabo las actividades de uso sostenible realizadas actualmente y planificadas dentro del humedal. En la Tabla 2-340, se presenta la descripción del estado actual y ubicación de los elementos presentes para el uso sostenible en el sector Guaymaral y en la Figura 2-475 y Elementos para el uso sostenible actual - APMHTG_PMA_UPA - Anexo B Cartografía Temática – B1 Planos, se presenta la distribución puntos de verificación de dichos elementos en el área de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

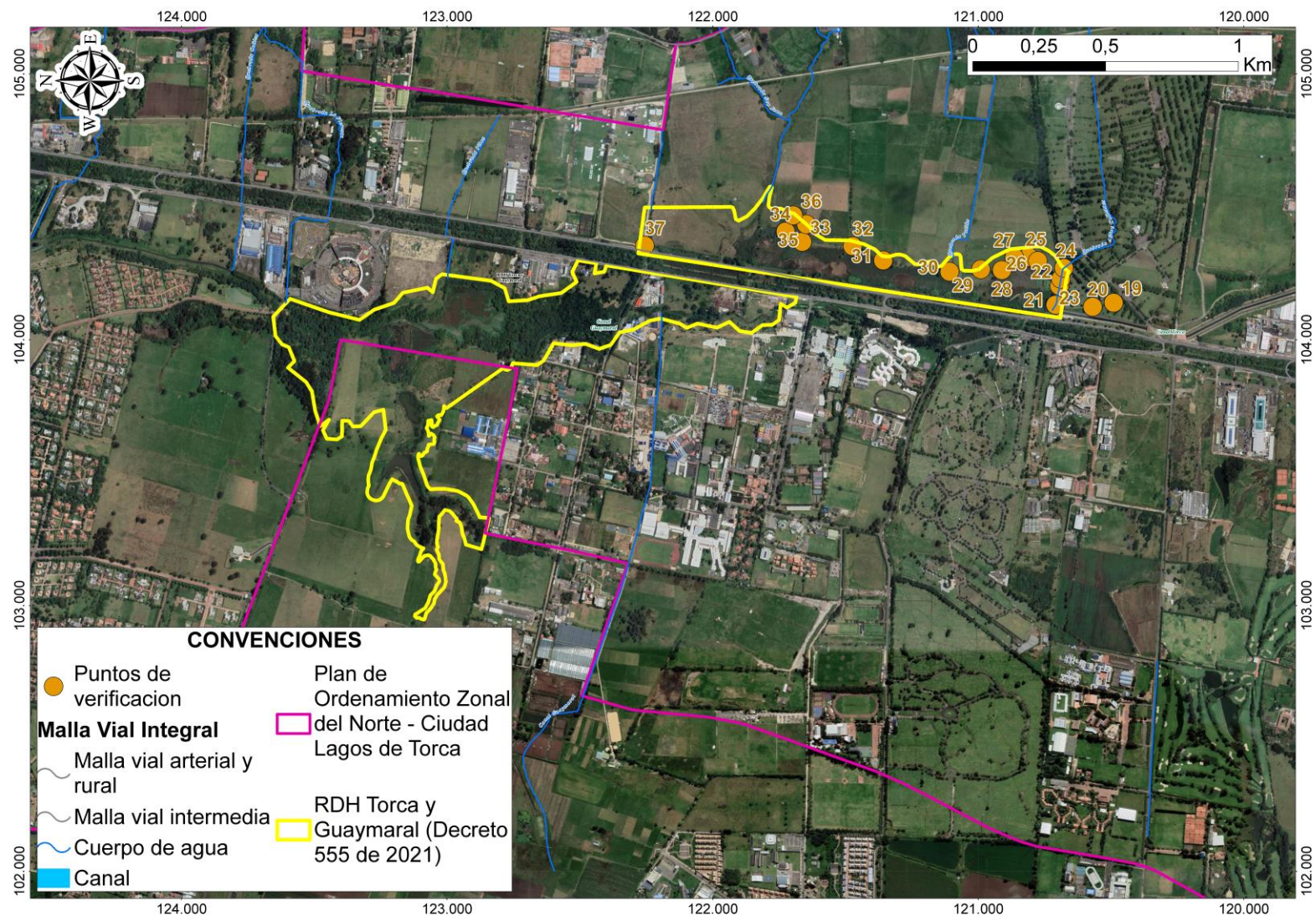






Figura 2- 475. Elementos de verificación del uso sostenible sector Torca. Fuente: Elaboración propia.





Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 1: Ingreso área protegida por Jardines de Paz | Descripción: Zonas verdes, jardinería y arborizado en el parque cementerio. Falencias: Restricción de acceso a humedal por predio privado. Ausencia de infraestructura de ingreso en pro de establecer un control de entrada de visitantes. Necesidades o prioridades de manejo: Infraestructura de ingreso, vía peatonal de ingreso cruzando por predio privado o por costado oriental del corredor de ronda del canal Torca. |  Coordenadas: 4° 46' 53,191" N 74° 2' 24,809" W |
| Punto 2 Ingreso por Corredor ecológico del canal Torca | Descripción: Zonas verdes, y arborizado sobre borde de canal. Falencias: No existe aprovechamiento de área de protección o conservación aferente para ingreso al humedal o actividades de paseo peatonal y cicloruta ni conexión a redes de movilidad. Carencia de equipamiento, señalización y arborizado. Necesidades o prioridades de manejo: Vía peatonal de ingreso al humedal cruzando por costado oriental del corredor de ronda del canal Torca. |  Coordenadas: 4° 46' 55,761" N 74° 2' 25,306" W |
| Punto3: Infraestructura Escalera de ingreso | Descripción: Escalera de ingreso en estacado y tabla Falencias: Este tipo de elementos rústicos complementan bien con zonas ambientales, pero no cumplen normativas de accesibilidad. Carencia de señalización. Necesidades o prioridades de manejo: proveer la adecuada accesibilidad mediante senderos normalizados. |  Coordenadas: 4° 47' 0,306" N 74° 2' 25,064" W |
| Punto 3: en Puentes de acceso | Descripción: Puente de ingreso en estacado y tabla Falencias: Este tipo de elementos rústicos complementan bien con zonas ambientales, pero no cumplen normativas de accesibilidad y seguridad. Carencia de señalización. Necesidades o prioridades de manejo: proveer la adecuada accesibilidad mediante puentes y senderos normalizados con la seguridad adecuada. Señalización |  Coordenadas: 4° 47' 0,306" N 74° 2' 25,064" W |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 4 Puentes de acceso: | Descripción: Puente de ingreso en estacado y tabla Falencias: Este tipo de elementos rústicos complementan bien con zonas ambientales, pero no cumplen normativas de accesibilidad y seguridad. Apoyo sobre cuerpo de agua Necesidades o prioridades de manejo: proveer la adecuada accesibilidad mediante puentes y senderos normalizados con la seguridad adecuada. Señalización |  Coordenadas: 4° 46' 59,660" N 74° 2' 21,915" W |
| Punto 4 Vallas Informativas de Ingreso Señalética Informativa | Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación. Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos. Tener en cuenta normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. |  Coordenadas: 4° 46' 59,660" N 74° 2' 21,915" W  Coordenadas: 4° 46' 59,660" N 74° 2' 21,915" W |
| Punto 4 Señalética de nominación | Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación. Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos. Tener en cuenta normativa de |  Coordenadas: 4° 46' 59,660" N 74° 2' 21,915" W |


Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | accesibilidad, personas con visibilidad reducida. | |
| Punto 5 Señalética de nominación | <p>Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal</p> <p>Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos. Tener en cuenta normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 46' 59,276" N 74° 2' 20,566" W</p> |
| Punto 6 Señalética nominación | <p>Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal</p> <p>Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Se recomiendan que sean más descriptivas, con foto de la especie y descripción o distribución. Ya que, por efecto de cambios estacionales, las zonas pueden tener recambio de especies.</p> <p>Necesidad de señaléticas de especies</p> <p>Objeto de conservación planteadas en el capítulo 3 del PMA.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 46' 59,827" N 74° 2' 22,759" W</p> |
| Punto 3 Señalética de acciones prohibidas | <p>Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal</p> <p>Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación. Nombrar que esto tiene que ver con el objetivo de conservación de fauna silvestre.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos. Tener en cuenta normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 0,306" N 74° 2' 25,064" W</p> |





Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 6 Señalética de acciones prohibidas | <p>Descripción: Señalética encontrada en el área protegida del humedal</p> <p>Falencias: Normativa de accesibilidad, personas con visibilidad reducida. Señalética de alertas de seguridad y vías de evacuación. Nombrar que esto tiene que ver con el objetivo de conservación de fauna silvestre.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Vallas informativas de prevención y seguridad para evitar que personal no autorizado acceda al cuerpo de agua con el fin de evitar accidentes o incidentes de algún tipo dentro de sus linderos. Tener en cuenta normativa de accesibilidad, personas con baja visibilidad.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 46' 59,827" N 74° 2' 22,759" W</p> |
| Punto 7 en Espacios para acciones participativas Módulo de restauración | <p>Descripción: Siembra agrupación especies módulo de restauración</p> <p>Falencias: Cerramiento preventivo para evitar interferencias y daños a las especies. Señalética e identificación individuos</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de Cerramiento preventivo para evitar interferencias y daños a las especies. Señalética e identificación individuos.</p> |  <p>Coordenadas</p> <p>4° 47' 2,486" N 74° 2' 19,700" W</p> |
| Punto 8 Módulo de compostaje Espacio para de acciones participativas | <p>Descripción: Montículos de módulo de compostaje</p> <p>Falencias: Cerramiento preventivo deficiente para evitar interferencias y daños al material de compostaje. Señalética.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación mejoramiento de Cerramiento preventivo y señalética para evitar interferencias y daños al material de compostaje.</p> |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 3,590" N 74° 2' 19,218" W</p> |
| Punto 9 Aula Ambiental | <p>Descripción: Sitio de reunión de personal de visita al área protegida</p> <p>Falencias: Estructura No adecuada para la estadía de personal permanente u ocasional. (Tener en cuenta el riesgo eléctrico al estar cerca o bajo especies arbóreas aledañas a cuerpos de agua). Adicionalmente se debe contar con servicios mínimos sanitarios o de emergencia</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Implementación de una infraestructura que provea la seguridad y servicios sanitarios</p> |  <p>Coordenadas:</p> |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| | mínimos de acuerdo a la carga prevista de personal. | 4° 47' 5,358" N | 74° 2' 19,308" W |
| Punto 10 Sendero Rodeando cuerpo de agua del sector Torca | Descripción: Sendero perimetral en sector oriente Falencias: No existen condiciones de accesibilidad ni circulación peatonal. Cerramiento en postes de madera y alambre de púa deteriorados Necesidades o prioridades de manejo: Mejorar condiciones de accesibilidad y circulación peatonal. Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017. Manejo de movilidad según Decreto 088/2017. Mantenimiento de cerramientos ya establecidos. |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 9,455" N 74° 2' 20,739" W</p> | |
| Punto 11 Sitios de paso de la quebrada Patiño al humedal sector Torca | Descripción: Delta Desembocadura de Quebrada al humedal Falencias: verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico y geológico. No existen condiciones de accesibilidad ni circulación peatonal. Cerramiento en postes de madera y alambre de púa deteriorados Necesidades o prioridades de manejo: Mejorar condiciones de accesibilidad y circulación peatonal. Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017 Manejo de movilidad según Decreto 088/2017 |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 13,294" N 74° 2' 21,024" W</p> | |
| Punto 12 Zonas inundables con posible caída de árboles al lado del sendero actual | Descripción: Zona inundable sector suroriental Falencias: verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico y geológico. No debe acceder público a senderos planteados sobre áreas inundables pues no son condiciones seguras. Necesidades o prioridades de manejo: Mejorar condiciones de accesibilidad y circulación peatonal. Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017. Manejo de movilidad según Decreto 088/2017. Señalética preventiva. |  <p>Coordenadas:</p> <p>4° 47' 6,885" N 74° 2' 20,829" W</p> | |
| | Entre deltas quebrada San Juan y Patiño: Descripción: Área protegida de juncas Falencias: verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico y geológico. No deben existir senderos de acceso público planteados sobre áreas inundables pues no son condiciones seguras, además que son áreas ambientales restringidas. |  <p>Punto 13 en Figura</p> | |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Necesidades o prioridades de manejo: Mejorar condiciones de accesibilidad y circulación peatonal. Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017 Manejo de movilidad según Decreto 088/2017 | Coordenadas: <div>4° 47' 21,426" N 74° 2' 19,637" W</div> |
| Punto 14 Pasos improvisados en área protegida | Descripción: Pasos por drenajes Falencias: verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico y geológico. No deben existir senderos de acceso público planteados sobre áreas inundables pues no son condiciones seguras, además que son áreas ambientales restringidas. Necesidades o prioridades de manejo: Mejorar condiciones de accesibilidad y circulación peatonal. Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017 Manejo de movilidad según Decreto 088/2017. Elementos de paso de drenajes. |  Coordenadas: <div>4° 47' 25,174" N 74° 2' 17,904" W</div> |
| Punto 15 Final sendero | Descripción: Final del sendero peatonal actual, obstruida con cerca de madera Falencias: verificación de condición de la infraestructura desde punto de vista hidráulico y geológico. Señalética de advertencia de no continuidad del sendero por ser áreas inundables restringidas. Necesidades o prioridades de manejo: Cerramiento de zonas protegidas según Decretos 062 de 2006 y 323 de 2017. Señalética de advertencia. |  Coordenadas: <div>4° 47' 31,341" N 74° 2' 17,360" W</div> |
| Punto 3 Canal Torca Entrega de aguas | Descripción: Entrega de aguas del canal al humedal Falencias: Verificaciones de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas, así como condiciones de baja calidad de aguas, con olores fuertes. Necesidades o prioridades de manejo: Verificar transición hidráulica y ambiental entre canal y área del humedal |  Coordenadas: <div>4° 47' 0,306" N 74° 2' 25,064" W</div> |




Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Punto 11 en Delta y ronda de Quebrada Patiño | <p>Descripción: Delta de ingreso de cuerpo de agua a zona protegida del humedal</p> <p>Falencias: Deficiencia de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas. Devastación de cauce, ronda, área de protección o conservación aferente y zonas boscosas primigenias por procesos de pastoreo y cultivos. Invasión de pastos y especies foráneas. No existe cerramiento sobre área protegida.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Recuperación de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas, recuperación biótica y coberturas originales de áreas de protección o conservación aferente. Demarcación y Cerramiento del área protegida para detener el deterioro producido por siembras y pastoreo.</p> |  <p>Coordenadas: 4° 47' 13,294" 74° 2' 21,024" W</p> |
| Punto 5 Ronda Quebrada Aguas Calientes | <p>Descripción: Cauce y ronda de la quebrada</p> <p>Falencias: Deficiencia de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas. Se evidencia rectificación mecánica de cauce. Afectación de Ronda, área de protección o conservación aferente y zonas boscosas primigenias por procesos de pastoreo, además de la jardinería por el borde sur del Jardín Cementerio. Invasión de pastos y especies foráneas.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Recuperación de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas, recuperación biótica y coberturas originales de áreas de protección o conservación aferente. Acuerdos de autoridad ambiental con Jardín Cementerio para su Plan de Manejo.</p> |  <p>Coordenadas: 4° 46' 59,276" 74° 2' 20,566" W</p> |
| Punto 16: Ronda quebrada San Juan | <p>Descripción: Ronda del cuerpo de agua</p> <p>Falencias: Deficiencia de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas. Devastación de cauce, ronda, área de protección o conservación aferente y zonas boscosas y arbustivas primigenias por procesos de pastoreo y cultivos. Invasión de pastos y especies foráneas. Subsisten algunos elementos arbóreos de la especie Sauce. No existe cerramiento sobre área protegida.</p> <p>Necesidades o prioridades de manejo: Recuperación de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas, recuperación biótica y coberturas originales de área de protección o conservación aferente. Demarcación y Cerramiento del área protegida para detener el deterioro producido por siembras y pastoreo</p> |  <p>Coordenadas: 4° 47' 32,459" 74° 2' 14,136" W</p> |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 2- 340. Uso sostenible, Infraestructura y Señalética Sector Torca.

