

TABLA DE CONTENIDO

2.3.3. Hidrogeología.....	459
2.3.3.1. Introducción	459
2.3.3.2. Análisis de información geofísica e inventario de puntos de agua disponibles	459
2.3.3.2.1. Inventario de puntos de agua	476
2.3.3.3. Caracterización hidrogeológica de las rocas en la Cuenca del río Aburrá	483
2.3.3.3.1. Unidades hidrogeológicas	484
2.3.3.4. Clasificación hidrogeológica presentada en el documento técnico de soporte del POMCA vigente	492
2.3.3.5. Sistema hidrogeológico de la Cuenca del río Aburrá – Medellín, en El Estudio “Fase Diagnóstico para la Formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2015).....	493
2.3.3.5.1. Mapa hidrogeológico	494
2.3.3.5.2. Sistemas acuíferos.....	498
2.3.3.6. Uso actual del recurso hídrico subterráneo.....	500
2.3.3.7. Inventario de sistemas loticos	501
2.3.3.8. Relación agua superficial – agua subterránea	501
2.3.3.9. Usos potenciales del recurso hídrico subterráneo	503
2.3.3.10. Oferta hídrica subterránea	504
2.3.3.10.1. Parámetros hidráulicos de los sistemas acuíferos identificados.....	551
2.3.3.11. Estimación de la calidad de aguas subterráneas	554
2.3.3.11.1. Calidad del agua subterránea	555
2.3.3.11.2. Red de monitoreo ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá – Medellín. REDRÍO – agua subterránea (2011).....	557
2.3.3.11.3. Estudio Fase diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá” (2015).....	563
2.3.3.11.4. Documento Piragua.....	565
2.3.3.11.5. Evaluación de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación	567
2.3.3.12. Identificación de zonas de interés hidrogeológico.....	568
2.3.3.12.1. Zonas de Recarga	569
2.3.3.12.2. Zonas de Descarga	569
2.3.3.12.3. Medidas de Manejo Ambiental	571
2.3.3.13. Modelo hidrogeológico conceptual.....	572
2.3.4. Hidrografía	577

2.3.4.1.	Introducción	577
2.3.4.2.	Revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca	577
2.3.4.3.	Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras	578
2.3.4.4.	Caracterización de la red de drenaje	597
2.3.4.4.1.	Orden de las corrientes	597
2.3.4.5.	Patrón de alineamiento	600
2.3.4.5.1.	Densidad de drenaje	600
2.3.4.6.	Mapa de hidrografía	607
2.3.5.	Morfometría.....	608
2.3.5.1.	Generalidades.....	608
2.3.5.2.	Parámetros físicos de la cuenca	609
2.3.5.2.1.	Área de drenaje de la cuenca (A_c) [km^2]	609
2.3.5.2.2.	Perímetro de la cuenca	611
2.3.5.2.3.	Longitud recta de la cuenca	611
2.3.5.2.4.	Ancho de la cuenca (w) [km]	611
2.3.5.2.5.	Parámetros de forma de la cuenca	611
2.3.5.2.6.	Índice de compacidad o índice de Gravelius	611
2.3.5.2.7.	Factor de forma (K_f)	612
2.3.5.2.8.	Índice de alargamiento	613
2.3.5.2.9.	Índice asimétrico	614
2.3.5.3.	Características de relieve de la cuenca	615
2.3.5.3.1.	Pendiente media de la cuenca	615
2.3.5.3.2.	Elevación media de la cuenca.....	616
2.3.5.4.	Características del sistema de drenaje	617
2.3.5.4.1.	Longitud del cauce (L) [km]	617
2.3.5.4.2.	Perfil del cauce.....	618
2.3.5.4.3.	Pendiente media del cauce	619
2.3.5.5.	Tiempo de concentración.....	619
2.3.5.6.	Índices morfométricos de subcuencas y microcuencas abastecedoras	625
2.3.6.	Pendientes.....	656
2.3.6.1.	Análisis de pendientes en porcentaje.....	656
2.3.6.1.1.	Análisis de pendientes en grados	660
2.3.7.	Hidrología.....	661
2.3.7.1.	Generalidades.....	661
2.3.7.2.	Inventario de infraestructuras hidráulicas.....	664
2.3.7.3.	Sistemas lenticos naturales	677

2.3.7.4.	Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas	678
2.3.7.5.	Análisis de los datos de las estaciones hidrológicas.....	679
2.3.7.6.	Caracterización del régimen hidrológico	683
2.3.7.6.1.	Descripción conceptual del modelo GR4J.....	684
2.3.7.6.2.	Calibración del modelo.....	689
2.3.7.6.3.	Simulación de caudales medios diarios	700
2.3.7.6.4.	Cálculo de Caudales Mínimos.....	714
2.3.7.6.5.	Cálculo de Caudales Máximos	721
2.3.7.7.	Caudales ambientales.....	733
2.3.7.7.1.	Métodos para la Estimación de Caudales Ambientales	734
2.3.7.7.2.	Valores de Caudales Ambientales de acuerdo a cada Metodología	735
2.3.7.8.	Estimación de la oferta hídrica	757
2.3.7.9.	Demanda hídrica.....	763
2.3.7.9.1.	Generalidades.....	763
2.3.7.9.2.	Demanda Hídrica Concesionada	763
2.3.7.10.	Indicadores de estado del recurso hídrico	773
2.3.7.10.1.	Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH	774
2.3.7.10.2.	Índice de uso de agua (IUA).....	785
2.3.7.10.3.	Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH)	798
2.3.7.11.	Conclusiones y recomendaciones	807

LISTA DE TABLAS

TABLA 161. INVENTARIO DE CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA	477
TABLA 162. CLASIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.....	485
TABLA 163. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO SECO 1997-1998	508
TABLA 164. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO SECO 2009-2010	509
TABLA 165. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	511
TABLA 166. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009.....	513
TABLA 167. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011.....	514
TABLA 168. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO SECO 1997-1998.	516
TABLA 169. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO SECO 2009-2010	517
TABLA 170. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	519
TABLA 171. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009.....	521
TABLA 172. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011.....	522
TABLA 173. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO SECO 1997-1998	524
TABLA 174. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO SECO 2009-2010	525
TABLA 175. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	527
TABLA 176. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009.....	529
TABLA 177. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011.....	529
TABLA 178. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO SECO 1997-1998.....	531

TABLA 179. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO SECO 2009-2010.....	532
TABLA 180. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004	534
TABLA 181. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009	536
TABLA 182. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011	536
TABLA 183. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO SECO 1997-1998	539
TABLA 184. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO SECO 2009-2010	539
TABLA 185. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004	542
TABLA 186. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009	544
TABLA 187. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011	544
TABLA 188. VALORES DE RECARGA POTENCIAL (R) Y PRECIPITACIÓN (P) PARA EL VALLE DE ABURRÁ PARA LAS ESTACIONES Y LOS PERIODOS CONSIDERADOS	547
TABLA 189. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO A1	551
TABLA 190. PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ.....	552
TABLA 191. COORDENADAS DE LOS MANANTIALES MONITOREADOS	559
TABLA 192. PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADOS PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA, ICA-AS, POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013	561
TABLA 193. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE ENVIGADO.....	565
TABLA 194. INFORMACIÓN CAUDALES CONCESIONADOS SISTEMA AYURÁ Y MANANTIALES	582
TABLA 195. RELACIÓN NUMERACIÓN SUBCUENCAS DELIMITADAS RÍO ABURRÁ – NOMBRE Y CODIFICACIÓN	583
TABLA 196. RELACIÓN NUMERACIÓN MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS DELIMITADAS DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ – SUBCUENCA – NOMBRE (MICROCUENCA) Y CODIFICACIÓN	586
TABLA 197. RELACIÓN DE LAS SUBCUENCAS POMCA 2016 Y PORH 2014	593
TABLA 198. DISTRIBUCIÓN DE LOS ÓRDENES DE HORTON POR PORCENTAJE EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ.....	598

TABLA 199. CLASIFICACIÓN DE CAUCES – PATRÓN DE ALINEAMIENTO	600
TABLA 200. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE – SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ	601
TABLA 201. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE – MICROCUENCAS – RÍO ABURRÁ	604
TABLA 202. ÍNDICE DE COMPACIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE LA FORMA	612
TABLA 203. CLASIFICACIÓN DEL FACTOR DE FORMA.....	612
TABLA 204. ÍNDICE DE ALARGAMIENTO	614
TABLA 205. ÍNDICE ASIMÉTRICO	614
TABLA 206. CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE ACUERDO CON LA PENDIENTE.....	615
TABLA 207. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LA CUENCA MAYOR DEL RÍO ABURRÁ.....	625
TABLA 208. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA Y SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ.....	626
TABLA 209. PARÁMETROS DE FORMA DE LA CUENCA Y DE LAS SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ.....	631
TABLA 210. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS – RÍO ABURRÁ.....	640
TABLA 211. PARÁMETROS DE FORMA MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS – RÍO ABURRÁ.....	646
TABLA 212. RANGOS DE PENDIENTE EN PORCENTAJE PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ.....	658
TABLA 213. ESTACIONES HIDROLÓGICAS CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y SU ÁREA DE INFLUENCIA.....	661
TABLA 214. BOCATOMAS A DE ACUEDUCTOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ	665
TABLA 215. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ.....	670
TABLA 216. OBRAS ENCONTRADAS EN LA QUEBRADA LA MADERA.....	676
TABLA 217. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J	689
TABLA 218. ESTACIONES HIDROLÓGICAS SOBRE EL RÍO MEDELLÍN – ABURRÁ	689
TABLA 219. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA LA SALADA.....	690
TABLA 220. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA LA SALADA	691
TABLA 221. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA CALDAS.....	692
TABLA 222. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA CALDAS	693
TABLA 223. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCÓN SUR.....	693
TABLA 224. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCÓN SUR	694
TABLA 225. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA MACHADO.....	694
TABLA 226. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA MACHADO	695
TABLA 227. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCON NORTE.....	696

TABLA 228. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCON NORTE	696
TABLA 229. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA GIRARDOTA.....	697
TABLA 230. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA GIRARDOTA	697
TABLA 231. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA HATILLO	698
TABLA 232. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA HATILLO.....	698
TABLA 233. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA YARUMITO	699
TABLA 234. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA YARUMITO.....	700
TABLA 235. CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO PARA LA CUENCA Y SUBCUENCAS (CAUDAL M ³ /S)	702
TABLA 236. CAUDALES MAXIMOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MAXIMO PARA LAS SUBCUENCAS (CAUDAL M ³ /S)	704
TABLA 237. CAUDALES MINIMOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MINIMO PARA LAS SUBCUENCAS (CAUDAL M ³ /S)	707
TABLA 238. CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MEDIO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS (CAUDAL M ³ /S)	710
TABLA 239. CAUDALES MÍNIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y LAS SUBCUENCAS (CAUDAL M ³ /S)	715
TABLA 240. CAUDALES MÍNIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL L/S)	717
TABLA 241. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS	722
TABLA 242. ESTADÍSTICOS DE LAS ESTACIONES DE CAUDAL USADAS EN EL PROCESO DE REGIONALIZACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS.....	723
TABLA 243. CAUDALES MÁXIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y LAS SUBCUENCAS (CAUDAL M ³ /S)	725
TABLA 244. CAUDALES MÁXIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS POBLADOS Y RURALES DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL M ³ /S)	728
TABLA 245. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS 1 Y 2 (CAUDAL M ³ /S).....	735
TABLA 246. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS 1 Y 2 (CAUDAL M ³ /S).....	738
TABLA 247. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA EL NIÑO, METODOLOGÍA 3.....	741
TABLA 248. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA EL NIÑO, METODOLOGÍA 3.....	743

TABLA 249. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA NEUTRA, METODOLOGÍA 3.....	746
TABLA 250. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA NEUTRA, METODOLOGÍA 3.....	749
TABLA 251. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA LA NIÑA, METODOLOGÍA 3	752
TABLA 252. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA LA NIÑA, METODOLOGÍA 3	754
TABLA 253. OFERTA DISPONIBLE PARA LAS TRES CONDICIONES HIDROLÓGICAS EN LAS CUENCAS DE INTERÉS (CAUDAL EN M ³ /S)	758
TABLA 254. OFERTA HÍDRICA MEDIA MENSUAL NÚMERO DE CONCESIONES POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ	761
TABLA 255. NÚMERO DE CONCESIONES POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ	763
TABLA 256. DEMANDA HÍDRICA CONCESIONADA POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL L/S).....	766
TABLA 257. CALIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE VALORES IRH	775
TABLA 258. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA EN LAS SUBCUENCAS.....	776
TABLA 259. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA EN LAS MICROCUENCAS	779
TABLA 260. RANGOS Y CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)	786
TABLA 261. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA	787
TABLA 262. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q ₁₀	792
TABLA 263. MATRIZ DE RELACIÓN PARA CARACTERIZAR EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO (IVH).....	799
TABLA 264. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA	800
TABLA 265. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q ₁₀	804

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 132. LOCALIZACIÓN DE LAS TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ.....	460
FIGURA 133. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ES_GEO_0013 (LA ESTRELLA)	462
FIGURA 134. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ES_GEO_0014 (LA ESTRELLA)	463
FIGURA 135. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ES_GEO_0015	464
FIGURA 136. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0001 (ITAGÜÍ)	465
FIGURA 137. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0002 (ITAGÜÍ)	466
FIGURA 138. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0003 (ITAGÜÍ)	467
FIGURA 139. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA EN_GEO_0017 (ENVIGADO)...	468
FIGURA 140. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0100 (MEDELLÍN) ...	469
FIGURA 141. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0101 (MEDELLÍN) ...	470
FIGURA 142. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0102 (MEDELLÍN) ...	471
FIGURA 143. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0103 (MEDELLÍN) ...	472
FIGURA 144. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0104 (MEDELLÍN) ...	473
FIGURA 145. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0105 (MEDELLÍN) ...	474
FIGURA 146. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0106 (MEDELLÍN) ...	475
FIGURA 147. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0107 (MEDELLÍN) ...	476
FIGURA 148. MEDIO DE CAPTACIÓN DE AGUAS	478
FIGURA 149. ESTADO DE LOS POZOS	478
FIGURA 150. PRINCIPALES USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	479
FIGURA 151. PRINCIPALES CAUSAS DEL NO FUNCIONAMIENTO DE POZOS INACTIVOS....	480
FIGURA 152. UBICACIÓN DE CAPTACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ÁREA METROPOLITANA	481
FIGURA 153. LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ.....	482
FIGURA 154. LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES CON RESPECTO AL AREA TOTAL DE LA CUENCA.....	483
FIGURA 155. MAPA HIDROGEOLÓGICO	496
FIGURA 156. MAPA HIDROGEOLOGICO UTILIZANDO LA LEYENDA DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO.....	497
FIGURA 157. ZONAS DE RECARGA	499
FIGURA 158. USO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRANEO.....	501

FIGURA 159. INDICIOS DE INTERACCIÓN RÍO-ACUÍFERO EN UN SECTOR DEL VALLE DE ABURRÁ.....	503
FIGURA 160. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ.....	507
FIGURA 161. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.....	510
FIGURA 162. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	512
FIGURA 163. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	515
FIGURA 164. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	515
FIGURA 165. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.....	518
FIGURA 166. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	520
FIGURA 167. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	523
FIGURA 168. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	523
FIGURA 169. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.....	526
FIGURA 170. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	528
FIGURA 171. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	530
FIGURA 172. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.....	533
FIGURA 173. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	535
FIGURA 174. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	537
FIGURA 175. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.....	540
FIGURA 176. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL HERRERA EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.....	543

FIGURA 177. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.....	545
FIGURA 178. LOCALIZACIÓN DE POZOS CON PRUEBAS DE BOMBEO E INFORMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS	554
FIGURA 179. UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	556
FIGURA 180. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA – 2011	558
FIGURA 181. VALORACIÓN SEGÚN EL ICA-AS A LOS MANANTIALES ANALIZADOS EN EL MUESTREO HIDROGEOQUÍMICO	560
FIGURA 182. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ICA-AS PARA EL VALLE DE ABURRÁ.....	562
FIGURA 183. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	564
FIGURA 184. MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO LIBRE	568
FIGURA 185. MAPA DE ZONAS DE IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	570
FIGURA 186. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ.....	579
FIGURA 187. UBICACIÓN DE LAS CUENCAS EXTERNAS QUE ABASTECEN EL VALLE DE ABURRÁ.....	581
FIGURA 188. DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS - RÍO ABURRÁ.....	591
FIGURA 189. DELIMITACIÓN MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS	592
FIGURA 190. RELACIÓN DE LA CODIFICACIÓN POMCA 2016 Y PORH 2014 (FASE V)	596
FIGURA 191. ORDENES DE CORRIENTE SEGÚN STRAHLER (1969).....	598
FIGURA 192. DISTRIBUCIÓN DE LOS ORDENES DE HORTON POR PORCENTAJE	599
FIGURA 193. MAPA HIDROGRAFÍA – RÍO ABURRÁ	608
FIGURA 194. ÁREA DE DRENAJE TÍPICA.....	610
FIGURA 195. ÁREA DE DRENAJE VISTA EN 3D	610
FIGURA 196. RELACIÓN ENTRE LA FORMA DE ALGUNAS CUENCAS Y EL CAUDAL PICO PARA EVENTOS MÁXIMOS DE PRECIPITACIÓN	613
FIGURA 197. CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA MAYOR DE RÍO ABURRÁ	617
FIGURA 198. PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ	618
FIGURA 199. PROCESO PARA GENERACIÓN DEL MAPA DE PENDIENTES	657
FIGURA 200. MAPA DE PENDIENTES EN PORCENTAJE.....	658
FIGURA 201. MAPA DE PENDIENTES EN GRADOS	660
FIGURA 202. MAPA DE ESTACIONES DEL SIATA DEL VALLE DE ABURRÁ	663
FIGURA 203. LOCALIZACIÓN ESTACIONES HIDROLÓGICAS.....	664

FIGURA 204. LOCALIZACIÓN DELAS BOCATOMAS DE ACUEDUCTOS MUNICIPALES O CENTROS POBLADOS.....	669
FIGURA 205. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ	675
FIGURA 206. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA MADERA	677
FIGURA 207. CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS	678
FIGURA 208. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN LA SALADA.....	679
FIGURA 209. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN CALDAS	680
FIGURA 210. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN ANCÓN SUR	680
FIGURA 211. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN ANCÓN NORTE	681
FIGURA 212. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN GIRARDOTA.....	682
FIGURA 213. CAMBIOS EN LA MEDIA DE LA SERIE DEL CAUDAL ANUAL DE LA ESTACIÓN YARUMITO	682
FIGURA 214. CAMBIOS EN LA MEDIA DE LA SERIE DEL CAUDAL ANUAL DE LA ESTACIÓN EL HATILLO	683
FIGURA 215. DIAGRAMA DEL MODELO GR4J	685
FIGURA 216. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA LA SALADA ...	691
FIGURA 217. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA CALDAS	692
FIGURA 218. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA ANCÓN SUR .	693
FIGURA 219. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA MACHADO	695
FIGURA 220. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA ANCÓN NORTE	696
FIGURA 221. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA GIRARDOTA..	697
FIGURA 222. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA HATILLO	698
FIGURA 223. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA YARUMITO	699
FIGURA 224. CAUDALES MEDIOS DE LA CUENCA.....	701
FIGURA 225. RENDIMIENTO HIDRICO MEDIO MENSUAL ANUAL.....	713
FIGURA 226. CAUDALES MINIMOS DE LA CUENCA	714
FIGURA 227. RENDIMIENTO HIDRICO MINIMO MENSUAL ANUAL	721
FIGURA 228. AJUSTE POTENCIAL DE LOS CAUDALES MEDIOS MÁXIMOS CON LOS CAUDALES MEDIOS DE LAS ESTACIONES.....	724

FIGURA 229. AJUSTE POTENCIAL DE LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LOS CAUDALES MÁXIMOS A LOS CAUDALES MEDIOS DE LARGO PLAZO EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES	725
FIGURA 230. CAUDALES MAXIMOS DE LA CUENCA	732
FIGURA 231. RENDIMIENTO HIDRICO MAXIMO MENSUAL ANUAL	733
FIGURA 232. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL AGRICOLA	769
FIGURA 233. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL DOMESTICO	770
FIGURA 234. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL ENERGIA E INDUSTRIAL	771
FIGURA 235. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL PECUARIO	772
FIGURA 236. DEMANDA HIDRICA TOTAL	773
FIGURA 237. EJEMPLO DE CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES	775
FIGURA 238. ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ.....	784
FIGURA 239. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ.....	797
FIGURA 240. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q ₁₀ PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ	798
FIGURA 241. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA	803
FIGURA 242. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q ₁₀	807

2.3.3. Hidrogeología

2.3.3.1. Introducción

La actualización del componente hidrogeológico del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá se realizó a partir de la información disponible en el POMCA vigente, realizado por la Universidad de Nacional de Colombia – Sede Medellín (2005 – 2007), complementado con información geofísica, hidrológica, hidrogeológica e hidrogeoquímica, disponible en diferentes estudios realizados en el área, por entidades como el AMVA, quienes en convenio con la Universidad de Antioquia, ejecutaron el proyecto de RedRío (Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá).

Con el fin de identificar y caracterizar las unidades geológicas que componen los sistemas acuíferos en la Cuenca del río Aburrá, se hizo una evaluación hidrogeológica, basada en la información presentada en el capítulo de Geología, y en la información geofísica y de inventarios de puntos de agua subterránea disponible.

2.3.3.2. Análisis de información geofísica e inventario de puntos de agua disponibles

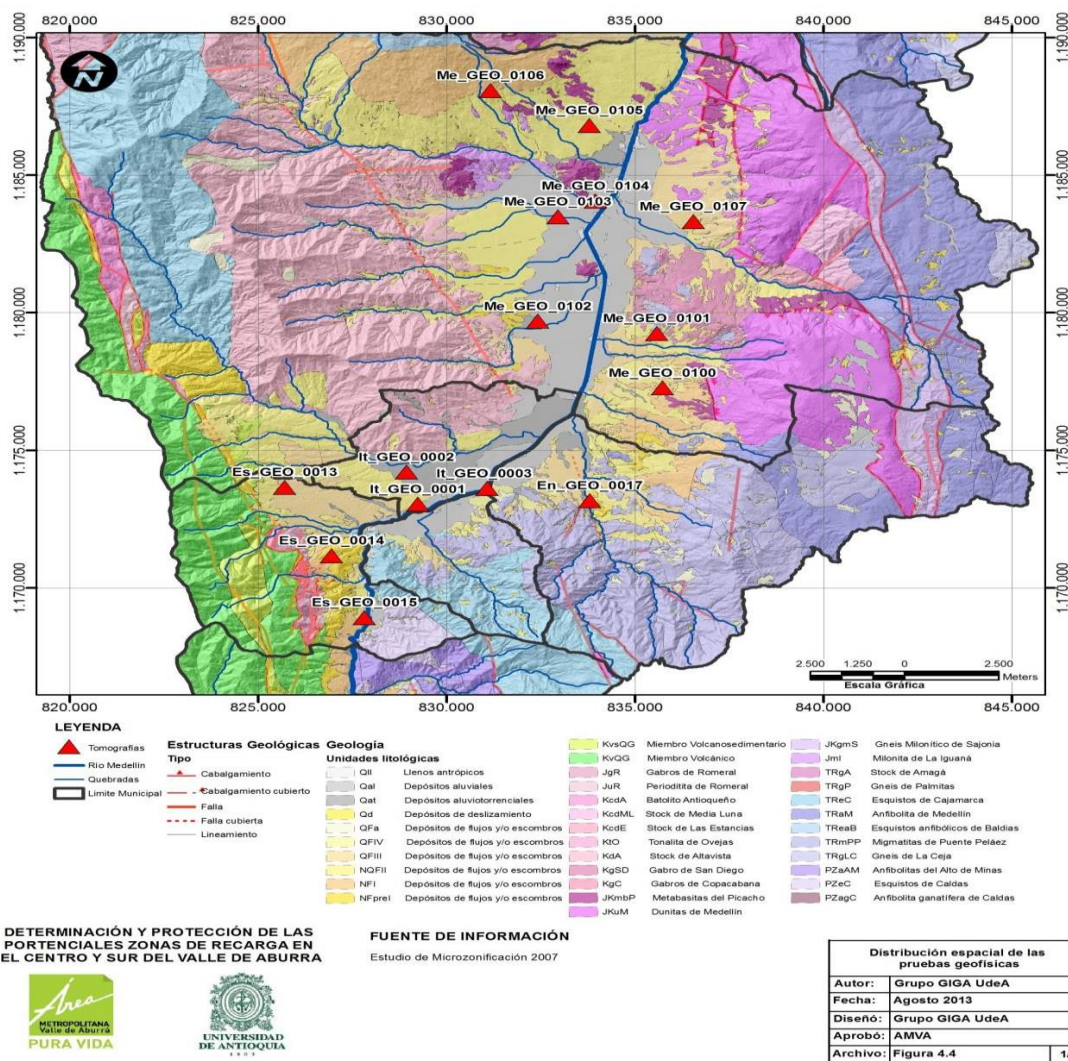
En el estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2013), se realizaron 15 tomografías eléctricas en el centro y sur del Valle de Aburrá, mediante las cuales se obtuvieron 15 imágenes, con la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo, tanto en profundidad como lateralmente. Las imágenes muestran la distribución de valores de resistividad en los primeros metros de profundidad (de 10 a 100 ohm-m en promedio). Esta distribución se puede correlacionar claramente con la presencia de depósitos no consolidados sobre materiales duros.

En el estudio se hace una interpretación de cada una de las tomografías ejecutadas, en las cuales se presentan diferenciados los depósitos no consolidados y saturados con agua, depósitos secos y la presencia de roca meteorizada o dura. Las profundidades de investigación se encuentran entre los 2 m y 65 m, con una longitud de sección entre 80 y 280 m, respectivamente.

La información obtenida por medio de la interpretación de las tomografías eléctricas permitió establecer los espesores y composición litológica de los depósitos cuaternarios, y en algunos casos, el posible contacto con el basamento, conformado por rocas ígneas y metamórficas.

En la *Figura 132* se presenta la localización de las tomografías realizadas en el Centro y Sur del Valle de Aburrá.

FIGURA 132. LOCALIZACIÓN DE LAS TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013

A continuación se transcribe del estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, realizado por la Universidad de Antioquia (2013), la

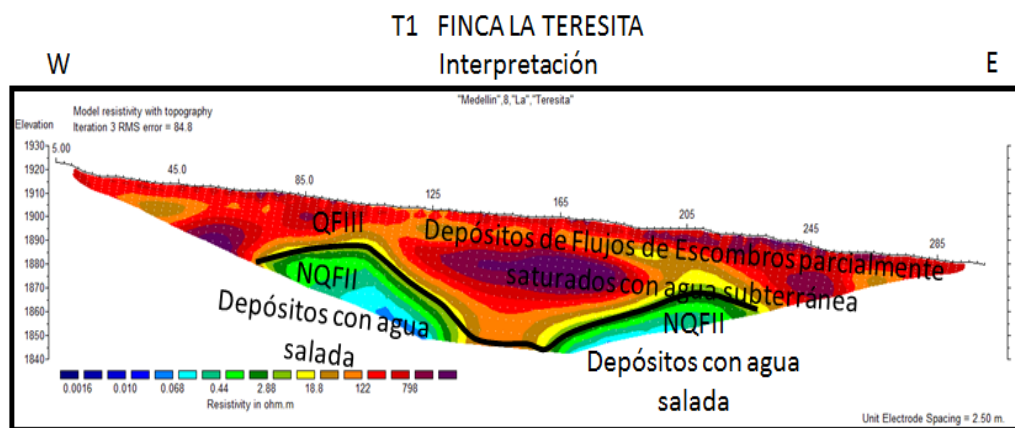
interpretación de las secciones, correspondientes a las quince (15) tomografías, en las cuales se observan las diferentes capas geoeléctricas y su respectiva interpretación.

Desde la *Figura 133* hasta la *Figura 146* se presenta cada una de las tomografías con los resultados de la interpretación. Para cada sección se indica el significado de las tonalidades de colores diferenciando depósitos no consolidados y saturados con agua, depósitos secos y la presencia de roca meteorizada o dura.

La sección de la tomografía Es_GEO_0013 (*Figura 133*) alcanzó una profundidad de exploración que supera los 65 m y una longitud de sección de aproximadamente 280 m en sentido Este - Oeste. No se observa una variación composicional y textural en sentido lateral, es decir, la tomografía es homogénea en su composición sin importar la altura. A lo largo de los primeros 45 m de profundidad, se distingue un flujo de lodos y escombros caracterizado por arcillas, limos y arenas parcialmente saturados con presencia de agua subterránea. Este flujo se caracteriza por tener un rango de valor de resistividad medio (de 18 a 798 Ohm/m), siendo los valores de la resistividad eléctrica más bajos cerca de la superficie. Esta unidad presenta un espesor entre los 20 y 40 m. a profundidad, se registra un depósito de flujos de escombros y lodos, este depósito presenta un espesor de 20 m. Esta unidad registra un valor de resistividad en campo muy bajo (menos de 2 Ohm/m), conforme se acerca a la base la tomografía. Cabe destacar que, al parecer, este depósito puede estar conteniendo agua salada, debido a la disminución del valor de la resistividad.

La sección de la tomografía Es_GEO_0014 (*Figura 134*), alcanzó una profundidad de exploración de 65 metros y una longitud de sección de 285 m, cuya dirección de análisis es Suroeste – Noreste (SW – NE). Esta tomografía es bastante homogénea en términos composicionales a lo largo del análisis, a pesar de mostrarse dos capas dentro del análisis, las dos unidades corresponden a depósitos cuaternarios constituidos por flujos de escombros y lodos no consolidados, lo que los diferencia es la presencia de agua en la unidad más profunda, que satura las arcillas, limos y arenas y que constituyen la litología encontrada en ambas unidades. La presencia de agua subterránea se evidencia en la disminución abrupta de los rangos de Resistividad, conforme aumenta la profundidad de la exploración (valores medio, 121 – 805 Ohm-metro) en los depósitos superiores. Luego de los primeros 20 m, se evidencian valores muy bajos (desde 10 Ohm/m, hacia el tope del depósito inferior, hasta 121 Ohm/m hacia la base). Cabe destacar que, a pesar que ambas unidades presentan espesores variables, ambas alcanzan espesores promedio mayor de 45 m. No se detectó basamento rocoso en toda la tomografía.

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno-Cuaternario	18 a 798	15 a 45	0 a 45	Arcillas, limos y arenas parcialmente saturados con agua subterránea	QFIII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
	Menor de 2	5 a 30	25 a 45	Arenas, limos y arcillas saturados con agua salada	NQFII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos



PÁG. 462

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	121 a 805	10 a 20	0 a 20	Arcillas, limos y arenas secos	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
	10 a 121	40 a 50	20 a 70	Arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos

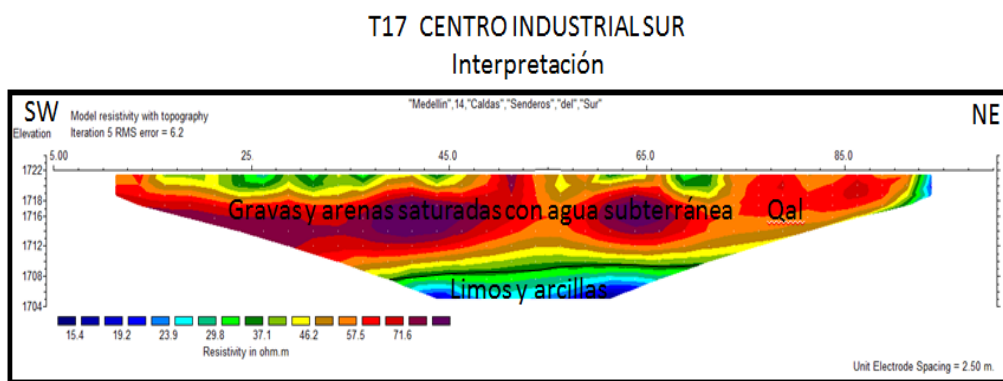
TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

Los valores más bajos en profundidad corresponden a limos y arcillas de un depósito aluvial del Río Medellín-Aburrá. Los valores mayores de 37 ohm-m se correlacionan con gravas y arenas del mismo

depósito aluvial (Qal), saturadas con agua subterránea. Los espesores acuíferos son variables pero están alrededor de los 20 m. No se detectó un basamento rocoso de base.

FIGURA 135. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ES_GEO_0015

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	30 a 46	2 a 4	0 a 4	Gravas, arcillas, limos y arenas secas	Qal Depósitos aluviales
	46 a 72	10 a 12	4 a 16	Gravas, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qal Depósitos aluviales
	15 a 25	5	16 a 20	Arcillas, limos y arenas	Qal Depósitos aluviales



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

En la sección de la tomografía It_GEO_0001 (*Figura 136*), se aprecia muy bien la disposición convencional de un depósito sobre un basamento rocoso. La primera unidad (la más superficial), corresponde a depósitos cuaternarios (flujos de lodos de escombros), presenta un espesor aproximado de 30 a 40 m, el cual se aprecia hasta una profundidad de 40 m. Litológicamente, este depósito se encuentra constituido por arcillas, limos y arenas secas. Los valores mayores de 40 ohm-m se correlacionan con depósitos de flujos y escombros NQFII secos hasta los primeros 10 m y luego saturados.

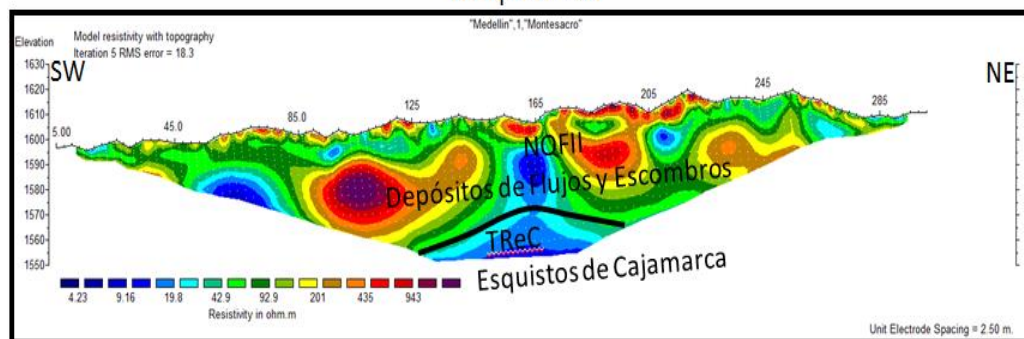
A partir de un rango de profundidad entre los 30 y 40 m, se aprecia un basamento rocoso, con un rango de Resistividad bajo (de 4 a 20 Ohm/m), el cual corresponde a roca. Este basamento, basándonos en la ubicación de la tomografía y en base a la litología de la zona, se interpreta como la unidad esquistos de Cajamarca (TReC).

FIGURA 136. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0001 (ITAGÜÍ)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	42 a 943	30 a 40	0 a 40	arcillas, limos y arenas secas	NQFII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
Triásico	4 a 20		30 a 40	Rocas metamórficas Esquistos	TReC Esquistos de Cajamarca



T3 JARDINES DE MONTESACRO Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

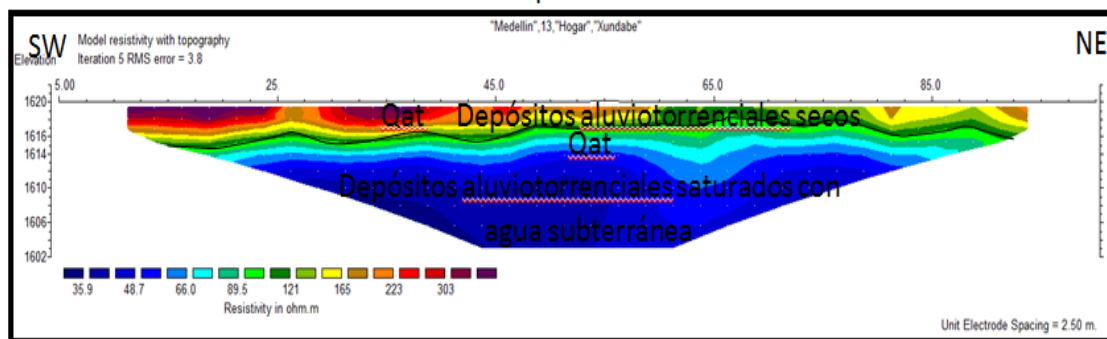
La sección de la tomografía It_GEO_0002 (Figura 137), tiene unos 20 m de profundidad de exploración y 80 m de largo, presenta las siguientes interpretaciones: Los primeros 4 m corresponden a depósitos aluviotorrenciales Cuaternarios secos (esta conclusión obtenida a partir del valor alto de la resistividad (121 a 303 Ohm/m). Mientras que a partir de los 5 m de profundidad, se consigue una capa totalmente análoga a la conseguida en la parte superior, con la diferencia de tener presencia de agua subterránea partir de esta cota.

Litológicamente, el Depósito aluvio-torrencial está compuesto por bloques embebidos en una matriz altamente gradada y finogranular (presencia de arcillas, limos y arenas). El espesor de los depósitos es de 20 m sin que se haya detectado un basamento rocoso.

FIGURA 137. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0002 (ITAGÚÍ)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	121 a 303	2 a 5	0 a 5	Bloques, arcillas, limos y arenas secas	Qat Depósitos aluvio torrenciales
	35 a 89	16	5 a 20	Bloques, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qat Depósitos aluvio torrenciales

T4 HOGARXUNDABE Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

La sección de la tomografía It_GEO_0003 (*Figura 138*) se realizó con las siguientes medidas: 280 m de largo y 65 m de profundidad de exploración. De acuerdo a los resultados obtenidos, las tres capas identificadas son de la misma naturaleza, se trata de depósitos aluviales Cuaternarios, compuestos por arcillas, limos y arenas (la segunda capa presenta además gravas y arenas). Los primeros 20 m de depósito, de acuerdo con el rango de resistividad encontrados (de 12 a 150 Ohm/m), se encuentra seco, mientras que la segunda capa del depósito (que va desde los 20 hasta los 50 m de profundidad), de unos 30 m de espesor, se encuentra saturada con agua subterránea (valores de resistividad desde 33 a 119 Ohm/m). La tercera capa, a partir de los 50 m de profundidad, sería el mismo depósito, solo que de acuerdo a los valores bajos de la resistividad

obtenidos (de 12 a 24 Ohm/m), el depósito vuelve a ser seco. De acuerdo a la profundidad alcanzada, no se consigue el basamento rocoso en esta tomografía.

FIGURA 138. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA IT_GEO_0003 (ITAGÜÍ)

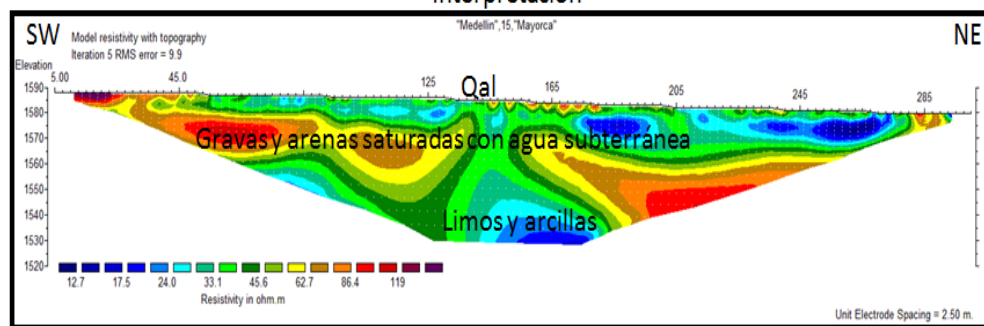
ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	12 a 150	5 a 20	0 a 20	arcillas, limos y arenas secas	Qal Depósitos aluviales
	33 a 119	20 a 30	20 a 50	Gravas, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qal Depósitos aluviales
	12 a 24	30 a 40	50 a 65	Arcillas, limos y arenas	Qal Depósitos aluviales



T5 SeparadorCENTRO COMERCIAL

MAYORCA

Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

La sección de la tomografía En_GEO_0017 (*Figura 139*), tiene unos 40 m de profundidad de exploración y de casi 160 m de largo. En esta tomografía se consiguieron dos capas, ambas con la misma litología; se trata de depósitos aluvio-torrenciales, compuestos de bloques en una matriz compuesta material finogranular en su mayoría (arcillas y limos) además de presencia de arena como material gruesogranular. Los primeros 5 m más superficiales se tratan de material seco, con un rango muy amplio de valores de resistividad (de 71 a casi 4.000 Ohm/m). La segunda capa, con

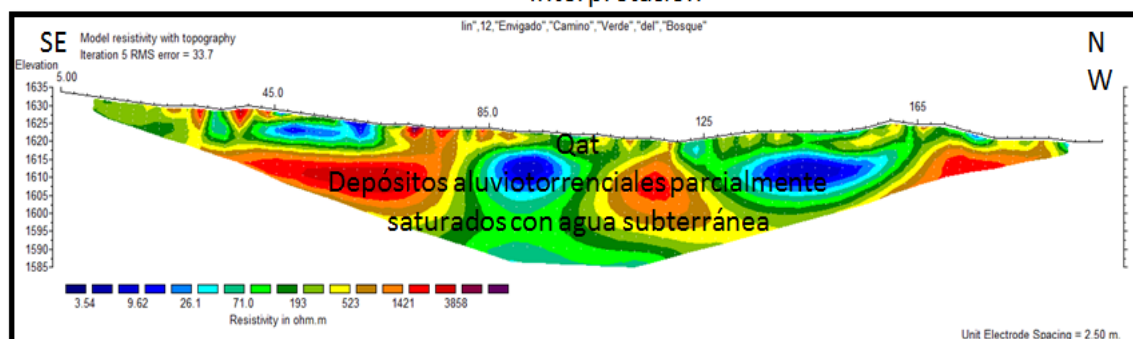
la misma litología, y con presencia de agua, es de unos 35 m de espesor, y su rango de resistividad muy bajo, típico de depósitos húmedos (de 3 a 26 Ohm/m).

FIGURA 139. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA EN GEO_0017 (ENVIGADO)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	71 a 3858	2 a 5	0 a 5	Bloques, arcillas, limos y arenas secas	Qat Depósitos aluvio torrenciales
	3 a 26	35	5 a 40	Bloques, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qat Depósitos aluvio torrenciales



T6 QUEBRADALA AYURÁ ENVIGADO Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

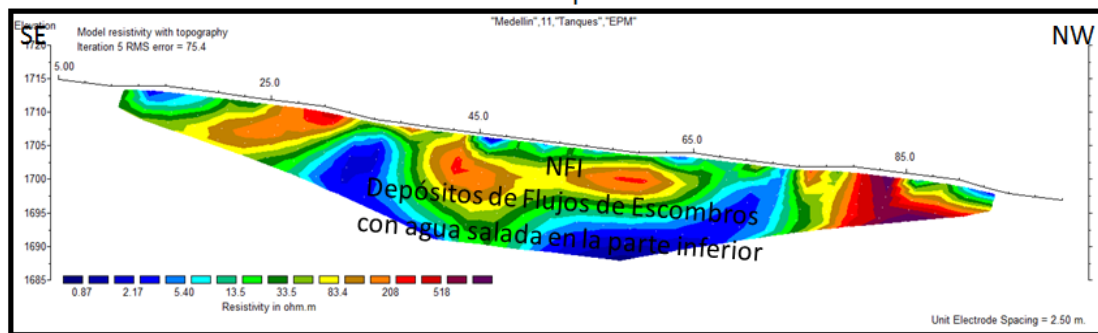
La sección de la tomografía Me_GEO_0100 (*Figura 140*) alcanzó los 30 m de profundidad de exploración y 80 m de longitud; sus dos capas se interpretan como depósitos de flujos de lodos y escombros Neógenos. De acuerdo con la interpretación y el rango de valores de resistividades encontrados, ambas se consideran con presencia de agua subterránea. La primera capa es de unos 15 m, conformados por arcillas, limos y arenas con una saturación parcial de agua subterránea, con valores dentro del rango de resistividades medios (de 13 a 518 Ohm/m). Luego de esto, los depósitos establecen valores considerablemente más bajos en la resistividad (0,8 a 5,7 Ohm/m), lo que presupone que, a partir de los 15 m de profundidad, existe una saturación de agua salada, o de agua contaminada. La tomografía no llega a basamento rocoso.

FIGURA 140. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0100 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	13 a 518	10 a 15	0 a 15	Arcillas, limos y arenas parcialmente saturados con agua subterránea	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
	0.8 a 5.7	10 a 15	15 a 30	Arenas, limos y arcillas saturados con agua salada o contaminada	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos

T7 TANQUE LOS PARRA EPM

Interpretación



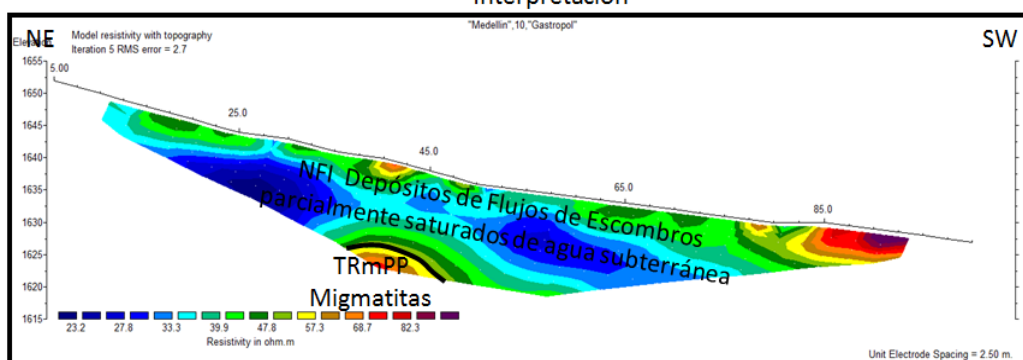
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

La sección de la tomografía Me_GEO_0101 (*Figura 141*), tiene 80 m de longitud y alcanzó una profundidad de exploración de 15 m. Básicamente, se trata de un depósito Neógeno, no consolidado, de tipo flujo de escombros y lodos, constituido litológicamente por una matriz fina, compuesta de arcillas, limos y arenas, los cuales se encuentran parcialmente saturados de agua subterránea, que se puede apreciar en base a los valores bajos de resistividad (de 23 a 48 Ohm/m). La Base es una roca tipo migmatita que constituye un macizo hidrogeológico en el sector y conforma el conjunto de Migmatitas de Puente Peláez (TRmPP). Esta interpretación se puede observar de acuerdo al valor de la resistividad eléctrica, el cual corresponde a un macizo rocoso. El espesor de los depósitos aluviales oscila entre 20 m y 25 m hacia la parte central de la tomografía, luego de ello, se encuentra el macizo rocoso.

FIGURA 141. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0101 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	23 a 48	10 a 15	0 a 15	Arcillas, limos y arenas parcialmente saturados con agua subterránea	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
Triásico	57 a 100		15	Rocas ígneo metamórficas fracturadas	TRmPP Migmatitas de Puente Peláez

T8 SEPARADOR CASTROPOL
Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

En la sección de la tomografía Me_GEO_0102 (*Figura 142*), la interpretación geológica apunta a la existencia de unos depósitos aluviales Neógenos, seguramente relacionados dentro de la antigua llanura aluvial y zona de influencia de paleocanales del Río Medellín.

En la parte más superficial contienen arcilla y limos hasta los 5 primeros metros, con valores bajos de resistividad (de 4 a 10 Ohm/m). Posterior a esta zona superficial, se encuentran gravas y arenas saturadas con agua subterránea, hasta unos 25 m de profundidad, con valores medios de resistividad, que oscilan desde los 22 hasta los 80 Ohm/m. Luego de esto, el depósito se constituye de material finogranular (limos y arcillas) hasta unos 60 m de profundidad, sin que se haya detectado un basamento rocoso. El espesor de estos depósitos acuíferos está alrededor de los 20 m aproximadamente.

Esta tomografía evidencia el carácter meándrico del río a escala de tiempo geológico, ya que en el mismo lugar, pero en diferentes profundidades (que en términos geológicos, se relaciona con el tiempo de depositación), la energía del río cambió, lo que se puede traducir en una migración y evolución a través del tiempo del régimen hídrico del Valle de Aburrá.

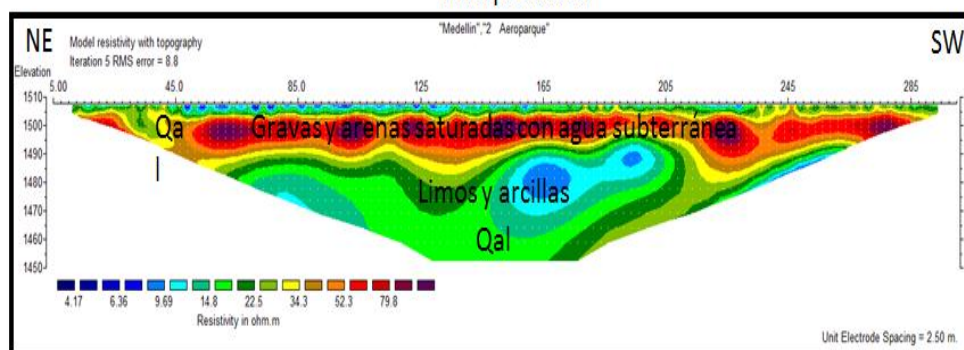
FIGURA 142. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0102 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	4 a 10	2 a 5	0 a 5	Arcillas, limos y arenas secas	Qal Depósitos aluviales
	22 a 80	10 a 15	5 a 20	Gravas, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qal Depósitos aluviales
	9 a 22	30 a 40	20 a 60	Arcillas, limos y arenas	Qal Depósitos aluviales



T9 AEROPARQUE JUAN PABLO II

Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

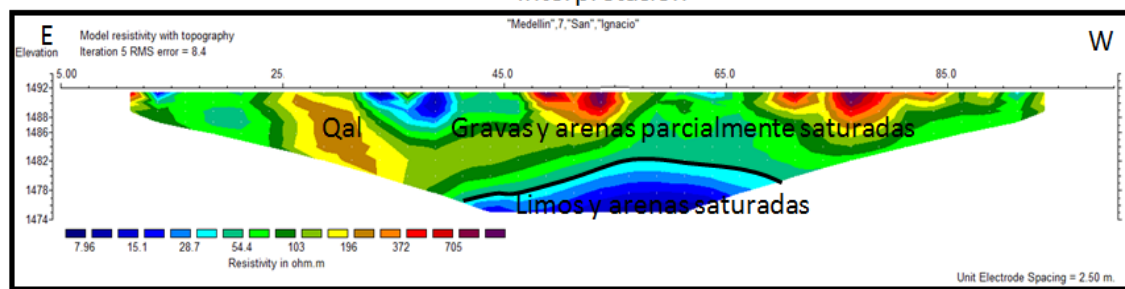
La secciones de las tomografías Me_GEO_0103 y Me_GEO_0103 (*Figura 143* y *Figura 144*), realizadas en el borde de la Quebrada La Hueso (sentido E – W), frente al colegio San Ignacio, y en el separador de la vía en el barrio Carlos E Restrepo, ambas de unos 80 m de largo y 20 de profundidad, tienen una naturaleza totalmente análoga a la encontrada en la tomografía Me_GEO_0102, con algunas variaciones en los rangos de resistividad encontrados en cada

tomografía ya que estas tres tomografías se encuentran dentro de la antigua zona de influencia del Río Medellín (caso de las Tomografías Me_GEO_0102 y Me_GEO_0104) y de la Quebrada La Hueso, para el caso de la tomografía Me_GEO_0103, supone la naturaleza análoga, de tratarse de depósitos aluviales Neógenos no consolidados, los cuales fueron transportados y depositados por afluentes que generaron (antes de ser canalizadas) grandes y espesos paquetes de sedimentos gradados (de acuerdo a la fuerza y caudal de la corriente en su momento), que son fuertes candidatos para considerarse zonas de recarga para acuíferos.

FIGURA 143. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0103 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Cuaternario	196 a 705	2 a 4	0 a 4	Gravas, arcillas, limos y arenas secas	Qal Depósitos aluviales
	54 a 196	10 a 15	4 a 19	Gravas, arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	Qal Depósitos aluviales
	7 a 28	5 a 10	15 a 20	Arcillas, limos y arenas	Qal Depósitos aluviales

T11 QUEBRADA LA HUESO
Interpretación

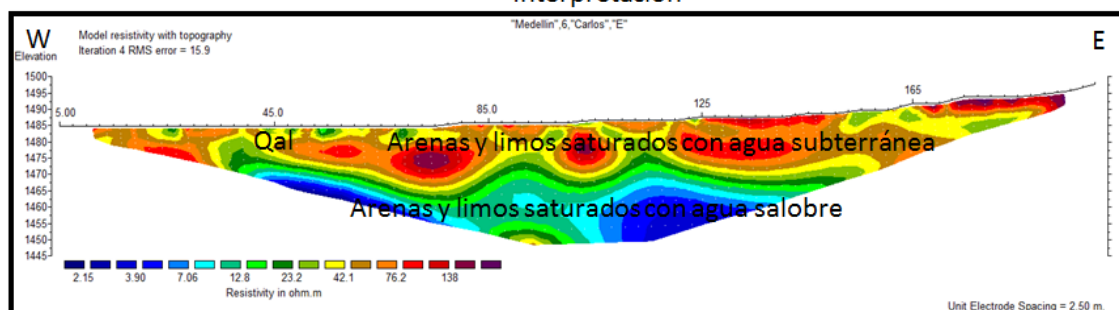


FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 144. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0104 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno-Cuaternario	23 a 138	0 a 15	0 a 15	Gravas, arcillas, limos y arenas saturados con agua subterránea	(Qal) Depósitos aluviales
	2 a 10	20 a 25	15 a 40	Arenas, limos y arcillas saturados con agua salada	(Qal) Depósitos aluviales

T12 SEPARADOR CARLOS E RESTREPO
Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

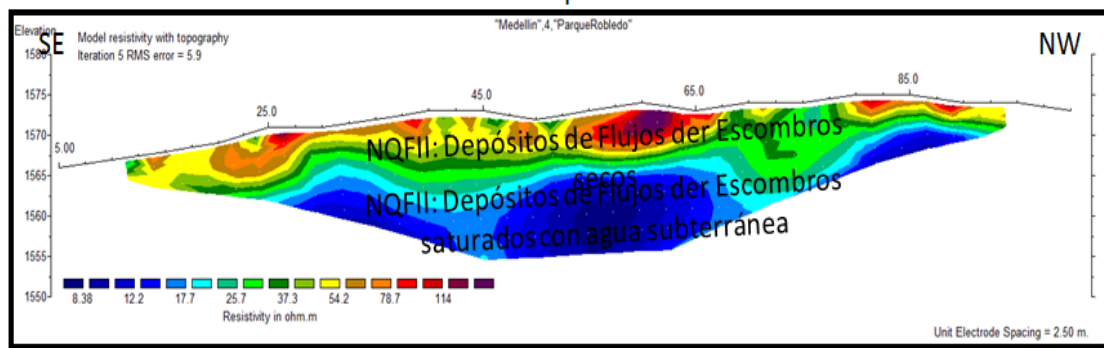
En la sección de la tomografía Me_GEO_0105 (*Figura 145*), la interpretación geológica apunta a unos depósitos de flujos de escombros en toda la tomografía. Dichos depósitos están secos en los primeros 5 m de la parte superficial. Esto se ve también reflejado en los valores altos de la resistividad encontrada (de 121 a 805 Ohm/m). Luego de los primeros 5 m de exploración, la caída súbita del rango de la resistividad (de 10 a 121 Ohm/m) indica la naturaleza saturada de agua subterránea a partir de los 10 m de profundidad. Cabe destacar que, hasta los 20 m explorados, no se detectó basamento rocoso. El espesor de estos depósitos acuíferos está alrededor de los 10 m aproximadamente.

FIGURA 145. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0105 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	121 a 805	5 a 10	0 a 10	Arcillas, limos y arenas secos	NQFII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
	10 a 121	10 a 15	10 a 20	Arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	NQFII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos



T13 PARQUE SECTOR ROBLEDO
Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

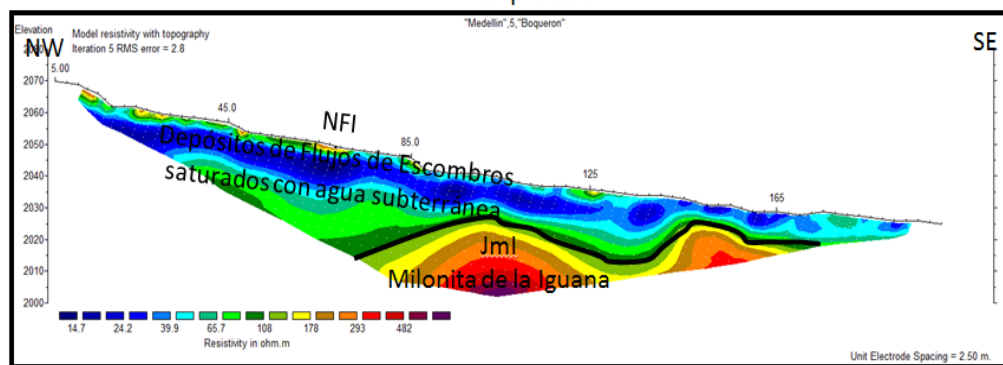
La sección de la tomografía Me_GEO_0106 (*Figura 146*), realizada en flanco Noroccidental del Valle de Aburrá, en sentido NW – SE, muestra hacia la superficie (los primeros 25 m), depósitos de flujos de escombros y lodos no consolidados. En cuanto a los valores de la resistividad, se aprecia que se muestran valores menores de 100 ohm-m hacia superficie, lo que presupone que estos depósitos (compuestos por arcillas, limos y arcillas) se encuentran saturados con agua subterránea. Luego de los primeros 25 m, los valores suben entre 150 y 500 ohm-m hacia la base, en donde la interpretación apunta a que el basamento está compuesto por rocas pertenecientes a la unidad Milonita de La Iguana (Jml). El espesor de estos depósitos acuíferos está alrededor de los 15 a 30 m aproximadamente. La dirección del flujo de agua subterránea se infiere de occidente a oriente, en consonancia con el perfil del flanco occidental del Valle de Aburrá.

FIGURA 146. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0106 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno	14 a 70	10 a 25	0 a 25	arcillas, limos y arenas parcialmente saturados con agua subterránea	NFI Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
Jurásico	108 a 472		25	Rocas ígneo metamórficas fracturadas	Jml Milonita de La Iguana



T14 BOQUERÓN Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

La sección de la tomografía Me_GEO_0107 (*Figura 147*), realizada en sentido SW – NE, se interpreta como unos depósitos de flujos de escombros (QFIII), constituidos por arcillas, limos y arenas. Dichos depósitos se consideran secos hasta una profundidad que oscila entre los 5 a los 12 m de profundidad (valores de resistividad de 48 a 73 Ohm/m). Luego de ello, a partir de los 25 metros, los mismos depósitos Cuaternarios parecen estar saturados con agua subterránea, de acuerdo a la caída de los valores de la resistividad (de 4 a 32 Ohm/m).

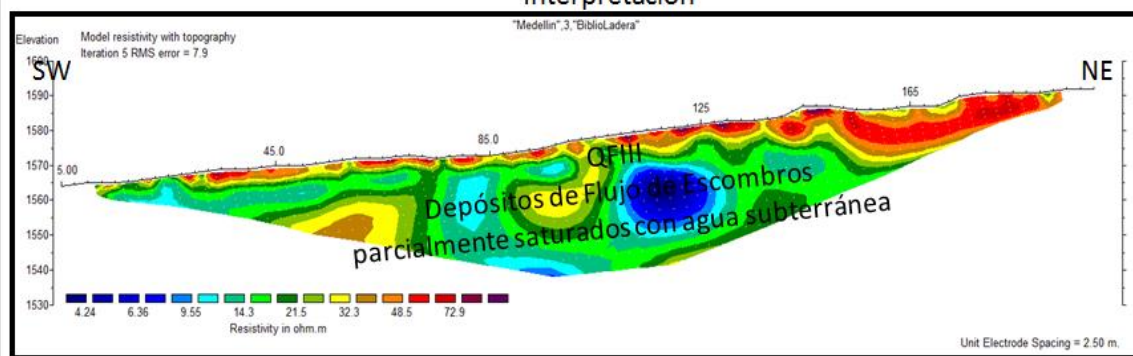
Basados en la profundidad alcanzada, no se detecta una base rocosa aparente. El espesor de estos depósitos acuíferos en este punto está alrededor de los 25 a 35 m aproximadamente. La dirección del flujo de agua subterránea se infiere de Oriente a Occidente, de acuerdo a la geomorfología del flanco Oriental del valle.

FIGURA 147. SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA INTERPRETATIVA ME_GEO_0107 (MEDELLÍN)

ESTRATIGRAFÍA					
EDAD	RANGO DE RESISTIVIDAD (OHM-M)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD
Neógeno-Cuaternario	48 a 73	5 a 15	0 a 25	Arcillas, limos y arenas secos	QFIII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos
	4 a 32	20 a 25	25 a 45	Arenas, limos y arcillas saturados con agua subterránea	QFIII Depósitos de Flujos de Escombros y lodos



T16 BIBLIOLADERA Interpretación



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

Debido a que la información primaria que da origen a las tomografías antes consignadas no se incluye en el estudio de “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, no es procedente realizar ningún modelo o análisis complementario.

2.3.3.2.1. Inventario de puntos de agua

El inventario de captaciones de aguas subterráneas cuenta con un total de 762 puntos, con un cubrimiento de información del 71% alrededor de la cuenca, los municipios de Guarne, San Vicente, Donmatías y Santo Domingo no presentan datos. Hay una cobertura de 0,63 puntos por kilómetro cuadrado y el mayor porcentaje de puntos por municipio se encuentra en Medellín, como se observa en la Tabla 161.

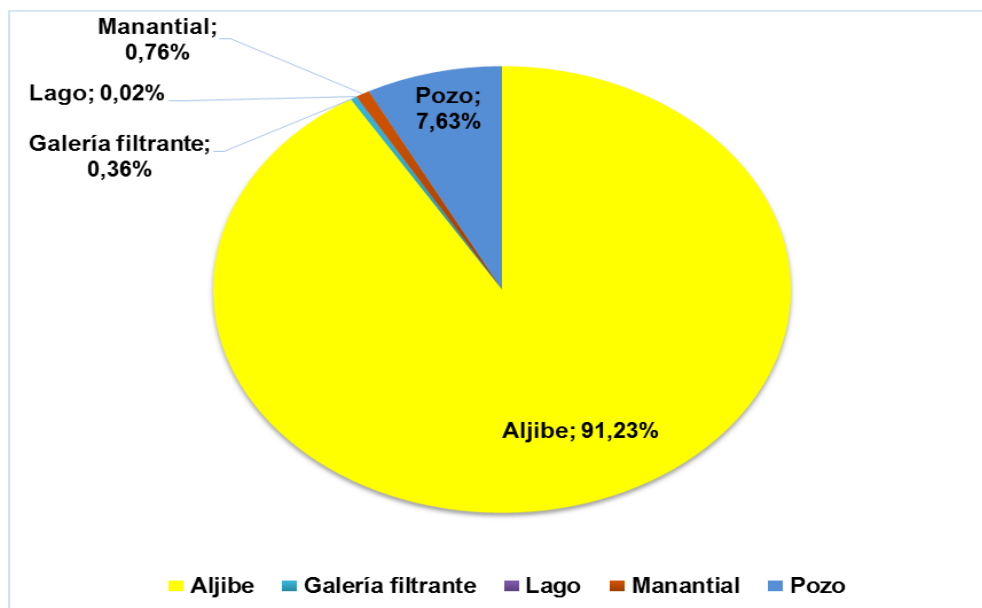
TABLA 161. INVENTARIO DE CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRANEA

MUNICIPIO	NÚMERO DE CAPTACIONES	PORCENTAJE TOTAL EN LA CUENCA
Barbosa	1	0,13%
Bello	49	6,43%
Caldas	13	1,71%
Copacabana	14	1,84%
Envigado	36	4,72%
Girardota	5	0,66%
Itagüí	120	15,75%
La Estrella	30	3,94%
Medellín	461	60,50%
Sabaneta	33	4,33%
TOTAL GENERAL	762	100 %

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013): POMCA RÍO ABURRÁ, 2007

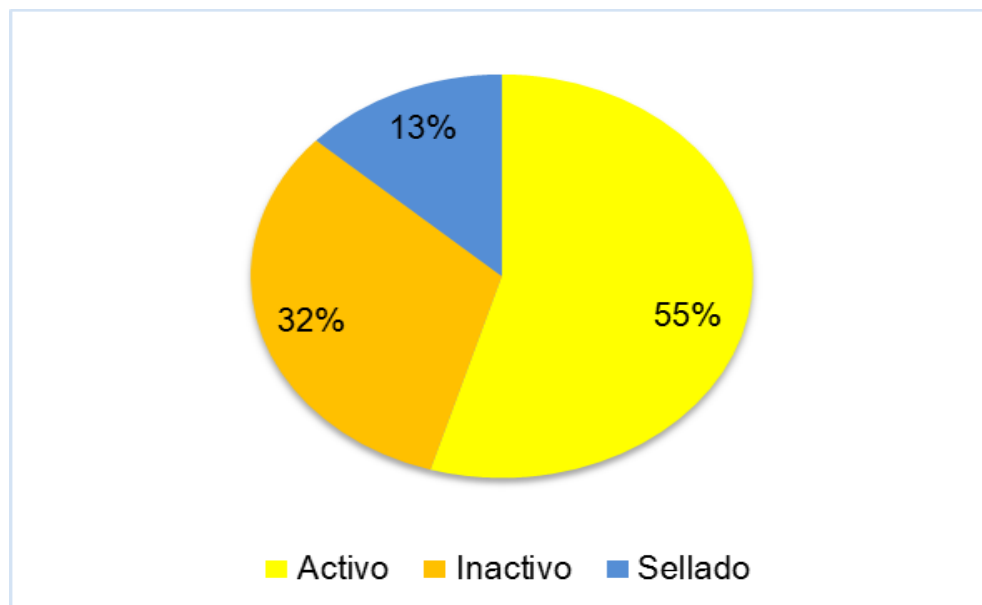
Por otro lado, el principal medio de captación es por aljibes (697 puntos) y pozos (46 puntos) y el principal uso es la industria y los lavaderos. El 55% de los pozos se encuentran activos, el 32% inactivo y el 13% restante están sellados. (*Figura 148, Figura 149 y Figura 150*).

FIGURA 148. MEDIO DE CAPTACIÓN DE AGUAS



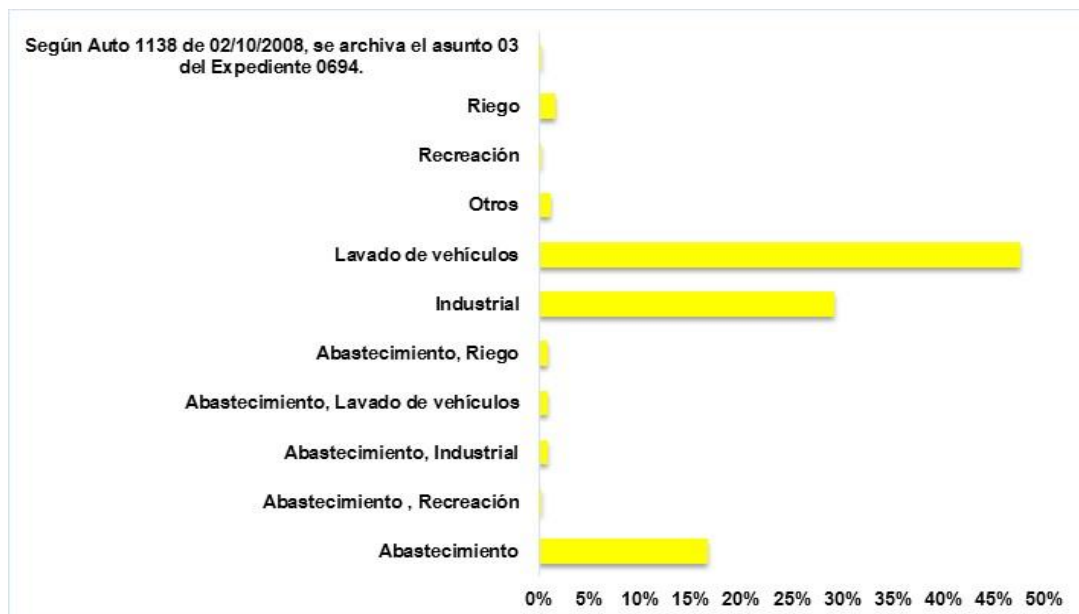
FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ, 2007

FIGURA 149. ESTADO DE LOS POZOS



FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ, 2007

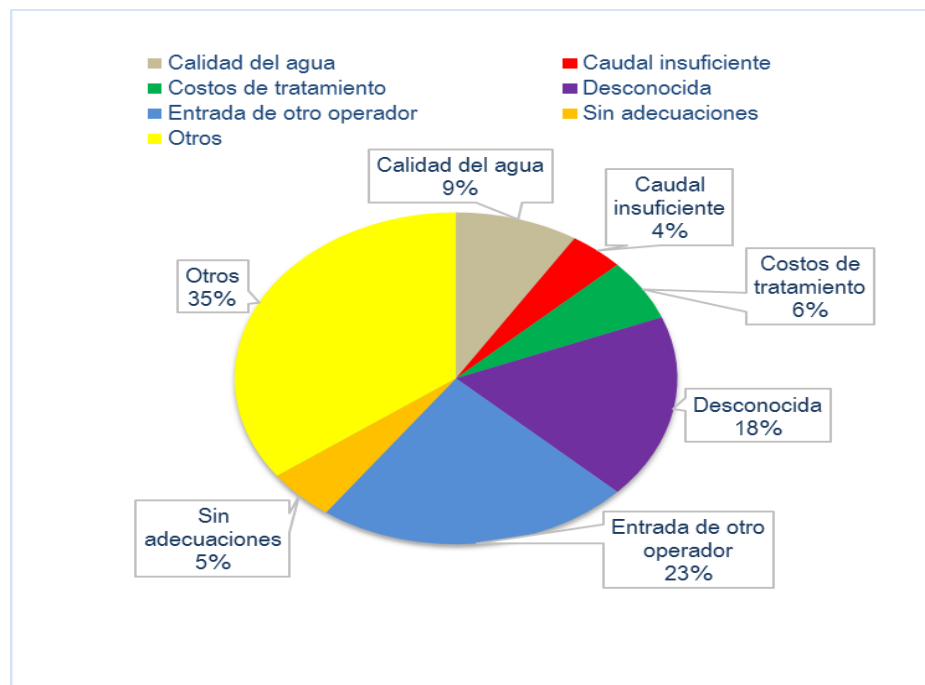
FIGURA 150. PRINCIPALES USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

La causa del no funcionamiento de los pozos inactivos se debe principalmente a caudal insuficiente, calidad del agua, costos de tratamiento y porque entra otro operador a suplir la necesidad. Se incluyen otras causas que se agruparon en un solo rango por el bajo porcentaje, dentro de las que se menciona la falta de personal, la negación de la concesión, la falta de bomba, entre otras. (*Figura 151*).

FIGURA 151. PRINCIPALES CAUSAS DEL NO FUNCIONAMIENTO DE POZOS INACTIVOS



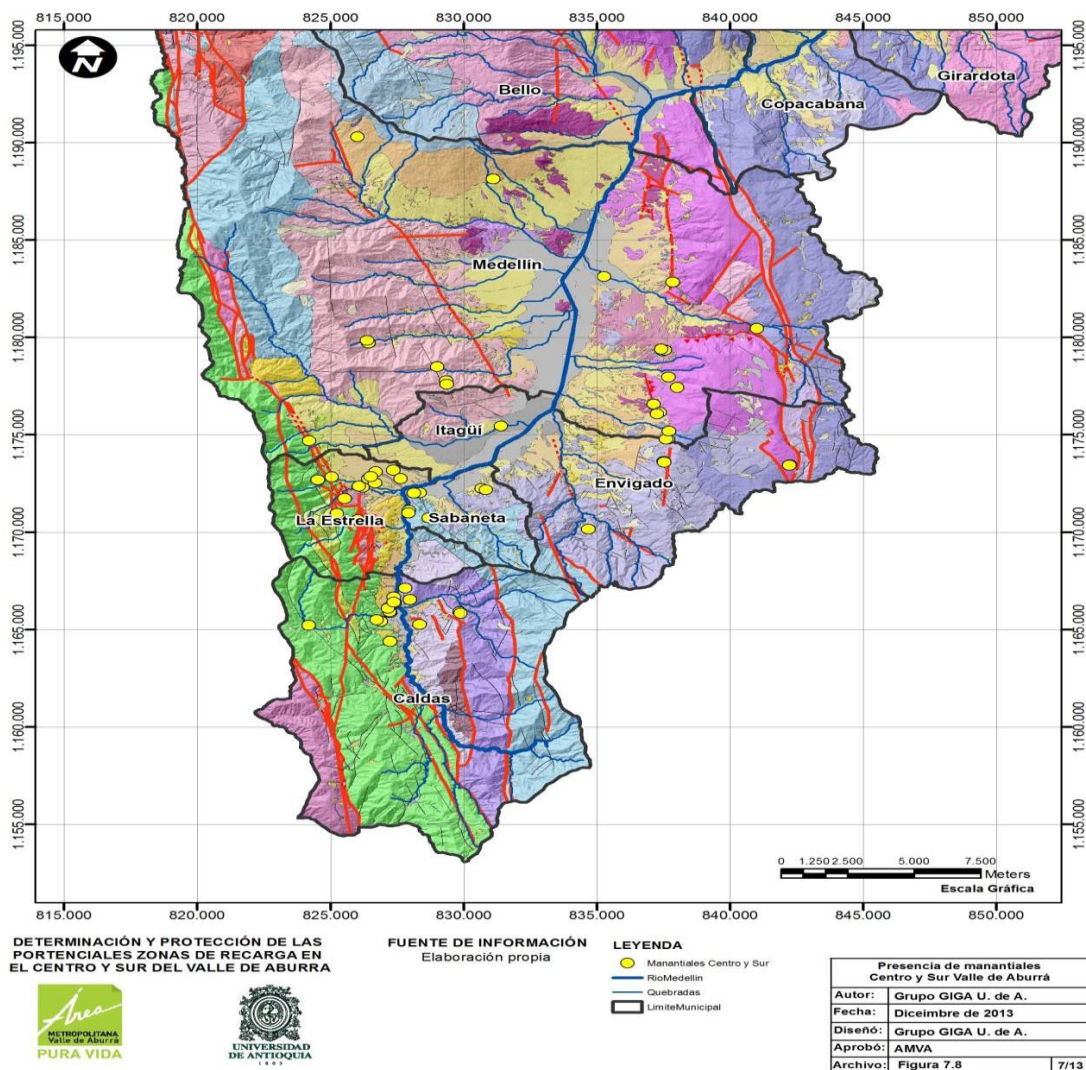
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

Se debe tener en cuenta que no todos los puntos poseen información de caudales, solo se tienen registrados datos pertenecientes al uso industrial y de lavado con rangos que oscilan entre 0,035 y 8 lps. En la *Figura 152* se indican la localización de las captaciones de agua subterránea en el Área Metropolitana y la *Figura 153* muestra la localización de manantiales en la parte central y sur del Valle de Aburrá.

El mapa muestra la zona de estudio en el departamento de Caldas, Colombia, con una cuadrícula de coordenadas UTM (820,000 a 880,000 en el eje horizontal y 1,160,000 a 1,220,000 en el eje vertical). Se delinean las subcuencas de los ríos Aburrá, Amarillo, Cauca y Patate, entre otras. Los municipios mostrados son Donmatías, Barbosa, Santo Domingo, Girardota, San Vicente Ferrer, Guarne, Medellín, Bello, Copacabana, Itagüí, Envigado, La Estrella, Sabaneta y Caldas. Se indican varios embalses, como el de Río Grande, El Peñol Guatapé, El Perol, La Fe, Aguadelo, La Fátima, Sinifaná y Chigorramá. El río principal es el Río Aburrá, con sus afluentes Río Negro, Río Concepción, Río Guatapé, Río Caldas, Río Patate, Río Amarillo, Río Cauca y Río Sinifaná. El área de estudio está delimitada por una línea roja discontinua. Los límites municipales están marcados con líneas verdes discontinuas. El inventario de captaciones se representa por puntos azules, concentrados principalmente en la zona central del departamento, especialmente en las subcuencas de los ríos Aburrá y Amarillo. La leyenda en la parte inferior derecha define los símbolos utilizados: un rectángulo azul para Embalse, una línea azul para Río Aburrá, una línea roja discontinua para Área de estudio, una línea verde discontinua para Límite municipal, un punto azul para Inventario captaciones y un rectángulo amarillo para Subcuencas.

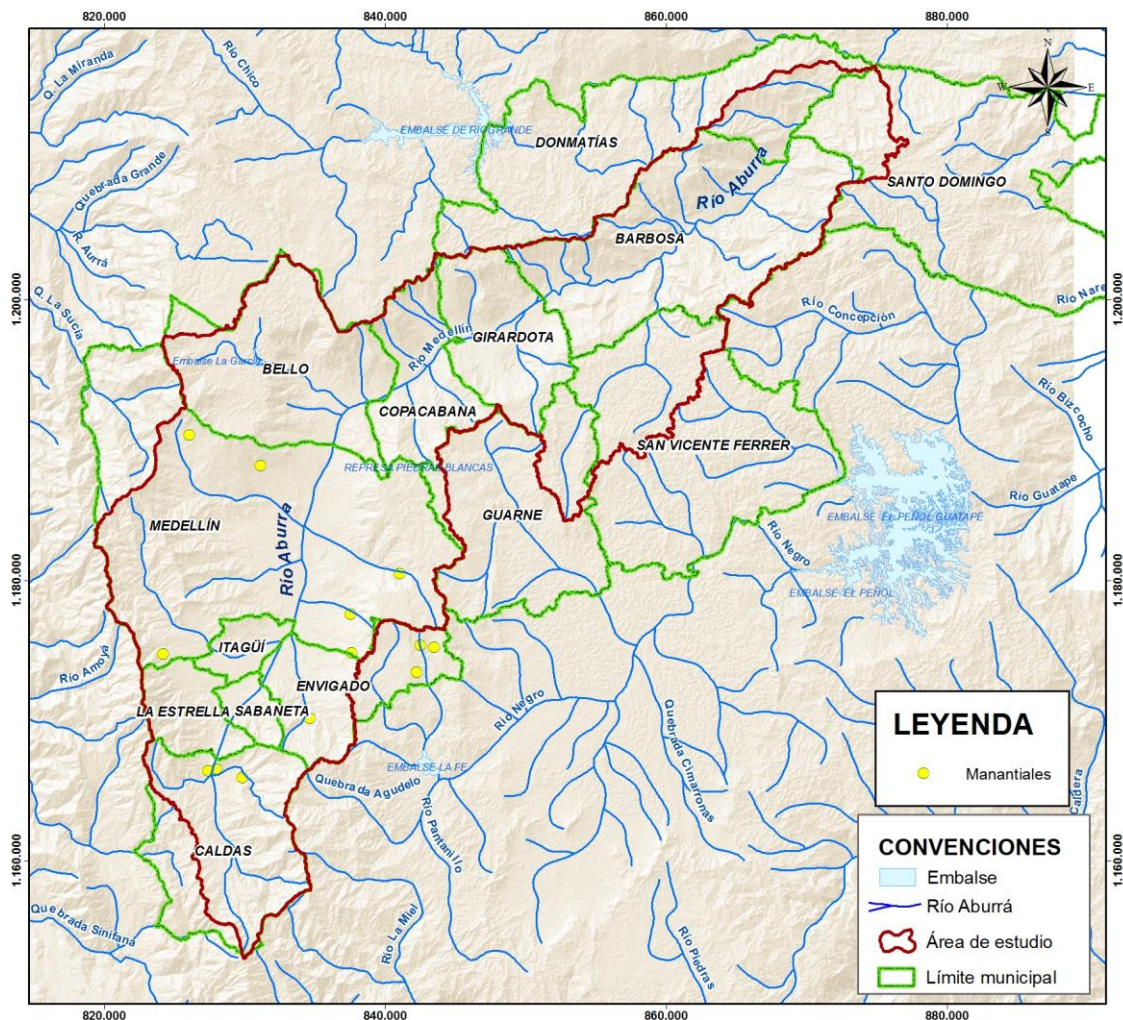
PÁG. 481

FIGURA 153. LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ



FUENTE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013

FIGURA 154. LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES CON RESPECTO AL AREA TOTAL DE LA CUENCA



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.3.3. Caracterización hidrogeológica de las rocas en la Cuenca del río Aburrá

Las unidades geológicas que puedan conformar sistemas acuíferos, se identificaron con base la información geológica generada para el POMCA, en el análisis de la información disponible en el Servicio Geológico Colombiano – SGC, y en las “Memorias de la fase diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá”.

En el presente estudio, la caracterización de las formaciones geológicas existentes en la zona de estudio, se hizo desde el punto de vista de su capacidad para almacenar y permitir el flujo de agua

subterránea, con el fin de identificar la presencia de acuíferos y diferenciarlos de las rocas impermeables.

Para identificar la presencia de acuíferos, acuitardos y acuífugas, se realizó la caracterización hidrogeológica de las rocas en la zona de estudio, a partir de la información presentada en el capítulo correspondiente de geología.

2.3.3.3.1. *Unidades hidrogeológicas*

Las unidades hidrogeológicas caracterizan y agrupan las unidades geológicas de acuerdo con su capacidad para almacenar y permitir el flujo de agua, en tres grupos diferentes:

- **Acuíferos**

Son rocas permeables que tienen capacidad de almacenar y permitir el flujo de agua, bajo condiciones naturales de campo.

- **Acuitardos**

Materiales que almacenan agua pero solo permiten el flujo muy lento de ella, por sus condiciones semipermeables o de baja permeabilidad.

- **Acuicierre**

Rocas impermeables que pueden contener agua pero no permiten su flujo en cantidades significativas. Son rocas impermeables que pueden contener agua pero no permiten el flujo de ella a través de sus intersticios. Algunos autores prefieren utilizar el término acuitardo para aceptar que el agua sí se mueve, aunque en cantidades muy pequeñas, que en la mayoría de los casos son despreciables, en términos de caudal. El término acuitardo será utilizado en el presente documento como sinónimo del término acuicierre.

- **Acuífugas**

Materiales que no contienen ni permiten el flujo de agua. Son considerados materiales impermeables.

En la Tabla 162, se presenta la correlación, entre las unidades hidrogeológicas definidas por el IDEAM en el Estudio Nacional de Aguas 2010, utilizadas en el presente estudio y las utilizadas por el INGEOMINAS.

TABLA 162. CLASIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

CLASIFICACIÓN IDEAM		CLASIFICACIÓN INGEOMINAS
ACUIFEROS	Porosidad Primaria	Sedimentos y rocas esencialmente con flujo intergranular.
	Porosidad Secundaria	Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas y/o carstificadas.
	Porosidad primaria y secundaria	Rocas con flujo combinado (Intergranular y fracturadas).
ACUITARDOS		Sedimentos y rocas con limitados recursos explotables de agua subterránea, con muy baja a ninguna productividad.
ACUIFUGAS		Sedimentos y rocas con limitados recursos explotables de agua subterránea, con muy baja a ninguna productividad.

FUENTE: IDEAM, 2010

A continuación se presenta la caracterización hidrogeológica de las formaciones geológicas que afloran en la zona de estudio, desde la más antigua a la más reciente.

▪ Grupo Caldas

► Anfibolita Granatífera de Caldas (PZagC)

Se encuentran asociadas con esquistos cloríticos, sericíticos y con ortogneis moscovítico.

En la Cuenca del río Aburrá, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, debido a que se encuentra fracturada y diaclasada por efecto de varias fallas. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► Esquistos de Caldas (PZeC)

Corresponden a esquistos moscovíticos, cuarzosericíticos, biotíticos y cloríticos intercaladas a cuarcitas y gneises.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, limitado a zonas altamente fracturadas y diaclasadas, producto del tectonismo que afectó el área. En donde no se encuentra fracturada ni meteorizada, se debe comportar como un acuífuga.

► **Anfibolitas del Alto de Minas (PZaAM)**

Están constituidas por un cuerpo metamórfico de estructura gnéissica. La composición varía entre granito y cuarzomonzonita.

En la zona de estudio esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fracturada y diaclasada, por efecto de las fallas que la atraviesan. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

■ **Grupo El Retiro**

► **Gneis de la Ceja (TRgLC)**

Gneises y granofels bandeados, localmente plegados e intercalaciones de gneis miloníticos, cuarcitas y anfibolitas, y asociado especialmente a granulitas y migmatitas.

En la mayor parte del área esta unidad, esta unidad se considera en conjunto como un acuífuga. En algunas zonas de la Cuenca del río Aburrá, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, en donde se encuentre fracturada y diaclasada por efecto de fallas.

► **Esquistos Anfibólicos de Baldías (TReaB)**

Estas rocas presentan un avanzado estado de meteorización, pero alcanzan a definirse esquistos anfibólicos, gneises y anfibolitas en paquetes intercalados con amplia variación textural.

En la mayor parte del área esta unidad, se considera en conjunto como un acuífuga. En algunas zonas de la Cuenca del río Aburrá, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, en donde se encuentre fracturada y diaclasada por efecto de fallas.

► **Migmatita de Puente Peláez (TRmPP)**

Microscópicamente corresponde a gneises y granofels cuarzo feldespáticos con biotita intercalados con gneis biotítico frecuentemente con sillimanita.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fracturada y diaclasada por efecto de varias fallas.

► **Anfibolita de Medellín (TRaM)**

Cuerpos de anfibolitas, paragneises, migmatitas y esquistos gráficos y moscovíticos en el Valle de Aburrá.

En la mayor parte del área esta unidad, se considera como un acuífuga. En algunas zonas de la Cuenca del río Aburrá, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, en donde se encuentre fracturada y diaclasada por efecto de fallas.

En las zonas en donde se encuentre profundamente meteorizada, con la formación de saprolitos limoarenosos, se puede comportar localmente como un acuífero de porosidad primaria, de baja productividad.

► **Gneis Miloníticos de Sajonia (JKgmS)**

Gneises y esquistos con intercalaciones de anfibolitas.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, limitado a zonas altamente fracturadas y diaclasadas. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

Las zonas en donde se encuentra meteorizada, con la formación de saprolitos arcillo arenosos, se puede comportar como un acuitardos.

▪ **Complejo Cajamarca – Complejo Oliolítico de Romeral**

Está constituido por rocas como esquistos cuarzosericíticos, esquistos verdes, filitas, cuarcitas y algunas franjas de mármoles, gneises, migmatitas, anfibolitas.

► **Esquistos de Cajamarca (TReC)**

Constituidos por esquistos cuarzosericíticos, cloríticos y gráficos, que conforman topografías escarpadas. Los esquistos cuarzosericíticos presentan variaciones transicionales a esquistos sericíticos y cuarcitas, pasando estas últimas a esquistos cuarzomoscovíticos y cuarzobiotíticos.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, limitado a zonas altamente fracturadas y diaclasadas, producto del tectonismo que afectó el área. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► **Milonita de la Iguana (Jml).**

Corresponde a un gneis feldespático con cuarzo, puede presentarse como diques y venas dentro de las anfibolitas y metagabros.

La milonita de la Iguana, se caracteriza en conjunto como un acuífuga.

Los suelos residuales desarrollados por meteorización (que en la zona de estudio pueden superar los 15 m), de carácter limoso con variaciones a arenas finas, intercalados con otros limos arenosos, y en ocasiones con bloques de roca fresca, pueden constituir acuíferos de porosidad primaria, de baja productividad, de carácter local.

► **Complejo Ofiolítico de Romeral (JgR).**

Está constituido por rocas ultramáficas asociadas a gabros y lavas básicas de afinidad ofiolítica.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fuertemente fracturada y diaclasada, producto del tectonismo que afectó el área. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► **Dunita de Medellín (JKuM)**

Se trata de una roca compuesta esencialmente por olivino, con contenidos menores de cromita y magnetita. Esta unidad geológica se caracteriza en la zona de estudio como un acuífero de porosidad secundaria, debido al intenso fracturamiento y a sus características pseudocársticas.

► **Metabasitas del Picacho (JKmbP).**

Corresponde a metagabros con textura ígnea, gabros miloníticos y anfibolitas de varios tipos.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, limitado a zonas altamente fracturadas y diaclasadas, por efecto de las fallas que la atraviesan. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

- **Complejo Quebrada Grande**

- ▶ **Miembro Volcano sedimentario (KvsQG)**

Este miembro está conformado de intercalaciones de esquistos silíceos, a veces de aspecto lenticular, filitas grafitosas, liditas, algunas cuarcitas de grano fino, delgados conglomerados y calizas clásticas.

En la zona de estudio, el Miembro Volcano sedimentario, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fuertemente fracturado y diaclasado. En donde no esté fracturado se debe comportar como un acuífuga.

- ▶ **Miembro Volcánico (KvQG)**

Es de composición toleítica y está conformado por espilitas, diabasas y basaltos, y en menor proporción andesitas, brechas y tobas.

En la zona de estudio, el Miembro Volcánico se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fuertemente fracturado y diaclasado, por efecto de un sistema de fallas que lo atraviesan. En donde no esté fracturado se debe comportar como un acuífuga.

- **Intrusivos cretáceos**

Se mencionan varias intrusiones importantes en el Valle de Aburrá, las cuales corresponden a cuerpos plutónicos de edad Cretácea.

- ▶ **Gabros de Copacabana (KgC)**

Son cuerpos menores de gabro que pueden variar texturalmente, pasando de gabros a dioritas hornbléndicas y microdioritas.

En la zona de estudio, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, en donde se encuentra fracturada y diaclasada por efecto de las fallas. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► Stock de San Diego (KgSD)

Es un cuerpo plutónico constituido por rocas ígneas básicas que varían composicionalmente desde dioritas hasta gabros.

De acuerdo con la descripción geológica, a nivel superficial, en algunos sectores se desarrollan suelos residuales predominantemente limoarcillosos de hasta 45 m de espesor, los cuales se pueden comportar como acuitardos; pero por debajo de esta profundidad, en donde la roca no se encuentra meteorizada, fracturada o diaclasada, se debe comportar como un acuífuga.

► Stock de Altavista (KdA)

Su composición es muy heterogéneas, con los siguientes tipos de rocas: dioritas hornbléndicas, cuarzodioritas y gabros.

En la zona de estudio, el Stock de Altavista, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que gran parte del mismo, que se encuentra fracturado y diaclasado por un sistema de fallas longitudinales y transversales que lo atraviesan. En donde no esté fracturado se debe comportar como un acuífuga.

Las rocas que lo constituyen se presentan intensamente meteorizadas, con un desarrollo de suelos arenosos, hasta de 45 m de espesor, que pueden constituir acuíferos de porosidad primaria, de baja productividad y de carácter local.

► Stock de Ovejas (KtO)

La roca predominante es la tonalita, de tipo maciza, también afloran granodioritas y cuarzodioritas y en menor proporción dioritas, microdioritas y gabros.

En la Cuenca del río Aburrá, esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, de carácter local, limitado a zonas altamente fracturadas y diaclasadas, por efectos de las fallas que la atraviesan. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► Stock de las Estancias (KcdE)

Corresponde a cuerpos menores de granitoides.

En la Cuenca del río Aburrá esta unidad se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fracturada y diaclasada. En donde no está fracturada se debe comportar como un acuífuga.

► **Stock de Media Luna (KcdML)**

Presenta, al igual que el Batolito Antioqueño, una composición cuarzodiorítica.

En la zona de estudio el stock de Media Luna, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria de carácter local, debido a que se encuentra fracturado y diaclasado por efecto de las fallas. En donde no esté fracturado se debe comportar como un acuífuga.

► **Batolito Antioqueño (KcdA)**

En gran parte de la Cuenca del río Aburrá, el Batolito Antioqueño, se caracteriza como un acuífero de porosidad secundaria, debido a que se encuentra fuertemente fracturado y diaclasado por un gran número de fallas. En donde no esté fracturado se debe comportar como un acuífuga.

Los suelos arenosos derivados de la meteorización de las rocas que lo conforman, pueden constituir acuíferos de porosidad primaria de carácter local.

▪ **Depósitos de Flujos de Escombros y Lodos (NQFII)**

Según la granulometría de los materiales que conforman la fuente, pueden darse depósitos de flujo con predominio de bloques rocosos denominados flujos de escombros, o de la fracción fina (en general arcilla o limo) en cuyo caso se llaman flujos de lodos.

Esta unidad se caracteriza como un acuífero, en el POMCA, 2007, y en el PMAA del Valle de Aburrá, 2015.

▪ **Depósitos aluviotorrenciales (Qat)**

Bajo esta denominación se agrupan los depósitos que generan algunas corrientes durante avenidas torrenciales, en las cuales la alta energía del agua permite arrastrar materiales de granulometría heterogénea, que incluyen desde bloques rocosos de tamaño variable hasta arenas finas, limos y arcillas.

Los depósitos aluviotorrenciales se caracterizan como un acuífero, en el POMCA, 2007, y en el PMAA del Valle de Aburrá, 2015.

▪ Depósitos Cuaternarios Aluviales (Qal)

Los depósitos aluviales se caracterizan como acuíferos de porosidad primaria.

2.3.3.4. Clasificación hidrogeológica presentada en el documento técnico de soporte del POMCA vigente

En la clasificación hidrogeológica presentada en el POMCA, 2007 (con base en el estudio Inventario de aguas subterráneas en el Valle de Aburrá, Área Metropolitana, 2001), se consideran los depósitos aluviales, aluviotorrenciales y los depósitos de flujos de escombros y/o de lodos, como acuíferos.

A continuación se describen las tres unidades hidrogeológicas, presentadas en el POMCA del 2007.

► Unidad hidrogeológica A

Conformada por los depósitos aluviales del río Aburrá y sus principales quebradas afluentes. Estos materiales están conformados por depósitos aluviales, terrazas aluviales bajas de hasta 10 m de altura, y terrazas aluviales mayores a 10 m, depósitos aluviotorrenciales y abanicos aluviales; presenta una permeabilidad primaria moderada a alta.

► Unidad hidrogeológica B

Se encuentra localizada en las laderas del Valle de Aburrá en forma discontinua a lo largo de la margen derecha e izquierda del mismo. La conforman todos los depósitos de vertientes como flujos de lodo, flujos de tierra, flujos de escombros y coluviones, que flanquean los lados del valle. Esta Unidad Hidrogeológica tiene una permeabilidad primaria baja a muy baja, una permeabilidad secundaria moderada.

► Unidad Hidrogeológica C

Se encuentra localizada principalmente en el área rural de los municipios de Itagüí (zona occidental), Medellín (zona occidental, San Diego y barrio las Estancias), Bello (zona occidental), Girardota (zona norte y sur oriental) y Barbosa (zona occidental, sur occidental, norte y oriental). En la zona urbana solo un área pequeña aflora en la parte centro occidental y en la parte centro oriental (San Diego -

Seminario Mayor). La conforman los saprolitos y zonas fracturadas de las rocas ígneas del Batolito Antioqueño, Batolito de Ovejas, Stock de Altavista, Stock de San Diego y Stock de Las Estancias.

Tiene una permeabilidad primaria moderada y secundaria alta. Estructuralmente tienen una disposición favorable para la recarga y el almacenamiento de aguas subterráneas.

Estas unidades hidrogeológicas se replantearon en el Estudio “Zonas de Recarga y Acuíferos del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, Udea, 2001), mediante la correlación de unidades estratigráficas hecha con base en las columnas litológicas y la incorporación de los resultados de los sondeos eléctricos verticales. Se redefinieron dos acuíferos, uno libre y otro semiconfinado. El acuífero libre, denominado A o A1, según la existencia de A2. La unidad A1 se extiende desde el municipio de Caldas hasta Medellín, posee un espesor máximo de 99 metros a la altura del aeropuerto Enrique Olaya Herrera.

En la parte norte del área de estudio esta unidad se denominó A y se extiende desde Medellín hasta Barbosa, su espesor máximo es de 77 metros y se presenta en la margen izquierda del río Medellín en los límites entre Girardota y Barbosa.

Por debajo de A1 se encuentra B, el cual se extiende desde Caldas, hasta Medellín, su espesor máximo es de 57 metros. El acuífero semiconfinado A2, se observa desde Sabaneta hasta Medellín; su máximo espesor se presenta en inmediaciones del aeropuerto Enrique Olaya Herrera.

2.3.3.5. Sistema hidrogeológico de la Cuenca del río Aburrá – Medellín, en El Estudio “Fase Diagnóstico para la Formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2015)

En el estudio “Fase Diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá”, se presenta el sistema hidrogeológico de la Cuenca del río Aburrá – Medellín conformado por tres unidades acuíferas. Las dos primeras unidades hidrogeológicas planteadas en el PMAA del Valle de Aburrá (El acuífero libre de Valle de Aburrá y el acuífero semiconfinado del Valle de Aburrá), son correlacionables con las unidades hidrogeológica A o A1 y A2, planteadas en el POMCA del río Aburrá, respectivamente.

Adicionalmente, se incluye una tercera unidad, denominada acuífero de la Dunita de Medellín, que se ha caracterizado en el presente estudio como un acuífero de porosidad secundaria, debido al intenso fracturamiento y a sus características pseudocársticas con drenajes subterráneos.

► El Acuífero libre de Valle de Aburrá

Conformado por los depósitos aluviales del río Aburrá - Medellín y sus afluentes, y los depósitos de vertiente, categorizados como flujos de lodo y escombros con edades del Neógeno o el Cuaternario. Texturalmente estos depósitos están constituidos por gravas, arenas y cantos en matriz areno-arcillosa gradando a arcillosa hacia la base, con presencia de lentes de grava y arcilla.

► El Acuífero semiconfinado del Valle de Aburrá

Conformado por depósitos de origen aluvial, separados del acuífero libre por una capa sellante de carácter arcilloso. El acuífero semiconfinado estaría localizado en la parte central y sur del valle, está conformado por gravas, arenas y cantos en matriz arcillo-arenosa con pequeños lentes de arena o arcilla; aún no se tiene suficiente información para modelar con certeza la geometría de esta unidad.

► Acuífero de la Dunita de Medellín

El grado de fracturamiento de esta unidad de roca, sumado a la aparente condición de pseudokarst que se registra en algunos sectores (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, 2012) y algunos datos de caudal reportados en afloramientos y obras de control geotécnico, indican que en la Dunita de Medellín se podría estar almacenando un importante volumen de agua subterránea, que podría llegar a ser utilizable con fines de abastecimiento en algunos sectores del área urbana o rural de los municipios de Bello, Medellín o Envigado. Las bondades de la Dunita de Medellín, como formación acuífera, ameritan ser investigadas con un buen grado de detalle, como posibles acuíferos susceptibles de aprovechamiento o con fines ambientales (en cuanto a su posible incidencia y afectación de obras de ingeniería (túneles, vías, estructuras, etc.)

2.3.3.5.1. Mapa hidrogeológico

Para elaborar el mapa hidrogeológico se hizo un análisis, evaluación e integración de la los tres siguientes tipos de información:

▪ Mapa geológico de la Cuenca del río Aburrá

En el numeral anterior se ha hecho una caracterización de las formaciones geológicas de acuerdo con su capacidad para almacenar y permitir el flujo de aguas subterráneas.

▪ Mapa estructural

En el “Mapa de Estructuras” del POMCA vigente, se señala la presencia de fallas regionales y locales que dan lugar a fracturamiento de rocas consideradas acuifugas (impermeables), generando entonces áreas de fracturamiento y diaclasamiento, que se han caracterizado en el mapa hidrogeológico (Anexo Cartografía Aburra 5Mapa), como zonas de acuíferos de porosidad secundaria.

► Caracterización hidrogeológica de las formaciones geológicas presentes en la cuenca

En el presente informe se presenta la caracterización hidrogeológica de las rocas, agrupándolas (de acuerdo con la nomenclatura hidrogeológica), en acuíferos, acuitardos y acuifugas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que de acuerdo con la definición de acuíferos (rocas permeables que tienen capacidad de almacenar y permitir el flujo de agua, bajo condiciones naturales de campo), los acuifugas pueden constituir acuíferos en zonas falladas y fracturadas.

La información suministrada en el Mapa Estructural de la Cuenca del río Aburrá señala que existen zonas con una importante densidad de fallas y diaclasamiento, dando origen a porosidad secundaria (por fracturamiento), conformando acuíferos de porosidad secundaria. Tales características se pueden observar por ejemplo en el valle de Santa Helena en donde el fracturamiento ha dado origen a dolinas, sumideros y cavernas (aparatos pseudo kársticos), a través de los cuales existe flujo de agua subterránea, conformando acuíferos de porosidad secundaria, en donde se han reportado flujos concentrados, con caudales superiores a los 30 l/s.

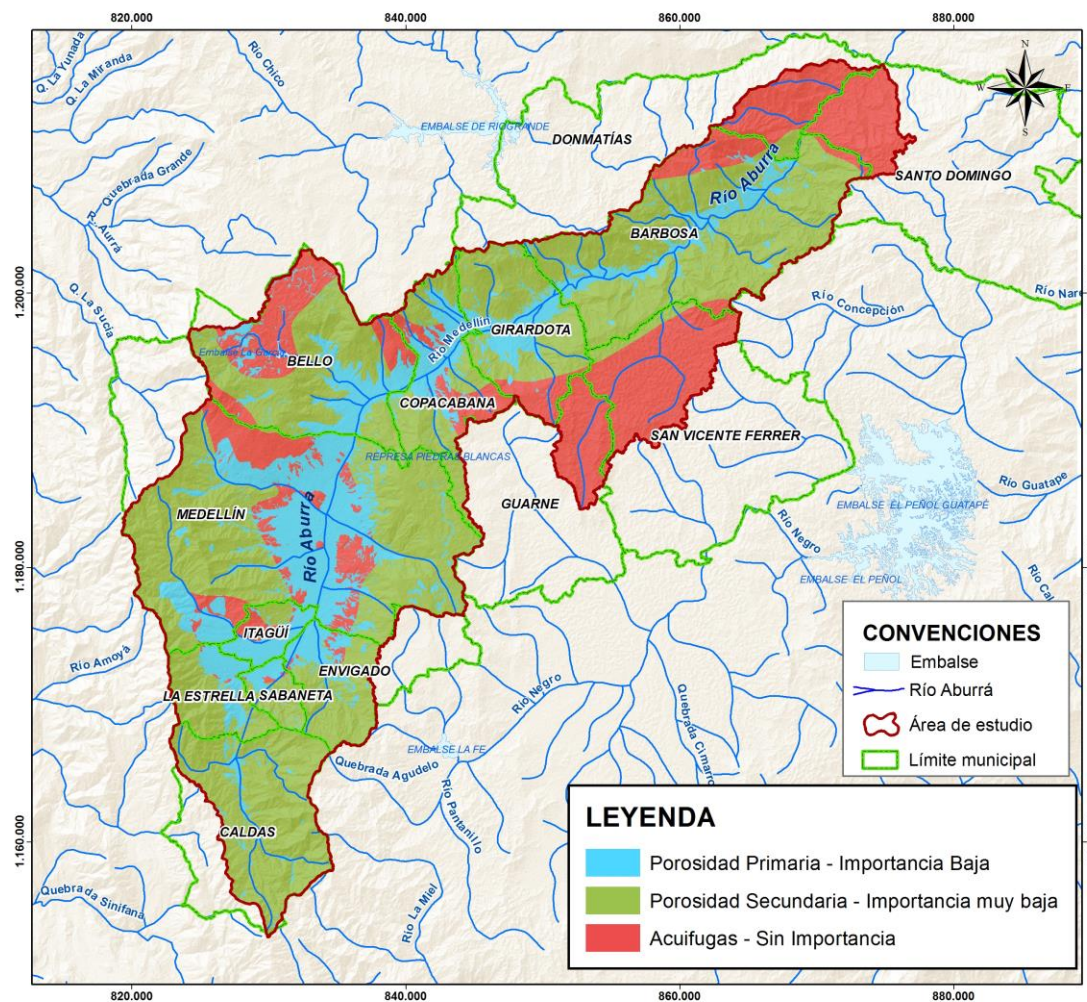
En el mapa hidrogeológico se presentan entonces los acuíferos de porosidad primaria (en color azul), y de porosidad secundaria (en color verde). Los acuifugas se presentan en color rojizo y representan aquellos sectores de la cuenca que no están influenciados por la presencia de fallas y fracturas, en donde se hallan rocas ígneas y metamórficas consideradas impermeables.

En la Figura 155 y en Anexo Cartografía Aburra 5Mapa, se presenta el mapa hidrogeológico elaborado en el presente estudio.

En la Figura 156 y en Anexo Cartografía Aburra 5Mapa, se presenta el mapa hidrogeológico elaborado de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Servicio Geológico Colombiano.

PÁG. 496

FIGURA 156. MAPA HIDROGEOLOGICO UTILIZANDO LA LEYENDA DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO.



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En el mapa de la *Figura 157*, suministrado por CORANTIOQUIA y presentado en el estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, se señalan las zonas de recarga, según interpretación hecha por la Universidad de Antioquia, 2013. Es importante señalar que, de acuerdo con los conceptos básicos de la hidrogeología, las zonas de recarga corresponden en la práctica, generalmente a las zonas de afloramiento de los acuíferos. Por esta razón las zonas de recarga de los acuíferos en la Cuenca del río Aburrá, deben estar principalmente limitadas a las zonas de afloramiento de acuíferos, sean de porosidad primaria o secundaria.

2.3.3.5.2. *Sistemas acuíferos*

En la Cuenca del río Aburrá se pueden diferenciar dos sistemas acuíferos:

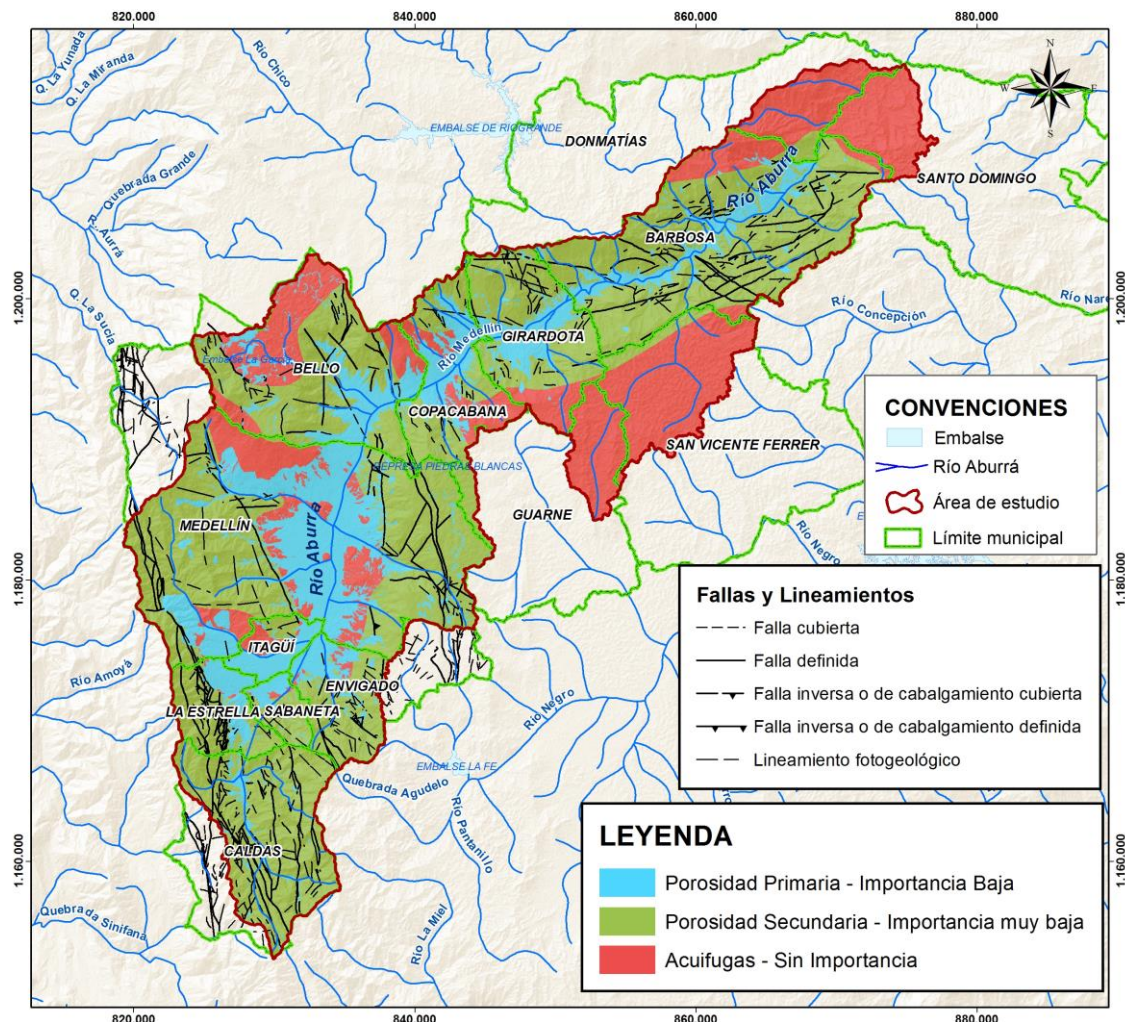
- El primero (más superficial) corresponde a un acuífero compuesto por depósitos aluviales del río Aburrá - Medellín y sus afluentes, depósitos aluviotorrenciales, los depósitos de vertiente, categorizados como flujos de lodo y escombros, y los saprolitos arenosos, producto de la meteorización de las rocas ígneas y metamórficas.
- El segundo corresponde a un sistema de acuíferos compuesto por rocas ígneas y metamórficas fracturadas.

▪ **Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular**

Son sistemas acuíferos de extensión regional y local, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados; son acuíferos de baja a media productividad. Dentro de este grupo se encuentran las siguientes unidades geológicas:

- Depósitos Aluviales
- Depósitos aluviotorrenciales
- Depósitos de vertiente, categorizados como flujos de lodo y escombros.
- Saprolitos arenosos.

FIGURA 157. ZONAS DE RECARGA



FUENTE: TOMADO DEL DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, ELABORADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013.

■ Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas

Son sistemas acuíferos discontinuos de extensión regional y local, conformados por rocas ígneas y metamórficas fracturadas. Pueden constituir acuíferos de baja a mediana productividad. Dentro de este grupo se encuentran las siguientes unidades geológicas:

- Batolito Antioqueño
- Stock de Media Luna
- Stock de Ovejas

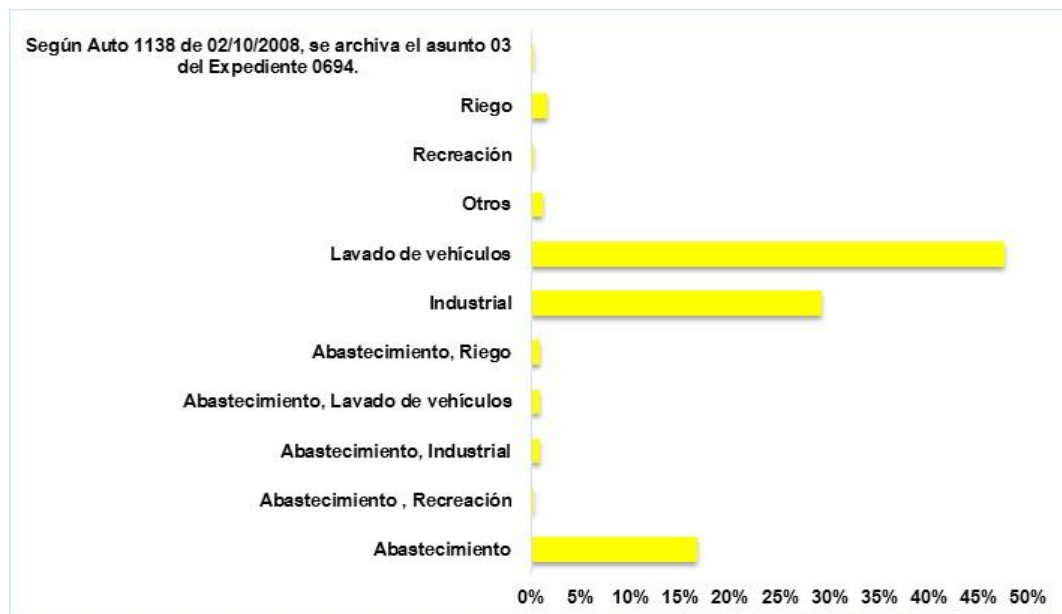
- Stock de Altavista
- Gabros de Copacabana
- Miembro Volcánico
- Miembro Volcano sedimentario
- Metabasitas de Picacho
- Dunitas de Medellín
- Gneis Milonítico de Sajonia
- Complejo Ofiolítico de Romeral
- Esquistos de Cajamarca
- Migmatitas de Puente Peláez
- Anfibolitas del Alto de Minas
- Esquistos de Caldas
- Anfibolita Granatífera de Caldas

En estudios más detallados a realizar, se debe confirmar la existencia de las fallas que se presentan en el mapa estructural, con el fin de descartar que algunas de ellas no sean simples alineamientos fisiográficos.

2.3.3.6. Uso actual del recurso hídrico subterráneo

De acuerdo con la información del uso de las aguas subterráneas antes presentada se mantiene a lo largo de la última década el lavado de vehículos como el uso con mayor demanda, que significa cerca del 50% del caudal concesionado, seguido por el uso industrial con cerca del 30% y abastecimiento para consumo (*Figura 158*).

FIGURA 158. USO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRANEO



FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ, 2007

2.3.3.7. Inventario de sistemas loticos

Dentro de los sistemas loticos que tienen interrelación con las aguas subterráneas se pueden mencionar dos: la cuenca de la quebrada Santa Elena, en donde se han identificado aparatos pseudokársticos; a través de los cuales, existe recarga y flujos de agua subterránea. Estos se mencionan más adelante en el numeral –identificación de zonas de interés hidrogeológico-; de igual manera, en unos sectores y ciertas épocas del año, el río Aburrá puede ser efluente del acuífero, particularmente en sus cabeceras en donde drena materiales permeables, generando el llamado flujo base. En otros sectores y épocas del año, es el río el que puede aportar agua al acuífero.

2.3.3.8. Relación agua superficial – agua subterránea

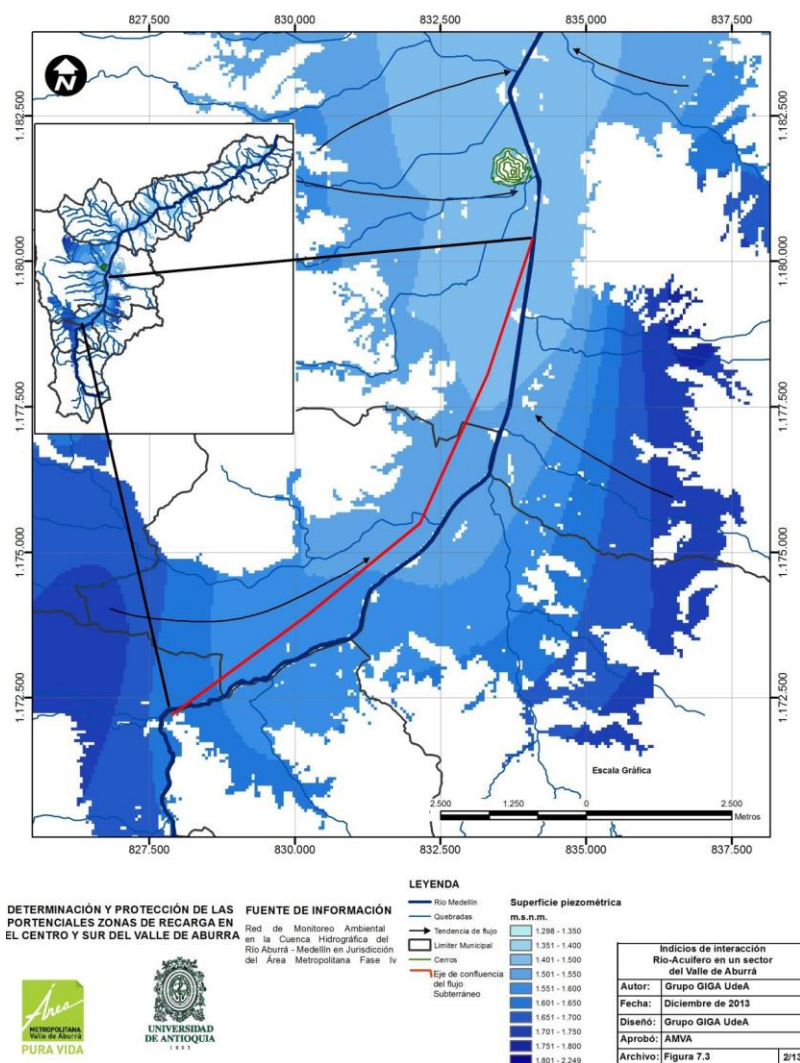
En el estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, realizado por la Universidad de Antioquia, 2013, se concluye que: “a partir de la inspección y comparación entre las doce superficies piezométricas realizadas en marco del proyecto Red río Fase IV, una visualización con mayor nivel de resolución sobre las superficies piezométricas, siguiendo el Curso del río Aburrá-Medellín, muestra una situación especial que indica la posible interacción agua superficial – agua subterránea en el sentido río-acuífero. Desde el sector ubicado en inmediaciones de la Aguacatala hasta el Cerro Nutibara, coincidiendo con un tramo en el que el río cambia su curso y describe una curva cóncava hacia el oeste, las líneas de flujo subterráneo que

tienen su origen en la vertiente oriental del valle, trascienden el cauce superficial y confluyen con las líneas de flujo que provienen del occidente, hacia un sector alineado subparalelamente al río (*Figura 159*). Se podrían plantear futuras investigaciones para indagar las causas de esta situación, abarcando hipótesis que irían desde la existencia de paleocauces hasta la intervención antrópica”.

En la parte alta y media de la Cuenca el río Aburrá puede aportar agua a los niveles acuíferos cuaternarios, a lo largo del mismo (el río es afluente del acuífero). En otros sectores (particularmente en la parte baja de la cuenca), los niveles acuíferos pueden aportar agua subterránea al río, en forma de flujo base (el río es efluente del acuífero).

La relación agua superficial agua subterránea es muy compleja dentro de la cuenca, dada la presencia de acuíferos de porosidad secundaria, cuya extensión lateral y en profundidad no es conocida detalladamente en la actualidad. Es así que quebradas como Doña María, La Iguana, La García y en el valle de Santa Helena se presentan aparatos pseudokársticos (dolinas, sumideros y cavernas), que captan la escorrentía superficial y la conducen rápidamente hacia en subsuelo, en donde se deben presentar flujos relativamente rápidos (de régimen turbulento).

FIGURA 159. INDICIOS DE INTERACCIÓN RÍO-ACUÍFERO EN UN SECTOR DEL VALLE DE ABURRÁ



FUENTE: TOMADO DEL DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, ELABORADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013.

2.3.3.9. Usos potenciales del recurso hídrico subterráneo

Previamente se ha presentado la información acerca del uso del agua subterránea en la Cuenca del río Aburrá.

Los usos potenciales del agua subterránea en el Valle de Aburrá, con base en la oferta o calidad del recurso, están relacionados con uso para lavado de vehículos, uso industrial, abastecimiento para

consumo humano y riego. Los caudales esperados en la mayoría de los casos se pueden considerar pequeños (de unos pocos litros o máximo varias decenas de litros / segundo-lps), ello quiere decir que la oferta de los acuíferos existentes en el Valle del río Aburrá no está en capacidad de suplir con el módulo actual de consumo -cercano a los 180 lps- la demanda de agua para la población urbana.

Los sectores en donde se evidencia esta utilización están relacionados principalmente con la presencia de acuíferos de porosidad primaria, localizados principalmente en depósitos coluviales, batolito Antioqueño, anfibolitas de Medellín, esquistos de Caldas, Gabros de Copacabana, entre otros distribuidos indistintamente en la parte media de la cuenca (*Figura 159*).

2.3.3.10. Oferta hídrica subterránea

Para calcular la recarga hídrica subterránea, es necesario conocer el valor de la infiltración (I), determinada mediante el uso de la ecuación del ciclo hidrológico, con datos medidos en campo, particularmente de la precipitación y la escorrentía.

La forma más representativa y confiable de calcular la infiltración hacia los acuíferos es la que se hace mediante los balances hídricos de la cuenca hidrológica, o por sectores, adecuadamente seleccionados con criterio hidrológico e hidrogeológico. Para ello se requieren datos históricos de escorrentía total, obtenidos en estaciones hidrométricas durante un número suficiente de años hidrológicos.

En el POMCA se presentan mapas de precipitación en los cuales se determina que los mayores valores superan los 3200 mm/año, y se presentan en la parte norte de la Cuenca. Las menores precipitaciones (valores entre los 1,400 mm/año y 1,800 mm/año) se dan en la zona central de la Cuenca y se extiende hacia la zona occidental (municipios de Copacabana, Girardota, San Pedro y Sopetrán), y se concluye que en la Cuenca del río Aburrá la mayor precipitación se da en la zona norte, también es significativa la precipitación de la zona sur, donde nace el río y al sur-occidente del valle.

Para la estimación de temperatura media de la Cuenca, se recurrió a una estimación indirecta de esta variable, debido a que existen solo 5 estaciones climatológicas con registros de temperatura en la Cuenca, de acuerdo con la información del POMCA.

La temperatura a lo largo del corredor fluvial se encuentra entre los 20°C y 24°C, presentándose una disminución en las cercanías al nacimiento de la Cuenca y en lo alto de las laderas, donde se observan valores del orden de los 17°C.

En lo referente a la evapotranspiración, esta se calculó de acuerdo con la información disponible en el POMCA, mediante el método del Factor Regional. La estimación de caudales medios se usó el software HidroSIG el cual hace dicho cálculo mediante la metodología del Balance Hidrológico a largo plazo.

A continuación se transcribe la estimación de la recarga potencial directa, calculada por la Universidad de Antioquia, con base en los resultados del balance hídrico por unidad de suelo, elaborado en el estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, realizado por la Universidad de Antioquia (2013).

De acuerdo con el estudio, la recarga potencial directa (que es equivalente a la infiltración profunda desde la zona no saturada hacia el acuífero y que incluye valores de caudal base), se estimó sobre el acuífero libre del centro y sur del Valle de Aburrá, a partir de información de estaciones localizadas cerca o directamente sobre el acuífero.

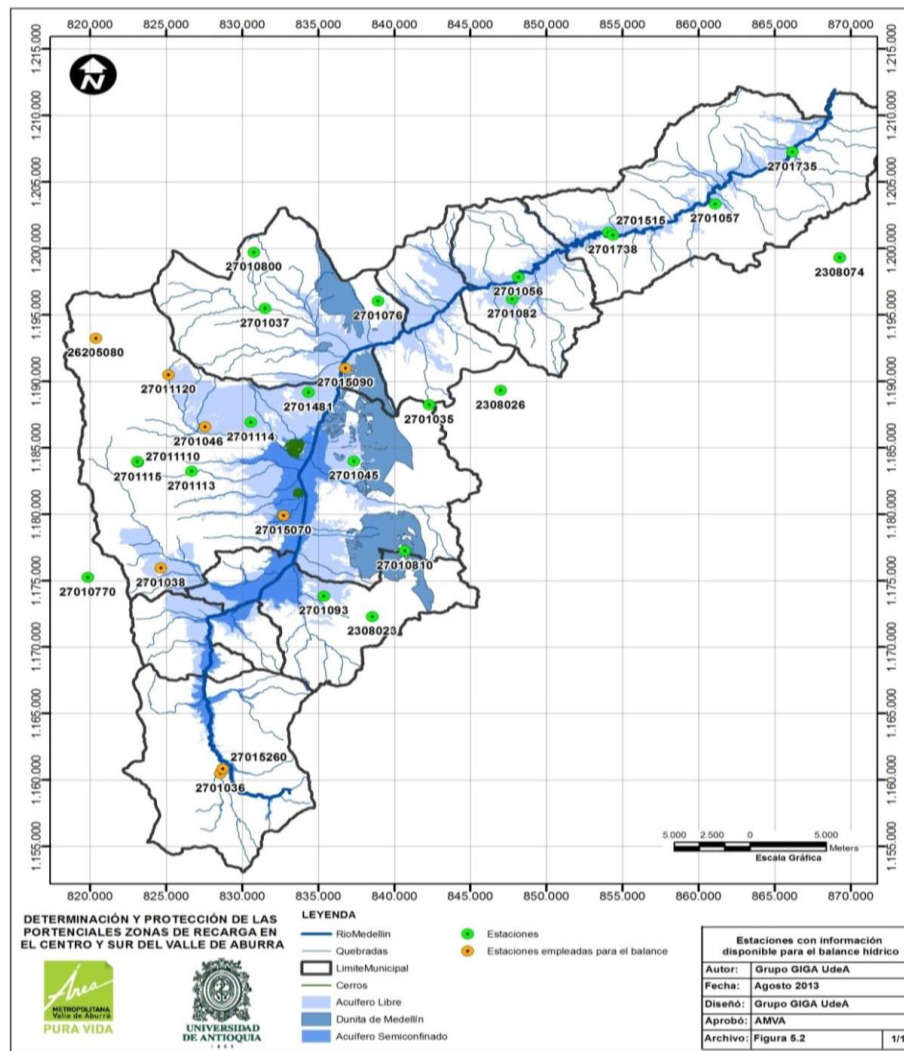
Para la estimación de la recarga directa sobre el acuífero libre del Valle de Aburrá, se seleccionaron 3 estaciones para el norte y 5 estaciones para el centro y sur del valle, las cuales coinciden en el periodo de estimación de la recarga; las estaciones utilizadas corresponden a Hacienda El Progreso (2701515), La Cuchilla (2701082), Tulio Ospina (2701509), La Iguana (2701112), Caldas (2701036), San Antonio (2701038), Olaya Herrera (27015070) y San Cristóbal (2701046). Se reportan las condiciones de recarga por estación para diferentes escenarios hidrológicos: i) año medio (2003-2004), ii) año húmedo (2008-2009), y iii) año seco (2009-2010); los cálculos se realizaron a escala diaria y luego los resultados fueron agregados a nivel mensual.

Dado que el método estima la recarga potencial directa y que se carece de suficientes datos históricos de caudal para hacer un balance que incluya las salidas del acuífero como caudal base, se analizaron los caudales mínimos de dos estaciones y se incluyen consideraciones sobre la influencia el caudal base en el sistema.

De acuerdo con este estudio (Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá”, realizado por la Universidad de Antioquia (2013)), el análisis hidrológico se realizó a partir de la información hidrometeorológica suministrada al AMVA por EPM, y que correspondió a 9 estaciones de la red del IDEAM y 15 operadas por EPM, producto del cual se obtuvo la recarga potencial directa por infiltración y debida a la precipitación para 5 estaciones ubicadas en la zona del acuífero libre. Esta recarga involucra tanto el agua que se almacena en el acuífero como aquella que se proporciona como caudal base a las corrientes superficiales.

En la Figura 160, se presenta la localización de las estaciones con información disponible para el cálculo del balance hídrico.

FIGURA 160. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

El balance hídrico se realizó a escala diaria, por unidad de suelo en 5 estaciones hidrometeorológicas: estación Aeropuerto Olaya Herrera (27015070), La Iguana (27011120), San Cristóbal (2701046), San Antonio de Prado (2701038) y Caldas (2701036).

Si bien el balance se realizó a escala diaria, los resultados se agregaron a escala mensual para los años hidrológicos secos 1997-1998 y 2009-2010; los años húmedos, 1998-2000 y 2008-2009; y el año medio 2003-2004.

A continuación se presentan los balances hídricos y el análisis de los resultados presentados en el informe elaborado por la Universidad de Antioquia, para las cinco estaciones, en el Centro y Sur del Valle de Aburrá.

▪ Estación Caldas

La unidad de balance de esta estación se ubica sobre los depósitos de vertiente (flujos de escombros y/o lodos).

► Año hidrológico seco 1997-1998 y 2009-2010

En la *Tabla 163* y *Tabla 164* se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años secos 1997-1998 y 2009-2010, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga potencial representa en relación con la precipitación, 49% para el año 1997-1998 y 50% para el año 2009-2010. Este porcentaje supera ligeramente el porcentaje de evapotranspiración real, pero es significativamente mayor que la escorrentía superficial. Por tanto en este periodo, los aportes de precipitación están distribuidos principalmente en evapotranspiración y recarga (*Figura 161*).

TABLA 163. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO SECO 1997-1998

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-97	195,7	0,0	120,5	67,0	34,2
abr-97	207,0	6,1	102,2	103,5	50,0
may-97	235,9	0,0	101,7	129,4	54,9
jun-97	310,4	0,0	95,9	222,6	71,7
jul-97	16,8	0,0	105,2	0,0	0,0
ago-97	20,5	0,0	20,5	0,0	0,0
sep-97	249,8	1,1	116,4	43,7	17,5
oct-97	325,1	15,3	109,7	196,0	60,3
nov-97	267,2	3,0	100,4	163,0	61,0

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
dic-97	50,4	0,0	110,9	1,5	2,9
ene-98	218,0	0,1	105,7	51,4	23,6
feb-98	224,9	0,4	101,6	125,6	55,8
mar-98	258,3	2,8	108,9	139,9	54,2
Total año Abril-Marzo	2.384,3	28,7	1.179,0	1.176,5	49,3
% Respecto a P		1,2	49,4	49,3	

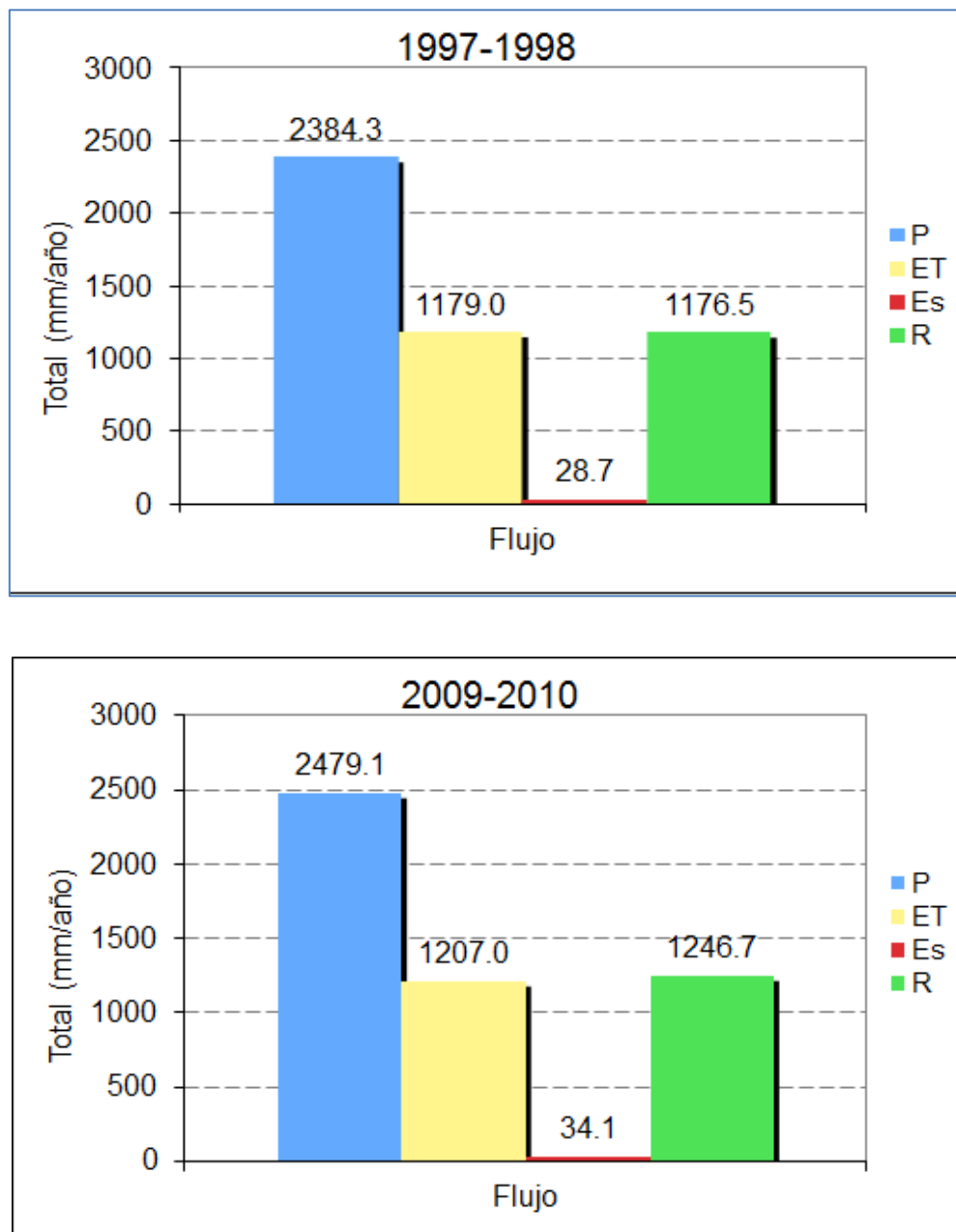
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

TABLA 164. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO SECO 2009-2010

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-09	257,6	17,1	82,9	152,6	59,2
abr-09	269,2	0,0	85,8	183,0	68,0
may-09	254,8	6,1	92,4	161,6	63,4
jun-09	323,4	0,8	98,3	219,0	67,7
jul-09	82,5	0,0	115,7	7,3	8,8
ago-09	149,1	0,0	96,7	12,8	8,6
sep-09	225,3	0,1	110,8	119,5	53,0
oct-09	393,8	17,5	100,2	270,2	68,6
nov-09	314,3	9,5	102,2	202,6	64,4
dic-09	84,6	0,0	85,3	2,6	3,1
ene-10	136,7	0,0	116,7	22,8	16,7
feb-10	122,8	0,0	93,4	37,3	30,3
mar-10	122,6	0,0	109,6	8,1	6,6
Total año Abril-Marzo	2.479,1	34,1	1.207,0	1.246,7	50,3
% Respecto a P		1,4	48,7	50,3	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 161. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico medio 2003-2004

En la *Tabla 165* se resumen los resultados del balance para la unidad. Según lo obtenido, la recarga representa el 60,3% de la precipitación con 1.819 mm/año. Este porcentaje supera los valores de evapotranspiración real y escurrimiento estimados en el balance (*Figura 162*).

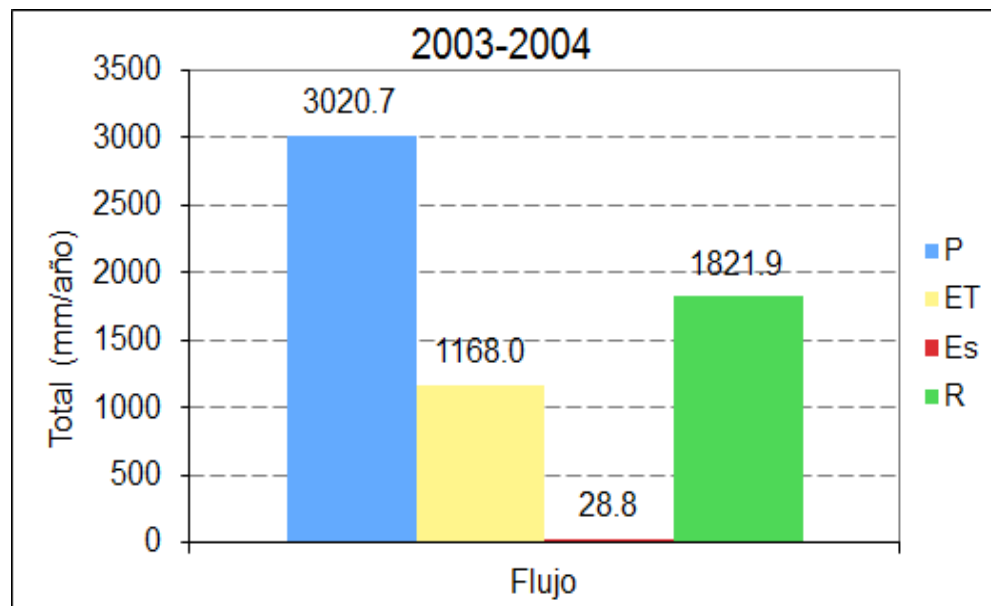
Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses de julio y agosto. A pesar de que en el mes de agosto, la precipitación aumenta en más de 40 mm/mes, la recarga sólo presenta un aumento de 4 mm/mes, por lo que se considera sin variación durante estos meses. En la escala mensual, el descenso en la lluvia produce un descenso inmediato en los valores de recarga. Los máximos de recarga se presentan en los meses de abril (269 mm/mes), junio (261 mm/mes) y octubre (211 mm/mes) de 2003 y siguen, al igual que los valores mínimos, la tendencia a la precipitación. En proporción con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron mayores (superiores al 50%) en los meses húmedos de 2003 (abril-junio y septiembre-noviembre) y diciembre-enero de 2003 (*Tabla 165*).

TABLA 165. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-03	224,0	5,6	107,7	111,4	49,7
abr-03	367,4	8,4	90,2	269,6	73,4
may-03	265,5	2,9	94,1	165,6	62,4
jun-03	347,5	4,7	81,2	261,6	75,3
jul-03	124,2	0,0	98,6	48,9	39,4
ago-03	170,2	0,0	97,3	53,5	31,4
sep-03	280,3	0,1	93,7	182,6	65,2
oct-03	304,2	7,2	85,5	211,5	69,5
nov-03	258,9	0,2	87,0	171,7	66,3
dic-03	198,0	0,8	89,5	112,2	56,7
ene-04	250,2	0,4	95,5	166,0	66,3
feb-04	240,0	4,1	131,1	99,0	41,3
mar-04	214,3	0,0	124,2	79,6	37,1
Total año Abril-Marzo	3.020,7	28,8	1.168,0	1.821,9	60,3
% Respecto a P		1,0	38,7	60,3	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 162. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico húmedo 2008-2009 y 2010-2011

En la *Tabla 166* y *Tabla 167*, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años húmedos 2008-2009 y 2010-2011, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa más del 65% de la precipitación para ambos años, siendo más significativa en el año 2010-2011 (70,7%), año en el cual la precipitación total anual fue mayor que en 2008-2009. Este porcentaje supera los valores de evapotranspiración real y escorrentía estimados en el balance (*Figura 163* y *Figura 164*). La velocidad de infiltración y la textura inferida de suelos, favorece la recarga sobre la escorrentía superficial de forma significativa.

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses diciembre. Para ambos años húmedos si se produce una variación en los valores de precipitación, se produce una variación también en los valores de recarga. Sin embargo, no se detecta una misma tendencia de aumento o disminución en este sentido. En los meses de septiembre a noviembre se presentan valores altos de recarga (superiores a los 190 mm/mes) en los dos años hidrológicos. Sin embargo, los máximos de recarga coinciden con los máximos de precipitación: para el periodo 2008-2009, están presentes en los meses de mayo y junio de 2008 y para el periodo 2010-2011, en los meses de septiembre y noviembre de 2010. En

proporción con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron superiores al 55% en todos los meses, excepto en los meses de verano, marzo y diciembre, de 2008 y marzo de 2010. Cabe anotar que el año hidrológico 2009-2010 es considerado un año seco, esto explica el hecho de que la recarga en el mes anterior al inicio de ciclo 2010-2011 no supere el 10% de la precipitación (*Tabla 166 y Tabla 167*).

TABLA 166. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-08	168,8	0,0	90,9	56,2	33,3
abr-08	215,0	0,4	92,8	132,3	61,6
may-08	364,8	19,9	83,3	254,0	69,6
jun-08	348,3	6,1	89,9	255,2	73,3
jul-08	240,1	0,0	78,1	156,3	65,1
ago-08	331,3	2,9	83,5	244,9	73,9
sep-08	299,5	1,1	91,3	207,1	69,2
oct-08	303,8	4,0	103,1	196,7	64,7
nov-08	279,2	1,2	55,2	222,8	79,8
dic-08	135,1	0,0	82,4	52,8	39,0
ene-09	247,1	4,7	70,3	172,1	69,7
feb-09	185,2	0,0	74,5	116,1	62,7
mar-09	257,6	17,1	82,9	152,6	59,2
Total año Abril-Marzo	3.207,0	57,3	987,2	2.162,8	67,4
% Respecto a P		1,8	30,8	67,4	

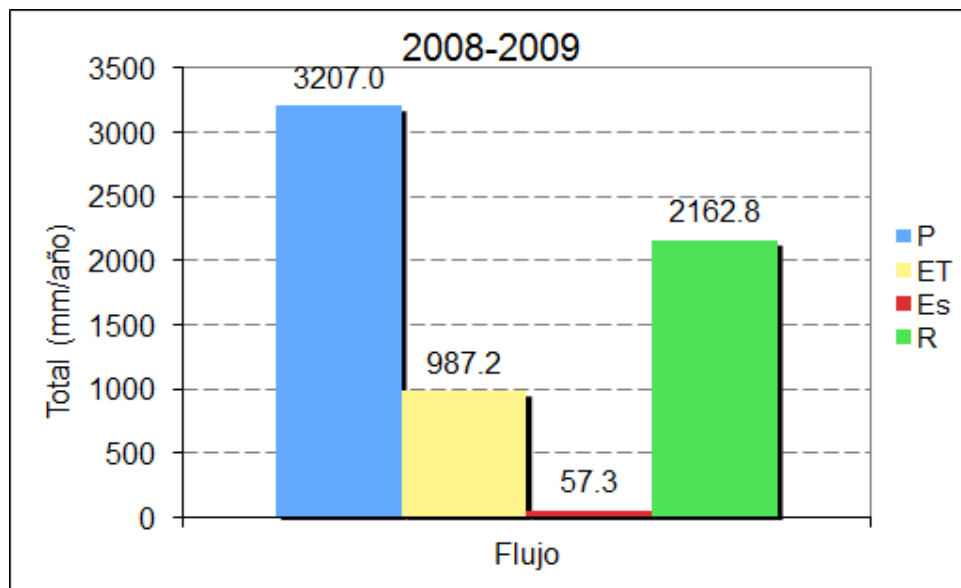
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

TABLA 167. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN CALDAS PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-10	122,6	0,0	109,6	8,1	6,6
abr-10	294,0	0,2	94,0	190,8	64,9
may-10	276,2	2,1	93,8	180,3	65,3
jun-10	316,6	1,5	79,9	235,2	74,3
jul-10	263,4	0,4	66,9	196,6	74,6
ago-10	256,7	0,2	74,0	183,6	71,5
sep-10	362,0	12,3	77,0	271,1	74,9
oct-10	336,8	3,2	82,7	250,9	74,5
nov-10	358,9	5,3	67,9	285,7	79,6
dic-10	201,7	0,0	70,2	131,5	65,2
ene-11	225,9	3,1	82,4	151,1	66,9
feb-11	258,9	1,2	89,8	157,3	60,8
mar-11	353,7	16,3	90,4	247,1	69,8
Total año Abril-Marzo	3.504,8	45,8	968,9	2.481,1	70,8
% Respecto a P		1,3	27,6	70,8	

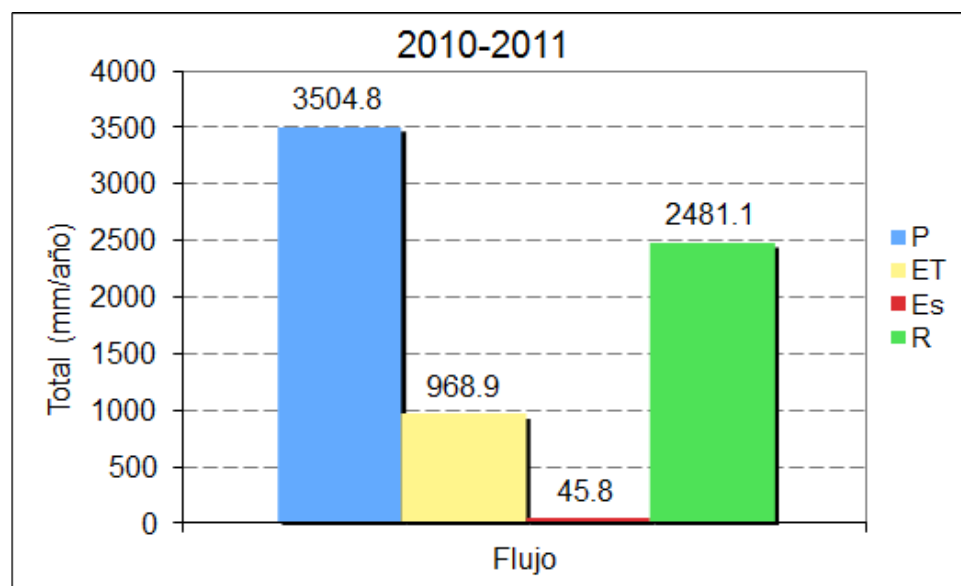
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 163. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 164. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN CALDAS EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

▪ Estación San Antonio de Prado

La unidad de balance de esta estación se ubica sobre los depósitos de vertiente, descritos como depósitos de flujos de escombros y lodos.

► Año hidrológico seco 1997-1998 y 2009-2010

En la *Tabla 168* y *Tabla 169*, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años secos 1997-1998 y 2009-2010, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga potencial en relación con la precipitación representa 36% para el año 1997-1998 y 43% para el año 2009-2010. Este porcentaje es inferior al porcentaje de evapotranspiración real, y es significativamente mayor que la escorrentía superficial (*Figura 165*). Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación. En los meses de enero a marzo en ambos años, no se obtuvo recarga. Los máximos se obtienen en el mes de junio. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales de recarga son más altos en los meses de invierno y más bajos en los meses de verano (*Tabla 168* y *Tabla 169*).

TABLA 168. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO SECO 1997-1998.

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-97	185,8	7,1	112,7	51,2	27,6
abr-97	292,8	20,2	106,7	172,0	58,7
may-97	145,7	0,0	104,3	45,5	31,2
jun-97	356,2	47,0	92,7	217,5	61,1
jul-97	52,7	0,0	144,6	0,0	0,0
ago-97	38,9	0,0	95,7	0,0	0,0
sep-97	198,2	14,4	70,9	0,0	0,0
oct-97	244,0	14,1	114,9	88,2	36,1
nov-97	275,6	7,8	91,6	156,2	56,7
dic-97	44,6	0,0	112,6	12,1	27,1
ene-98	41,1	0,0	112,9	0,0	0,0
feb-98	111,5	0,0	85,6	0,0	0,0
mar-98	136,8	0,0	111,3	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	1.938,1	103,5	1.243,6	691,5	35,7
% Respecto a P		5,3	64,2	35,7	

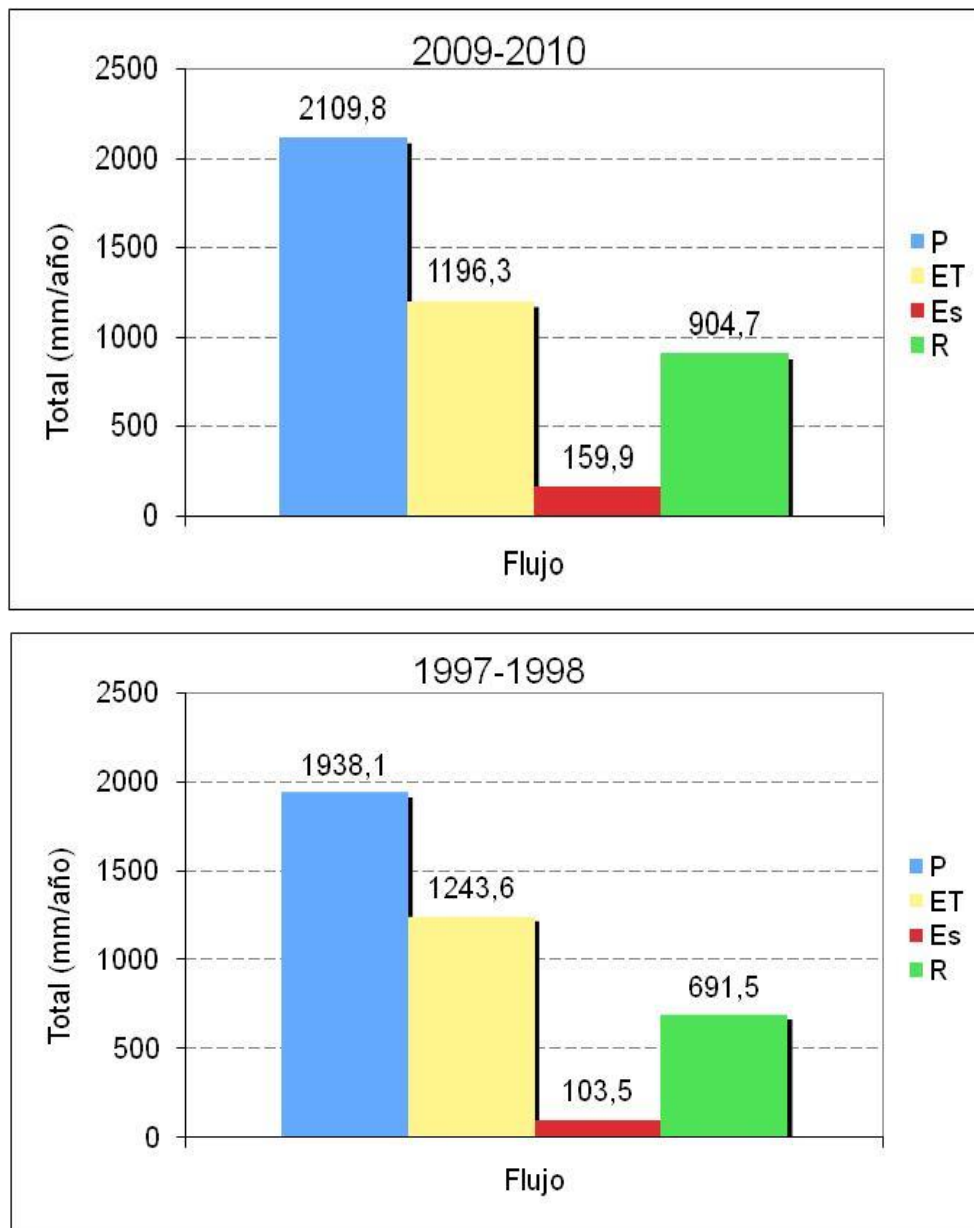
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

**TABLA 169. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN
ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO SECO 2009-2010**

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-09	287,1	9,7	87,2	183,7	64,0
abr-09	277,7	52,3	80,7	144,8	52,1
may-09	261,2	31,2	90,5	146,8	56,2
jun-09	316,0	21,7	96,7	190,3	60,2
jul-09	118,2	5,5	114,2	42,6	36,0
ago-09	307,4	42,9	97,9	122,6	39,9
sep-09	83,7	0,0	108,1	10,4	12,4
oct-09	231,8	0,0	106,4	90,6	39,1
nov-09	232,1	6,3	102,0	156,7	67,5
dic-09	81,1	0,0	86,0	0,0	0,0
ene-10	49,9	0,0	114,7	0,0	0,0
feb-10	79,5	0,0	88,6	0,0	0,0
mar-10	71,2	0,0	110,7	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	2.109,8	159,9	1.196,3	904,7	42,9
% Respecto a P		7,6	56,7	42,9	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL
CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 165. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico medio 2003-2004

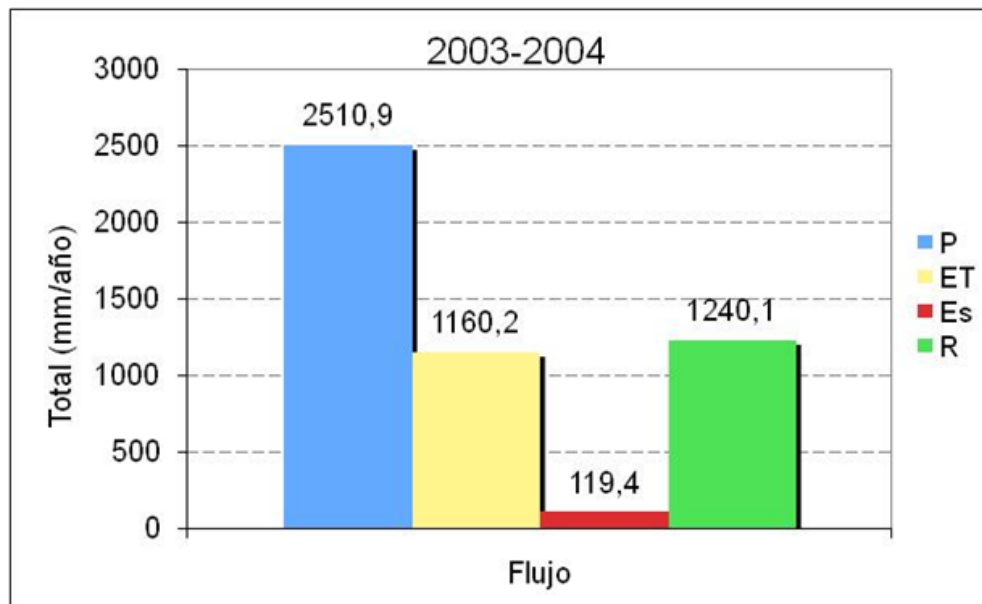
En la *Tabla 170*, se resumen los resultados del balance para la unidad. Según lo obtenido, la recarga representa el 49% de la precipitación con 1.240 mm/año. Este porcentaje supera ligeramente los valores de evapotranspiración real y en mayor proporción la escorrentía directa estimados en el balance (*Figura 166*). Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses de febrero y marzo de 2004, seguidos de diciembre y agosto de 2003. En general, los cambios en la recarga se producen en el mismo mes en el que se producen cambios en la precipitación. Los máximos de recarga se presentan en los meses de mayo (193 mm/mes), junio (191 mm/mes) y octubre (214 mm/mes) de 2003 y siguen, al igual que los valores mínimos, la tendencia a la precipitación. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 55% en los meses secos y entre el 55 y el 70% en los meses húmedos (*Tabla 170*).

TABLA 170. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-03	89,7	0,0	106,2	0,0	0,0
abr-03	263,7	11,5	88,1	132,7	50,3
may-03	336,7	48,7	94,1	193,3	57,4
jun-03	288,1	21,4	81,6	191,5	66,5
jul-03	156,4	0,0	97,7	84,1	53,8
ago-03	131,6	0,0	96,9	35,6	27,1
sep-03	268,7	20,1	98,4	117,6	43,8
oct-03	304,5	8,7	81,5	214,4	70,4
nov-03	258,3	2,7	87,6	168,6	65,3
dic-03	130,3	0,2	87,4	49,8	38,2
ene-04	118,0	5,9	94,0	52,5	44,5
feb-04	129,3	0,1	130,3	0,0	0,0
mar-04	125,3	0,1	122,6	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	2.510,9	119,4	1.160,2	1.240,1	
% Respecto a P		4,8	46,2	49,4	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 166. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico húmedo 2008-2009 y 2010-2011

En la Tabla 171 y la Tabla 172, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años húmedos 2008-2009 y 2010-2011 respectivamente.

Según lo obtenido, la recarga potencial total representa respecto a la precipitación el 60,4% en el periodo 2008-2009, y el 52,9% en 2010-2011. Estos porcentajes superan los valores de evapotranspiración real y escorrentía superficial estimados en el balance (Figura 167 y

Figura 168). La velocidad de infiltración y la textura inferida de suelos, favorece la recarga sobre la escorrentía superficial de forma significativa.

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses de diciembre de 2008 (13 mm/mes) y marzo-abril de 2010 (0 mm/mes en ambos meses). Para los años húmedos, si se produce una variación en los valores de precipitación, se produce una variación también en los valores de recarga. Sin embargo, no detecta una misma tendencia de aumento o disminución en este sentido en el año 2010-2011.

En los meses de mayo y junio de 2008 y noviembre y diciembre de 2010, se presentan valores altos de recarga (superiores a los 240 y 200 mm/mes respectivamente). De esta manera los valores máximos de recarga coinciden con los máximos de precipitación. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron superiores al 50% en todos los meses, excepto en los meses de verano, diciembre de 2008 y enero de 2011. Cabe anotar que el año hidrológico 2009-2010 es considerado un año seco, esto explica el hecho de que no haya recarga en el mes anterior al inicio de ciclo 2010-2011 (*Tabla 171 y Tabla 172*).

TABLA 171. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-08	274,7	1,4	93,0	172,6	62,8
abr-08	254,5	5,0	93,3	155,2	61,0
may-08	382,6	51,6	86,3	247,0	64,6
jun-08	442,5	96,9	84,5	262,7	59,4
jul-08	292,7	15,6	81,0	192,2	65,7
ago-08	223,7	0,1	85,6	138,0	61,7
sep-08	247,7	18,5	89,9	139,3	56,2
oct-08	294,5	10,0	106,4	180,3	61,2
nov-08	298,4	20,9	58,1	217,2	72,8
dic-08	72,8	0,0	74,4	13,7	18,8
ene-09	176,3	1,5	74,1	88,4	50,2
feb-09	119,2	0,0	72,9	49,7	41,7
mar-09	287,1	9,7	87,2	183,7	64,0
Total año Abril-Marzo	3.092,0	229,9	993,6	1.867,5	60,4
% Respecto a P		7,4	32,1	60,4	

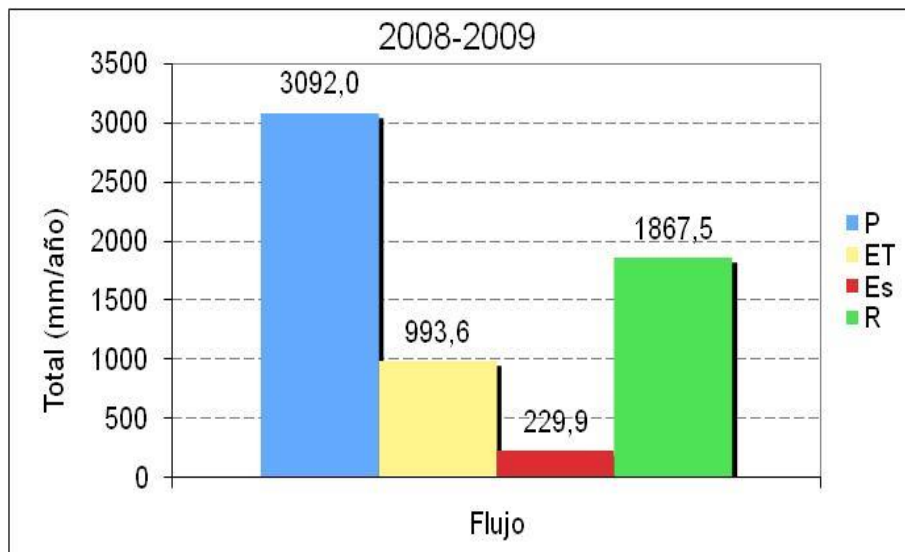
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

TABLA 172. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-10	71,2	0,0	110,7	0,0	0,0
abr-10	252,6	21,8	96,4	0,0	0,0
may-10	200,5	0,0	90,8	93,0	46,4
jun-10	212,9	6,1	82,4	131,4	61,7
jul-10	211,3	1,6	67,3	137,6	65,1
ago-10	154,9	0,4	67,3	86,6	55,9
sep-10	235,1	6,0	81,4	149,1	63,4
oct-10	236,2	13,3	80,8	139,3	59,0
nov-10	287,4	1,9	71,5	214,0	74,4
dic-10	283,7	22,1	66,3	200,0	70,5
ene-11	101,8	0,3	82,5	46,5	45,7
feb-11	140,4	0,0	86,5	25,1	17,9
mar-11	250,9	26,9	95,1	135,2	53,9
Total año Abril-Marzo	2.567,7	100,4	968,1	1.357,8	52,9
% Respecto a P		3,9	37,7	52,9	

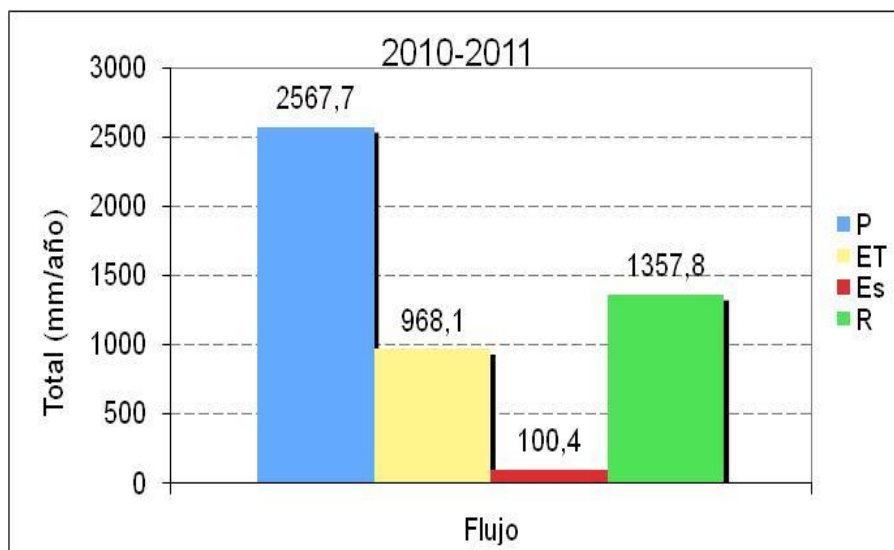
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 167. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 168. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN ANTONIO DE PRADO EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

▪ Aeropuerto Olaya Herrera

La unidad de balance de esta estación se ubica sobre los depósitos aluviales.

► Año hidrológico seco 1997-1998 y 2009-2010

En la *Tabla 173* y *Tabla 174* se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años secos 1997-1998 y 2009-2010, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa en relación con la precipitación, 2,3% para el año 1997-1998 y 15% para el año 2009-2010. Este porcentaje supera ligeramente la escorrentía superficial en el año 2009-2010, pero es significativamente menor en el periodo 1997-1998 (*Figura 169*).

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación especialmente en el año 2009-2010, donde se reportaron valores superiores de precipitación a los obtenidos en 1997-1998. En este año salvo en junio y noviembre, no se encontraron valores de recarga. Para el año 2009-2010, no se presenta recarga en los meses agosto, septiembre y diciembre de 2009 y de enero a marzo de 2010. Los valores máximos de recarga coinciden con los meses de mayor precipitación. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales de recarga no superan todos el 35% (*Tabla 173* y *Tabla 174*).

TABLA 173. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO SECO 1997-1998

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-97	88,7	6,6	71,1	0,0	0,0
abr-97	164,2	47,5	104,4	0,0	0,0
may-97	95,7	7,4	94,0	0,0	0,0
jun-97	228,0	94,8	128,6	18,5	8,1
jul-97	45,4	1,0	31,6	0,0	0,0
ago-97	12,3	0,0	28,8	0,0	0,0
sep-97	136,6	25,2	103,5	0,0	0,0
oct-97	146,8	42,0	106,8	0,0	0,0
nov-97	166,3	27,7	112,9	8,4	5,1
dic-97	86,7	36,3	57,0	0,0	0,0
ene-98	27,8	1,3	43,0	0,0	0,0

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
feb-98	50,6	7,7	42,9	0,0	0,0
mar-98	30,0	0,3	29,7	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	1.190,4	291,2	883,2	26,9	2,3
% Respecto a P		24,5	74,2	2,3	

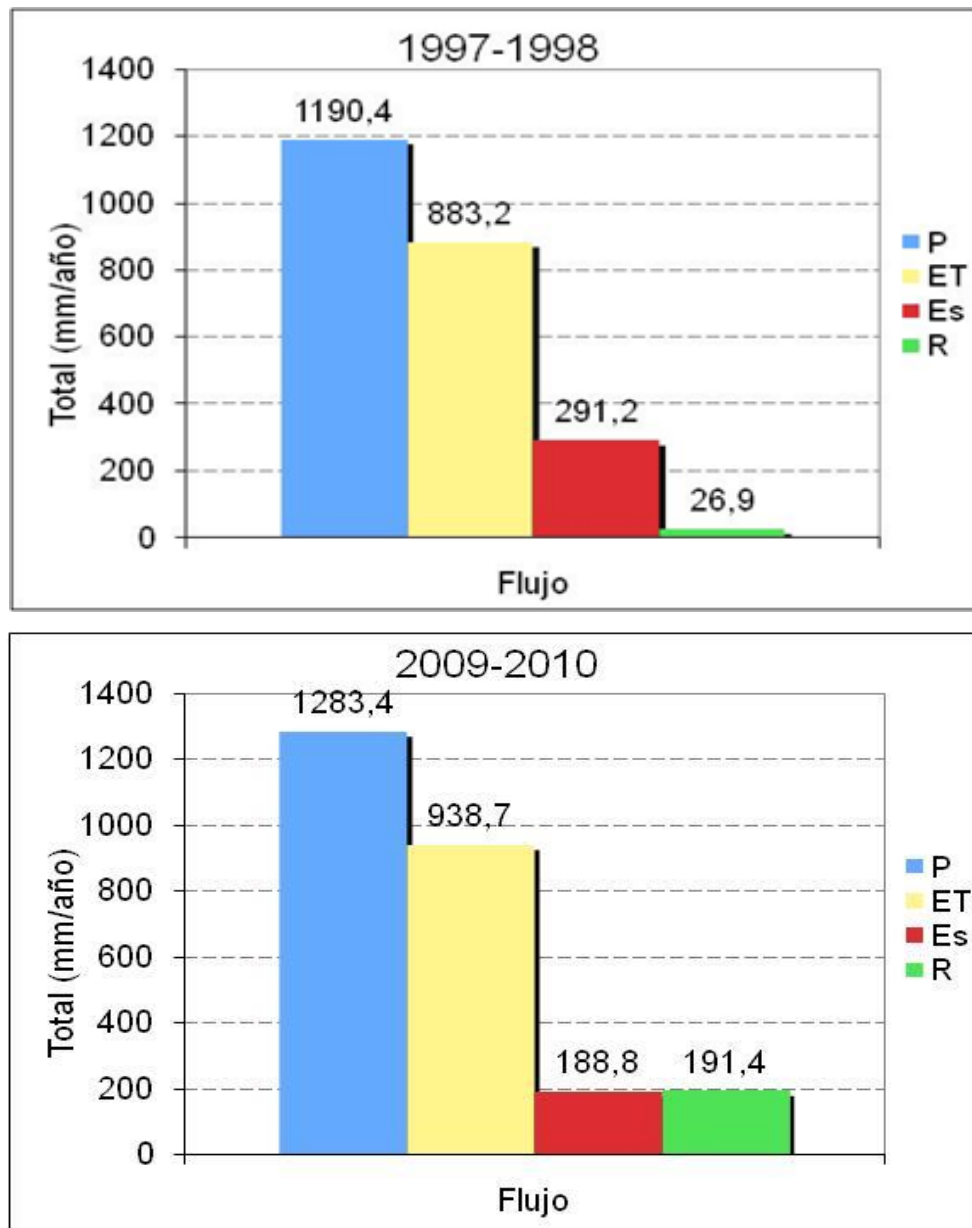
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

TABLA 174. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO SECO 2009-2010

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-09	188,3	24,6	104,1	24,1	12,8
abr-09	168,8	43,0	107,3	27,2	16,1
may-09	172,4	33,8	116,1	31,7	18,4
jun-09	158,4	11,6	97,4	26,6	16,8
jul-09	97,7	8,6	108,2	21,3	21,8
ago-09	95,8	0,2	91,1	0,0	0,0
sep-09	49,6	0,5	53,5	0,0	0,0
oct-09	160,1	13,7	79,2	24,4	15,2
nov-09	183,9	57,6	98,7	60,2	32,7
dic-09	73,9	14,7	69,3	0,0	0,0
ene-10	31,8	4,9	17,1	0,0	0,0
feb-10	26,5	0,0	36,4	0,0	0,0
mar-10	64,5	0,2	64,3	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	1.283,4	188,8	938,7	191,4	14,9
% Respecto a P		14,7	73,1	14,9	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 169. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico medio 2003-2004

En la *Tabla 175*, se resumen los resultados del balance para la unidad. Según lo obtenido, la recarga representa el 10% de la precipitación con 26,9 mm/año. Este porcentaje no supera los valores de evapotranspiración real ni de escorrentía estimados en el balance (*Figura 170*).

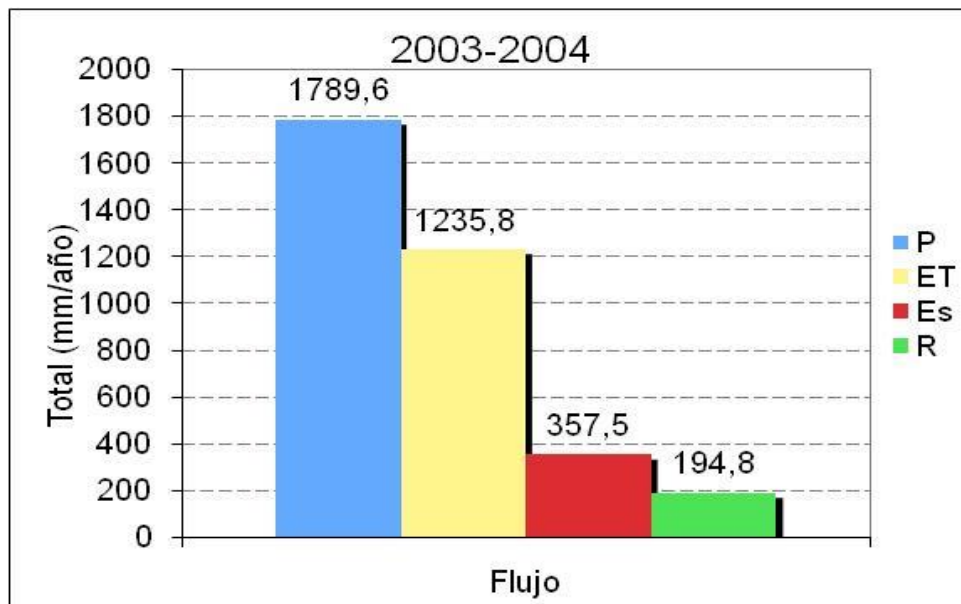
Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación (a excepción del mes de diciembre de 2004), con meses en los que no se produce recarga, mayo, julio y agosto de 2003 y febrero a marzo de 2004. En la escala mensual, el descenso en la lluvia produce un descenso inmediato en los valores de recarga. Sin embargo, en los ascensos de precipitación, el ascenso de la recarga tiene una tendencia más suave. Los máximos de recarga se presentan en los meses de octubre (26 mm/mes), y de diciembre (35 mm/mes). Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 35% (*Tabla 175*).

TABLA 175. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004.

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-03	92,6	15,6	77,0	0,0	0,0
abr-03	195,6	52,6	102,0	13,9	7,1
may-03	173,3	26,8	145,7	0,0	0,0
jun-03	231,3	87,6	125,3	39,5	17,1
jul-03	87,3	1,7	74,9	0,0	0,0
ago-03	114,9	3,1	121,9	0,0	0,0
sep-03	161,1	13,5	106,8	8,1	5,0
oct-03	216,5	46,7	111,0	56,2	26,0
nov-03	203,4	48,1	111,6	43,5	21,4
dic-03	77,5	7,1	86,4	26,8	34,6
ene-04	144,4	56,9	80,7	6,8	4,7
feb-04	87,9	6,1	77,1	0,0	0,0
mar-04	96,4	7,3	92,4	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	1.789,6	357,5	1.235,8	194,8	10,9
% Respecto a P		20,0	69,1	10,9	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 170. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA EN EL AÑO MEDIO 2003-2004



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico húmedo 2008-2009 y 2010-2011

En la *Tabla 176* y *Tabla 177*, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años húmedos 2008-2009 y 2010-2011 respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa el 22% y el 26,3% de la precipitación durante los periodos 2008-2009 y 2010-2011, respectivamente. Este porcentaje no supera los valores de evapotranspiración real ni de escorrentía estimados en el balance (*Figura 171*).

Respecto al comportamiento mensual, la recarga tiene valores mínimos en abril y mayo de 2010 y en enero y febrero de 2009. Para ambos años la magnitud de los valores de precipitación es la que influye en el cambio de recarga, cuando el aumento no es significativo, la recarga sigue la tendencia a la disminución. Los valores máximos de recarga se presentan en agosto (78 mm/mes) y noviembre (96 mm/mes) de 2008, y no se presentan valores de recarga para los meses de enero a febrero de 2009 y son mínimos para los mismos meses en 2011. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 50% (*Tabla 176* y *Tabla 177*).