| Zona de Uso | Descripción Condición actual | Imagen Coordenadas y Ubicación plano | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
| Punto 17 Delta quebrada San Juan | Descripción: Delta de desembocadura del cuerpo de agua al humedal Falencias: Deficiencia de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas. Devastación de cauce, ronda, área de protección o conservación aferente y zonas boscosas y arbustivas primigenias. A pesar que existen especies propias del humedal, pastos y otras especies han invadido la zona. Subsisten algunos elementos arbóreos. No existe una estructura de paso. Necesidades o prioridades de manejo: Recuperación de condiciones hidráulicas, estructurales y geológicas, recuperación biótica y coberturas originales de área de protección o conservación aferente. Demarcación y Cerramiento del área protegida para detener el deterioro producido por siembras y pastoreo. |  Coordenadas: <table><tr><td>4° 47' 33,381"</td><td>74° 2' 16,109" W</td></tr></table> | 4° 47' 33,381" | 74° 2' 16,109" W |
| 4° 47' 33,381" | 74° 2' 16,109" W | | | |
| Punto 18 Marcación topográfica Mojón de Límite del humedal. | Descripción: Mojón de demarcación implantado por la EAAB en límite oriental. Falencias: Señalética para información a vecinos acerca de límites de la zona protegida y las contravenciones y advertencias de seguridad pertinentes. Necesidades o prioridades de manejo: Señalización según normativa |  Coordenadas: <table><tr><td>4° 47' 30,857"</td><td>74° 2' 15,221" W</td></tr></table> | 4° 47' 30,857" | 74° 2' 15,221" W |
| 4° 47' 30,857" | 74° 2' 15,221" W | | | |
| Punto 19 Vías que rodean, Calle 219 con autopista | Descripción: Entrada a predio privado Chicó Fútbol Club. Límite norte del humedal Sector Torca Falencias: Señalética para información a vecinos acerca de límites de la zona protegida y las contravenciones y advertencias de seguridad pertinentes. Necesidades o prioridades de manejo: Señalización según normativa |  Coordenadas: <table><tr><td>4° 47' 50,643"</td><td>74° 2' 17,824" W</td></tr></table> | 4° 47' 50,643" | 74° 2' 17,824" W |
| 4° 47' 50,643" | 74° 2' 17,824" W | | | |

Fuente: Elaboración propia.. Fotos: Cesar Parra, Ledy Trujillo, Javier Garzón.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.5.4 VALORES NATURALES

La extensión de la ciudad hacia la zona norte ha generado una gran presión en la transformación del paisaje, debido a los proyectos urbanísticos e implementación de centros educativos campestres, así como, equipamientos comerciales. Esto sumado a la presencia de áreas enfocadas a actividades silvopastoriles genera un paisaje heterogéneo propio de áreas periurbanas tendientes a un cambio constante.

Dado a lo anterior se presenta una transformación en las características biofísicas del paisaje a través de la implementación de suelos de relleno con fines urbanísticos y/o actividades económicas, los cuales determinan cambios paulatinos en los componentes ecosistémicos. A partir de esto, se presenta una fragmentación y reducción en las coberturas vegetales naturales, por tanto, una reducción en los hábitats potenciales para la fauna en el ecosistema de humedal asociado a la planicie de inundación del río Bogotá, y en los ecosistemas riparios asociados a los corredores ecológicos de las quebradas de la cuenca Torca-Guaymaral.

Con base en lo anterior, se presenta en la actualidad un paisaje natural fragmentado con remanentes de vegetación, que representan áreas relictuales de gran importancia como hábitats para la fauna. Dentro de estos relictos de vegetación se presentan coberturas arbustivas y arbóreas asociados a las quebradas, así como coberturas propias de las franjas terrestres, anfibia y acuática asociadas al humedal, que sirven como sitios de anidación y fuentes de recursos de diferentes grupos faunísticos. Por esta razón, estas áreas ambientalmente importantes han sido reconocidas y reguladas bajo instrumentos normativos los cuales deben ser tenidos en cuenta en los procesos de planificación y desarrollo del territorio.

Sin embargo, la alteración histórica del paisaje ha generado diversas problemáticas que amenazan constantemente con el deterioro ambiental del sistema del humedal, como lo son los suelos de relleno, contaminación, canalización y desviación de los flujos hídricos, la reducción y colmatación de los espejos de agua del humedal y extensión de especies exóticas e invasoras entre otros, lo cual afecta directamente la sostenibilidad ambiental del territorio, aumentando el riesgo de inundación en los sectores aledaños.

A partir de lo anterior, se hace necesario generar acciones de manejo dirigidas a la restauración de las áreas alteradas, en pro de la preservación y uso sostenible del ecosistema de humedal y sus afluentes, con el fin de mantener la preservación de los servicios ecosistémicos que prestan, dentro de los cuales la amortiguación del sistema hídrico es fundamental para mantener la dinámica del humedal y reducir el riesgo de inundación en el sector.

Dentro de los procesos de restauración, el manejo y control de las especies exóticas e invasoras, siguiendo los lineamientos normativos actuales, es de vital importancia en la reconformación estructural de las coberturas vegetales propias del sistema, enfocados a la generación de diversidad de hábitats para la fauna asociada al sistema de humedal y a las zonas riparias, en pro de mantener la dinámica funcional de los mismos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

En este contexto, se resalta la importancia de restaurar el humedal considerando la función de regulador hídrico y como soporte de hábitats tanto para especies de fauna residente como migratoria.

Por consiguiente, en los humedales de Torca y Guaymaral, aún persiste una fauna diversa que está desempeñando una función esencial en el ecosistema, participando de la circulación de energía y el equilibrio del mismo.

Los procesos de restauración y descontaminación en los humedales de Torca y Guaymaral y en general en el área de estudio, permitirá la regulación de flujo de agua en los cuerpos y quebradas y proveerán un hábitat único para la reproducción y anidación de aves incluyendo migratorias y también como refugio de anfibios, reptiles y mamíferos.