TABLA 176. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-08	188,5	22,8	104,1	59,0	31,32
abr-08	220,6	55,8	116,6	45,2	20,49
may-08	368,2	214,2	105,9	53,5	14,54
jun-08	259,0	82,0	107,4	74,0	28,55
jul-08	220,7	32,5	109,7	69,2	31,36
ago-08	315,3	135,3	101,1	78,4	24,88
sep-08	220,4	70,3	116,2	33,9	15,39
oct-08	188,9	34,6	106,8	47,5	25,17
nov-08	206,2	35,2	76,7	96,6	46,84
dic-08	61,3	0,4	90,8	4,4	7,23
ene-09	99,8	11,8	70,8	0,0	0,00
feb-09	55,2	0,0	78,6	0,0	0,00
mar-09	188,3	24,6	104,1	24,1	12,80
Total año Abril-Marzo	2.403,9	696,6	1.184,6	527,0	21,92
% Respecto a P		29,0	49,3	21,9	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

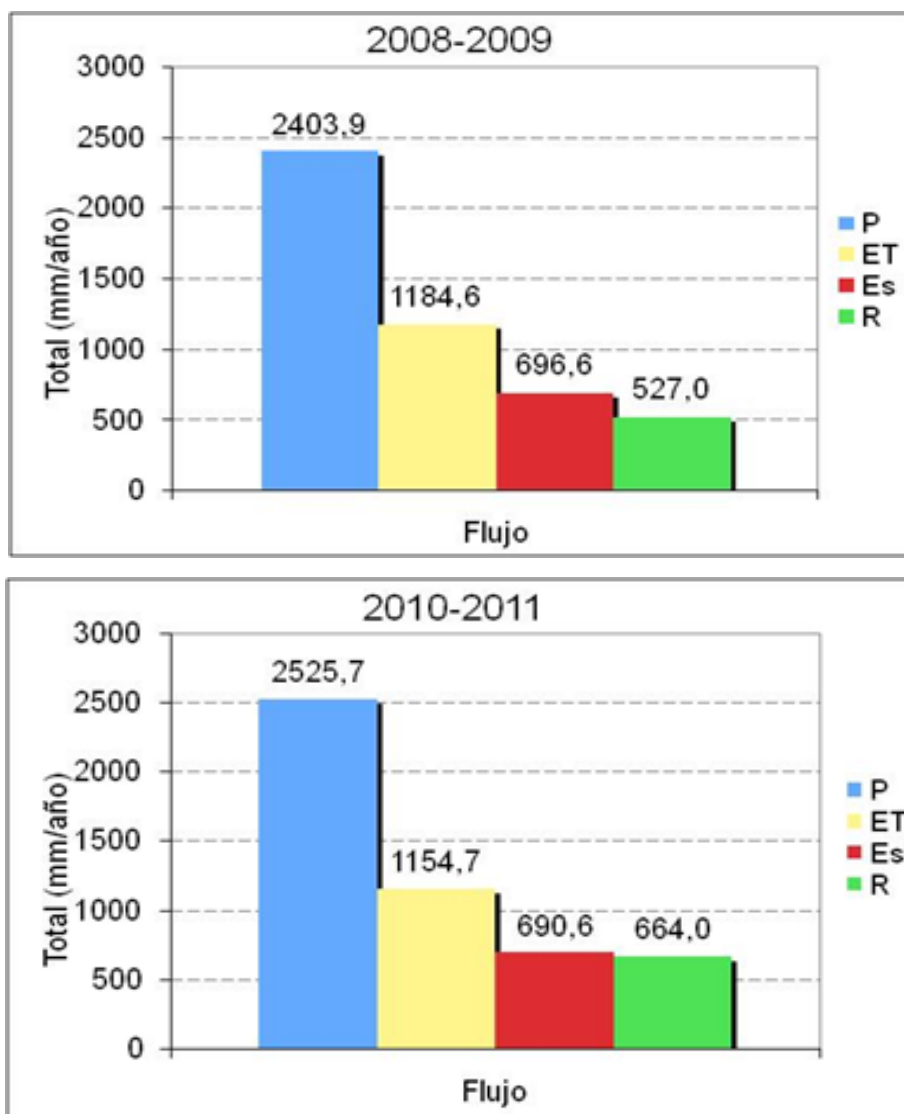
TABLA 177. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-10	64,5	0,2	64,3	0,0	0,0
abr-10	206,0	45,9	117,8	13,3	6,5
may-10	189,0	33,2	126,3	15,7	8,3
jun-10	231,9	58,9	95,1	83,5	36,0
jul-10	313,9	102,0	97,7	108,6	34,6
ago-10	147,5	35,1	99,3	21,2	14,4
sep-10	305,1	113,0	75,6	108,4	35,5
oct-10	227,4	66,7	100,1	60,6	26,6
nov-10	301,1	93,2	84,8	123,1	40,9
dic-10	175,5	51,8	70,8	62,6	35,7
ene-11	108,4	25,2	89,8	20,1	18,5
feb-11	178,0	41,5	89,8	20,2	11,3
mar-11	141,9	24,0	107,6	26,8	18,9

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
Total año Abril-Marzo	2.525,7	690,6	1.154,7	664,0	26,3
% Respecto a P		27,3	45,7	26,3	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 171. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN AEROPUERTO OLAYA HERRERA EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

▪ La Iguana

La unidad de balance de esta estación se ubica sobre los depósitos de vertiente, descritos como depósitos de flujos de escombros y lodos.

► Año hidrológico seco 1997-1998 y 2009-2010

En la *Tabla 178* y *Tabla 179*, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años secos 1997-1998 y 2009-2010, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa 27% para 1997-1998 y 37% para 2009-2010 de la precipitación. Este porcentaje no supera el porcentaje de evapotranspiración real pero es significativamente mayor que la escorrentía superficial en ambos años. Por tanto en este periodo seco, los aportes de precipitación están distribuidos principalmente en evapotranspiración y recarga (*Figura 172*).

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación, no se presenta recarga en los meses secos en ambos años. Los valores máximos de recarga se presentan en junio de 1997 (107 mm/mes) y noviembre de 2009 (168 mm/mes). Con respecto a la precipitación mensual, la recarga es inferior al 65% (*Tabla 178* y *Tabla 179*)

TABLA 178. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO SECO 1997-1998

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-97	123,0	0,0	110,2	0,0	0,00
abr-97	250,0	22,7	112,1	101,5	40,59
may-97	118,0	0,0	108,0	28,7	24,29
jun-97	227,0	5,5	113,3	106,5	46,89
jul-97	36,0	0,0	68,4	0,0	0,00
ago-97	4,0	0,0	4,6	0,0	0,00
sep-97	193,0	1,6	115,5	23,4	12,11
oct-97	237,0	11,2	128,3	84,0	35,45
nov-97	166,7	0,0	114,7	52,0	31,18
dic-97	37,6	0,0	80,0	12,2	32,45
ene-98	60,5	0,0	69,8	0,0	0,00
feb-98	23,4	0,0	25,5	0,0	0,00

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-98	136,1	0,0	84,2	0,0	0,00
Total año Abril-Marzo	1.489,3	41,1	1.024,3	408,2	27,41
% Respecto a P		2,8	68,8	27,4	

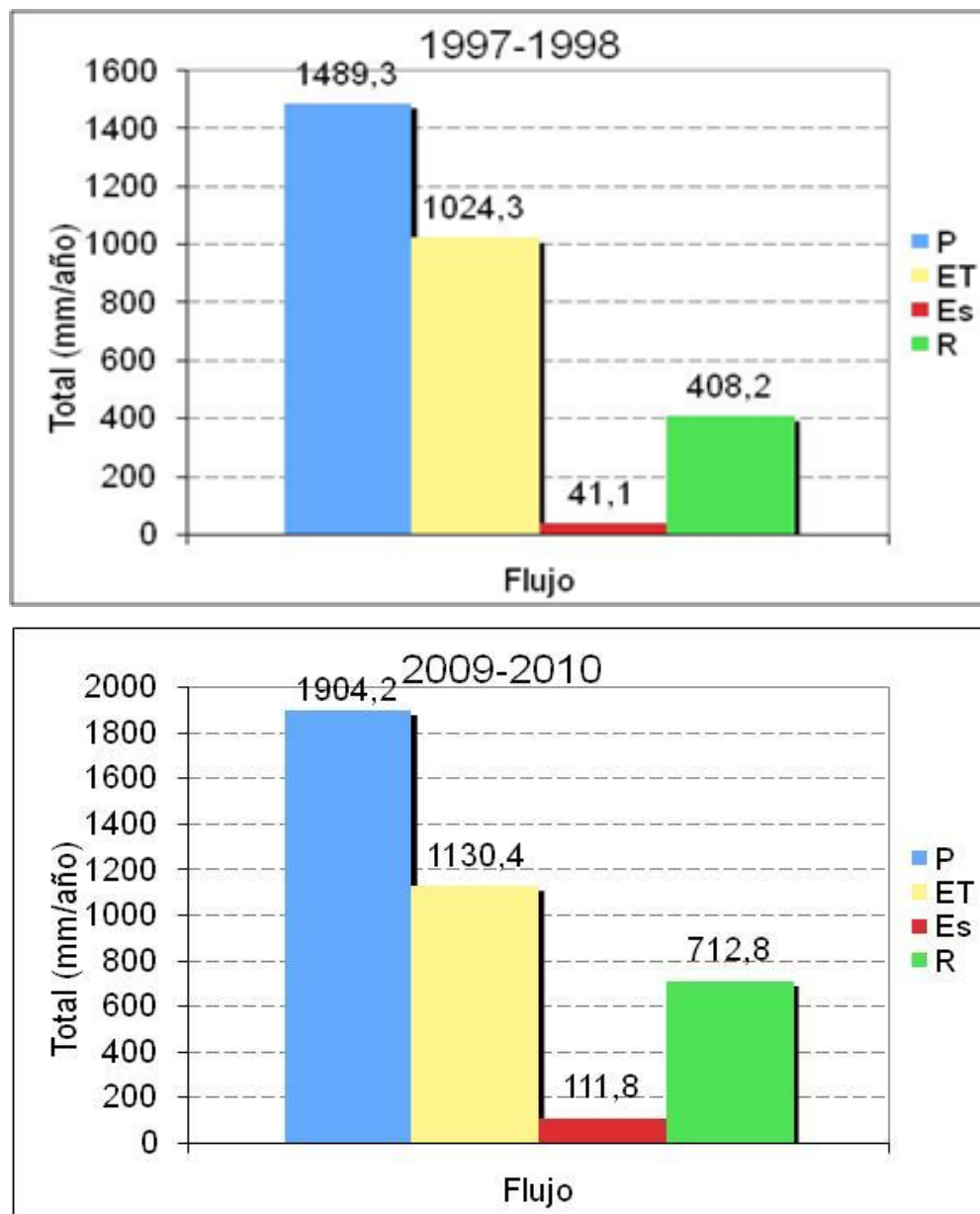
FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

TABLA 179. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO SECO 2009-2010

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-09	424,0	84,0	115,7	208,7	49,22
abr-09	237,0	22,8	97,4	116,8	49,28
may-09	186,0	9,8	107,5	94,6	50,85
jun-09	249,0	14,0	99,9	120,0	48,17
jul-09	120,6	0,0	124,2	51,8	42,95
ago-09	174,0	0,0	110,7	5,4	3,11
sep-09	159,0	13,6	126,6	48,2	30,32
oct-09	297,5	26,7	124,7	108,6	36,51
nov-09	268,0	24,7	103,6	167,5	62,48
dic-09	91,1	0,4	91,5	0,0	0,00
ene-10	14,0	0,0	51,6	0,0	0,00
feb-10	21,0	0,0	21,0	0,0	0,00
mar-10	87,0	0,0	71,9	0,0	0,00
Total año Abril-Marzo	1.904,2	111,8	1.130,4	712,8	37,44
% Respecto a P		5,9	59,4	37,4	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 172. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico medio 2003-2004

En la *Tabla 180* se resumen los resultados del balance para la unidad. Según lo obtenido, la recarga representa el 39% de la precipitación. Este porcentaje es inferior a los valores de evapotranspiración real, pero no a la escorrentía estimada en el balance (*Figura 173*).

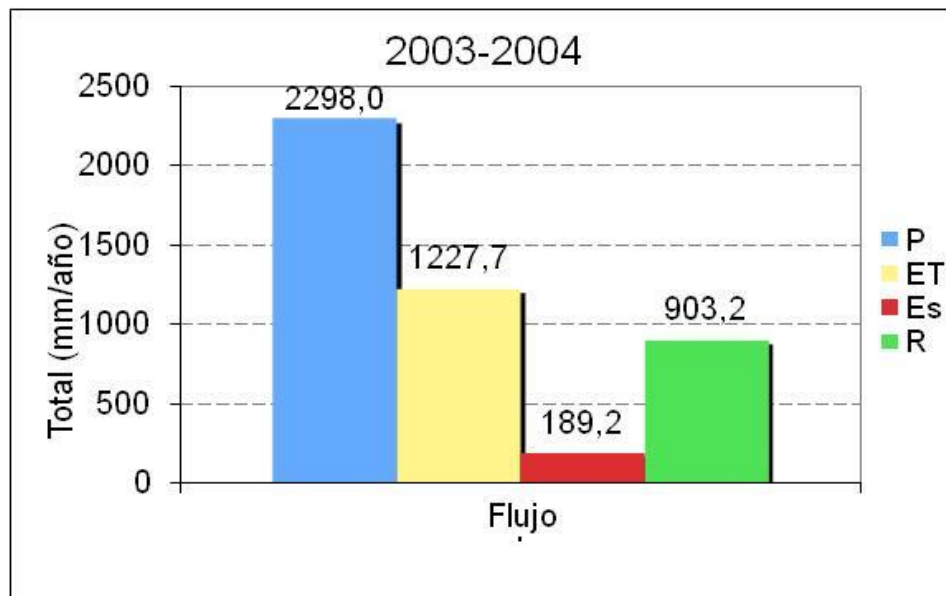
Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en enero y febrero de 2004 y julio de 2003. En la escala mensual, el descenso en la lluvia produce un descenso inmediato en los valores de recarga. Los máximos de recarga se presentan en los meses de junio y noviembre de 2003 (126 y 262 mm/mes) y siguen, al igual que los valores mínimos, la tendencia a la precipitación. En proporción con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 60% (*Tabla 180*).

TABLA 180. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-03	100,4	0,0	112,7	0,0	0,00
abr-03	241,0	13,6	89,9	109,3	45,34
may-03	185,0	2,2	134,4	54,6	29,52
jun-03	218,0	5,7	87,5	126,3	57,92
jul-03	119,0	0,0	122,4	7,6	6,39
ago-03	97,0	6,6	111,1	4,5	4,61
sep-03	221,0	6,2	91,7	73,1	33,06
oct-03	435,0	79,6	92,2	262,1	60,25
nov-03	370,0	69,1	101,5	205,1	55,42
dic-03	87,0	0,0	114,5	31,6	36,26
ene-04	86,0	0,6	86,7	0,0	0,00
feb-04	131,0	5,6	74,2	0,0	0,00
mar-04	108,0	0,0	121,8	29,2	27,07
Total año Abril-Marzo	2.298,0	189,2	1.227,7	903,2	39,31
% Respecto a P		8,2	53,4	39,3	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 173. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico húmedo 2008-2009 y 2010-2011

En la *Tabla 181* y *Tabla 182* se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años húmedos 2008-2009 y 2010-2011, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa menos del 55% de la precipitación para ambos años. Este porcentaje supera los valores de evapotranspiración real y escorrentía estimados en el balance (*Figura 174*).

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses de diciembre a febrero en ambos años. En el mes de noviembre de se presenta un valor máximo de recarga en los dos años hidrológicos (308 mm/mes para 2008 y 250 mm/mes para 2010). Sin embargo, los máximos de recarga coinciden, en general, con los máximos de precipitación (*Tabla 181* y *Tabla 182*).

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-08	228,0	7,7	107,3	92,7	40,64
abr-08	285,5	31,5	112,4	140,7	49,30
may-08	417,0	83,3	113,4	225,0	53,97
jun-08	305,3	3,3	101,2	200,6	65,69
jul-08	300,0	15,5	103,8	181,2	60,40
ago-08	339,1	44,4	101,7	188,1	55,46
sep-08	442,0	93,3	113,6	235,1	53,19
oct-08	413,2	64,1	99,7	249,4	60,36
nov-08	464,0	82,6	75,8	307,6	66,29
dic-08	54,0	0,8	103,7	10,1	18,64
ene-09	147,5	0,0	85,9	11,9	8,07
feb-09	108,0	0,0	107,6	3,2	2,94
mar-09	424,0	84,0	115,7	208,7	49,22
Total año Abril-Marzo	3.699,6	503,0	1.234,2	1.961,5	
% Respecto a P		13,6	33,4	53,0	

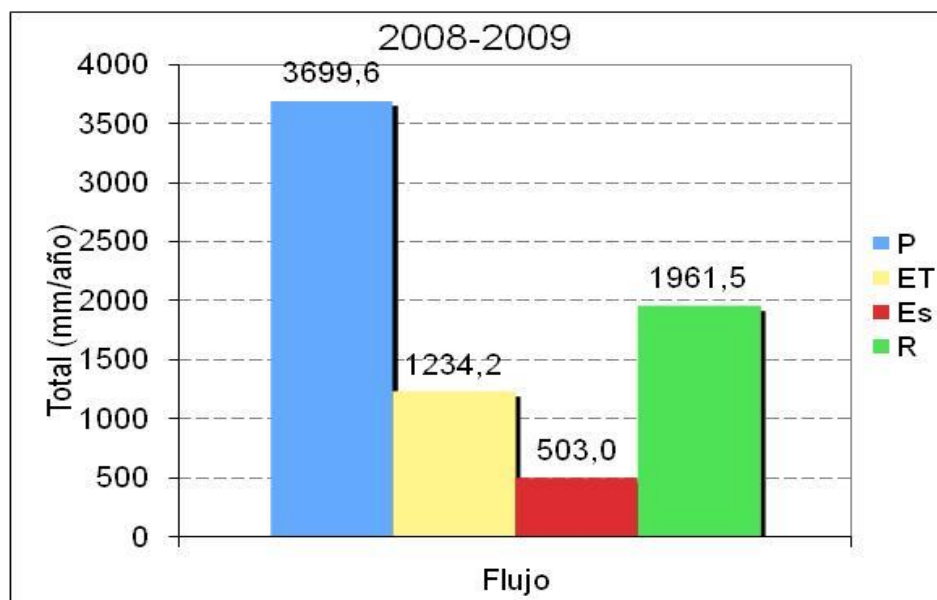
TABLA 182. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN LA IGUANÁ PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011

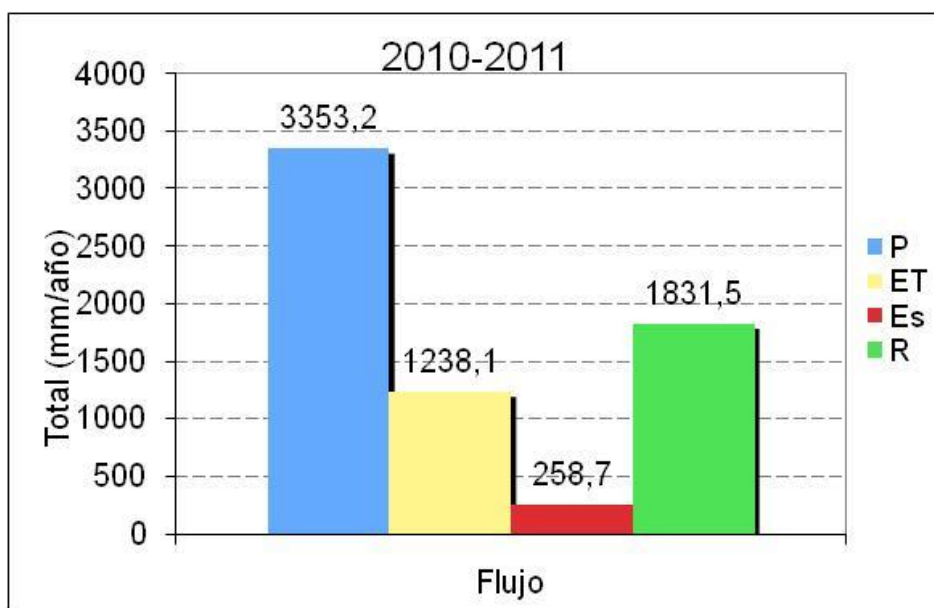
MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-10	87,0	0,0	71,9	0,0	0,00
abr-10	286,5	13,8	112,9	110,6	38,59
may-10	345,0	36,1	115,0	192,2	55,72
jun-10	308,2	15,4	110,5	187,5	60,85
jul-10	301,8	19,7	98,0	178,9	59,26
ago-10	241,6	15,1	96,6	138,5	57,34
sep-10	361,0	39,9	80,7	232,5	64,42
oct-10	280,0	15,5	110,2	153,5	54,83
nov-10	376,0	42,0	84,6	249,5	66,34
dic-10	254,1	23,4	92,8	164,0	64,53

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
ene-11	142,9	12,0	111,8	48,7	34,10
feb-11	203,1	3,6	102,5	41,3	20,32
mar-11	253,0	22,1	122,7	134,3	53,08
Total año Abril-Marzo	3.353,2	258,7	1.238,1	1.831,5	
% Respecto a P		7,7	36,9	54,6	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 174. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN LA IGUANÁ EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.





FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

▪ San Cristóbal

La unidad de balance de esta estación se ubica sobre los depósitos de vertiente.

► Año hidrológico seco 1997-1998 y 2009-2010

En la *Tabla 183* y *Tabla 184*, se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años secos 1997-1998 y 2009-2010, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa respecto a la precipitación, 9% para el año 1997-1998 y 19% para el año 2009-2010. Este porcentaje no supera el porcentaje de evapotranspiración real, pero sí el de escorrentía directa en ambos años. Los principales aportes de la precipitación son a la evapotranspiración y en segundo lugar a la recarga (*Figura 175*).

Cuando aumentan los valores de lluvia, estos no alcanzan a producir recarga en los meses húmedos, salvo en los meses de junio y noviembre. La recarga presenta máximos en el mes de junio (64 mm/mes para 1998 y 63 mm/mes para 2009) y para noviembre (103 mm/mes) de 2009. Para ambos años se produjo un descenso a 0 en la recarga en los meses secos especialmente. En proporción con respecto a la precipitación, la recarga mensual no supera el 40% (*Tabla 183* y *Tabla 184*).

TABLA 183. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO SECO 1997-1998

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-97	165,0	2,2	137,0	0,0	0,0
abr-97	137,5	0,3	112,1	6,5	4,7
may-97	152,9	12,6	108,0	40,6	26,6
jun-97	166,4	0,2	113,3	63,7	38,3
jul-97	35,5	0,0	161,2	0,0	0,0
ago-97	19,3	0,0	47,2	0,0	0,0
sep-97	154,1	2,4	103,0	0,0	0,0
oct-97	173,7	6,5	128,3	0,0	0,0
nov-97	206,9	10,6	114,7	0,0	0,0
dic-97	35,3	0,3	127,9	2,1	6,0
ene-98	13,0	0,0	87,2	0,0	0,0
feb-98	40,6	0,0	40,6	0,0	0,0
mar-98	78,8	0,0	68,1	0,0	0,0
Total año Abril-Marzo	1.214,0	32,9	1.211,6	112,9	9,3
% Respecto a P		2,7	99,8	9,3	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

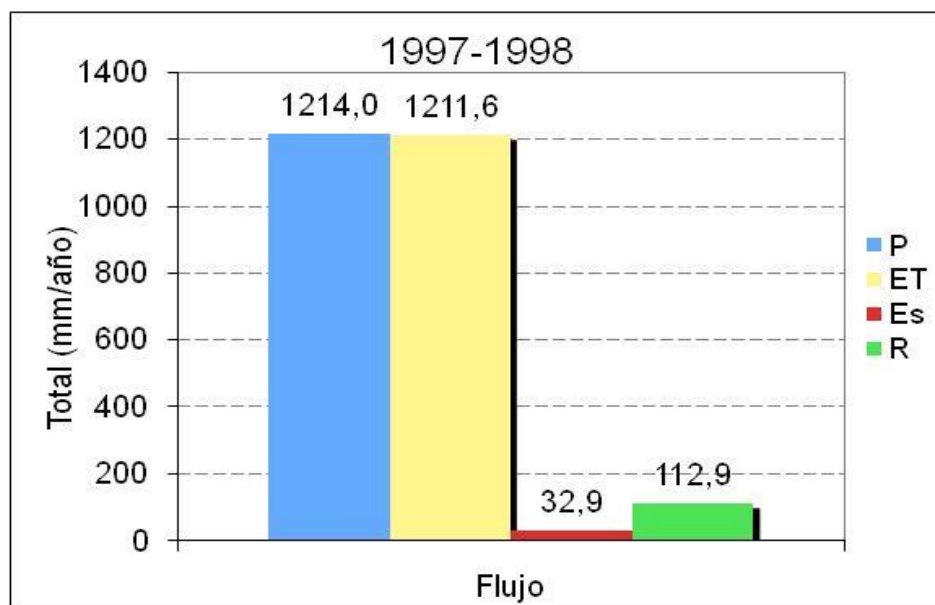
TABLA 184. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO SECO 2009-2010

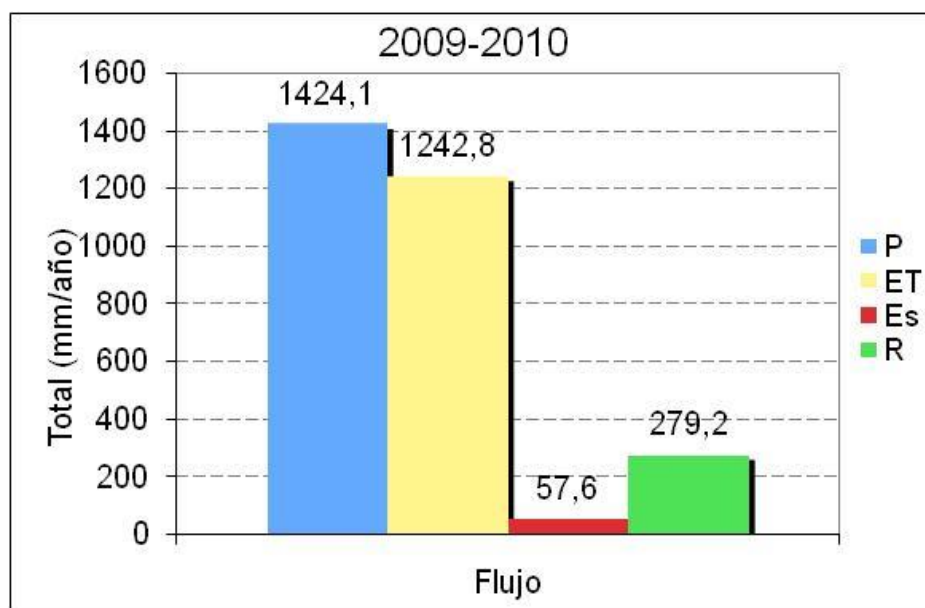
MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-09	173,0	11,2	115,7	0,0	0,00
abr-09	168,4	1,8	97,4	44,8	26,61
may-09	129,4	1,6	107,5	47,6	36,79
jun-09	186,7	7,6	99,9	62,8	33,62
jul-09	94,7	0,0	125,3	20,8	21,96
ago-09	128,1	0,0	128,7	0,0	0,00
sep-09	67,2	0,0	126,6	0,0	0,00
oct-09	212,6	6,7	124,7	0,0	0,00
nov-09	260,8	39,8	103,6	103,3	39,60

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
dic-09	89,4	0,0	105,5	0,0	0,00
ene-10	20,6	0,0	127,8	0,0	0,00
feb-10	20,7	0,0	52,6	0,0	0,00
mar-10	45,5	0,0	43,3	0,0	0,00
Total año Abril-Marzo	1.424,1	57,6	1.242,8	279,2	
% Respecto a P		4,0	87,3	19,6	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 175. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL O EN LOS AÑOS SECOS 1997-1998 Y 2009-2010.





FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico medio 2003-2004

En la Tabla 185, se resumen los resultados del balance para la unidad. Según lo obtenido, la recarga representa el 23% de la precipitación. Este porcentaje supera el porcentaje de escurrimiento superficial estimado en el balance mas no el de evapotranspiración real (Figura 176).

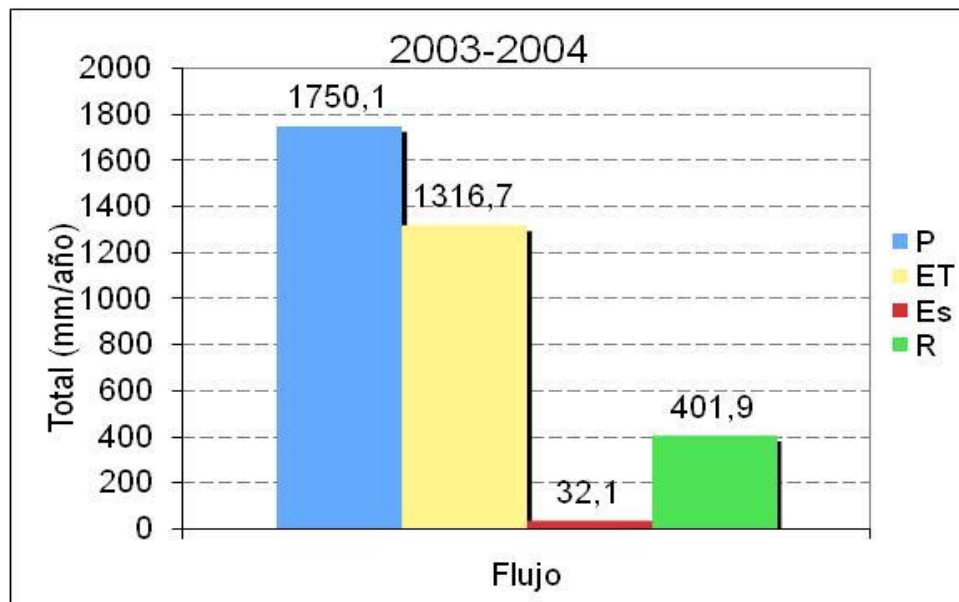
Respecto al comportamiento mensual, la recarga tarda en promedio un mes para responder a la precipitación. El descenso en la lluvia produce un descenso inmediato en los valores de recarga. Se presenta valores 0 de recarga en los meses de abril, julio, septiembre y diciembre de 2003, así como enero a mayo de 2003. Los valores máximos de recarga se presentan en junio y noviembre (125 mm/mes). Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 63% (Tabla 185).

TABLA 185. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO MEDIO 2003-2004

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-03	80,8	0,0	109,4	0,0	0,00
abr-03	214,1	4,0	66,1	0,0	0,00
may-03	198,1	0,7	134,4	25,7	12,95
jun-03	203,3	9,7	87,5	126,8	62,38
jul-03	55,8	0,0	125,4	0,0	0,00
ago-03	117,2	0,0	111,1	0,0	0,00
sep-03	183,7	5,4	92,1	2,0	1,08
oct-03	191,5	1,3	92,2	98,0	51,18
nov-03	229,3	10,4	101,5	124,7	54,38
dic-03	84,1	0,0	158,8	24,8	29,43
ene-04	67,4	0,0	121,6	0,0	0,00
feb-04	125,1	0,5	114,3	0,0	0,00
mar-04	80,5	0,0	111,9	0,0	0,00
Total año Abril-Marzo	1.750,1	32,1	1.316,7	401,9	22,97
% Respecto a P		1,8	75,2	23,0	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 176. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL HERRERA EN EL AÑO MEDIO 2003-2004.



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO "DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ", REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

► Año hidrológico húmedo 2008-2009 y 2010-2011

En la *Tabla 186* y *Tabla 187* se resumen los resultados del balance para la unidad durante los años húmedos 2008-2009 y 2010-2011, respectivamente. Según lo obtenido, la recarga representa menos del 41% de la precipitación para ambos años. Este porcentaje no supera los valores de evapotranspiración real, pero sí los de escorrentía estimados en el balance (*Figura 177*).

Respecto al comportamiento mensual, la recarga sigue la tendencia de la precipitación con los valores mínimos en los meses de enero y febrero. Para ambos años húmedos si se produce una variación en los valores de precipitación, se produce una variación también en los valores de recarga. En los meses húmedos se presentan los valores más altos de recarga en los dos años hidrológicos. Los máximos de recarga se presentan en el mes de noviembre. Con respecto a la precipitación, los aportes mensuales a la recarga fueron inferiores al 70% (*Tabla 186* y *Tabla 187*).

TABLA 186. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO HÚMEDO 2008-2009

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-08	149,7	0,0	107,3	0,0	0,00
abr-08	185,9	0,8	112,4	36,0	19,36
may-08	343,6	66,1	113,4	165,7	48,21
jun-08	251,9	23,9	101,2	127,6	50,66
jul-08	212,6	14,5	103,8	89,0	41,85
ago-08	306,1	41,2	101,7	163,3	53,34
sep-08	240,7	17,3	113,6	109,8	45,62
oct-08	272,2	26,2	99,7	148,1	54,41
nov-08	231,9	4,6	75,8	151,4	65,29
dic-08	68,7	0,0	103,7	7,1	10,33
ene-09	139,6	7,6	97,3	7,2	5,15
feb-09	53,2	0,0	107,6	0,0	0,00
mar-09	173,0	11,2	115,7	0,0	0,00
Total año Abril-Marzo	2.479,4	213,4	1.245,5	1.005,1	40,54
% Respecto a P		8,6	50,2	40,5	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

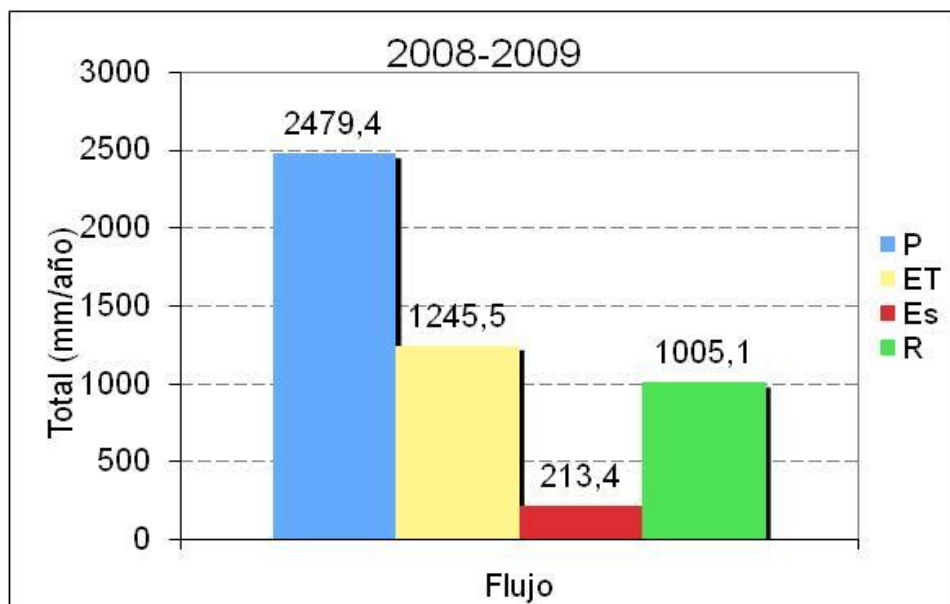
TABLA 187. AGREGACIÓN MENSUAL DE LOS RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO EN LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL PARA EL AÑO HÚMEDO 2010-2011

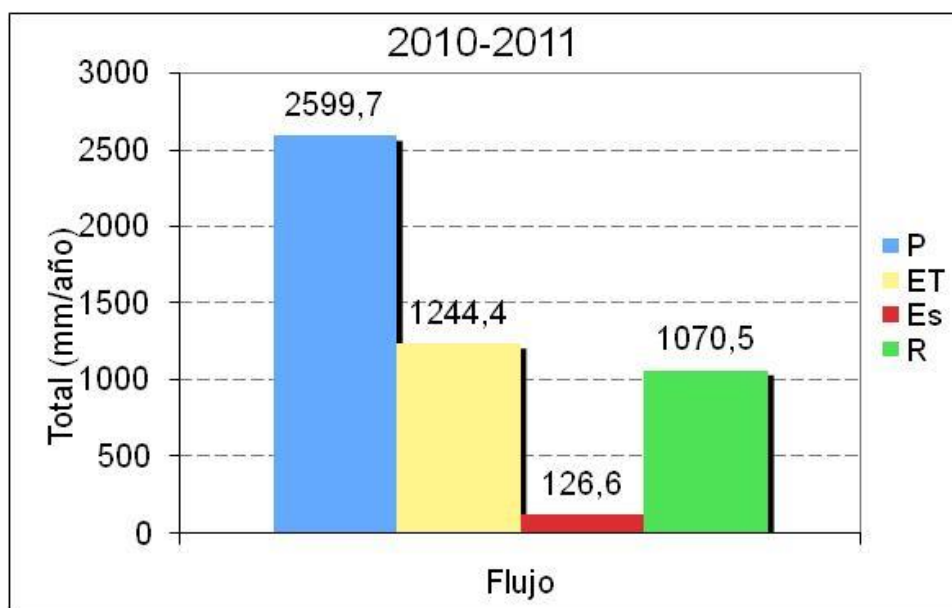
MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
mar-10	45,5	0,0	43,3	0,0	0,00
abr-10	252,4	15,3	112,5	0,0	0,00
may-10	245,5	3,9	115,0	71,2	29,01
jun-10	258,2	17,7	110,5	134,7	52,17
jul-10	251,3	22,2	98,0	126,4	50,28
ago-10	132,7	1,6	96,6	40,9	30,86
sep-10	304,7	20,4	80,7	197,3	64,74

MES	P (mm/mes)	ES (mm/mes)	ET (mm/mes)	R (mm/mes)	R/P (%)
oct-10	236,3	17,8	110,2	108,3	45,82
nov-10	238,5	7,3	84,6	146,6	61,48
dic-10	194,2	4,3	92,8	118,6	61,08
ene-11	121,4	7,0	111,8	35,5	29,25
feb-11	171,2	3,8	109,1	8,7	5,11
mar-11	193,3	5,1	122,7	82,2	42,51
Total año Abril-Marzo	2.599,7	126,6	1.244,4	1.070,5	41,18
% Respecto a P		4,9	47,9	41,2	

FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

FIGURA 177. RESULTADOS ANUALES DE RECARGA PARA LA ESTACIÓN SAN CRISTÓBAL EN LOS AÑOS HÚMEDOS 2008-2009 Y 2010-2011.





FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

De acuerdo con el estudio elaborado por la Universidad de Antioquia, “Es necesario precisar y reiterar que los valores obtenidos al aplicar el balance hídrico, corresponden a recarga potencial, y que esta incluye la recarga neta más el caudal base; según estimativos calculados a partir de condiciones de caudal mínimo en el Valle de Aburrá, este último componente –caudal base- podría representar hasta el 30% de la precipitación. Al sustraer el caudal base de la recarga potencial se obtendría la recarga neta”.

“No puede hablarse de una tendencia espacial marcada en la distribución de la recarga potencial. En términos generales, se observa que para el año seco –el escenario más crítico para la recarga- los valores oscilan entre 7% y 50% de la precipitación. Retomando la consideración planteada anteriormente, en relación con el caudal base, puede notarse que la recarga neta estaría en un orden de magnitud general de máximo el 20% de la precipitación”.

En la *Tabla 188* se presentan los valores de recarga potencial (R) y precipitación (P) para el Valle de Aburrá, para los periodos considerados.

TABLA 188. VALORES DE RECARGA POTENCIAL (R) Y PRECIPITACIÓN (P) PARA EL VALLE DE ABURRÁ PARA LAS ESTACIONES Y LOS PERIODOS CONSIDERADOS.

PERIODO	HACIENDA EL PROGRESO		LA CUCHILLA		TULIO OSPINA		LA IGUANÁ		SAN CRISTOBAL		OLAYA HERRERA		CALDAS		SAN ANTONIO	
	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
2008-2009 HÚMEDO	1.029,30	2.529,20	742,6	2.094,00	610,40	2.078,30	1.961,50	3.700,00	1.005,10	2.479,40	527,00	2.403,90	2.160,10	3.204,30	1.867,50	3.092,00
2003-2004 MEDIO	242,1	1.768,30	417,4	1.964,00	149,3	1.435,00	903,2	2.298,00	903,2	2.298,00	194,8	1.789,60	1.819,50	3.018,30	1.240,10	1.510,90
2009-2010 SECO	332,8	1.525,00	171,2	1.337,00	83	1.127,70	712,8	1.904,20	279,2	1.424,10	191,4	1.283,40	1.244,80	2.477,00	904,70	2.109,80

FUENTE: ESTUDIO “DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ”, REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (2013).

Los balances hídricos presentados son puntuales, porque son calculados para varias estaciones en particular y no son representativos de toda la cuenca.

Para calcular la recarga de los acuíferos es necesario disponer de los parámetros de la ecuación del ciclo hidrológico medidos en campo, particularmente de la precipitación y la escorrentía (determinada en estaciones hidrométricas), metodología que se recomienda aplicar en los próximos estudios hidrológicos que se realicen en el corto o mediano plazo. Ello implica la elaboración de un plan de instrumentación del río Aburrá y de los principales afluentes.

- **Estimación de la recarga potencial por precipitación teniendo en cuenta los métodos empíricos descritos en la Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos (MADS, 2014).**

Con base en la información de la precipitación en la Cuenca del río Aburrá, presentada en el POMCA, se realiza a continuación una estimación de la recarga potencial en la zona de estudio, teniendo en cuenta los métodos empíricos descritos en la Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos (MADS, 2014).

► **Método de Cheeturvedi (Sinha y Sharma, 1988)**

$$r = 1.35 (p - 14)^{0.5}$$

En donde r es la recarga (pulg/año); y p es la precipitación (pulg/año).

De acuerdo con la información del POMCA, en la Cuenca del río Aburrá la mayor precipitación se da en la zona norte, al sur donde nace el río y al sur-occidente del valle. La precipitación en la zona norte de la cuenca es de 2800 a 3200 mm/año. Para el cálculo de la recarga en la zona norte y en la zona sur, se utilizó la precipitación promedio, es decir, 3000 mm/año (118,11 pulg/año).

Zona Norte

$$r = 1,35 (118,11 - 14)^{0.5}$$

$$r = 13,77 \text{ pulg/año} = 349,87 \text{ mm/año}$$

► **Método de Sehgal (1973)**

$$r = 2,5 (p - 16)^{0,5}$$

En donde **r** es la recarga (pulg/año); y **p** es la precipitación (pulg/año).

$$r = 2,5 (118,11 - 16)^{0,5}$$

$$r = 25,26 \text{ pulg/año} = 641,66 \text{ mm/año}$$

Zona Sur

$$r = 1,35 (118,11 - 14)^{0,5}$$

$$r = 13,77 \text{ pulg/año} = 349,87 \text{ mm/año}$$

► **Método de Sehgal (1973)**

$$r = 2,5 (p - 16)^{0,5}$$

En donde **r** es la recarga (pulg/año); y **p** es la precipitación (pulg/año).

$$r = 2,5 (118,11 - 16)^{0,5}$$

$$r = 25,26 \text{ pulg/año} = 641,66 \text{ mm/año}$$

La recarga promedio para la zona norte y para la zona sur de la Cuenca del río Aburrá, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la aplicación de los métodos de Cheeturvedi y Sehgal, es de 495,76 mm/año, respectivamente.

De acuerdo con la información del POMCA, las menores precipitaciones se presentan en la zona central de la cuenca, entre 1400 y 1800 mm/año. Para el cálculo de la recarga en la zona central se utilizó la precipitación promedio, es decir, 1600 mm/año (62,99 pulg/año).

$$r = 1,35 (62,99 - 14)^{0,5}$$

$$r = 9,45 \text{ pulg/año} = 240,03 \text{ mm/año}$$

► **Método de Sehgal (1973)**

$$r = 2,5 (p - 16)^{0,5}$$

En donde **r** es la recarga (pulg/año); y **p** es la precipitación (pulg/año).

$$r = 2,5 (62,99 - 16)^{0,5}$$

$$r = 17,13 \text{ pulg/año} = 435,28 \text{ mm/año}$$

La recarga promedio para la zona central de la Cuenca del río Aburrá, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la aplicación de los métodos de Cheeturvedi y Sehgal, es de 337,65 mm/año.

Para calcular la recarga potencial en toda la Cuenca del río Aburrá, en términos de volumen anual, se utilizó el área de la cuenca, de 1251 km² (POMCA, 2007), y una infiltración promedio anual para toda la cuenca de 443,05 mm/año.

$$R = 554,25 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$R = 554,25 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Para un área de 120.720,86 Ha (CPA Ingeniería S.A.S., 2016), R corresponde a = 535,033 x 106 m³/año, R = 535,033 Mm³/año

Cualquiera de los dos valores calculados es muy alto para el tipo de rocas existentes en la cuenca. Dichos valores pueden estar sobreestimados, y la recarga real debe ser mucho menor que la recarga potencial, por lo menos en un orden un de magnitud.

Un valor más ajustado a la realidad se podrá obtener cuando la infiltración y recarga se calcule con base en parámetros medidos en campo, particularmente el de la escorrentía superficial que sea obtenida en estaciones hidrométricas, y cuando las fórmulas utilizadas para el cálculo de la evapotranspiración hayan sido debidamente calibradas, ya que dichas fórmulas pueden tener un alto grado de incertidumbre para la zona de estudio.

2.3.3.10.1. *Parámetros hidráulicos de los sistemas acuíferos identificados*

En la *Tabla 189* se presentan los parámetros hidráulicos estimados, con base en pruebas de bombeo de la unidad acuífera A1 (de acuerdo con la caracterización presentada en el POMCA), que está conformada por los depósitos aluviales, terrazas aluviales, depósitos aluviotorrenciales y abanicos aluviales.

TABLA 189. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO A1

POZO	MÉTODO	T (m ² /día)	S	K (M/DÍA)
Delmaíz	Theis	5.71	2.7*10 ⁻⁶	0,18
Postobón	Theis	12.04	7.1*10 ⁻⁵	0,54
Invatex	Theis	10.04	5.8*10 ⁻⁶	0,25
Qca Amtex	Theis	0.23	2.6*10 ⁻⁶	
Terpel la 65	Recuperación	91.7		4,6
Motel Motivos	Recuperación	5.71		0,32

FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ (TOMADO DEL ESTUDIO ZONAS DE RECARGA Y ACUÍFEROS EN EL VALLE DE ABURRÁ (UDEA. 2002)

De acuerdo con las conclusiones del POMCA: las pruebas de bombeo se concentran en sitios específicos, además, los parámetros hidráulicos del acuífero no pueden tomarse como datos para toda la cuenca, siendo entonces parámetros representativos de las zonas en particular.

Esto se debe a las limitaciones tanto de existencia de pozos y las características apropiadas para realizar una prueba de bombeo, como de la logística necesaria para realizarlas sin afectar procesos industriales, solicitud de permisos, etc.

Los parámetros pueden tener un alto grado de incertidumbre, porque las pruebas de bombeo no son realizadas con información obtenida en pozos de observación (particularmente el coeficiente de almacenamiento.)

En la *Tabla 190* se presentan los parámetros hidráulicos estimados en los estudios “Actualización del Inventario de Captaciones de Agua Subterránea en la Zona Urbana del Valle de Aburrá”, efectuado entre el AMVA y la Universidad Nacional de Colombia, 2008 (en el cual se realizaron 16 pruebas de bombeo en el municipio de Medellín, 4 en Itagüí, 3 en La Estrella, 2 en Envigado y 2 en Sabaneta), y en estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el

centro y sur del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2013), en el cual se realizaron dos pruebas de bombeo practicadas en dos (2) piezómetros contruidos en el desarrollo del estudio.

TABLA 190. PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

MUNICIPIO	NOMBRE	ESTE (m)	NORTE (m)	T (m ² /día)	K (m/día)
Medellín**	Body Tech (Parqueadero)	833680	1176515	0,2	0,03
Medellín**	Parqueadero Gym Forma	834410	1179228	0,84	0,17
Medellín**	Lavadero Katamaran	833496	1176731	22,33	16,41
Medellín**	Correcaminos	834842	1181592	53,89	53,89
Medellín**	Zebripark	834459	1183213	18,53	18,53
Medellín**	Lavautos y Lubricantes Sagrado Corazón	835960	1182465	35,79	8,97
Medellín**	Lavatecsa	832904	1177327	6,88	0,43
Medellín**	Creaciones Prastin	833331	1178312	26,56	12,69
Medellín**	Estación Terpel El Rodeo. Tres A.M S.A.	832403	1178539	0,8	0,08
Medellín**	Agua Pura Lavandería y Tintorería S.A.	834010	1180575	16,75	15,23
Medellín**	Lavautos Jimmy Car	830047	1181380	2,72	0,68
Medellín**	Parqueadero la 88	830702	1183166	0,15	0,04
Medellín**	Parqueadero Cima	832583	1181136	1,16	0,23
Medellín**	Estación de servicio Esso Laureles	832305	1182692	4,12	0,52
Medellín**	Lavadero El Escorial	832936	1184395	29,78	14,89
Medellín**	Club Social Doña Clarita	833661	1185633	2,89	0,72
Medellín*	Unidad Deportiva de Belén	832630	1181506	0,48	-
Itagüí**	Laminaco S.A.	832624	1175812	3,66	0,53
Itagüí**	Seditrans S.A.	829873	1173343	4,71	1,57
Itagüí**	Gomez y Moncada S.A.	829745	1173661	0,3	0,02
Itagüí**	Proteco S.A.	831894	1176377	0,55	0,05
La Estrella**	Inversiones Siderense. Parqueadero Terminal	826660	1173236	0,3	0,02
La Estrella**	Motel El Bosque	827334	1172562	0,19	0,02
La Estrella**	Industrias Gales Ltda.	828066	1172651	2,31	0,14
La Estrella*	Colegio Divino Salvador	827303	1173411	0,48	-
Envigado**	Cimbrados S.A.	831782	1173582	23,1	0,46
Envigado**	Terpel El Escobero	833801	1173865	4,83	0,96

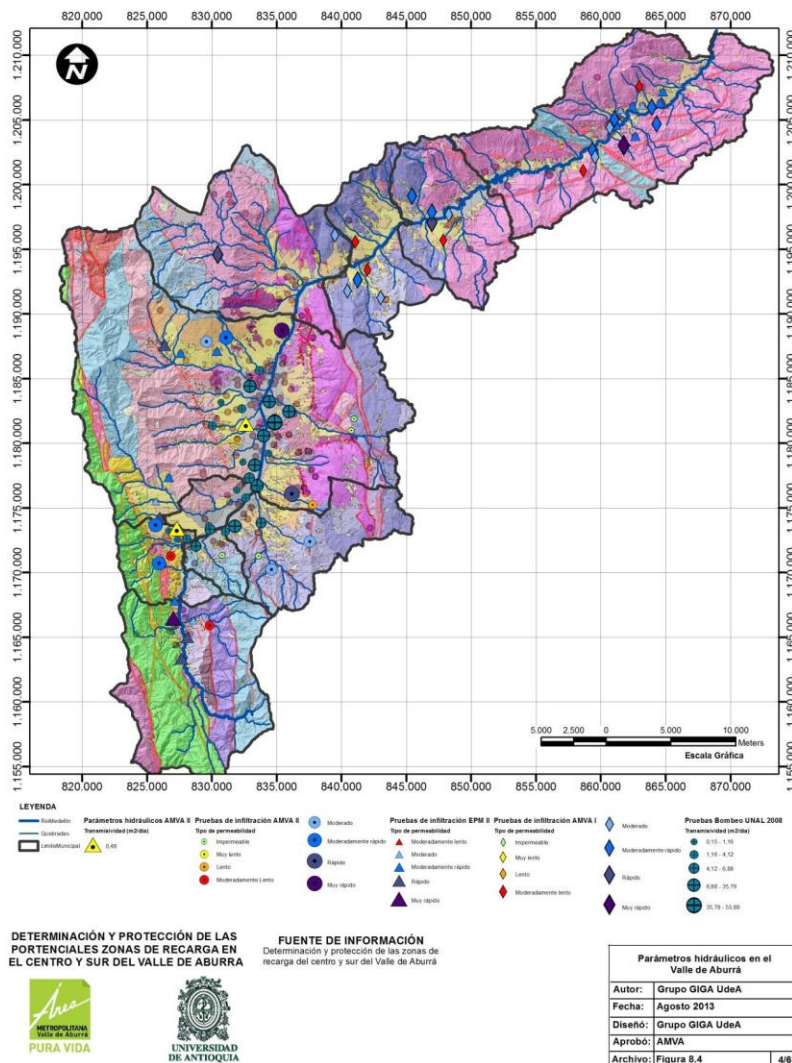
MUNICIPIO	NOMBRE	ESTE (m)	NORTE (m)	T (m ² /día)	K (m/día)
Sabaneta**	Perfiles Técnicos Ltda.	831055	1173203	3,27	0,65
Sabaneta**	Terminal Sotrames	828793	1172063	4,83	0,96

*OBTENIDAS EN ESTUDIO DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ (UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013).

**REALIZADAS EN EL ESTUDIO ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE CAPTACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEA EN LA ZONA URBANA DEL VALLE DE ABURRÁ (AMVA & UNAL, 2008)

En el mapa hidrogeológico presentado en la *Figura 178*, se muestra la localización de pozos y la información de parámetros hidráulicos obtenida a partir de la información reportada en las 34 pruebas de bombeo (Universidad de Antioquía, 2013).

FIGURA 178. LOCALIZACIÓN DE POZOS CON PRUEBAS DE BOMBEO E INFORMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS



FUENTE: OBTENIDA A PARTIR DE LA INFORMACIÓN REPORTADA EN 34 PRUEBAS DE BOMBEO (UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÍA, 2013).

2.3.3.11. Estimación de la calidad de aguas subterráneas

El análisis de la calidad del agua subterránea se hace con base en información disponible obtenida en estudios previos.

2.3.3.11.1. Calidad del agua subterránea

La caracterización físico-química realizada en el Estudio Inventario de Aguas Subterráneas en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2001), consistió en analizar 51 muestras tomadas durante el mismo estudio, añadidas a los resultados de 79 muestras aportados por empresas o estudios pasados. Los parámetros medidos en las muestras fueron: PH, temperatura, dureza, conductividad, cloruros, sulfatos, hierro, nitratos y nitritos, turbiedad y color.

El análisis bacteriológico consistió en analizar 31 muestras del estudio, y 14 analizados y suministrados por otras empresas.

El análisis de calidad de aguas se hizo a partir del muestreo de 14 captaciones, 11 del acuífero libre y 3 del semiconfinado, (UdeA, 2001) (*Figura 179*). Desde el punto de vista fisicoquímico, los resultados de las muestras pertenecientes al acuífero A1 (11 muestras), se concluyó que el agua **es no apta para consumo humano**, dado que algunos parámetros no cumplen los valores límites exigidos en el Decreto 475 de 1998, derogado por el art. 35, Decreto Nacional 1575 de 2007 y la normatividad recomendada por la Organización Mundial de la Salud, OMS. Del total de muestras, el 36% sobrepasan los valores establecidos para turbiedad, 9% color, 36% nitratos, 27% dureza total, 18% sólidos totales, 90% grasas y aceites, 27% hierro total, esto implica que se debe realizar tratamientos consistentes básicamente en filtración, coagulación y en algunos casos aireación para oxidar el hierro, con el objeto de potabilizarlas.

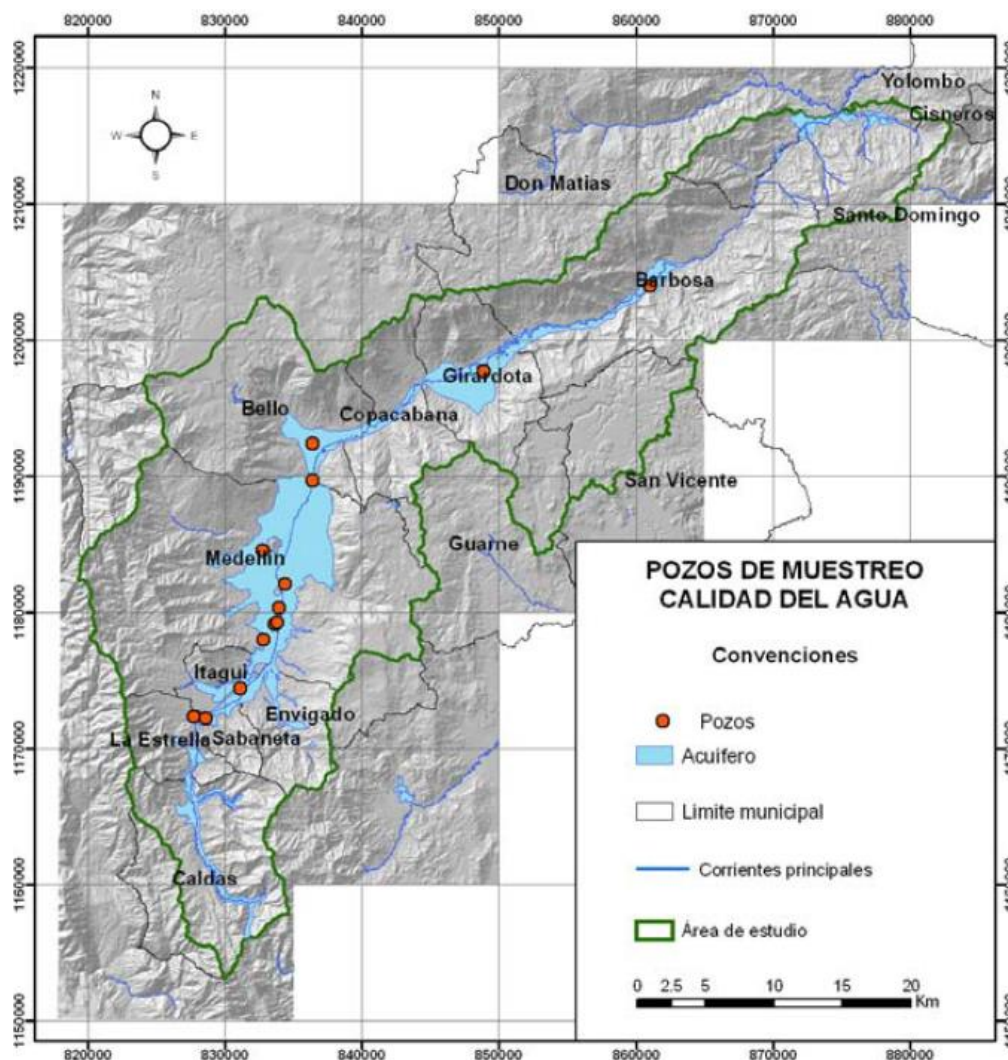
En cuanto el aspecto bacteriológico, para el acuífero libre el pozo de la empresa Postobón y el aljibe de la finca la Shina son los únicos pozos que presenta ausencia de coliformes totales y fecales.

De los pozos y aljibes muestreados se encontró que el 45% de los pozos a los cuales se les tomó muestra están clasificados como de aguas duras, un 45% sobrepasan la norma nacional e internacional para concentraciones superiores a 0.3 mg/l de hierro y otro 18% presentan concentraciones importantes de cloruros, lo cual pueden ocasionar obstrucciones o incrustaciones en tuberías o calderas.

Desde el punto de vista fisicoquímico, los resultados de las muestras pertenecientes al acuífero A2 (3 muestras) concluyeron que el agua es no potable, dado que algunos parámetros no cumplen los valores límites exigidos en el Decreto 475 de 1998, derogado por el art. 35, Decreto Nacional 1575 de 2007 y la normatividad recomendada por la OMS. Del total de muestras el 66.7% sobrepasan los valores establecidos para turbiedad, 33.3% nitratos, 66.7% dureza total, 66.7% sólidos totales,

66.7% hierro total. Esto implica que se debe realizar tratamientos consistentes básicamente en filtración, coagulación y en algunos casos aireación para oxidar el hierro, con el objeto de potabilizarlas.

FIGURA 179. UBICACIÓN DE LOS POZOS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA



FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ, 2007

Con respecto a la calidad del agua subterránea, se cuenta con varios registros de análisis fisicoquímicos de estudios anteriores. Desde el punto de vista temporal, la dinámica natural de los procesos de infiltración y afectación antrópica de las aguas subterráneas amerita muestreos

periódicos de elementos o compuestos específicos para detectar problemas de contaminación puntual o regional en todo el Área Metropolitana.

Según lo anterior, se puede establecer que el agua subterránea no es apta para consumo humano, esto se puede solucionar tratándola, pero no se puede establecer el grado de contaminación por otros compuestos que podrían ser tóxicos.

2.3.3.11.2. *Red de monitoreo ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá – Medellín. REDRÍO – agua subterránea (2011).*

De acuerdo con la información disponible, la red de monitoreo de aguas subterráneas está integrada por 94 puntos en el Valle de Aburrá. Los parámetros medidos en cada uno de los puntos, son los siguientes:

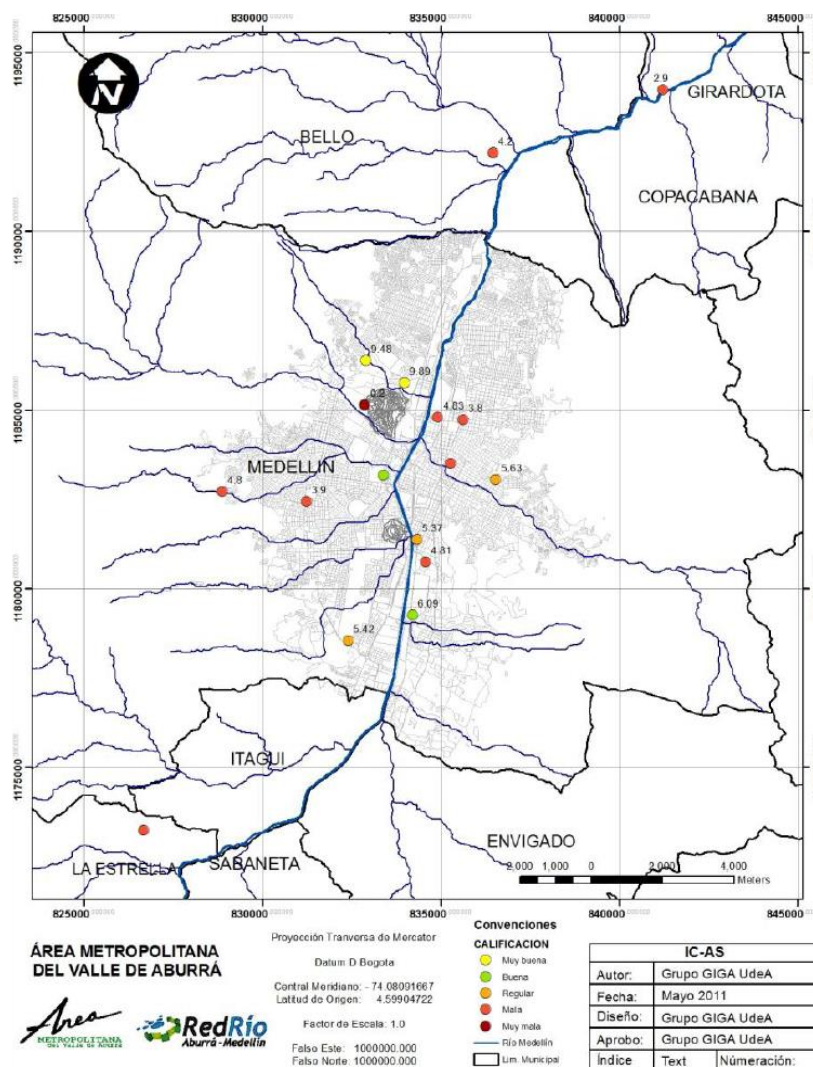
- Coliformes fecales y totales
- DBO5, DQO
- Color, Turbiedad
- Sólidos totales
- Carbono orgánico soluble
- Grasas y aceites
- Detergentes
- Cianuro, Cromo, Níquel, Sulfuros y Zinc

En la *Figura 180* se presenta un mapa con el índice de Calidad del agua subterránea (ICA-AS) para el año 2011, realizado por la Universidad de Antioquia, con base en información de la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá – Medellín RedRío.

▪ **Estudio Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá (Universidad de Antioquia, 2013)**

En el desarrollo del estudio Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá (Universidad de Antioquia, 2013), se realizaron de 15 análisis de calidad, a muestras de agua tomadas de manantiales, considerando las condiciones que debe tener un agua para ser destinada al consumo humano.

FIGURA 180. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA – 2011



FUENTE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIÁ, 2011

En la *Tabla 191*, se muestra la localización de cada uno de los manantiales muestreados en el centro y sur del Valle de Aburrá.

TABLA 191. COORDENADAS DE LOS MANANTIALES MONITOREADOS

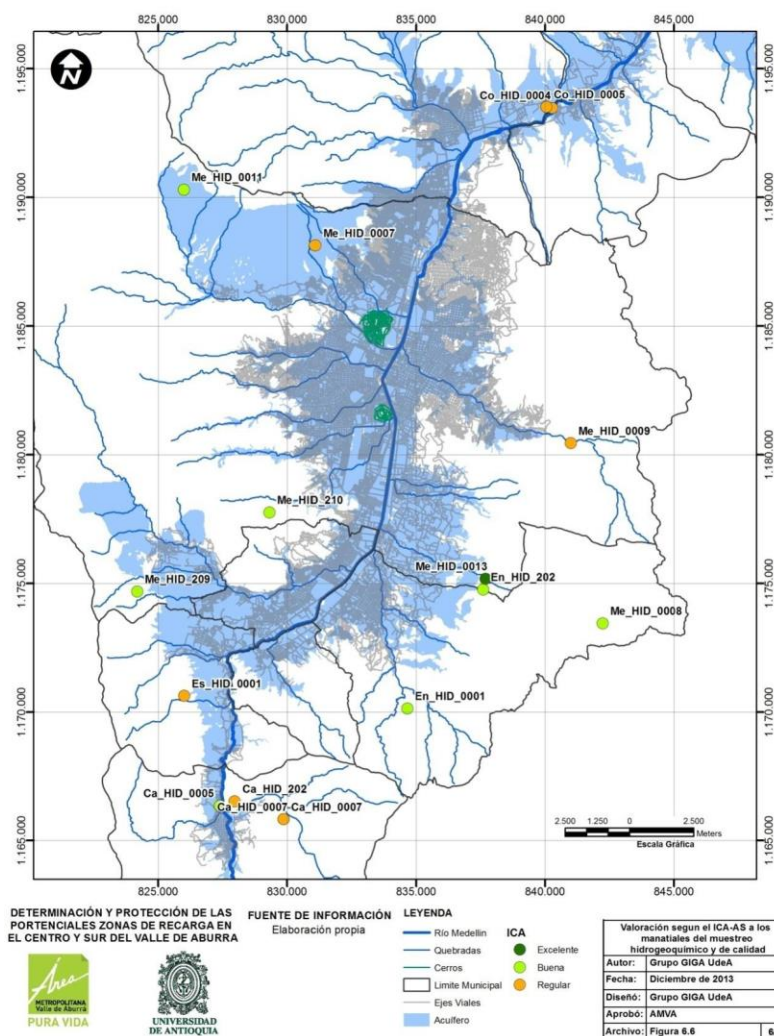
CÓDIGO	CÓDIGO LABORATORIO	FECHA	MUNICIPIO	ESTE	NORTE
				(m)	(m)
Ca_HID_202	802WEC2	23/07/2013	Caldas	827938	1166557
Ca_HID_0007	802WEC1	23/07/2013	Caldas	829798	1165938
Ca_HID_0005	802WEC8	24/07/2013	Caldas	827352	1166404
Es_HID_0001	802WEC9	24/07/2013	La Estrella	825986	1170666
En_HID_0001	802WEC12	25/07/2013	Envigado	834630	1170144
En_HID_202	802WEC5	23/07/2013	Medellín	837605	1174804
Me_HID_0007	802WEC11	24/07/2013	Medellín	831113	1188157
Me_HID_0009	802WEC15	25/07/2013	Medellín	841023	1180478
Me_HID_0011	802WEC10	24/04/2013	Medellín	826028	1190321
Me_HID_0013	802WEC13	25/07/2013	Medellín	837529	1177588
Me_HID_0008	802WEC14	25/07/2013	Envigado	842206	1173429
Me_HID_209	802WEC3	23/07/2013	Medellín	824172	1174719
Me_HID_210	802WEC4	23/07/2013	Medellín	829251	1177712
Co_HID_0004	802WEC7	24/07/2013	Copacabana	840157	1193365
Co_HID_0005	802WEC6	24/07/2013	Copacabana	840060	1193366

FUENTE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÍA, 2011

De acuerdo con la resolución 2115 de 2007, el parámetro que menos se cumple en los manantiales monitoreados es el de coliformes totales, con un 93,3% de los sitios muestreados por fuera del valor aceptado en la norma, el siguiente parámetro que incumple la norma es el pH, con un 20% de los manantiales por fuera del valor aceptado. La alcalinidad y el magnesio disuelto presentan un 13,3% de las muestras por fuera del valor aceptado.

En el estudio se determinó el índice de calidad ICA-AS, el cual está diseñado para evaluar la calidad del agua subterránea que quiere usarse con fines domésticos, en relación con la normatividad colombiana. En *Figura 181* se presenta este índice para los manantiales monitoreados.

FIGURA 181. VALORACIÓN SEGÚN EL ICA-AS A LOS MANANTIALES ANALIZADOS EN EL MUESTREO HIDROGEOQUÍMICO



FUENTE: TOMADO DE DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ (UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013)

Para todo el Valle de Aburrá, se cuenta con 64 análisis de muestras de agua subterránea que poseen todos los parámetros necesarios para la obtención del Índice de Calidad del Agua Subterránea, ICA-AS, los resultados de esta evaluación se encuentran referenciados en la [Tabla 192](#) y en el mapa de la [Figura 182](#).

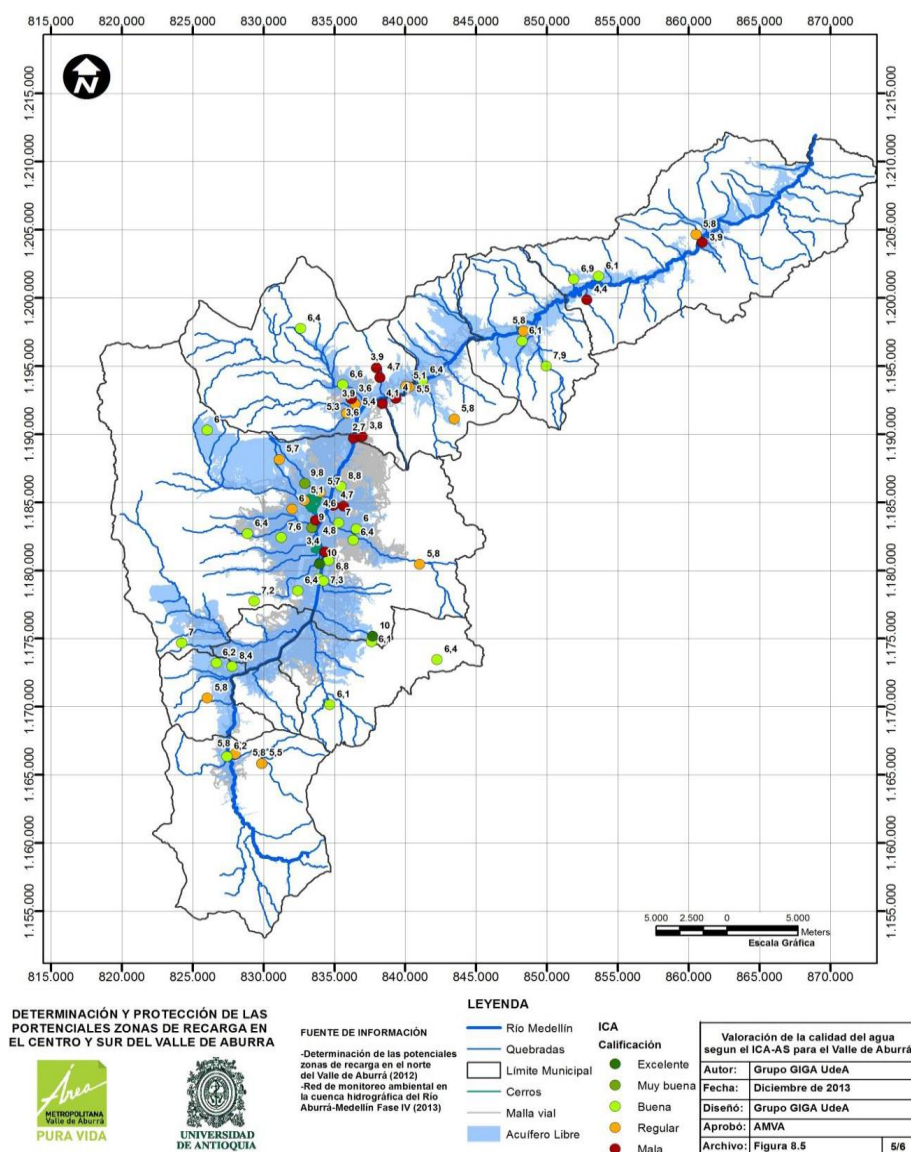
**TABLA 192. PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADOS PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL
AGUA SUBTERRÁNEA, ICA-AS, POR LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013**

CÓDIGO	CÓDIGO LABORATORIO	FECHA	MUNICIPIO	ESTE	NORTE
				(m)	(m)
Ca_HID_202	802WEC2	23/07/2013	Caldas	827938	1166557
Ca_HID_0007	802WEC1	23/07/2013	Caldas	829798	1165938
Ca_HID_0005	802WEC8	24/07/2013	Caldas	827352	1166404
Es_HID_0001	802WEC9	24/07/2013	La Estrella	825986	1170666
En_HID_0001	802WEC12	25/07/2013	Envigado	834630	1170144
En_HID_202	802WEC5	23/07/2013	Medellín	837605	1174804
Me_HID_0007	802WEC11	24/07/2013	Medellín	831113	1188157
Me_HID_0009	802WEC15	25/07/2013	Medellín	841023	1180478
Me_HID_0011	802WEC10	24/04/2013	Medellín	826028	1190321
Me_HID_0013	802WEC13	25/07/2013	Medellín	837529	1177588
Me_HID_0008	802WEC14	25/07/2013	Envigado	842206	1173429
Me_HID_209	802WEC3	23/07/2013	Medellín	824172	1174719
Me_HID_210	802WEC4	23/07/2013	Medellín	829251	1177712
Co_HID_0004	802WEC7	24/07/2013	Copacabana	840157	1193365
Co_HID_0005	802WEC6	24/07/2013	Copacabana	840060	1193366
Ca_HID_202	802WEC2	23/07/2013	Caldas	827938	1166557
Ca_HID_0007	802WEC1	23/07/2013	Caldas	829798	1165938
Ca_HID_0005	802WEC8	24/07/2013	Caldas	827352	1166404
Es_HID_0001	802WEC9	24/07/2013	La Estrella	825986	1170666
En_HID_0001	802WEC12	25/07/2013	Envigado	834630	1170144
En_HID_202	802WEC5	23/07/2013	Medellín	837605	1174804
Me_HID_0007	802WEC11	24/07/2013	Medellín	831113	1188157
Me_HID_0009	802WEC15	25/07/2013	Medellín	841023	1180478
Me_HID_0011	802WEC10	24/04/2013	Medellín	826028	1190321
Me_HID_0013	802WEC13	25/07/2013	Medellín	837529	1177588
Me_HID_0008	802WEC14	25/07/2013	Envigado	842206	1173429
Me_HID_209	802WEC3	23/07/2013	Medellín	824172	1174719
Me_HID_210	802WEC4	23/07/2013	Medellín	829251	1177712

CÓDIGO	CÓDIGO LABORATORIO	FECHA	MUNICIPIO	ESTE	NORTE
				(m)	(m)
Co_HID_0004	802WEC7	24/07/2013	Copacabana	840157	1193365
Co_HID_0005	802WEC6	24/07/2013	Copacabana	840060	1193366

FUENTE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÍA, 2011

FIGURA 182. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ICA-AS PARA EL VALLE DE ABURRÁ

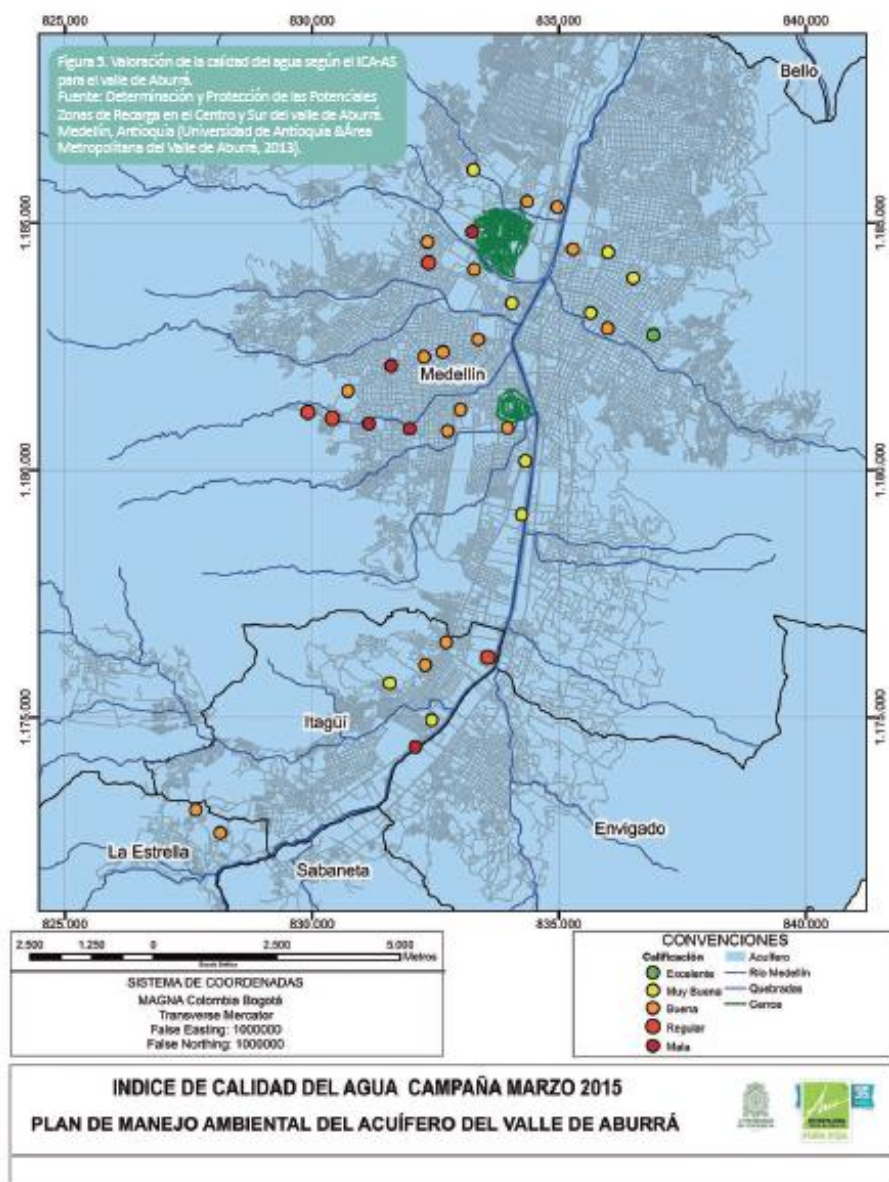


FUENTE: TOMADO DE DETERMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS POTENCIALES ZONAS DE RECARGA EN EL CENTRO Y SUR DEL VALLE DE ABURRÁ (UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2013).

2.3.3.11.3. *Estudio Fase diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá” (2015).*

Para todo el Valle de Aburrá se cuenta con una red de monitoreo con 64 puntos para análisis de muestras de agua subterránea, en ellos se hace seguimiento a los parámetros necesarios para la obtención del Índice de Calidad del Agua Subterránea, ICA–AS. Según los resultados obtenidos en la última campaña de monitoreo realizada en marzo de 2015, en los municipios de Barbosa, Bello y Medellín se reportan los valores ICA–AS más bajos, con una calificación de mala; la calificación de regular y buena se distribuye en el resto del valle; la categoría excelente se detecta en dos puntos, los más profundos de la red de monitoreo (*Figura 183*).

FIGURA 183. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA



FUENTE: TOMADA DEL ESTUDIO FASE DIAGNÓSTICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2015.

2.3.3.11.4. Documento Piragua

En el presente estudio, para estimar la calidad de agua subterránea, se utilizó la información físico química disponible de 18 puntos de agua subterráneas monitoreados en el municipio de Envigado, y que forman parte de la 4o de aguas subterráneas – 2015, en la Cuenca del río Aburrá.

En la *Tabla 193* se presentan los puntos de agua subterránea monitoreados en el municipio de Envigado, y forman parte de la red de monitoreo de aguas subterráneas - 2015, en el Valle de Aburrá, con base en la información del informe Piragua.

TABLA 193. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE ENVIGADO.

ID	TIPO	LOCALIZACIÓN	MUNICIPIO	ESTE (MAGNA BOG)	NORTE (MAGNA BOG)
104	No Data	Daniel Otero - Vereda Pantanillo	Envigado	842397	1173116
105	No Data	Martha Escobar - Vereda Palmas	Envigado	839124	1174783
106	No Data	Gustavo Pertuz - Vereda Palmas	Envigado	839544	1172259
107	No Data	Ayura Motor - Barrio Las Vegas	Envigado	833047	1175742
108	No Data	Estación de servicio ESSO - Barrio Jardines	Envigado	833206	1174805
109	No Data	Estación Terpel Las Palmas - Vereda Las Palmas	Envigado	841048	1172922
110	No Data	Parcelación Valle Alto - Vereda Las Palmas	Envigado	839230	1172106
111	No Data	Cotraservi - Barrio Las Vegas	Envigado	831301	1173953
112	Aljibe	Vía Manantiales - Manantiales	Envigado	838268	1172678
113	Pozo	Pozo Balmoral - Manantiales	Envigado	839380	1173695
115	Manantial	Vereda Perico	Envigado	842499	1175333
116	No Data	Finca La Marta Vereda Perico	Envigado	841944	1175872
117	Manantial	Vereda Pantanillo	Envigado	843468	1175223
118	No Data	Granero Rancho Morales - Vereda Las Palmas	Envigado	839523	1174382
119	No Data	Plan Parcial Brujas Norte - Vereda Escobero	Envigado	834848	1173338
120	No Data	Cedro Verde - Vereda Las Palmas	Envigado	837583	1174753
146	Aljibe	Parqueadero La 40 Sur	Envigado	833573	1173028
147	Aljibe	Serviyß	Envigado	832022	1173687

FUENTE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2011

En el *Anexos Diagnostico / Anexo8 Caract FisicoBiotica / 3Hidrogeología Hidrología*, se presentan los parámetros analizados y los resultados físico químicos obtenidos, de las 18 muestras de agua tomadas en el municipio de Envigado, los cuales se utilizaron para estimar la calidad del agua

subterránea, de acuerdo con lo establecido en la resolución 2115 del 2007, en lo referente a las características físicas y químicas del agua para consumo humano.

De acuerdo con los criterios para las características físicas y químicas del agua para consumo humano, quince (15), de muestras analizadas (83%), cumplen con el valor máximo aceptable para color aparente; seis (6) muestras (el 33%) cumplen con el valor máximo aceptable para Turbiedad; siete (7) muestras (38%) cumplen con el valor máximo aceptable para el potencial de hidrógeno (pH).

Con respecto a las características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, se concluye que en todas las muestras analizadas, el carbono orgánico total (COT) y los nitritos se encuentran por debajo del valor máximo aceptable; y en 17 muestras (el 95%), las concentraciones de nitratos se encuentran por debajo del valor máximo aceptable.

En lo referente a las características químicas del agua para consumo humano, en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, se tiene que en todas las muestras analizadas, la concentración de: calcio, alcalinidad total (Caco3), cloruros, dureza total, Hierro, Magnesio, sulfatos (SO4) y de fosfatos (PO4) no sobrepasan el valor máximo aceptable.

Según el Decreto número 475 de 1998, el agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico. Número Más Probable (NMP): Coliformes totales: 0 microorganismos/100ml, E. coli: 0 microorganismos /100ml

De acuerdo con los resultados reportados, en los análisis microbiológicos de las 18 muestras de agua, tomadas de la red de monitoreo de agua subterránea en el municipio de Envigado, en todos los puntos de agua subterránea monitoreados, se identificó la presencia de coliformes totales y E coli.

En conclusión, el agua de algunos de los puntos monitoreados, no cumplen con normatividad para consumo humano, por lo cual se requerirá de tratamiento para su consumo. En (Anexos Diagnóstico / Anexo8 Caract FísicoBiótica / 3Hidrogeología Hidrología), se pueden observar (subrayadas en color amarillo), las muestras que sobrepasan los valores máximos

permisibles para los parámetros analizados, de acuerdo con la resolución 2115 de 2007, expedida por Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

2.3.3.11.5. *Evaluación de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación*

En el estudio “Fase diagnóstico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2015), se determinó la vulnerabilidad a la contaminación para el acuífero libre. De acuerdo con el mapa de vulnerabilidad elaborado para el PMAA, la vulnerabilidad se clasificó en media, alta y extrema.

La vulnerabilidad media se considera asociada a los depósitos de vertiente, la vulnerabilidad alta se presenta en la parte baja del valle, donde el acuífero libre está compuesto principalmente por los depósitos aluviales del río Aburrá – Medellín, y la vulnerabilidad extrema que se manifiesta en una pequeña porción de los aluviotorrenciales de la quebrada Doña María. En la *Figura 184*, se presenta el mapa de vulnerabilidad elaborado para el acuífero libre, en el Plan de Manejo Ambiental del acuífero del Valle de Aburrá. No se dispone de información para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero conformado por las Dunitas de Medellín, y de otras unidades geológicas que pueden constituir acuíferos de porosidad secundaria. Para la mayor parte de la cuenca no existe información confiable que permita complementar el mapa de vulnerabilidad en las rocas ígneas y metamórficas.

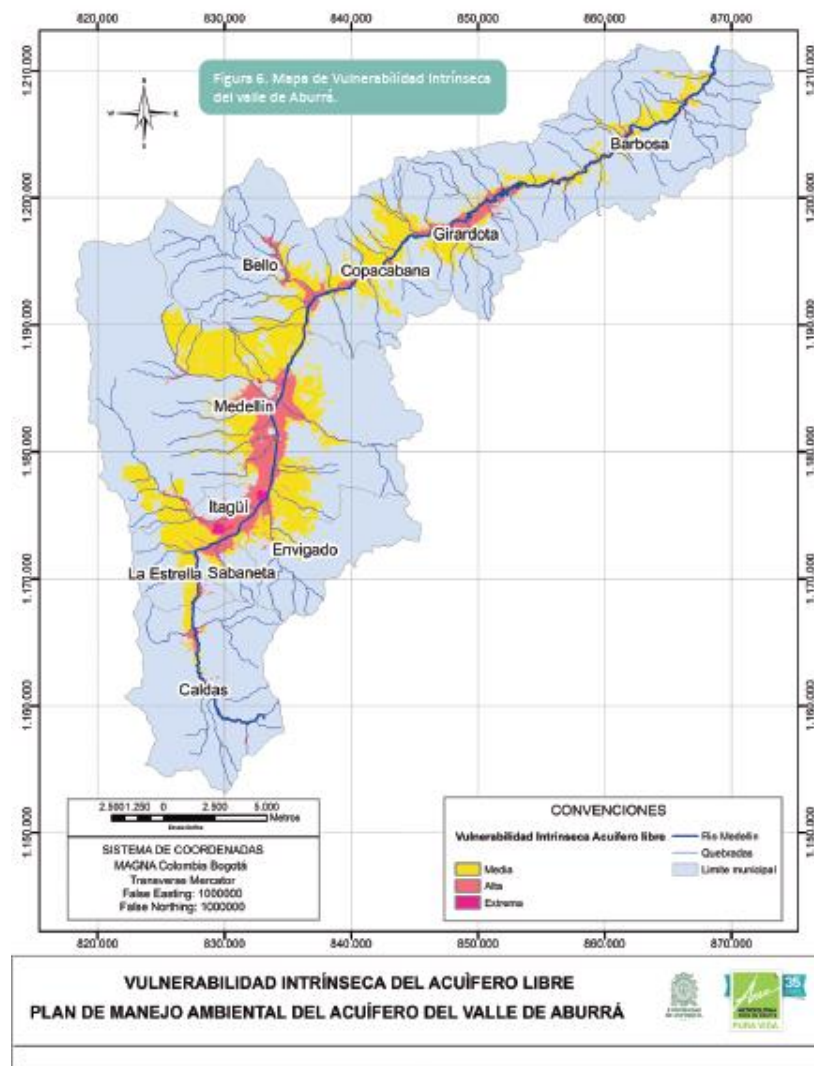
Para determinar la vulnerabilidad a la contaminación de las demás unidades geológicas consideradas como acuíferos, por el método de GOD, se requiere como mínimo de la siguiente información:

- Información de niveles piezométricos, la cual no está disponible en la actualidad.
- Información hidráulica para definir el tipo de acuífero -que no se puede inferir con la información existente-.
- Información detallada de las características litológicas de cada una de las unidades geológicas consideradas como acuíferos.

Para ello, será necesario la ejecución de perforaciones exploratorias y la construcción de pozos, que permitan obtener la información antes señalada. Se deberán realizar pruebas de bombeo en las diferentes unidades hidrogeológicas consideradas como acuíferos, y con la suficiente densidad de información.

Los pozos deberán ser ubicados en todas y cada una de las unidades hidrogeológicas consideradas como acuíferos, en toda el área de la cuenca.

FIGURA 184. MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO LIBRE



FUENTE: TOMADO DEL ESTUDIO FASE DIAGNÓSTICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO DEL VALLE DE ABURRÁ (UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2015)

2.3.3.12. Identificación de zonas de interés hidrogeológico

Las principales zonas de interés hidrogeológico identificadas hasta el momento, con base en la información disponible, corresponde a las zonas de recarga delimitadas en el mapa de zonas de recarga.

2.3.3.12.1. Zonas de Recarga

La recarga de las formaciones geológicas se produce, esencialmente, en donde afloran las rocas permeables, es decir, las zonas de recarga coinciden con las zonas de afloramiento de los acuíferos (porosidad primaria o secundaria), identificadas y delimitadas en el mapa de zonas de recarga. (Anexos Cartografía Aburra 5Mapa)

En el mapa hidrogeológico de la Cuenca del río Aburrá, se pueden observar las áreas de afloramiento de los depósitos cuaternarios, y de las demás unidades geológicas consideradas como acuíferos de porosidad secundaria (por fracturamiento). Con base en las zonas de afloramientos, se definen y delimitan las zonas de protección de los mismos. (Figura 185)

En el Plan de Manejo Ambiental del Acuífero del Valle de Aburrá se menciona la existencia de aparatos pseudo kársticos en la Dunita de Medellín. En otros estudios geológicos y geotécnicos (Rodríguez, 1989), realizados en la misma Dunita de Medellín (en el valle de Santa Helena), se señala la presencia de aparatos karsticos (dolinas, sumideros y cavernas), que captan agua de escorrentía y la conducen rápidamente hacia el subsuelo, por lo cual el área de influencia de dichos aparatos pseudo kársticos constituyen zonas de recarga, cuyas características deben ser materia de investigación detallada (v.gr. con la inyección de trazadores artificiales o mediante el análisis de trazadores ambientales).

La presencia de aparatos pseudokársticos similares deben ser materia de investigación en unidades hidrogeológicas similares, que hayan sufrido procesos de fracturamiento.

2.3.3.12.2. Zonas de Descarga

Las zonas de descarga están asociadas a los pozos, aljibes y manantiales por donde se capta o drena agua subterránea, almacenada en las diferentes unidades geológicas consideradas como acuíferos, de porosidad primaria o secundaria.

En el mapa hidrogeológico se localizan los pozos profundos existentes en la Cuenca del Valle de Aburrá, con base en la información de los estudios: “Actualización del Inventario de Captaciones de Agua Subterránea en la Zona Urbana del Valle de Aburrá”, efectuado entre el AMVA y la Universidad Nacional de Colombia, 2008, y “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2013).

PÁG. 570

El agua que se recarga en el valle de Santa Helena, debe emerger en las laderas o en el Valle del río Aburrá. Tales interconexiones deben ser materia de investigación, mediante estudios detallados utilizando trazadores artificiales y ambientales, teniendo en cuenta que los flujos concentrados de agua subterránea pueden afectar obras tales como vías, túneles y otro tipo de construcciones.

Los perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas se definen, dependiendo del tipo de acuífero, de las características hidrogeológicas locales y regionales del mismo, y para ello, es necesario acudir, o bien al uso de trazadores (Rodríguez, 1974) o de modelos matemáticos computacionales (Anderson, et.al, 1992).

2.3.3.12.3. Medidas de Manejo Ambiental

Dadas las características hidrogeológicas de la cuenca, el agua subterránea no es la única ni la principal fuente de abastecimiento para consumo humano y el desarrollo de actividades que sustentan el crecimiento económico de la región. Los acuíferos identificados requieren mayor conocimiento para establecer su oferta real y con ello un mejor dimensionamiento de las actividades estratégicas de desarrollo que se pueden sustentar en este recurso. Hasta el momento no se han identificado conflictos por el uso del agua subterránea.

La situación antes mencionada pone de manifiesto diferentes elementos de análisis, que deben entrar en consideración, en relación con el manejo y uso del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca del río Aburrá. En primer lugar, se debe reconocer que los recursos de agua subterránea no constituyen una fuente alterna suficiente para atender la totalidad de la demanda del recurso ante una posible situación de desabastecimiento de agua superficial. Sin embargo, se deben considerar otros aspectos adicionales en relación con el manejo del acuífero, en tanto otros factores atenuantes emergen al momento de establecer la importancia que como recurso natural tienen las aguas subterráneas en la cuenca.

En primer lugar, los estudios realizados indican que buena parte de las aguas del acuífero están contaminadas, razón por la cual corresponde en el marco de las funciones de las autoridades ambientales relacionadas con la protección y cuidado de los recursos naturales, establecidas en el Decreto Ley 2811 de 1974, la ley 99 de 1993 y sus normas reglamentarias y/o complementarias establecer las acciones pertinentes para prevenir, controlar y/o mitigar la pérdida de calidad de las aguas subterráneas.

De la misma manera, en cumplimiento de lo previsto en la ley 1551 de 2012, artículo 3, los municipios, deben entre otras funciones “...Promover el desarrollo de su territorio, ... Velar por el adecuado manejo de los recursos naturales y del ambiente, ...Incorporar el uso de nuevas tecnologías, energías renovables, reciclaje y producción limpia en los planes municipales de desarrollo”. Finalmente, se destaca en la normativa correspondiente a las Áreas Metropolitanas, que estas deben “...Programar y coordinar el desarrollo armónico, integrado y sustentable de los municipios que la conforman” Art. 4 Ley 1625 de 2013 “por la cual se deroga la Ley Orgánica 128 de 1994 y se expide el Régimen para las Áreas Metropolitanas”. Además en las funciones otorgadas a las mismas se indican que deben “ejercer las funciones y competencias de autoridad ambiental en el perímetro urbano...”

En virtud de estas responsabilidades y en correspondencia con lo establecido en el artículo 2.2.3.1.11.2, del Decreto Compilatorio 1076 de 2015, considerando que en mandato del POMCA vigente se ha avanzado en la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Acuífero y ante hechos como “Agotamiento o contaminación del agua subterránea”; entendiendo que es sustento de algunas actividades productivas que se desarrollan en la región y ante la inminencia de riesgo de mayor pérdida de la recarga del acuífero por la ejecución de proyectos de infraestructura, industria, desarrollo habitacional y el crecimiento de la ocupación con pastos. Tanto en la zona de recarga directa como indirecta, es necesario incorporar las medidas de manejo que ya han sido identificadas, así como otras que en el marco de los avances de construcción sostenible se establezcan que fortalezcan las posibilidades de recarga y de control de contaminación.

2.3.3.13. Modelo hidrogeológico conceptual

El modelo hidrogeológico conceptual consta de cuatro componentes a saber:

- Modelo geológico básico
- Modelo hidrológico
- Modelo hidráulico
- Modelo hidrogeoquímico
- Modelo isotópico

En la Cuenca del río Aburrá, ninguno de los cinco componentes se halla completo

Es necesario complementar el modelo geológico en la parte correspondiente al grado de fallamiento y diaclasamiento de las rocas ígneas y metamórficas, aspecto muy importante desde el punto de vista hidrogeológico, ya que ello define la caracterización hidrogeológica de las diferentes unidades.

El modelo hidrológico adolece de la carencia de un balance hídrico confiable, dado que no se dispone de datos históricos y espaciales de estaciones hidrométricas que tengan información de caudales medidos en campo. Para tal fin, se debe instrumentar la cuenca con criterio hidrológico e hidrogeológico con el fin de obtener esta información a corto, mediano y largo plazo.

Para el modelo hidráulico será necesario que se cubran los vacíos de información (mencionados dentro del texto) los cuales hacen referencia a la falta de pozos de bombeo y de observación (estratégicamente ubicados por cuencas hidrogeológicas y por sistemas acuíferos.) Las pruebas de bombeo se deben programar y realizar de forma tal, que permitan la obtención de parámetros hidráulicos confiables, cumpliendo con los requisitos básicos de la hidráulica de aguas subterráneas.

El modelo hidrogeoquímico deberá desarrollar una vez que se tenga la información requerida, con el fin de identificar y caracterizar las facies hidrogeoquímicas que puedan prevalecer en la cuenca, según los diferentes tipos de rocas y acuíferos.

Todos y cada uno de los componentes señalados tienen un objetivo y una metodología específica, que generalmente requiere de especialistas para la planeación, ejecución, desarrollo e interpretación de la información obtenida.

De acuerdo con los lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua (ERA), 2013, elaborados por el IDEAM, en el Modelo Hidrogeológico Conceptual (**MHC**), se integran las evaluaciones geológica, geofísica, hidrológica, hidrodinámica, hidráulica, hidroquímica, e isotópica, en lo que constituye un proceso que se va desarrollando e implementando en la medida en que se vaya obteniendo información de los diferentes componentes mencionados.

Todos y cada uno de los componentes señalados, tienen un objetivo y una metodología específica, que generalmente requiere de especialistas para la ejecución, desarrollo e interpretación de la información obtenida.

A continuación, se señalan las necesidades de información y conocimiento del componente hidrogeológico en cada una de las evaluaciones requeridas para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual.

▪ Evaluación geológica - geofísica

La información geológica regional de superficie, en la zona de estudio, ha sido objeto de diversos estudios por parte de diversas entidades (Ingeominas, actual SGC, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, etc.).

Se requieren estudios geológicos orientados a determinar grado de fracturamiento y densidad de diaclasamiento, para establecer en que sectores las rocas ígneas y metamórficas constituyen acuíferos de porosidad secundaria y en qué sectores se comportan como acuifugas.

Por otra parte, la exploración geofísica en la zona de estudio, se ha orientado a investigar principalmente los Depósitos Cuaternarios (que constituyen acuíferos de porosidad primaria), tales como, su continuidad lateral, espesor, profundidad. Se requiere complementar la información geofísica en toda la Cuenca del río Aburrá, particularmente en los sitios en donde se haya identificado y comprobado la existencia de acuíferos, con el fin de corroborar el modelo geológico en cuanto a la presencia y geometría en el subsuelo, en especial de los niveles de interés hidrogeológico, y correlacionarla con información proveniente de registros de perforación y demás información directa e indirecta disponible, para establecer un modelo geológico-geofísico adecuado, como punto de partida, para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual (MHC).

Se requiere complementar la información geofísica, mediante la ejecución de sondeos eléctricos verticales (SEV), en las demás unidades hidrogeológicas consideradas como acuíferos, con el fin de investigar principalmente el grado de fracturamiento en las rocas ígneas y metamórficas, espesor de suelos y saprolitos, etc., y correlacionarla con datos de perforaciones y sondeos físicos.

La evaluación geológica-geofísica, a la escala apropiada para fines hidrogeológicos, debe integrarse combinando métodos directos que comprenden observaciones de afloramientos, levantamiento de columnas estratigráficas, correlaciones estratigráficas, elaboración de secciones geológico-geofísicas, análisis de registros de perforaciones exploratorias, procesamiento de imágenes de satélite, radar, fotografías aéreas e interpretación geofísica de sondeos eléctricos verticales SEVs y de registros provenientes de exploraciones geofísicas (sísmicas, tomográficas, gravimétricas, magnetométricas, magnetotelúricas, o de perfilaje o registro geofísico de pozos).

▪ Evaluación hidrológica

El balance hídrico para la Cuenca del río Aburrá requiere disponer de los parámetros de la ecuación del ciclo hidrológico medidos en campo, particularmente de la precipitación y la escorrentía superficial, determinada en estaciones hidrométricas, metodología que es necesario aplicar en los próximos estudios hidrológicos.

La infiltración calculada mediante la aplicación de la ecuación del balance hídrico, con parámetros medidos en campo, permitirá reevaluar la recarga (en términos de volumen), con mayor confiabilidad, para toda la Cuenca del río Aburrá.

El modelo hidrológico se construye a partir de información hidroclimática, uso de trazadores e inventarios de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales).

Los inventarios de puntos de agua se deben complementar en toda la zona de estudio, mediante campañas que permiten recolectar información de usos y usuarios, tendencias de la demanda, estado sanitario de captaciones, parámetros de diseño de las captaciones, características hidráulicas de pozos, condiciones y cuantificación de aprovechamientos, parámetros de calidad físico química de las aguas captadas y otras variables que contempla el FUNIAS (formulario único de información de aguas subterráneas) y que deben ser incorporados al Sistema de Información de Recurso Hídrico Subterráneo Regional para generar productos de valor agregado representados en estadísticas, espacialización de variables e indicadores de estado.

La autoridad ambiental debe definir cada cuanto se deben actualizar estos inventarios atendiendo las condiciones regionales de uso y densidad de captaciones. Este modelo se debe retroalimentar de manera permanente con los resultados de la red de monitoreo de agua subterránea, que da cuenta entre otras cosas, de la variación de niveles piezométricos en el tiempo.

Para la elaboración de mapas de isopiezas, que permitan conocer la distribución de la recarga y la dinámica de flujo (zonas de recarga, tránsito y descarga), se requiere de la nivelación topográfica de los pozos.

▪ Evaluación hidráulica e hidrodinámica

En la Cuenca del río Aburrá, la información hidráulica disponible está relacionada con los depósitos cuaternarios, que constituyen un acuífero de porosidad primaria, actualmente en explotación.

No se dispone de información hidráulica de los acuíferos de porosidad secundaria, identificados en la zona de estudio, constituidos por las zonas fracturadas y diclasadas, de algunas de las formaciones geológicas que afloran en la Cuenca del río Aburrá.

Para determinar los parámetros hidráulicos de los acuíferos identificados como de porosidad secundaria, tales como, conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, caudales, etc., se requieren de pruebas de bombeo de larga duración, hechas e interpretadas por especialistas. Los valores de conductividad hidráulica (K) y transmisividad (T), se pueden calcular en muchos casos a partir de datos obtenidos dentro del pozo de bombeo. Sin embargo, el coeficiente de almacenamiento (S), se debe obtener en el campo, mediante la ejecución de pruebas de bombeo de larga duración, tomando información de los niveles dinámicos en pozos de observación (Freeze, 1979).

Los conceptos básicos de la hidráulica de aguas subterráneas señalan que la costumbre de calcular el coeficiente de almacenamiento con datos tomados en el pozo de bombeo, no es recomendable, dado que en muchos casos puede conducir a errores de dos o tres órdenes de magnitud. (Fetter, W.C.1994).

La interpretación y extrapolación de resultados de pruebas de bombeo (a caudal constante, escalonadas, etc.), se pueden utilizar para determinar los parámetros hidráulicos de los acuíferos requeridos para calcular reservas y caudales de flujo subterráneo, lo cual se debe hacer con criterio técnico y científico.

▪ Evaluación hidrogeoquímica

La información hidrogeoquímica disponible está relacionada principalmente con los depósitos cuaternarios, como parte de la red de monitoreo de aguas subterráneas en el Valle del río Aburrá.

Se requiere complementar la información hidrogeoquímica, ampliando y complementando la actual red de monitoreo a los acuíferos de porosidad secundaria, identificados en el presente estudio, con el fin de **reconocer facies hidrogeoquímica**, separar y reconocer sistemas de flujos, precisar edad y origen de las aguas subterráneas, identificar el origen del agua, y reconocer afectaciones por actividad antrópica. Se construye a partir del seguimiento en redes de monitoreo y se complementa con información proveniente de inventarios de puntos de agua.

En lo referente a información isotópica disponible, en el estudio “Determinación y protección de las potenciales zonas de recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá” (Universidad de Antioquia, 2013), se reporta que durante la ejecución del estudio se recolectaron 90 muestras para análisis isotópico, 24 muestras corresponden a agua lluvia captada en dos totalizadores ubicados, uno en la Universidad de Antioquia y otro en Santa Helena. Se tomaron 8 muestras del Río Medellín, 17 muestras de manantiales, y 40 muestras de aguas subterráneas.

▪ Enfoque de los estudios isotópicos

Los futuros estudios isotópicos, deben estar orientados a la determinación del origen del agua subterránea (v.gr. identificación de la zona de recarga del agua subterránea muestreada), y a establecer interconexiones, direcciones de movimiento, tiempos de tránsito y tiempos de residencia.

Para ello es necesario acudir a la asesoría de especialistas en hidrología isotópica, quienes puedan planear un estudio de tal naturaleza, desarrollarlo, e interpretar adecuadamente el resultado de los análisis de laboratorio (isótopos estables y radiactivos), teniendo en cuenta las características geológicas e hidrogeológicas del área.

2.3.4. Hidrografía

2.3.4.1. Introducción

Tomando como referencia el Mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia, la Guía para la Codificación de Cuencas Hidrográficas y Subzonas Hidrográficas de Colombia, elaborada por el IDEAM, y teniendo en cuenta el alcance y el objeto de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, establecidos tanto en el Decreto 1640 de 2012 (compilado en el Decreto 1076 del 2015) como en la Guía Técnica para la formulación de los POMCAS expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2013, así como los insumos suministrados por la Comisión Conjunta, se definió la codificación de cuencas a nivel hidrológico I.

A partir de la codificación de la Cuenca del río Aburrá a nivel hidrológico I, se definieron 68 subcuencas correspondiente a tributarios directos a la corriente principal.

2.3.4.2. Revisión y ajuste de los límites geográficos de la cuenca

Para realizar la verificación de la delimitación de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá, se utilizó como insumo la cartografía 1:25000 que fue suministradas por el Fondo Adaptación. A partir de esta

2.3.4.3. Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras

PÁG. 578

En la Tabla 195 se presenta las subcuencas del río Aburrá delimitadas y relacionadas mediante un número consecutivo; adicionalmente, en la tabla en mención se relaciona la codificación otorgada para la presente actualización y la definida por el PORH.

PÁG. 579

esta información fue verificada igualmente con EPM, respecto a la ubicación de la plantas de tratamiento de agua potable que ellos operan. Dicha información fue cruzada con la ubicación de cabeceras urbanas, las cuales dieron como resultado los puntos para la delimitación de microcuencas abastecedoras, las cuales se presentan en la Figura 187. De forma análoga a las subcuencas, se presentan gráficamente la microcuencas mediante un número consecutivo, el centro poblado al cual abastece y su respectiva codificación se presentan en la Tabla 195.

Como es de conocimiento la Cuenca Hidrográfica del Valle de Aburrá ha generado una dependencia hídrica de las cuencas aledañas para el consumo de los municipios, tomando el agua de diferentes fuentes de abastecimiento, ubicadas en el norte y oriente antioqueño. Los siguientes son los embalses que proveen el agua para gran parte de la zona rural del Valle de Aburrá.

El embalse de Riogrande II que se encuentra ubicado al Norte del departamento de Antioquia y posee una capacidad total de almacenamiento de 240 millones de metros cúbicos. Sus principales afluentes son los ríos Grande, Chico y la quebrada Las Ánimas. A diferencia de los demás embalses de EPM, en este se realiza un aprovechamiento múltiple ya que sus aguas se utilizan en la generación de energía, abastecimiento de agua potable y mejoramiento ambiental. Las aguas aprovechadas por la central de Niquía, son conducidas hasta la planta de tratamiento de Manantiales para abastecer con agua potable a una porción muy importante de los habitantes del municipio de Medellín, Bello, Itagüí, Envigado y Sabaneta, a través del sistema interconectado de acueducto (EPM, 2005).

El embalse La Fe está ubicado en el oriente del departamento de Antioquia y posee una capacidad total de almacenamiento de 14 millones de metros cúbicos. Sus principales afluentes son las quebradas Las Palmas y Espíritu Santo, el embalse recibe adicionalmente las aguas de los ríos El Buey, Piedras y Pantanillo, a través de un sistema de bombeo. Las aguas captadas en el embalse de La Fe son conducidas hasta la planta de tratamiento La Ayurá, y posteriormente se utilizan para el abastecimiento de agua potable de los municipios de Medellín, Bello, Itagüí, Envigado y Sabaneta, a través del sistema interconectado de acueducto (EPM, 2005).

El embalse de Piedras Blancas está ubicado al noroccidente del municipio de Medellín y posee una capacidad total de almacenamiento de 550 mil metros cúbicos. Sus principales afluentes son las quebradas Piedras Blancas y Chorrillos. El Embalse recibe adicionalmente las aguas de la quebrada la Honda, a través de un sistema de bombeo. Las aguas captadas en el embalse Piedras Blancas son conducidas hasta la planta de tratamiento de Villa Hermosa, y posteriormente se utilizan para el

De acuerdo a lo anterior La cuenca del Valle de Aburrá, se abastece de los embalses Río Grande II y La Fe, los cuales proporcionan aproximadamente el 91% del agua para el sistema de abastecimiento domestico de EPM (Revista EPM No. 9 Enero - Junio 2014), estos embalses se encuentran por fuera de la cuenca.

[illegible]

PÁG. 581

A continuación se presentan los caudales concesionados de los sistemas de Ayurá y Manantiales, los cuales pertenecen a recursos hídricos de cuencas vecinas de los embalses de La Fe y Riogrande II, estos caudales son 9.12 m³/s y 19.5 m³/s respectivamente. (Tabla 194)

TABLA 194. INFORMACIÓN CAUDALES CONCESIONADOS SISTEMA AYURÁ Y MANANTIALES

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	FUENTES	CAUDALES CONCESIONADOS m3/Seg	NÚMERO DE RESOLUCIÓN MEDIANTE LA CUAL SE OTORGÓ LA CONCESIÓN	CORPORACIÓN AMBIENTAL	ESTADO
AYURA	RÍO BUEY	2	Resolución 1643 del 18 de abril de 1996, vence el 13 de mayo de 2046. Modificada por la resolución 131-0109 de febrero 15 de 2011.	CORNARE	Vigente
	RÍO PIEDRAS	2			
	RÍO NEGRO O PANTANILLO (incluye quebrada La Agudelo)	3.105	Resolución 131-0109 de febrero 15 de 2011, otorga la concesión de aguas en un caudal de 5,11 m ³ /s, para uso doméstico y generación energía, en beneficio del acueducto que abastece un sector del Valle de Aburrá y un sector del Valle de San Nicolás en el Oriente Antioqueño .Vence el 23 de noviembre de 2025. (Modificó la resolución 131-0994 de 2008).	CORNARE	Vigente
	QUEBRADA LAS PALMAS	0.832			
	QUEBRADA ESPÍRITU SANTO	0.841			
	Q. POTREROS	0.332	Resolución 112 -1905-2017 del 26 de abril de 2017 otorgó la concesión en un caudal de 10l/s, de uso industrial para la refrigeración del sistema de bombeo del Río Piedras. La vigencia será de veintinueve (29) años para homologar su duración con la concesión vigente de los ríos Buey y Piedras. Vence el 03 de mayo de 2046	CORNARE	Vigente
	Q.LA BIZCOCHA	0.01			

PLANTAS DE	FUENTES	CAUDALES	NÚMERO DE RESOLUCIÓN	CORPORACIÓN	ESTADO
MANANTIALES	RÍO GRANDE	19.5	Resolución 606 del 8 octubre de 1982, complementaria de la resolución 0482 del 17 de Agosto de 1982. Ratifica duración de la concesión por 50 años, vence el 8 de octubre del 2032. Otorgada para el Río Grande y sus afluentes.	CORANTIOQUIA	Vigente

FUENTE: EPM, 2017

A continuación se presenta la codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras delimitadas para el río del Valle de Aburrá. (*Tabla 195*)

TABLA 195. RELACIÓN NUMERACIÓN SUBCUENCAS DELIMITADAS RÍO ABURRÁ – NOMBRE Y CODIFICACIÓN

NUMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA
1	2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA
2	2701-01-004	Q. LAURELES
3	2701-01-006	Q. LA JAGUA
4	2701-01-010	Q. MONTERA
5	2701-01-021	Q. SANTA ROSA
6	2701-01-022	Q. REVENTON
7	2701-01-023	Q. LAS PEÑAS
8	2701-01-032	Q. LA CHACONA
9	2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS
10	2701-01-034	Q. LAS LAJAS
11	2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA
12	2701-01-037	Q. LA SILVA
13	2701-01-041	Q. LA CORREA
14	2701-01-048	Q. EL LIMONAL
15	2701-01-050	Q. LOS AGUACATES
16	2701-01-053	Q. LA TOLDA

NUMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA
17	2701-01-057	Q. GUASIMAL
18	2701-01-060	Q. SECA
19	2701-01-062	Q. LA GARCIA
20	2701-01-076	Q. LA IGUANÁ
21	2701-01-081	Q. DOÑA MARIA
22	2701-01-085	Q. GRANDE
23	2701-01-087	Q. LA BERMEJALA
24	2701-01-093	Q. LA VALERIA
25	2701-01-094	Q. MANDALAY
26	2701-01-097	Q. LA LEJÍA
27	2701-01-099	Q. LA SALADA
28	2701-01-100	Q. LA MINA
29	2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO
30	2701-01-107	Q. LA CLARA
31	2701-01-114	Q. LA MIEL
32	2701-01-124	Q. LA AYURÁ
33	2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN
34	2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA
35	2701-01-136	Q. SANTA ELENA
36	2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS
37	2701-01-158	Q. LA CHUSCALA
38	2701-01-169	Q. EL SALADO
39	2701-01-179	Q. OVEJAS
40	2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS
41	2701-01-192	Q. LA HERRADURA
42	2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS
43	2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO
44	2701-01-201	Q. AGUA FRIA

NUMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA
45	2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA
46	2701-01-011	Q. LA CALDAS
47	2701-01-015	Q. POPALITO
48	2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)
49	2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)
50	2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)
51	2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS
52	2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)
53	2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA
54	2701-01-063	Q. EL HATO
55	2701-01-064	Q. LA LOCA
56	2701-01-077	Q. LA HUESO
57	2701-01-078	Q. LA PICACHA
58	2701-01-079	Q. ALTAVISTA
59	2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)
60	2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS
61	2701-01-109	Q. LA BRUNERA
62	2701-01-119	Q. LA DOCTORA
63	2701-01-149	Q. RODAS
64	2701-01-165	Q. EL CURRUCAO
65	2701-01-171	Q. ENCENILLO
66	2701-01-172	Q. PLATANITO
67	2701-01-175	Q. GUAYABAL
68	2701-01-176	Q. CORRIENTES

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

**TABLA 196. RELACIÓN NUMERACIÓN MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y
POBLADOS DELIMITADAS DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ – SUBCUENCA – NOMBRE (MICROCUENCA) Y
CODIFICACIÓN**

NÚMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ABASTECE
1	2701-01-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	Q. LA MESETA	Acueducto Multiveredal San José Frisolera
2	2701-01-004-01	Q. LAURELES	Q. LAURELES	Acueducto Veredal La Pradera
3	2701-01-004-02	Q. LAURELES	Q. KILONES	Acueducto Corregimiento Bellavista
4	2701-01-006-01	Q. LA JAGUA	Q. LA JAGUA	Corregimiento Bellavista
5	2701-01-010-01	Q. MONTERA	Q. LA MONTERA	Acueducto Veredal La Montera
6	2701-01-010-02	Q. MONTERA	Q. EL AGUACATE	Acueducto Veredal Las Victorias
7	2701-01-023-01	Q. LAS PEÑAS	Q. LAS PEÑAS	Acueducto Veredal Cestillal
8	2701-01-033-01	Q. LOS TOTUMOS	Q. DEL COROZAL	Asociación De Usuarios Del Acueducto Del Ha
9	2701-01-034-01	Q. LAS LAJAS	Q. LA TROCHA	Acueducto Comunal Tablazo Hatillo
10	2701-01-035-01	Q. LA QUESIANIEGA	Q. SALADITO	Asociación De Usuarios Del Acueducto De El Paraíso
11	2701-01-035-02	Q. LA QUESIANIEGA	Q. PIEDRAITA	Acueducto Veredal San Andrés
12	2701-01-037-01	Q. LA SILVA	Q. LA SILVA	Acueducto Veredal La Palma
13	2701-01-048-01	Q. EL LIMONAL	Q. LA CUESTA	Acueducto Veredal Zarzal la Luz
14	2701-01-076-01	Q. LA IGUANA	Q. BORBOLLON	Junta Administradora de Acueducto Multiveredal
15	2701-01-076-02	Q. LA IGUANA	Q. LA PUERTA	San Cristóbal
16	2701-01-076-03	Q. LA IGUANA	Q. LA IGUANA	San Cristóbal
17	2701-01-076-04	Q. LA IGUANA	Q. LA IGUANA	Corporación de Acueducto Multiveredal Arcoiris
18	2701-01-076-05	Q. LA IGUANA	Q. EL LIMO	Junta Administradora de Acueducto Multiveredal La

NÚMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ABASTECE
19	2701-01-076-06	Q. LA IGUANA	Q. LA FRANCISCA	Corporación de Acueducto Multiveredal la Acuarela
20	2701-01-081-01	Q. DOÑA MARIA	Q. DOÑA MARIA	PP San Antonio de Prado
21	2701-01-081-02	Q. DOÑA MARIA	Q. LA SORBETADA	Junta administradora del Acueducto la Sorbetana
22	2701-01-081-03	Q. DOÑA MARIA	Q. LA LARGA	San Antonio de Prado
23	2701-01-081-04	Q. DOÑA MARIA	Q. EL CARATEJO	San Antonio de Prado
24	2701-01-081-05	Q. DOÑA MARIA	Q. LA CANDELA	Corporación de Asociados del Acueducto Vereda Mon
25	2701-01-081-06	Q. DOÑA MARIA	Q. LA DESPENSA	San Antonio de Prado
26	2701-01-081-07	Q. DOÑA MARIA	Q. LA MANGUALA	San Antonio de Prado
27	2701-01-081-08	Q. DOÑA MARIA	Q. LA MANGUALA	San Antonio de Prado
28	2701-01-081-09	Q. DOÑA MARIA	Q. LA CAMPIÑA	Corporación de Acueducto San José
29	2701-01-093-01	Q. LA VALERIA	LA REVENTONA	Caldas
30	2701-01-093-02	Q. LA VALERIA	Q. LA VALERIA	Planta de Potabilización Caldas
31	2701-01-114-01	Q. LA MIEL	Q. LA MIEL	Asociación De Usuarios Del Acueducto Multiveredal
32	2701-01-124-01	Q. LA AYURÁ	Q. EL SALADO	Asociación de socios del acueducto y/o alcantarillado
33	2701-01-124-02	Q. LA AYURÁ	Q. LA MIEL	Acueducto Comunal Manuel Uribe Ángel Parte Alta
34	2701-01-124-03	Q. LA AYURÁ	CAÑADA HONDA	Asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado
35	2701-01-124-04	Q. LA AYURÁ	Q. EL PALO	Acueducto de Parcelación Villa Serena
36	2701-01-124-05	Q. LA AYURÁ	Q. LA PAVITA	Acueducto Los Rodas
37	2701-01-124-06	Q. LA AYURÁ	Q. LA PAVA	Acueducto de Parcelación El Escobero
38	2701-01-124-07	Q. LA AYURÁ	Q. LA SECA	Asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado
39	2701-01-124-08	Q. LA AYURÁ	Q. LA SEBASTIANA	Asociación del acueducto y alcantarillado Chingui

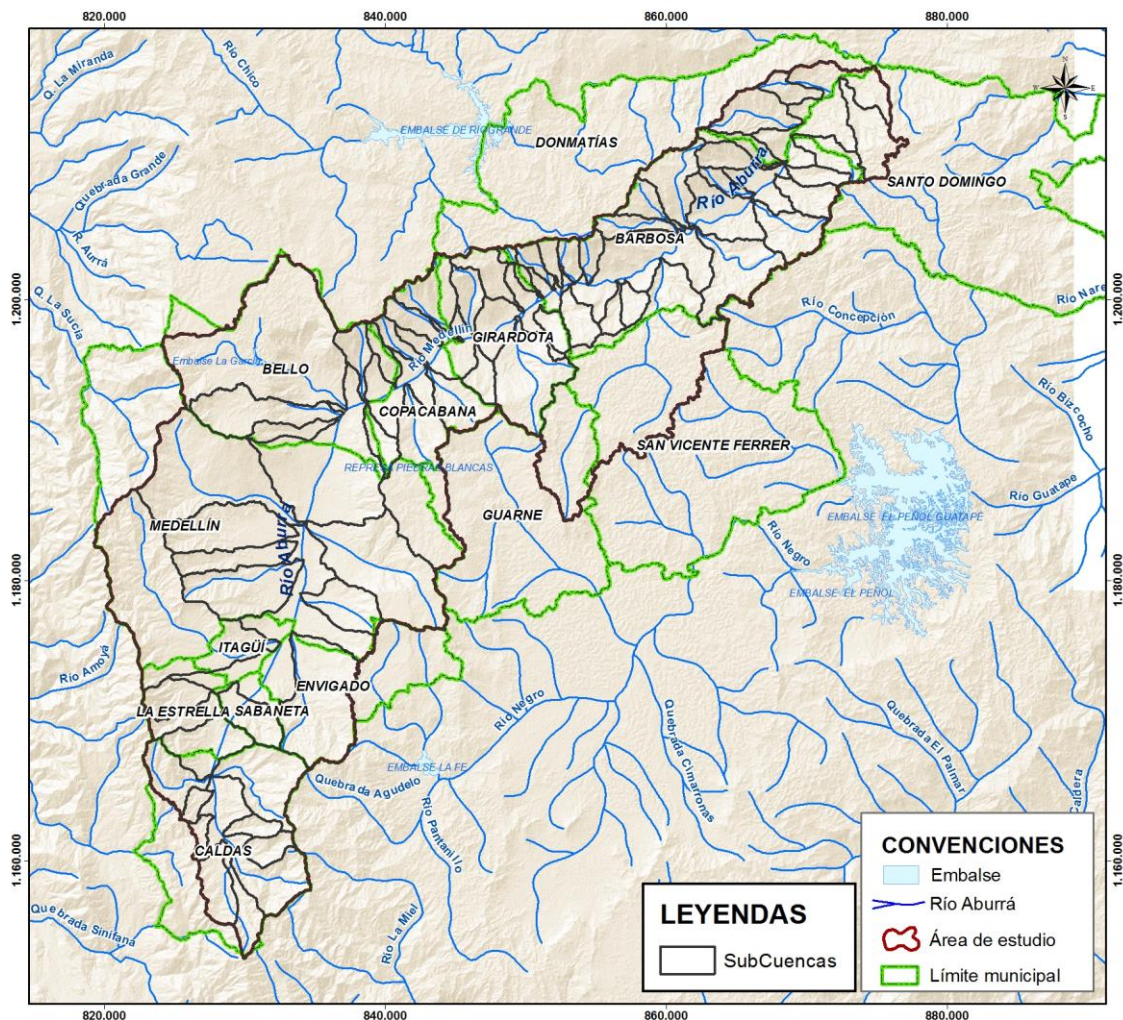
NÚMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ABASTECE
40	2701-01-124-09	Q. LA AYURÁ	Q. EL ATRAVESADO	Acueducto Loma El Escobero
41	2701-01-136-01	Q. SANTA ELENA	Q. SANTA ELENA	Planta de potabilización la cascada
42	2701-01-136-02	Q. SANTA ELENA	Q. SAN PEDRO	Corporación de Acueducto San Pedro
43	2701-01-154-01	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. PIEDRAS BLANCAS	PP Santo Domingo y Villa Hermosa
44	2701-01-154-02	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. CHORRILLOS	Medellín (Santa Elena)
45	2701-01-154-03	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. PIEDRAS BLANCAS	Corporación de asociados del acueducto el Mazo
46	2701-01-154-04	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. LOS CHIQUEROS	Corporación de asociados del acueducto las Flores
47	2701-01-154-05	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. EL PERICO	Acueducto Multiveredal Santa Elena - Barro Blanco
48	2701-01-154-06	Q. PIEDRAS BLANCAS	Q. LAS ANIMAS	Acueducto Veredal Cabuyal
49	2701-01-158-01	Q. LA CHUSCALA	SIN NOMBRE	Acueducto P. Montañuela
50	2701-01-158-02	Q. LA CHUSCALA	Q EL SALTO	Acueducto Veredal Sabaneta
51	2701-01-169-01	Q. EL SALADO	Q. EL TABANO	Juan Cojo
52	2701-01-169-02	Q. EL SALADO	Q. LA SOPERA	Empresas Públicas De Medellín E.S.P.
53	2701-01-169-03	Q. EL SALADO	Q. MALPASO	Acueducto Veredal El Roble
54	2701-01-179-01	Q. OVEJAS	Q. LA FONDA	Asociación de Usu Del Acued. Multiveredal El Roble
55	2701-01-179-02	Q. OVEJAS	Q. LA CHORRERA	Acueducto Veredal La Chorrera
56	2701-01-184-01	Q. DOSQUEBRADAS	Q. LA DELIA	Acueducto Veredal Dos Quebradas
57	2701-01-192-01	Q. LA HERRADURA	Q. LA HERRADURA	Acueducto Veredal Lajas la Herradura
58	2701-01-201-01	Q. AGUA FRIA	Q. LA MANSA	Acueducto Veredal la Cejita
59	2701-01-206-01	Q. PIEDRA GORDA	Q. GUASIMAL	Acueducto Corregimiento Botero

NÚMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ABASTECE
60	2701-01-011-01	Q. LA CALDAS	Q. LA CALDA	Asoci. Junta Adm. Del Acueducto Vereda La Calda
61	2701-01-015-01	Q. POPALITO	Q. CESTILLAL	Asociación de Acueducto Veredal el Guayabo
62	2701-01-48-01	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	Q. EL SILENCIO	Acueducto Veredal Popalito
63	2701-01-48-02	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	Q. CINCO REALES	Acueducto Veredal La Montañita
64	2701-01-48-03	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	Q. YARUMITO	Acueducto Tamborcito
65	2701-01-49-01	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	Q. LOS PERROS	Asociación De Usuarios Acued. La Delgadita Barbosa
66	2701-01-49-02	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	Q. LA LÓPEZ	Planta de Potabilización Barbosa
67	2701-01-49-03	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	Q. VALLECITOS	Acueducto Veredal Vallecitos
68	2701-01-52-01	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	Q. LA CUESTA	Acueducto Veredal Zarzal Curazao
69	2701-01-52-02	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	Q. POTRERITOS	Acueducto Comunal Barrio Maria
70	2701-01-078-01	Q. LA PICACHA	Q. LA PICACHA	Planta De Potabilización Aguas Frías
71	2701-01-078-02	Q. LA PICACHA	Q. LA PICACHA	Corregimiento Altavista
72	2701-01-079-01	Q. ALTAVISTA	SIN NOMBRE	Acción Comunal. Loma de Los González
73	2701-01-59-01	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Q. LA CULEBRA	Secretaria de Servicios Públicos
74	2701-01-59-02	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Q. PALOSANTO	Acueducto Multiveredal La Tablaza- la culebra
75	2701-01-59-03	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Q. LA PEÑOLA	Asociación De Usuarios De La Veredal El Cano

NÚMERO CONSECUTIVO	CODIFICACIÓN	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ABASTECE
76	2701-01-59-04	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Q. TABLACITA	Acueducto Multiveredal La Tablaza-Tablacita
77	2701-01-149-01	Q. RODAS	Q. EL ATAJO	
78	2701-01-165-01	Q. EL CURRUCAO	Q. EL MALPASO	Manga Arriba
79	2701-01-165-02	Q. EL CURRUCAO	Q. EL CURRUCAO	Juan cojo
80	2701-01-171-01	Q. ENCENILLO	Q. MARIA IGNACIA	Asoc. De Usua. De Acud San Diego
81	2701-01-172-01	Q. PLATANITO	Q. LA UVITA	Acueducto Veredal Chorro Hondo
82	2701-01-172-02	Q. PLATANITO	Q. LA AGUADA	Acueducto Veredal El Hatillo

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

FIGURA 188. DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS - RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

Este mapa detallado muestra la zona de estudio en el departamento de Caldas, Colombia. Los municipios representados incluyen Donmatías, Barbosa, Santo Domingo, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota, San Vicente Ferrer, Guarne, Itagüí, Envigado, La Estrella, Sabaneta y Caldas. El río Aburrá es el eje central del sistema hídrico, con sus principales quebradas (La Miranda, Chico, Grande, La Salsa, La Aurora, La Gloria, La Fe, La Miel, Pantano, La Negra, El Guatapé, El Peñol, Sinifaná, Cimatónas, El Palmar, Buzacocho, Nare y Warena) y embalses (La Gloria, El Guatapé, El Peñol, La Fe, La Miel, Pantano, La Negra, El Guatapé, El Peñol, Sinifaná, Cimatónas, El Palmar, Buzacocho, Nare y Warena) claramente marcados. Las líneas verdes indican los límites municipales, las líneas azules representan las subcuencas y las líneas rojas delimitan las microcuencas abastecedoras. El área de estudio está delimitada por una línea roja discontinua. El mapa incluye una escala horizontal (820,000 a 880,000) y vertical (1,160,000 a 1,200,000), así como una brújula en la esquina superior derecha.

Con el fin de establecer las subcuencas, se toma como base las microcuencas mencionadas en el Proyecto Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá - Medellín / Jurisdicción del Área Metropolitana Fase IV - Fase V (*Figura 189*). Debido a que el detalle y los alcances para el desarrollo de un POMCA es a nivel de sub-cuenca, se delimitaron áreas con el fin de determinar las subcuencas tal como se se relacionó en la *Tabla 195* y no a nivel de microcuenca que es el nivel de detalle establecido para un PORH. De igual manera, en la *Tabla 197* y *Figura 189 55* se presentan los códigos de ambos proyectos y la relación correspondiente. (*Figura 190*)

TABLA 197. RELACIÓN DE LAS SUBCUENCAS POMCA 2016 Y PORH 2014

CODIGO	NOMBRE	NOMENCLATURA (PORH 2014)	ÁREA	PORCENTAJE %
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	2701-01-001, 002, 003, 207, 208, 203, 202, 202,199,200, 205,204, 005,007, 009, 008	3274,98	2,71%
2701-01-004	Q. LAURELES	2701-01-004	548,47	0,45%
2701-01-006	Q. LA JAGUA	2701-01-006	1378,09	1,14%
2701-01-010	Q. MONTERA	2701-01-010	584,54	0,48%
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	2701-01-021	1426,2	1,18%
2701-01-022	Q. REVENTON	2701-01-022	646,52	0,54%
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	2701-01-023	637,08	0,53%
2701-01-032	Q. LA CHACONA	2701-01-032	445,51	0,37%
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	2701-01-033	407,35	0,34%
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	2701-01-034	341,86	0,28%
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	2701-01-035	377,68	0,31%
2701-01-037	Q. LA SILVA	2701-01-037	320,39	0,27%
2701-01-041	Q. LA CORREA	2701-01-041	852,36	0,71%
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	2701-01-048	1322,62	1,10%
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	2701-01-050	615,06	0,51%
2701-01-053	Q. LA TOLDA	2701-01-053	443,63	0,37%
2701-01-057	Q. GUASIMAL	2701-01-057	482,21	0,40%
2701-01-060	Q. SECA	2701-01-060	685,27	0,57%
2701-01-062	Q. LA GARCIA	2701-01-062	8201,04	6,79%
2701-01-076	Q. LA IGUANA	2701-01-076	5080,84	4,21%
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	2701-01-081	7587,05	6,28%
2701-01-085	Q. GRANDE	2701-01-085	955,44	0,79%
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	2701-01-087	526,45	0,44%
2701-01-093	Q. LA VALERIA	2701-01-093	1165,73	0,97%
2701-01-094	Q. MANDALAY	2701-01-094	317,23	0,26%

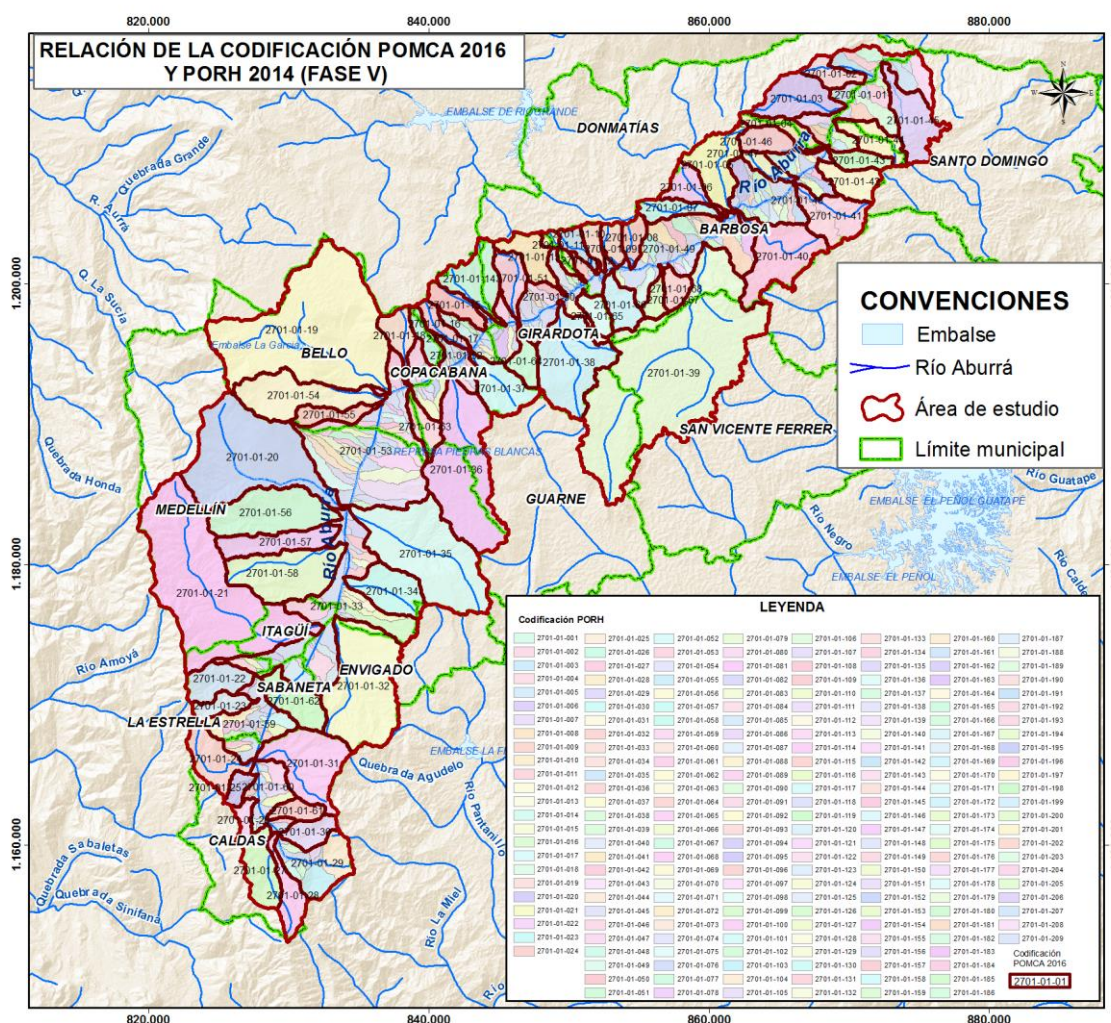
CODIGO	NOMBRE	NOMENCLATURA (PORH 2014)	ÁREA	PORCENTAJE %
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	2701-01-097	314,07	0,26%
2701-01-099	Q. LA SALADA	2701-01-099	1102,43	0,91%
2701-01-100	Q. LA MINA	2701-01-100	805,67	0,67%
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	2701-01-101, 102, 103, 104, 105, 106	1629,87	1,35%
2701-01-107	Q. LA CLARA	2701-01-107	612,3	0,51%
2701-01-114	Q. LA MIEL	2701-01-114	2219,38	1,84%
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	2701-01-124	3988,02	3,30%
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	2701-01-080, 82, 83, 84, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135	4705,4	3,90%
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	2701-01-130	1337,9	1,11%
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	2701-01-136	4462,1	3,70%
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154	4238,87	3,51%
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	2701-01-158	1214,35	1,01%
2701-01-169	Q. EL SALADO	2701-01-169	2697,54	2,23%
2701-01-179	Q. OVEJAS	2701-01-179	11270,24	9,34%
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	2701-01-184	2146,95	1,78%
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	2701-01-192	1340,02	1,11%
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	2701-01-197	795,86	0,66%
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	2701-01-198	487,91	0,40%
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	2701-01-201	841,99	0,70%
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	2701-01-206	1384,65	1,15%
2701-01-011	Q. LA CALDAS	2701-01-011	683,17	0,57%
2701-01-015	Q. POPALITO	2701-01-015	376,28	0,31%
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	2701-01-012, 013, 014 ,016, 017, 018, 019, 020, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 196	2538,48	2,10%

CODIGO	NOMBRE	NOMENCLATURA (PORH 2014)	ÁREA	PORCENTAJE %
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	2701-01-024, 025, 026, 027, 028, 029, 030, 031, 173, 174, 177, 178, 180, 181, 182, 183	3219,94	2,67%
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	2701-01-036, 038, 039, 040, 042, 043, 044, 045, 166, 167, 168, 170, 209	2111,19	1,75%
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	2701-01-046	725,37	0,60%
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	2701-01-047, 49, 51, 52, 54,55, 56, 58, 59, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164	2931,78	2,43%
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	2701-01-061, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148	5452,87	4,52%
2701-01-063	Q. EL HATO	2701-01-063	2118,57	1,75%
2701-01-064	Q. LA LOCA	2701-01-064	583,23	0,48%
2701-01-077	Q. EL SALADO	2701-01-077	2407,79	1,99%
2701-01-078	Q. LA PICACHA	2701-01-078	1213,58	1,01%
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	2701-01-079	2416,79	2,00%
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	2701-01-086, 088, 089, 090, 091, 092, 115, 116, 117, 118	1795,19	1,49%
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ CALDAS	2701-01-096, 098, 108, 110, 111, 112, 113	1216,08	1,01%
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	2701-01-109	446,81	0,37%
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	2701-01-119	1112,45	0,92%
2701-01-149	Q. RODAS	2701-01-149	590,32	0,49%
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	2701-01-165	551,46	0,46%
2701-01-171	Q. ENCENILLO	2701-01-171	462,39	0,38%
2701-01-172	Q. PLATANITO	2701-01-172	739,14	0,61%
2701-01-175	Q. GUAYABAL	2701-01-175	361,91	0,30%

CODIGO	NOMBRE	NOMENCLATURA (PORH 2014)	ÁREA	PORCENTAJE %
2701-01-176	Q. CORRIENTES	2701-01-176	447	0,37%
			120720,86	100,00%

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

FIGURA 190. RELACIÓN DE LA CODIFICACIÓN POMCA 2016 Y PORH 2014 (FASE V)



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.4.4. Caracterización de la red de drenaje

La caracterización de la red de drenaje se refiere a la jerarquización, patrón de alineamiento y densidad del drenaje, que es posible definir mediante el orden de Horton, sinuosidad y densidad de drenaje, respectivamente.

2.3.4.4.1. *Orden de las corrientes*

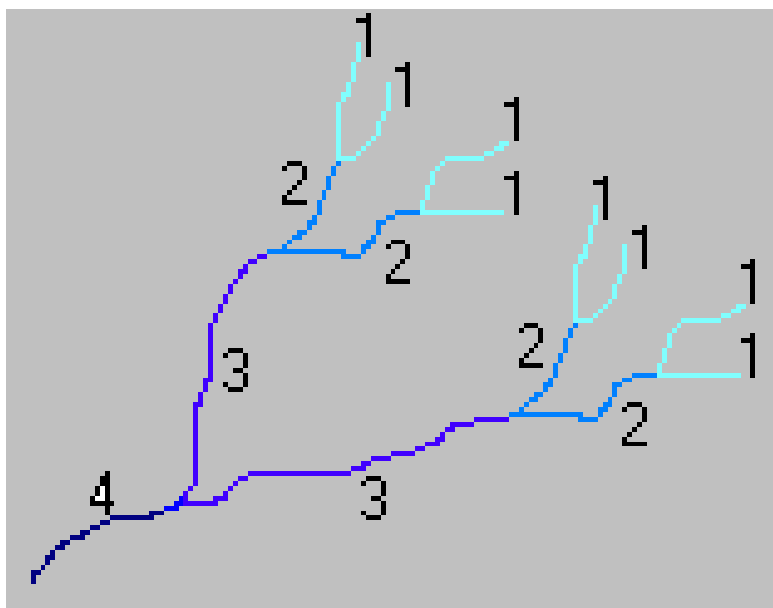
Existen diferentes métodos para obtener este índice (Gregory and Walling, 1985). En este estudio se utilizó el método de Strahler ya que es el más común, el más comprensible y el más fácil de relacionar con otros parámetros morfométricos.

Este índice se obtiene mediante la agregación de corrientes, considerando una corriente de primer orden a aquella que no tiene afluentes, una de segundo orden aquella donde se reúnen dos corrientes de primer orden, una de tercero donde confluyen dos de segundo orden y así sucesivamente (*Figura 191 y Figura 192*).

Este índice indica el grado de estructura de la red de drenaje. En general, mientras mayor sea el grado de corriente, mayor será la red y su estructura más definida.

Asimismo, un mayor orden indica en general la presencia de controles estructurales del relieve y mayor posibilidad de erosión, o bien, que la cuenca podría ser más antigua (en determinados tipos de relieve).

FIGURA 191. ORDENES DE CORRIENTE SEGÚN STRAHLER (1969)



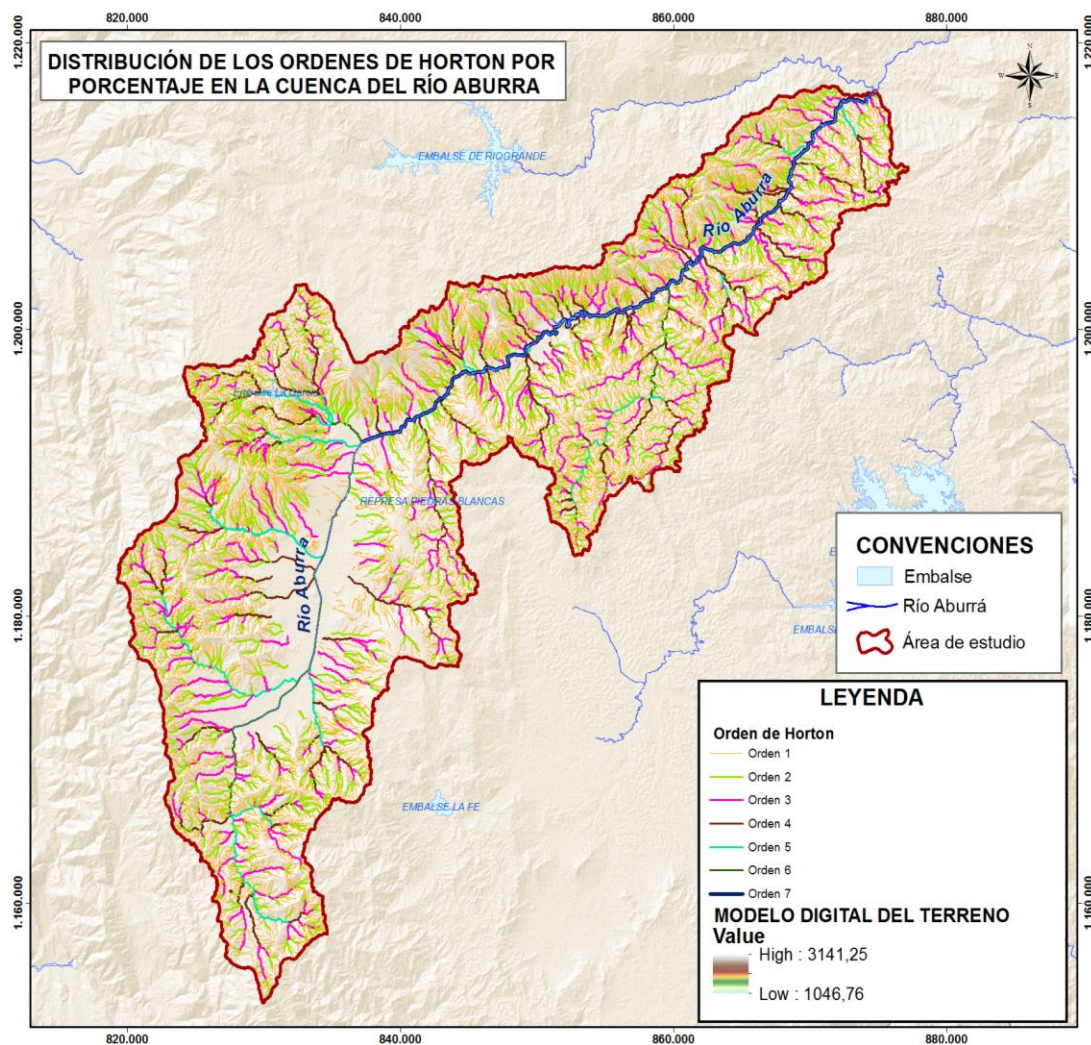
FUENTE: GREGORY, OP. CIT.

TABLA 198. DISTRIBUCIÓN DE LOS ÓRDENES DE HORTON POR PORCENTAJE EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

ORDEN DE HORTON	LONGITUDES (Km)	PORCENTAJE DE LOS CAUCES
Orden 1	3371,26	61,39
Orden 2	1028,48	18,73
Orden 3	616,11	11,22
Orden 4	271,62	4,95
Orden 5	98,7	1,8
Orden 6	44,69	0,81
Orden 7	61,1	1,11
TOTAL GENERAL	5491,97	100

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

FIGURA 192. DISTRIBUCIÓN DE LOS ORDENES DE HORTON POR PORCENTAJE EN LA CUENCA MAYOR RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

Para el caso del río Aburrá, se presenta un orden de Horton 7 y el porcentaje de presencia de los diferentes órdenes en la cuenca se presenta en la Tabla 198.

Tal como es conocido, el orden de Horton está relacionado con el comportamiento hidrológico de la cuenca, considerando que los cauces con órdenes bajos tienen mayor peligro de inundaciones, descargando de forma súbita durante las tormentas.

2.3.4.5. Patrón de alineamiento

Con respecto a la sinuosidad se tiene la clasificación planteada por Schumm (1963), mediante la cual es clasificado el alineamiento de acuerdo a la relación entre la longitud del cauce principal y la longitud del valle que drena o longitud de cuenca que da cuenta del trazado o patrón de alineamiento del cauce. La clasificación se encuentra consignada en la Tabla 199.

TABLA 199. CLASIFICACIÓN DE CAUCES – PATRÓN DE ALINEAMIENTO

TIPO DE CANAL	SINUOSIDAD	CARACTERIZACIÓN
Canal rectilíneo	1-1.2	Se caracterizan por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes. Muy baja sinuosidad.
Canal transicional	1.2-1.5	Baja sinuosidad.
Canal regular	1.5-1.7	Cambios direccionales importantes. Sinuosidad media.
Canal irregular	1.7-2.1	Cambios direccionales importantes con bahías.
Canal tortuoso	>2.1	Tendiente atrenzamiento del canal.

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRAFICAS, 2010

2.3.4.5.1. Densidad de drenaje

Se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$D = \frac{\sum L_i}{A_{Cuenca}}$$

Dónde:

L: Longitud total de los drenajes [km]

A: Área de la cuenca [km²]

Finalmente, se calcula la densidad de drenaje Strahler (1952) mediante la relación entre la longitud total de drenaje y el área de la cuenca. Usualmente se consideran cuencas bien drenadas con una densidad de drenaje alrededor de 3.5 km/km² y cuencas pobremente drenadas con valores alrededor de 0.5 km/km². El río Aburrá en su cuenca mayor exhibe una densidad de drenaje de 4.55 km/km², y en ninguna de las cuencas expuso una densidad por debajo de 0.5, lo cual indica que en general la cuenca se considera bien drenada.

El consolidado de los resultados para la caracterización de la red de drenaje de la cuenca, subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados del río Aburrá se presenta en las Tabla 200 y Tabla 201.

TABLA 200. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE – SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ

NOMBRE	CÓDIGO	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	2701-01-01	7	1,12	Canal rectilíneo	6,12	Bien drenada
Q. LAURELES	2701-01-004	3	1,15	Canal rectilíneo	5,35	Bien drenada
Q. LA JAGUA	2701-01-006	5	1,11	Canal rectilíneo	6,27	Bien drenada
Q. MONTERA	2701-01-010	4	1,09	Canal rectilíneo	10,36	Bien drenada
Q. SANTA ROSA	2701-01-021	3	1,13	Canal rectilíneo	7,36	Bien drenada
Q. REVENTON	2701-01-022	4	1,08	Canal rectilíneo	8,30	Bien drenada
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023	3	1,1	Canal rectilíneo	7,70	Bien drenada
Q. LA CHACONA	2701-01-032	4	1,11	Canal rectilíneo	5,95	Bien drenada
Q. LOS TOTUMOS	2701-01-033	5	1,08	Canal rectilíneo	8,78	Bien drenada
Q. LAS LAJAS	2701-01-034	4	1,09	Canal rectilíneo	13,54	Bien drenada
Q. LA QUESIANIEGA	2701-01-035	4	1,05	Canal rectilíneo	12,10	Bien drenada
Q. LA SILVA	2701-01-037	3	1,05	Canal rectilíneo	12,90	Bien drenada
Q. LA CORREA	2701-01-041	4	1,11	Canal rectilíneo	5,32	Bien drenada
Q. EL LIMONAL	2701-01-048	5	1,09	Canal rectilíneo	5,62	Bien drenada
Q. LOS AGUACATES	2701-01-050	4	1,09	Canal rectilíneo	5,10	Bien drenada
Q. LA TOLDA	2701-01-053	3	1,09	Canal rectilíneo	4,36	Bien drenada
Q. GUASIMAL	2701-01-057	4	1,08	Canal rectilíneo	4,12	Bien drenada
Q. SECA	2701-01-060	4	1,13	Canal rectilíneo	7,03	Bien drenada
Q. LA GARCIA	2701-01-062	6	1,19	Canal rectilíneo	5,23	Bien drenada
Q. LA IGUANÁ	2701-01-076	5	1,12	Canal rectilíneo	5,09	Bien drenada
Q. DOÑA MARIA	2701-01-081	5	1,25	Canal transicional	4,30	Bien drenada

NOMBRE	CÓDIGO	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. GRANDE	2701-01-085	4	1,13	Canal rectilíneo	4,17	Bien drenada
Q. LA BERMEJALA	2701-01-087	3	1,1	Canal rectilíneo	4,54	Bien drenada
Q. LA VALERIA	2701-01-093	4	1,12	Canal rectilíneo	4,40	Bien drenada
Q. MANDALAY	2701-01-094	4	1,07	Canal rectilíneo	4,83	Bien drenada
Q. LA LEJÍA	2701-01-097	3	1,18	Canal rectilíneo	5,17	Bien drenada
Q. LA SALADA	2701-01-099	4	1,16	Canal rectilíneo	3,17	Drenada
Q. LA MINA	2701-01-100	4	1,11	Canal rectilíneo	4,18	Bien drenada
RÍO ABURRÁ ALTO	2701-01-29	5	1,09	Canal rectilíneo	5,14	Bien drenada
Q. LA CLARA	2701-01-107	3	1,07	Canal rectilíneo	3,50	Bien drenada
Q. LA MIEL	2701-01-114	5	1,09	Canal rectilíneo	5,08	Bien drenada
Q. LA AYURÁ	2701-01-124	5	1,15	Canal rectilíneo	4,86	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	2701-01-33	6	1,01	Canal rectilíneo	1,67	Drenada
Q. LA PRESIDENTA	2701-01-130	4	1,04	Canal rectilíneo	3,26	Drenada
Q. SANTA ELENA	2701-01-136	4	1,09	Canal rectilíneo	3,01	Drenada
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154	4	1,09	Canal rectilíneo	3,96	Bien drenada
Q. LA CHUSCALA	2701-01-158	4	1,11	Canal rectilíneo	4,57	Bien drenada
Q. EL SALADO	2701-01-169	5	1,16	Canal rectilíneo	5,27	Bien drenada
Q. OVEJAS	2701-01-179	6	0,3	Canal rectilíneo	5,27	Bien drenada
Q. DOSQUEBRADAS	2701-01-184	4	1,14	Canal rectilíneo	5,42	Bien drenada
Q. LA HERRADURA	2701-01-192	4	1,18	Canal rectilíneo	5,92	Bien drenada
Q. AGUAS CLARAS	2701-01-197	4	1,12	Canal rectilíneo	5,42	Bien drenada
Q. SANTO DOMINGO	2701-01-198	4	1,05	Canal rectilíneo	5,24	Bien drenada
Q. AGUA FRIA	2701-01-201	4	1,15	Canal rectilíneo	5,83	Bien drenada
Q. PIEDRA GORDA	2701-01-206	5	1,2	Canal rectilíneo	4,86	Bien drenada
Q. LA CALDAS	2701-01-011	4	1,09	Canal rectilíneo	9,87	Bien drenada

NOMBRE	CÓDIGO	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. POPALITO	2701-01-015	4	1,16	Canal rectilíneo	5,83	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	2701-01-48	7	1,13	Canal rectilíneo	6,66	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	2701-01-49	7	1,23	Canal transicional	6,83	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	2701-01-50	7	1,25	Canal transicional	5,81	Bien drenada
Q. LOS ORTEGAS	2701-01-046	4	1,11	Canal rectilíneo	5,77	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	2701-01-52	7	1,1	Canal rectilíneo	5,47	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	2701-01-53	7	1,16	Canal rectilíneo	3,44	Drenada
Q. EL HATO	2701-01-063	5	1,21	Canal transicional	6,41	Bien drenada
Q. LA LOCA	2701-01-064	3	1,14	Canal rectilíneo	5,38	Bien drenada
Q. EL SALADO	2701-01-077	4	1,16	Canal rectilíneo	3,46	Drenada
Q. LA PICACHA	2701-01-078	4	1,19	Canal rectilíneo	3,04	Drenada
Q. ALTAVISTA	2701-01-079	4	1,1	Canal rectilíneo	3,13	Drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	2701-01-59	6	1,16	Canal rectilíneo	4,19	Bien drenada
DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	2701-01-60	5	1,15	Canal rectilíneo	4,65	Bien drenada
Q. LA BRUNERA	2701-01-109	3	1,1	Canal rectilíneo	3,90	Bien drenada
Q. LA DOCTORA	2701-01-119	4	1,2	Canal rectilíneo	3,60	Bien drenada
Q. RODAS	2701-01-149	3	1,11	Canal rectilíneo	3,40	Drenada
Q. EL CURRUCAO	2701-01-165	4	1,15	Canal rectilíneo	4,74	Bien drenada

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ. 2016

NOMBRE	CODIFICACIÓN	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. LA MESETA	2701-01-01-01	2	1.04	Canal rectilíneo	7.65	Bien drenada
Q. LAURELES	2701-01-004-01	3	1.08	Canal rectilíneo	5.46	Bien drenada
Q. KILONES	2701-01-004-02	2	1.06	Canal rectilíneo	6.10	Bien drenada
Q. LA JAGUA	2701-01-006-01	2	1.02	Canal rectilíneo	4.51	Bien drenada
Q. LA MONTERA	2701-01-010-01	3	1.08	Canal rectilíneo	6.11	Bien drenada
Q. EL AGUACATE	2701-01-010-02	2	1.02	Canal rectilíneo	7.96	Bien drenada
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023-01	3	1.11	Canal rectilíneo	7.27	Bien drenada
Q. DEL COROZAL	2701-01-033-01	3	1.06	Canal rectilíneo	9.06	Bien drenada
Q. LA TROCHA	2701-01-034-01	3	1.06	Canal rectilíneo	6.72	Bien drenada
Q. SALADITO	2701-01-035-01	2	1.02	Canal rectilíneo	3.82	Bien drenada
Q. PIEDRAITA	2701-01-035-02	1	1.02	Canal rectilíneo	3.42	Drenada
Q. LA SILVA	2701-01-037-01	3	1.06	Canal rectilíneo	5.23	Bien drenada
Q. LA CUESTA	2701-01-048-01	2	1.04	Canal rectilíneo	8.56	Bien drenada
Q. BORBOLLON	2701-01-076-01	3	1.08	Canal rectilíneo	6.35	Bien drenada
Q. LA PUERTA	2701-01-076-02	4	1.10	Canal rectilíneo	5.47	Bien drenada
Q. LA IGUANA	2701-01-076-03	4	1.10	Canal rectilíneo	5.67	Bien drenada
Q. LA IGUANA	2701-01-076-04	4	1.08	Canal rectilíneo	4.52	Bien drenada
Q. EL LIMO	2701-01-076-05	1	1.03	Canal rectilíneo	0.81	Drenada

NOMBRE	CODIFICACIÓN	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. LA FRANCISCA	2701-01-076-06	4	1.08	Canal rectilíneo	4.66	Bien drenada
Q. DOÑA MARIA	2701-01-081-01	5	1.19	Canal rectilíneo	5.37	Bien drenada
Q. LA SORBETADA	2701-01-081-02	1	1.06	Canal rectilíneo	12.13	Bien drenada
Q. LA LARGA	2701-01-081-03	2	1.04	Canal rectilíneo	6.67	Bien drenada
Q. EL CARATEJO	2701-01-081-04	2	1.06	Canal rectilíneo	3.56	Bien drenada
Q. LA CANDELA	2701-01-081-05	1	1.02	Canal rectilíneo	6.05	Bien drenada
Q. LA DESPENSA	2701-01-081-06	3	1.06	Canal rectilíneo	6.13	Bien drenada
Q. LA MANGUALA	2701-01-081-07	3	1.04	Canal rectilíneo	7.21	Bien drenada
Q. LA MANGUALA	2701-01-081-08	3	1.05	Canal rectilíneo	5.90	Bien drenada
Q. LA CAMPIÑA	2701-01-081-09	2	1.05	Canal rectilíneo	11.56	Bien drenada
LA REVENTONA	2701-01-093-01	3	1.03	Canal rectilíneo	4023.34	Bien drenada
Q. LA VALERIA	2701-01-093-02	4	1.14	Canal rectilíneo	4.88	Bien drenada
Q. LA MIEL	2701-01-114-01	3	1.03	Canal rectilíneo	8.73	Bien drenada
Q. EL SALADO	2701-01-124-01	3	1.02	Canal rectilíneo	4.92	Bien drenada
Q. LA MIEL	2701-01-124-02	4	1.09	Canal rectilíneo	6.20	Bien drenada
CAÑADA HONDA	2701-01-124-03	2	1.01	Canal rectilíneo	9.58	Bien drenada
Q. EL PALO	2701-01-124-04	3	1.06	Canal rectilíneo	5.34	Bien drenada
Q. LA PAVITA	2701-01-124-05	1	1.02	Canal rectilíneo	7.20	Bien drenada
Q. LA PAVA	2701-01-124-06	2	1.03	Canal rectilíneo	5.31	Bien drenada
Q. LA SECA	2701-01-124-07	2	1.10	Canal rectilíneo	10.42	Bien drenada
Q. LA SEBASTIANA	2701-01-124-08	2	1.05	Canal rectilíneo	4.77	Bien drenada
Q. EL ATRAVESADO	2701-01-124-09	1	1.10	Canal rectilíneo	10.40	Bien drenada
Q. SANTA ELENA	2701-01-136-01	4	1.06	Canal rectilíneo	4.33	Bien drenada
Q. SAN PEDRO	2701-01-136-02	3	1.02	Canal rectilíneo	3.65	Bien drenada
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-01	4	1.11	Canal rectilíneo	4.07	Bien drenada
Q. CHORRILLOS	2701-01-154-02	3	1.03	Canal rectilíneo	3.46	Drenada
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-03	3	1.02	Canal rectilíneo	5.39	Bien drenada
Q. LOS CHIQUEROS	2701-01-154-04	3	1.05	Canal rectilíneo	6.52	Bien drenada
Q. EL PERICO	2701-01-154-05	1	1.06	Canal rectilíneo	3.88	Bien drenada

NOMBRE	CODIFICACIÓN	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. LAS ANIMAS	2701-01-154-06	1	1.00	Canal rectilíneo	0.81	Drenada
SIN NOMBRE	2701-01-158-01	2	1.02	Canal rectilíneo	5.91	Bien drenada
Q EL SALTO	2701-01-158-02	1	1.01	Canal rectilíneo	2.33	Drenada
Q. EL TABANO	2701-01-169-01	2	1.09	Canal rectilíneo	9.00	Bien drenada
Q. LA SOPERA	2701-01-169-02	2	1.05	Canal rectilíneo	5.92	Bien drenada
Q. MALPASO	2701-01-169-03	2	1.04	Canal rectilíneo	3.80	Bien drenada
Q. LA FONDA	2701-01-179-01	3	1.05	Canal rectilíneo	9.45	Bien drenada
Q. LA CHORRERA	2701-01-179-02	3	1.10	Canal rectilíneo	5.79	Bien drenada
Q. LA DELIA	2701-01-184-01	1	0.98	Canal rectilíneo	31.25	Bien drenada
Q. LA HERRADURA	2701-01-192-01	3	1.08	Canal rectilíneo	6.28	Bien drenada
Q. LA MANSA	2701-01-201-01	3	1.05	Canal rectilíneo	8.77	Bien drenada
Q. GUASIMAL	2701-01-206-01	4	1.05	Canal rectilíneo	5.35	Bien drenada
Q. LA CALDA	2701-01-011-01	2	1.04	Canal rectilíneo	5.59	Bien drenada
Q. CESTILLAL	2701-01-015-01	2	1.11	Canal rectilíneo	6.85	Bien drenada
Q. EL SILENCIO	2701-01-48-01	4	1.04	Canal rectilíneo	8.65	Bien drenada
Q. CINCO REALES	2701-01-48-02	3	1.02	Canal rectilíneo	7.10	Bien drenada
Q. YARUMITO	2701-01-48-03	2	1.03	Canal rectilíneo	5.78	Bien drenada
Q. LOS PERROS	2701-01-49-01	2	1.06	Canal rectilíneo	7.69	Bien drenada
Q. LA LÓPEZ	2701-01-49-02	3	1.06	Canal rectilíneo	6.59	Bien drenada
Q. VALLECITOS	2701-01-49-03	3	1.10	Canal rectilíneo	8.04	Bien drenada
Q. LA CUESTA	2701-01-52-01	1	1.05	Canal rectilíneo	9.29	Bien drenada
Q. POTRERITOS	2701-01-52-02	1	1.05	Canal rectilíneo	4.99	Bien drenada
Q. LA PICACHA	2701-01-078-01	4	1.17	Canal rectilíneo	4.87	Bien drenada
Q. LA PICACHA	2701-01-078-02	3	1.12	Canal rectilíneo	5.92	Bien drenada
SIN NOMBRE	2701-01-079-01	1	1.13	Canal rectilíneo	4.64	Bien drenada
Q. LA CULEBRA	2701-01-59-01	3	1.02	Canal rectilíneo	6.14	Bien drenada
Q. PALOSANTO	2701-01-59-02	3	1.01	Canal rectilíneo	6.18	Bien drenada
Q. LA PEÑOLA	2701-01-59-03	1	1.03	Canal rectilíneo	7.67	Bien drenada
Q. TABLACITA	2701-01-59-04	1	1.00	Canal rectilíneo	2.72	Drenada

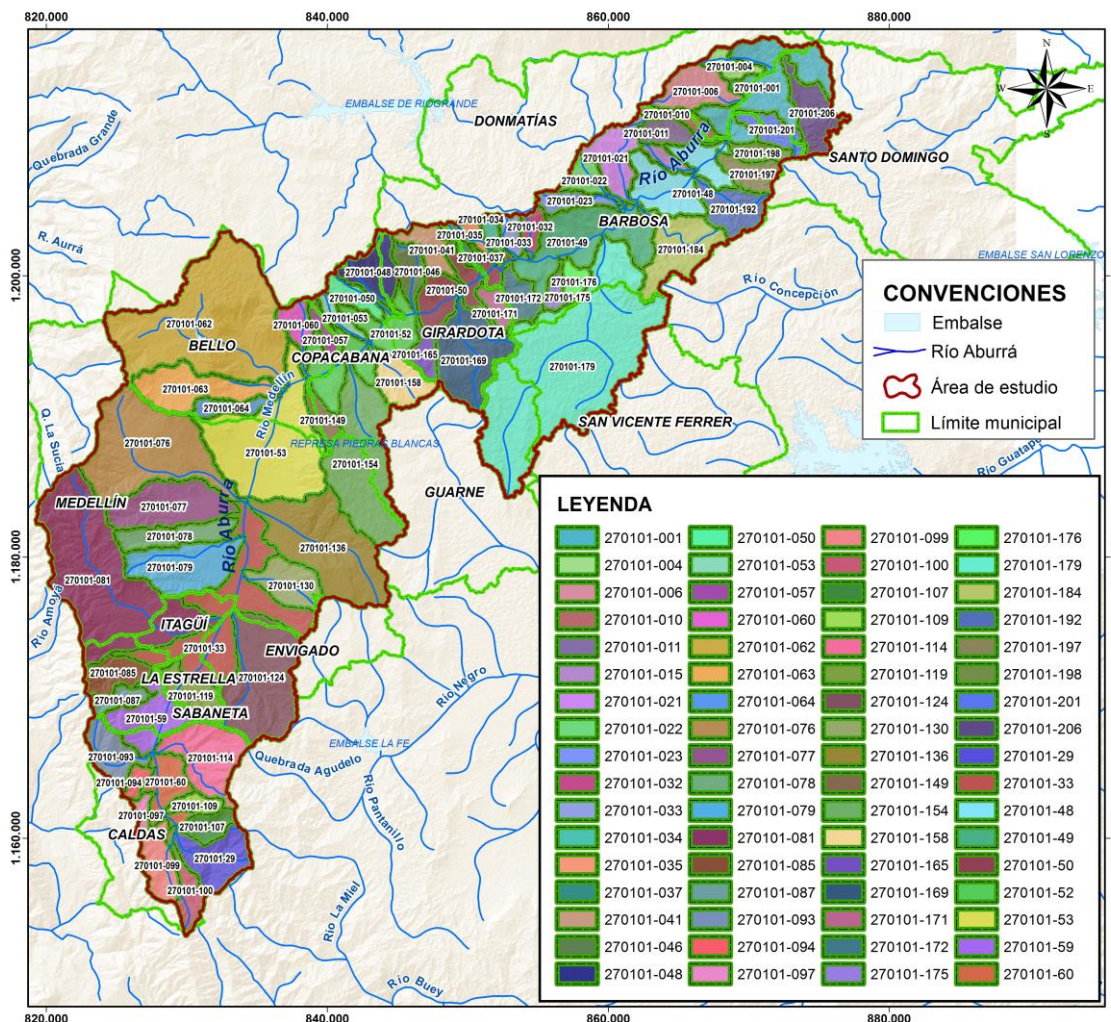
NOMBRE	CODIFICACIÓN	HORTON	ÍNDICE DE SINUOSIDAD	CLASIFICACIÓN SEGÚN SINUOSIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE [Km/Km ²]	CLASIFICACIÓN SEGÚN DENSIDAD DE DRENAJE
Q. EL ATAJO	2701-01-149-01	1	1.04	Canal rectilíneo	1.85	Drenada
Q. EL MALPASO	2701-01-165-01	2	1.11	Canal rectilíneo	4.91	Bien drenada
Q. EL CURRUCAO	2701-01-165-02	2	1.02	Canal rectilíneo	6.71	Bien drenada
Q. MARIA IGNACIA	2701-01-171-01	2	1.03	Canal rectilíneo	8.87	Bien drenada
Q. LA UVITA	2701-01-172-01	2	1.02	Canal rectilíneo	5.12	Bien drenada
Q. LA AGUADA	2701-01-172-02	1	1.02	Canal rectilíneo	3.31	Drenada

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.4.6. Mapa de hidrografía

En la *Figura 193* se presentan la cuenca, subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y la red de drenaje de la Cuenca del río Aburrá. En general, se puede apreciar una cuenca de orden 7 y a partir de la densidad de drenaje, se concluye que la cuenca tiene un buen drenaje. Sin embargo, vale destacar que si bien existe una red de drenaje considerable en la cuenca, los procesos de expansión y ocupación urbana, incluyendo retiros de corrientes, la impermeabilización asociada a tendido de infraestructura y la extensión de pastos a lo largo de la cuenca, la pérdida de capacidad de regulación hídrica por los procesos de deforestación, son factores que contribuyen a la ocurrencia de eventos de desbordamiento de aguas en épocas de lluvias altas y afectan vidas, bienes públicos y privados.

FIGURA 193. MAPA HIDROGRAFÍA – RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.5. Morfometría

2.3.5.1. Generalidades

El comportamiento hidrológico de una cuenca hidrográfica está en función de numerosos factores, entre los cuales predominan el clima y la forma del territorio. Las formas de la superficie terrestre y su relación con el comportamiento hidrológico de una determinada cuenca, pueden establecerse por medio de índices morfométricos, en donde dichos índices describen las características de paisajes complejos por medio de valores constantes. En forma adicional, en esta cuenca el comportamiento

hidrológico está influenciado por las intervenciones derivadas de los procesos de expansión, que conllevan a rectificaciones de cursos de las quebradas y ríos, a la profundización y desviación de cauces, impermeabilización de suelos, al igual que el trasvase de cuenca, entre otros factores que modifican o afectan la hidrología de la cuenca.

La estimación de las características morfométricas de la cuenca hidrográfica, correspondiente a la Cuenca del río Aburrá (2701-01) y las 68 subcuencas de Nivel II que la conforman en el área de jurisdicción de CORANTIOQUIA, CORNARE y el AMVA, se evaluaron a partir de la base cartográfica en formato digital del Instituto Geográfico Agustín Codazzi escala 1:25.000, con intervalos de curvas de nivel cada 25 y 50 metros, utilizando como herramienta el Sistema de Información Geográfica (Arc Gis 10.1).

2.3.5.2. Parámetros físicos de la cuenca

2.3.5.2.1. *Área de drenaje de la cuenca (A_c) [km^2]*

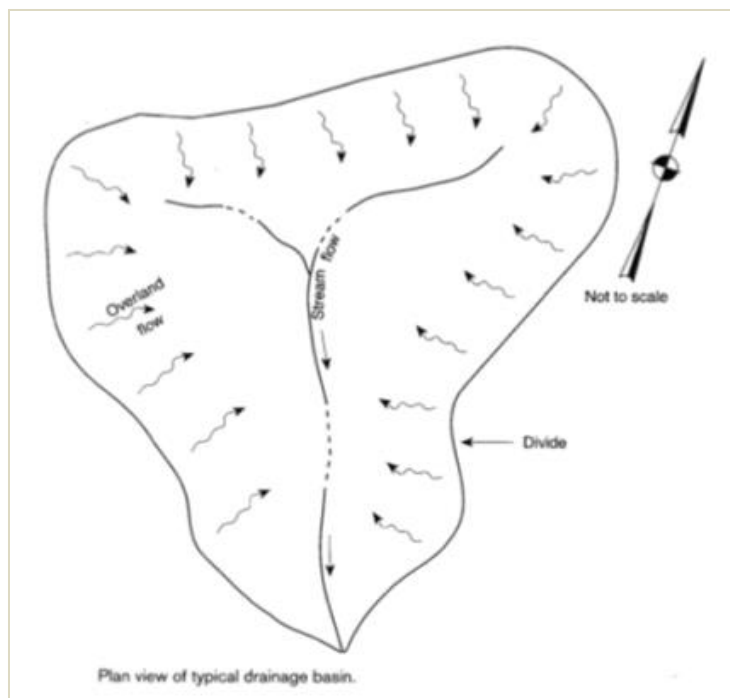
Es la proyección horizontal del área de drenaje, o de un sistema de escorrentía dirigido, directa o indirectamente, a un mismo cauce natural. El sitio que recoge toda la escorrentía que se produce en una cuenca hidrográfica se denomina punto de concentración o punto de cierre de la cuenca.

El concepto de área de drenaje y divisoria de aguas se presenta en las Figura 194 y Figura 195.

La delimitación de una cuenca hidrográfica se realiza a partir de restitutiones cartográficas y fotogramétricas y, para ello, se deben seguir las reglas básicas que se mencionan a continuación:

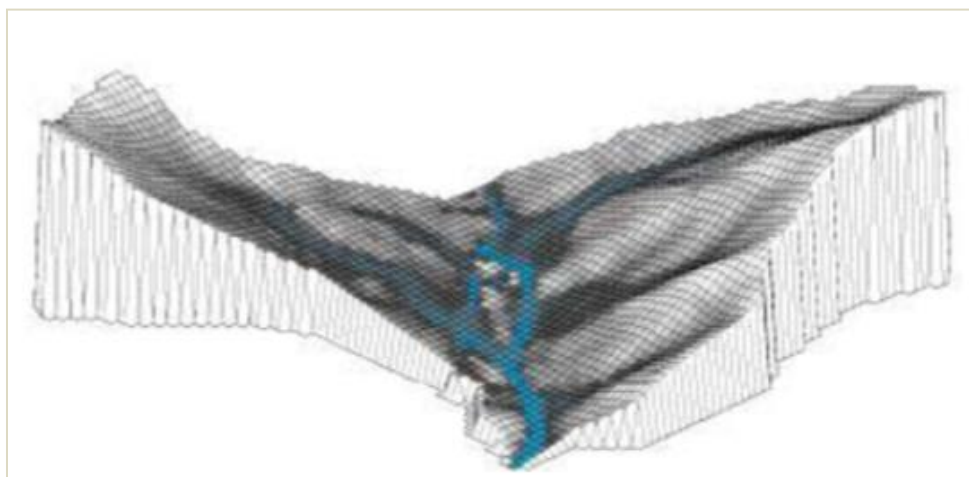
- a) La divisoria de aguas pasa por los puntos más altos de las cordilleras, cruzando los valles que estas delimitan.
- b) Su delimitación comienza en el punto de concentración y se continúa a cada lado de este punto con líneas siempre perpendiculares a las curvas de nivel.
- c) La divisoria de aguas nunca debe interceptar los cauces naturales.
- d) Imagine una gota de agua cayendo sobre el mapa, si la gota llegara al punto de concentración, esta área debe pertenecer a la cuenca.

FIGURA 194. ÁREA DE DRENAJE TÍPICA



FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

FIGURA 195. ÁREA DE DRENAJE VISTA EN 3D



FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

2.3.5.2.2. *Perímetro de la cuenca*

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 permite inferir sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.