Las quebradas objeto de estudio, cuentan con algunas áreas aledañas que sirven como amortiguadores de las inundaciones dado que cuentan con vegetación característica que así lo confirman. Por lo tanto, al mantener y rehabilitar dichas áreas con el fin de mejorar las condiciones ecológicas de los cuerpos de agua y adicionalmente proporcionar mayor disponibilidad de recursos a los grupos faunísticos presentes en este lugar.

El manejo dirigido a la restauración, conservación y uso sostenible del ecosistema estratégico de humedal, establece un espacio de interés académico, de educación ambiental y de construcción participativa con la comunidad asociada, lo cual busca concientizar sobre la importancia ambiental del mismo, así como estimular el interés hacia su recuperación y protección por medio de acciones vinculantes. La proyección del uso sostenible del área de protección en los humedales de Torca y Guaymaral, es parte de la planificación y proyección de territorios ambientalmente sustentables.

Es así, que se identifican los siguientes valores naturales asociados al sistema de humedal:

- Coberturas vegetales naturales riparias relictuales.
- Coberturas vegetales naturales asociadas a los espejos de agua del humedal.
- Coberturas vegetales potenciales como hábitats para la fauna.
- Especies vegetales nativas arbóreas, arbustivas, herbáceas y acuáticas.
- Especies vegetales endémicas.
- Especies en categorías de amenaza según UICN y libros rojos de flora amenazada para Colombia.
- Especies importantes ecológicamente dada su funcionalidad trófica y/o de disponibilidad de recursos para la fauna.
- Especies con potencial para la restauración dado sus atributos funcionales.
- Especies de fauna nativa, endémica, casi endémica, residente, residente de paso y migratoria.
- Especies de fauna incluidas en categorías de amenaza nacional y/o global.

Áreas con importancia ambiental dada sus condiciones físico-bióticas que permiten cambios graduales entre los cuerpos de agua loticos y lenticos, así como, entre la fase terrestre, anfibia y acuática asociada a los cuerpos de agua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

2.9.5.5 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Por otra parte, en el Decreto 1743 de 1994 el Ministerio de Educación Nacional instituye el **Proyecto de Educación Ambiental** para todos los niveles de educación formal, siendo aquí donde nace el sustento en el desarrollo de algunas de las iniciativas para el fortalecimiento en educación ambiental, que se fomentan a través del servicio social que los estudiantes de la educación media deben realizar en sus estudios, participando directamente en los PRAES, apoyando la formación de guías ecológicos y participando en actividades comunitarias de educación ambiental, en ese sentido la Política Nacional de Educación Ambiental busca la apropiación del conocimiento, a través de procesos de formación, investigación, comunicación y divulgación, apuntando a la construcción y el fortalecimiento de una cultura ambiental, una participación activa y autorregulación de comportamientos de las comunidades frente al uso, manejo y conservación de recursos naturales y del ambiente.

A nivel Distrital el Acuerdo 166 de 2006 establece:

“Por medio del cual se crea el comité ambiental escolar en los colegios públicos y privados de Bogotá y se dictan otras disposiciones” Art. 5 “Las actividades desarrolladas por los estudiantes de los grados décimos y once que participen en los programas y proyectos de qué trata el numeral 4, artículo 3 de este acuerdo, tendrán efectos para el servicio social obligatorio.

Una de las herramientas establecidas por la Política Nacional Ambiental y la Política Nacional de Educación Ambiental, son los **Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental** -PROCEDA, son "Proyectos Ambientales Ciudadanos llevados a cabo por grupos y organizaciones de la sociedad civil, con el ánimo de contribuir en la resolución conjunta de problemas ambientales locales" se desarrolla en escenarios donde se presentan problemáticas ambientales, especialmente donde se observa una gran heterogeneidad sociocultural en los actores interesados, y donde se encuentran dispuestos a interactuar mediante procesos de construcción colectiva de conocimiento y de territorio (Secretaría Distrital de Ambiente).

De acuerdo con lo anterior los humedales se prestan para el desarrollo de múltiples actividades, lúdicas, pedagógicas, científicas y recreativas, que desarrollan acciones encaminadas a la toma de conciencia que propenden por el cuidado y la sostenibilidad de estos ecosistemas, donde finalmente se atiende el sentido de la educación ambiental cuya meta final, es lograr que las comunidades tengan conciencia del medio ambiente, se interesen por él y por sus problemas conexos contando con los conocimientos, aptitudes, actitudes para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevención de problemas futuros, en ese sentido en los humedales se pueden adelantar actividades tales como las **aulas ambientales**, a través de recorridos, charlas, talleres, entre otros, se logra generar en las comunidades el conocimiento de la estructura y función del humedal, incrementando los niveles de conciencia, el desarrollo de **actividades científicas y lúdicas**, donde se realice sensibilización que indique la importancia de tener en cuenta que la transformación de los ecosistemas se debe a la dinámica interna de estos y a los impactos del desarrollo social y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

cultural, ayudando así a comprender cómo las sociedades han evolucionado y hasta qué punto la cultura y sus prácticas han modificado a dichos sistemas.

El Decreto 577 de 2011 establece: *"Por medio del cual se dictan lineamientos para promover las caminatas ecológicas en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones."*, las **caminatas ecológicas** se convierten en otra de las actividades de alto interés que se pueden adelantar en los humedales, el ecoturismo se convierte en una estrategia de aprovechamiento de ventajas que desde lo social, económico, ambiental y cultural, pueden transformar el entorno, así mismo se convierte en una alternativa innovadora donde se pueden aprovechar los recursos locales de manera sostenible, generando empleos y nuevas formas de generación de ingresos económicos a comunidades con recursos económicos limitados.