2.3.5.2.3. *Longitud recta de la cuenca*

Es la longitud de una línea recta con dirección “paralela” al cauce principal.

2.3.5.2.4. *Ancho de la cuenca (w) [km]*

Es la relación entre el área de drenaje de la cuenca y la longitud de la misma.

2.3.5.2.5. *Parámetros de forma de la cuenca*

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas hidrográficas.

Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente.

2.3.5.2.6. *Índice de compacidad o índice de Gravelius*

Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

$$K_c = \frac{P_{cuenca}}{2\pi \left(\frac{A_{cuenca}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca [km]

A: Área de la cuenca [km²]

Este valor adimensional, independiente del área estudiada, tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de Kc nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte

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_c mayor será la concentración de agua. Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro, según la Tabla 202:

TABLA 202. ÍNDICE DE COMPACIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE LA FORMA

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1,0 a 1,25	Forma redonda a oval redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma oval redonda a oval oblonga
Kc3	> 1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

2.3.5.2.7. Factor de forma (K_f)

Índice propuesto por Gravelius. Es la relación entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños. (Tabla 203)

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

TABLA 203. CLASIFICACIÓN DEL FACTOR DE FORMA

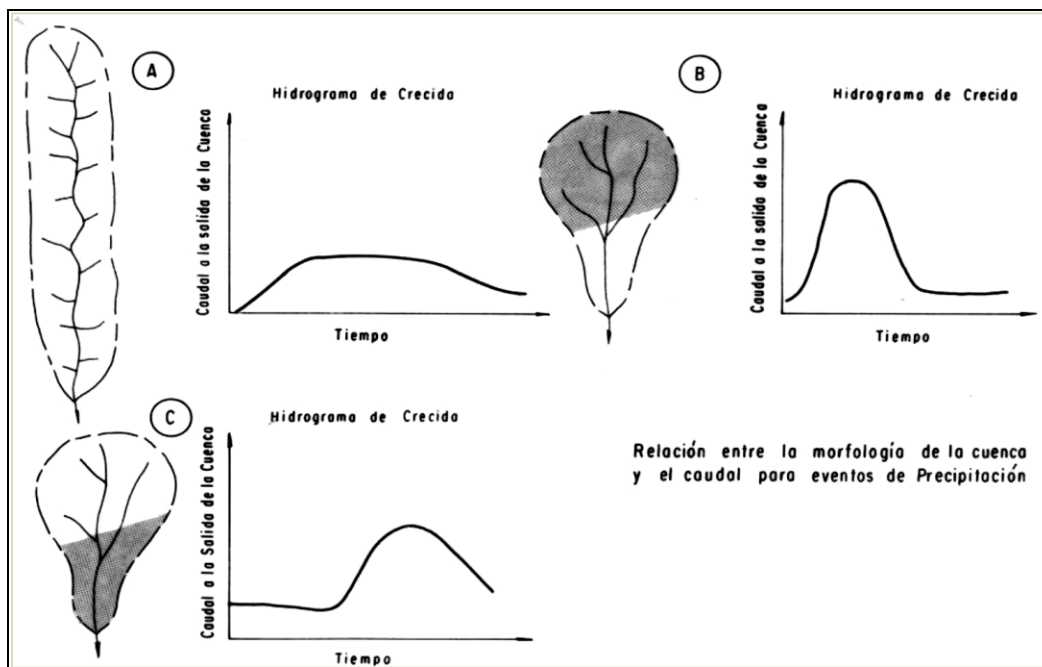
K_f	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRAFICAS, 2010

El factor de forma de la cuenca mayor del Río Aburrá es de 0.20, el cual está indicando que la cuenca no tiende a ser circular, sino alargada; por lo tanto, no es propensa a presentar crecidas súbitas cuando se presentan lluvias intensas simultáneamente en toda o en gran parte de su superficie.

En la Figura 196 se muestra la relación entre la morfología de algunas cuencas y sus respectivos caudales pico. Para más información sobre algunas formas de las cuencas y sus respectivas respuestas hidrológicas se recomiendan consultar a Smith y Stopp (1978).

FIGURA 196. RELACIÓN ENTRE LA FORMA DE ALGUNAS CUENCAS Y EL CAUDAL PICO PARA EVENTOS MÁXIMOS DE PRECIPITACIÓN



FUENTE: BELL, 1999

2.3.5.2.8. Índice de alargamiento

Relaciona la longitud del cauce encontrada en la cuenca, medida en el sentido principal y el ancho máximo de ella. Este define si la cuenca es alargada, cuando su valor es mucho mayor a la unidad o si es muy achatada, cuando son valores menores a la unidad. (Tabla 204)

$$I_A = \frac{L}{A_n}$$

Dónde:

L: Longitud de la cuenca

An: Ancho de la cuenca

TABLA 204. ÍNDICE DE ALARGAMIENTO

I_A	Característica
$I_A > 1$	Cuenca alargada
$I_A < 1$	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

2.3.5.2.9. Índice asimétrico

Es la relación del área de las vertientes, mayor (A_{mayor}) y menor (A_{menor}), las cuales son separadas por el cauce principal. Este índice evalúa la homogeneidad en la distribución de la red de drenaje, pues si se tiene un índice mucho mayor a 1 se observará sobre la cuenca que el río principal estará recargado a una de las vertientes, lo cual implica una heterogeneidad en la distribución de la red de drenaje, aumentando la descarga hídrica de la cuenca a esta vertiente, lo que incrementa en cierto grado los niveles de erodabilidad, a causa de los altos eventos de escorrentía superficial obtenidos. A continuación se presenta la ecuación que define el índice asimétrico como: (*Tabla 205*)

$$I_{AS} = \frac{A_{mayor}}{A_{menor}}$$

Dónde:

I_{AS} : Índice asimétrico (adimensional)

A_{mayor} : Vertiente mayor (km²)

A_{menor} : Vertiente menor (km²)

TABLA 205. ÍNDICE ASIMÉTRICO

I_{AS}	Característica
$I_{AS} > 1$	Cauce principal bastante recargado a una de las vertientes
$I_{AS} = 1$	Distribución uniforme del cauce principal

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

2.3.5.3. Características de relieve de la cuenca

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general, se puede decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores.

2.3.5.3.1. Pendiente media de la cuenca

La pendiente es la variación de la inclinación de una cuenca. Su determinación es importante para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas de suelo (erosión o sedimentación), puesto que, en zonas de altas pendientes se presentan con mayor frecuencia los problemas de erosión, mientras que en regiones planas aparecen principalmente problemas de drenaje y sedimentación.

La pendiente media de la cuenca se estima con base en un plano topográfico que contenga las curvas de nivel o en el modelo de elevación digital de 10 x 10 metros, empleando el método de Alvord.

De acuerdo con el uso del suelo y la red de drenaje, la pendiente influye en el comportamiento de la cuenca, afectando directamente el escurrimiento de las aguas lluvias; esto es, en la magnitud y en el tiempo de formación de una creciente en el cauce principal. En cuencas de pendientes fuertes, existe la tendencia a la generación de crecientes en los ríos en tiempos relativamente cortos. Estas cuencas se conocen como torrenciales, igual que los ríos que las drenan. En la Tabla 206 se muestra la clasificación de las cuencas según la pendiente.

TABLA 206. CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE ACUERDO CON LA PENDIENTE

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Medianamente accidentado
12 -20	Accidentado
20 - 35	Fuertemente accidentado
35 - 50	Muy fuertemente accidentado
50 - 75	Escarpado
>75	Muy escarpado

FUENTE: GUIA BASICA PARA LA CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, 2010

En el método de Alvord, se divide la cuenca en franjas altitudinales y se obtiene la pendiente media de la cuenca al ponderar la pendiente hallada para cada franja en función de su área.

$$S_m = \frac{L * D}{A}$$

Dónde:

S_m : Pendiente media de la cuenca

D : Diferencia entre curvas de nivel

L : Longitud total de las curvas de nivel

A : Área de la cuenca

2.3.5.3.2. Elevación media de la cuenca

Es la variación altitudinal de la cuenca hidrográfica, que incide directamente sobre el clima y por tanto sobre el régimen hidrológico, además de brindar una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas diferentes dentro de la misma cuenca. Una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación, es a través de la función hipsométrica.

Esta función o característica se determina a partir de la “curva hipsométrica” de la cuenca. La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación de la elevación de una cuenca, en la cual puede observarse la distribución de las zonas altas, medias y bajas.

La curva hipsométrica representa, entonces, el porcentaje de área acumulada que es igualado o excedido a una determinada cota.

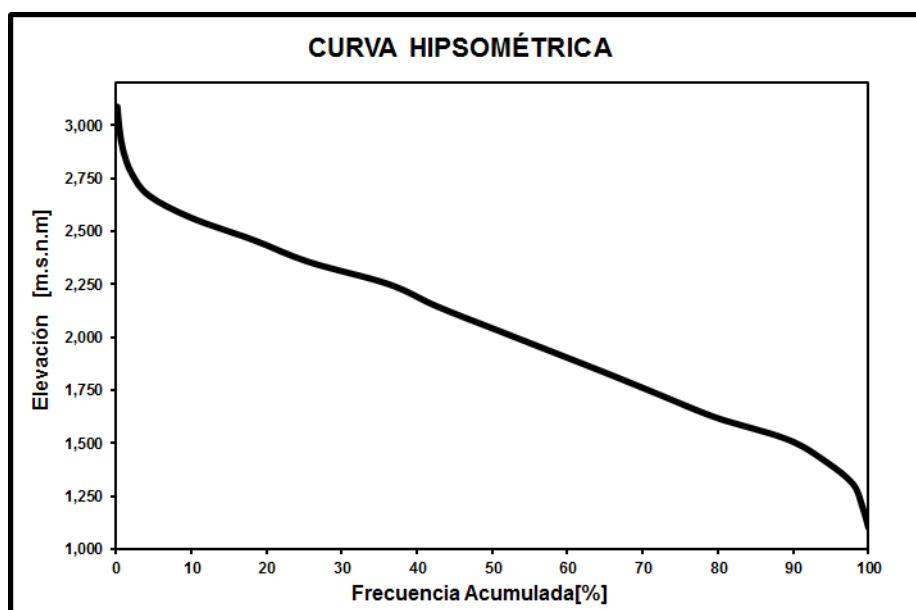
La elevación media de una cuenca puede calcularse como:

$$H_{media} = \frac{\sum Area * Alt. media_i}{\sum Area}$$

En la *Figura 197* se presenta la clasificación del río de acuerdo a la curva hipsométrica, que para la Cuenca del río Aburrá es un río maduro, lo que significa que han alcanzado cierto grado de

equilibrio, poseen pendientes escasas en la cuenca baja, además aportan poca carga de sedimentos a las corrientes principales.

FIGURA 197. CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA MAYOR DE RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.5.4. Características del sistema de drenaje

2.3.5.4.1. Longitud del cauce (L) [km]

Es la longitud del cauce principal, medida desde el punto de concentración hasta el tramo de mayor longitud del mismo (*Figura 198*).

Generalmente, los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces. Según Londoño 2001, esto se debe a la normal relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes, de tal manera que el área crece con la longitud y la superficie de captación.

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedias totales de las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces. Una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y como consecuencia de esto, mayor atenuación de las mismas, por lo que los tiempos de subida y las duraciones totales de éstas serán evidentemente mayores.

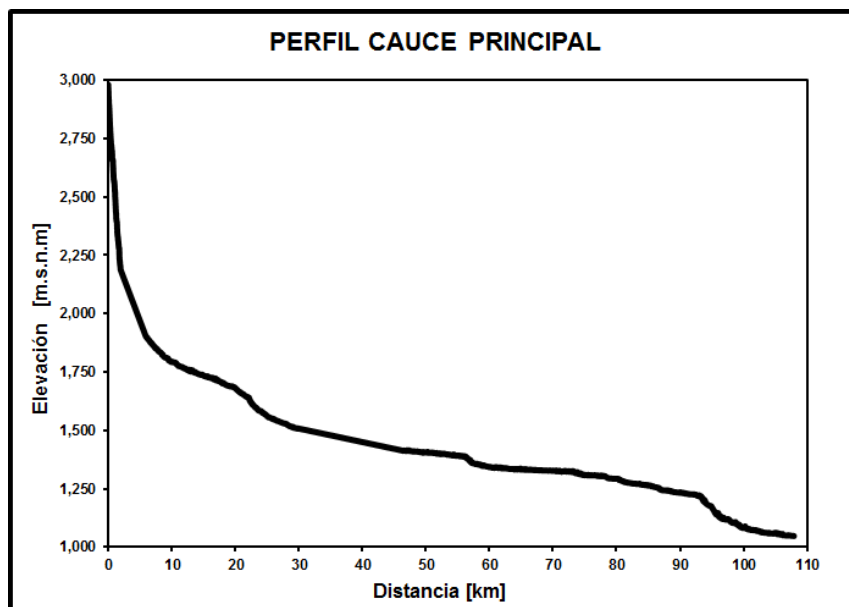
La longitud del cauce del río Aburrá es de 107.9 Km, desde su nacimiento, en la parte alta de la cuenca, hasta su confluencia con el río Porce.

2.3.5.4.2. Perfil del cauce

El perfil longitudinal de un río es muy característico. La línea que dibuja la quebrada desde su nacimiento hasta el sitio de estudio se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es la de una curva exponencial cóncava hacia arriba, en la cabecera, y a la altura del nivel de base, en la desembocadura.

La profundidad y el ancho del lecho aumentan aguas abajo, en la medida que disminuye la pendiente. Esto es debido a que aguas abajo aumenta el caudal y disminuye la velocidad, por lo que la carga material transportada cambia de gruesa a fina. En la (*Figura 198*) se presenta el perfil longitudinal del cauce principal del río Aburrá, el cual pasa de los 2.980 m.s.n.m en su nacimiento, en el Alto de San Miguel, a cerca de los 1.048 m.s.n.m a la salida de la cuenca.

FIGURA 198. PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.5.4.3. *Pendiente media del cauce*

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo.

$$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$$

Dónde:

P_m : Pendiente media

H_{max} : Cota Máxima

H_{min} : Cota Mínima

L : Longitud del Cauce

2.3.5.5. Tiempo de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes (Ven Te Chow, 1994).

Ramser y Kirpich lo definen como el tiempo al pico T_p , Viessman (1977) lo define como el tiempo comprendido entre el final de la precipitación efectiva y el final de la escorrentía superficial directa. Este último valor es el punto de inflexión del hidrograma después del caudal pico. Témez (1978) lo define como la diferencia entre el tiempo de finalización del hidrograma de escorrentía superficial directa y el tiempo de finalización de la precipitación efectiva.

En la literatura se encuentran numerosas expresiones para determinar el tiempo de concentración T_c de las cuencas hidrográficas, desarrolladas por diferentes autores para diferentes regiones del mundo. A continuación se presenta un resumen de las ecuaciones utilizadas en el presente estudio y tomadas de diferentes fuentes (Chow et al., 1994; Hidrología de Antioquia, 1997; Linsley et al., 2002; Viessman y Lewis, 2003; Vélez y Botero, 2011):

▪ Fórmula de Kirpich (1940)

Calcula el tiempo de concentración, T_c , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

L: Longitud del cauce principal de la cuenca, en metros

S: Diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros, dividida por L (es decir, la pendiente promedio del recorrido principal en m/m).

▪ Ecuación de Témez

Calcula el tiempo de concentración, T_c , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

▪ Ecuación de Williams

Calcula el tiempo de concentración, T_c , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.683 \cdot \left(\frac{L \cdot A^{0.4}}{D \cdot S^{0.25}} \right)$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

A: Área de la cuenca, en kilómetros cuadrados (km²).

D: Diámetro de una cuenca circular con área “A”, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

▪ Ecuación de Johnstone y Cross

Calcula el tiempo de concentración, T_c, en horas, según la ecuación:

$$T_c = 2.6 \cdot \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.5}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en metros por kilómetro (m/km).

▪ Fórmula de Giandotti

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, T_c, en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \left(\frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{S * L}} \right)$$

Dónde:

L: es la longitud del cauce principal en km

S: es la pendiente promedio del cauce principal de la cuenca en m/m

A: es la superficie de la cuenca en Km².

▪ Ecuación de SCS – Ranser

Calcula el tiempo de concentración, T_c, en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.97 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

▪ Ecuación de Ventura - Heras

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, Tc, en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_C = 0.30 \cdot \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

▪ Bransby-Williams

Calcula el tiempo de concentración, Tc, en horas, según la ecuación:

$$T_C = \frac{L}{1.5 \cdot D} \sqrt[5]{\frac{A^2}{S}}$$

Dónde:

Tc: tiempo de concentración (horas),

L: distancia máxima a la salida (km),

D: diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km²),

A: área de la cuenca (km²),

S: pendiente media del cauce principal (%)

▪ Ecuación de Clark

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, Tc, en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.108 \cdot \frac{(A \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{S}}$$

Dónde:

T_c: tiempo de concentración (horas),

L: distancia máxima a la salida (km),

A: Área de la cuenca (km²),

S: Pendiente total del cauce principal, m/m

▪ **Fórmula de Témez (1978)**

Calcula el tiempo de concentración, T_c, en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L_c}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

T_c: es el tiempo de concentración (horas).

L_c: es la longitud del cauce principal (km).

S: es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje).

▪ **Fórmula de Valencia y Zuluaga**

Calcula el tiempo de concentración, T_c, en horas, según la ecuación:

$$T_c = 1.7694 \cdot A^{0.325} \cdot L^{-0.096} \cdot S^{-0.29}$$

Dónde:

T_c: Es el tiempo de concentración (horas),

L: Es la longitud del curso de agua más largo (km),

S: Es la pendiente en porcentaje,

A: Es el área de la cuenca (km²)

▪ **Fórmula de California Culvert Practice**

Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, T_c , en horas, mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \left(0.87 \cdot \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

T_c : Tiempo de concentración, en horas (h).

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H : Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

▪ **Fórmula de Pilgrim y McDermott**

Calcula el tiempo de concentración, T_c , en horas, según la ecuación:

$$T_c = 0.76 \cdot A^{0.38}$$

Dónde:

T_c : Es el tiempo de concentración (horas),

A : Es el área de la cuenca (km²)

En la Tabla 207 se muestra el cálculo de los tiempos de concentración para el cauce principal del río Aburrá.

TABLA 207. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LA CUENCA MAYOR DEL RÍO ABURRÁ

Método	Tc (horas)	Tc (min)
Ecuación de Kirpich (1990)	12,4	743,76
Ecuación de Témez	9,79	587,57
Ecuación de Williams	29,21	1752,88
Ecuación de Johnstone y Cross	13,81	828,67
Ecuación de Giandotti	9,46	567,88
Ecuación de SCS – Ranser	12,7	761,76
Ecuación de Ventura - Heras	9,35	561,23
Ecuación de Bransby-Williams	29,06	1743,82
Ecuación de Clark	45,27	2716,26
Ecuación de Valencia y Zuluaga	10,15	608,83
Ecuación de California Culvert Practice	12,41	744,33
Ecuación de Pilgrim y McDermott	11,27	676,23
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SELECCIONADO	29,06	1743,82

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.5.6. Índices morfométricos de subcuencas y microcuencas abastecedoras

Con los insumos entregados y el Modelo Digital de Terreno, la red de drenaje y la delimitación de cuencas, se estimaron los parámetros morfométricos y los tiempos de concentración para la cuenca mayor del río Aburrá, subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y poblados. En la *Tabla 208* a la *Tabla 211* se presentan los resultados de dichos parámetros.

De acuerdo a la *Tabla 208*, la cuenca mayor del Valle Aburrá contiene un área de 1207,6 km², la longitud de su cauce principal es de 107,9 km, con una pendiente media del cauce de 1,46%, la cual conduce a un tiempo de concentración de 29,1 horas, el cual corresponde a 1,21 días.

Dada la cantidad de cuencas delimitadas para el presente estudio, se presenta únicamente el perfil altitudinal y la curva hipsométrica del río Aburrá hasta su desembocadura en el río Cauca. El perfil y curva hipsométrica de las subcuencas y microcuencas abastecedoras pueden ser consultadas en el *Anexos Diagnóstico / Anexo8 Caract FísicoBiótica / 3Hidrogeología Hidrología*.

TABLA 208. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA Y SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (*)		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
		km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
RÍO ABURRÁ	2701-01	1207,6	269,5	77,1	15,7	6,21	Suave	1985,4	107,9	1,46	29,1
Q. POPALITO	2701-01-015	3,8	10,5	4,5	0,8	31,7	Fuertemente Accidentando	1675,6	5,3	21,3	1
DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	2701-01-01	32,8	51,7	8	4,1	20,8	Fuertemente Accidentando	1294,4	17	8	2,9
Q. LAURELES	2701-01-004	5,5	12,3	4,6	1,2	29,1	Fuertemente Accidentando	1512,8	6,1	15,3	1,2
Q. LA JAGUA	2701-01-006	13,8	17,4	6,7	2,1	28,3	Fuertemente Accidentando	1711,8	9,6	14,4	1,5
Q. MONTERA	2701-01-010	5,8	16	5,3	1,1	25,4	Fuertemente Accidentando	1862,1	8,8	16,3	1,5
Q. SANTA ROSA	2701-01-021	14,3	21,8	6,2	2,3	19,2	Accidente	2063,6	9,9	13,1	1,6
Q. REVENTÓN	2701-01-022	6,5	15,1	5	1,3	23,4	Fuertemente Accidentando	1987,4	6,6	20,7	1,1
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023	6,4	15,4	6	1,1	14	Accidente	2050,1	8,6	14,9	1,5
Q. LA CHACONA	2701-01-032	4,5	10	3,9	1,1	25,7	Fuertemente Accidentando	1959,2	4,9	25,3	1
Q. LOS TOTUMOS	2701-01-033	4,1	8,9	3,3	1,2	28,7	Fuertemente Accidentando	1873,4	4,3	26	0,9
Q. LAS LAJAS	2701-01-034	3,4	9,5	3,7	0,9	35,1	Muy Fuertemente Accidentado	1880,9	4,5	24,1	0,9
Q. LA QUESIANIEGA	2701-01-035	3,8	10,7	4,1	0,9	36,3	Muy Fuertemente Accidentado	1965,1	5	20,9	1
Q. LA SILVA	2701-01-037	3,2	11,9	4,4	0,7	31,6	Fuertemente Accidentando	2025,7	5,2	21,7	0,9
Q. LA CORREA	2701-01-041	8,5	18	6,4	1,3	32,1	Fuertemente	2126,8	8,6	16	1,3

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (*)		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
		km ²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
							Accidentando				
Q. EL LIMONAL	2701-01-048	13,2	19,9	6,3	2,1	24,2	Fuertemente Accidentando	2098,9	8,3	16,2	1,5
Q. LOS AGUACATES	2701-01-050	6,2	12,6	4,6	1,3	21,7	Fuertemente Accidentando	2008,7	6,4	20,9	1,1
Q. LA TOLDA	2701-01-053	4,4	11,9	4,8	0,9	25,5	Fuertemente Accidentando	2015,9	6,2	22	1
Q. GUASIMAL	2701-01-057	4,8	11,7	5	1	23,1	Fuertemente Accidentando	1924,2	6,1	23,3	1
Q. SECA	2701-01-060	6,9	15,3	5,1	1,4	23,6	Fuertemente Accidentando	2156	6,6	19,7	1,2
Q. LA GARCÍA	2701-01-062	82	48,2	0	6367,3	11,1	Medianamente Accidentado	2359,7	19,3	8,6	3
Q. LA IGUANÁ	2701-01-076	50,8	38,1	11,4	4,5	11,1	Medianamente Accidentado	2189,6	17,3	9,7	3,3
Q. DOÑA MARÍA	2701-01-081	75,9	48,2	15,3	4,9	11,3	Medianamente Accidentado	2133,3	24,6	6,4	3,9
Q. GRANDE	2701-01-085	9,6	14,3	5,2	1,8	30,8	Fuertemente Accidentando	2163,5	6,5	18,5	1,3
Q. LA BERMEJALA	2701-01-087	5,3	12,9	4,6	1,2	29,4	Fuertemente Accidentando	2189,1	6	14,6	1,2
Q. MANDALAY	2701-01-094	3,2	8,6	2,9	1,1	29,7	Fuertemente Accidentando	1896,8	3,6	8,1	0,9
Q. LA LEJÍA	2701-01-097	3,1	10,2	3,4	0,9	27,4	Fuertemente Accidentando	1923,3	4,9	3,7	1,3
Q. LA SALADA	2701-01-099	11	16,2	6	1,8	17,3	Accidente	2032,4	8	6,9	1,8
RÍO ABURRÁ ALTO	2701-01-29	16,3	19,9	4,9	3,3	17,7	Accidente	2327,7	8,3	13,9	1,5
Q. LA MIEL	2701-01-114	22,3	24,1	7,1	3,2	23,9	Fuertemente Accidentando	2252,7	10,2	10,3	2

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (*)		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
		km ²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN	2701-01-33	46,9	70,1	14,7	3,2	11	Medianamente Accidentado	1662	18,4	0,1	12,2
Q. LA PRESIDENTA	2701-01-130	13,4	16,4	5,6	2,4	19,5	Accidente	2008,6	6,5	19,3	1,5
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154	42,4	35,9	13,5	3,1	11,8	Medianamente Accidentado	2320,2	16,5	8,3	3,2
Q. EL SALADO	2701-01-169	27	26	6,5	4,1	18,7	Accidente	2003,9	11,8	10,2	2,1
Q. OVEJAS	2701-01-179	112,7	66	19,9	5,7	5,7	Suave	2242,2	6,8	17	1,9
Q. LA HERRADURA	2701-01-192	13,5	18,7	6,1	2,2	31,5	Fuertemente Accidentando	1922,7	9,2	12,1	1,5
Q. SANTO DOMINGO	2701-01-198	4,9	11,4	4,7	1,1	31,4	Fuertemente Accidentando	1636,8	6,1	16,8	1,1
Q. LA VALERIA	2701-01-093	11,7	18,1	4,4	2,6	18,6	Accidente	1759	9,6	6,8	1,8
Q. LA MINA	2701-01-100	8,1	18,3	7,8	1	32,6	Fuertemente Accidentando	2296,9	9,8	8,8	1,7
Q. LA CLARA	2701-01-107	6,2	11,5	4,3	1,5	23,2	Fuertemente Accidentando	2307,6	5,1	11,2	1,4
Q. LA AYURÁ	2701-01-124	39,7	29,6	9,8	4,1	18,6	Accidente	2101	12,4	11	2,3
Q. SANTA ELENA	2701-01-136	44,7	33,7	10,1	4,4	14,4	Accidente	2166,6	12,7	9,7	2,5
Q. LA CHUSCALA	2701-01-158	12,2	16,1	5,4	2,3	22,5	Fuertemente Accidentando	2009,6	8,1	14,1	1,5
Q. DOSQUEBRADAS	2701-01-184	21,6	28,4	6,8	3,2	13,8	Accidente	1980,4	10,6	11,7	1,9
Q. AGUAS CLARAS	2701-01-197	8	14,1	5	1,6	27,1	Fuertemente Accidentando	1715,8	6,7	15,3	1,3
Q. LA CALDAS	2701-01-011	6,8	15,5	6,4	1,1	26,4	Fuertemente Accidentando	1912,7	7,4	16,8	1,2
Q. POPALITO	2701-01-015	3,8	10,5	4,5	0,8	31,7	Fuertemente	1675,6	5,3	21,3	1

PÁG. 629

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (*)		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
		km ²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTER. 3)	2701-01-50	21,1	48,7	8,1	2,6	16,6	Accidente	1501,2	13,2	1,9	3,1
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTER. 4)	2701-01-52	29,3	54,3	9,1	3,2	14,3	Accidente	1584,5	13,7	6,3	2,4
Q. EL HATO	2701-01-063	21,2	27,6	11	1,9	12,8	Accidente	2344,6	14,2	12	2,1
Q. EL SALADO	2701-01-077	24,1	23,5	9,5	2,5	19,4	Accidente	1781,1	12,4	9,6	2
Q. LA PICACHA	2701-01-078	12,1	21,1	8,9	1,4	14,3	Accidente	1761,3	11,8	9,1	1,9
DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN (INTER. 5)	2701-01-59	18	24,3	6,3	2,9	22,8	Fuertemente Accidentando	1919,2	7,7	11,7	1,6
Q. LA BRUNERA	2701-01-109	4,5	10,3	4,2	1,1	33,6	Fuertemente Accidentando	2219,8	5	20,8	1
Q. RODAS	2701-01-149	5,9	13,5	5,5	1,1	29,5	Fuertemente Accidentando	2006,6	6,4	17,2	1,2
Q. ENCENILLO	2701-01-171	4,6	10	3,9	1,2	32,9	Fuertemente Accidentando	1695,2	4,6	21,1	1,1
Q. PLATANITO	2701-01-172	7,4	12,9	4,6	1,6	34,3	Fuertemente Accidentando	1834,7	5,7	17,3	1,4

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

(*) Para la Cuenca del río Aburrá, según la metodología empleada para el cálculo de la pendiente media de la cuenca, dio como resultado una pendiente suave. Sin embargo, se debe realizar un análisis más detallado como se muestra en el numeral 2.3.6. Pendientes (*Figura 199*)

TABLA 209. PARÁMETROS DE FORMA DE LA CUENCA Y DE LAS SUBCUENCAS – RÍO ABURRÁ

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
RÍO ABURRÁ	2701-01	2,2	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,9	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. POPALITO	2701-01-015	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,4	Cuenca alargada	2,4	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	2701-01-01	2,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,5	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2	Cuenca alargada	1,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LAURELES	2701-01-004	1,5	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,9	Cuenca alargada	1,5	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA JAGUA	2701-01-006	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,2	Cuenca alargada	1,7	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. MONTERA	2701-01-010	1,9	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,9	Cuenca alargada	1,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. SANTA ROSA	2701-01-021	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,7	Cuenca alargada	2,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecho)
Q. REVENTÓN	2701-01-022	1,7	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,8	Cuenca alargada	2,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
									(Izquierda)
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023	1,7	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,6	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CHACONA	2701-01-032	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,5	Cuenca alargada	3,5	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LOS TOTUMOS	2701-01-033	1,2	Forma redonda a oval redonda	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,7	Cuenca alargada	6,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LAS LAJAS	2701-01-034	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4	Cuenca alargada	2,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA QUESIANIEGA	2701-01-035	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,4	Cuenca alargada	1,5	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA SILVA	2701-01-037	1,9	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	6,0	Cuenca alargada	1,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CORREA	2701-01-041	1,7	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,8	Cuenca alargada	1,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. EL LIMONAL	2701-01-048	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,0	Cuenca alargada	1,8	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LOS AGUACATES	2701-01-050	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,4	Cuenca alargada	2,4	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA TOLDA	2701-01-053	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,2	Cuenca alargada	1,7	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. GUASIMAL	2701-01-057	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,1	Cuenca alargada	3,4	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecho)
Q. SECA	2701-01-060	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,7	Cuenca alargada	1,5	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA GARCÍA	2701-01-062	1,5	Forma oval redonda a oval oblonga	0,5	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2	Cuenca alargada	1,9	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA IGUANÁ	2701-01-076	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,5	Cuenca alargada	1,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. DOÑA MARÍA	2701-01-081	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,1	Cuenca alargada	1,7	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. GRANDE	2701-01-085	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,8	Cuenca alargada	1,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA BERMEJALA	2701-01-087	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,9	Cuenca alargada	1,2	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. MANDALAY	2701-01-094	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,7	Cuenca alargada	5,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA LEJÍA	2701-01-097	1,6	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,7	Cuenca alargada	1,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA SALADA	2701-01-099	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,3	Cuenca alargada	2,7	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
RÍO ABURRÁ ALTO	2701-01-29	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,7	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,5	Cuenca alargada	1,9	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA MIEL	2701-01-114	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,2	Cuenca alargada	4,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes

PÁG. 635

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
			oblonga		susceptibilidad a las avenidas				una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA MINA	2701-01-100	1,8	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	7,6	Cuenca alargada	1,8	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA CLARA	2701-01-107	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,9	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA AYURÁ	2701-01-124	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,4	Cuenca alargada	4,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. SANTA ELENA	2701-01-136	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,3	Cuenca alargada	1,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA CHUSCALA	2701-01-158	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,4	Cuenca alargada	1,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. DOSQUEBRADAS	2701-01-184	1,7	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,5	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,2	Cuenca alargada	5,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. AGUAS CLARAS	2701-01-197	1,4	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,2	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA CALDAS	2701-01-011	1,7	Forma oval oblonga a	0,2	Tiende a ser alargada, baja	6,0	Cuenca alargada	1,7	Cauce principal recargado a

PÁG. 637

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA DOCTORA	2701-01-119	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,9	Cuenca alargada	1,4	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL CURRUCAO	2701-01-165	1,5	Forma oval redonda a oval oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,4	Cuenca alargada	2,7	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. GUAYABAL	2701-01-175	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,2	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. CORRIENTES	2701-01-176	1,2	Forma redonda a oval redonda	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,6	Cuenca alargada	2,4	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. AGUA FRIA	2701-01-201	1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,4	Cuenca alargada	1,6	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. PIEDRA GORDA	2701-01-206	1,8	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,2	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,4	Cuenca alargada	3,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	2701-01-48	2,1	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,5	Cuenca alargada	1,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	2701-01-50	3	Forma oval oblonga a rectangular	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad	3,1	Cuenca alargada	1,5	Cauce principal recargado a una de las vertientes

PÁG. 639

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. ENCENILLO	2701-01-171	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,3	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,2	Cuenca alargada	2,3	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. PLATANITO	2701-01-172	1,3	Forma oval redonda a oval oblonga	0,4	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,9	Cuenca alargada	1,1	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

TABLA 210. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS – RÍO ABURRÁ.

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
.	.	km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
Q. LA MESETA	2701-01-01-01	0,32	2,33	0,51	0,62	50,84	Escarpado	1136,43	0,62	4,95	0,49
Q. LAURELES	2701-01-004-01	4,76	10,38	3,83	1,24	29,26	Fuertemente Accidentando	1567,85	4,82	18,19	1,09
Q. KILONES	2701-01-004-02	0,48	3,24	1,19	0,40	42,22	Muy Fuertemente Accidentado	1723,76	1,50	13,52	0,44
Q. LA JAGUA	2701-01-006-01	0,78	3,93	1,40	0,55	31,82	Fuertemente Accidentando	2306,91	1,54	25,53	0,43
Q. LA MONTERA	2701-01-010-01	3,53	11,05	4,34	0,81	27,97	Fuertemente Accidentando	2146,20	5,65	19,38	0,96
Q. EL AGUACATE	2701-01-010-02	0,26	2,08	0,80	0,32	47,38	Muy Fuertemente Accidentado	1951,84	0,72	46,36	0,21

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
.	.	km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023-01	2,59	6,80	1,97	1,31	37,43	Muy Fuertemente Accidentado	2333,42	2,90	15,80	0,90
Q. DEL COROZAL	2701-01-033-01	0,91	4,79	2,05	0,44	33,94	Fuertemente Accidentando	2029,44	2,20	39,00	0,54
Q. LA TROCHA	2701-01-034-01	0,84	4,69	1,82	0,46	38,22	Muy Fuertemente Accidentado	2110,17	1,83	36,29	0,46
Q. SALADITO	2701-01-035-01	0,35	2,95	1,25	0,28	47,20	Muy Fuertemente Accidentado	2122,25	1,32	40,27	0,35
Q. PIEDRAITA	2701-01-035-02	0,06	1,04	0,22	0,28	44,44	Muy Fuertemente Accidentado	2406,86	0,21	15,95	0,26
Q. LA SILVA	2701-01-037-01	2,56	9,10	3,42	0,75	31,50	Fuertemente Accidentando	2148,26	3,95	23,39	0,84
Q. LA CUESTA	2701-01-048-01	0,11	1,47	0,63	0,18	47,04	Muy Fuertemente Accidentado	2043,80	0,46	36,89	0,16
Q. BORBOLLON	2701-01-076-01	1,43	6,23	2,58	0,56	15,34	Accidente	2518,41	3,17	20,60	0,74
Q. LA PUERTA	2701-01-076-02	4,04	9,15	3,47	1,16	9,63	Medianamente Accidentado	2376,83	3,97	20,68	0,98
Q. LA IGUANA	2701-01-076-03	9,99	13,68	4,63	2,16	15,12	Accidente	2397,40	5,44	14,37	1,08
Q. LA IGUANA	2701-01-076-04	9,69	12,91	4,02	2,41	15,32	Accidente	2408,86	4,93	15,21	1,00
Q. EL LIMO	2701-01-076-05	0,43	2,67	1,09	0,39	18,78	Accidente	2680,03	0,32	21,18	0,38
Q. LA FRANCISCA	2701-01-076-06	10,15	13,50	4,55	2,23	30,81	Fuertemente Accidentando	2350,58	5,19	23,20	1,14
Q. DOÑA MARIA	2701-01-081-01	42,87	30,43	9,73	4,40	13,08	Accidente	2295,17	13,58	9,19	2,46
Q. LA SORBETADA	2701-01-081-02	0,02	0,58	0,23	0,09	60,32	Escarpado	2049,32	0,20	35,07	0,13

PÁG. 642

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
,	,	km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
Q. LA PAVA	2701-01-124-06	0,37	2,70	1,11	0,34	38,55	Muy Fuertemente Accidentado	2333,60	1,06	43,25	0,43
Q. LA SECA	2701-01-124-07	0,15	2,41	1,12	0,13	23,46	Fuertemente Accidentando	1907,09	1,16	15,55	0,37
Q. LA SEBASTIANA	2701-01-124-08	0,76	4,23	1,73	0,44	27,67	Fuertemente Accidentando	2354,85	1,78	27,78	0,48
Q. EL ATRAVESADO	2701-01-124-09	0,09	1,97	0,92	0,09	31,72	Fuertemente Accidentando	2020,34	0,84	30,59	0,30
Q. SANTA ELENA	2701-01-136-01	12,91	15,77	5,06	2,55	14,27	Accidente	2536,30	6,87	11,84	1,40
Q. SAN PEDRO	2701-01-136-02	1,22	4,33	1,04	1,18	26,03	Fuertemente Accidentando	2631,84	0,93	7,41	0,82
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-01	28,77	25,56	7,47	3,85	15,58	Accidente	2463,86	9,53	1,67	3,63
Q. CHORRILLOS	2701-01-154-02	3,39	8,26	2,59	1,31	23,20	Fuertemente Accidentando	2483,77	2,99	5,82	0,97
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-03	1,01	4,10	1,59	0,63	30,08	Fuertemente Accidentando	2497,13	1,70	6,98	0,63
Q. LOS CHIQUEROS	2701-01-154-04	2,20	6,40	1,88	1,17	34,26	Fuertemente Accidentando	2512,67	2,08	3,13	0,88
Q. EL PERICO	2701-01-154-05	0,07	1,02	0,30	0,23	35,17	Muy Fuertemente Accidentado	2489,16	0,22	11,86	0,28
Q. LAS ANIMAS	2701-01-154-06	0,23	2,33	1,05	0,22	28,94	Fuertemente Accidentando	1927,76	0,16	26,20	0,26
SIN NOMBRE	2701-01-158-01	0,36	2,70	1,15	0,32	41,93	Muy Fuertemente Accidentado	1851,46	1,17	32,03	0,33
Q EL SALTO	2701-01-158-02	0,18	2,04	0,63	0,29	44,32	Muy Fuertemente Accidentado	1959,03	0,41	36,17	0,24

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
,	,	km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
Q. EL TABANO	2701-01-169-01	1,13	6,18	2,86	0,40	27,19	Fuertemente Accidentando	2073,22	2,83	27,57	0,64
Q. LA SOPERA	2701-01-169-02	0,40	3,61	1,67	0,24	33,00	Fuertemente Accidentando	1697,04	1,47	19,35	0,46
Q. MALPASO	2701-01-169-03	0,65	3,26	0,94	0,69	41,95	Muy Fuertemente Accidentado	2276,22	1,05	8,14	0,43
Q. LA FONDA	2701-01-179-01	1,22	5,04	1,45	0,84	40,40	Muy Fuertemente Accidentado	2455,50	2,29	5,44	0,82
Q. LA CHORRERA	2701-01-179-02	2,83	7,04	2,31	1,22	9,89	Medianamente Accidentado	2218,65	3,53	23,45	0,88
Q. LA DELIA	2701-01-184-01	0,01	0,46	0,20	0,05	61,81	Escarpado	1685,82	0,12	63,31	0,08
Q. LA HERRADURA	2701-01-192-01	4,37	10,64	3,47	1,26	36,10	Muy Fuertemente Accidentado	1968,52	5,23	16,23	1,09
Q. LA MANSA	2701-01-201-01	0,61	3,67	1,50	0,41	44,00	Muy Fuertemente Accidentado	1853,56	1,59	27,36	0,44
Q. GUASIMAL	2701-01-206-01	2,52	7,11	2,58	0,98	32,51	Fuertemente Accidentando	1637,62	2,83	21,66	0,72
Q. LA CALDA	2701-01-011-01	0,70	3,63	1,34	0,52	37,71	Muy Fuertemente Accidentado	2224,18	1,57	40,99	0,39
Q. CESTILLAL	2701-01-015-01	1,02	4,62	1,87	0,55	42,55	Muy Fuertemente Accidentado	1994,89	2,33	31,43	0,59
Q. EL SILENCIO	2701-01-48-01	1,92	6,09	2,43	0,79	40,95	Muy Fuertemente Accidentado	1480,92	2,78	24,04	0,71
Q. CINCO REALES	2701-01-48-02	1,64	5,17	1,75	0,94	36,74	Muy Fuertemente Accidentado	2001,86	1,84	34,16	0,44

Nombre	Codificación	ÁREA	PERÍMETRO	LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	ANCHO DE LA CUENCA	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
,	,	km²	km	km	km	%	Descripción	m.s.n.m.	km	%	horas
Q. YARUMITO	2701-01-48-03	0,30	2,35	0,93	0,32	49,02	Muy Fuertemente Accidentado	1604,55	0,96	33,60	0,25
Q. LOS PERROS	2701-01-49-01	0,31	3,29	1,40	0,22	24,89	Fuertemente Accidentando	2002,36	1,46	38,60	0,40
Q. LA LÓPEZ	2701-01-49-02	2,08	6,12	2,16	0,96	39,60	Muy Fuertemente Accidentado	1838,15	2,70	23,86	0,69
Q. VALLECITOS	2701-01-49-03	1,06	5,21	2,11	0,50	36,48	Muy Fuertemente Accidentado	1603,05	2,84	18,90	0,69
Q. LA CUESTA	2701-01-52-01	0,15	2,29	1,09	0,14	42,96	Muy Fuertemente Accidentado	1609,70	1,09	15,87	0,37
Q. POTRERITOS	2701-01-52-02	0,24	2,80	1,32	0,18	39,81	Muy Fuertemente Accidentado	1608,10	0,89	29,63	0,27
Q. LA PICACHA	2701-01-078-01	5,62	11,17	4,00	1,41	29,54	Fuertemente Accidentando	2003,47	5,38	14,83	1,21
Q. LA PICACHA	2701-01-078-02	2,19	6,13	2,18	1,01	36,16	Muy Fuertemente Accidentado	2178,38	2,68	21,91	0,69
SIN NOMBRE	2701-01-079-01	0,22	1,91	0,78	0,28	25,24	Fuertemente Accidentando	1546,00	0,76	7,24	0,62
Q. LA CULEBRA	2701-01-59-01	1,62	5,22	1,68	0,97	32,37	Fuertemente Accidentando	2386,67	1,66	12,66	0,56
Q. PALOSANTO	2701-01-59-02	2,32	6,91	1,57	1,48	32,47	Fuertemente Accidentando	2319,76	1,66	12,66	0,74
Q. LA PEÑOLA	2701-01-59-03	0,09	1,50	0,68	0,13	47,38	Muy Fuertemente Accidentado	2021,95	0,45	37,90	0,16
Q. TABLACITA	2701-01-59-04	0,07	1,06	0,36	0,19	49,69	Muy Fuertemente Accidentado	1970,12	0,15	22,58	0,26

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

TABLA 211. PARÁMETROS DE FORMA MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS URBANOS Y POBLADOS – RÍO ABURRÁ.

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA MESETA	2701-01-01-01	1,16	Forma redonda a oval redonda	1,22	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas	0,82	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto	1,66	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LAURELES	2701-01-004-01	1,34	Forma oval redonda a oval oblonga	0,32	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,08	Cuenca alargada	1,80	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. KILONES	2701-01-004-02	1,32	Forma oval redonda a oval oblonga	0,34	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,95	Cuenca alargada	1,27	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA JAGUA	2701-01-006-01	1,26	Forma oval redonda a oval oblonga	0,39	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,54	Cuenca alargada	2,89	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA MONTERA	2701-01-010-01	1,66	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,19	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,33	Cuenca alargada	1,37	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. EL AGUACATE	2701-01-010-02	1,16	Forma redonda a oval redonda	0,40	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,52	Cuenca alargada	1,56	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LAS PEÑAS	2701-01-023-01	1,19	Forma redonda a oval redonda	0,67	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,50	Cuenca alargada	1,14	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. DEL COROZAL	2701-01-033-01	1,42	Forma oval redonda a oval oblonga	0,22	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,64	Cuenca alargada	1,02	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA TROCHA	2701-01-034-01	1,44	Forma oval redonda a oval oblonga	0,25	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,93	Cuenca alargada	4,99	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. SALADITO	2701-01-035-01	1,42	Forma oval redonda a oval oblonga	0,22	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,54	Cuenca alargada	1,66	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. PIEDRAITA	2701-01-035-02	1,17	Forma redonda a oval redonda	1,25	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas	0,80	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto	2,91	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA SILVA	2701-01-037-01	1,61	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,22	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,56	Cuenca alargada	1,37	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CUESTA	2701-01-048-01	1,23	Forma redonda a oval redonda	0,29	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,49	Cuenca alargada	3,95	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. BORBOLLON	2701-01-076-01	1,47	Forma oval redonda a oval oblonga	0,22	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,65	Cuenca alargada	1,14	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA PUERTA	2701-01-076-02	1,28	Forma oval redonda a oval oblonga	0,33	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,99	Cuenca alargada	3,25	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA IGUANA	2701-01-076-03	1,22	Forma redonda a oval redonda	0,47	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,15	Cuenca alargada	1,33	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA IGUANA	2701-01-076-04	1,17	Forma redonda a oval redonda	0,60	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,67	Cuenca alargada	1,36	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. EL LIMO	2701-01-076-05	1,15	Forma redonda a oval redonda	0,36	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,76	Cuenca alargada	4,37	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA FRANCISCA	2701-01-076-06	1,20	Forma redonda a oval redonda	0,49	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,04	Cuenca alargada	1,90	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. DOÑA MARIA	2701-01-081-01	1,31	Forma oval redonda a oval oblonga	0,45	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,21	Cuenca alargada	1,93	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA SORBETADA	2701-01-081-02	1,12	Forma redonda a oval redonda	0,40	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,50	Cuenca alargada	2,03	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA LARGA	2701-01-081-03	1,27	Forma oval redonda a oval oblonga	0,53	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,87	Cuenca alargada	2,23	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL CARATEJO	2701-01-081-04	1,18	Forma redonda a oval redonda	0,51	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,95	Cuenca alargada	1,36	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CANDELA	2701-01-081-05	1,12	Forma redonda a oval redonda	0,45	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,25	Cuenca alargada	3,03	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA DESPENSA	2701-01-081-06	1,11	Forma redonda a oval redonda	0,51	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,95	Cuenca alargada	1,83	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA MANGUALA	2701-01-081-07	1,14	Forma redonda a oval redonda	0,53	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,90	Cuenca alargada	2,34	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA MANGUALA	2701-01-081-08	1,23	Forma redonda a oval redonda	0,36	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,74	Cuenca alargada	2,53	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CAMPIÑA	2701-01-081-09	1,35	Forma oval redonda a oval oblonga	0,23	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,39	Cuenca alargada	4,55	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
LA REVENTONA	2701-01-093-01	1,24	Forma redonda a oval redonda	0,44	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,25	Cuenca alargada	1,01	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA VALERIA	2701-01-093-02	1,46	Forma oval redonda a oval oblonga	0,27	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,73	Cuenca alargada	1,12	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA MIEL	2701-01-114-01	1,39	Forma oval redonda a oval oblonga	0,31	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,21	Cuenca alargada	2,76	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL SALADO	2701-01-124-01	1,16	Forma redonda a oval redonda	0,51	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,94	Cuenca alargada	2,41	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA MIEL	2701-01-124-02	1,32	Forma oval redonda a oval oblonga	0,32	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,14	Cuenca alargada	1,29	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
CAÑADA HONDA	2701-01-124-03	1,20	Forma redonda a oval redonda	0,37	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,73	Cuenca alargada	4,88	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL PALO	2701-01-124-04	1,18	Forma redonda a oval redonda	0,41	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,44	Cuenca alargada	2,03	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA PAVITA	2701-01-124-05	1,17	Forma redonda a oval redonda	0,34	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,95	Cuenca alargada	1,65	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA PAVA	2701-01-124-06	1,24	Forma redonda a oval redonda	0,31	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,27	Cuenca alargada	2,11	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA SECA	2701-01-124-07	1,77	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,12	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	8,57	Cuenca alargada	1,72	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA SEBASTIANA	2701-01-124-08	1,37	Forma oval redonda a oval oblonga	0,26	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,90	Cuenca alargada	2,05	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL ATRAVESADO	2701-01-124-09	1,91	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,10	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	9,88	Cuenca alargada	1,13	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. SANTA ELENA	2701-01-136-01	1,24	Forma redonda a oval redonda	0,50	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,99	Cuenca alargada	1,18	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. SAN PEDRO	2701-01-136-02	1,10	Forma redonda a oval redonda	1,13	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas	0,88	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto	1,78	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-01	1,34	Forma oval redonda a oval oblonga	0,52	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,94	Cuenca alargada	1,62	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. CHORRILLOS	2701-01-154-02	1,27	Forma oval redonda a oval oblonga	0,51	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,98	Cuenca alargada	2,57	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. PIEDRAS BLANCAS	2701-01-154-03	1,15	Forma redonda a oval redonda	0,40	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,51	Cuenca alargada	1,25	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LOS CHIQUEROS	2701-01-154-04	1,22	Forma redonda a oval redonda	0,62	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,61	Cuenca alargada	1,61	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL PERICO	2701-01-154-05	1,09	Forma redonda a oval redonda	0,76	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,31	Cuenca alargada	1,30	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LAS ANIMAS	2701-01-154-06	1,37	Forma oval redonda a oval oblonga	0,21	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,80	Cuenca alargada	3,58	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
SIN NOMBRE	2701-01-158-01	1,26	Forma oval redonda a oval oblonga	0,28	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,62	Cuenca alargada	1,79	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q EL SALTO	2701-01-158-02	1,35	Forma oval redonda a oval oblonga	0,46	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,20	Cuenca alargada	2,13	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. EL TABANO	2701-01-169-01	1,64	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,14	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	7,21	Cuenca alargada	1,70	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA SOPERA	2701-01-169-02	1,60	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,14	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	6,92	Cuenca alargada	1,69	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. MALPASO	2701-01-169-03	1,14	Forma redonda a oval redonda	0,73	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,36	Cuenca alargada	3,32	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA FONDA	2701-01-179-01	1,29	Forma oval redonda a oval oblonga	0,58	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,71	Cuenca alargada	1,77	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA CHORRERA	2701-01-179-02	1,18	Forma redonda a oval redonda	0,53	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,90	Cuenca alargada	1,14	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA DELIA	2701-01-184-01	1,33	Forma oval redonda a oval oblonga	0,23	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,35	Cuenca alargada	2,16	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

PÁG. 653

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA LÓPEZ	2701-01-49-02	1,20	Forma redonda a oval redonda	0,45	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,24	Cuenca alargada	1,27	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. VALLECITOS	2701-01-49-03	1,43	Forma oval redonda a oval oblonga	0,24	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,21	Cuenca alargada	2,10	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA CUESTA	2701-01-52-01	1,66	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,13	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	7,88	Cuenca alargada	1,95	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. POTRERITOS	2701-01-52-02	1,63	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,14	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	7,40	Cuenca alargada	1,77	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA PICACHA	2701-01-078-01	1,33	Forma oval redonda a oval oblonga	0,35	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,84	Cuenca alargada	1,23	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA PICACHA	2701-01-078-02	1,17	Forma redonda a oval redonda	0,46	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,16	Cuenca alargada	1,36	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
SIN NOMBRE	2701-01-079-01	1,16	Forma redonda a oval redonda	0,36	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,78	Cuenca alargada	1,40	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA CULEBRA	2701-01-59-01	1,16	Forma redonda a oval redonda	0,58	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,74	Cuenca alargada	4,59	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. PALOSANTO	2701-01-59-02	1,28	Forma oval redonda a oval oblonga	0,94	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,06	Cuenca alargada	1,37	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

Nombre	Codificación	COEFICIENTE DE COMPACIDAD		COEFICIENTE DE FORMA		INDICE DE ALARGAMIENTO		INDICE ASIMETRICO	
		Clasificación		Clasificación		Clasificación		Clasificación	
Q. LA PEÑOLA	2701-01-59-03	1,44	Forma oval redonda a oval oblonga	0,19	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	5,39	Cuenca alargada	1,79	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. TABLACITA	2701-01-59-04	1,17	Forma redonda a oval redonda	0,52	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,91	Cuenca alargada	2,15	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. EL ATAJO	2701-01-149-01	1,25	Forma redonda a oval redonda	0,30	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	3,36	Cuenca alargada	3,57	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL MALPASO	2701-01-165-01	1,35	Forma oval redonda a oval oblonga	0,22	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	4,51	Cuenca alargada	1,08	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. EL CURRUCAO	2701-01-165-02	1,15	Forma redonda a oval redonda	0,48	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	2,09	Cuenca alargada	2,40	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. MARIA IGNACIA	2701-01-171-01	1,75	Forma oval oblonga a rectangular oblonga	0,11	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	8,75	Cuenca alargada	2,16	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)
Q. LA UVITA	2701-01-172-01	1,27	Forma oval redonda a oval oblonga	0,57	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,75	Cuenca alargada	9,43	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Derecha)
Q. LA AGUADA	2701-01-172-02	1,11	Forma redonda a oval redonda	0,57	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas	1,77	Cuenca alargada	1,16	Cauce principal recargado a una de las vertientes (Izquierda)

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.6. Pendientes

2.3.6.1. Análisis de pendientes en porcentaje

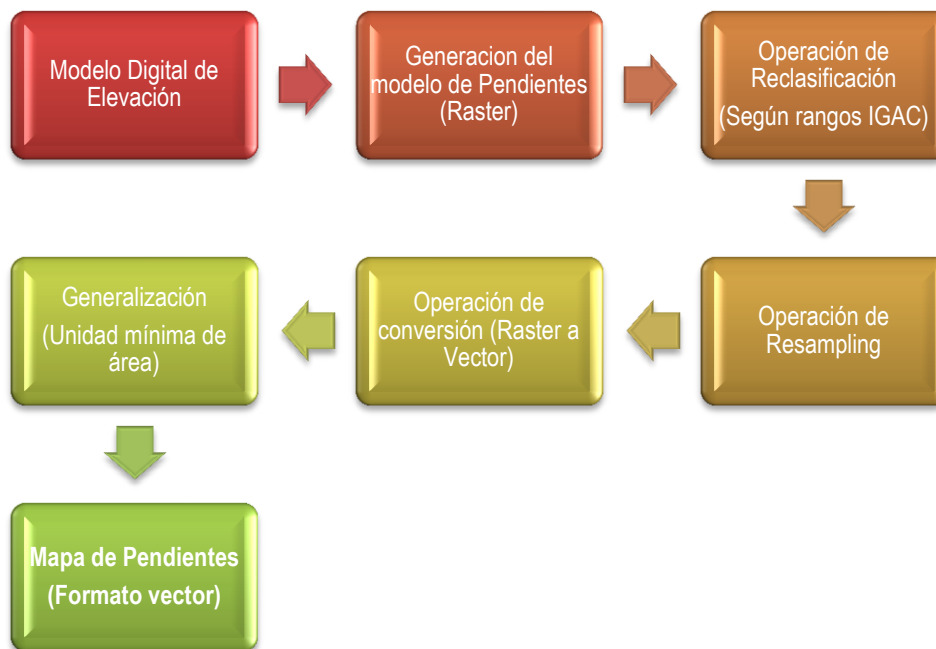
Se puede definir la pendiente como el grado de inclinación del terreno. De esta manera, a mayor inclinación mayor valor de pendiente. La pendiente se puede medir en porcentaje o en grados de inclinación.

Para realizar el mapa de pendientes del terreno, se utilizó como insumo principal el modelo digital de elevación de Colombia con resolución espacial de 30 metros.

Adicionalmente, se utilizó la herramienta *slope* de la caja de herramientas de la suite Arcgis.

En la *Figura 199* se muestran los pasos para obtener el mapa de pendientes en formato vector y en rangos de porcentaje.

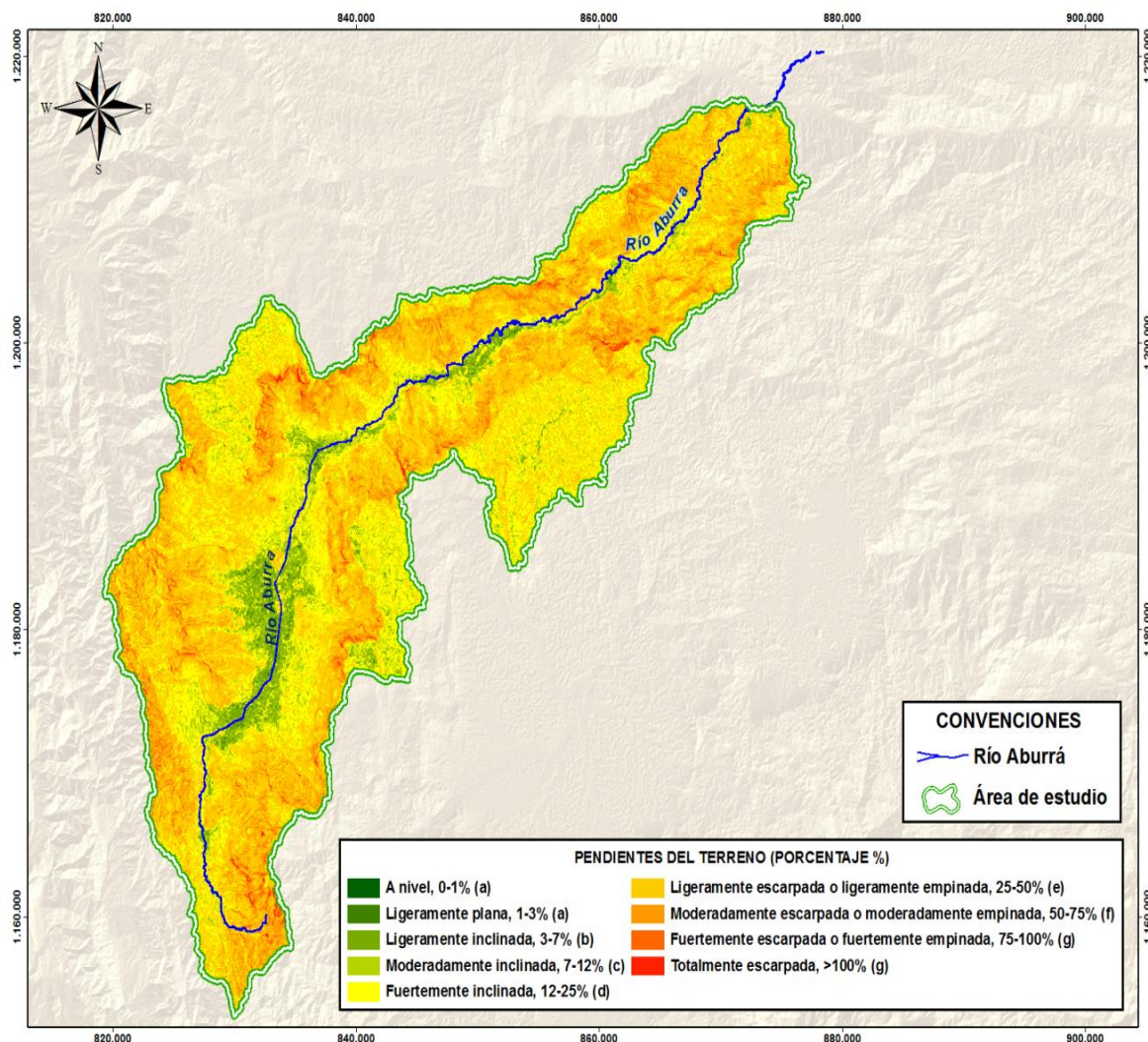
FIGURA 199. PROCESO PARA GENERACIÓN DEL MAPA DE PENDIENTES



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

Como resultado, se obtiene el mapa de pendientes para la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá en formato vector, clasificado en rangos de porcentaje según lo especificado por el IGAC: resolución 2965 de 1995. En la *Figura 200* se muestra el mapa resultante y en la *Tabla 212* los rangos de pendientes con su ocupación en la cuenca expresada en hectáreas y porcentaje. (*Anexo Cartografía Aburra 6Salidas Cartograficas / 12 SC Pendientes Porcentaje*)

FIGURA 200. MAPA DE PENDIENTES EN PORCENTAJE



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 212. RANGOS DE PENDIENTE EN PORCENTAJE PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ

PENDIENTES DEL TERRENO (RANGOS EN PORCENTAJE)			
SÍMBOLO	RANGO DE PENDIENTE	ÁREA EN LA CUENCA (ha)	%
	A nivel, 0-1% (a)	0	0
	Ligeramente plana, 1-3% (a)	322,16	0,27
	Ligeramente inclinada, 3-7% (b)	4488,96	3,72
	Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	8600,32	7,12

PENDIENTES DEL TERRENO (RANGOS EN PORCENTAJE)			
SÍMBOLO	RANGO DE PENDIENTE	ÁREA EN LA CUENCA (ha)	%
	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	34533,80	28,60
	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)	54315,06	44,98
	Moderadamente escarpada a moderadamente empinada, 50-75% (f)	16344,41	13,53
	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100% (g)	1723,18	1,43
	Totalmente escarpada, >100% (g)	433,46	0,36
TOTAL		120720,86	100,00

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En su mayoría la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá se encuentra localizada en zonas de pendiente Fuertemente Inclinada (12-25%) a ligeramente escarpada (25-50%) con porcentajes de ocupación en área del 28.60 % y 44.98 %, respectivamente. El siguiente rango de ocupación del territorio corresponde a zonas de pendiente moderadamente escarpada que cubren un 13.53 % del total de la cuenca.

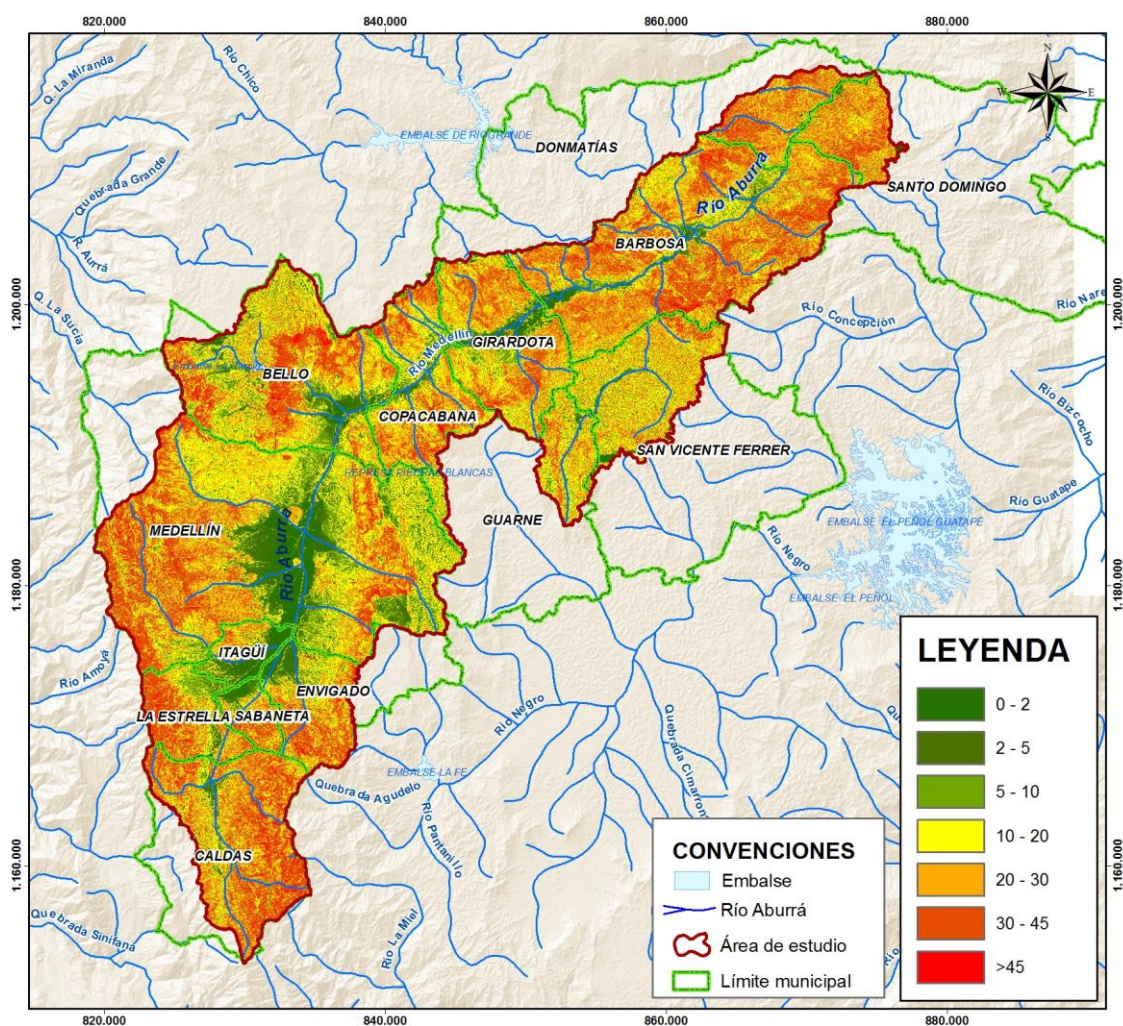
Las pendientes planas (1-3%) se encuentran en una menor proporción, aproximadamente 322 ha que corresponden a menos del 1% de ocupación en la cuenca. Estas pendientes se encuentran principalmente en inmediaciones al río Medellín y dentro del centro poblado. Estas zonas presentan limitaciones ya que pueden presentar fenómenos de inundación.

Las zonas de pendientes moderadas y fuertemente escarpadas (50-100%) se distribuyen a lo largo de toda la cuenca y tienen una ocupación considerable del 15 % del área total. Este porcentaje es alto considerando que son zonas de limitación desde el contexto de ingeniería, agricultura, ganadería, medio ambiente y riesgos naturales. Dicha limitación se basa principalmente en que se favorecen fenómenos erosivos, de remoción en masa, inestabilidad de los taludes, restringiendo el desarrollo de explotaciones agropecuarias y potenciando la degradación de los recursos naturales y posibles desastres naturales. Además que el desarrollo de proyectos en fuertes pendientes incrementan los costos significativamente.

2.3.6.1.1. Análisis de pendientes en grados

De manera comparativa en la *Figura 201* se muestra el mapa de pendientes en grados de inclinación. El procedimiento para generar este mapa es igual al descrito en el ítem anterior excepto que el cálculo de la pendiente se hace en grados de inclinación. Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente en este ítem no se hace análisis puesto que el insumo para desarrollar los demás productos de la actualización del POMCA del río Aburrá fue el mapa de pendientes en porcentaje.

FIGURA 201. MAPA DE PENDIENTES EN GRADOS



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

2.3.7. Hidrología

2.3.7.1. Generalidades

El comportamiento hidrológico de las corrientes que componen el sistema hídrico de la Cuenca del río Aburrá y sus subcuencas, está claramente determinados, tanto espacial como temporalmente, por el uso y tipo del suelo, la cobertura vegetal, la morfometría y, básicamente, por la ocurrencia de la precipitación a lo largo de su territorio.

Aun cuando el río Aburrá presenta un gran potencial hidrológico y una fuerte presión antrópica, existe una muy baja cobertura de estaciones hidrológicas en la zona. La cuenca cuenta con información hidrológica en la parte media y baja de la cuenca, dos estaciones localizadas sobre afluentes secundarios y una sobre el cauce principal en la parte baja, operadas por EPM y con periodos de registro desde 1972. Las características generales de las estaciones hidrométricas utilizadas en el presente análisis, se presentan en la *Tabla 213* y su localización geográfica en la *Figura 203*.

TABLA 213. ESTACIONES HIDROLÓGICAS CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y SU ÁREA DE INFLUENCIA

Código	Estación	CORRIENTE	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION	TIPO	ENTIDAD	REGISTRO
					(msnm)			
2701733	SALADA_LA_RMS_11	MEDELLIN	828490	1161560	1835	LG	EPM	1972-1986
2701716	CALDAS_RM_16	MEDELLIN	827383	1166996	1720	LG	EPM	1980-1987
2701727	ANCON_SUR_RS_17	MEDELLIN	827139	1171678	1630	LG	EPM	1988-2000
2701734	MACHADO_RMS.12	MEDELLIN	838460	1192620	1410	LG	EPM	1980-1984
2701781	ANCON_NORTE_RMS_20	MEDELLIN	843840	1196400	1380	LG	EPM	1989-1997
2701803	GIRARDOTA	MEDELLIN	848513	1197518	---	LG	EPM	1995-2003
2701738	HATILLO_EL_RMS.13	MEDELLIN	854350	1200980	1335	LG	EPM	1981-2003
2701735	YARUMITO_RMS_14	MEDELLIN	1207240	866150	1740	LG	EPM	1981-2003

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

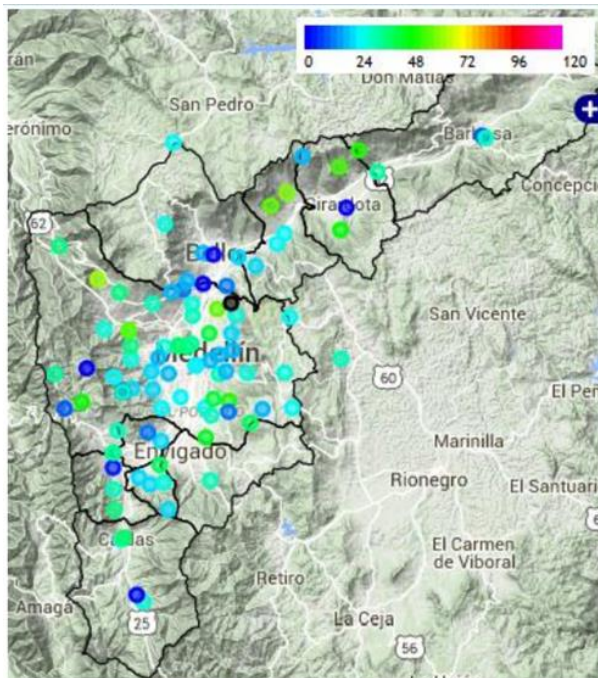
El municipio de Medellín, apoyado financiera y técnicamente por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, desde el año 2006 ha venido implementando un sistema de alerta temprana para la ciudad, el cual le permita tomar medidas anticipadas a un evento potencialmente devastador para la población y/o sus ecosistemas (SIATA, <https://siata.gov.co>).

En la ciudad de Medellín, por razón de su topografía, numerosas corrientes tributarias al río Medellín han sufrido serias alteraciones, tanto en las condiciones naturales del canal como en el entorno de la cuenca. Como consecuencia de estos cambios y debido al asentamiento de las personas y bienes en las zonas inundables, se han producido varios episodios con trágicas consecuencias, al punto de que en casi todos los períodos invernales se registre algún evento de inundación. (SIATA, 2007).

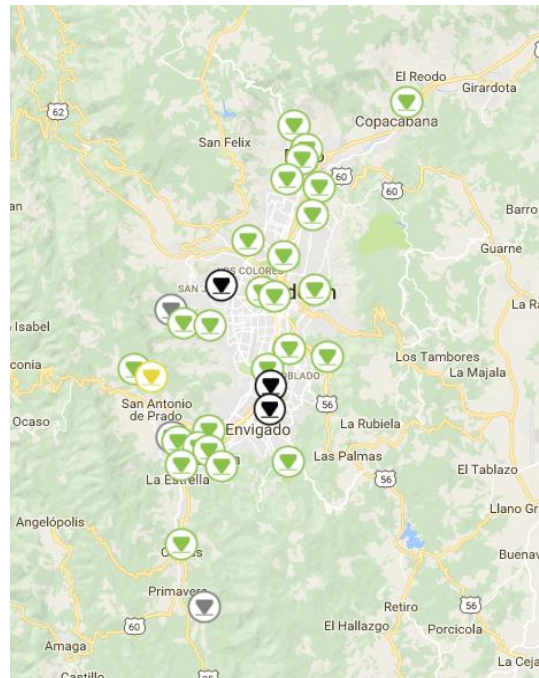
La información recolectada y procesada en estas estaciones se hace posterior a los eventos registrados, dado que los equipos están diseñados para ello y no poseen la tecnología que permita transmitir y recibir esta información en tiempo real. Sin embargo, ha sido necesario mantener la continuidad en la toma de datos de estas estaciones, pues los registros históricos son fundamentales a la hora de generar las curvas INTENSIDAD – FRECUENCIA – DURACIÓN, alimentar software para los distintos modelos lluvia – escorrentía, calibrar los modelos de cuencas o correlacionar estos datos con emergencias presentadas cerca de las áreas de influencia de las estaciones, y lo más importante, poder predecir los caudales en un punto específico de una quebrada para diferentes períodos de retorno. Esto es una herramienta fundamental para el diseño de estructuras con capacidad hidráulica suficiente para atender inundaciones rápidas y avenidas torrenciales (SIATA, 2007).

En la *Figura 202* se presenta un mapa con las estaciones del SIATA que son utilizadas para el sistema de alerta temprana para el Valle de Aburrá, cabe mencionar que las estaciones hidrológicas solo registran niveles, por lo tanto no hay estimación de caudales en los sitios de monitoreo, toda vez que lo más importante para un sistema de alerta es conocer los niveles de alerta de inundación para desbordamiento de los cauce en el Área Metropolitana.

FIGURA 202. MAPA DE ESTACIONES DEL SIATA DEL VALLE DE ABURRÁ



ESTACIONES METEOROLÓGICAS



ESTACIONES HIDROLÓGICAS

FUENTE: 198-INFORMESEMANAL_19-26MAY2016_MOD.PDF

2.3.7.2. Inventario de infraestructuras hidráulicas

La Cuenca del río Aburrá cuenta con dos trasvases de agua: el primero es de fuera de la cuenca del río Porce (Río Nare – Embalse de la Fe) y un segundo transvase del interior de la cuenca del Porce

(conformadas por las subcuenca de río Grande, río Piedras, río Pantanillo, río El Buey, quebrada Espíritu Santo, quebrada La Honda, quebrada Las Palmas, quebrada La Mosca y la quebrada Chorrillos – embalse Riógrande II), los cuales tienen como destino el abastecimiento de agua a la población del Valle de Aburrá (La Evaluación de la Huella Hídrica en la cuenca del río Porce, 2013); y con dos embalses: el primero es embalse Piedras Blancas, el cual se localiza en el oriente de Medellín, a seis kilómetros del municipio de Guarne. Este entró en operación en 1952. Su capacidad útil de almacenamiento es de un millón 200 mil metros cúbicos. Recibe por bombeo las aguas de las quebradas La Mosca y La Honda, y por gravedad la de Piedras Blancas y Chorrillos (Diseño y Puesta en Marcha de la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Medellín en Jurisdicción del Área Metropolitana, 2003) y el embalse La García.

La ubicación de las bocatomas de acueductos municipales o centros poblados identificadas en la Cuenca del Valle de Aburrá, se presenta en la *Tabla 214* y en la *Figura 204*. (*Anexos Diagnóstico / Anexo8. Caract. FísicoBiótica / 3Hidrogeología Hidrología / 6Bocatomas*)

TABLA 214. BOCATOMAS A DE ACUEDUCTOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ

NO.	MUNICIPIO	NOMBRE ACUEDUCTO	FUENTE
1	COPACABANA	Acueducto Veredal Cabuyal	Q. las Animas
2	COPACABANA	Acueducto Veredal Sabaneta	Q. el Salto
3	COPACABANA	Acueducto Veredal Zarzal Curazao	Q. La Cuesta
4	COPACABANA	Acueducto Veredal Zarzal la Luz	Q. la Luisa
5	MEDELLIN	Corporación de asociados del acueducto el Mazo	Q. San Roque
6	MEDELLIN	Corporación de asociados del acueducto las Flores	Q. los Chiqueros
7	MEDELLIN	Acueducto Multiveredal Santa Elena - Barro Blanco	Q. santa Elena
8	MEDELLIN	Corporación de Acueducto San Pedro	Q. san Pedro
9	GIRARDOTA	Juan cojo	Q. Currucao
10	GIRARDOTA	Juan Cojo	Q. Currucao
11	GIRARDOTA	Manga Arriba	Juan Cojo
12	GIRARDOTA	Acueducto Veredal El Roble	Mal paso
13	GIRARDOTA	Acueducto Veredal La Palma	Q. Chical
14	BARBOSA	Acueducto Veredal El Hatillo	Q. San Antonio

NO.	MUNICIPIO	NOMBRE ACUEDUCTO	FUENTE
15	BARBOSA	Acueducto Veredal la Cejita	Q. aguas Frías
16	BARBOSA	Acueducto Veredal Popalito	Q. la Llorona
17	BARBOSA	Asociación de Acueducto Veredal el Guayabo	Q. Cestillal - San Carlos
18	BARBOSA	Acueducto Veredal Lajas la Herradura	Q. la herradura
19	BARBOSA	Acueducto Veredal Las Victorias	Q. el Aguacate, el Pino, sin Nombre
20	BARBOSA	Acueducto Tamborcito	La Murillo - Chucho Puerta
21	BARBOSA	Acueducto Veredal La Montañita	Q. los Cinco Riales y la Montañita
22	BARBOSA	Acueducto Veredal Vallecitos	Q. Vallecito
23	BARBOSA	Acueducto Veredal La Chorrera	Q. la Chorrera
24	BARBOSA	Acueducto Veredal Dos Quebradas	Nacimiento la Delia
25	BARBOSA	Acueducto Veredal Cestillal	Q. La Hoya
26	BARBOSA	Acueducto Veredal Chorro Hondo	Nacimientos Q. Mal Paso y la Uvita
27	DON MATIAS	Acueducto Corregimiento Bellavista	Q. kilones
28	DON MATIAS	Acueducto Multiveredal San José Frisolera	Q. la Meseta
29	DON MATIAS	Acueducto Veredal La Pradera	Q. la Pradera
30	DON MATIAS	Acueducto Veredal La Montera	Q. la Montera
31	DON MATIAS	Acueducto Veredal San Andrés	Q. Piedrahita
32	DON MATIAS	Acueducto Corregimiento Porce	Fuente San Andrés
33	SANTO DOMINGO	Acueducto Corregimiento Botero	Q: Aguas Frías
34	LA AESTRELLA	Acueducto Multiveredal La Tablaza- la culebra	La culebra
35	LA AESTRELLA	Acueducto Multiveredal La Tablaza- Tablacita	Tablacita
36	LA AESTRELLA		Manantiales
37	MEDELLIN	Junta Administradora de Acueducto El Manantial	Q. la Manguala
38	MEDELLIN	Junta administradora del Acueducto la Sorbetada	Q. la Sorbetada
39	MEDELLIN	Corporación de Asociados del Acueducto Vereda Mon	Q la larga, la chata y un afluente
40	MEDELLIN	Corporación de Acueducto San José	Q. la campiña Y charco Azul
41	MEDELLIN	Corporación de Acueducto Multiveredal Arcoíris	Q la frisola y afluente 1 y 2

NO.	MUNICIPIO	NOMBRE ACUEDUCTO	FUENTE
42	MEDELLIN	Junta Administradora de Acueducto Multiveredal el	Q. el Hato
43	MEDELLIN	Corporación de Acueducto Multiveredal la Acuarela	Q. la Francisca y "la Legía"
44	MEDELLIN	Junta Administradora de Acueducto Multiveredal La	Q. la Iguana
45	COPACABANA	Acueducto Comunal Barrio María	Q. potreritos
46	COPACABANA		Q. el Atajo
47	COPACABANA	Acueducto P. Montañuela	
48	ENVIGADO	Acueducto Loma El Escobero	El Atravesado
49	ENVIGADO	Asociación del acueducto y alcantarillado Chingui	Ahuyamera La Pavita
50	ENVIGADO	Asociación de socios del acueducto y/o alcantarillado	El Salado
51	ENVIGADO	Asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado	Cañada Honda
52	ENVIGADO	Asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado	La Seca
53	ENVIGADO	Acueducto Comunal Manuel Uribe Ángel Parte Alta	El Palo
54	ENVIGADO	Acueducto de Parcelación Villa Serena	Qda y Afl.2 Qda. La Ardita
55	ENVIGADO	Acueducto de Parcelación El Escobero	La Pavita y La Laura
56	ENVIGADO	Acueducto Los Rodas	La Pavita
57	Guarne, Medellín (Santa Elena)		Piedras Blancas
58	Medellín (Santa Elena)		Chorrillos
59	Caldas		La Valeria
60	Caldas		La Reventona
61	San Antonio de Prado		La Manguala
62	San Antonio de Prado		Las Despensas
63	San Antonio de Prado		El Afluente
64	San Antonio de Prado		La Larga
65	San Cristóbal		La Iguaná
66	San Cristóbal		La Puerta

NO.	MUNICIPIO	NOMBRE ACUEDUCTO	FUENTE
67	Santa Elena		Santa Elena
68	Corregimiento Altavista		La Picacha
69	Caldas	Asociación De Usuarios De Acueducto, Alcantarillado Y Otros Servicios Públicos De La Veredal El Cano	Q. LA CANO
70	Caldas	Asociación De Usuarios Del Acueducto Multiveredal Corrala, Corralita Y Corrala Parte Baja E.S.P.	Q. LA MIEL
71	Medellín	Acción Comunal Loma de Los González - Acueducto Comunal-	Q. ALTAVISTA
72	Barbosa	Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	Q. EL SALADO
73	Girardota	Asociación De Usuarios De Acueducto San Diego Del Municipio De Girardota	Q. FULGENCIO ENCE
74	Guarne	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO MULTIVEREDAL EL ROBLE	Q. OVEJAS
75	Barbosa	Asociación Junta Administradora Del Acueducto Vereda La Calda	Q. LA CALDAS
76	Barbosa	Asociación De Usuarios Del Acueducto Y/O Alcantarillado De El Paraíso	Q. LA QUESARIEGA
77	Barbosa	Acueducto Comunal Tablazo Hatillo	Q. LAS LAJAS
78	Barbosa	Asociación De Usuarios Del Acueducto Y Alcantarillado Del Ha	Q. LOS TOTUMOS
79	Barbosa	Asociación De Usuarios Del Acueducto La Delgadita Barbosa	Q. LOS PERROS

FUENTE: POMCA RÍO ABURRÁ., 2007 – BASE DE DATOS BOCATOMAS AMVA – CORANTIOQUIA Y CORNARE

Este mapa detallado muestra la zona de estudio en el departamento de Boyacá, Colombia. Los municipios representados incluyen Donmatías, Santo Domingo, Barbosa, Girardota, San Vicente Ferrer, Guarne, Copacabana, Medellín, Bello, Itagüí, Envicado, La Estrella, Sabaneta y Caldas. El río principal que atraviesa la zona es el Río Aburrá, con sus tributarios como Río Chica, Río Concepción, Río Guatapé, Río Negro, Río Piedras, Río La Mila, Río Pantanillo, Río La Miel, Río Amovía, Río Arzobispo, Río Nare, Río Biscardo y Río Guatapé. Se muestran varios embalses: Embalse de Río Grande, Embalse La Guaca, Represa de las Blancas, Embalse El Pedregal, Embalse El Peñol, Embalse La Fe y Embalse de la Miel. Las bocatomas están marcadas con puntos rojos. El área de estudio está delimitada por una línea roja discontinua. Los límites municipales están indicados por líneas verdes discontinuas. El mapa incluye una leyenda y convenciones que definen los símbolos utilizados para los embalses, ríos, área de estudio y límites municipales. Las coordenadas geográficas están marcadas en los ejes: latitud (1.160.000 a 1.200.000) y longitud (820.000 a 880.000).

Por último, el inventario de obras hidráulicas también responde a otro tipo de infraestructura importante en términos del comportamiento hidráulico del río del Valle Aburrá, como lo son los puentes, viaductos, vertimientos, entre otros, el cual se basó en información secundaria. A continuación se presenta la Tabla 215 y la Figura 205, donde se encuentra el inventario de las estructuras hidráulicas en la cuenca del Valle de Aburrá, de acuerdo a la información del PORH-FASE V 2015, en los cuales se realizó levantamiento de información detallada, entre ellos las obras hidráulicas con su respectiva georreferenciación, donde se describen las obras que existen en cada una de las quebradas.

TABLA 215. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ

QUEBRADAS/TIPO	CANTIDAD
Doña Maria	170
Azud	8
Ducto	5
Puente peatonal	12
Puente vehicular	13
Sin Definir	132
El Hato	46
Batea	1
Box culvert	10
Muro de contención	21
Pontón	1
Puente peatonal	7
Puente vehicular	6
Guayabala	104
Box culvert	9
Canal abierto	5
Canal cerrado	27
Disipador de energía	6
Muro de contención	11
Puente peatonal	21
Puente vehicular	25
La Doctora	140
Batea	1
Box culvert	5
Canal abierto	19
Corta corriente	3
Dique	11

QUEBRADAS/TIPO	CANTIDAD
Disipador de energía	1
Jarillón	23
Muro de contención	1
Muro de protección	21
Pontón	24
Puente peatonal	25
Puente vehicular	6
La Garcia	420
Batea	25
Box culvert	32
Canal abierto	36
Canal cerrado	11
Corta corriente	1
Dique	4
Disipador de energía	25
Jarillón	1
Muro de contención	49
Muro de protección	49
Portón	10
Puente peatonal	119
Puente vehicular	58
La Grande	21
Muros protección	6
Puente peatonal	5
Puente vehicular	10
La López	78
Batea	2
Box culvert	44

QUEBRADAS/TIPO	CANTIDAD
Muro de contención	5
Muro de protección	8
Pontón	5
Puente peatonal	7
Puente vehicular	7
La Picacha	113
Batea	6
Box culvert	9
Canal abierto	13
Canal cerrado	8
Corta corriente	2
Dique	1
Disipador de energía	3
Jarillón	4
Muro de contención	5
Muro de protección	13
Puente peatonal	30
Puente vehicular	19
La Valeria	41
Canal abierto	4
Muro de contención	3
Muro de protección	10
Puente peatonal	13
Puente vehicular	11
Madera	239
Box culvert	13
Canal abierto	72
Canal cerrado	1

QUEBRADAS/TIPO	CANTIDAD
Disipador de energía	10
Muro de contención	12
Muro de protección	79
Pontón	2
Puente peatonal	45
Puente vehicular	5
Piedras Blancas	52
Box culvert	4
Canal cerrado	3
Muro de contención	2
Muro de protección	4
Puente peatonal	26
Puente vehicular	13
Río Medellín	71
Disipador de energía	30
Edificio elevado (puente)	1
Línea Metro	2
Puente ferroviario	1
Puente Metro	1
Puente peatonal	15
Puente vehicular	20
Tubería elevada	1
Santa Elena	362
Batea	11
Box culvert	92
Canal abierto	29
Canal cerrado	12
Dique	1

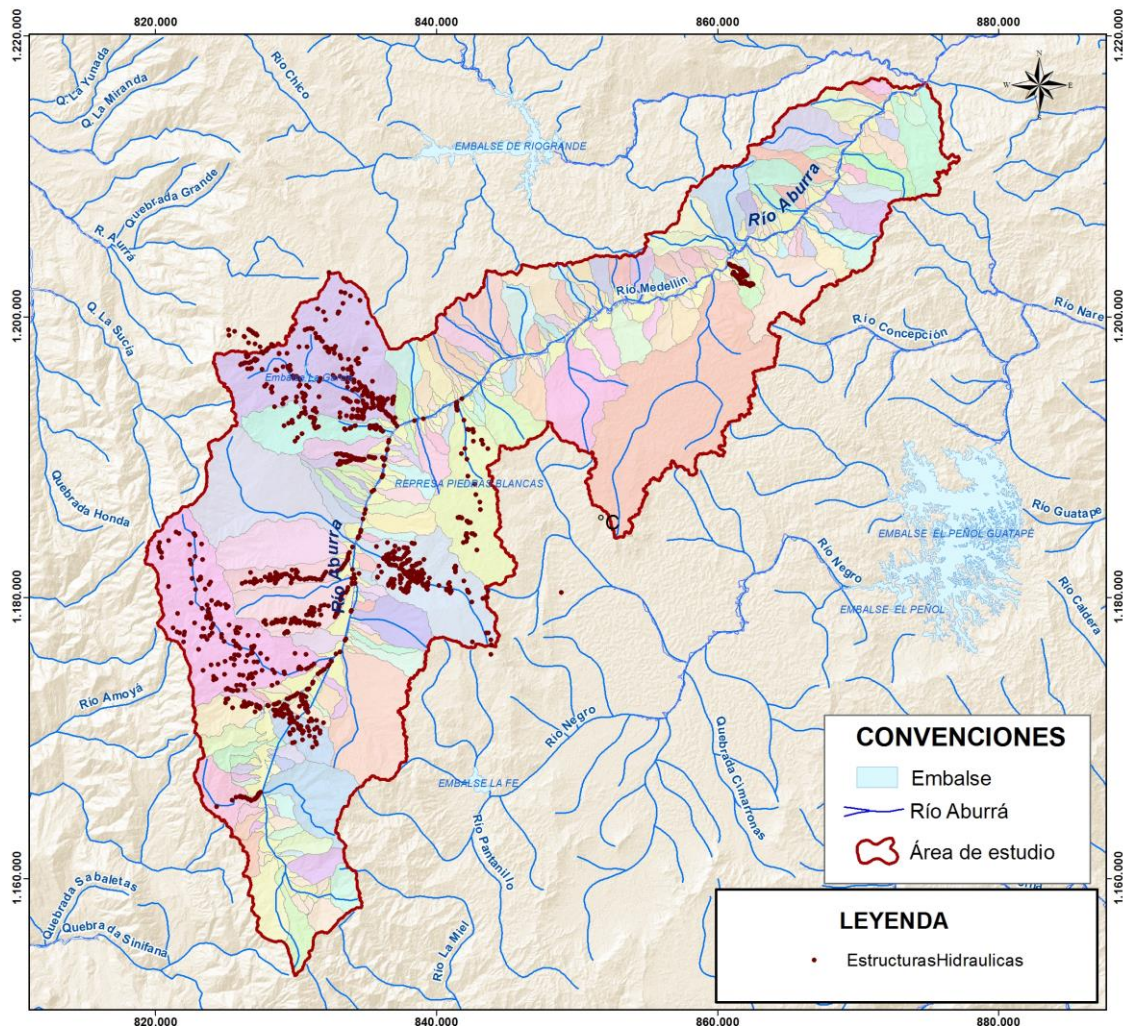
QUEBRADAS/TIPO	CANTIDAD
Disipador de energía	21
Muro de contención	15
Muro de protección	25
Pontón	11
Puente peatonal	120
Puente vehicular	25
Total general	1857

FUENTE: PORH-FASE V., 2015

Una de las obras hidráulicas más importantes sobre el río del Valle de Aburrá es la canalización del río Medellín. Es una de las obras civiles con mayor trascendencia en la historia de la ciudad, ya que después de esta se puede decir que la ciudad cambió su norte. Su expansión y desarrollo tuvo como eje de referencia al río Medellín (Baena, Juan Camilo).

La canalización del río ha sido una de las obras importantes que ha tenido la ciudad en los últimos años, no por lo grande y compleja, sino por todas las transformaciones que esta obra trajo consigo. Canalizar las corrientes de agua de la ciudad es algo que, hoy en día, es casi indispensable para poder pensar en "desarrollo" en la zona por la que corre esta fuente. Esta canalización del río Medellín inicia en el año de 1883 al año de 1916 y sus afluentes se comenzaron a canalizar hace aproximadamente 50 años y hoy en día es difícil encontrar una quebrada que cruce la ciudad sin canalización.

FIGURA 205. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA CUENCA DEL VALLE DE ABURRÁ



FUENTE: PORH-FASE V., 2015

De acuerdo a lo anterior, el río Medellín ha cambiado su dinámica fluvial permitiendo un mayor aumento de la velocidad de las corrientes y pendiente permitiendo disminuir la longitud del canal. Según el POMCA 2006, con respecto a la hidráulica se tiene que los perfiles de flujo muestran que las obras de canalización del río Medellín tienen suficiencia hidráulica para un caudal de periodo de retorno de 100 años. Aun así, a partir de la información de del software DesInventar 6.2.8, en el río Aburrá se identificaron seis lugares críticos donde se han presentado frecuentes inundaciones: La Macarena, Santa Cruz, Moravia, La Rosa y San Isidro. En todos ellos hay aporte de afluentes

directos al río Aburrá. Se resalta nuevamente que el modelo hidráulico del río Aburrá no es consistente con esta realidad.

Además, se realizó una revisión de inventario de obras hidráulicas identificadas en la microcuenca de la quebrada La Madera, en las cuales se encontraron diferentes tipos de obras viales, de conducción y protección en la zona urbana y rural como puentes en concreto y madera, box culvert, entre otras, las cuales fueron codificadas de acuerdo al Municipio, Unidad Territorial, Materia, Coordenadas.

Estado Funcionamiento hidráulico, Altitud y Tributario (Quebrada) y en algunas se presenta un registro fotográfico.

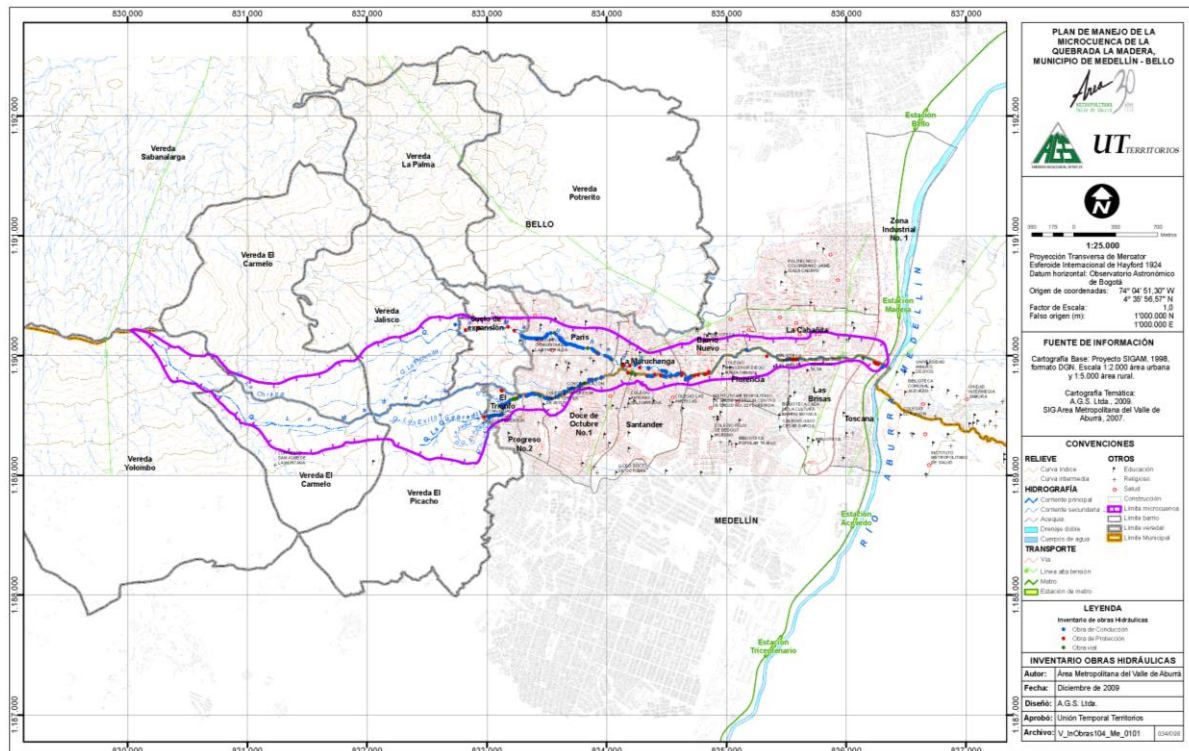
A continuación se presenta un resumen de las obras encontradas en la quebrada La Madera de acuerdo a la zona urbana y rural y su ubicación en la microcuenca (*Tabla 216 y Figura 206*).

TABLA 216. OBRAS ENCONTRADAS EN LA QUEBRADA LA MADERA

Tipo de obra	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Viales	68	12
Conducción	0	21
Protección	47	0

FUENTE: PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA MADERA, MUNICIPIO DE MEDELLÍN - BELLO

FIGURA 206. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA MADERA



FUENTE: PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA MADERA, MUNICIPIO DE MEDELLÍN – BELLO. AMVA DICIEMBRE 2009

2.3.7.3. Sistemas lenticos naturales

Los sistemas lenticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen estancados en un mismo lugar, sin ningún flujo de corriente como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos. En la Cuenca del río Aburrá se encuentran los siguientes sistemas lenticos:

- Laguna Lavado de Material
- Laguna de Sedimentación
- Laguna de Guarne
- Lago Parque del Norte
- Lago Micay
- Lago ICA
- Lago Charconegro

Los sistemas de cuerpos lénticos existentes en la Cuenca del río Aburrá tienen baja incidencia en el caudal que produce la cuenca, ninguno aporta más de un 10% del caudal total. Los principales usos de estos sistemas corresponden a turismo ecológico, de aventura y arqueológico así como la pesca recreativa. La laguna el Romeral se ubica en la reserva natural del Romeral, por tanto, también cuenta con uso de conservación.

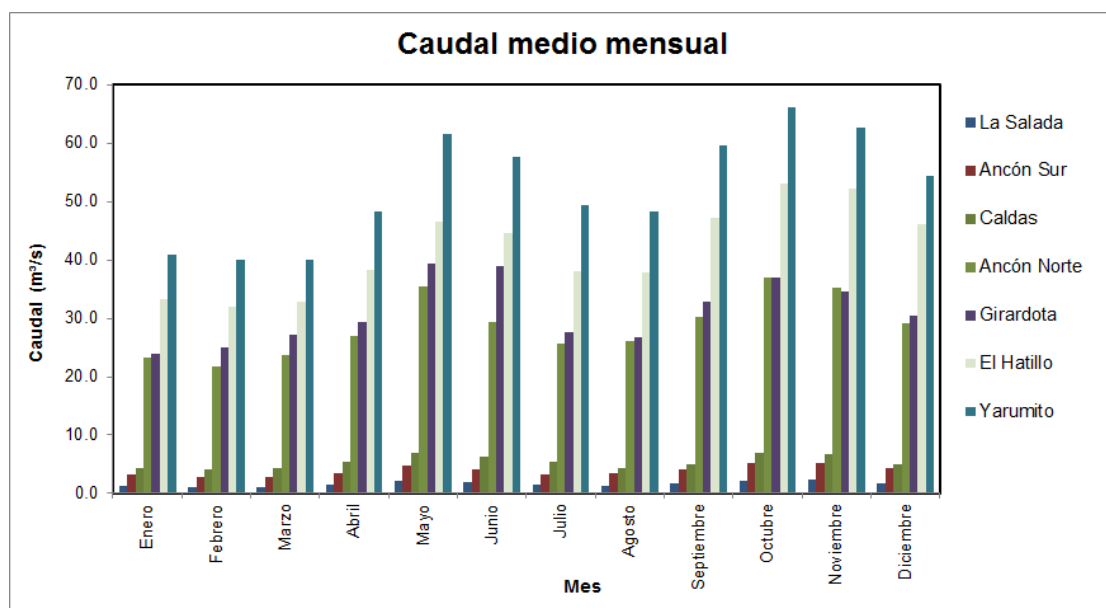
Por otra parte, las aguas del lago ICA presentan alta concentración de lodos y sedimentos, por lo tanto, su uso turístico y recreativo se encuentra restringido.

2.3.7.4. Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas

Como se mencionó en el numeral anterior, la Cuenca del río Aburrá cuenta con información de 8 estaciones con datos de caudal, estas estaciones fueron utilizadas para la calibración y validación del modelo GR4J usado para estimar los caudales medios diarios en las subcuencas de interés, y además estas estaciones se utilizaron para el cálculo de caudales máximos en toda la cuenca.

En *Figura 207* se presenta el ciclo anual en las estaciones hidrológicas consultadas. Como se puede apreciar, este es de carácter bimodal, presentando sus máximos en el mes de mayo y octubre y los caudales mínimos para los meses de febrero y agosto.

FIGURA 207. CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

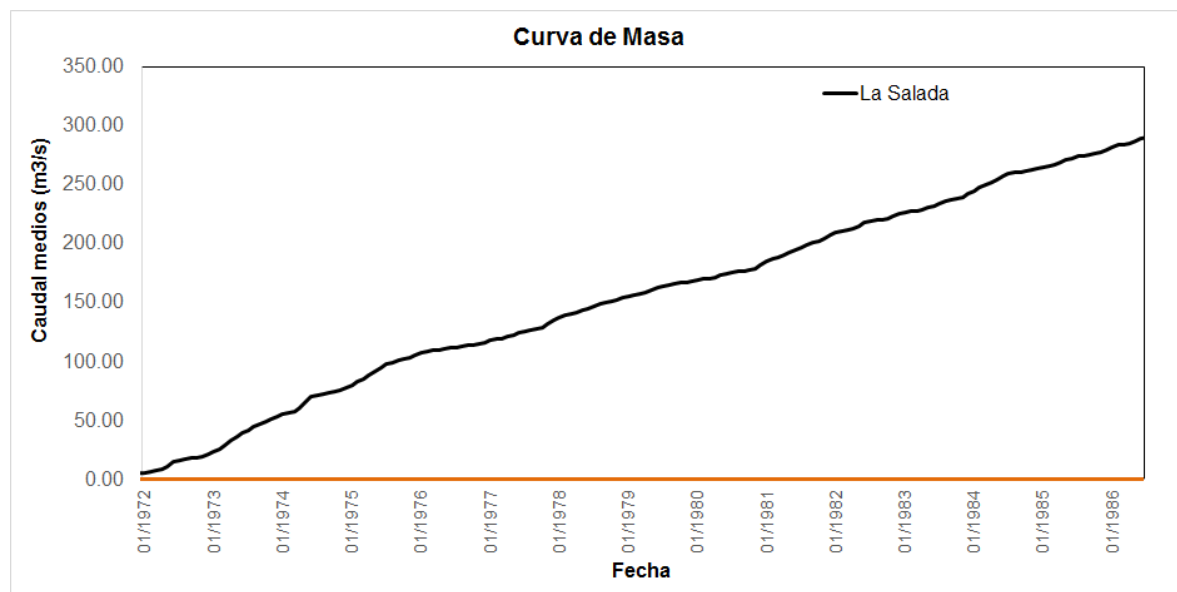
2.3.7.5. Análisis de los datos de las estaciones hidrológicas

El análisis de homogeneidad se basa generalmente en comparar parámetros que se obtiene a partir de los estadísticos de las series como la media, varianza, entre otros, con valores críticos teóricos correspondientes a determinadas funciones de distribuciones de probabilidad según la prueba usada. Las pruebas aplicadas a las estaciones de caudal ubicadas en la Cuenca del río Aburrá fueron para cambio en la media prueba T simple (Lettenmaier, 1976b); para cambio en la varianza prueba F simple (Devore, 1982) (Lettenmaier, 1976a); para tendencia de la serie Prueba T (Salas, 1992).

▪ **La Salada**

Según las pruebas aplicadas a la estación, se presenta el cambio en la media en el año de 1975, teniendo en cuenta que la serie tiene muy pocos registros y en la varianza no se detectan cambios. No hay tendencias en la media. (*Figura 208*)

FIGURA 208. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN LA SALADA

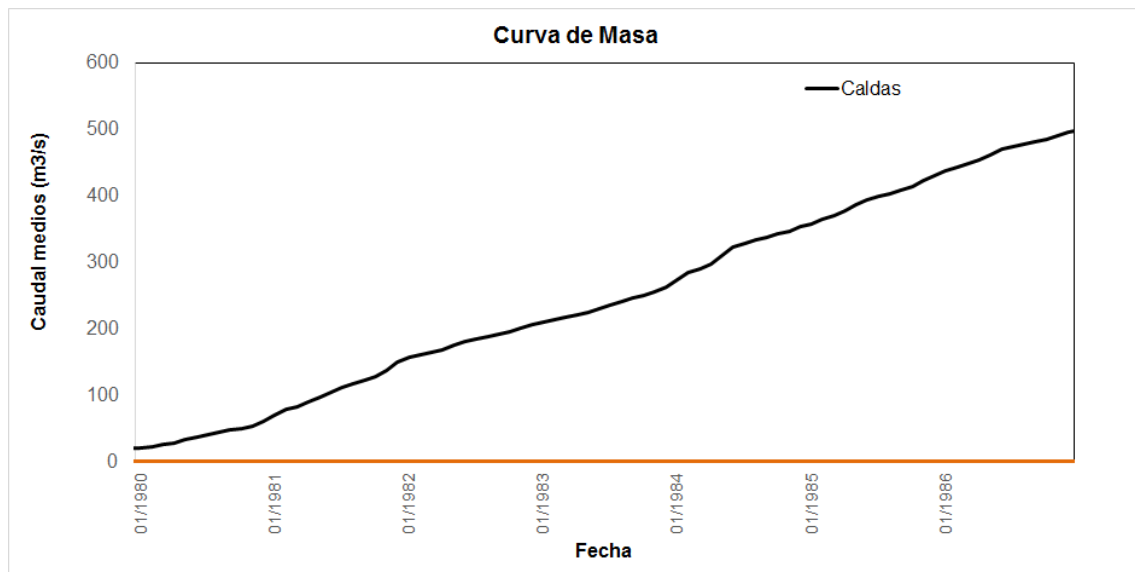


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

▪ **Caldas**

Teniendo en cuenta que la serie posee pocos datos los resultados de las pruebas son poco confiables. En general las pruebas más relevantes no detectaron cambios ni tendencias (*Figura 209*).

FIGURA 209. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN CALDAS

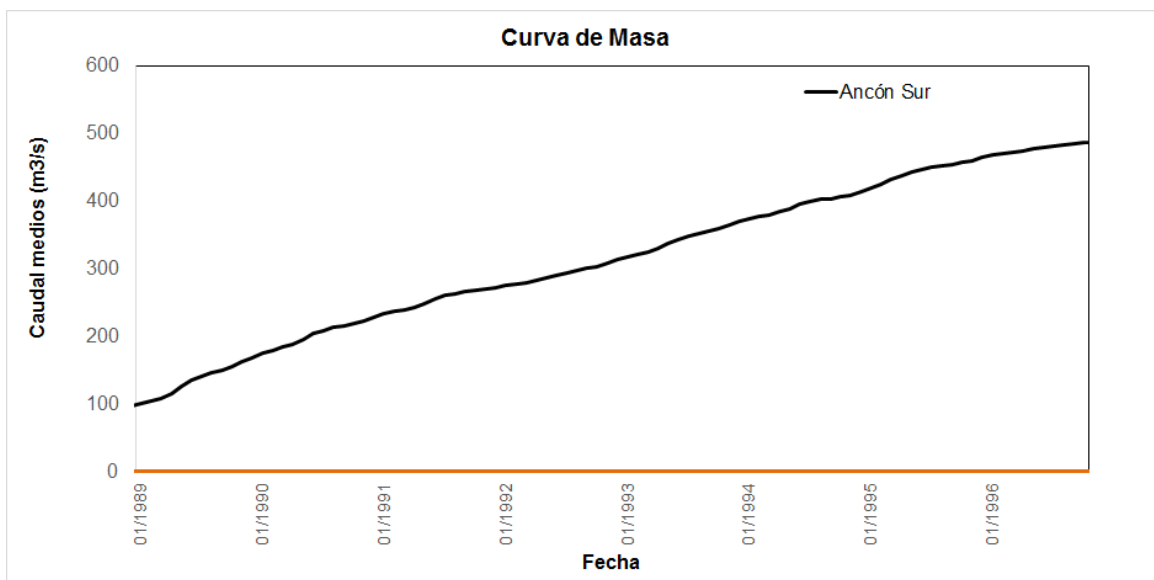


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

▪ Ancón Sur

Las pruebas de homogeneidad detectan un cambio en la media en el año 1991. Por su parte en la varianza no se detectan cambios. No hay tendencias en la media. (*Figura 210*)

FIGURA 210. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN ANCÓN SUR



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

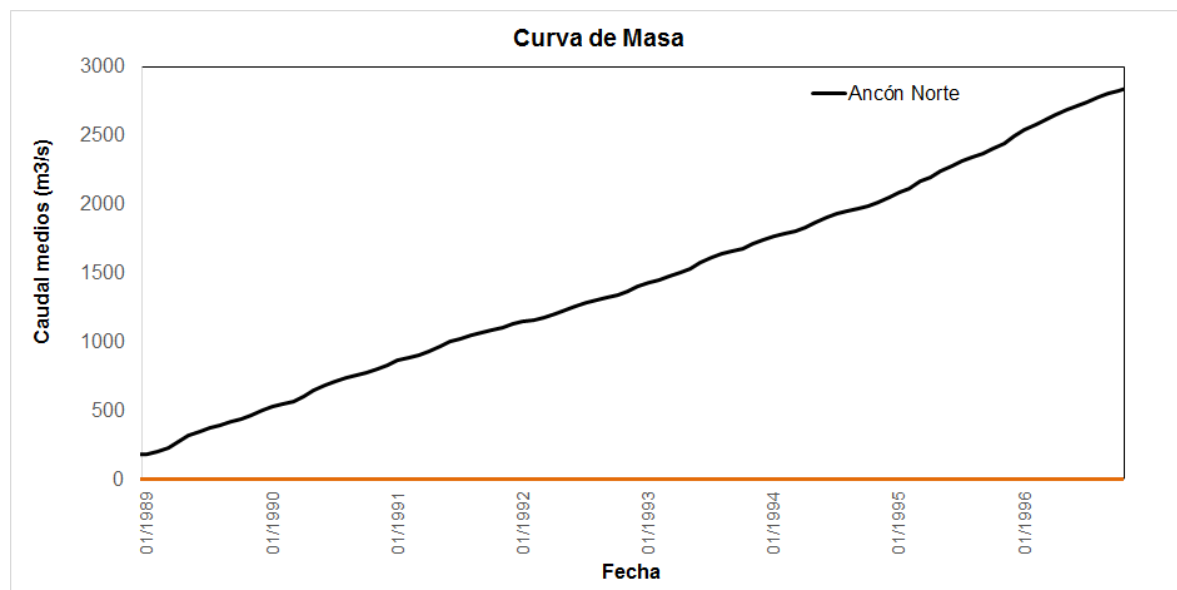
▪ Machado

Esta estación hidrológica solo tiene registros de 1980 a 1984, por lo tanto, es una muestra muy corta para aplicarle un análisis homogéneo.

▪ Ancón Norte

Según las pruebas aplicadas a la estación, no se presenta cambio en la media, teniendo en cuenta que la serie tiene muy pocos registros y en la varianza no se detectan cambios. No hay tendencias en la media. (*Figura 211*)

FIGURA 211. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN ANCÓN NORTE

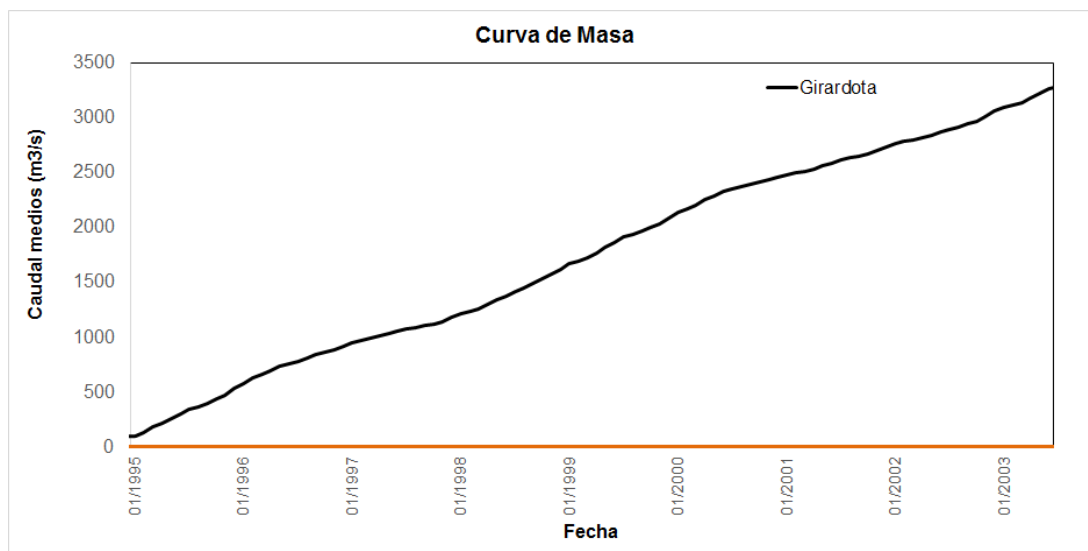


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

▪ Girardota

Según las pruebas aplicadas a la estación, no se presenta cambio en la media, teniendo en cuenta que la serie tiene muy pocos registros y en la varianza no se detectan cambios. No hay tendencias en la media. (*Figura 212*)

FIGURA 212. CURVA MASA DE LA SERIE DEL CAUDAL MENSUAL DE LA ESTACIÓN GIRARDOTA

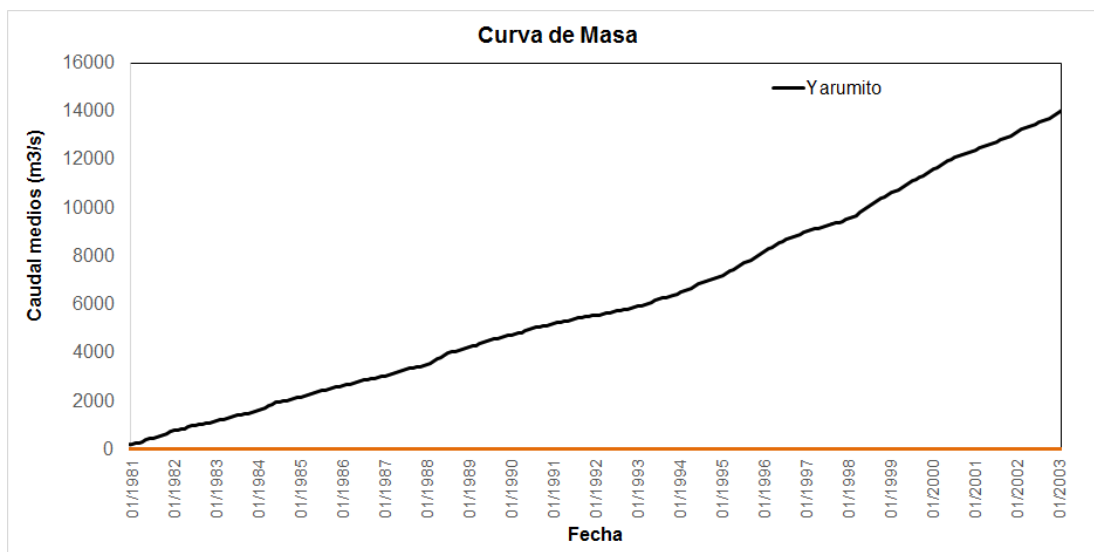


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

Yarumito

Según las pruebas el cambio en la media y en la varianza se presenta a partir del año 1985. Esta estación presenta un aumento en sus caudales debido a la puesta en marcha de la Central de Tasajera. Además de lo anterior la serie registra tendencias en la media. (*Figura 215*)

FIGURA 213. CAMBIOS EN LA MEDIA DE LA SERIE DEL CAUDAL ANUAL DE LA ESTACIÓN YARUMITO

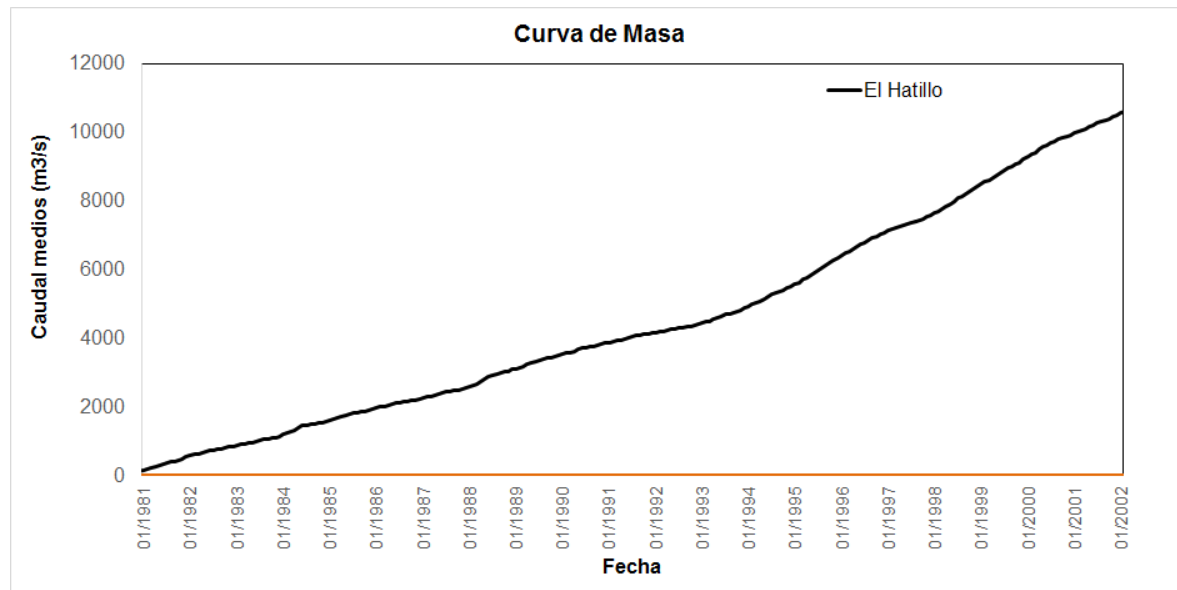


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

▪ El Hatillo

Es una estación que presenta los mismos problemas que Yarumito y esto es debido a que está ubicada después de la descarga de Tasajera. El cambio en la media se registra en 1985 e igual el cambio en la varianza. Además la serie registra tendencias en la media. (*Figura 214*)

FIGURA 214. CAMBIOS EN LA MEDIA DE LA SERIE DEL CAUDAL ANUAL DE LA ESTACIÓN EL HATILLO



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ, 2016

2.3.7.6. Caracterización del régimen hidrológico

En este numeral se presenta la metodología y los resultados de la estimación de caudales medios diarios, caudales máximos y caudales mínimos, para diferentes períodos de retorno. En la primera parte se explica la metodología del cálculo de caudales medios diarios para cada una de las subcuencas y microcuencas establecidas en el presente estudio, se indica la forma de estimación de los caudales máximos y finalmente se muestra como se calcularon los caudales mínimos.

Con el fin de estimar la oferta en cada una de las subcuencas de la cuenca en estudio, se hace necesario tener una serie de caudales en cada una de las corrientes principales de las subcuencas; sin embargo esto no es posible ya que no se cuenta con estaciones de registro de caudal en estas.

Para este estudio se optó por utilizar el modelo GR4J construido y calibrado del Convenio CA 421 de 2012 del proyecto Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá - Medellín

En Jurisdicción del Área Metropolitana – Fase IV de 2012, desarrollado por el Área Metropolitana Valle de Aburrá.

2.3.7.6.1. Descripción conceptual del modelo GR4J

A continuación, se presenta la descripción conceptual del modelo GR4J, tomado del informe final del Componente de Hidráulica e Hidrología del Convenio CA 421 de 2012 del proyecto Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá - Medellín en Jurisdicción del Área Metropolitana – Fase IV.

▪ Determinación de la precipitación y evapotranspiración potencial neta

La primera operación consiste en restar la evapotranspiración potencial de la precipitación, con el fin de determinar una precipitación neta “Pn” o una evapotranspiración neta “En”. En el modelo GR4J, esta operación es calculada como si la capacidad de interceptación fuera cero:

$$\text{Si } P \geq E, \text{ entonces } P_n = P - E \text{ y } E_n = 0$$

$$\text{Si } P < E, \text{ entonces } P_n = 0 \text{ y } E_n = E - P$$

▪ Almacenamiento de producción

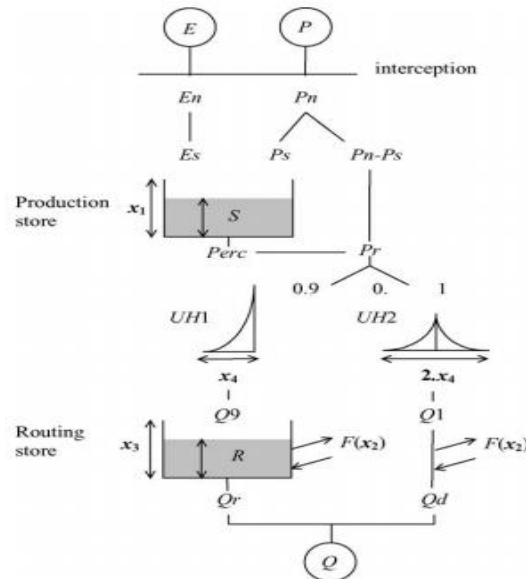
En el caso en que “Pn” no es cero, una parte “Ps” de “Pn” entra al tanque de producción.

$$P_s = \frac{x_1 \left(1 - \left(\frac{S}{x_1} \right)^2 \right) \tanh \left(\frac{P_n}{x_1} \right)}{1 + \frac{S}{x_1} \tanh \left(\frac{P_n}{x_1} \right)}$$

“Ps” es determinado como una función del nivel “S” en el tanque, donde x1 (mm) es la máxima capacidad del tanque de producción.

En la Figura 215 se muestra un esquema del modelo GR4J.

FIGURA 215. DIAGRAMA DEL MODELO GR4J



FUENTE: PERRIN, 2003

Cuando “En” no es cero, una tasa real de evaporación es determinada como una función del nivel en el almacenamiento de producción con el fin de calcular la cantidad “Es” de agua que se evaporará del tanque.

$$E_s = \frac{S \left(2 - \frac{S}{x_1} \right) \tanh \left(\frac{E_n}{x_1} \right)}{1 + \left(1 - \frac{S}{x_1} \right) \tanh \left(\frac{E_n}{x_1} \right)}$$

De esta forma, el contenido de agua en el tanque de producción se actualiza como:

$$S = S - E_s + P_s$$

Es importante resaltar que “S” nunca puede exceder a x_1 .

Una cantidad “Perc” se escapa como percolación del almacenamiento de producción. Este valor se calcula de la siguiente manera:

$$Perc = S \left\{ 1 - \left[1 + \left(\frac{4}{9} \frac{S}{x_1} \right) \right]^4 \right\}^{-\frac{1}{4}}$$

De la expresión anterior se concluye que la percolación no contribuye mucho al caudal, por esta razón es importante principalmente para la simulación de eventos mínimos. El valor de “Perc” es siempre menor que “S”.

El nuevo nivel en el tanque queda definido como:

$$S = S - Perc$$

▪ Distribución lineal con hidrógrafas unitarias

La cantidad total de agua “Pr” que alcanza las funciones de distribución está dada por:

$$P_r = Perc + (P_n - P_s)$$

El valor de “Pr” se divide en dos componentes de flujo: el 90% de “Pr” se distribuye por medio de una hidrógrafa unitaria UH1 y luego por un tanque de distribución no lineal. El 10% restante de Pr es distribuido por medio de una hidrógrafa unitaria UH2. Con UH1 y UH2 se puede simular el tiempo de rezago entre el evento de lluvia y el caudal pico resultante. Las ordenadas de ambas hidrógrafas son usadas en el modelo para distribuir la lluvia efectiva sobre varios intervalos de tiempo sucesivos. UH1 y UH2 dependen del mismo parámetro x_4 expresado en días. Sin embargo, UH1 tiene un tiempo base de x_4 días, mientras que UH2 tiene un tiempo base de 2 veces x_4 días. El parámetro x_4 puede tomar valores reales y debe ser mayor de 0.5 días.

En su forma discreta, las hidrógrafas unitarias UH1 y UH2 tienen n y m ordenadas, respectivamente, donde n y m son los enteros más pequeños que exceden x_4 y 2 veces x_4 , respectivamente. Las ordenadas de ambas hidrógrafas se derivan de las curvas-S correspondientes (proporción acumulada de la entrada con el tiempo) denotadas por SH1 y SH2, respectivamente. SH1 está definida a lo largo del intervalo de tiempo t de la siguiente forma:

Para, $t \leq 0$, $SH1(t) = 0$

Para, $0 < t \leq x_4$, $SH1(t) = \left(\frac{t}{x_4} \right)^{\frac{5}{2}}$

Para, $t \geq x_4$, $SH1(t) = 1$

SH2 se definida similarmente:

Para, $t \leq 0$, $SH2(t) = 0$

Para, $0 < t \leq x_4$, $SH2(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{t}{x_4} \right)^{\frac{5}{2}}$

Para, $0 < t \leq 2x_4$, $SH2(t) = 1 - \frac{1}{2} \left(2 - \frac{t}{x_4} \right)^{\frac{5}{2}}$

Para, $t \geq 2x_4$, $SH2(t) = 1$

Finalmente, las ordenadas de UH1 y UH2 se calculan como:

$$UH1(j) = SH1(j) - SH1(j - 1)$$

$$UH2(j) = SH2(j) - SH2(j - 1)$$

Donde j es un entero.

▪ Intercambio de agua en la cuenca

Posteriormente se calcula un término “F” que actúa en ambas componentes de flujo, el cual indica el intercambio de agua subterránea:

$$F = x_2 \left(\frac{R}{x_3} \right)^{\frac{7}{2}}$$

“R” es el nivel en el tanque de distribución, x_3 es la capacidad de referencia y x_2 es el coeficiente de intercambio. El parámetro x_2 puede ser positivo en el caso en que se importa agua, negativo en el caso en que hay pérdidas o cero cuando no hay intercambio de agua. Entre más alto el nivel en el tanque de distribución mayor es el intercambio. En valor absoluto, “F” no puede ser mayor que x_2 , puesto que el coeficiente de intercambio representa la máxima cantidad de agua que puede ser adicionada (o liberada) a (de) cada componente de flujo, cuando el nivel en el tanque de distribución es igual a x_3 .

▪ Almacenamiento de distribución no lineal

El valor de “R” se actualiza adicionando el término “F” y la salida “Q9” proveniente de UH1:

$$R = \max(0; R + Q_9 + F)$$

El caudal de salida del tanque “Q_r”, se calcula entonces como:

$$Q_r = R \left\{ 1 - \left[1 + \left(\frac{R}{x_3} \right)^4 \right]^{-\frac{1}{4}} \right\}$$

“Q_r” siempre es menor que “R”.

El nuevo nivel en el almacenamiento es:

$$R = R - Q_r$$

Aunque al comienzo de un intervalo de tiempo el tanque puede recibir una cantidad de agua mayor que el déficit de saturación $x_3 - R$, el nivel en el tanque nunca puede exceder la capacidad x_3 al final del intervalo de tiempo. Por esta razón, la capacidad x_3 es llamada la capacidad máxima diaria. Este tanque de distribución está en la capacidad de simular recesiones cuando sea necesario.

▪ Caudal total

La salida “Q₁” proveniente de UH2 también está sujeta al intercambio de agua “F”, de esta forma la componente “Q_d” queda definida de la siguiente manera:

$$Q_d = \max(0; Q_1 + F)$$

Finalmente, el caudal total se calcula como:

$$Q = Q_r + Q_d$$

En la Tabla 217 se presentan los parámetros del modelo que deben ser optimizados:

TABLA 217. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J

PARÁMETRO	DEFINICIÓN
X1 (mm)	Máxima capacidad del tanque de producción
X2 (mm)	Coefficiente de intercambio de aguas subterráneas
X3 (mm)	Máxima capacidad diaria del tanque de distribución
X4 (días)	Tiempo base de hidrograma unitario UH1

FUENTE: PERRIN, 2003

2.3.7.6.2. Calibración del modelo

Para la calibración del modelo GR4J, se tomaron las estaciones de caudal de la *Tabla 218*, el punto en el cual se encuentra cada estación representa la salida de una cuenca distinta, a la cual se le realizará la calibración. La Cuenca del río Aburrá es altamente urbanizada, por lo que las series de caudales disponibles están afectadas por los vertimientos del sistema de alcantarillado al mismo y a las quebradas afluentes.

Las series de caudales se naturalizaron de acuerdo a la información disponible, el procedimiento y las series resultantes se encuentran en el informe final del Componente de Hidráulica e Hidrología del Convenio CA 421 de 2012, del proyecto Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá - Medellín en Jurisdicción del Área Metropolitana – Fase IV.

TABLA 218. ESTACIONES HIDROLÓGICAS SOBRE EL RÍO MEDELLÍN – ABURRÁ

Código	Estación	Área Cuenca (km2)
2701733	SALADA_LA_RMS_11	43,1
2701716	CALDAS_RM_16	100,3
2701727	ANCON_SUR_RS_17	121,5
2701734	MACHADO_RMS.12	637,6
2701781	ANCON_NORTE_RMS_20	735,8
2701803	GIRARDOTA	780,3
2701738	HATILLO_EL_RMS.13	860,5
2701736	*PUENTE GABINO_RMS.15	1195,17
2701735	YARUMITO_RMS_14	1081,5

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

*La estación Puente Gabino se localiza sobre el río Porce aguas abajo de la confluencia entre el río Aburrá y Río Grande, y que será considerada en el análisis de calibración del modelo hidrológico utilizado. Comparándolos entre los resultados obtenidos entre este POMCA y el PORH del río Grande, respecto al valor promedio multianual de caudal que la estación Gabino reporta.

Utilizando el modelo lluvia – escorrentía, se calibra cada una de la cuencas definidas por las estaciones de medición de caudal, y posterior a esto se generan series de caudal medio diario teniendo en cuenta los registros de precipitación diarios.

A continuación se muestran los resultados de la calibración del modelo lluvia escorrentía para cada una de las cuencas consideradas. (*Tabla 219 a la Tabla 234 y Figura 216 a la Figura 223*)

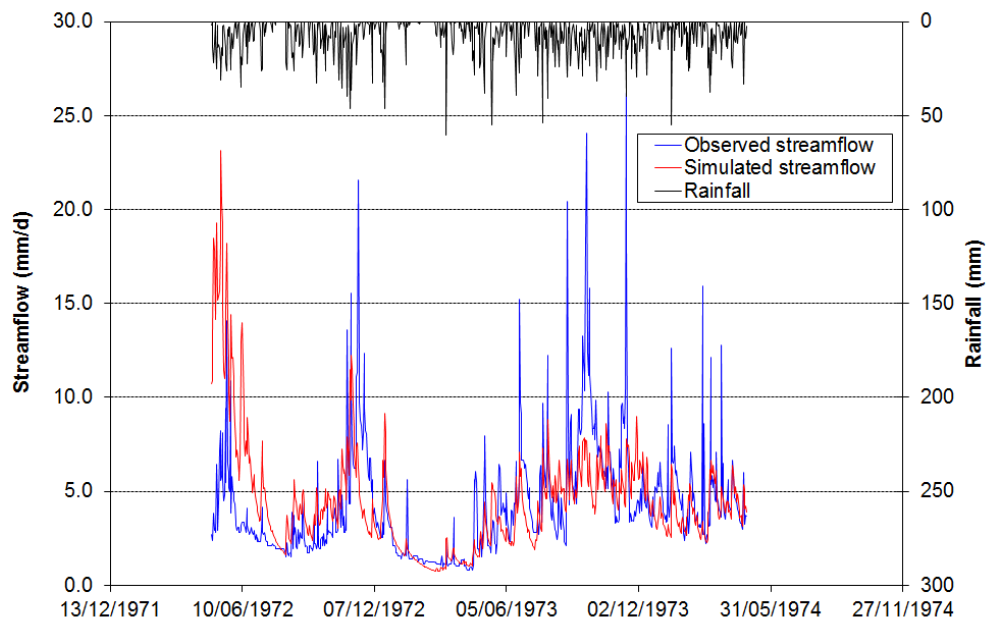
▪ La Salada

TABLA 219. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA LA SALADA

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	1102,91
X2 (mm)	0,02
X3 (mm)	215,46
X4 (días)	1,02

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 216. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA LA SALADA



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 220. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA LA SALADA

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	44,0
Nash(VQ)	53,5
Nash(ln(Q))	54,9
Bias	98,3

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

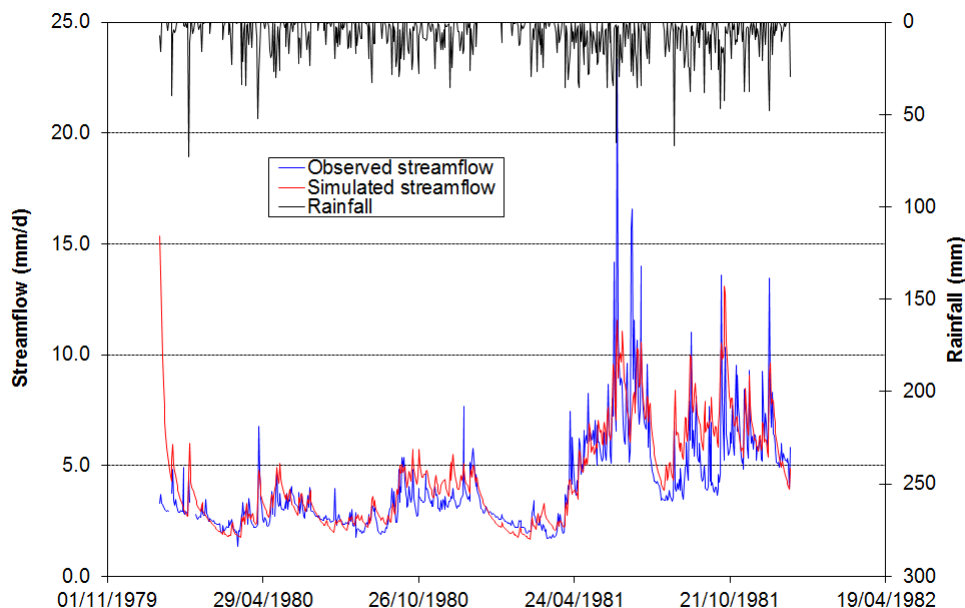
▪ Caldas

TABLA 221. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA CALDAS

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	1894,11
X2 (mm)	4,43
X3 (mm)	360,09
X4 (días)	1,15

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 217. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA CALDAS



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 222. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA CALDAS

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	57,8
Nash(VQ)	59,8
Nash(ln(Q))	60,2
Bias	98,6

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

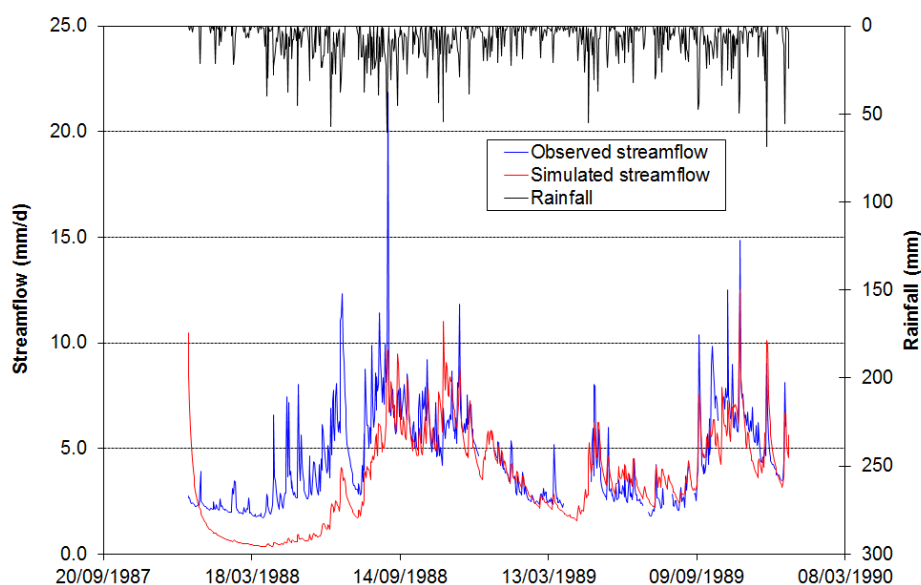
▪ **Ancón Sur**

TABLA 223. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCÓN SUR

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	1989,48
X2 (mm)	2,63
X3 (mm)	260,38
X4 (días)	1,04

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 218. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA ANCÓN SUR



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 224. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCÓN SUR

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	68,6
Nash(VQ)	72,6
Nash(ln(Q))	73,7
Bias	99,8

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

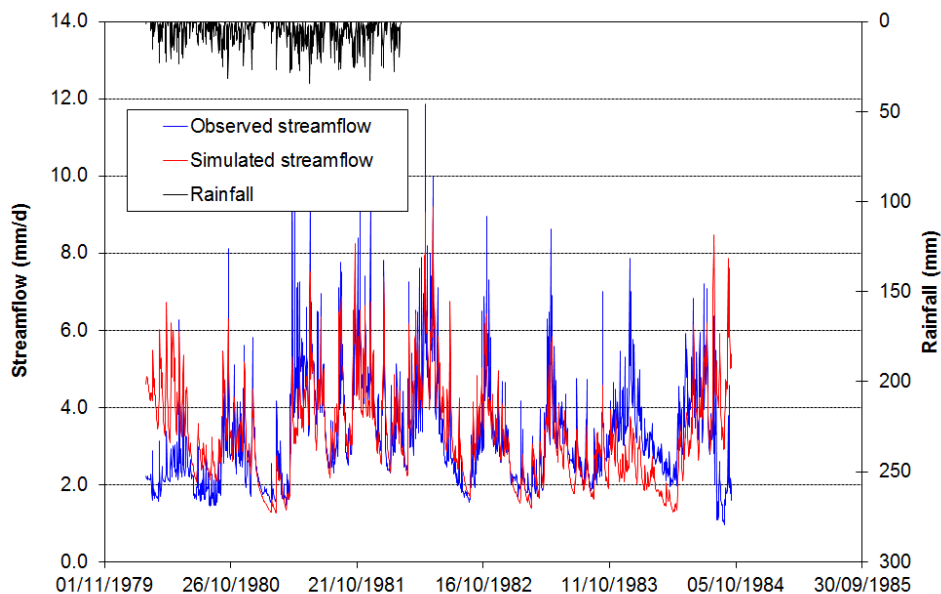
▪ **Machado**

TABLA 225. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA MACHADO

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	2390,69
X2 (mm)	1,80
X3 (mm)	92,51
X4 (días)	1,29

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 219. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA MACHADO



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 226. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA MACHADO

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	69,7
Nash(VQ)	73,0
Nash(ln(Q))	75,0
Bias	99,5

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

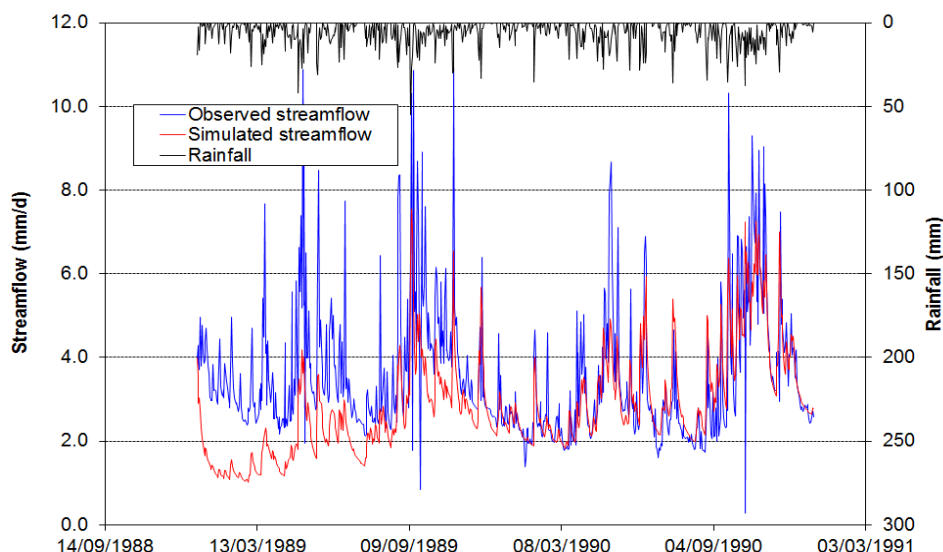
▪ **Ancón Norte**

TABLA 227. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCON NORTE

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	4727,57
X2 (mm)	1,87
X3 (mm)	67,37
X4 (días)	1,02

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 220. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA ANCÓN NORTE



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 228. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA ANCON NORTE

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	62,1
Nash(VQ)	64,6
Nash(ln(Q))	64,7
Bias	99,6

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

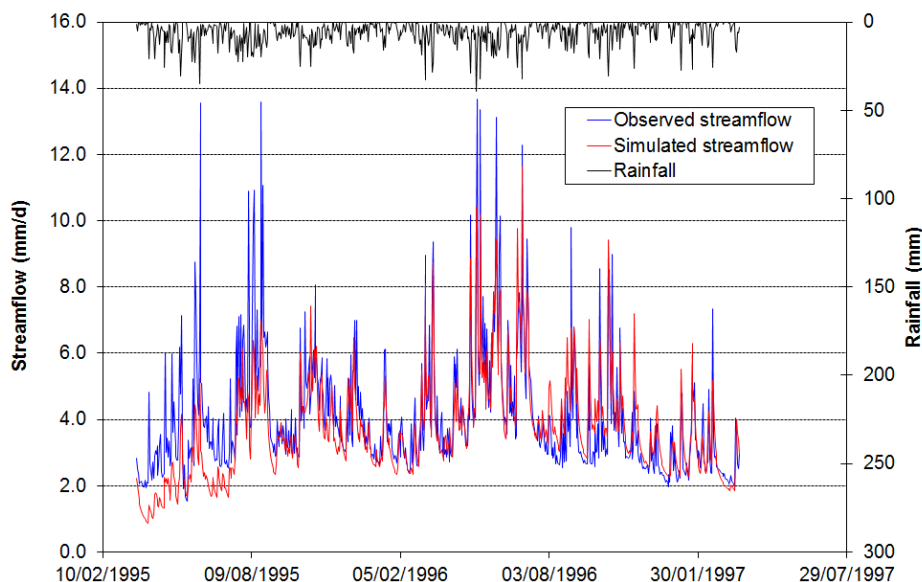
▪ Girardota

TABLA 229. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA GIRARDOTA

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	2612,43
X2 (mm)	1,76
X3 (mm)	41,01
X4 (días)	0,82

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 221. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA GIRARDOTA



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 230. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA GIRARDOTA

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	72,2
Nash(VQ)	72,7
Nash(ln(Q))	71,2
Bias	99,1

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

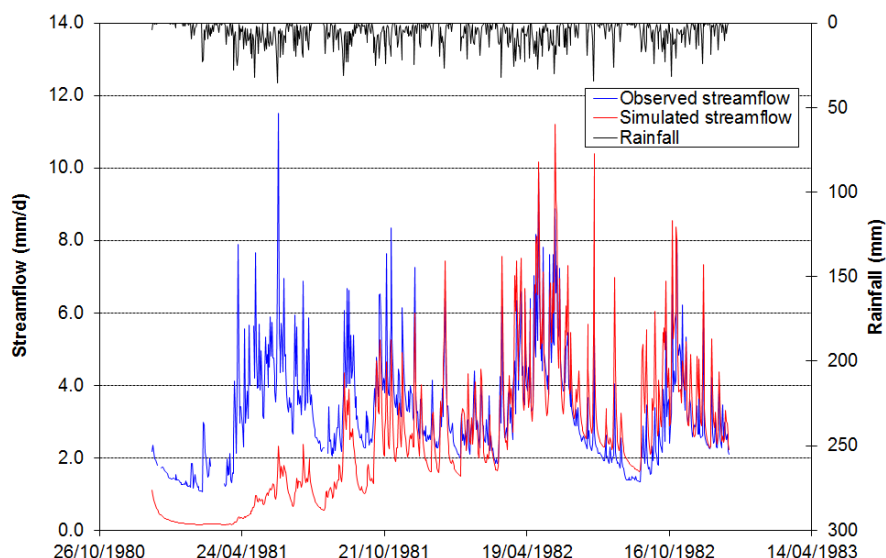
▪ Hatillo

TABLA 231. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA HATILLO

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	1964,37
X2 (mm)	1,12
X3 (mm)	19,32
X4 (días)	1,78

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 222. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA HATILLO



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 232. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA HATILLO

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	75,6
Nash(VQ)	74,7
Nash(ln(Q))	71,5
Bias	98,8

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

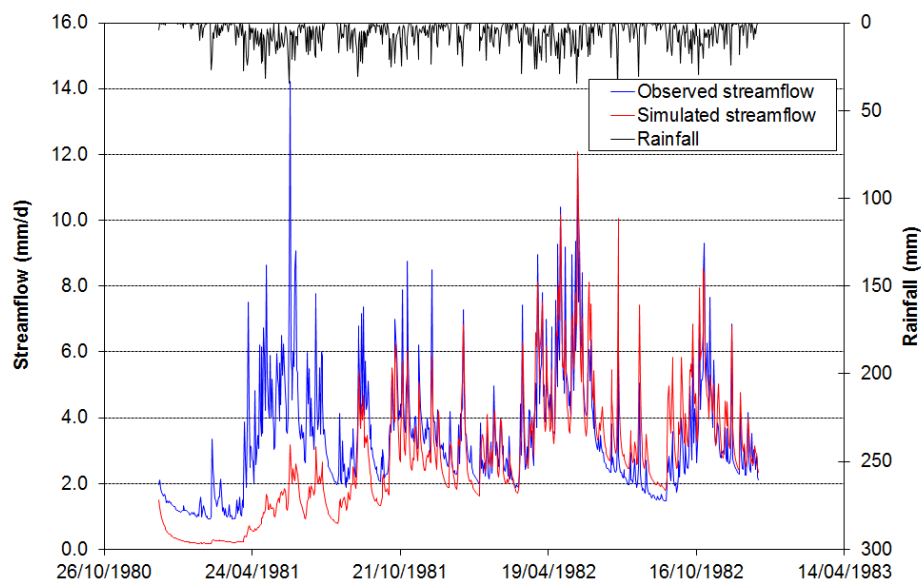
▪ Yarumito

TABLA 233. PARÁMETROS DEL MODELO GR4J. CUENCA YARUMITO

PARÁMETRO	VALOR
X1 (mm)	2109,64
X2 (mm)	1,23
X3 (mm)	28,98
X4 (días)	1,74

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

FIGURA 223. SERIE DE CAUDAL OBSERVADA Y CALIBRADA PARA CUENCA YARUMITO



FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

TABLA 234. CRITERIOS DE EFICIENCIA DEL MODELO GR4J. CUENCA YARUMITO

CRITERIO DE EFICIENCIA	VALOR (%)
Nash(Q)	78,3
Nash(VQ)	78,3
Nash(ln(Q))	76,6
Bias	98,7

FUENTE: FASE I DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE LA RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA, COMPONENTE HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

2.3.7.6.3. Simulación de caudales medios diarios

A partir de los parámetros calibrados en las estaciones, se simularon los caudales medios diarios en las subcuencas y microcuencas de la Cuenca del río Aburrá (*Figura 224*).

En la *Tabla 235 a la Tabla 237* se presentan los caudales medios, máximos y mínimos mensuales y su rendimiento hídrico para la cuenca mayor y las subcuencas, y en la *Tabla 239*, para las microcuencas abastecedoras de los centros poblados. En los *Anexos Cartografía Aburra 5Mapa*, se muestran los modelos hidrológicos correspondientes.

LEYENDA

- Subcuenca

CONVENCIONES

- Embalse
- Rio Aburrá
- Área de estudio
- Limite municipal

Subcuenca	Extensión (km²)	Superficie (ha)	Altura (m)	Temperatura (°C)	Presión (mmHg)	Velocidad (km/h)	Longitud (km)	Superficie (ha)	Superficie (km²)	Superficie (km²)	Superficie (km²)
DONMATIAS	2790-01-01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SANTO DOMINGO	2790-01-02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
BARBOSA	2790-01-03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
GIRARDOTA	2790-01-04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
COPACABANA	2790-01-05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MEDELLIN	2790-01-06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ITAGUI	2790-01-07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ENVIGADO	2790-01-08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
LA ESTRELLA	2790-01-09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SABANETA	2790-01-10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CALDAS	2790-01-11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
GUARNE	2790-01-12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SAN VICENTE	2790-01-13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA AGUADA	2790-01-14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA VIEJA	2790-01-16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-19	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
QUEBRADA LA LUNA	2790-01-29	0,01									

PÁG. 701

TABLA 235. CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO PARA LA CUENCA Y SUBCUENCAS
(CAUDAL m³/s)

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km ²)
2701-01	30,89	28,3	31,03	41,43	51,86	48,06	41,36	40,64	47,62	56,94	56,1	43,39	43,14	35,72
2701-01-01	0,84	0,77	0,84	1,12	1,41	1,3	1,12	1,10	1,29	1,55	1,52	1,18	1,17	35,72
2701-01-004	0,14	0,13	0,14	0,19	0,24	0,22	0,19	0,18	0,22	0,26	0,25	0,20	0,20	35,72
2701-01-006	0,35	0,32	0,35	0,47	0,59	0,55	0,47	0,46	0,54	0,65	0,64	0,5	0,49	35,72
2701-01-010	0,15	0,14	0,15	0,2	0,25	0,23	0,20	0,2	0,23	0,28	0,27	0,21	0,21	35,72
2701-01-021	0,36	0,33	0,37	0,49	0,61	0,57	0,49	0,48	0,56	0,67	0,66	0,51	0,51	35,72
2701-01-022	0,17	0,15	0,17	0,22	0,28	0,26	0,22	0,22	0,25	0,30	0,30	0,23	0,23	35,72
2701-01-023	0,16	0,15	0,16	0,22	0,27	0,25	0,22	0,21	0,25	0,30	0,30	0,23	0,23	35,72
2701-01-032	0,11	0,10	0,11	0,15	0,19	0,18	0,15	0,15	0,18	0,21	0,21	0,16	0,16	35,72
2701-01-033	0,10	0,09	0,10	0,14	0,17	0,16	0,13	0,13	0,15	0,18	0,18	0,14	0,14	34,51
2701-01-034	0,09	0,08	0,09	0,12	0,14	0,13	0,11	0,11	0,13	0,15	0,15	0,12	0,12	34,51
2701-01-035	0,10	0,09	0,10	0,13	0,16	0,14	0,12	0,12	0,14	0,17	0,17	0,13	0,13	34,51
2701-01-037	0,08	0,07	0,08	0,11	0,13	0,12	0,10	0,10	0,12	0,14	0,14	0,11	0,11	34,51
2701-01-041	0,22	0,20	0,22	0,29	0,36	0,33	0,28	0,27	0,32	0,38	0,38	0,30	0,29	34,51
2701-01-048	0,39	0,37	0,4	0,52	0,63	0,59	0,50	0,48	0,56	0,66	0,65	0,52	0,52	39,44
2701-01-050	0,18	0,17	0,19	0,24	0,29	0,27	0,23	0,22	0,26	0,31	0,3	0,24	0,24	39,44
2701-01-053	0,14	0,13	0,14	0,17	0,2	0,18	0,16	0,16	0,18	0,21	0,2	0,17	0,17	38,4
2701-01-057	0,15	0,14	0,15	0,18	0,21	0,2	0,18	0,17	0,19	0,22	0,22	0,19	0,19	38,4
2701-01-060	0,22	0,20	0,22	0,26	0,31	0,29	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,26	0,26	38,4
2701-01-062	2,44	2,20	2,35	2,96	3,73	3,48	2,88	2,69	3,14	3,82	3,89	3,07	3,05	37,24
2701-01-076	1,51	1,36	1,45	1,83	2,31	2,15	1,78	1,67	1,95	2,37	2,41	1,90	1,89	37,24
2701-01-081	2,25	2,04	2,17	2,73	3,45	3,22	2,66	2,49	2,91	3,53	3,6	2,84	2,83	37,24
2701-01-085	0,28	0,26	0,27	0,34	0,43	0,41	0,34	0,31	0,37	0,44	0,45	0,36	0,36	37,24
2701-01-087	0,19	0,16	0,18	0,23	0,32	0,28	0,22	0,2	0,24	0,29	0,3	0,25	0,24	45,26
2701-01-093	0,48	0,40	0,43	0,55	0,75	0,7	0,54	0,49	0,56	0,69	0,71	0,61	0,58	49,41

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km ²)
2701-01-094	0,13	0,11	0,12	0,15	0,20	0,19	0,15	0,13	0,15	0,19	0,19	0,17	0,16	49,41
2701-01-097	0,13	0,11	0,11	0,15	0,20	0,19	0,15	0,13	0,15	0,19	0,19	0,16	0,16	49,41
2701-01-099	0,34	0,27	0,31	0,45	0,65	0,55	0,39	0,35	0,43	0,57	0,57	0,45	0,44	40,34
2701-01-100	0,25	0,20	0,22	0,33	0,48	0,4	0,29	0,26	0,32	0,42	0,42	0,33	0,33	40,35
2701-01-29	0,50	0,40	0,45	0,66	0,97	0,81	0,58	0,52	0,64	0,85	0,85	0,67	0,66	40,35
2701-01-107	0,19	0,15	0,17	0,25	0,37	0,31	0,22	0,20	0,24	0,32	0,32	0,25	0,25	40,35
2701-01-114	0,92	0,76	0,82	1,05	1,44	1,33	1,04	0,95	1,07	1,32	1,36	1,16	1,10	49,41
2701-01-124	1,18	1,06	1,13	1,43	1,80	1,68	1,39	1,3	1,52	1,85	1,88	1,49	1,48	37,24
2701-01-33	1,39	1,26	1,34	1,69	2,13	1,99	1,65	1,54	1,8	2,19	2,23	1,76	1,75	37,24
2701-01-130	0,40	0,36	0,38	0,48	0,61	0,57	0,47	0,44	0,51	0,62	0,64	0,50	0,5	37,24
2701-01-136	1,33	1,20	1,28	1,61	2,03	1,89	1,57	1,47	1,71	2,08	2,12	1,68	1,66	37,24
2701-01-154	1,33	1,26	1,35	1,61	1,89	1,77	1,55	1,52	1,7	1,96	1,95	1,63	1,63	38,4
2701-01-158	0,38	0,36	0,39	0,46	0,54	0,51	0,45	0,44	0,49	0,56	0,56	0,47	0,47	38,4
2701-01-169	0,68	0,63	0,69	0,91	1,13	1,04	0,88	0,86	1,01	1,21	1,2	0,94	0,93	34,51
2701-01-179	2,88	2,64	2,9	3,87	4,84	4,49	3,86	3,79	4,44	5,31	5,24	4,05	4,03	35,72
2701-01-184	0,55	0,51	0,55	0,74	0,93	0,86	0,74	0,73	0,85	1,02	1,00	0,78	0,77	35,72
2701-01-192	0,35	0,32	0,35	0,46	0,58	0,54	0,46	0,46	0,53	0,64	0,63	0,49	0,48	35,72
2701-01-197	0,20	0,19	0,21	0,27	0,34	0,32	0,27	0,27	0,32	0,38	0,37	0,29	0,29	35,72
2701-01-198	0,13	0,11	0,13	0,17	0,21	0,19	0,17	0,16	0,19	0,23	0,23	0,18	0,17	35,72
2701-01-201	0,22	0,20	0,22	0,29	0,36	0,34	0,29	0,28	0,33	0,4	0,39	0,30	0,30	35,72
2701-01-206	0,35	0,32	0,36	0,47	0,59	0,55	0,47	0,47	0,55	0,65	0,64	0,50	0,49	35,72
2701-01-011	0,17	0,16	0,18	0,23	0,29	0,27	0,23	0,23	0,27	0,32	0,32	0,25	0,24	35,72
2701-01-015	0,10	0,09	0,10	0,13	0,16	0,15	0,13	0,13	0,15	0,18	0,17	0,14	0,13	35,72
2701-01-48	0,65	0,59	0,65	0,87	1,09	1,01	0,87	0,85	1,00	1,20	1,18	0,91	0,91	35,72
2701-01-49	0,82	0,75	0,83	1,1	1,38	1,28	1,10	1,08	1,27	1,52	1,50	1,16	1,15	35,72
2701-01-50	0,53	0,49	0,54	0,71	0,88	0,81	0,69	0,67	0,79	0,95	0,94	0,74	0,73	34,51
2701-01-046	0,22	0,2	0,22	0,28	0,35	0,32	0,27	0,26	0,31	0,36	0,36	0,28	0,29	39,44

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km ²)
2701-01-52	0,92	0,87	0,93	1,12	1,31	1,22	1,07	1,05	1,18	1,36	1,35	1,12	1,13	38,4
2701-01-53	1,62	1,46	1,56	1,96	2,48	2,31	1,91	1,79	2,09	2,54	2,59	2,04	2,03	37,24
2701-01-063	0,63	0,57	0,61	0,76	0,96	0,90	0,74	0,70	0,81	0,99	1,01	0,79	0,79	37,24
2701-01-064	0,17	0,16	0,17	0,21	0,27	0,25	0,20	0,19	0,22	0,27	0,28	0,22	0,22	37,24
2701-01-077	0,72	0,65	0,69	0,87	1,09	1,02	0,85	0,79	0,92	1,12	1,14	0,90	0,90	37,24
2701-01-078	0,36	0,33	0,35	0,44	0,55	0,51	0,43	0,40	0,47	0,57	0,58	0,45	0,45	37,24
2701-01-079	0,72	0,65	0,69	0,87	1,10	1,02	0,85	0,79	0,93	1,13	1,15	0,91	0,90	37,24
2701-01-59	0,65	0,55	0,6	0,79	1,08	0,96	0,75	0,70	0,8	1,00	1,02	0,86	0,81	45,26
2701-01-60	0,50	0,41	0,45	0,57	0,79	0,73	0,57	0,52	0,58	0,72	0,74	0,63	0,60	49,41
2701-01-109	0,18	0,15	0,16	0,21	0,29	0,27	0,21	0,19	0,21	0,27	0,27	0,23	0,22	49,41
2701-01-119	0,33	0,30	0,32	0,40	0,51	0,47	0,39	0,37	0,43	0,52	0,53	0,42	0,41	37,24
2701-01-149	0,19	0,18	0,19	0,22	0,26	0,25	0,22	0,21	0,24	0,27	0,27	0,23	0,23	38,4
2701-01-165	0,16	0,15	0,17	0,21	0,26	0,25	0,21	0,20	0,23	0,27	0,27	0,22	0,22	39,44
2701-01-171	0,12	0,11	0,12	0,16	0,19	0,18	0,15	0,15	0,17	0,21	0,21	0,16	0,16	34,51
2701-01-172	0,19	0,17	0,19	0,25	0,31	0,28	0,24	0,24	0,28	0,33	0,33	0,26	0,26	34,51
2701-01-175	0,09	0,08	0,09	0,12	0,16	0,14	0,12	0,12	0,14	0,17	0,17	0,13	0,13	35,72
2701-01-176	0,11	0,1	0,11	0,15	0,19	0,18	0,15	0,15	0,18	0,21	0,21	0,16	0,16	35,72

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 236. CAUDALES MAXIMOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MAXIMO PARA LAS SUBCUENCAS (CAUDAL m³/s)

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hídrico l/s/km ²
2701-01-01	1,48	1,30	1,59	2,09	2,85	2,49	2,13	1,98	2,37	2,87	2,97	2,10	2,19	66,72
2701-01-004	0,25	0,22	0,27	0,35	0,48	0,42	0,36	0,33	0,40	0,48	0,50	0,35	0,37	66,72
2701-01-006	0,62	0,55	0,67	0,88	1,20	1,05	0,90	0,83	1,00	1,20	1,25	0,88	0,92	66,72
2701-01-010	0,26	0,23	0,28	0,37	0,51	0,45	0,38	0,35	0,42	0,51	0,53	0,37	0,39	66,72

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hídrico l/s/km2
2701-01-021	0,64	0,57	0,69	0,91	1,24	1,09	0,93	0,86	1,03	1,25	1,29	0,91	0,95	66,72
2701-01-022	0,29	0,26	0,31	0,41	0,56	0,49	0,42	0,39	0,47	0,57	0,59	0,41	0,43	66,72
2701-01-023	0,29	0,25	0,31	0,41	0,55	0,49	0,41	0,39	0,46	0,56	0,58	0,41	0,43	66,72
2701-01-032	0,20	0,18	0,22	0,28	0,39	0,34	0,29	0,27	0,32	0,39	0,40	0,29	0,30	66,72
2701-01-033	0,20	0,17	0,21	0,27	0,37	0,32	0,27	0,25	0,29	0,36	0,38	0,27	0,28	68,86
2701-01-034	0,17	0,15	0,18	0,23	0,31	0,27	0,22	0,21	0,24	0,30	0,32	0,23	0,24	68,86
2701-01-035	0,19	0,16	0,20	0,25	0,35	0,29	0,25	0,23	0,27	0,33	0,35	0,25	0,26	68,86
2701-01-037	0,16	0,14	0,17	0,21	0,29	0,25	0,21	0,20	0,23	0,28	0,30	0,21	0,22	68,86
2701-01-041	0,42	0,36	0,45	0,56	0,78	0,66	0,56	0,53	0,61	0,75	0,79	0,57	0,59	68,86
2701-01-048	0,68	0,60	0,72	0,93	1,22	1,09	0,85	0,80	0,98	1,17	1,22	0,87	0,93	70,21
2701-01-050	0,31	0,28	0,33	0,43	0,57	0,51	0,39	0,37	0,46	0,55	0,57	0,41	0,43	70,21
2701-01-053	0,20	0,19	0,22	0,26	0,32	0,29	0,26	0,23	0,27	0,32	0,32	0,25	0,26	58,56
2701-01-057	0,22	0,20	0,24	0,28	0,35	0,32	0,28	0,25	0,30	0,34	0,35	0,27	0,28	58,56
2701-01-060	0,31	0,29	0,34	0,40	0,49	0,45	0,40	0,36	0,42	0,49	0,49	0,38	0,40	58,56
2701-01-062	3,56	3,38	3,73	4,59	6,19	5,57	4,69	4,02	4,88	5,84	6,19	4,56	4,77	58,11
2701-01-076	2,20	2,09	2,31	2,84	3,83	3,45	2,91	2,49	3,02	3,62	3,84	2,82	2,95	58,11
2701-01-081	3,29	3,12	3,45	4,24	5,73	5,16	4,34	3,72	4,51	5,40	5,73	4,22	4,41	58,11
2701-01-085	0,41	0,39	0,43	0,53	0,72	0,65	0,55	0,47	0,57	0,68	0,72	0,53	0,56	58,11
2701-01-087	0,28	0,24	0,27	0,35	0,50	0,44	0,33	0,29	0,34	0,42	0,42	0,34	0,35	66,91
2701-01-093	0,69	0,56	0,61	0,80	1,12	1,01	0,77	0,66	0,77	0,94	0,95	0,79	0,81	69,24
2701-01-094	0,19	0,15	0,17	0,22	0,30	0,27	0,21	0,18	0,21	0,26	0,26	0,21	0,22	69,24
2701-01-097	0,19	0,15	0,17	0,22	0,30	0,27	0,21	0,18	0,21	0,25	0,26	0,21	0,22	69,24
2701-01-099	0,56	0,47	0,56	0,80	1,21	1,00	0,70	0,57	0,74	0,93	0,94	0,70	0,77	69,41
2701-01-100	0,41	0,35	0,41	0,58	0,89	0,73	0,51	0,42	0,54	0,68	0,69	0,51	0,56	69,43
2701-01-29	0,84	0,70	0,83	1,18	1,79	1,47	1,03	0,85	1,09	1,38	1,39	1,03	1,13	69,43
2701-01-107	0,32	0,27	0,32	0,45	0,68	0,56	0,39	0,32	0,41	0,52	0,53	0,39	0,43	69,43
2701-01-114	1,32	1,07	1,18	1,54	2,14	1,93	1,48	1,26	1,48	1,81	1,83	1,51	1,55	69,24
2701-01-124	1,72	1,63	1,80	2,22	2,99	2,70	2,27	1,94	2,36	2,82	3,00	2,21	2,31	58,11

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hídrico l/s/km2
2701-01-33	2,04	1,93	2,13	2,62	3,54	3,19	2,69	2,30	2,79	3,34	3,54	2,61	2,73	58,11
2701-01-130	0,58	0,55	0,61	0,75	1,01	0,91	0,77	0,66	0,80	0,95	1,01	0,74	0,78	58,11
2701-01-136	1,94	1,84	2,03	2,50	3,37	3,04	2,56	2,19	2,66	3,18	3,38	2,48	2,60	58,11
2701-01-154	1,90	1,80	2,12	2,47	3,03	2,79	2,47	2,20	2,60	3,01	3,06	2,34	2,48	58,56
2701-01-158	0,54	0,52	0,61	0,71	0,87	0,80	0,71	0,63	0,75	0,87	0,88	0,67	0,71	58,56
2701-01-169	1,32	1,16	1,42	1,78	2,47	2,10	1,78	1,67	1,93	2,38	2,52	1,80	1,86	68,86
2701-01-179	5,10	4,48	5,48	7,18	9,82	8,58	7,33	6,81	8,15	9,86	10,23	7,22	7,52	66,72
2701-01-184	0,98	0,86	1,05	1,37	1,88	1,64	1,40	1,31	1,56	1,89	1,96	1,38	1,44	66,72
2701-01-192	0,61	0,54	0,66	0,86	1,18	1,03	0,88	0,82	0,98	1,18	1,23	0,87	0,90	66,72
2701-01-197	0,36	0,32	0,39	0,51	0,70	0,61	0,52	0,48	0,58	0,70	0,73	0,51	0,53	66,72
2701-01-198	0,22	0,19	0,24	0,31	0,43	0,37	0,32	0,30	0,35	0,43	0,44	0,31	0,33	66,72
2701-01-201	0,38	0,34	0,41	0,54	0,74	0,64	0,55	0,51	0,61	0,74	0,77	0,54	0,56	66,72
2701-01-206	0,63	0,55	0,67	0,88	1,20	1,05	0,90	0,84	1,00	1,21	1,26	0,89	0,92	66,72
2701-01-011	0,31	0,27	0,33	0,44	0,60	0,52	0,44	0,41	0,49	0,60	0,62	0,44	0,46	66,72
2701-01-015	0,17	0,15	0,18	0,24	0,33	0,29	0,24	0,23	0,27	0,33	0,34	0,24	0,25	66,72
2701-01-48	1,15	1,01	1,23	1,62	2,21	1,93	1,65	1,53	1,84	2,22	2,30	1,63	1,69	66,72
2701-01-49	1,46	1,28	1,56	2,05	2,80	2,45	2,09	1,95	2,33	2,82	2,92	2,06	2,15	66,72
2701-01-50	1,03	0,90	1,11	1,39	1,93	1,64	1,39	1,30	1,51	1,86	1,97	1,41	1,45	68,86
2701-01-046	0,37	0,33	0,39	0,51	0,67	0,60	0,46	0,44	0,54	0,64	0,67	0,48	0,51	70,21
2701-01-52	1,31	1,24	1,47	1,71	2,10	1,93	1,71	1,52	1,80	2,08	2,12	1,62	1,72	58,56
2701-01-53	2,37	2,24	2,48	3,05	4,11	3,71	3,12	2,67	3,24	3,88	4,12	3,03	3,17	58,11
2701-01-063	0,92	0,87	0,96	1,18	1,60	1,44	1,21	1,04	1,26	1,51	1,60	1,18	1,23	58,11
2701-01-064	0,25	0,24	0,27	0,33	0,44	0,40	0,33	0,29	0,35	0,42	0,44	0,32	0,34	58,11
2701-01-077	1,04	0,99	1,09	1,35	1,82	1,64	1,38	1,18	1,43	1,71	1,82	1,34	1,40	58,11
2701-01-078	0,53	0,50	0,55	0,68	0,92	0,82	0,69	0,59	0,72	0,86	0,92	0,67	0,71	58,11
2701-01-079	1,05	0,99	1,10	1,35	1,82	1,64	1,38	1,18	1,44	1,72	1,83	1,34	1,40	58,11
2701-01-59	0,97	0,81	0,92	1,21	1,71	1,48	1,12	0,98	1,17	1,43	1,45	1,16	1,20	66,91
2701-01-60	0,72	0,58	0,64	0,84	1,17	1,05	0,81	0,69	0,81	0,99	1,00	0,82	0,84	69,24

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hidrico l/s/km2
2701-01-109	0,26	0,21	0,24	0,31	0,43	0,39	0,30	0,25	0,30	0,36	0,37	0,30	0,31	69,24
2701-01-119	0,48	0,46	0,51	0,62	0,84	0,76	0,64	0,54	0,66	0,79	0,84	0,62	0,65	58,11
2701-01-149	0,26	0,25	0,30	0,34	0,42	0,39	0,34	0,31	0,36	0,42	0,43	0,33	0,35	58,56
2701-01-165	0,28	0,25	0,30	0,39	0,51	0,45	0,35	0,33	0,41	0,49	0,51	0,36	0,39	70,21
2701-01-171	0,23	0,20	0,24	0,31	0,42	0,36	0,30	0,29	0,33	0,41	0,43	0,31	0,32	68,86
2701-01-172	0,36	0,32	0,39	0,49	0,68	0,57	0,49	0,46	0,53	0,65	0,69	0,49	0,51	68,86
2701-01-175	0,16	0,14	0,18	0,23	0,32	0,28	0,24	0,22	0,26	0,32	0,33	0,23	0,24	66,72
2701-01-176	0,20	0,18	0,22	0,28	0,39	0,34	0,29	0,27	0,32	0,39	0,41	0,29	0,30	66,72

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 237. CAUDALES MINIMOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MINIMO PARA LAS SUBCUENCAS
(CAUDAL m³/s)

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hidrico l/s/km2
2701-01-01	0,64	0,56	0,55	0,62	0,79	0,81	0,73	0,71	0,78	0,91	0,95	0,82	0,74	22,54
2701-01-004	0,11	0,09	0,09	0,10	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,15	0,16	0,14	0,12	22,54
2701-01-006	0,27	0,23	0,23	0,26	0,33	0,34	0,31	0,30	0,33	0,38	0,40	0,34	0,31	22,54
2701-01-010	0,11	0,10	0,10	0,11	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,16	0,17	0,15	0,13	22,54
2701-01-021	0,28	0,24	0,24	0,27	0,34	0,35	0,32	0,31	0,34	0,39	0,41	0,36	0,32	22,54
2701-01-022	0,13	0,11	0,11	0,12	0,16	0,16	0,14	0,14	0,15	0,18	0,19	0,16	0,15	22,54
2701-01-023	0,12	0,11	0,11	0,12	0,15	0,16	0,14	0,14	0,15	0,18	0,19	0,16	0,14	22,54
2701-01-032	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,11	0,10	22,54
2701-01-033	0,08	0,07	0,07	0,07	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,10	0,09	21,30
2701-01-034	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	21,30
2701-01-035	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	21,30
2701-01-037	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	21,30
2701-01-041	0,16	0,14	0,14	0,15	0,19	0,20	0,18	0,17	0,19	0,22	0,23	0,20	0,18	21,30

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hidrico l/s/km2
2701-01-048	0,31	0,27	0,28	0,31	0,37	0,38	0,34	0,33	0,36	0,41	0,43	0,38	0,35	26,15
2701-01-050	0,14	0,13	0,13	0,14	0,17	0,18	0,16	0,15	0,17	0,19	0,20	0,17	0,16	26,15
2701-01-053	0,12	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,13	0,13	28,38
2701-01-057	0,13	0,11	0,12	0,13	0,15	0,15	0,13	0,13	0,14	0,16	0,16	0,14	0,14	28,38
2701-01-060	0,18	0,16	0,17	0,18	0,21	0,21	0,19	0,18	0,20	0,22	0,23	0,21	0,19	28,38
2701-01-062	1,88	1,64	1,69	1,93	2,40	2,36	2,02	1,91	2,13	2,57	2,71	2,24	2,12	25,90
2701-01-076	1,17	1,02	1,05	1,19	1,48	1,46	1,25	1,19	1,32	1,59	1,68	1,39	1,32	25,90
2701-01-081	1,74	1,52	1,56	1,78	2,22	2,18	1,87	1,77	1,97	2,38	2,51	2,08	1,96	25,90
2701-01-085	0,22	0,19	0,20	0,22	0,28	0,27	0,24	0,22	0,25	0,30	0,32	0,26	0,25	25,90
2701-01-087	0,15	0,12	0,13	0,16	0,21	0,20	0,16	0,15	0,17	0,21	0,22	0,19	0,17	32,56
2701-01-093	0,37	0,32	0,33	0,39	0,53	0,52	0,41	0,38	0,42	0,52	0,55	0,47	0,44	37,32
2701-01-094	0,10	0,09	0,09	0,11	0,15	0,14	0,11	0,10	0,11	0,14	0,15	0,13	0,12	37,32
2701-01-097	0,10	0,09	0,09	0,11	0,14	0,14	0,11	0,10	0,11	0,14	0,15	0,13	0,12	37,32
2701-01-099	0,23	0,18	0,19	0,25	0,37	0,33	0,24	0,23	0,27	0,35	0,37	0,30	0,28	25,06
2701-01-100	0,17	0,13	0,14	0,18	0,27	0,24	0,18	0,17	0,20	0,26	0,27	0,22	0,20	25,07
2701-01-29	0,34	0,26	0,29	0,37	0,55	0,50	0,36	0,34	0,40	0,52	0,55	0,44	0,41	25,07
2701-01-107	0,13	0,10	0,11	0,14	0,21	0,19	0,14	0,13	0,15	0,20	0,21	0,17	0,16	25,07
2701-01-114	0,72	0,60	0,63	0,75	1,02	0,99	0,79	0,73	0,80	0,99	1,06	0,91	0,83	37,32
2701-01-124	0,91	0,79	0,82	0,93	1,16	1,14	0,98	0,93	1,03	1,24	1,31	1,09	1,03	25,90
2701-01-33	1,08	0,94	0,97	1,10	1,37	1,35	1,16	1,10	1,22	1,47	1,55	1,28	1,22	25,90
2701-01-130	0,31	0,27	0,28	0,31	0,39	0,38	0,33	0,31	0,35	0,42	0,44	0,37	0,35	25,90
2701-01-136	1,03	0,90	0,92	1,05	1,31	1,28	1,10	1,04	1,16	1,40	1,48	1,22	1,16	25,90
2701-01-154	1,10	1,01	1,03	1,13	1,29	1,28	1,17	1,14	1,21	1,39	1,43	1,27	1,20	28,38
2701-01-158	0,32	0,29	0,29	0,32	0,37	0,37	0,34	0,33	0,35	0,40	0,41	0,37	0,35	28,38
2701-01-169	0,51	0,44	0,44	0,49	0,61	0,63	0,56	0,55	0,60	0,69	0,74	0,65	0,58	21,30
2701-01-179	2,19	1,91	1,90	2,15	2,72	2,80	2,50	2,44	2,67	3,12	3,28	2,82	2,54	22,54
2701-01-184	0,42	0,37	0,36	0,41	0,52	0,54	0,48	0,47	0,51	0,60	0,63	0,54	0,49	22,54
2701-01-192	0,26	0,23	0,23	0,26	0,33	0,34	0,30	0,29	0,32	0,37	0,39	0,34	0,31	22,54