En el convenio 01201 de 2013 suscrito entre la Secretaría Distrital de Ambiente, el Fondo de Desarrollo Local de Usaquén y Conservación Internacional, con el objeto de *"Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y económicos para desarrollar acciones de recuperación integral de las quebradas Santa Bárbara, San Antonio, Moracá, Quebradita, Puente Piedra, Aguascalientes, Patiño, San Juan y La Floresta ubicadas en la Localidad de Usaquén, de Bogotá, D.C."*, contempla el Plan de Manejo del Ecoturismo para la Localidad de Usaquén, que comprende toda actividad turística, recreativa y complementaria, que se desarrolla en el medio rural o urbano de manera sostenible con la participación protagónica de las comunidades basado en unos principios, desde lo social el ecoturismo contribuye a establecer una vinculación estrecha con la vida de la comunidad y mejora el nivel de vida de la población local.

La Asociación Colombiana para la Investigación y Conservación de Ecosistemas - ACOICE ha invitado a los ciudadanos amantes del senderismo y la naturaleza para realizar **recorridos por los humedales** de Bogotá, donde se realiza una actividad física y se disfruta de los paisajes que éstos ofrecen, apreciando la belleza de la fauna y flora nativa de la capital, allí los participantes aprenden de los servicios que estos prestan, las amenazas y vulnerabilidades que afectan a estos ambientes y las posibles estrategias de conservación que se pueden tomar al respecto para reducir los impactos negativos que afectan los ecosistemas de la ciudad de Bogotá, esto se realiza mediante actividades y charlas lúdicas a cargo de los profesionales en ciencias biológicas y socio ambientales de ACOICE, pero no se encontró registro de estadísticas relacionadas con el desarrollo de este tipo de actividades.

De acuerdo con el convenio de asociación No. 01201/2013 de la Secretaría Distrital de Ambiente - Fondo de Desarrollo Local de Usaquén – C.I Colombia, se adelantó una gestión social desde la Estrategia de Participación Social Horizontal que se planteó y desarrollo en torno a la recuperación integral de las quebradas de Usaquén, siendo una herramienta de trabajo social que desarrolló pautas de trabajo flexibles y adaptables a la diversidad de condiciones socioeconómicas y culturales de los habitantes de la Localidad 1, el objetivo de la estrategia fue "Diseñar y operar un mecanismo flexible de gestión social integral que promueva el conocimiento territorial, el fortalecimiento de la cultura ciudadana y el compromiso práctico con el patrimonio natural local, distrital y regional; para garantizar la sostenibilidad de los procesos de conservación, restauración y uso sostenible de sistema hídrico urbano – rural subyacente a la Estructura Ecológica Principal – EEP". Esta herramienta de trabajo social implementada, permitió el desarrollo creativo de múltiples

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

espacios de encuentro, que fomentaron la ocupación de los espacios formales con la participación de diversos actores institucionales, así como el desarrollo de canales de información veraces, la practica en la confrontación de ideas y conceptos de forma respetuosa, abriendo los sentidos a otros discursos, así mismo el fortalecimiento de las capacidades analíticas y críticas reconociendo la individualidad de cada persona donde existen intereses individuales que pueden determinar la sostenibilidad de los espacios recuperados y restaurados del agua.

A continuación, teniendo en cuenta la información registrada en el documento de avances en la gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, se relacionan las visitas realizadas al humedal en los años 2018 y 2019, estas actividades son adelantadas por el equipo humedales adscrito a la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad que ejecutan las actividades y son el enlace permanente con la comunidad.

Tabla 2- 341. Monitoreos comunitarios e institucionales

| Actividades | Eventos | Participantes |
|----------------------------|-----------|---------------|
| Monitoreos Comunitarios | 3 | 53 |
| Monitoreos Institucionales | 11 | 43 |
| Total | 14 | 96 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019.

En la Figura 2-476, se puede observar el porcentaje de monitoreos realizados durante los años 2018 y 2019.

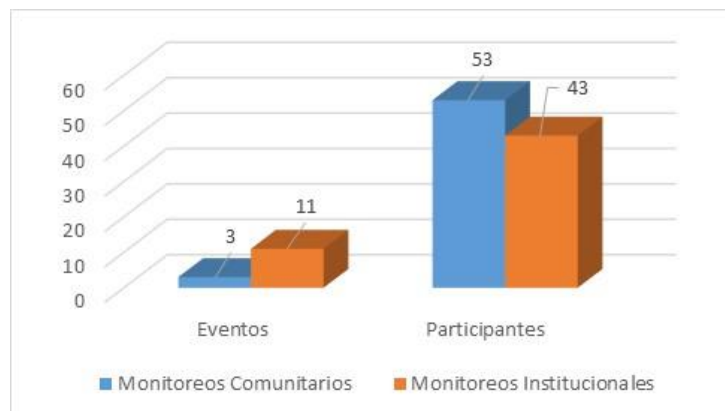


Figura 2- 476. Recorridos Interpretativos. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los **monitoreos comunitarios**, estos hicieron referencia al desarrollo de un evento que con la participación de la Doctora Loreta Rosselli Sanmartín, docente de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) quien en el marco de la competencia “Global Big Day” lideró un monitoreo comunitario de aves con comunidad y actores institucionales en el humedal Torca Guaymaral, el ejercicio arrojó un total de 32 especies de aves registradas, en segunda instancia al acompañamiento a profesionales de la Subdirección de recurso hídrico y del suelo, la subdirección de ecosistemas y ruralidad y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca con el fin de realizar muestreos para monitoreo hidrobiológico en los humedales de Torca y Guaymaral, en el marco de las actividades pactadas en el convenio interadministrativo 2018-1468 suscrito entre la SDA y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

la CAR y finalmente al recorrido de reconocimiento del humedal Torca Guaymaral con 25 estudiantes de la universidad UDCA con quienes se viene adelantando un proceso para la realización de un diagnóstico participativo con el apoyo de la CAR, AB y la SDA, durante el proceso se busca que los estudiantes realicen una caracterización de poblaciones de flora y fauna del ecosistema.