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor Anual	Rendimiento Hidrico l/s/km2
2701-01-197	0,16	0,14	0,13	0,15	0,19	0,20	0,18	0,17	0,19	0,22	0,23	0,20	0,18	22,54
2701-01-198	0,10	0,08	0,08	0,09	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,14	0,14	0,12	0,11	22,54
2701-01-201	0,16	0,14	0,14	0,16	0,20	0,21	0,19	0,18	0,20	0,23	0,25	0,21	0,19	22,54
2701-01-206	0,27	0,23	0,23	0,26	0,33	0,34	0,31	0,30	0,33	0,38	0,40	0,35	0,31	22,54
2701-01-011	0,13	0,12	0,12	0,13	0,16	0,17	0,15	0,15	0,16	0,19	0,20	0,17	0,15	22,54
2701-01-015	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,09	0,08	22,54
2701-01-48	0,49	0,43	0,43	0,48	0,61	0,63	0,56	0,55	0,60	0,70	0,74	0,63	0,57	22,54
2701-01-49	0,63	0,55	0,54	0,61	0,78	0,80	0,71	0,70	0,76	0,89	0,94	0,80	0,73	22,54
2701-01-50	0,40	0,35	0,34	0,38	0,48	0,49	0,44	0,43	0,47	0,54	0,58	0,50	0,45	21,30
2701-01-046	0,17	0,15	0,15	0,17	0,20	0,21	0,19	0,18	0,20	0,22	0,24	0,21	0,19	26,15
2701-01-52	0,76	0,70	0,71	0,78	0,89	0,88	0,81	0,79	0,84	0,96	0,99	0,88	0,83	28,38
2701-01-53	1,25	1,09	1,12	1,28	1,59	1,57	1,34	1,27	1,42	1,71	1,80	1,49	1,41	25,90
2701-01-063	0,49	0,42	0,44	0,50	0,62	0,61	0,52	0,49	0,55	0,66	0,70	0,58	0,55	25,90
2701-01-064	0,13	0,12	0,12	0,14	0,17	0,17	0,14	0,14	0,15	0,18	0,19	0,16	0,15	25,90
2701-01-077	0,55	0,48	0,50	0,57	0,70	0,69	0,59	0,56	0,62	0,76	0,80	0,66	0,62	25,90
2701-01-078	0,28	0,24	0,25	0,29	0,35	0,35	0,30	0,28	0,32	0,38	0,40	0,33	0,31	25,90
2701-01-079	0,56	0,48	0,50	0,57	0,71	0,69	0,60	0,56	0,63	0,76	0,80	0,66	0,63	25,90
2701-01-59	0,50	0,42	0,44	0,53	0,72	0,69	0,54	0,52	0,57	0,71	0,75	0,64	0,58	32,56
2701-01-60	0,39	0,33	0,34	0,41	0,56	0,54	0,43	0,40	0,44	0,54	0,57	0,50	0,45	37,32
2701-01-109	0,14	0,12	0,13	0,15	0,20	0,20	0,16	0,15	0,16	0,20	0,21	0,18	0,17	37,32
2701-01-119	0,26	0,22	0,23	0,26	0,33	0,32	0,27	0,26	0,29	0,35	0,37	0,30	0,29	25,90
2701-01-149	0,15	0,14	0,14	0,16	0,18	0,18	0,16	0,16	0,17	0,19	0,20	0,18	0,17	28,38
2701-01-165	0,13	0,11	0,11	0,13	0,15	0,16	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	0,16	0,14	26,15
2701-01-171	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,09	0,10	0,12	0,13	0,11	0,10	21,30
2701-01-172	0,14	0,12	0,12	0,13	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16	0,19	0,20	0,18	0,16	21,30
2701-01-175	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,09	0,08	22,54
2701-01-176	0,09	0,08	0,08	0,09	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,11	0,10	22,54

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 238. CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y RENDIMIENTO HIDRICO MEDIO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS (CAUDAL m³/s)

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hidrico (l/s/km²)
2701-01-01-01	0,008	0,007	0,008	0,011	0,014	0,013	0,011	0,011	0,013	0,015	0,015	0,011	0,011	35,72
2701-01-004-01	0,122	0,112	0,122	0,163	0,204	0,189	0,163	0,160	0,188	0,224	0,221	0,171	0,170	35,72
2701-01-004-02	0,012	0,011	0,012	0,016	0,021	0,019	0,016	0,016	0,019	0,023	0,022	0,017	0,017	35,72
2701-01-006-01	0,020	0,018	0,020	0,027	0,033	0,031	0,027	0,026	0,031	0,037	0,036	0,028	0,028	35,72
2701-01-010-01	0,090	0,083	0,091	0,121	0,152	0,140	0,121	0,119	0,139	0,166	0,164	0,127	0,126	35,72
2701-01-010-02	0,007	0,006	0,007	0,009	0,011	0,010	0,009	0,009	0,010	0,012	0,012	0,009	0,009	35,72
2701-01-023-01	0,066	0,061	0,067	0,089	0,111	0,103	0,089	0,087	0,102	0,122	0,120	0,093	0,093	35,72
2701-01-033-01	0,023	0,021	0,023	0,031	0,038	0,035	0,030	0,029	0,034	0,041	0,040	0,032	0,031	34,51
2701-01-034-01	0,021	0,020	0,021	0,028	0,035	0,032	0,027	0,027	0,031	0,038	0,037	0,029	0,029	34,51
2701-01-035-01	0,009	0,008	0,009	0,012	0,014	0,013	0,011	0,011	0,013	0,016	0,015	0,012	0,012	34,51
2701-01-035-02	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	34,51
2701-01-037-01	0,065	0,060	0,065	0,087	0,107	0,098	0,083	0,082	0,096	0,115	0,114	0,089	0,088	34,51
2701-01-048-01	0,020	0,019	0,020	0,029	0,032	0,030	0,025	0,025	0,025	0,031	0,034	0,027	0,026	34,51
2701-01-076-01	0,043	0,038	0,041	0,052	0,065	0,061	0,050	0,047	0,055	0,067	0,068	0,054	0,053	37,24
2701-01-076-02	0,120	0,108	0,115	0,145	0,184	0,171	0,142	0,133	0,155	0,188	0,192	0,151	0,150	37,24
2701-01-076-03	0,297	0,268	0,286	0,360	0,454	0,424	0,351	0,328	0,383	0,465	0,474	0,374	0,372	37,24
2701-01-076-04	0,288	0,260	0,277	0,349	0,441	0,411	0,340	0,318	0,371	0,451	0,460	0,363	0,361	37,24
2701-01-076-05	0,013	0,012	0,012	0,015	0,020	0,018	0,015	0,014	0,016	0,020	0,020	0,016	0,016	37,24
2701-01-076-06	0,302	0,272	0,290	0,366	0,462	0,430	0,356	0,333	0,389	0,473	0,482	0,380	0,378	37,24
2701-01-081-01	1,274	1,150	1,226	1,545	1,949	1,818	1,505	1,408	1,643	1,996	2,035	1,607	1,596	37,24
2701-01-081-02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	37,24
2701-01-081-03	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	37,24
2701-01-081-04	0,013	0,011	0,012	0,015	0,019	0,018	0,015	0,014	0,016	0,020	0,020	0,016	0,016	37,24
2701-01-081-05	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	37,24
2701-01-081-06	0,035	0,031	0,033	0,042	0,053	0,049	0,041	0,038	0,045	0,054	0,055	0,044	0,043	37,24
2701-01-081-07	0,039	0,035	0,037	0,047	0,059	0,055	0,046	0,043	0,050	0,061	0,062	0,049	0,049	37,24
2701-01-081-08	0,057	0,051	0,055	0,069	0,087	0,081	0,067	0,063	0,073	0,089	0,091	0,072	0,071	37,24

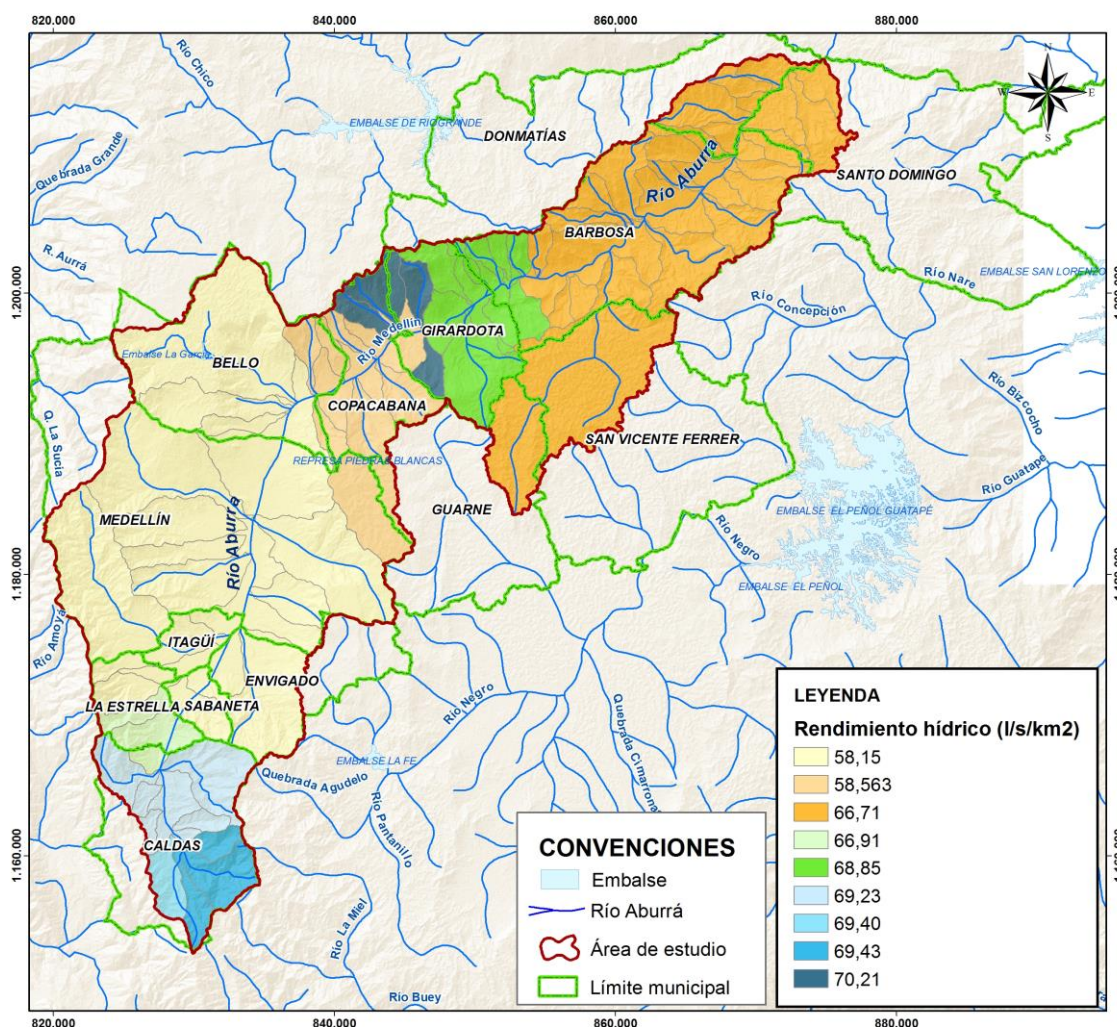
Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km ²)
2701-01-081-09	0,005	0,004	0,005	0,006	0,008	0,007	0,006	0,005	0,006	0,008	0,008	0,006	0,006	37,24
2701-01-093-01	0,056	0,047	0,050	0,064	0,088	0,081	0,064	0,058	0,066	0,081	0,083	0,071	0,067	49,41
2701-01-093-02	0,356	0,296	0,318	0,410	0,560	0,517	0,405	0,368	0,417	0,515	0,530	0,453	0,429	49,41
2701-01-114-01	0,040	0,033	0,036	0,046	0,063	0,058	0,046	0,041	0,047	0,058	0,060	0,051	0,048	49,41
2701-01-124-01	0,028	0,026	0,027	0,034	0,043	0,040	0,033	0,031	0,037	0,044	0,045	0,036	0,036	37,24
2701-01-124-02	0,119	0,108	0,115	0,145	0,182	0,170	0,141	0,132	0,154	0,187	0,190	0,150	0,149	37,24
2701-01-124-03	0,004	0,003	0,004	0,005	0,006	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	37,24
2701-01-124-04	0,058	0,052	0,055	0,070	0,088	0,082	0,068	0,064	0,074	0,090	0,092	0,073	0,072	37,24
2701-01-124-05	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	37,24
2701-01-124-06	0,011	0,010	0,011	0,013	0,017	0,016	0,013	0,012	0,014	0,017	0,018	0,014	0,014	37,24
2701-01-124-07	0,004	0,004	0,004	0,005	0,007	0,006	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,006	0,005	37,24
2701-01-124-08	0,023	0,020	0,022	0,028	0,035	0,032	0,027	0,025	0,029	0,036	0,036	0,029	0,028	37,24
2701-01-124-09	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	37,24
2701-01-136-01	0,384	0,346	0,369	0,465	0,587	0,547	0,453	0,424	0,495	0,601	0,613	0,484	0,481	37,24
2701-01-136-02	0,036	0,033	0,035	0,044	0,056	0,052	0,043	0,040	0,047	0,057	0,058	0,046	0,046	37,24
2701-01-154-01	0,906	0,858	0,916	1,096	1,282	1,198	1,053	1,030	1,156	1,332	1,326	1,104	1,105	38,40
2701-01-154-02	0,107	0,101	0,108	0,129	0,151	0,141	0,124	0,121	0,136	0,157	0,156	0,130	0,130	38,40
2701-01-154-03	0,032	0,030	0,032	0,039	0,045	0,042	0,037	0,036	0,041	0,047	0,047	0,039	0,039	38,40
2701-01-154-04	0,069	0,065	0,070	0,084	0,098	0,091	0,080	0,079	0,088	0,102	0,101	0,084	0,084	38,40
2701-01-154-05	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	38,40
2701-01-154-06	0,007	0,007	0,007	0,009	0,010	0,010	0,008	0,008	0,009	0,011	0,011	0,009	0,009	38,40
2701-01-158-01	0,011	0,011	0,012	0,014	0,016	0,015	0,013	0,013	0,015	0,017	0,017	0,014	0,014	38,40
2701-01-158-02	0,006	0,005	0,006	0,007	0,008	0,008	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,007	0,007	38,40
2701-01-169-01	0,029	0,026	0,029	0,038	0,047	0,043	0,037	0,036	0,042	0,051	0,050	0,039	0,039	34,51
2701-01-169-02	0,010	0,009	0,010	0,014	0,017	0,015	0,013	0,013	0,015	0,018	0,018	0,014	0,014	34,51
2701-01-169-03	0,016	0,015	0,017	0,022	0,027	0,025	0,021	0,021	0,024	0,029	0,029	0,023	0,022	34,51
2701-01-179-01	0,031	0,029	0,031	0,042	0,052	0,049	0,042	0,041	0,048	0,058	0,057	0,044	0,044	35,72
2701-01-179-02	0,072	0,066	0,073	0,097	0,121	0,112	0,097	0,095	0,111	0,133	0,131	0,102	0,101	35,72
2701-01-184-01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	35,72

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Caudal Medio	Rendimiento hídrico (l/s/km ²)
2701-01-192-01	0,112	0,102	0,112	0,150	0,188	0,174	0,150	0,147	0,172	0,206	0,203	0,157	0,156	35,72
2701-01-201-01	0,016	0,014	0,016	0,021	0,026	0,024	0,021	0,020	0,024	0,029	0,028	0,022	0,022	35,72
2701-01-206-01	0,064	0,059	0,065	0,086	0,108	0,100	0,086	0,085	0,099	0,119	0,117	0,091	0,090	35,72
2701-01-011-01	0,018	0,016	0,018	0,024	0,030	0,028	0,024	0,024	0,028	0,033	0,033	0,025	0,025	35,72
2701-01-015-01	0,026	0,024	0,026	0,035	0,044	0,041	0,035	0,034	0,040	0,048	0,047	0,037	0,036	35,72
2701-01-48-01	0,049	0,045	0,049	0,066	0,083	0,077	0,066	0,065	0,076	0,091	0,089	0,069	0,069	35,72
2701-01-48-02	0,042	0,038	0,042	0,056	0,071	0,065	0,056	0,055	0,065	0,077	0,076	0,059	0,059	35,72
2701-01-48-03	0,008	0,007	0,008	0,010	0,013	0,012	0,010	0,010	0,012	0,014	0,014	0,011	0,011	35,72
2701-01-49-01	0,008	0,007	0,008	0,011	0,013	0,012	0,011	0,010	0,012	0,014	0,014	0,011	0,011	35,72
2701-01-49-02	0,053	0,049	0,054	0,072	0,090	0,083	0,071	0,070	0,082	0,098	0,097	0,075	0,074	35,72
2701-01-49-03	0,027	0,025	0,027	0,036	0,045	0,042	0,036	0,036	0,042	0,050	0,049	0,038	0,038	35,72
2701-01-52-01	0,005	0,004	0,005	0,006	0,007	0,006	0,006	0,005	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	38,40
2701-01-52-02	0,007	0,007	0,007	0,009	0,010	0,010	0,009	0,008	0,009	0,011	0,011	0,009	0,009	38,40
2701-01-078-01	0,167	0,151	0,161	0,203	0,256	0,238	0,197	0,185	0,216	0,262	0,267	0,211	0,209	37,24
2701-01-078-02	0,065	0,059	0,063	0,079	0,100	0,093	0,077	0,072	0,084	0,102	0,104	0,082	0,082	37,24
2701-01-079-01	0,006	0,006	0,006	0,008	0,010	0,009	0,008	0,007	0,008	0,010	0,010	0,008	0,008	37,24
2701-01-59-01	0,059	0,049	0,054	0,071	0,097	0,087	0,068	0,063	0,073	0,090	0,092	0,078	0,073	45,26
2701-01-59-02	0,084	0,071	0,077	0,102	0,139	0,124	0,097	0,090	0,104	0,129	0,131	0,111	0,105	45,26
2701-01-59-03	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	45,26
2701-01-59-04	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	45,26
2701-01-149-01	0,014	0,014	0,015	0,017	0,020	0,019	0,017	0,016	0,018	0,021	0,021	0,018	0,018	38,40
2701-01-165-01	0,042	0,040	0,043	0,058	0,068	0,063	0,053	0,052	0,057	0,068	0,071	0,056	0,056	38,40
2701-01-165-02	0,024	0,022	0,024	0,034	0,038	0,035	0,029	0,029	0,031	0,037	0,040	0,032	0,031	38,40
2701-01-171-01	0,005	0,004	0,005	0,006	0,008	0,007	0,006	0,006	0,007	0,009	0,008	0,007	0,007	34,51
2701-01-172-01	0,006	0,005	0,006	0,008	0,010	0,009	0,007	0,007	0,009	0,010	0,010	0,008	0,008	34,51
2701-01-172-02	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005	0,004	34,51

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En la *Figura 225*, se presenta el rendimiento hídrico medio mensual anual para la cuenca del Valle de Aburrá.

FIGURA 225. RENDIMIENTO HIDRICO MEDIO MENSUAL ANUAL

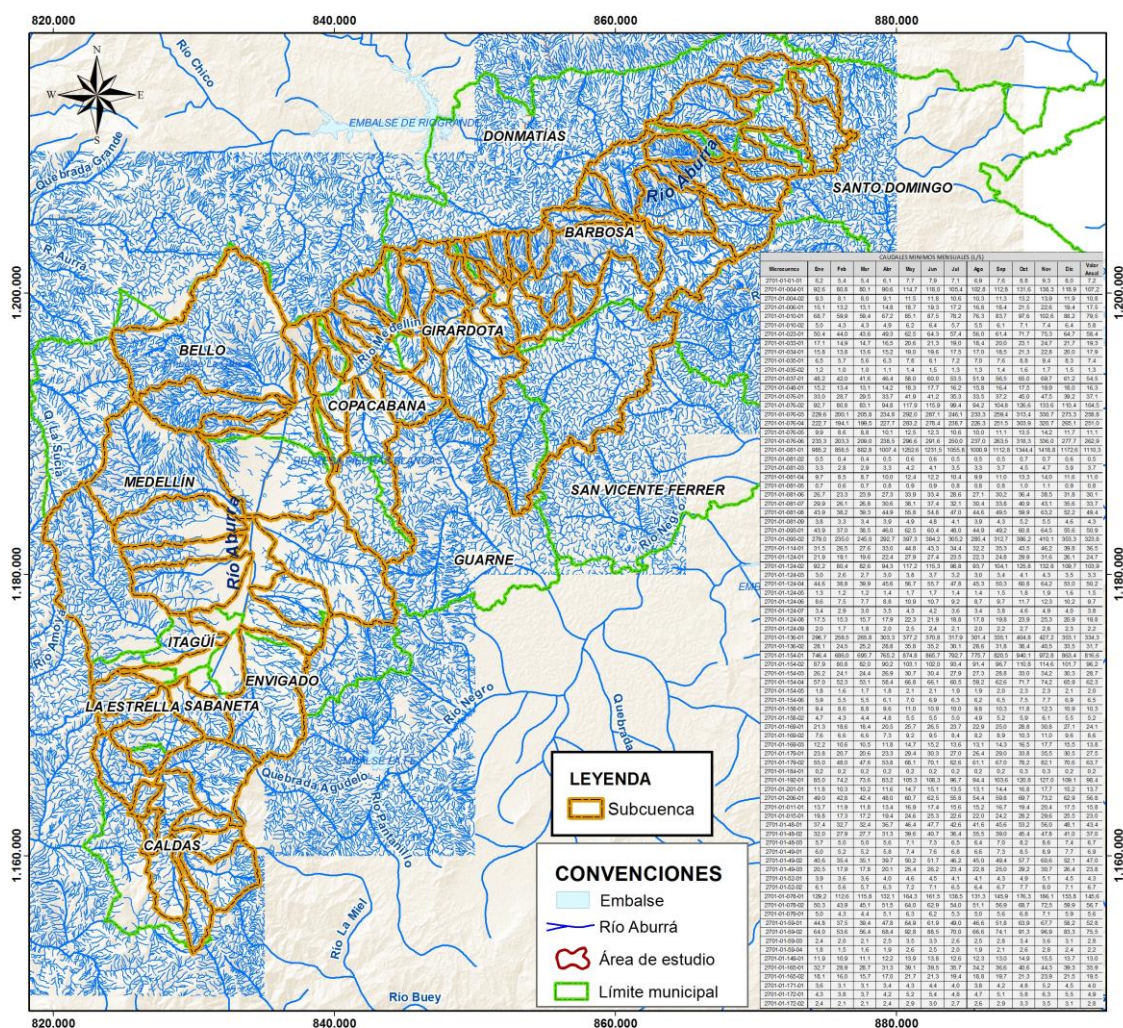


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

2.3.7.6.4. Cálculo de Caudales Mínimos

Con los resultados obtenidos mediante el modelo de GR4J para cada una de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de acueductos de centros poblados, se extrajeron los caudales mínimos para cada año y se realizó análisis de frecuencia para estos, encontrándose, para todos los casos, que la función que ofrecía el mejor ajuste aplicando la prueba de bondad Chi Cuadrado (Figura 226).

FIGURA 226. CAUDALES MINIMOS DE LA CUENCA



En la Tabla 239 se muestran los caudales mínimos para diferentes períodos de retorno en la Cuenca del río Aburrá y las subcuencas, y en la Tabla 240 se presenta para las microcuencas abastecedoras de centros poblados.

TABLA 239. CAUDALES MÍNIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y LAS SUBCUENCAS (CAUDAL m³/s)

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01	18550,80	12595,40	9535,50	8061,10	7123,60	6450,40	5932,20	4616,70	3107,10	528,50
2701-01-01	503,40	341,80	258,80	218,70	193,30	175,00	161,00	125,30	84,30	14,30
2701-01-004	84,30	57,20	43,30	36,60	32,40	29,30	26,90	21,00	14,10	2,40
2701-01-006	211,70	143,70	108,80	92,00	81,30	73,60	67,70	52,70	35,50	6,00
2701-01-010	89,80	61,00	46,20	39,00	34,50	31,20	28,70	22,30	15,00	2,60
2701-01-021	219,10	148,80	112,60	95,20	84,10	76,20	70,10	54,50	36,70	6,20
2701-01-022	99,30	67,40	51,10	43,20	38,10	34,50	31,80	24,70	16,60	2,80
2701-01-023	97,90	66,40	50,30	42,50	37,60	34,00	31,30	24,40	16,40	2,80
2701-01-032	68,40	46,50	35,20	29,70	26,30	23,80	21,90	17,00	11,50	1,90
2701-01-033	60,10	40,50	30,50	25,70	22,70	20,50	18,80	14,60	9,80	1,60
2701-01-034	50,40	34,00	25,60	21,60	19,00	17,20	15,80	12,20	8,20	1,40
2701-01-035	55,70	37,50	28,30	23,80	21,00	19,00	17,40	13,50	9,10	1,50
2701-01-037	47,30	31,80	24,00	20,20	17,80	16,10	14,80	11,50	7,70	1,30
2701-01-041	125,80	84,70	63,80	53,80	47,40	42,90	39,40	30,50	20,40	3,40
2701-01-048	237,50	180,00	155,60	144,50	137,60	132,70	129,00	119,40	108,30	87,80
2701-01-050	110,50	83,70	72,40	67,20	64,00	61,70	60,00	55,50	50,40	40,90
2701-01-053	93,30	75,40	67,80	64,30	62,20	60,70	59,50	56,50	53,10	46,70
2701-01-057	101,40	81,90	73,70	69,90	67,60	65,90	64,70	61,40	57,70	50,70
2701-01-060	144,10	116,50	104,70	99,40	96,10	93,70	91,90	87,30	82,00	72,10
2701-01-062	1396,00	1056,20	903,20	835,30	794,20	765,70	744,40	692,90	638,40	558,30
2701-01-076	864,90	654,40	559,60	517,50	492,00	474,40	461,20	429,20	395,50	345,90
2701-01-081	1291,50	977,20	835,60	772,80	734,70	708,40	688,70	641,00	590,60	516,50
2701-01-085	162,60	123,10	105,20	97,30	92,50	89,20	86,70	80,70	74,40	65,00
2701-01-087	103,20	70,70	55,70	48,90	44,70	41,80	39,60	34,20	28,40	19,60

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-093	268,90	198,00	166,00	151,80	143,20	137,30	132,80	122,10	110,70	94,00
2701-01-094	73,20	53,90	45,20	41,30	39,00	37,40	36,10	33,20	30,10	25,60
2701-01-097	72,40	53,30	44,70	40,90	38,60	37,00	35,80	32,90	29,80	25,30
2701-01-099	138,90	93,20	72,00	62,30	56,50	52,30	49,20	41,70	33,50	21,10
2701-01-100	101,60	68,10	52,60	45,60	41,30	38,30	36,00	30,50	24,50	15,40
2701-01-29	205,50	137,90	106,40	92,20	83,50	77,40	72,80	61,60	49,50	31,20
2701-01-107	78,10	52,40	40,50	35,10	31,80	29,40	27,70	23,40	18,80	11,80
2701-01-114	515,00	379,10	317,90	290,80	274,30	262,90	254,40	233,80	212,00	179,90
2701-01-124	675,40	511,00	437,00	404,10	384,20	370,50	360,20	335,20	308,80	270,10
2701-01-33	798,80	604,40	516,90	478,00	454,50	438,20	426,00	396,50	365,30	319,50
2701-01-130	227,80	172,30	147,40	136,30	129,60	124,90	121,50	113,10	104,20	91,10
2701-01-136	760,80	575,70	492,30	455,20	432,80	417,30	405,70	377,60	347,90	304,30
2701-01-154	891,50	720,40	647,70	614,80	594,30	579,70	568,50	540,10	507,00	446,10
2701-01-158	256,00	206,90	186,00	176,60	170,70	166,50	163,30	155,10	145,60	128,10
2701-01-169	398,60	268,40	202,20	170,40	150,30	135,90	124,80	96,80	64,80	10,70
2701-01-179	1731,40	1175,60	890,00	752,40	664,90	602,00	553,70	430,90	290,00	49,30
2701-01-184	331,70	225,20	170,50	144,10	127,40	115,30	106,10	82,60	55,60	9,50
2701-01-192	208,00	141,20	106,90	90,40	79,90	72,30	66,50	51,80	34,80	5,90
2701-01-197	122,80	83,40	63,10	53,40	47,20	42,70	39,30	30,60	20,60	3,50
2701-01-198	75,10	51,00	38,60	32,70	28,90	26,10	24,00	18,70	12,60	2,10
2701-01-201	129,70	88,10	66,70	56,40	49,80	45,10	41,50	32,30	21,70	3,70
2701-01-206	212,50	144,30	109,20	92,30	81,60	73,90	68,00	52,90	35,60	6,10
2701-01-011	104,90	71,30	53,90	45,60	40,30	36,50	33,60	26,10	17,60	3,00
2701-01-015	57,80	39,20	29,70	25,10	22,20	20,10	18,50	14,40	9,70	1,60
2701-01-48	390,00	264,80	200,40	169,50	149,70	135,60	124,70	97,00	65,30	11,10
2701-01-49	494,60	335,80	254,30	214,90	189,90	172,00	158,20	123,10	82,80	14,10
2701-01-50	311,50	209,80	158,00	133,20	117,40	106,20	97,50	75,60	50,60	8,40
2701-01-046	130,30	98,70	85,30	79,30	75,50	72,80	70,70	65,50	59,40	48,20
2701-01-52	616,60	498,30	448,00	425,20	411,00	400,90	393,20	373,50	350,60	308,50

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-53	928,20	702,30	600,60	555,40	528,10	509,10	495,00	460,70	424,40	371,20
2701-01-063	360,60	272,90	233,30	215,80	205,20	197,80	192,30	179,00	164,90	144,20
2701-01-064	99,30	75,10	64,20	59,40	56,50	54,50	52,90	49,30	45,40	39,70
2701-01-077	409,90	310,10	265,20	245,20	233,20	224,80	218,60	203,40	187,40	163,90
2701-01-078	206,60	156,30	133,70	123,60	117,50	113,30	110,20	102,50	94,50	82,60
2701-01-079	411,40	311,30	266,20	246,20	234,00	225,70	219,40	204,20	188,10	164,50
2701-01-59	351,80	241,20	189,90	166,60	152,40	142,50	135,00	116,70	96,90	66,90
2701-01-60	280,50	206,50	173,20	158,40	149,40	143,20	138,60	127,30	115,50	98,00
2701-01-109	103,10	75,90	63,60	58,20	54,90	52,60	50,90	46,80	42,40	36,00
2701-01-119	189,40	143,30	122,50	113,30	107,70	103,90	101,00	94,00	86,60	75,70
2701-01-149	124,10	100,30	90,20	85,60	82,80	80,70	79,20	75,20	70,60	62,10
2701-01-165	99,00	75,10	64,90	60,30	57,40	55,30	53,80	49,80	45,20	36,60
2701-01-171	68,20	45,90	34,60	29,20	25,70	23,30	21,40	16,60	11,10	1,80
2701-01-172	109,10	73,40	55,30	46,60	41,10	37,20	34,10	26,50	17,70	2,90
2701-01-175	55,60	37,70	28,60	24,20	21,30	19,30	17,80	13,80	9,30	1,60
2701-01-176	68,70	46,60	35,30	29,80	26,40	23,90	22,00	17,10	11,50	2,00

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 240. CAUDALES MÍNIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS EN LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL L/s)

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-01-01	4,90	3,33	2,52	2,13	1,88	1,71	1,57	1,22	0,82	0,14
2701-01-02-01	73,09	49,63	37,57	31,76	28,07	25,41	23,37	18,19	12,24	2,08
2701-01-02-02	7,33	4,98	3,77	3,19	2,82	2,55	2,35	1,83	1,23	0,21
2701-01-03-01	11,94	8,11	6,14	5,19	4,58	4,15	3,82	2,97	2,00	0,34
2701-01-04-01	54,22	36,81	27,87	23,56	20,82	18,85	17,34	13,49	9,08	1,54
2701-01-04-02	3,94	2,67	2,02	1,71	1,51	1,37	1,26	0,98	0,66	0,11
2701-01-07-01	39,80	27,02	20,46	17,29	15,28	13,84	12,73	9,90	6,67	1,13
2701-01-09-01	13,41	9,03	6,78	5,69	5,00	4,50	4,12	3,15	2,04	0,14

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-10-01	12,39	8,34	6,26	5,26	4,62	4,16	3,81	2,91	1,89	0,13
2701-01-11-01	5,11	3,44	2,58	2,17	1,91	1,72	1,57	1,20	0,78	0,05
2701-01-11-02	0,92	0,62	0,47	0,39	0,34	0,31	0,28	0,22	0,14	0,01
2701-01-12-01	37,84	25,47	19,11	16,05	14,10	12,70	11,63	8,89	5,76	0,40
2701-01-14-01	7,14	5,40	4,70	4,39	4,19	4,05	3,94	3,67	3,35	2,77
2701-01-20-01	23,79	18,25	15,89	14,83	14,16	13,69	13,33	12,41	11,33	9,36
2701-01-20-02	66,96	51,36	44,73	41,73	39,86	38,53	37,51	34,91	31,89	26,34
2701-01-20-03	165,79	127,17	110,75	103,31	98,68	95,39	92,86	86,45	78,97	65,23
2701-01-20-04	160,78	123,33	107,40	100,19	95,70	92,51	90,06	83,84	76,58	63,26
2701-01-20-05	7,12	5,46	4,76	4,44	4,24	4,10	3,99	3,71	3,39	2,80
2701-01-20-06	168,42	129,18	112,50	104,95	100,25	96,90	94,33	87,82	80,22	66,26
2701-01-21-01	711,26	545,56	475,12	443,21	423,36	409,22	398,39	370,87	338,78	279,83
2701-01-21-02	0,35	0,27	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,18	0,17	0,14
2701-01-21-03	2,36	1,81	1,57	1,47	1,40	1,36	1,32	1,23	1,12	0,93
2701-01-21-04	7,04	5,40	4,70	4,39	4,19	4,05	3,94	3,67	3,35	2,77
2701-01-21-05	0,53	0,41	0,36	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21
2701-01-21-06	19,28	14,79	12,88	12,01	11,47	11,09	10,80	10,05	9,18	7,58
2701-01-21-07	21,62	16,58	14,44	13,47	12,87	12,44	12,11	11,27	10,30	8,50
2701-01-21-08	31,67	24,29	21,15	19,73	18,85	18,22	17,74	16,51	15,08	12,46
2701-01-21-09	2,76	2,12	1,84	1,72	1,64	1,59	1,55	1,44	1,32	1,09
2701-01-24-01	30,62	22,87	19,58	18,08	17,15	16,49	15,99	14,70	13,20	10,44
2701-01-24-02	194,67	145,39	124,45	114,96	109,05	104,85	101,63	93,44	83,90	66,37
2701-01-31-01	21,95	16,39	14,03	12,96	12,29	11,82	11,46	10,53	9,46	7,48
2701-01-32-01	15,82	12,14	10,57	9,86	9,42	9,10	8,86	8,25	7,54	6,23
2701-01-32-02	66,57	51,06	44,47	41,48	39,62	38,30	37,29	34,71	31,71	26,19
2701-01-32-03	2,15	1,65	1,43	1,34	1,28	1,23	1,20	1,12	1,02	0,84
2701-01-32-04	32,17	24,68	21,49	20,05	19,15	18,51	18,02	16,78	15,32	12,66
2701-01-32-05	0,97	0,74	0,65	0,60	0,58	0,56	0,54	0,50	0,46	0,38
2701-01-32-06	6,19	4,75	4,13	3,86	3,68	3,56	3,47	3,23	2,95	2,44

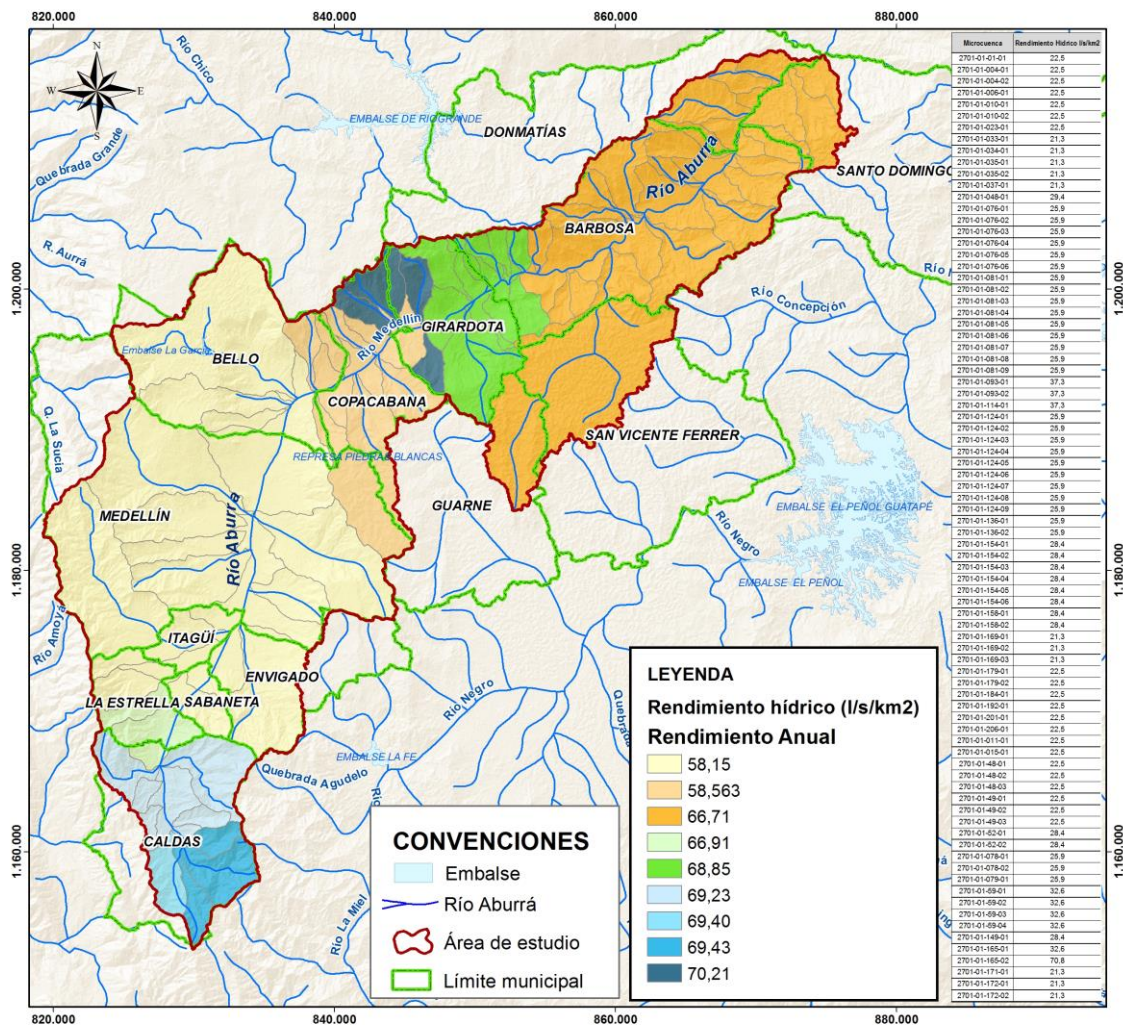
Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-32-07	2,44	1,87	1,63	1,52	1,45	1,40	1,37	1,27	1,16	0,96
2701-01-32-08	12,66	9,71	8,46	7,89	7,54	7,29	7,09	6,60	6,03	4,98
2701-01-32-09	1,41	1,09	0,95	0,88	0,84	0,81	0,79	0,74	0,67	0,56
2701-01-35-01	214,18	164,28	143,07	133,46	127,48	123,23	119,96	111,68	102,01	84,26
2701-01-35-02	20,30	15,57	13,56	12,65	12,08	11,68	11,37	10,59	9,67	7,99
2701-01-36-01	605,03	488,94	439,58	417,23	403,32	393,41	385,82	366,54	344,06	302,75
2701-01-36-02	71,29	57,61	51,80	49,16	47,52	46,36	45,46	43,19	40,54	35,67
2701-01-36-03	21,26	17,18	15,45	14,66	14,17	13,82	13,56	12,88	12,09	10,64
2701-01-36-04	46,17	37,31	33,54	31,84	30,78	30,02	29,44	27,97	26,25	23,10
2701-01-36-05	1,45	1,17	1,06	1,00	0,97	0,95	0,93	0,88	0,83	0,73
2701-01-36-06	4,82	3,89	3,50	3,32	3,21	3,13	3,07	2,92	2,74	2,41
2701-01-37-01	7,62	6,16	5,54	5,26	5,08	4,96	4,86	4,62	4,33	3,81
2701-01-37-02	3,82	3,09	2,78	2,64	2,55	2,49	2,44	2,32	2,17	1,91
2701-01-38-01	16,74	11,27	8,45	7,10	6,24	5,62	5,14	3,93	2,55	0,18
2701-01-38-02	5,97	4,02	3,01	2,53	2,22	2,00	1,83	1,40	0,91	0,06
2701-01-38-03	9,59	6,45	4,84	4,07	3,57	3,22	2,95	2,25	1,46	0,10
2701-01-39-01	18,75	12,73	9,64	8,15	7,20	6,52	6,00	4,67	3,14	0,53
2701-01-39-02	43,40	29,47	22,31	18,86	16,67	15,09	13,88	10,80	7,27	1,24
2701-01-40-01	0,15	0,10	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,02	0,00
2701-01-41-01	67,10	45,56	34,49	29,16	25,77	23,33	21,46	16,70	11,24	1,91
2701-01-44-01	9,34	6,34	4,80	4,06	3,59	3,25	2,99	2,33	1,56	0,27
2701-01-45-01	38,70	26,28	19,89	16,82	14,86	13,46	12,38	9,63	6,48	1,10
2701-01-46-01	10,79	7,33	5,55	4,69	4,14	3,75	3,45	2,69	1,81	0,31
2701-01-47-01	15,65	10,62	8,04	6,80	6,01	5,44	5,00	3,89	2,62	0,45
2701-01-48-01	29,56	20,07	15,20	12,85	11,35	10,28	9,45	7,36	4,95	0,84
2701-01-48-02	25,24	17,13	12,97	10,97	9,69	8,77	8,07	6,28	4,23	0,72
2701-01-48-03	4,54	3,08	2,33	1,97	1,74	1,58	1,45	1,13	0,76	0,13
2701-01-49-01	4,71	3,20	2,42	2,05	1,81	1,64	1,51	1,17	0,79	0,13
2701-01-49-02	32,02	21,74	16,46	13,91	12,30	11,13	10,24	7,97	5,36	0,91

Código	Tr (Caudales mínimos)									
	2	5	10	15	20	25	30	50	100	500
2701-01-49-03	16,21	11,01	8,33	7,05	6,23	5,64	5,18	4,04	2,72	0,46
2701-01-52-01	3,16	2,55	2,30	2,18	2,11	2,06	2,02	1,91	1,80	1,58
2701-01-52-02	4,95	4,00	3,60	3,42	3,30	3,22	3,16	3,00	2,82	2,48
2701-01-57-01	93,29	71,55	62,31	58,13	55,53	53,67	52,25	48,64	44,43	36,70
2701-01-57-02	36,35	27,88	24,28	22,65	21,63	20,91	20,36	18,95	17,31	14,30
2701-01-58-01	3,58	2,75	2,39	2,23	2,13	2,06	2,01	1,87	1,71	1,41
2701-01-59-01	30,54	21,38	17,49	15,72	14,63	13,85	13,25	11,73	9,95	6,69
2701-01-59-02	43,68	30,58	25,01	22,49	20,92	19,80	18,95	16,77	14,23	9,57
2701-01-59-03	1,63	1,14	0,93	0,84	0,78	0,74	0,71	0,63	0,53	0,36
2701-01-59-04	1,25	0,87	0,71	0,64	0,60	0,56	0,54	0,48	0,41	0,27
2701-01-63-01	9,61	7,77	6,98	6,63	6,41	6,25	6,13	5,82	5,47	4,81
2701-01-64-01	23,21	15,79	13,25	12,28	11,75	11,40	11,15	10,59	10,08	9,46
2701-01-64-02	14,40	13,25	12,28	11,75	11,40	11,15	10,59	10,08	9,46	8,6
2701-01-65-01	2,80	1,89	1,42	1,19	1,05	0,94	0,86	0,66	0,43	0,03
2701-01-66-01	3,39	2,28	1,71	1,44	1,26	1,14	1,04	0,80	0,52	0,04
2701-01-66-02	1,92	1,29	0,97	0,81	0,71	0,64	0,59	0,45	0,29	0,02

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En la Figura 227 se presenta el rendimiento hídrico mínimo mensual anual para la cuenca.

FIGURA 227. RENDIMIENTO HIDRICO MINIMO MENSUAL ANUAL



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

2.3.7.6.5. Cálculo de Caudales Máximos

Para el cálculo de caudales máximos en toda la cuenca se emplearon técnicas de escalamiento de caudales máximos (*Figura 230*). De acuerdo a los resultados obtenidos por Poveda et. Al (2007), el caudal máximo (Q_{Tr} en m³/s) para un periodo de retorno (Tr en años) pueden estimarse con la ecuación:

$$Q_{Tr} = \mu_{Qmax} + K_{Tr} \cdot \sigma_{Qmax}$$

Dónde:

Q_{Tr} es el caudal para un periodo de retorno Tr en años,

μ_{Qmax} y σ_{Qmax} son la media y desviación estándar de los caudales máximos respectivamente

K_{Tr} , es el factor de frecuencia que depende de la función de distribución de probabilidad y del periodo de retorno.

La media (μ_{Qmax}) y desviación estándar (σ_{Qmax}) de los caudales máximos pueden estimarse como:

$$\mu_{Qmax} = \alpha_{\mu} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\mu}}$$

$$\sigma_{Qmax} = \alpha_{\sigma} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\sigma}}$$

Dónde:

α_{μ} , β_{μ} , α_{σ} y β_{σ} , son parámetros de ajuste

$\hat{Q}$ es el caudal medio de la cuenca en m³/s.

En la Tabla 241 se presenta los caudales máximos instantáneos en las estaciones Ancón Sur, Caldas, Girardota, Hatillo, La Salada y Yarumito:

TABLA 241. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS

Ancón Sur	Caldas	Girardota	Hatillo	La Salada	Yarumito
30,20	8,80	122,00	113,90	10,60	179,10
20,50	26,70	122,70	97,70	14,00	149,20
25,30	22,30	88,60	58,10	16,70	128,20
11,80	10,10	116,20	163,30	7,90	170,60
10,70	24,10	106,30	227,70	5,40	157,40
16,20	16,10	107,60	105,20	4,70	142,90
13,90	16,80	60,20	99,10	9,00	238,00
16,70	16,30	123,60	171,00	6,00	213,80
12,80		112,30	178,20	2,70	199,20
7,80			136,30	8,60	161,20
16,30			71,90	11,60	96,80
12,70			70,90	6,40	88,00
18,70			135,70	11,30	212,20
			145,80	7,00	166,30

Ancón Sur	Caldas	Girardota	Hatillo	La Salada	Yarumito
			150,60	6,00	176,70
			159,40		214,50
			110,20		126,80
			146,50		191,60
			148,30		184,30
			182,00		212,60
			118,60		127,30
			120,00		211,80
			131,00		197,10

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En la *Tabla 242* se muestran los estadísticos de las estaciones de caudal usadas en el proceso de regionalización de caudales máximos.

TABLA 242. ESTADÍSTICOS DE LAS ESTACIONES DE CAUDAL USADAS EN EL PROCESO DE REGIONALIZACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

Estadísticos	Estaciones hidrológicas Caudales m³/s					
	Ancón Sur	Caldas	Girardota	Hatillo	La Salada	Yarumito
Media	16,42	17,65	106,61	132,23	8,53	171,55
Desviación estándar	6,15	6,39	20,58	39,89	3,76	39,96
CV	0,37	0,36	0,19	0,30	0,44	0,23
Caudal medio	3,87	5,46	31,29	41,60	1,64	52,15

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

Se aplicaron pruebas de bondad de ajuste, obteniendo la distribución que mejor se ajustaba, para la estimación de caudales máximos para diferentes períodos de retorno, es la distribución Lognormal. En la *Figura 228* se muestra el ajuste potencial para los promedios de los caudales máximos, mientras que en la *Figura 229* se presenta el ajuste potencial de las desviaciones estándar de los caudales máximos a los caudales medios de las estaciones hidrológicas.

$$\mu_{Qmax} = \alpha_{\mu} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\mu}}$$

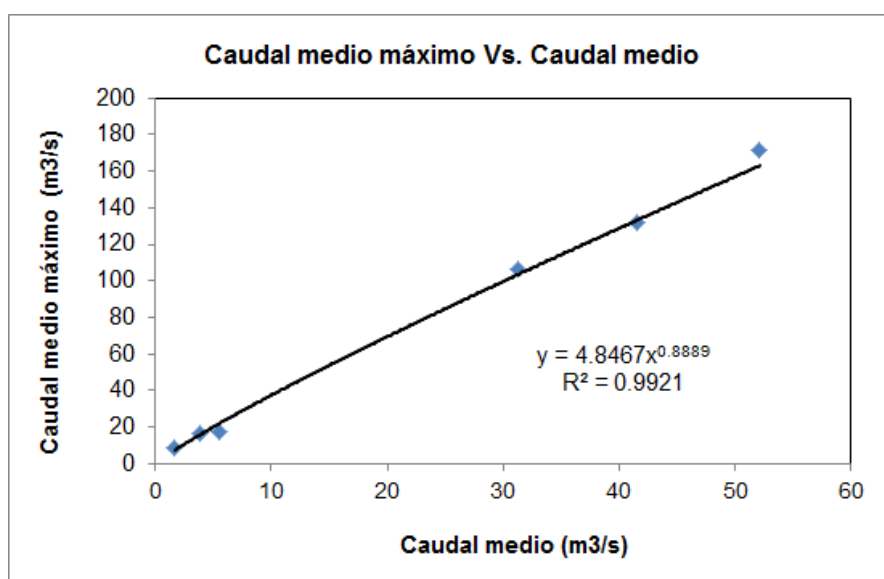
$$\sigma_{Qmax} = \alpha_{\sigma} \cdot \hat{Q}^{\beta_{\sigma}}$$

De este modo, se tienen las siguientes ecuaciones para la media y la desviación estándar de los caudales máximos en cualquier lugar de la cuenca del río Aburrá, de acuerdo al caudal medio en el sitio:

$$\mu_{Q_{max}} = 4.8467 \cdot \hat{Q}^{0.8889}$$

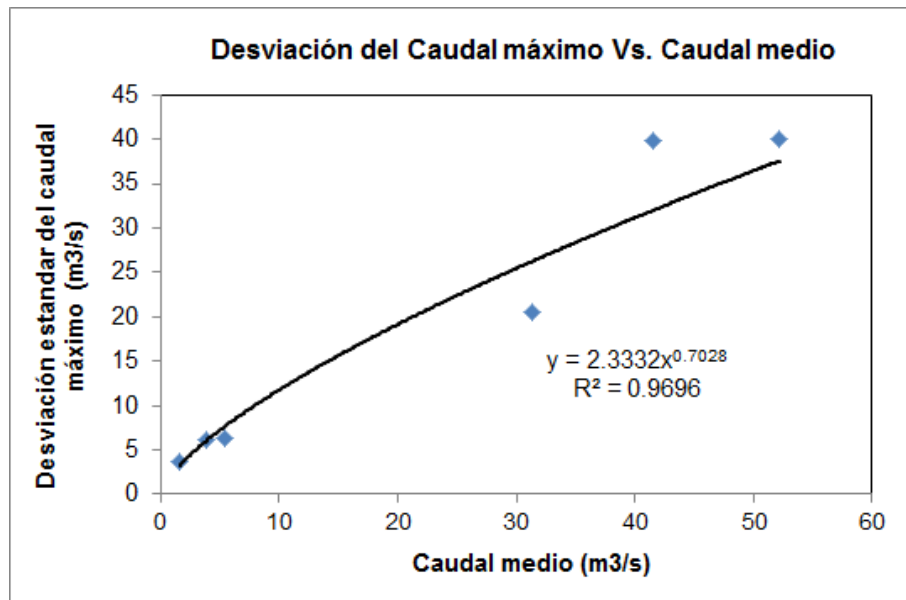
$$\sigma_{Q_{max}} = 2.332 \cdot \hat{Q}^{0.7028}$$

FIGURA 228. AJUSTE POTENCIAL DE LOS CAUDALES MEDIOS MÁXIMOS CON LOS CAUDALES MEDIOS DE LAS ESTACIONES



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 229. AJUSTE POTENCIAL DE LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LOS CAUDALES MÁXIMOS A LOS CAUDALES MEDIOS DE LARGO PLAZO EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En las *Tabla 243* y *Tabla 244* se presentan los resultados de los caudales máximos para las subcuencas y microcuencas abastecedoras de acueductos de centros poblados para diferentes periodos de retorno.

TABLA 243. CAUDALES MÁXIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ Y LAS SUBCUENCAS (CAUDAL m³/s)

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01	139,58	163,18	181,01	190,62	197,19	206,17	217,12	231,52	263,64
2701-01-01	5,47	7,34	8,93	9,84	10,49	11,41	12,58	14,20	18,15
2701-01-004	1,06	1,57	2,04	2,33	2,54	2,84	3,24	3,81	5,29
2701-01-006	2,48	3,48	4,37	4,89	5,26	5,80	6,49	7,47	9,91
2701-01-010	1,12	1,66	2,15	2,45	2,67	2,98	3,40	3,99	5,52
2701-01-021	2,56	3,59	4,49	5,03	5,41	5,96	6,67	7,66	10,15
2701-01-022	1,23	1,81	2,34	2,66	2,89	3,22	3,66	4,29	5,91
2701-01-023	1,22	1,79	2,31	2,63	2,86	3,19	3,62	4,24	5,85

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-032	0,87	1,31	1,72	1,97	2,15	2,42	2,77	3,27	4,59
2701-01-033	0,78	1,18	1,55	1,78	1,95	2,20	2,52	2,99	4,23
2701-01-034	0,66	1,01	1,34	1,55	1,70	1,92	2,21	2,63	3,76
2701-01-035	0,73	1,10	1,46	1,68	1,84	2,07	2,38	2,83	4,02
2701-01-037	0,62	0,96	1,27	1,47	1,61	1,83	2,11	2,51	3,60
2701-01-041	1,54	2,24	2,86	3,23	3,50	3,89	4,40	5,12	6,96
2701-01-048	2,61	3,66	4,58	5,12	5,51	6,07	6,79	7,80	10,32
2701-01-050	1,29	1,89	2,44	2,77	3,00	3,35	3,80	4,45	6,11
2701-01-053	0,93	1,39	1,82	2,08	2,27	2,55	2,91	3,44	4,81
2701-01-057	1,01	1,50	1,95	2,23	2,43	2,72	3,10	3,65	5,09
2701-01-060	1,39	2,03	2,61	2,95	3,20	3,57	4,04	4,72	6,46
2701-01-062	13,02	16,72	19,74	21,45	22,64	24,32	26,42	29,28	36,05
2701-01-076	8,45	11,09	13,28	14,53	15,41	16,65	18,22	20,37	25,53
2701-01-081	12,14	15,64	18,51	20,13	21,27	22,86	24,87	27,60	34,08
2701-01-085	1,84	2,63	3,34	3,76	4,07	4,51	5,08	5,88	7,93
2701-01-087	1,27	1,86	2,40	2,73	2,96	3,30	3,75	4,39	6,03
2701-01-093	2,86	3,99	4,97	5,55	5,96	6,56	7,32	8,39	11,05
2701-01-094	0,86	1,30	1,70	1,95	2,13	2,39	2,74	3,24	4,55
2701-01-097	0,85	1,29	1,69	1,93	2,11	2,37	2,72	3,21	4,52
2701-01-099	2,26	3,19	4,02	4,51	4,86	5,36	6,01	6,93	9,24
2701-01-100	1,69	2,44	3,10	3,50	3,79	4,20	4,74	5,51	7,46
2701-01-29	3,23	4,47	5,55	6,18	6,63	7,27	8,10	9,25	12,12
2701-01-107	1,33	1,94	2,50	2,84	3,08	3,43	3,89	4,55	6,24
2701-01-114	5,18	6,98	8,50	9,38	10,01	10,89	12,02	13,59	17,41
2701-01-124	6,75	8,97	10,82	11,89	12,64	13,70	15,05	16,91	21,41
2701-01-33	7,86	10,36	12,43	13,62	14,46	15,64	17,13	19,19	24,12
2701-01-130	2,51	3,52	4,41	4,94	5,32	5,86	6,55	7,54	10,00

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-136	7,52	9,93	11,94	13,09	13,90	15,05	16,50	18,49	23,30
2701-01-154	7,37	9,74	11,73	12,86	13,66	14,79	16,22	18,19	22,94
2701-01-158	2,36	3,33	4,19	4,69	5,05	5,57	6,24	7,19	9,57
2701-01-169	4,44	6,04	7,40	8,19	8,75	9,55	10,57	11,99	15,46
2701-01-179	16,71	21,20	24,84	26,88	28,30	30,29	32,78	36,16	44,09
2701-01-184	3,74	5,13	6,33	7,03	7,52	8,23	9,14	10,41	13,54
2701-01-192	2,44	3,43	4,30	4,82	5,19	5,72	6,41	7,37	9,79
2701-01-197	1,50	2,18	2,79	3,15	3,42	3,80	4,30	5,01	6,82
2701-01-198	0,95	1,42	1,86	2,12	2,32	2,60	2,97	3,50	4,89
2701-01-201	1,58	2,28	2,92	3,30	3,57	3,97	4,48	5,21	7,08
2701-01-206	2,49	3,50	4,38	4,90	5,28	5,82	6,51	7,49	9,94
2701-01-011	1,30	1,90	2,45	2,78	3,02	3,37	3,82	4,47	6,13
2701-01-015	0,75	1,13	1,50	1,72	1,88	2,12	2,44	2,90	4,10
2701-01-48	4,33	5,89	7,23	8,01	8,56	9,34	10,35	11,74	15,17
2701-01-49	5,38	7,23	8,80	9,70	10,35	11,26	12,41	14,02	17,93
2701-01-50	3,55	4,88	6,04	6,71	7,19	7,87	8,75	9,98	13,01
2701-01-046	1,50	2,18	2,79	3,16	3,42	3,81	4,31	5,02	6,83
2701-01-52	5,28	7,10	8,64	9,54	10,17	11,07	12,21	13,80	17,66
2701-01-53	9,01	11,78	14,08	15,39	16,31	17,60	19,24	21,49	26,86
2701-01-063	3,82	5,23	6,45	7,15	7,66	8,38	9,30	10,59	13,76
2701-01-064	1,17	1,72	2,23	2,53	2,75	3,08	3,50	4,10	5,67
2701-01-077	4,29	5,84	7,16	7,93	8,48	9,26	10,26	11,64	15,05
2701-01-078	2,29	3,24	4,07	4,56	4,92	5,43	6,09	7,01	9,35
2701-01-079	4,30	5,86	7,19	7,96	8,51	9,29	10,29	11,67	15,08
2701-01-59	3,92	5,36	6,60	7,33	7,84	8,57	9,51	10,82	14,04
2701-01-60	2,98	4,14	5,15	5,74	6,17	6,78	7,56	8,65	11,38
2701-01-109	1,18	1,74	2,26	2,56	2,79	3,11	3,54	4,15	5,73

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2.33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-119	2,12	3,00	3,79	4,26	4,59	5,07	5,70	6,58	8,80
2701-01-149	1,21	1,78	2,31	2,62	2,85	3,18	3,61	4,23	5,83
2701-01-165	1,17	1,72	2,23	2,53	2,76	3,08	3,50	4,11	5,67
2701-01-171	0,88	1,32	1,73	1,97	2,16	2,42	2,77	3,28	4,60
2701-01-172	1,35	1,98	2,54	2,88	3,13	3,48	3,95	4,61	6,32
2701-01-175	0,72	1,10	1,45	1,67	1,83	2,06	2,37	2,81	3,99
2701-01-176	0,88	1,32	1,73	1,98	2,16	2,42	2,77	3,28	4,60

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 244. CAUDALES MÁXIMOS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO PARA LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE CENTROS POBLADOS Y RURALES DE LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL m³/s)

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2,33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-01-01	0,07	0,13	0,19	0,23	0,27	0,31	0,38	0,49	0,80
2701-01-004-01	0,93	1,39	1,82	2,08	2,27	2,54	2,91	3,43	4,80
2701-01-004-02	0,11	0,19	0,27	0,32	0,37	0,43	0,52	0,65	1,04
2701-01-006-01	0,17	0,29	0,40	0,48	0,54	0,63	0,75	0,93	1,44
2701-01-010-01	0,70	1,07	1,42	1,63	1,79	2,02	2,32	2,76	3,93
2701-01-010-02	0,06	0,11	0,16	0,19	0,22	0,26	0,32	0,42	0,69
2701-01-023-01	0,53	0,82	1,10	1,27	1,40	1,59	1,84	2,21	3,19
2701-01-033-01	0,19	0,32	0,45	0,53	0,59	0,69	0,82	1,01	1,56
2701-01-034-01	0,18	0,30	0,42	0,50	0,56	0,65	0,77	0,96	1,48
2701-01-035-01	0,07	0,13	0,20	0,24	0,28	0,33	0,40	0,50	0,82
2701-01-035-02	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,11	0,14	0,26
2701-01-037-01	0,50	0,79	1,06	1,23	1,35	1,53	1,78	2,14	3,10
2701-01-048-01	0,16	0,27	0,39	0,46	0,52	0,60	0,72	0,90	1,39
2701-01-076-01	0,31	0,51	0,70	0,82	0,91	1,04	1,22	1,49	2,22
2701-01-076-02	0,83	1,25	1,64	1,88	2,06	2,31	2,65	3,14	4,42

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2,33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-076-03	1,92	2,74	3,47	3,90	4,22	4,67	5,25	6,08	8,18
2701-01-076-04	1,86	2,67	3,38	3,81	4,12	4,56	5,13	5,95	8,01
2701-01-076-05	0,10	0,17	0,25	0,31	0,35	0,41	0,49	0,62	1,00
2701-01-076-06	1,95	2,78	3,51	3,95	4,27	4,72	5,32	6,15	8,27
2701-01-081-01	7,24	9,58	11,54	12,66	13,45	14,56	15,98	17,92	22,62
2701-01-081-02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,13
2701-01-081-03	0,03	0,06	0,10	0,12	0,14	0,17	0,21	0,28	0,48
2701-01-081-04	0,10	0,17	0,25	0,30	0,34	0,40	0,49	0,62	0,99
2701-01-081-05	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,09	0,18
2701-01-081-06	0,26	0,42	0,59	0,69	0,77	0,88	1,04	1,28	1,93
2701-01-081-07	0,29	0,47	0,64	0,76	0,84	0,97	1,14	1,39	2,08
2701-01-081-08	0,41	0,65	0,88	1,03	1,14	1,30	1,51	1,83	2,68
2701-01-081-09	0,04	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,24	0,31	0,53
2701-01-093-01	0,39	0,62	0,85	0,99	1,09	1,25	1,45	1,76	2,59
2701-01-093-02	2,18	3,09	3,90	4,37	4,72	5,21	5,85	6,75	9,01
2701-01-114-01	0,29	0,46	0,64	0,75	0,84	0,96	1,13	1,38	2,07
2701-01-124-01	0,21	0,35	0,50	0,59	0,66	0,76	0,90	1,11	1,69
2701-01-124-02	0,82	1,24	1,63	1,87	2,05	2,30	2,64	3,13	4,40
2701-01-124-03	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,16	0,20	0,26	0,45
2701-01-124-04	0,42	0,66	0,90	1,04	1,15	1,31	1,53	1,85	2,71
2701-01-124-05	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,11	0,14	0,26
2701-01-124-06	0,09	0,15	0,23	0,27	0,31	0,37	0,44	0,56	0,91
2701-01-124-07	0,03	0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,22	0,29	0,49
2701-01-124-08	0,17	0,29	0,41	0,49	0,55	0,64	0,76	0,94	1,46
2701-01-124-09	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,14	0,19	0,34
2701-01-136-01	2,43	3,41	4,28	4,80	5,17	5,69	6,38	7,34	9,75
2701-01-136-02	0,27	0,44	0,61	0,72	0,80	0,92	1,08	1,33	1,99

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2,33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-154-01	5,19	6,99	8,51	9,39	10,02	10,91	12,04	13,60	17,43
2701-01-154-02	0,72	1,10	1,46	1,68	1,84	2,07	2,38	2,83	4,01
2701-01-154-03	0,23	0,38	0,54	0,63	0,70	0,81	0,96	1,18	1,79
2701-01-154-04	0,48	0,76	1,02	1,18	1,30	1,48	1,72	2,07	3,00
2701-01-154-05	0,02	0,03	0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,17	0,30
2701-01-154-06	0,06	0,10	0,15	0,19	0,22	0,26	0,31	0,40	0,67
2701-01-158-01	0,09	0,15	0,23	0,27	0,31	0,37	0,44	0,56	0,91
2701-01-158-02	0,04	0,08	0,13	0,16	0,18	0,21	0,26	0,34	0,58
2701-01-169-01	0,23	0,39	0,54	0,64	0,71	0,82	0,97	1,19	1,80
2701-01-169-02	0,09	0,15	0,23	0,27	0,31	0,37	0,44	0,56	0,91
2701-01-169-03	0,14	0,24	0,34	0,40	0,45	0,53	0,64	0,79	1,25
2701-01-179-01	0,26	0,42	0,59	0,69	0,77	0,89	1,05	1,28	1,94
2701-01-179-02	0,57	0,88	1,18	1,37	1,50	1,70	1,97	2,35	3,38
2701-01-184-01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,07
2701-01-192-01	0,86	1,29	1,69	1,94	2,12	2,38	2,73	3,23	4,53
2701-01-201-01	0,13	0,23	0,33	0,39	0,44	0,52	0,62	0,78	1,22
2701-01-206-01	0,51	0,80	1,07	1,25	1,37	1,56	1,80	2,17	3,14
2701-01-011-01	0,15	0,26	0,37	0,44	0,50	0,58	0,69	0,86	1,34
2701-01-015-01	0,22	0,36	0,51	0,60	0,67	0,77	0,92	1,13	1,72
2701-01-48-01	0,40	0,63	0,86	1,00	1,11	1,26	1,47	1,78	2,62
2701-01-48-02	0,34	0,55	0,75	0,88	0,98	1,12	1,31	1,59	2,36
2701-01-48-03	0,07	0,12	0,18	0,22	0,25	0,30	0,36	0,46	0,76
2701-01-49-01	0,07	0,12	0,19	0,23	0,26	0,30	0,37	0,47	0,78
2701-01-49-02	0,43	0,68	0,92	1,07	1,18	1,35	1,57	1,89	2,76
2701-01-49-03	0,23	0,37	0,52	0,62	0,69	0,80	0,94	1,16	1,76
2701-01-52-01	0,04	0,07	0,11	0,13	0,15	0,18	0,23	0,30	0,51
2701-01-52-02	0,06	0,11	0,16	0,19	0,22	0,26	0,32	0,41	0,69

Código	Tr (Caudales máximos)								
	2,33	5	10	15	20	30	50	100	500
2701-01-078-01	1,13	1,67	2,16	2,46	2,67	2,99	3,40	3,99	5,53
2701-01-078-02	0,47	0,73	0,99	1,15	1,27	1,44	1,68	2,02	2,94
2701-01-079-01	0,05	0,09	0,14	0,18	0,20	0,24	0,29	0,38	0,63
2701-01-59-01	0,42	0,67	0,91	1,06	1,17	1,33	1,55	1,87	2,74
2701-01-59-02	0,59	0,91	1,22	1,41	1,55	1,75	2,02	2,42	3,47
2701-01-59-03	0,03	0,05	0,08	0,10	0,11	0,14	0,17	0,22	0,39
2701-01-59-04	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,14	0,18	0,33
2701-01-149-01	0,11	0,19	0,28	0,33	0,37	0,44	0,53	0,67	1,06
2701-01-165-01	0,33	0,53	0,73	0,85	0,94	1,08	1,26	1,54	2,29
2701-01-165-02	0,19	0,32	0,45	0,53	0,59	0,69	0,82	1,01	1,56
2701-01-171-01	0,04	0,08	0,12	0,15	0,17	0,20	0,25	0,33	0,55
2701-01-172-01	0,05	0,09	0,14	0,17	0,20	0,24	0,29	0,37	0,63
2701-01-172-02	0,03	0,06	0,09	0,11	0,12	0,15	0,19	0,25	0,43

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

A continuación se muestra la representación e información de los Caudales Máximos de la Cuenca, en la Figura 230

LEYENDA

- Subcuenca

CONVENCIONES

- Embalse
- Rio Aburrá
- Área de estudio
- Límite municipal

Tabla de Datos:

Subcuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2001-01-01	14.4	13.7	15.5	15.3	27.8	34.3	20.8	18.3	23.1	27.9	20.5	21.3	213.9
2001-01-02	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	210.0
2001-01-03	27.8	16.0	20.2	36.4	47.6	31.3	28.9	34.5	41.7	43.7	36.9	31.8	399.8
2001-01-04	6.1	30.9	3.9	6.1	30.9	3.9	6.1	30.9	3.9	6.1	30.9	3.9	180.0
2001-01-05	18.8	14.6	17.5	24.7	10.7	28.7	20.5	21.4	26.5	30.6	30.4	28.5	285.1
2001-01-06	17.6	12.9	12.4	12.1	22.9	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	167.0
2001-01-07	117.2	103.8	125.8	103.8	226.6	197.3	166.3	146.6	147.0	226.5	238.2	146.0	1728.1
2001-01-08	26.9	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	227.0
2001-01-09	47.1	35.3	44.5	55.3	76.8	65.1	55.3	55.3	65.0	75.7	76.0	59.9	527.7
2001-01-10	16.9	14.9	16.2	20.9	21.7	26.9	25.8	21.4	24.9	36.4	32.5	23.8	239.8
2001-01-11	3.1	2.7	3.3	4.1	5.2	4.9	4.1	3.9	4.5	5.1	5.8	4.7	42.1
2001-01-12	125.6	106.4	124.6	106.8	234.3	146.7	156.8	146.2	183.2	224.6	236.2	156.2	1762.1
2001-01-13	62.3	160.1	65.3	162.7	160.2	161.7	162.1	162.3	162.3	162.3	162.3	162.3	1623.0
2001-01-14	178.1	146.1	167.1	204.4	204.3	211.6	197.7	202.2	202.3	204.4	204.4	204.4	2044.0
2001-01-15	43.5	41.4	44.4	49.8	79.6	63.2	43.5	48.5	64.4	71.3	74.8	58.5	581.8
2001-01-16	45.2	36.8	44.8	44.2	73.3	29.7	54.6	41.7	46.7	46.8	50.4	44.8	448.0
2001-01-17	16.6	17.7	16.5	16.3	16.2	16.2	16.4	21.9	35.3	30.6	32.4	23.9	149.7
2001-01-18	43.5	41.4	44.4	49.8	79.6	63.2	43.5	48.5	64.4	71.3	74.8	58.5	581.8
2001-01-19	45.2	36.8	44.8	44.2	73.3	29.7	54.6	41.7	46.7	46.8	50.4	44.8	448.0
2001-01-20	16.6	17.7	16.5	16.3	16.2	16.2	16.4	21.9	35.3	30.6	32.4	23.9	149.7
2001-01-21	43.5	41.4	44.4	49.8	79.6	63.2	43.5	48.5	64.4	71.3	74.8	58.5	581.8
2001-01-22	45.2	36.8	44.8	44.2	73.3	29.7	54.6	41.7	46.7	46.8	50.4	44.8	448.0
2001-01-23	16.6	17.7	16.5	16.3	16.2	16.2	16.4	21.9	35.3	30.6	32.4	23.9	149.7
2001-01-24	43.5	41.4	44.4	49.8	79.6	63.2	43.5	48.5	64.4	71.3	74.8	58.5	581.8
2001-01-25	45.2	36.8	44.8	44.2	73.3	29.7	54.6						

En la *Figura 231* se presenta el rendimiento hídrico máximo mensual anual para la cuenca.

[illegible]

2.3.7.7. Caudales ambientales

Para la estimación del caudal ambiental se emplearán las tres (3) metodologías presentadas en el documento “Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico”,

elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. Estas metodologías se presentan a continuación.

2.3.7.7.1. Métodos para la Estimación de Caudales Ambientales

▪ Metodología 1: Resolución 865 de 2004

La primera de ellas es según lo dispuesto en la Resolución 865 de 2004, la cual propone considerar como caudal ambiental el valor máximo de caudal ecológico obtenido mediante la aplicación de los siguientes tres métodos:

- ✓ Mínimo histórico: corresponde al caudal promedio multianual que permanece el 97.5% del tiempo, obtenido de la curva de duración de la serie de caudales medios diarios, para el periodo de análisis, por medio de la aplicación del percentil 0.975.
- ✓ Porcentaje de descuento: este representa el 25% del caudal mensual multianual más bajo de la corriente de estudio (IDEAM, 2010).
- ✓ Reducción por caudal ambiental: esta aproximación corresponde al 25% del caudal medio multianual en condiciones de oferta media.

▪ Metodología 2: Método basado en el índice de retención y regulación hídrica

La segunda metodología para la determinación del caudal ambiental, según el *Estudio Nacional del Agua -ENA* (IDEAM, 2010), corresponde al 85% o 75% según el valor del Índice de Retención Hidráulica –IRH, obtenido de la curva de duración de caudales medios y su intersección con la recta de caudal promedio multianual. Cuando el IRH obtenido sea inferior a 0,7, el caudal ambiental será el 75% del caudal medio diario multianual, pero para valores de IRH superiores a 0,7 el caudal ambiental será el 85% del caudal medio diario multianual.

▪ Metodología 3: Cálculo de Q_{95} y $7Q_{10}$ para condiciones secas, húmedas y neutrales

Por último, la tercera metodología propone que el caudal ambiental debe ser hallado aplicando los métodos $7Q_{10}$ y Q_{95} (ANLA, 2013). Para la aplicación del $7Q_{10}$, propuesto por Chiang y Johnson (1976), es recomendable utilizar las series de caudales mínimos diarios, pero dado que esta información no se encuentra usualmente disponible, se emplea la serie completa de caudales medios diarios, obtenida para cada caso de estudio, tras la aplicación del modelo SMA, sin discriminar por año o condición hidrológica. La información es promediada por semana para cada año perteneciente al periodo de registro, empleando una ventana móvil en Excel. Los promedios semanales son ordenados para obtener el valor mínimo semanal de cada año, con lo que se obtiene la serie anual de excedencias. Finalmente, a la serie construida se le realiza un análisis de

frecuencias de eventos mínimos que es ajustada a la función de probabilidad empírica. El valor del índice $7Q_{10}$ de cada caso será el caudal correspondiente al periodo de retorno de 10 años.

Por su parte, el Q_{95} es evaluado por condición hidrológica según la clasificación del ONI. En cada uno de los casos se tomó, para los 12 meses de cada año, el caudal medio generado de toda la serie, obteniendo así 36 grupos (tres condiciones hidrológicas por 12 meses). Finalmente, a la serie de cada mes por condición hidrológica se le determinó el percentil 95, resultando 36 valores de Q_{95} para cada uno de las subcuencas y microcuencas.

Finalmente, el caudal ambiental por el método $7Q_{10}-Q_{95}$ es el que se obtiene del valor máximo entre los 12 valores del $7Q_{10}$ y los 36 de Q_{95} .

2.3.7.7.2. Valores de Caudales Ambientales de acuerdo a cada Metodología

Una vez aplicadas todas las metodologías se obtienen los caudales ambientales para las subcuencas y microcuencas estudiadas, los cuales se pueden observar desde la [Tabla 245](#) a la [Tabla 252](#).