Los **monitoreos Institucionales** que se llevaron a cabo en los humedales de Torca y Guaymaral, se relacionaron con:

- Acompañamiento al equipo de monitoreo de fauna la subdirección de ecosistemas y ruralidad en el sector de Torca del humedal.
- Acompañamiento para monitoreo de vegetación en el humedal con profesionales del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Acompañamiento para monitoreo de avifauna en el humedal con profesionales del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Visita al humedal con estudiantes de la UDCA de la materia cátedra ambiental con el fin de instalar unas trampas de arena para detección de huellas de fauna, como actividad previa al monitoreo diagnóstico del humedal.
- Monitoreo diagnóstico con comunidad estudiantil de la UDCA por grupos taxonómico, para identificar presencia de especies de avifauna, mamíferos, artrópodos y plantas.
- Acompañamiento a censo de aves realizado por el grupo de monitoreo a la biodiversidad de la subdirección de ecosistemas y ruralidad.
- Acompañamiento a censo de aves realizado por el grupo de monitoreo a la biodiversidad de la subdirección de ecosistemas y ruralidad en el sector Guaymaral del humedal.
- Acompañamiento a censo de aves realizado por profesionales de la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en el sector Guaymaral.
- Acompañamiento a censo de aves realizado por profesionales de la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, se registran 41 especies de aves.
- Acompañamiento a censo de flora y toma de muestras de suelo realizado por profesionales de la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en el sector Torca.
- Acompañamiento a censo de flora y toma de muestras de suelo realizado por profesionales de la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en el sector Guaymaral.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

- Acompañamiento para la realización del censo navideño de aves acuáticas liderado por la ABO y COAN, se realizó monitoreo de avifauna con la participación de expertos.

De acuerdo con los informes consultados de los años 2108, 2019 y 2020, se reporta un total de 61 recorridos interpretativos, con colegios y comunidad, donde se contó con la asistencia de 1824 participantes, según indica el informe del año 2018 para ese periodo, se reportó un total de 621 personas atendidas en estos recorridos.

Tabla 2- 342. Recorridos Interpretativos

| Año | Recorridos | Participantes |
|--------------|------------|---------------|
| 2018 | 28 | 567 |
| 2019 | 56 | 1166 |
| 2020 | 3 | 91 |
| TOTAL | 61 | 1824 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019 SDA.



Figura 2- 477. Recorridos Interpretativos. Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019 SDA.

Estos recorridos interpretativos permiten la apropiación y sensibilización frente a los servicios ecosistémicos que brinda el humedal y las acciones de conservación y preservación, de acuerdo con lo observado en la tabla y gráfica anterior se evidencia que el año 2019 presentó un mayor porcentaje de recorridos (56) y participantes (1156), estos recorridos se realizaron con la participación de estudiantes y docentes de los colegios San Ángelo, Nueva York, Colombo Gales, colegios del nodo 2 de la UPZ Guaymaral (San José de Bavaria, Colegio San Ángelo, Colegio Nueva York, Liceo Católico Campestre y Liceo Chicó Campestre), Nueva Zelândia, con estudiantes del SENA de guía turística y la comunidad, donde se efectuaron actividades tales como, la identificación de especies de flora y fauna en el humedal, la biodiversidad presente en el humedal, monitoreo a la siembra realizada y riego a los árboles plantados, el fortalecimiento del PRAES y la vinculación de los humedales de Torca y Guaymaral como aula ambiental, los guardianes del humedal, biodiversidad y afectaciones a los humedales, prácticas ambientales, Estructura Ecológica Principal - EEP, problemáticas que enfrentan a los humedales de Torca y Guaymaral y

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

temas de la importancia de estos ecosistemas dentro de la Estructura Ecológica Principal – EEP de la ciudad.

De acuerdo con lo reportado en los informes de gestión años 2018 – 2019 y el Excel denominado actividades de los humedales de Torca y Guaymaral corte mayo 2020, se realizó 1 visita de la Personería para verificación del estado del ecosistema donde se pretende identificar problemáticas que luego se reportan en el informe anual sobre el estado del ambiente, se contó con la participación de 4 personas entre docentes y actores sociales e institucional.

Tabla 2- 343. Visitas entes de Control.

| Visita entes de Control | Participantes |
|-------------------------|---------------|
| 1 | 4 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, I semestre del año 2019.



Figura 2- 478. Visita entes de Control. Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, I semestre del año 2019.

Los documentos de consulta reportan el desarrollo de jornadas de apropiación adelantadas en conjunto con el Colegio Nueva York, Universidad Agraria y la Universidad UDCA, como Introducción a los humedales, función ecosistémica de éstos dentro de Distrito Capital y relevancia de este para la conservación de la biodiversidad incluyendo visita al humedal, como se indica a continuación:

Tabla 2- 344. Jornadas de apropiación

| Año | No. Jornadas de Apropiación | Participantes |
|-------|-----------------------------|---------------|
| 2018 | 6 | 186 |
| 2019 | 1 | 26 |
| Total | 7 | 212 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

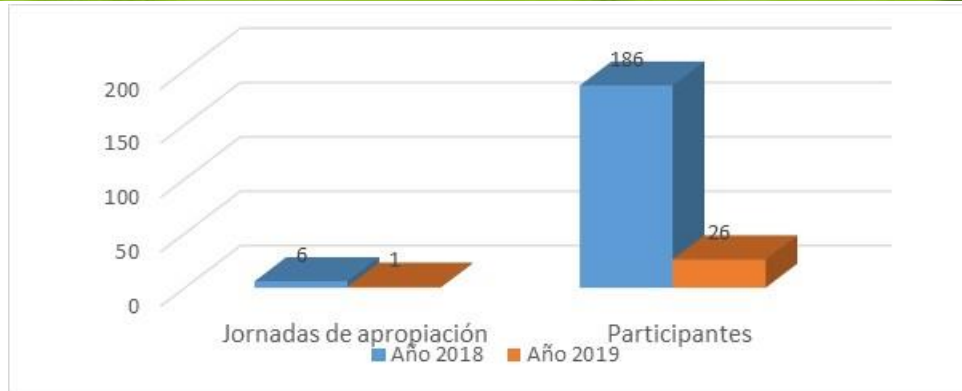


Figura 2- 479. Jornadas de apropiación. Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019.

En el transcurso del año 2018, se realizaron dos actividades de participación en eventos representativos, la segunda jornada de censo de aves acuáticas y el encuentro de comités educativos ambientales escolares, para el año 2019, se adelantó la celebración del día de los humedales con la siembra en la UDCA de varios individuos arbóreos y la participación de entidades, docente y estudiantes del colegio Nueva York y un recorrido con diferentes actores sociales, institucionales y académicos para dar a conocer las acciones que se vienen adelantando en el proyecto Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca, se recorrieron los dos sectores de los humedales de Torca y Guaymaral y se identificaron diferentes aspectos históricos, sociales y ecológicos, así:

Tabla 2- 345. Eventos Representativos

| Año | No. Eventos representativos | Participantes |
|-------|-----------------------------|---------------|
| 2018 | 2 | 66 |
| 2019 | 2 | NR |
| Total | 4 | 66 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019.

En relación con las Aulas vivas itinerantes para el 2018 se realizó actividad de oferta de servicios de los humedales, exposición fotográfica de fauna del humedal, juegos interactivos y actividades lúdicas sobre la existencia de los humedales de la zona norte, apropiación de acciones para su preservación y cuidado para los estudiantes de primaria y bachillerato del Colegio Cristo Rey, actividad organizada y liderada por la Secretaria Distrital de Ambiente, con el acompañamiento de la Car y del Acueducto, para el año 2019 se realizó actividad conjunta mediante la cual se llevó el Aula Viva de cada uno de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal presentes en la localidad de Suba, Juan Amarillo-Tibabuyes, Conejera, Córdoba y Torca Guaymaral a la comunidad participante en la comisión ambiental local, con el fin de conocer algunos de los ecosistemas de humedales urbanos:

Tabla 2- 346. Aula Viva Itinerante

| Año | No. Aula Viva | Participantes |
|------|---------------|---------------|
| 2018 | 2 | 256 |
| 2019 | 1 | 18 |

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

| | | |
|-------|---|-----|
| 2020 | 1 | 18 |
| Total | 4 | 292 |

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019 y el Excel Actividades humedales Torca y Guaymaral corte mayo 2020, remitido por la Secretaría Distrital de Ambiente.



Figura 2- 480. Jornadas de apropiación. Fuente: Elaboración propia con base en los informes de Gestión y el estado actual de los humedales de Torca y Guaymaral, años 2018 y 2019 SDA.

2.9.6 CONCLUSIONES

Las nueve (9) quebradas asociadas a este estudio, contempla tres UPZs: Guaymaral, la Academia de la localidad de Suba y Paseo de los Libertadores de la localidad de Usaquén.

El área social de estudio directa determinada por la consultoría, la conforman 52 predios que se encuentran aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral y a las nueve (9) quebradas que se ubican en la UPZ Paseo de los Libertadores que alimentan al humedal.

Los humedales de Torca y Guaymaral son considerados un ecosistema estratégico para la ciudad-región, se encuentra inmerso en un área de expansión y desarrollo urbano del norte de la ciudad de Bogotá, en una zona periurbana.

En el área aledaña a los humedales se ubican un total de 32 predios, los cuales presentan la siguiente tipología: Educativa, residencial, establecimientos comerciales deportiva-recreacional y dotacional. Siendo la tipología más representativa la educativa.

Con respecto a las nueve quebradas, las tipologías con las que cuenta los equipamientos que se encuentran aledaños a las quebradas, son las relacionadas con la educación, el culto-religioso, agricultura, recreación y comercio.

Los conflictos de uso de suelo que representaron el mayor porcentaje son: producción ganadera, zonas verdes, áreas de conservación, cuerpos de agua y canalización, industria-comercio, producción agrícola e infraestructura vial.

Los humedales cuentan con condiciones ecológicas importantes, que han despertado un especial interés por parte de las comunidades, para el desarrollo de actividades educativas,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental Humedales de Torca y Guaymaral

investigativas y de recreación pasiva, de acuerdo al análisis de la infraestructura con que cuenta actualmente el humedal, se establecen las necesidades, de infraestructura, que permitan el uso sostenible del humedal de manera segura para la comunidad.

En los humedales de Torca y Guaymaral, aún persiste una fauna diversa que está desempeñando una función esencial en el ecosistema, participando de la circulación de energía y el equilibrio del mismo.

Con respecto al componente arqueológico, dentro del límite legal del humedal, no se identifican, sitios arqueológicos, ni bienes de interés cultural. Estos sitios fueron identificados en el área aledaña al mismo, en el sector de Guaymaral se identificó un área con evidencia de camellones.