TABLA 245. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS 1 Y 2 (CAUDAL m³/s)

Código	Subcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01	R. ABURRÁ	11,76	21,88
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	0,32	0,59
2701-01-004	Q. LAURELES	0,05	0,1
2701-01-006	Q. LA JAGUA	0,13	0,25
2701-01-010	Q. MONTERA	0,06	0,11
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	0,14	0,26
2701-01-022	Q. REVENTON	0,06	0,12
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	0,06	0,12
2701-01-032	Q. LA CHACONA	0,04	0,08
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	0,04	0,07
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	0,03	0,06

Código	Subcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	0,03	0,07
2701-01-037	Q. LA SILVA	0,03	0,06
2701-01-041	Q. LA CORREA	0,07	0,15
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	0,21	0,31
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	0,1	0,14
2701-01-053	Q. LA TOLDA	0,08	0,11
2701-01-057	Q. GUASIMAL	0,09	0,12
2701-01-060	Q. SECA	0,13	0,17
2701-01-062	Q. LA GARCIA	1,15	1,74
2701-01-076	Q. LA IGUANA	0,71	1,08
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	1,06	1,61
2701-01-085	Q. GRANDE	0,13	0,2
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	0,07	0,13
2701-01-093	Q. LA VALERIA	0,21	0,33
2701-01-094	Q. MANDALAY	0,06	0,09
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	0,06	0,09
2701-01-099	Q. LA SALADA	0,11	0,2
2701-01-100	Q. LA MINA	0,08	0,15
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	0,16	0,3
2701-01-107	Q. LA CLARA	0,06	0,11
2701-01-114	Q. LA MIEL	0,4	0,64
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	0,56	0,84
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	0,66	0,99
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	0,19	0,28
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	0,63	0,95
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,79	1,04
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	0,23	0,3
2701-01-169	Q. EL SALADO	0,23	0,47

Código	Subcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-179	Q. OVEJAS	1,1	2,04
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	0,21	0,39
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	0,13	0,25
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	0,08	0,14
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	0,05	0,09
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	0,08	0,15
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	0,13	0,25
2701-01-011	Q. LA CALDAS	0,07	0,12
2701-01-015	Q. POPALITO	0,04	0,07
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	0,25	0,46
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	0,31	0,58
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	0,18	0,36
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	0,12	0,17
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	0,54	0,72
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	0,76	1,15
2701-01-063	Q. EL HATO	0,3	0,45
2701-01-064	Q. LA LOCA	0,08	0,12
2701-01-077	Q. LA HUESO	0,34	0,51
2701-01-078	Q. LA PICACHA	0,17	0,26
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	0,34	0,51
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	0,25	0,43
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	0,22	0,35
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	0,08	0,13
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	0,16	0,24
2701-01-149	Q. RODAS	0,11	0,15
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	0,09	0,13
2701-01-171	Q. ENCENILLO	0,04	0,08
2701-01-172	Q. PLATANITO	0,06	0,13

Código	Subcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-175	Q. GUAYABAL	0,04	0,07
2701-01-176	Q. CORRIENTES	0,04	0,08

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 246. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS APLICANDO LAS METODOLOGÍAS 1 Y 2 (CAUDAL m³/s)

Código	Microcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-01-01	Q. LA MESETA	0,0031	0,0058
2701-01-004-01	Q. LAURELES	0,0463	0,0862
2701-01-004-02	Q. KILONES	0,0046	0,0086
2701-01-006-01	Q. LA JAGUA	0,0076	0,0141
2701-01-010-01	Q. LA MONTERA	0,0344	0,0639
2701-01-010-02	Q. EL AGUACATE	0,0025	0,0046
2701-01-023-01	Q. LAS PEÑAS	0,0252	0,0469
2701-01-033-01	Q. DEL COROZAL	0,0078	0,0157
2701-01-034-01	Q. LA TROCHA	0,0072	0,0145
2701-01-035-01	Q. SALADITO	0,0030	0,0060
2701-01-035-02	Q. PIEDRAITA	0,0005	0,0011
2701-01-037-01	Q. LA SILVA	0,0221	0,0442
2701-01-048-01	Q. LA CUESTA	0,0066	0,0033
2701-01-076-01	Q. BORBOLLON	0,0201	0,0304
2701-01-076-02	Q. LA PUERTA	0,0565	0,0855
2701-01-076-03	Q. LA IGUANA	0,1399	0,2116
2701-01-076-04	Q. LA IGUANA	0,1357	0,2052
2701-01-076-05	Q. EL LIMO	0,0060	0,0091
2701-01-076-06	Q. LA FRANCISCA	0,1421	0,2150
2701-01-081-01	Q. DOÑA MARIA	0,6001	0,9079
2701-01-081-02	Q. LA SORBETADA	0,0003	0,0004
2701-01-081-03	Q. LA LARGA	0,0020	0,0030
2701-01-081-04	Q. EL CARATEJO	0,0059	0,0090

Código	Microcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-081-05	Q. LA CANDELA	0,0005	0,0007
2701-01-081-06	Q. LA DESPENSA	0,0163	0,0246
2701-01-081-07	Q. LA MANGUALA	0,0182	0,0276
2701-01-081-08	Q. LA MANGUALA	0,0267	0,0404
2701-01-081-09	Q. LA CAMPIÑA	0,0023	0,0035
2701-01-093-01	LA REVENTONA	0,0245	0,0389
2701-01-093-02	Q. LA VALERIA	0,1558	0,2472
2701-01-114-01	Q. LA MIEL	0,0176	0,0279
2701-01-124-01	Q. EL SALADO	0,0134	0,0202
2701-01-124-02	Q. LA MIEL	0,0562	0,0850
2701-01-124-03	CAÑADA HONDA	0,0018	0,0027
2701-01-124-04	Q. EL PALO	0,0271	0,0411
2701-01-124-05	Q. LA PAVITA	0,0008	0,0012
2701-01-124-06	Q. LA PAVA	0,0052	0,0079
2701-01-124-07	Q. LA SECA	0,0021	0,0031
2701-01-124-08	Q. LA SEBASTIANA	0,0107	0,0162
2701-01-124-09	Q. EL ATRAVESADO	0,0012	0,0018
2701-01-136-01	Q. SANTA ELENA	0,1807	0,2734
2701-01-136-02	Q. SAN PEDRO	0,0171	0,0259
2701-01-154-01	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,5334	0,7081
2701-01-154-02	Q. CHORRILLOS	0,0629	0,0834
2701-01-154-03	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,0187	0,0249
2701-01-154-04	Q. LOS CHIQUEROS	0,0407	0,0540
2701-01-154-05	Q. EL PERICO	0,0013	0,0017
2701-01-154-06	Q. LAS ANIMAS	0,0042	0,0056
2701-01-158-01	SIN NOMBRE	0,0067	0,0089
2701-01-158-02	Q EL SALTO	0,0034	0,0045
2701-01-169-01	Q. EL TABANO	0,0098	0,0196
2701-01-169-02	Q. LA SOPERA	0,0035	0,0070
2701-01-169-03	Q. MALPASO	0,0056	0,0112

Código	Microcuenca	Metodología 1	Metodología 2
2701-01-179-01	Q. LA FONDA	0,0119	0,0221
2701-01-179-02	Q. LA CHORRERA	0,0275	0,0512
2701-01-184-01	Q. LA DELIA	0,0001	0,0002
2701-01-192-01	Q. LA HERRADURA	0,0425	0,0791
2701-01-201-01	Q. LA MANSA	0,0059	0,0110
2701-01-206-01	Q. GUASIMAL	0,0245	0,0456
2701-01-011-01	Q. LA CALDA	0,0068	0,0127
2701-01-015-01	Q. CESTILLAL	0,0099	0,0185
2701-01-48-01	Q. EL SILENCIO	0,0187	0,0349
2701-01-48-02	Q. CINCO REALES	0,0160	0,0298
2701-01-48-03	Q. YARUMITO	0,0029	0,0054
2701-01-49-01	Q. LOS PERROS	0,0030	0,0056
2701-01-49-02	Q. LA LÓPEZ	0,0203	0,0378
2701-01-49-03	Q. VALLECITOS	0,0103	0,0191
2701-01-52-01	Q. LA CUESTA	0,0028	0,0037
2701-01-52-02	Q. POTRERITOS	0,0044	0,0058
2701-01-078-01	Q. LA PICACHA	0,0787	0,1191
2701-01-078-02	Q. LA PICACHA	0,0307	0,0464
2701-01-079-01	SIN NOMBRE	0,0030	0,0046
2701-01-59-01	Q. LA CULEBRA	0,0227	0,0392
2701-01-59-02	Q. PALOSANTO	0,0325	0,0560
2701-01-59-03	Q. LA PEÑOLA	0,0012	0,0021
2701-01-59-04	Q. TABLACITA	0,0009	0,0016
2701-01-149-01	Q. EL ATAJO	0,0085	0,0113
2701-01-165-01	Q. EL MALPASO	0,0185	0,0271
2701-01-165-02	Q. EL CURRUCAO	0,0078	0,0080
2701-01-171-01	Q. MARIA IGNACIA	0,0016	0,0033
2701-01-172-01	Q. LA UVITA	0,0020	0,0040
2701-01-172-02	Q. LA AGUADA	0,0011	0,0022

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

**TABLA 247. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA EL NIÑO,
METODOLOGÍA 3**

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01	13435	11427	10044	13304	18249	18872	15647	17150	18303	23116	25010	20613
2701-01-01	0,365	0,310	0,273	0,361	0,495	0,512	0,425	0,465	0,497	0,627	0,679	0,559
2701-01-004	0,061	0,052	0,046	0,060	0,083	0,086	0,071	0,078	0,083	0,105	0,114	0,094
2701-01-006	0,153	0,130	0,115	0,152	0,208	0,215	0,179	0,196	0,209	0,264	0,285	0,235
2701-01-010	0,065	0,055	0,049	0,064	0,088	0,091	0,076	0,083	0,089	0,112	0,121	0,100
2701-01-021	0,159	0,135	0,119	0,157	0,216	0,223	0,185	0,203	0,216	0,273	0,295	0,243
2701-01-022	0,072	0,061	0,054	0,071	0,098	0,101	0,084	0,092	0,098	0,124	0,134	0,110
2701-01-023	0,071	0,060	0,053	0,070	0,096	0,100	0,083	0,090	0,097	0,122	0,132	0,109
2701-01-032	0,050	0,042	0,037	0,049	0,067	0,070	0,058	0,063	0,068	0,085	0,092	0,076
2701-01-033	0,045	0,038	0,034	0,044	0,058	0,058	0,048	0,054	0,055	0,073	0,080	0,065
2701-01-034	0,037	0,032	0,028	0,037	0,049	0,049	0,040	0,045	0,046	0,061	0,067	0,054
2701-01-035	0,041	0,035	0,031	0,041	0,054	0,054	0,045	0,050	0,051	0,068	0,074	0,060
2701-01-037	0,035	0,030	0,026	0,035	0,046	0,046	0,038	0,042	0,044	0,057	0,063	0,051
2701-01-041	0,093	0,079	0,070	0,092	0,122	0,121	0,101	0,113	0,116	0,153	0,167	0,136
2701-01-048	0,199	0,173	0,175	0,227	0,284	0,315	0,259	0,248	0,265	0,296	0,329	0,273
2701-01-050	0,093	0,081	0,082	0,106	0,132	0,146	0,120	0,115	0,123	0,138	0,153	0,127
2701-01-053	0,080	0,074	0,069	0,084	0,100	0,098	0,085	0,093	0,096	0,114	0,121	0,103
2701-01-057	0,087	0,080	0,075	0,092	0,109	0,107	0,093	0,101	0,105	0,124	0,132	0,112
2701-01-060	0,124	0,114	0,107	0,130	0,155	0,152	0,132	0,144	0,149	0,176	0,187	0,159
2701-01-062	1208	1019	0,950	1129	1533	1619	1248	1204	1343	1762	1986	1592
2701-01-076	0,748	0,631	0,589	0,699	0,950	1003	0,773	0,746	0,832	1092	1230	0,986
2701-01-081	1118	0,943	0,879	1044	1419	1498	1154	1114	1243	1631	1837	1472
2701-01-085	0,141	0,119	0,111	0,132	0,179	0,189	0,145	0,140	0,157	0,205	0,231	0,185
2701-01-087	0,090	0,071	0,072	0,092	0,105	0,109	0,096	0,080	0,109	0,133	0,160	0,126
2701-01-093	0,248	0,197	0,187	0,230	0,299	0,304	0,258	0,211	0,267	0,329	0,398	0,326
2701-01-094	0,067	0,054	0,051	0,062	0,081	0,083	0,070	0,057	0,073	0,089	0,108	0,089
2701-01-097	0,067	0,053	0,050	0,062	0,080	0,082	0,069	0,057	0,072	0,089	0,107	0,088
2701-01-099	0,132	0,091	0,086	0,116	0,192	0,179	0,134	0,098	0,158	0,209	0,286	0,196

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-100	0,097	0,067	0,063	0,085	0,140	0,131	0,098	0,071	0,115	0,153	0,209	0,143
2701-01-29	0,195	0,135	0,128	0,172	0,283	0,264	0,198	0,144	0,233	0,310	0,423	0,290
2701-01-107	0,074	0,051	0,048	0,065	0,108	0,100	0,075	0,055	0,089	0,118	0,161	0,110
2701-01-114	0,475	0,378	0,358	0,440	0,572	0,582	0,493	0,404	0,511	0,630	0,763	0,625
2701-01-124	0,584	0,493	0,460	0,546	0,742	0,783	0,604	0,583	0,650	0,853	0,961	0,770
2701-01-33	0,691	0,583	0,544	0,646	0,877	0,927	0,714	0,689	0,769	1009	1136	0,911
2701-01-130	0,197	0,166	0,155	0,184	0,250	0,264	0,204	0,196	0,219	0,288	0,324	0,260
2701-01-136	0,658	0,555	0,518	0,615	0,836	0,882	0,680	0,656	0,732	0,961	1082	0,867
2701-01-154	0,767	0,707	0,662	0,805	0,959	0,938	0,815	0,890	0,919	1091	1157	0,983
2701-01-158	0,220	0,203	0,190	0,231	0,276	0,269	0,234	0,256	0,264	0,313	0,332	0,282
2701-01-169	0,295	0,252	0,223	0,291	0,388	0,384	0,319	0,357	0,367	0,484	0,528	0,430
2701-01-179	1254	1067	0,937	1242	1703	1761	1460	1601	1708	2157	2334	1924
2701-01-184	0,240	0,204	0,180	0,238	0,326	0,337	0,280	0,307	0,327	0,413	0,447	0,369
2701-01-192	0,151	0,128	0,113	0,149	0,205	0,212	0,175	0,192	0,205	0,259	0,280	0,231
2701-01-197	0,089	0,076	0,066	0,088	0,121	0,125	0,104	0,114	0,121	0,153	0,166	0,136
2701-01-198	0,054	0,046	0,041	0,054	0,074	0,076	0,063	0,069	0,074	0,094	0,101	0,083
2701-01-201	0,094	0,080	0,070	0,093	0,128	0,132	0,109	0,120	0,128	0,162	0,175	0,144
2701-01-206	0,154	0,131	0,115	0,152	0,209	0,216	0,179	0,196	0,210	0,265	0,287	0,236
2701-01-011	0,076	0,065	0,057	0,075	0,103	0,107	0,089	0,097	0,104	0,131	0,141	0,117
2701-01-015	0,042	0,036	0,031	0,041	0,057	0,059	0,049	0,053	0,057	0,072	0,078	0,064
2701-01-48	0,282	0,240	0,211	0,280	0,384	0,397	0,329	0,361	0,385	0,486	0,526	0,433
2701-01-49	0,358	0,305	0,268	0,355	0,487	0,503	0,417	0,457	0,488	0,616	0,667	0,550
2701-01-50	0,231	0,197	0,174	0,228	0,303	0,300	0,249	0,279	0,287	0,378	0,413	0,336
2701-01-046	0,109	0,095	0,096	0,124	0,156	0,173	0,142	0,136	0,146	0,163	0,180	0,149
2701-01-52	0,531	0,489	0,458	0,557	0,663	0,648	0,564	0,615	0,636	0,754	0,800	0,680
2701-01-53	0,803	0,677	0,632	0,751	1019	1077	0,830	0,801	0,893	1172	1320	1058
2701-01-063	0,312	0,263	0,246	0,292	0,396	0,418	0,322	0,311	0,347	0,455	0,513	0,411
2701-01-064	0,086	0,072	0,068	0,080	0,109	0,115	0,089	0,086	0,096	0,125	0,141	0,113
2701-01-077	0,355	0,299	0,279	0,331	0,450	0,475	0,366	0,354	0,394	0,517	0,583	0,467

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ.. 2016

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-01-01	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,005
2701-01-004-01	0,053	0,045	0,040	0,052	0,072	0,074	0,062	0,068	0,072	0,091	0,099	0,081
2701-01-004-02	0,005	0,005	0,004	0,005	0,007	0,007	0,006	0,007	0,007	0,009	0,010	0,008
2701-01-006-01	0,009	0,007	0,006	0,009	0,012	0,012	0,010	0,011	0,012	0,015	0,016	0,013
2701-01-010-01	0,039	0,033	0,029	0,039	0,053	0,055	0,046	0,050	0,053	0,068	0,073	0,060
2701-01-010-02	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004
2701-01-023-01	0,029	0,025	0,022	0,029	0,039	0,040	0,034	0,037	0,039	0,050	0,054	0,044
2701-01-033-01	0,010	0,008	0,007	0,010	0,013	0,013	0,011	0,012	0,012	0,016	0,018	0,014
2701-01-034-01	0,009	0,008	0,007	0,009	0,012	0,012	0,010	0,011	0,011	0,015	0,016	0,013
2701-01-035-01	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,006
2701-01-035-02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2701-01-037-01	0,028	0,024	0,021	0,028	0,037	0,036	0,030	0,034	0,035	0,046	0,050	0,041

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-048-01	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002
2701-01-076-01	0,021	0,018	0,017	0,020	0,027	0,028	0,022	0,021	0,023	0,031	0,035	0,028
2701-01-076-02	0,059	0,050	0,047	0,056	0,075	0,080	0,061	0,059	0,066	0,087	0,098	0,078
2701-01-076-03	0,147	0,124	0,116	0,138	0,187	0,197	0,152	0,147	0,164	0,215	0,242	0,194
2701-01-076-04	0,143	0,120	0,112	0,133	0,181	0,191	0,147	0,142	0,159	0,208	0,235	0,188
2701-01-076-05	0,006	0,005	0,005	0,006	0,008	0,008	0,007	0,006	0,007	0,009	0,010	0,008
2701-01-076-06	0,150	0,126	0,118	0,140	0,190	0,200	0,154	0,149	0,166	0,218	0,246	0,197
2701-01-081-01	0,631	0,533	0,497	0,590	0,802	0,846	0,652	0,629	0,702	0,921	1,038	0,832
2701-01-081-02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
2701-01-081-03	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
2701-01-081-04	0,006	0,005	0,005	0,006	0,008	0,008	0,006	0,006	0,007	0,009	0,010	0,008
2701-01-081-05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
2701-01-081-06	0,017	0,014	0,013	0,016	0,022	0,023	0,018	0,017	0,019	0,025	0,028	0,023
2701-01-081-07	0,019	0,016	0,015	0,018	0,024	0,026	0,020	0,019	0,021	0,028	0,032	0,025
2701-01-081-08	0,028	0,024	0,022	0,026	0,036	0,038	0,029	0,028	0,031	0,041	0,046	0,037
2701-01-081-09	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003
2701-01-093-01	0,029	0,023	0,022	0,027	0,035	0,036	0,030	0,025	0,031	0,038	0,047	0,038
2701-01-093-02	0,184	0,147	0,139	0,171	0,222	0,226	0,192	0,157	0,199	0,245	0,297	0,243
2701-01-114-01	0,021	0,017	0,016	0,019	0,025	0,026	0,022	0,018	0,022	0,028	0,033	0,027
2701-01-124-01	0,014	0,012	0,011	0,013	0,018	0,019	0,015	0,014	0,016	0,020	0,023	0,019
2701-01-124-02	0,059	0,050	0,047	0,055	0,075	0,079	0,061	0,059	0,066	0,086	0,097	0,078
2701-01-124-03	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
2701-01-124-04	0,029	0,024	0,022	0,027	0,036	0,038	0,030	0,028	0,032	0,042	0,047	0,038
2701-01-124-05	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2701-01-124-06	0,005	0,005	0,004	0,005	0,007	0,007	0,006	0,005	0,006	0,008	0,009	0,007
2701-01-124-07	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003
2701-01-124-08	0,011	0,009	0,009	0,011	0,014	0,015	0,012	0,011	0,013	0,016	0,018	0,015
2701-01-124-09	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
2701-01-136-01	0,190	0,160	0,150	0,178	0,241	0,255	0,196	0,190	0,211	0,277	0,313	0,251

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-136-02	0,018	0,015	0,014	0,017	0,023	0,024	0,019	0,018	0,020	0,026	0,030	0,024
2701-01-154-01	0,521	0,480	0,449	0,546	0,651	0,636	0,553	0,604	0,624	0,740	0,785	0,667
2701-01-154-02	0,061	0,057	0,053	0,064	0,077	0,075	0,065	0,071	0,073	0,087	0,093	0,079
2701-01-154-03	0,018	0,017	0,016	0,019	0,023	0,022	0,019	0,021	0,022	0,026	0,028	0,023
2701-01-154-04	0,040	0,037	0,034	0,042	0,050	0,049	0,042	0,046	0,048	0,056	0,060	0,051
2701-01-154-05	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
2701-01-154-06	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-158-01	0,007	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,008
2701-01-158-02	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004
2701-01-169-01	0,012	0,011	0,009	0,012	0,016	0,016	0,013	0,015	0,015	0,020	0,022	0,018
2701-01-169-02	0,004	0,004	0,003	0,004	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,007	0,008	0,006
2701-01-169-03	0,007	0,006	0,005	0,007	0,009	0,009	0,008	0,009	0,009	0,012	0,013	0,010
2701-01-179-01	0,014	0,012	0,010	0,013	0,018	0,019	0,016	0,017	0,019	0,023	0,025	0,021
2701-01-179-02	0,031	0,027	0,023	0,031	0,043	0,044	0,037	0,040	0,043	0,054	0,059	0,048
2701-01-184-01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2701-01-192-01	0,049	0,041	0,036	0,048	0,066	0,068	0,057	0,062	0,066	0,084	0,090	0,075
2701-01-201-01	0,007	0,006	0,005	0,007	0,009	0,010	0,008	0,009	0,009	0,012	0,013	0,010
2701-01-206-01	0,028	0,024	0,021	0,028	0,038	0,039	0,033	0,036	0,038	0,048	0,052	0,043
2701-01-011-01	0,008	0,007	0,006	0,008	0,011	0,011	0,009	0,010	0,011	0,013	0,015	0,012
2701-01-015-01	0,011	0,010	0,008	0,011	0,015	0,016	0,013	0,014	0,015	0,019	0,021	0,017
2701-01-48-01	0,021	0,018	0,016	0,021	0,029	0,030	0,025	0,027	0,029	0,037	0,040	0,033
2701-01-48-02	0,018	0,016	0,014	0,018	0,025	0,026	0,021	0,023	0,025	0,031	0,034	0,028
2701-01-48-03	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,006	0,006	0,005
2701-01-49-01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-49-02	0,023	0,020	0,017	0,023	0,031	0,033	0,027	0,030	0,032	0,040	0,043	0,036
2701-01-49-03	0,012	0,010	0,009	0,012	0,016	0,016	0,014	0,015	0,016	0,020	0,022	0,018
2701-01-52-01	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003
2701-01-52-02	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-078-01	0,083	0,070	0,065	0,077	0,105	0,111	0,086	0,083	0,092	0,121	0,136	0,109

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica El Niño, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-078-02	0,032	0,027	0,025	0,030	0,041	0,043	0,033	0,032	0,036	0,047	0,053	0,043
2701-01-079-01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004
2701-01-59-01	0,028	0,022	0,022	0,028	0,032	0,033	0,029	0,025	0,034	0,041	0,049	0,039
2701-01-59-02	0,040	0,031	0,032	0,040	0,046	0,048	0,042	0,035	0,048	0,058	0,071	0,056
2701-01-59-03	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002
2701-01-59-04	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
2701-01-149-01	0,008	0,008	0,007	0,009	0,010	0,010	0,009	0,010	0,010	0,012	0,012	0,011
2701-01-165-01	0,017	0,015	0,014	0,020	0,024	0,030	0,022	0,019	0,022	0,026	0,031	0,023
2701-01-165-02	0,004	0,003	0,003	0,005	0,006	0,007	0,006	0,005	0,006	0,007	0,008	0,005
2701-01-171-01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003
2701-01-172-01	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
2701-01-172-02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 249. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA NEUTRA, METODOLOGÍA 3

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica Neutra, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01	13.435	10.925	9.152	11.852	18.249	18.872	15.647	13.502	20.417	25.300	25.010	20.613
2701-01-01	0,365	0,296	0,248	0,322	0,495	0,512	0,425	0,366	0,554	0,687	0,679	0,559
2701-01-004	0,061	0,050	0,042	0,054	0,083	0,086	0,071	0,061	0,093	0,115	0,114	0,094
2701-01-006	0,153	0,125	0,104	0,135	0,208	0,215	0,179	0,154	0,233	0,289	0,285	0,235
2701-01-010	0,065	0,053	0,044	0,057	0,088	0,091	0,076	0,065	0,099	0,122	0,121	0,100
2701-01-021	0,159	0,129	0,108	0,140	0,216	0,223	0,185	0,159	0,241	0,299	0,295	0,243
2701-01-022	0,072	0,058	0,049	0,063	0,098	0,101	0,084	0,072	0,109	0,135	0,134	0,11
2701-01-023	0,071	0,058	0,048	0,063	0,096	0,100	0,083	0,071	0,108	0,133	0,132	0,109
2701-01-032	0,050	0,04	0,034	0,044	0,067	0,070	0,058	0,05	0,075	0,093	0,092	0,076
2701-01-033	0,043	0,035	0,03	0,037	0,057	0,058	0,048	0,04	0,056	0,079	0,079	0,065
2701-01-034	0,036	0,029	0,025	0,031	0,048	0,049	0,040	0,034	0,047	0,066	0,066	0,054
2701-01-035	0,04	0,032	0,028	0,034	0,053	0,054	0,045	0,037	0,052	0,073	0,073	0,060

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica Neutra, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-037	0,034	0,027	0,023	0,029	0,045	0,046	0,038	0,032	0,044	0,062	0,062	0,051
2701-01-041	0,09	0,073	0,063	0,077	0,119	0,121	0,101	0,084	0,117	0,165	0,165	0,136
2701-01-048	0,251	0,250	0,219	0,236	0,315	0,319	0,267	0,248	0,285	0,331	0,367	0,313
2701-01-050	0,117	0,116	0,102	0,110	0,146	0,149	0,124	0,115	0,132	0,154	0,171	0,146
2701-01-053	0,08	0,074	0,068	0,093	0,108	0,099	0,097	0,083	0,106	0,116	0,121	0,112
2701-01-057	0,087	0,08	0,074	0,101	0,118	0,107	0,106	0,09	0,115	0,126	0,132	0,122
2701-01-060	0,124	0,114	0,105	0,144	0,167	0,152	0,150	0,128	0,163	0,179	0,187	0,173
2701-01-062	1,412	1,260	1,100	1,433	1,879	1,619	1,584	1,207	1,541	1,886	1,986	1,859
2701-01-076	0,875	0,78	0,682	0,888	1,164	1,003	0,981	0,748	0,955	1,168	1,230	1,152
2701-01-081	1,306	1,165	1,018	1,325	1,738	1,498	1,466	1,117	1,425	1,745	1,837	1,720
2701-01-085	0,164	0,147	0,128	0,167	0,219	0,189	0,185	0,141	0,18	0,22	0,231	0,217
2701-01-087	0,105	0,068	0,063	0,073	0,105	0,109	0,107	0,076	0,094	0,126	0,142	0,137
2701-01-093	0,285	0,226	0,209	0,272	0,367	0,381	0,325	0,209	0,238	0,310	0,354	0,365
2701-01-094	0,077	0,061	0,057	0,074	0,100	0,104	0,088	0,057	0,065	0,084	0,096	0,099
2701-01-097	0,077	0,061	0,056	0,073	0,099	0,103	0,087	0,056	0,064	0,084	0,095	0,098
2701-01-099	0,154	0,116	0,107	0,151	0,255	0,259	0,188	0,114	0,132	0,199	0,236	0,224
2701-01-100	0,113	0,085	0,078	0,111	0,186	0,189	0,138	0,083	0,097	0,146	0,172	0,163
2701-01-29	0,228	0,172	0,158	0,224	0,377	0,383	0,279	0,169	0,195	0,295	0,349	0,331
2701-01-107	0,087	0,065	0,06	0,085	0,143	0,146	0,106	0,064	0,074	0,112	0,133	0,126
2701-01-114	0,545	0,433	0,399	0,520	0,703	0,730	0,622	0,400	0,456	0,594	0,679	0,699
2701-01-124	0,683	0,609	0,532	0,693	0,909	0,783	0,766	0,584	0,745	0,912	0,961	0,900
2701-01-33	0,808	0,721	0,629	0,82	1,075	0,927	0,907	0,691	0,882	1,079	1,136	1,064
2701-01-130	0,23	0,206	0,179	0,234	0,307	0,264	0,258	0,197	0,251	0,308	0,324	0,303
2701-01-136	0,769	0,687	0,600	0,781	1,024	0,882	0,863	0,658	0,840	1,028	1,082	1,013
2701-01-154	0,767	0,707	0,648	0,889	1,035	0,943	0,931	0,793	1,010	1,105	1,157	1,073
2701-01-158	0,220	0,203	0,186	0,255	0,297	0,271	0,267	0,228	0,290	0,317	0,332	0,308
2701-01-169	0,285	0,232	0,198	0,244	0,378	0,384	0,319	0,268	0,371	0,522	0,521	0,430
2701-01-179	1,254	1,020	0,854	1,106	1,703	1,761	1,460	1,260	1,906	2,361	2,334	1,924
2701-01-184	0,240	0,195	0,164	0,212	0,326	0,337	0,280	0,241	0,365	0,452	0,447	0,369

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica Neutra, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-192	0,151	0,122	0,103	0,133	0,205	0,212	0,175	0,151	0,229	0,284	0,28	0,231
2701-01-197	0,089	0,072	0,061	0,078	0,121	0,125	0,104	0,089	0,135	0,167	0,166	0,136
2701-01-198	0,054	0,044	0,037	0,048	0,074	0,076	0,063	0,055	0,083	0,102	0,101	0,083
2701-01-201	0,094	0,076	0,064	0,083	0,128	0,132	0,109	0,094	0,143	0,177	0,175	0,144
2701-01-206	0,154	0,125	0,105	0,136	0,209	0,216	0,179	0,155	0,234	0,29	0,287	0,236
2701-01-011	0,076	0,062	0,052	0,067	0,103	0,107	0,089	0,076	0,116	0,143	0,141	0,117
2701-01-015	0,042	0,034	0,029	0,037	0,057	0,059	0,049	0,042	0,064	0,079	0,078	0,064
2701-01-48	0,282	0,230	0,192	0,249	0,384	0,397	0,329	0,284	0,429	0,532	0,526	0,433
2701-01-49	0,358	0,291	0,244	0,316	0,487	0,503	0,417	0,36	0,544	0,675	0,667	0,55
2701-01-50	0,223	0,181	0,155	0,190	0,295	0,300	0,249	0,209	0,29	0,408	0,407	0,336
2701-01-046	0,138	0,137	0,120	0,129	0,173	0,175	0,146	0,136	0,156	0,181	0,201	0,172
2701-01-52	0,531	0,489	0,448	0,615	0,716	0,652	0,644	0,548	0,698	0,764	0,800	0,742
2701-01-53	0,939	0,838	0,731	0,953	1.249	1.077	1.053	0,803	1.024	1.254	1.320	1.236
2701-01-063	0,365	0,325	0,284	0,370	0,485	0,418	0,409	0,312	0,398	0,487	0,513	0,480
2701-01-064	0,100	0,09	0,078	0,102	0,134	0,115	0,113	0,086	0,110	0,134	0,141	0,132
2701-01-077	0,414	0,370	0,323	0,421	0,552	0,475	0,465	0,354	0,452	0,554	0,583	0,546
2701-01-078	0,209	0,186	0,163	0,212	0,278	0,240	0,234	0,179	0,228	0,279	0,294	0,275
2701-01-079	0,416	0,371	0,324	0,422	0,554	0,477	0,467	0,356	0,454	0,556	0,585	0,548
2701-01-59	0,357	0,233	0,215	0,248	0,359	0,37	0,366	0,26	0,32	0,43	0,485	0,466
2701-01-60	0,297	0,236	0,218	0,283	0,383	0,397	0,339	0,218	0,249	0,323	0,370	0,381
2701-01-109	0,109	0,087	0,080	0,104	0,141	0,146	0,124	0,08	0,091	0,119	0,136	0,140
2701-01-119	0,191	0,171	0,149	0,194	0,255	0,220	0,215	0,164	0,209	0,256	0,269	0,252
2701-01-149	0,107	0,098	0,09	0,124	0,144	0,131	0,130	0,110	0,141	0,154	0,161	0,149
2701-01-165	0,105	0,104	0,091	0,098	0,131	0,133	0,111	0,103	0,119	0,138	0,153	0,131
2701-01-171	0,049	0,040	0,034	0,042	0,065	0,066	0,055	0,046	0,063	0,089	0,089	0,074
2701-01-172	0,078	0,063	0,054	0,067	0,103	0,105	0,087	0,073	0,101	0,143	0,143	0,118
2701-01-175	0,040	0,033	0,027	0,036	0,055	0,057	0,047	0,040	0,061	0,076	0,075	0,062
2701-01-176	0,050	0,040	0,034	0,044	0,068	0,070	0,058	0,050	0,076	0,094	0,093	0,076

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

**TABLA 250. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS MICROCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA NEUTRA,
METODOLOGÍA 3**

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica Neutra, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-01-01	0,004	0,003	0,002	0,003	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,007	0,007	0,005
2701-01-004-01	0,053	0,043	0,036	0,047	0,072	0,074	0,062	0,053	0,080	0,100	0,099	0,081
2701-01-004-02	0,005	0,004	0,004	0,005	0,007	0,007	0,006	0,005	0,008	0,010	0,010	0,008
2701-01-006-01	0,009	0,007	0,006	0,008	0,012	0,012	0,010	0,009	0,013	0,016	0,016	0,013
2701-01-010-01	0,039	0,032	0,027	0,035	0,053	0,055	0,046	0,039	0,060	0,074	0,073	0,060
2701-01-010-02	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004
2701-01-023-01	0,029	0,023	0,020	0,025	0,039	0,040	0,034	0,029	0,044	0,054	0,054	0,044
2701-01-033-01	0,010	0,008	0,007	0,008	0,013	0,013	0,011	0,009	0,012	0,018	0,018	0,014
2701-01-034-01	0,009	0,007	0,006	0,008	0,012	0,012	0,010	0,008	0,012	0,016	0,016	0,013
2701-01-035-01	0,004	0,003	0,003	0,003	0,005	0,005	0,004	0,003	0,005	0,007	0,007	0,006
2701-01-035-02	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2701-01-037-01	0,027	0,022	0,019	0,023	0,036	0,036	0,030	0,025	0,035	0,049	0,049	0,041
2701-01-048-01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
2701-01-076-01	0,025	0,022	0,019	0,025	0,033	0,028	0,028	0,021	0,027	0,033	0,035	0,033
2701-01-076-02	0,069	0,062	0,054	0,071	0,092	0,080	0,078	0,059	0,076	0,093	0,098	0,092
2701-01-076-03	0,172	0,153	0,134	0,175	0,229	0,197	0,193	0,147	0,188	0,230	0,242	0,227
2701-01-076-04	0,167	0,149	0,130	0,169	0,222	0,191	0,187	0,143	0,182	0,223	0,235	0,220
2701-01-076-05	0,007	0,007	0,006	0,007	0,010	0,008	0,008	0,006	0,008	0,010	0,010	0,010
2701-01-076-06	0,175	0,156	0,136	0,177	0,233	0,200	0,196	0,149	0,191	0,233	0,246	0,230
2701-01-081-01	0,738	0,658	0,575	0,749	0,982	0,846	0,828	0,631	0,805	0,986	1,038	0,972
2701-01-081-02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
2701-01-081-03	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
2701-01-081-04	0,007	0,007	0,006	0,007	0,010	0,008	0,008	0,006	0,008	0,010	0,010	0,010
2701-01-081-05	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
2701-01-081-06	0,020	0,018	0,016	0,020	0,027	0,023	0,022	0,017	0,022	0,027	0,028	0,026
2701-01-081-07	0,022	0,020	0,017	0,023	0,030	0,026	0,025	0,019	0,024	0,030	0,032	0,030
2701-01-081-08	0,033	0,029	0,026	0,033	0,044	0,038	0,037	0,028	0,036	0,044	0,046	0,043

PÁG. 750

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica Neutra, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-192-01	0,049	0,040	0,033	0,043	0,066	0,068	0,057	0,049	0,074	0,092	0,090	0,075
2701-01-201-01	0,007	0,006	0,005	0,006	0,009	0,010	0,008	0,007	0,010	0,013	0,013	0,010
2701-01-206-01	0,028	0,023	0,019	0,025	0,038	0,039	0,033	0,028	0,043	0,053	0,052	0,043
2701-01-011-01	0,008	0,006	0,005	0,007	0,011	0,011	0,009	0,008	0,012	0,015	0,015	0,012
2701-01-015-01	0,011	0,009	0,008	0,010	0,015	0,016	0,013	0,011	0,017	0,021	0,021	0,017
2701-01-48-01	0,021	0,017	0,015	0,019	0,029	0,030	0,025	0,022	0,033	0,040	0,040	0,033
2701-01-48-02	0,018	0,015	0,012	0,016	0,025	0,026	0,021	0,018	0,028	0,034	0,034	0,028
2701-01-48-03	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,004	0,003	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-49-01	0,003	0,003	0,002	0,003	0,005	0,005	0,004	0,003	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-49-02	0,023	0,019	0,016	0,020	0,031	0,033	0,027	0,023	0,035	0,044	0,043	0,036
2701-01-49-03	0,012	0,010	0,008	0,010	0,016	0,016	0,014	0,012	0,018	0,022	0,022	0,018
2701-01-52-01	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004
2701-01-52-02	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005	0,005	0,004	0,006	0,006	0,006	0,006
2701-01-078-01	0,097	0,086	0,075	0,098	0,129	0,111	0,109	0,083	0,106	0,129	0,136	0,127
2701-01-078-02	0,038	0,034	0,029	0,038	0,050	0,043	0,042	0,032	0,041	0,050	0,053	0,050
2701-01-079-01	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,004	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005
2701-01-59-01	0,032	0,021	0,019	0,022	0,032	0,033	0,033	0,023	0,029	0,039	0,044	0,042
2701-01-59-02	0,046	0,030	0,028	0,032	0,046	0,048	0,047	0,034	0,041	0,056	0,063	0,060
2701-01-59-03	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
2701-01-59-04	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
2701-01-149-01	0,008	0,008	0,007	0,010	0,011	0,010	0,010	0,009	0,011	0,012	0,012	0,012
2701-01-165-01	0,017	0,015	0,016	0,021	0,026	0,027	0,023	0,025	0,026	0,027	0,030	0,026
2701-01-165-02	0,004	0,004	0,004	0,005	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,006
2701-01-171-01	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003
2701-01-172-01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004
2701-01-172-02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

**TABLA 251. CAUDALES AMBIENTALES PARA LAS SUBCUENCAS EN CONDICIÓN HIDROLÓGICA LA NIÑA,
METODOLOGÍA 3 2701**

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica La Niña, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01	29.046	21.201	25.518	33.235	37.697	46.783	29.533	29.733	37.458	40.291	40.821	35.921
2701-01-01	0,788	0,575	0,692	0,902	1.023	1.270	0,801	0,807	1.016	1.093	1.108	0,975
2701-01-004	0,132	0,096	0,116	0,151	0,171	0,212	0,134	0,135	0,170	0,183	0,185	0,163
2701-01-006	0,331	0,242	0,291	0,379	0,43	0,534	0,337	0,339	0,427	0,46	0,466	0,410
2701-01-010	0,141	0,103	0,124	0,161	0,182	0,226	0,143	0,144	0,181	0,195	0,198	0,174
2701-01-021	0,343	0,250	0,301	0,393	0,445	0,553	0,349	0,351	0,442	0,476	0,482	0,424
2701-01-022	0,156	0,114	0,137	0,178	0,202	0,250	0,158	0,159	0,201	0,216	0,219	0,192
2701-01-023	0,153	0,112	0,135	0,175	0,199	0,247	0,156	0,157	0,198	0,213	0,215	0,190
2701-01-032	0,107	0,078	0,094	0,123	0,139	0,173	0,109	0,11	0,138	0,149	0,151	0,133
2701-01-033	0,092	0,069	0,08	0,109	0,121	0,151	0,085	0,092	0,118	0,127	0,131	0,112
2701-01-034	0,077	0,058	0,068	0,091	0,102	0,127	0,071	0,077	0,099	0,107	0,110	0,094
2701-01-035	0,085	0,064	0,075	0,101	0,112	0,14	0,079	0,085	0,109	0,118	0,121	0,104
2701-01-037	0,072	0,054	0,063	0,085	0,095	0,119	0,067	0,072	0,093	0,100	0,103	0,088
2701-01-041	0,193	0,145	0,168	0,227	0,253	0,316	0,177	0,192	0,247	0,266	0,274	0,235
2701-01-048	0,199	0,173	0,273	0,412	0,442	0,524	0,347	0,338	0,454	0,482	0,468	0,427
2701-01-050	0,093	0,081	0,127	0,192	0,206	0,244	0,161	0,157	0,211	0,224	0,218	0,199
2701-01-053	0,123	0,112										

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica La Niña, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-100	0,165	0,112	0,117	0,300	0,382	0,421	0,219	0,201	0,274	0,293	0,31	0,210
2701-01-29	0,334	0,226	0,237	0,606	0,773	0,852	0,443	0,407	0,554	0,592	0,627	0,425
2701-01-107	0,127	0,086	0,09	0,231	0,294	0,324	0,169	0,155	0,211	0,225	0,238	0,161
2701-01-114	0,756	0,574	0,574	1,173	1,441	1,612	0,89	0,853	1,108	1,155	1,196	0,897
2701-01-124	0,981	0,743	0,854	1,250	1,448	1,682	0,884	0,917	1,194	1,360	1,387	1,187
2701-01-33	1,161	0,879	1,011	1,479	1,712	1,989	1,045	1,085	1,412	1,609	1,641	1,404
2701-01-130	0,331	0,251	0,288	0,422	0,488	0,567	0,298	0,309	0,403	0,459	0,468	0,400
2701-01-136	1,106	0,837	0,962	1,408	1,631	1,894	0,996	1,033	1,345	1,533	1,563	1,337
2701-01-154	1,173	1,067	1,168	1,421	1,584	1,682	1,009	1,077	1,414	1,483	1,442	1,370
2701-01-158	0,337	0,306	0,335	0,408	0,455	0,483	0,29	0,309	0,406	0,426	0,414	0,394
2701-01-169	0,611	0,459	0,534	0,721	0,803	1,001	0,562	0,61	0,781	0,843	0,868	0,746
2701-01-179	2,711	1,979	2,382	3,102	3,518	4,366	2,756	2,775	3,496	3,760	3,810	3,353
2701-01-184	0,519	0,379	0,456	0,594	0,674	0,837	0,528	0,532	0,670	0,720	0,730	0,642
2701-01-192	0,326	0,238	0,286	0,373	0,423	0,524	0,331	0,333	0,42	0,452	0,458	0,403
2701-01-197	0,192	0,140	0,169	0,220	0,250	0,310	0,195	0,197	0,248	0,267	0,27	0,238
2701-01-198	0,118	0,086	0,103	0,135	0,153	0,189	0,120	0,120	0,152	0,163	0,165	0,146
2701-01-201	0,203	0,148	0,178	0,232	0,264	0,327	0,206	0,208	0,262	0,282	0,285	0,251
2701-01-206	0,333	0,243	0,292	0,381	0,432	0,536	0,338	0,341	0,429	0,462	0,468	0,412
2701-01-011	0,164	0,120	0,144	0,188	0,213	0,265	0,167	0,168	0,212	0,228	0,231	0,203
2701-01-015	0,091	0,066	0,08	0,104	0,117	0,146	0,092	0,093	0,117	0,126	0,127	0,112
2701-01-48	0,611	0,446	0,536	0,699	0,792	0,983	0,621	0,625	0,787	0,847	0,858	0,755
2701-01-49	0,774	0,565	0,680	0,886	1,005	1,247	0,787	0,793	0,999	1,074	1,088	0,958
2701-01-50	0,478	0,359	0,417	0,563	0,628	0,782	0,439	0,477	0,611	0,659	0,679	0,583
2701-01-046	0,109	0,095	0,149	0,226	0,243	0,287	0,190	0,185	0,249	0,264	0,257	0,234
2701-01-52	0,812	0,738	0,807	0,982	1,096	1,163	0,698	0,745	0,978	1,026	0,997	0,948
2701-01-53	1,349	1,021	1,174	1,718	1,989	2,311	1,215	1,261	1,641	1,870	1,907	1,632
2701-01-063	0,524	0,397	0,456	0,668	0,773	0,898	0,472	0,49	0,637	0,726	0,741	0,634
2701-01-064	0,144	0,109	0,126	0,184	0,213	0,247	0,130	0,135	0,175	0,200	0,204	0,175
2701-01-077	0,596	0,451	0,518	0,759	0,878	1,020	0,536	0,557	0,724	0,826	0,842	0,721

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ.. 2016

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica La Niña, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-01-01	0,008	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012	0,008	0,008	0,010	0,011	0,011	0,009
2701-01-004-01	0,114	0,084	0,101	0,131	0,149	0,184	0,116	0,117	0,148	0,159	0,161	0,142
2701-01-004-02	0,011	0,008	0,010	0,013	0,015	0,018	0,012	0,012	0,015	0,016	0,016	0,014
2701-01-006-01	0,019	0,014	0,016	0,021	0,024	0,030	0,019	0,019	0,024	0,026	0,026	0,023
2701-01-010-01	0,085	0,062	0,075	0,097	0,110	0,137	0,086	0,087	0,109	0,118	0,119	0,105
2701-01-010-02	0,006	0,004	0,005	0,007	0,008	0,010	0,006	0,006	0,008	0,009	0,009	0,008
2701-01-023-01	0,062	0,045	0,055	0,071	0,081	0,100	0,063	0,064	0,080	0,086	0,088	0,077
2701-01-033-01	0,021	0,015	0,018	0,024	0,027	0,034	0,019	0,020	0,026	0,028	0,029	0,025
2701-01-034-01	0,019	0,014	0,017	0,022	0,025	0,031	0,017	0,019	0,024	0,026	0,027	0,023
2701-01-035-01	0,008	0,006	0,007	0,009	0,010	0,013	0,007	0,008	0,010	0,011	0,011	0,010
2701-01-035-02	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
2701-01-037-01	0,058	0,043	0,051	0,068	0,076	0,095	0,053	0,058	0,074	0,080	0,082	0,071

PÁG. 755

PÁG. 756

Código	Caudales ambientales para condición hidrológica La Niña, metodología 3 (Caudales en m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-078-02	0,054	0,041	0,047	0,069	0,080	0,093	0,049	0,051	0,066	0,075	0,077	0,066
2701-01-079-01	0,005	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009	0,005	0,005	0,006	0,007	0,008	0,006
2701-01-59-01	0,050	0,037	0,038	0,076	0,094	0,102	0,054	0,054	0,072	0,074	0,080	0,060
2701-01-59-02	0,072	0,053	0,055	0,108	0,134	0,146	0,078	0,077	0,102	0,105	0,114	0,085
2701-01-59-03	0,003	0,002	0,002	0,004	0,005	0,005	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003
2701-01-59-04	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002
2701-01-149-01	0,013	0,012	0,013	0,015	0,017	0,018	0,011	0,012	0,015	0,016	0,016	0,015
2701-01-165-01	0,023	0,021	0,019	0,020	0,031	0,028	0,029	0,019	0,024	0,028	0,034	0,031
2701-01-165-02	0,006	0,005	0,005	0,005	0,008	0,007	0,007	0,005	0,006	0,007	0,009	0,008
2701-01-171-01	0,004	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005
2701-01-172-01	0,005	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009	0,005	0,005	0,007	0,007	0,007	0,006
2701-01-172-02	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

Según lo establecido FASE IV del proyecto de Red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del río Aburrá – Medellín, en jurisdicción del Área Metropolitana, para las estimaciones de caudal ambiental se tendrá en cuenta la del ENA 2010, esto ya que es la más actualizada en la normatividad colombiana, a la fecha del estudio.

2.3.7.8. Estimación de la oferta hídrica

Para la estimación de la oferta hídrica se calculó para cada condición hidrológica como se muestra en el ENA (2014), para año seco, húmedo y medio. Para el año hidrológico medio se utilizan los caudales medios mensuales multianuales, el año hidrológico húmedo está definido por los caudales máximos de los medios mensuales (incluyendo los eventos El Niño y La Niña) mientras el año hidrológico seco, se estima como los caudales mínimos mensuales, de la serie de caudales medios, los cuales se identifican con el año típico seco mensuales. En la [Tabla 253](#), se presenta la oferta para condiciones secas, medias y húmedas respectivamente.

TABLA 253. OFERTA DISPONIBLE PARA LAS TRES CONDICIONES HIDROLÓGICAS EN LAS CUENCAS DE INTERÉS (CAUDAL EN m³/s)

Código	Subcuenca	Oferta disponible (m ³ /s)		
		Año Medio	Año Seco	Año Húmedo
2701-01	R. ABURRÁ	21.259	11.533	37.081
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	0,577	0,313	1.006
2701-01-004	Q. LAURELES	0,097	0,052	0,168
2701-01-006	Q. LA JAGUA	0,243	0,132	0,423
2701-01-010	Q. MONTERA	0,103	0,056	0,179
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	0,251	0,136	0,438
2701-01-022	Q. REVENTÓN	0,114	0,062	0,199
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	0,112	0,061	0,196
2701-01-032	Q. LA CHACONA	0,078	0,043	0,137
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	0,070	0,039	0,123
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	0,059	0,033	0,103
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	0,065	0,036	0,114
2701-01-037	Q. LA SILVA	0,055	0,031	0,097
2701-01-041	Q. LA CORREA	0,147	0,082	0,258
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	0,215	0,110	0,348
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	0,100	0,051	0,162
2701-01-053	Q. LA TOLDA	0,061	0,033	0,103
2701-01-057	Q. GUASIMAL	0,066	0,036	0,112
2701-01-060	Q. SECA	0,094	0,051	0,159
2701-01-062	Q. LA GARCIA	1.317	0,577	2.274
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	0,816	0,358	1.409
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	1.218	0,534	2.104
2701-01-085	Q. GRANDE	0,153	0,067	0,265
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	0,111	0,054	0,212
2701-01-093	Q. LA VALERIA	0,244	0,103	0,474
2701-01-094	Q. MANDALAY	0,066	0,028	0,129

Código	Subcuenca	Oferta disponible (m3/s)		
		Año Medio	Año Seco	Año Húmedo
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	0,066	0,028	0,128
2701-01-099	Q. LA SALADA	0,245	0,117	0,443
2701-01-100	Q. LA MINA	0,179	0,086	0,324
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	0,362	0,173	0,655
2701-01-107	Q. LA CLARA	0,138	0,066	0,249
2701-01-114	Q. LA MIEL	0,467	0,198	0,907
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	0,637	0,279	1.100
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	0,754	0,330	1.301
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	0,215	0,094	0,371
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	0,718	0,315	1.239
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,585	0,313	0,982
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	0,168	0,090	0,282
2701-01-169	Q. EL SALADO	0,466	0,260	0,817
2701-01-179	Q. OVEJAS	1.984	1.076	3.461
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	0,38	0,206	0,663
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	0,238	0,129	0,416
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	0,141	0,076	0,245
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	0,086	0,047	0,150
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	0,149	0,081	0,259
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	0,244	0,132	0,425
2701-01-011	Q. LA CALDAS	0,120	0,065	0,210
2701-01-015	Q. POPALITO	0,066	0,036	0,116
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	0,447	0,242	0,779
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	0,567	0,308	0,989
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	0,364	0,203	0,638
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	0,118	0,060	0,191
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	0,404	0,216	0,679

Código	Subcuenca	Oferta disponible (m3/s)		
		Año Medio	Año Seco	Año Húmedo
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	0,876	0,384	1.512
2701-01-063	Q. EL HATO	0,340	0,149	0,587
2701-01-064	Q. LA LOCA	0,094	0,041	0,162
2701-01-077	Q. LA HUESO	0,387	0,169	0,668
2701-01-078	Q. LA PICACHA	0,195	0,085	0,337
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	0,388	0,170	0,670
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	0,378	0,185	0,724
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	0,254	0,108	0,494
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	0,093	0,040	0,182
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	0,179	0,078	0,308
2701-01-149	Q. RODAS	0,081	0,044	0,137
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	0,090	0,046	0,145
2701-01-171	Q. ENCENILLO	0,080	0,044	0,140
2701-01-172	Q. PLATANITO	0,127	0,071	0,223
2701-01-175	Q. GUAYABAL	0,064	0,035	0,111
2701-01-176	Q. CORRIENTES	0,079	0,043	0,137

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

A continuación se presenta la oferta hídrica media disponible a nivel mensual para la cuenca del Valle de Aburrá.

TABLA 254. OFERTA HÍDRICA MEDIA MENSUAL NÚMERO DE CONCESIONES POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01	9,01	6,42	9,15	19,55	29,98	26,18	19,48	18,76	25,74	35,06	34,22	21,51
01/01/2701	0,25	0,18	0,25	0,53	0,82	0,71	0,53	0,51	0,7	0,96	0,93	0,59
2701-01-004	0,04	0,03	0,04	0,09	0,14	0,12	0,09	0,08	0,12	0,16	0,15	0,1
2701-01-006	0,1	0,07	0,1	0,22	0,34	0,3	0,22	0,21	0,29	0,4	0,39	0,25
2701-01-010	0,04	0,03	0,04	0,09	0,14	0,12	0,09	0,09	0,12	0,17	0,16	0,1
2701-01-021	0,1	0,07	0,11	0,23	0,35	0,31	0,23	0,22	0,3	0,41	0,4	0,25
2701-01-022	0,05	0,03	0,05	0,1	0,16	0,14	0,1	0,1	0,13	0,18	0,18	0,11
2701-01-023	0,04	0,03	0,04	0,1	0,15	0,13	0,1	0,09	0,13	0,18	0,18	0,11
2701-01-032	0,03	0,02	0,03	0,07	0,11	0,1	0,07	0,07	0,1	0,13	0,13	0,08
2701-01-033	0,03	0,02	0,03	0,07	0,1	0,09	0,06	0,06	0,08	0,11	0,11	0,07
2701-01-034	0,03	0,02	0,03	0,06	0,08	0,07	0,05	0,05	0,07	0,09	0,09	0,06
2701-01-035	0,03	0,02	0,03	0,06	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07	0,1	0,1	0,06
2701-01-037	0,02	0,01	0,02	0,05	0,07	0,06	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0,05
2701-01-041	0,07	0,05	0,07	0,14	0,21	0,18	0,13	0,12	0,17	0,23	0,23	0,15
2701-01-048	0,08	0,06	0,09	0,21	0,32	0,28	0,19	0,17	0,25	0,35	0,34	0,21
2701-01-050	0,04	0,03	0,05	0,1	0,15	0,13	0,09	0,08	0,12	0,17	0,16	0,1
2701-01-053	0,03	0,02	0,03	0,06	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07	0,1	0,09	0,06
2701-01-057	0,03	0,02	0,03	0,06	0,09	0,08	0,06	0,05	0,07	0,1	0,1	0,07
2701-01-060	0,05	0,03	0,05	0,09	0,14	0,12	0,08	0,08	0,11	0,15	0,15	0,09
2701-01-062	0,7	0,46	0,61	1,22	1,99	1,74	1,14	0,95	1,4	2,08	2,15	1,33
2701-01-076	0,43	0,28	0,37	0,75	1,23	1,07	0,7	0,59	0,87	1,29	1,33	0,82
2701-01-081	0,64	0,43	0,56	1,12	1,84	1,61	1,05	0,88	1,3	1,92	1,99	1,23
2701-01-085	0,08	0,06	0,07	0,14	0,23	0,21	0,14	0,11	0,17	0,24	0,25	0,16
2701-01-087	0,06	0,03	0,05	0,1	0,19	0,15	0,09	0,07	0,11	0,16	0,17	0,12
2701-01-093	0,15	0,07	0,1	0,22	0,42	0,37	0,21	0,16	0,23	0,36	0,38	0,28
2701-01-094	0,04	0,02	0,03	0,06	0,11	0,1	0,06	0,04	0,06	0,1	0,1	0,08
2701-01-097	0,04	0,02	0,02	0,06	0,11	0,1	0,06	0,04	0,06	0,1	0,1	0,07
2701-01-099	0,14	0,07	0,11	0,25	0,45	0,35	0,19	0,15	0,23	0,37	0,37	0,25
2701-01-100	0,1	0,05	0,07	0,18	0,33	0,25	0,14	0,11	0,17	0,27	0,27	0,18
29/01/2701	0,2	0,1	0,15	0,36	0,67	0,51	0,28	0,22	0,34	0,55	0,55	0,37
2701-01-107	0,08	0,04	0,06	0,14	0,26	0,2	0,11	0,09	0,13	0,21	0,21	0,14

PÁG. 762

Código	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2701-01-171	0,04	0,03	0,04	0,08	0,11	0,1	0,07	0,07	0,09	0,13	0,13	0,08
2701-01-172	0,06	0,04	0,06	0,12	0,18	0,15	0,11	0,11	0,15	0,2	0,2	0,13
2701-01-175	0,02	0,01	0,02	0,05	0,09	0,07	0,05	0,05	0,07	0,1	0,1	0,06
2701-01-176	0,03	0,02	0,03	0,07	0,11	0,1	0,07	0,07	0,1	0,13	0,13	0,08

FUENTE: CORANTIOQUIA - MEDIDA A NIVEL MENSUAL PARA LA CUENCA Y SUBCUENCAS DEL VALLE DE ABURRÁ

2.3.7.9. Demanda hídrica

2.3.7.9.1. *Generalidades*

La demanda hídrica superficial se estimó para las actividades socioeconómicas predominantes en las subcuencas que requieren del recurso hídrico para su desarrollo, los diferentes tipos de demanda contemplados en el análisis corresponde a los principales usos identificados tomando como referencia censos de usuarios del recurso hídrico, mapa de cobertura de uso del suelo, estadísticas de la Gobernación de Antioquia, Censo de Población del DANE y listado de concesiones suministrado por CORANTIOQUIA, AMVA, CORNARE y el municipio de Envigado. (*Tabla 255*)

2.3.7.9.2. *Demanda Hídrica Concesionada*

En primera instancia se tomó la información de concesiones de aguas superficiales otorgadas por CORANTIOQUIA, AMVA, CORNARE y el municipio de Envigado en sus áreas de jurisdicción, identificándose 3329 usuarios, para un caudal total concesionado de 5.765 m³/seg. El análisis de la demanda comprendió la identificación de usos y usuarios a nivel de subcuenca.

TABLA 255. NÚMERO DE CONCESIONES POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ

CÓDIGO	SUBCUENCA	Nº. CONCESIONES
2701-01-010	Q. MONTERA	6
2701-01-011	Q. LA CALDAS	11
2701-01-015	Q. POPALITO	6
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	21
2701-01-022	Q. REVENTÓN	7
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	18
2701-01-032	Q. LA CHACONA	7
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	12
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	3
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	6

CÓDIGO	SUBCUENCA	Nº. CONCESIONES
2701-01-037	Q. LA SILVA	9
2701-01-041	Q. LA CORREA	23
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	30
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	36
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	23
2701-01-053	Q. LA TOLDA	13
2701-01-057	Q. GUASIMAL	5
2701-01-060	Q. SECA	4
2701-01-062	Q. LA GARCIA	82
2701-01-063	Q. EL HATO	38
2701-01-064	Q. LA LOCA	18
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	193
2701-01-077	Q. LA HUESO	15
2701-01-078	Q. LA PICACHA	41
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	93
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	144
2701-01-085	Q. GRANDE	18
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	12
2701-01-093	Q. LA VALERIA	28
2701-01-094	Q. MANDALAY	12
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	26
2701-01-099	Q. LA SALADA	55
2701-01-100	Q. LA MINA	3
2701-01-107	Q. LA CLARA	2
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	1
2701-01-114	Q. LA MIEL	80
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	44
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	202
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	29
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	104
2701-01-149	Q. RODAS	26
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	167

CÓDIGO	SUBCUENCA	Nº. CONCESIONES
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	89
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	19
2701-01-169	Q. EL SALADO	241
2701-01-171	Q. ENCENILLO	1
2701-01-172	Q. PLATANITO	20
2701-01-175	Q. GUAYABAL	1
2701-01-176	Q. CORRIENTES	7
2701-01-179	Q. OVEJAS	376
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	8
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	11
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	10
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	6
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	17
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	53
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	9
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	85
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	254
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	113
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	336
TOTAL		3329

FUENTE: RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ - MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA – FASE IV 2012

De igual manera se identificaron a nivel de subcuenca, usos y usuarios del recurso hídrico, tal como se presenta en la Tabla 256.

TABLA 256. DEMANDA HÍDRICA CONCESIONADA POR SUBCUENCA DEL RÍO ABURRÁ (CAUDAL L/S)

Código	AGRICOLA	DOMESTICO	ENERGÍA	INDUSTRIAL	MINERIA	PECUARIO	RECREATIVO	SERVICIOS	Total
2701-01-01	2,75	12,06	929,00	0,01	0,00	111,04	0,07	0,61	1055,54
2701-01-004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2701-01-006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2701-01-010	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,14
2701-01-021	1,28	1,25	0,00	0,00	0,00	69,36	0,00	0,00	71,89
2701-01-022	0,08	0,18	1041,11	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	1041,51
2701-01-023	0,04	1,23	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	3,32
2701-01-032	0,11	0,32	0,00	0,00	0,00	0,32	0,08	0,00	0,83
2701-01-033	4,87	7,90	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	13,34
2701-01-034	0,00	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	3,29
2701-01-035	3,39	3,39	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	7,12
2701-01-037	0,77	0,57	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00	2,63
2701-01-041	6,65	10,73	0,00	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	21,13
2701-01-048	10,11	5,59	0,00	16,54	0,00	1,20	0,00	0,00	33,44
2701-01-050	2,83	1,69	0,00	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	6,62
2701-01-053	0,82	0,84	0,00	0,00	0,00	0,56	0,08	0,00	2,30
2701-01-057	0,00	4,94	0,00	0,00	0,00	0,30	0,19	0,00	5,43
2701-01-060	0,17	6,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	7,84
2701-01-062	3,03	23,28	50,00	2,20	0,00	10,97	0,03	0,00	89,51
2701-01-076	21,15	43,41	1,50	270,12	8,13	16,47	0,49	1,00	362,27
2701-01-081	11,21	39,10	0,00	0,04	0,00	22,71	0,00	0,15	73,21
2701-01-085	2,79	9,52	0,00	0,40	0,00	2,95	0,00	0,00	15,66
2701-01-087	0,49	11,65	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00	13,66
2701-01-093	0,94	47,55	0,00	1,80	0,00	5,86	0,00	0,00	56,15
2701-01-094	0,16	34,15	0,00	0,00	0,00	5,01	0,00	0,00	39,32
2701-01-097	0,00	3,75	0,00	0,35	0,00	8,96	0,00	0,00	13,06
2701-01-099	0,94	3,55	0,00	0,08	0,00	6,50	0,00	0,00	11,07

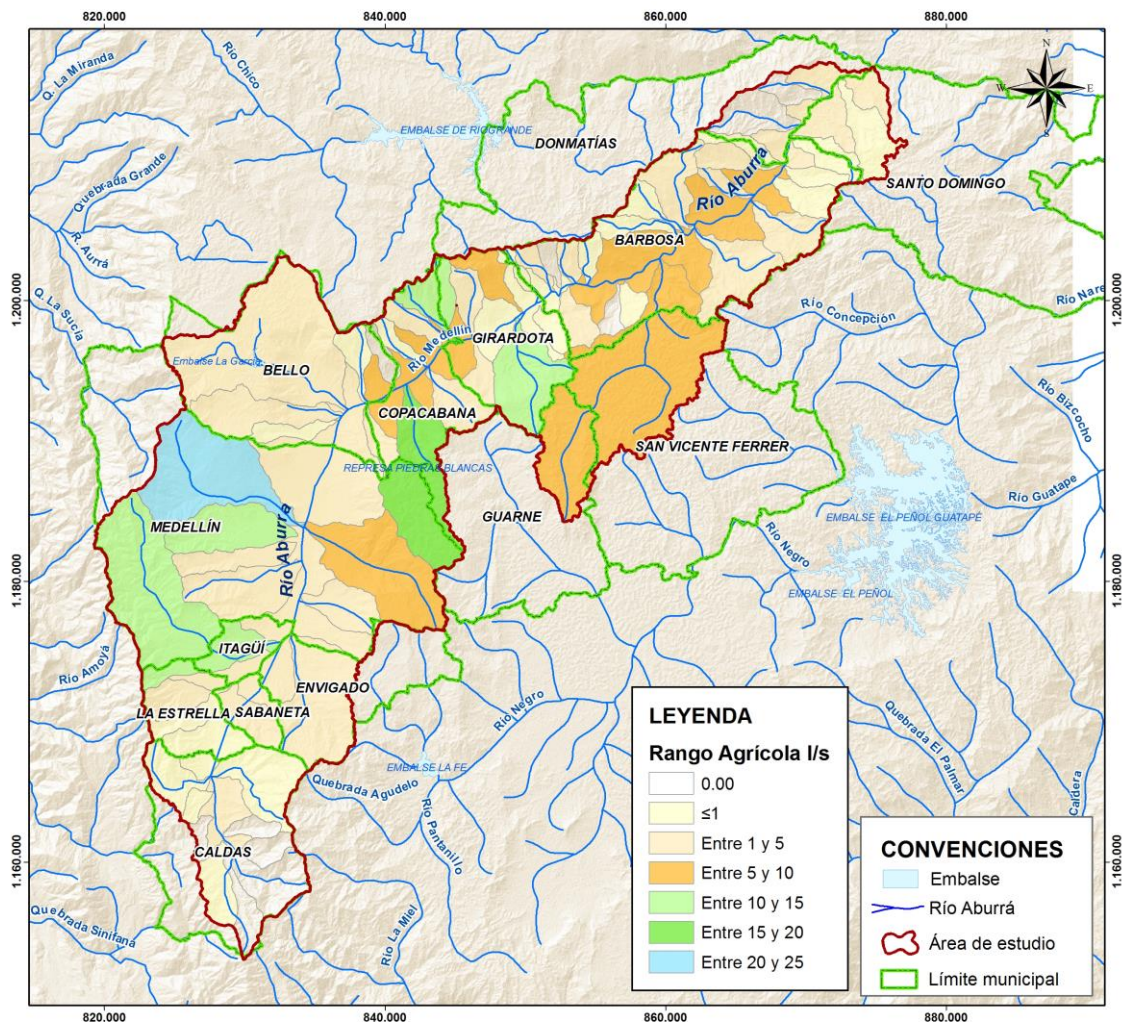
Código	AGRICOLA	DOMESTICO	ENERGÍA	INDUSTRIAL	MINERIA	PECUARIO	RECREATIVO	SERVICIOS	Total
2701-01-100	0,00	1,64	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	2,28
2701-01-29	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,88
2701-01-107	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
2701-01-114	0,10	27,43	0,00	12,71	0,00	14,31	0,00	0,00	54,55
2701-01-124	2,17	40,45	0,00	46,59	0,00	10,88	0,00	1,15	101,24
2701-01-33	3,16	19,18	0,00	389,51	0,00	0,27	0,00	2,46	414,58
2701-01-130	4,35	15,00	0,00	680,61	0,00	0,01	0,00	1,50	701,47
2701-01-136	6,51	23,87	0,00	4,71	0,00	8,71	0,00	0,00	43,80
2701-01-154	19,53	24,10	0,00	10,82	0,00	51,82	1,53	0,29	108,09
2701-01-158	3,48	9,15	0,00	1,02	0,00	3,51	0,00	0,00	17,16
2701-01-169	12,29	123,49	0,00	86,79	0,00	30,83	0,11	0,20	253,71
2701-01-179	5,11	28,99	0,01	0,00	0,00	492,86	0,02	0,27	527,26
2701-01-184	1,85	3,09	0,00	0,01	0,00	1,13	0,00	0,00	6,08
2701-01-192	1,56	1,70	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	3,59
2701-01-197	0,29	0,29	0,00	0,00	0,00	19,64	0,00	0,00	20,22
2701-01-198	0,12	0,64	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,89
2701-01-201	0,09	0,70	0,00	0,00	0,00	2,61	0,70	0,01	4,11
2701-01-206	0,65	10,53	0,00	0,00	0,00	89,44	0,00	0,00	100,62
2701-01-011	3,63	1,05	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	8,48
2701-01-015	1,75	0,20	0,00	0,00	0,00	1,54	0,00	0,00	3,49
2701-01-48	7,68	2,46	0,00	0,07	0,00	3,05	0,00	0,00	13,26
2701-01-49	8,26	25,98	0,00	21,19	0,00	1,01	0,98	0,00	57,42
2701-01-50	0,77	0,49	0,00	10,62	0,00	5,56	0,00	0,00	17,44
2701-01-046	3,48	5,42	0,00	3,00	0,00	7,79	0,00	0,00	19,69
2701-01-52	7,68	15,17	0,00	5,83	0,00	6,45	0,55	0,15	35,83
2701-01-53	3,77	15,99	0,00	20,33	0,00	4,51	0,02	0,15	44,77
2701-01-063	1,92	0,30	0,00	0,00	0,00	15,09	0,00	0,00	17,31
2701-01-064	0,29	0,72	0,00	0,10	0,00	0,97	0,00	0,00	2,08

Código	AGRICOLA	DOMESTICO	ENERGÍA	INDUSTRIAL	MINERIA	PECUARIO	RECREATIVO	SERVICIOS	Total
2701-01-077	1,80	1,97	0,00	0,00	0,69	0,70	0,00	0,00	5,16
2701-01-078	1,99	1,16	0,00	1,04	0,00	1,80	0,00	0,00	5,99
2701-01-079	1,84	10,58	0,00	6,48	0,00	1,47	0,00	0,00	20,37
2701-01-59	0,68	20,79	0,00	24,94	0,00	2,83	0,05	0,00	49,29
2701-01-60	2,01	5,86	0,00	0,48	0,00	3,69	0,00	0,00	12,04
2701-01-109	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
2701-01-119	2,41	14,98	0,00	70,87	0,00	6,81	0,00	0,40	95,47
2701-01-149	3,65	2,03	0,00	9,75	1,00	1,66	0,00	0,00	18,09
2701-01-165	2,70	7,49	0,00	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	12,34
2701-01-171	0,40	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03
2701-01-172	1,72	1,11	0,00	2,58	0,00	5,09	0,00	0,00	10,50
2701-01-175	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
2701-01-176	0,26	0,19	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,71
Total general	194,58	744,36	2021,62	1701,76	9,82	1078,79	5,74	8,34	5765,01

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

De acuerdo a la Tabla 256, se elaboraron las figuras de la demanda hídrica de la cuenca (Figura 232 a la Figura 236). Anexo Cartográfico Aburra_6Salidas Cartográficas/ PDF / 20A a la 20D.

FIGURA 232. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL AGRICOLA

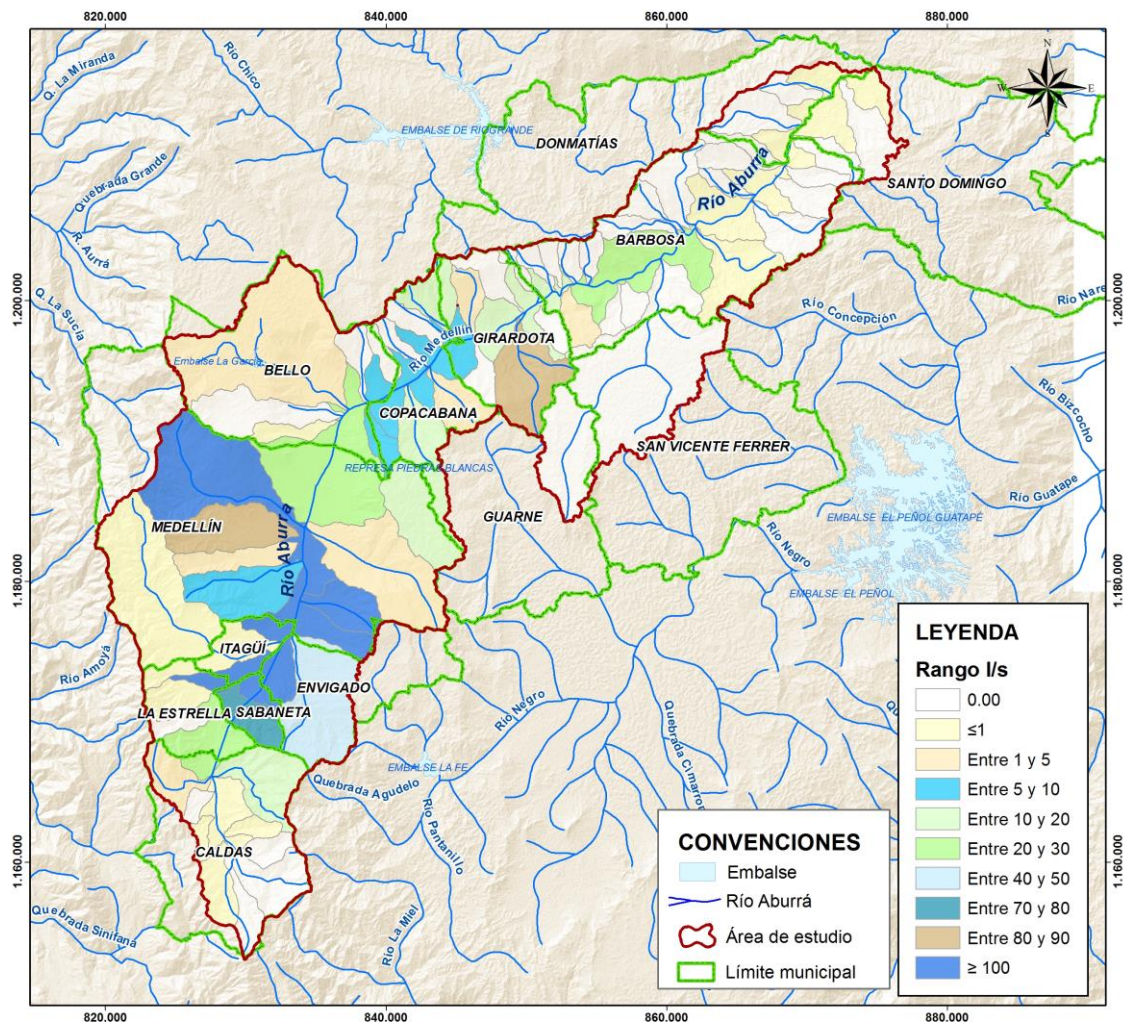


FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

[illegible]

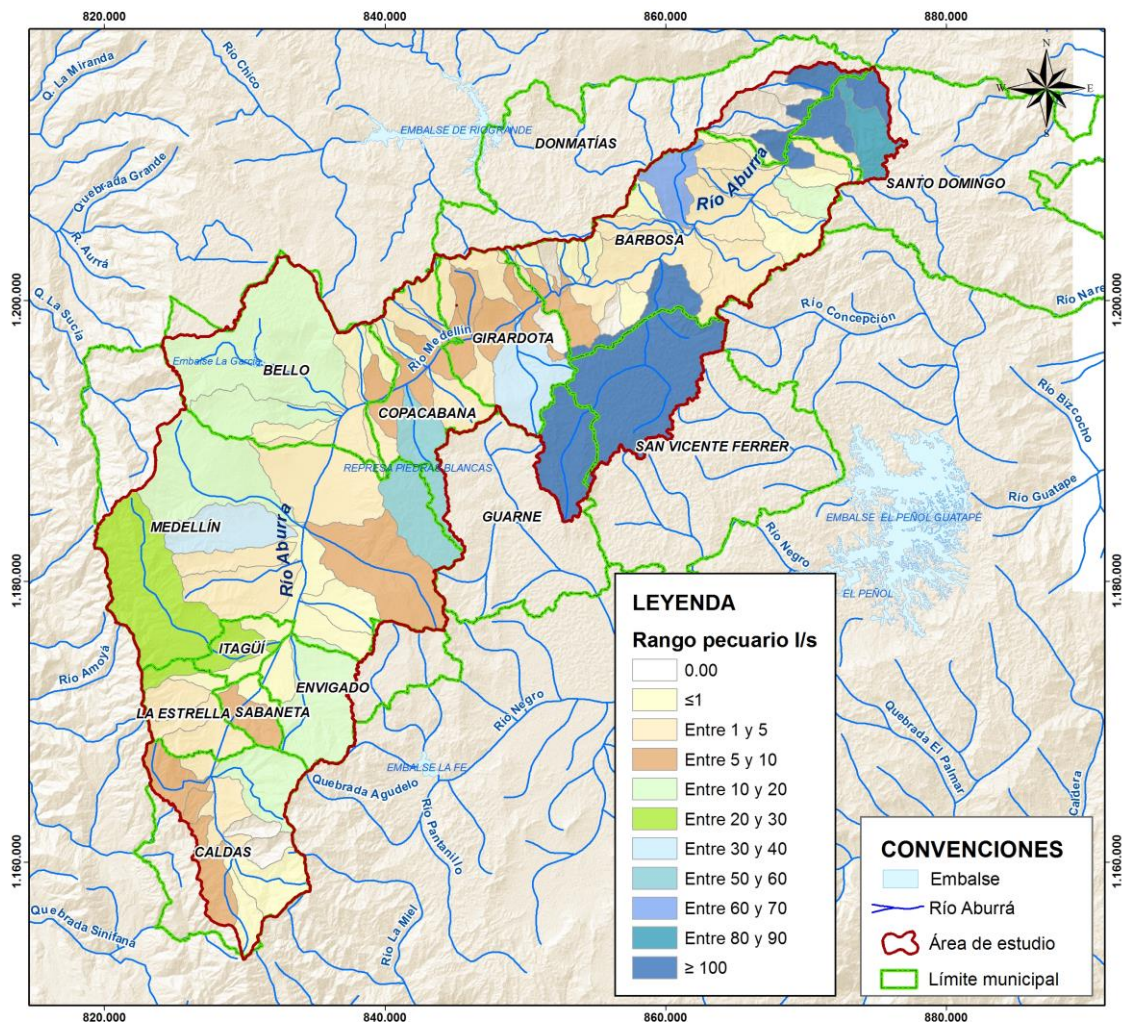
PÁG. 770

FIGURA 234. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL ENERGIA E INDUSTRIAL



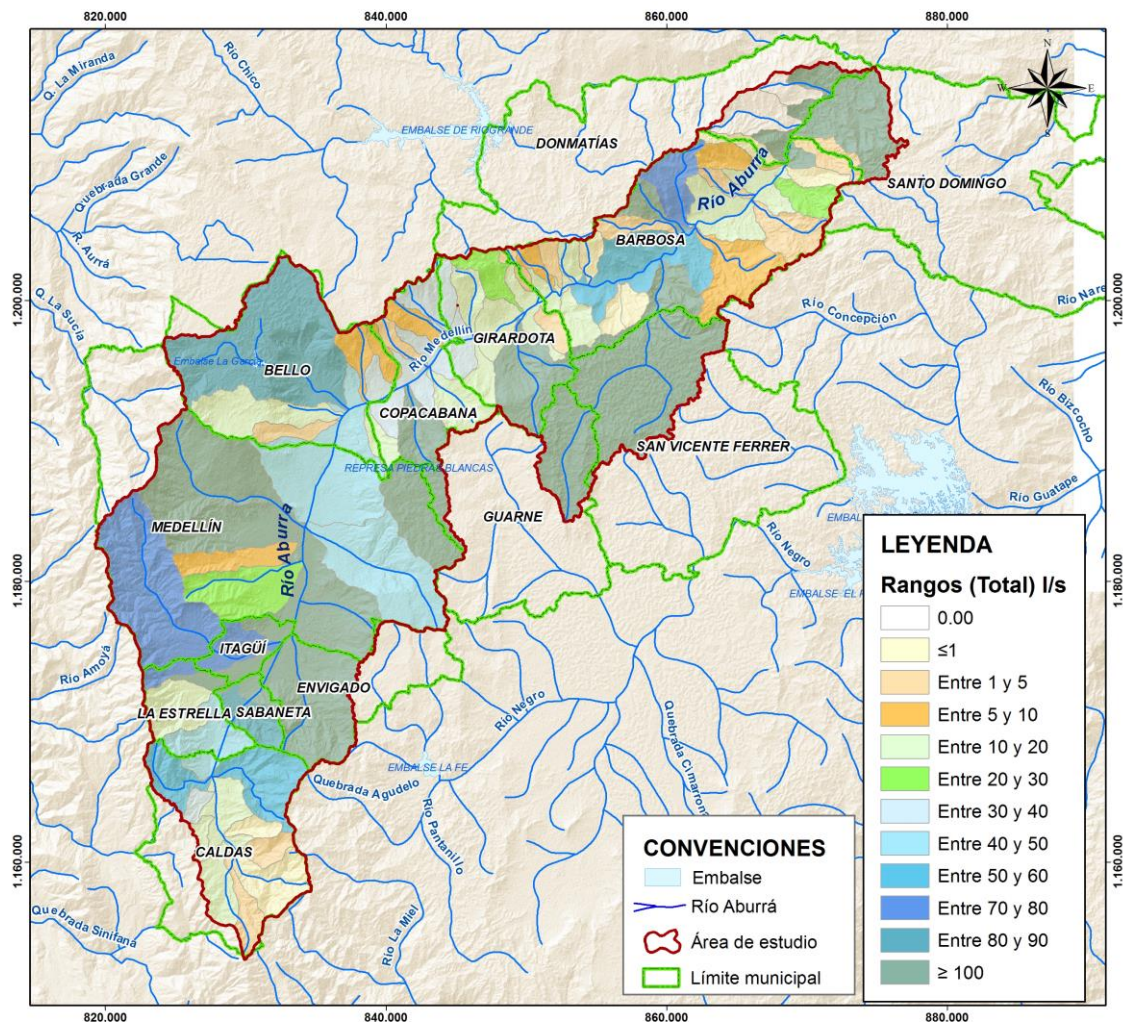
FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 235. DEMANDA HIDRICA SECTORIAL PECUARIO



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 236. DEMANDA HIDRICA TOTAL



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

2.3.7.10. Indicadores de estado del recurso hídrico

Uno de los primeros indicadores estimados es el índice de Aridez, el cual puede ser consultado en el numeral 2.3.1.11 y en los Anexos Diagnóstico / Anexo8 Caract FísicoBiótica / 1Clima – 2Geología..

2.3.7.10.1. Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH

El índice de retención y regulación hídrica – IRH, mide la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales; la interpretación se presenta en la Figura 237. Se calcula a partir de la curva de duración de caudales medios diarios, según la ecuación (IDEAM, 2010).

La curva de duración de caudales sintetiza las características y la interacción de las condiciones geomorfológicas, geológicas, del suelo, de la vegetación y el clima.

Como se mencionó anteriormente, la obtención de este indicador se basa fundamentalmente en la curva de duración de caudales medios diarios para las estaciones que se seleccionen. Su estimación resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios.

La expresión matemática de cálculo es la siguiente:

$$IRH=VP/Vt$$

Dónde:

IRH: Índice de retención y regulación hídrica

VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo del caudal medio

Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios

Los valores obtenidos con la estimación del IRH se agrupan en rangos para facilitar las comparaciones, a cada rango se le asigna una calificación cualitativa, que corresponde a la descripción que se refleja en la Tabla 257.

En la *Tabla 258*, *Tabla 259* y *Figura 238*, se presentan los resultados y categorización del IRH, para la Cuenca del río Aburrá, las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados. Los valores de caudal bajo la curva, el caudal medio (V_p) y el volumen total (V_t), se obtuvieron de las curvas de duración, tal como lo establece la guía del IDEAM.

TABLA 258. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA EN LAS SUBCUENCAS

CÓDIGO	SUBCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01	R. ABURRÁ	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-004	Q. LAURELES	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-006	Q. LA JAGUA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-010	Q. MONTERA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-022	Q. REVENTON	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-032	Q. LA CHACONA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-037	Q. LA SILVA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-041	Q. LA CORREA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-053	Q. LA TOLDA	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-057	Q. GUASIMAL	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-060	Q. SECA	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-062	Q. LA GARCIA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	SUBCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-085	Q. GRANDE	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-093	Q. LA VALERIA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-094	Q. MANDALAY	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-099	Q. LA SALADA	0,77	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-100	Q. LA MINA	0,77	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	0,77	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-107	Q. LA CLARA	0,77	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-114	Q. LA MIEL	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-169	Q. EL SALADO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-179	Q. OVEJAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	SUBCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-011	Q. LA CALDAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-015	Q. POPALITO	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-063	Q. EL HATO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-064	Q. LA LOCA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-077	Q. LA HUESO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-078	Q. LA PICACHA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-149	Q. RODAS	0,85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-171	Q. ENCENILLO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	SUBCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-172	Q. PLATANITO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-175	Q. GUAYABAL	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-176	Q. CORRIENTES	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 259. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA EN LAS MICROCUENCAS

CÓDIGO	MICROCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-01-01	Q. LA MESETA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-004-01	Q. LAURELES	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-004-02	Q. KILONES	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-006-01	Q. LA JAGUA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-010-01	Q. LA MONTERA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-010-02	Q. EL AGUACATE	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-023-01	Q. LAS PEÑAS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-033-01	Q. DEL COROZAL	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-034-01	Q. LA TROCHA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-035-01	Q. SALADITO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-035-02	Q. PIEDRAITA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-037-01	Q. LA SILVA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-048-01	Q. LA CUESTA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-076-01	Q. BORBOLLON	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	MICROCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-076-02	Q. LA PUERTA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-076-03	Q. LA IGUANA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-076-04	Q. LA IGUANA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-076-05	Q. EL LIMO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-076-06	Q. LA FRANCISCA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-01	Q. DOÑA MARIA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-02	Q. LA SORBETADA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-03	Q. LA LARGA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-04	Q. EL CARATEJO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-05	Q. LA CANDELA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-06	Q. LA DESPENSA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-07	Q. LA MANGUALA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-08	Q. LA MANGUALA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-081-09	Q. LA CAMPIÑA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-093-01	LA REVENTONA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-093-02	Q. LA VALERIA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-114-01	Q. LA MIEL	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-01	Q. EL SALADO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-02	Q. LA MIEL	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-03	CAÑADA HONDA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad

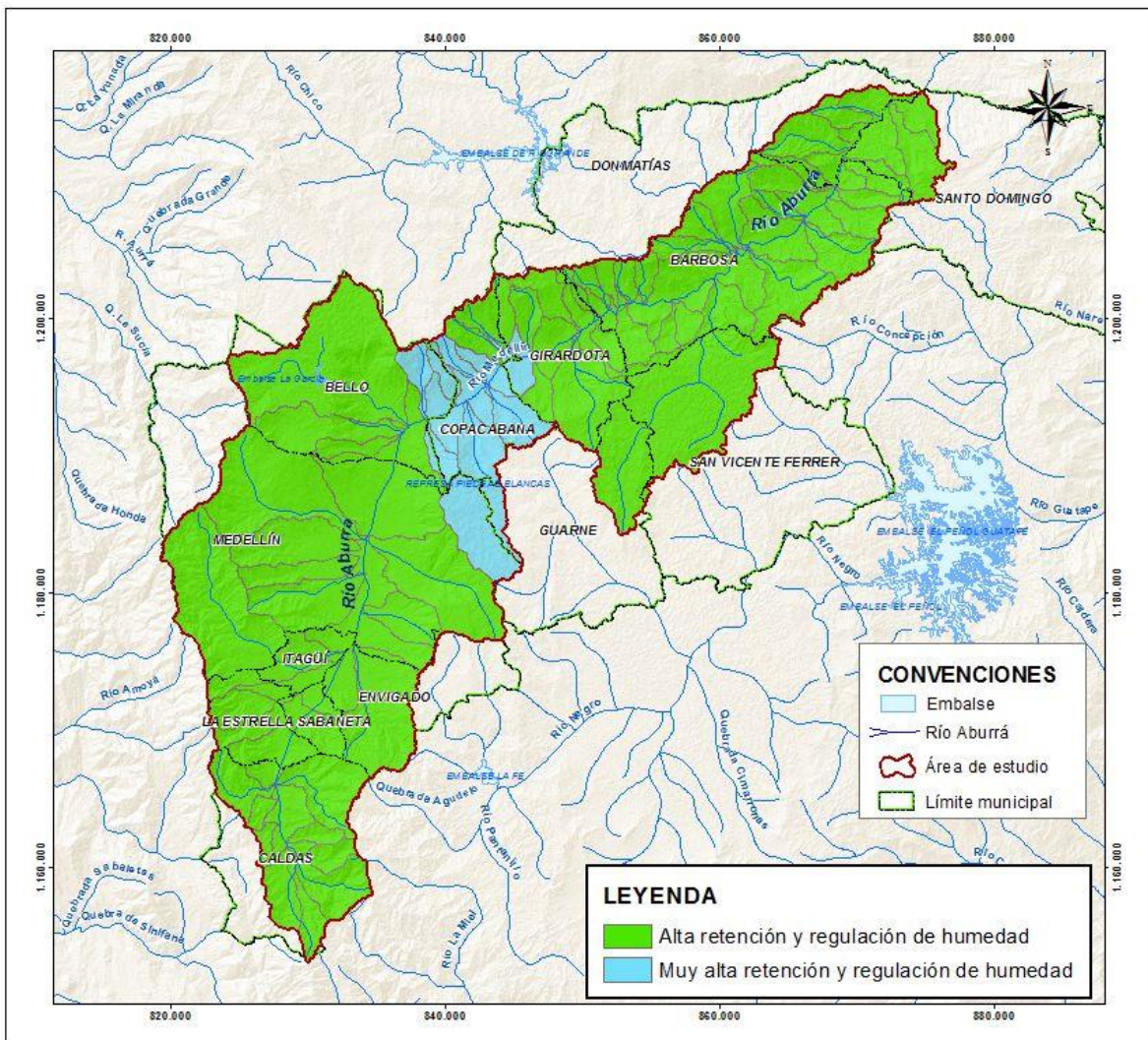
CÓDIGO	MICROCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-124-04	Q. EL PALO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-05	Q. LA PAVITA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-06	Q. LA PAVA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-07	Q. LA SECA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-08	Q. LA SEBASTIANA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-124-09	Q. EL ATRAVESADO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-136-01	Q. SANTA ELENA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-136-02	Q. SAN PEDRO	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-01	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-02	Q. CHORRILLOS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-03	Q. PIEDRAS BLANCAS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-04	Q. LOS CHIQUEROS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-05	Q. EL PERICO	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-154-06	Q. LAS ANIMAS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-158-01	SIN NOMBRE	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-158-02	Q EL SALTO	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-169-01	Q. EL TABANO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-169-02	Q. LA SOPERA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-169-03	Q. MALPASO	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-179-01	Q. LA FONDA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	MICROCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-179-02	Q. LA CHORRERA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-184-01	Q. LA DELIA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-192-01	Q. LA HERRADURA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-201-01	Q. LA MANSA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-206-01	Q. GUASIMAL	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-011-01	Q. LA CALDA	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-015-01	Q. CESTILLAL	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-48-01	Q. EL SILENCIO	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-48-02	Q. CINCO REALES	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-48-03	Q. YARUMITO	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-49-01	Q. LOS PERROS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-49-02	Q. LA LÓPEZ	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-49-03	Q. VALLECITOS	0,79	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-52-01	Q. LA CUESTA	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-52-02	Q. POTRERITOS	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-078-01	Q. LA PICACHA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-078-02	Q. LA PICACHA	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-079-01	SIN NOMBRE	0,82	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-59-01	Q. LA CULEBRA	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-59-02	Q. PALOSANTO	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad

CÓDIGO	MICROCUENCA	IRH	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
2701-01-59-03	Q. LA PEÑOLA	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-59-04	Q. TABLACITA	0,81	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-149-01	Q. EL ATAJO	0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-165-01	Q. EL MALPASO	0,77	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-165-02	Q. EL CURRUCAO	0,50	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-171-01	Q. MARIA IGNACIA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-172-01	Q. LA UVITA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad
2701-01-172-02	Q. LA AGUADA	0,78	Alta	Alta retención y regulación de humedad

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 238. ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

2.3.7.10.2. Índice de uso de agua (IUA)

Relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible.

En sentido estricto el indicador debería considerar la oferta hídrica superficial y subterránea en forma unitaria. Sin embargo, mientras se logra una mayor claridad sobre la oferta de agua subterránea, se considera la oferta hídrica superficial. Esta hace referencia a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.), en relación a la oferta hídrica superficial en la zona de estudio.

$$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Dónde:

Dh: Demanda hídrica sectorial

Oh: Oferta hídrica superficial disponible (esta última resulta de la cuantificación de la oferta hídrica natural sustrayendo la oferta correspondiente al caudal ambiental).

Dh= Σ (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado)

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Ccss + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Dónde

Dh: Demanda hídrica

Ch: Consumo humano o doméstico

Csp: Consumo del sector agrícola

Csm: Consumo del sector industrial

Ccss: Consumo del sector de servicios

Ce: Consumo del sector energía

Ca: Consumo del sector acuícola

Aenc: Agua extraída no consumida

$$Oh = Ohtotal - OQamb$$

Dónde:

Ohtotal: es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

OQamb: es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

El cálculo de la oferta hídrica natural disponible se realiza para condiciones hidrológicas medias y secas con base en las series de caudales medios mensuales y anuales. Las condiciones secas corresponden al año típico seco, construido a partir de la metodología de los caudales ambientales $7Q_{10}$.

Este indicador se calculó para las subcuencas que fueron delimitadas según la zona de estudio. Para el desarrollo de este indicador se tiene en cuenta, la demanda hídrica y la oferta hídrica superficial disponible en las áreas de estudio.

En la Tabla 260 se representan los rangos y categorías del índice de uso del agua.

TABLA 260. RANGOS Y CATEGORÍAS DEL ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)

RANGO (DH/OH)*100 IUA	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
>50	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10,01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 – 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

FUENTE: ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2010

En la *Tabla 261*, *Tabla 262*, *Figura 239* y *Figura 240* se presenta el índice de uso del agua para la Cuenca y subcuencas del río Aburrá, para condiciones hidrológicas secas y medias. Según la definición anterior, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro.

Adicional a lo encontrado en este análisis al interior de la cuenca, se debe considerar el hecho de que gran parte del abastecimiento de los territorios de la Cuenca del río Aburrá proviene de cuencas aledañas, como la de río Grande, cuyos impactos asociados al uso del recurso hídrico se transfieren a dichas cuencas. En este sentido, es posible que este indicador arroje valores optimistas (verde) para algunas de las subcuencas localizadas al interior de la Cuenca del río Aburrá, las cuales probablemente obtengan el recurso del trasvase realizado desde los embalses de Río Grande II o La Fé, donde podrían encontrarse valores del IUA mucho mayores en las subcuencas que los abastecen, como indicador de una fuerte presión al recurso hídrico (PORH río Grande, CORANTIOQUIA, 2016).

TABLA 261. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01	R. ABURRÁ	15,1	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	21,9	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-004	Q. LAURELES	0,0	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-006	Q. LA JAGUA	0,0	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-010	Q. MONTERA	0,1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	28,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
				la oferta disponible
2701-01-022	Q. REVENTÓN	0,4	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	3,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-032	Q. LA CHACONA	1,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	19	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	5,6	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	10,9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-037	Q. LA SILVA	4,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-041	Q. LA CORREA	14,4	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	15,5	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	6,6	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-053	Q. LA TOLDA	3,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-057	Q. GUASIMAL	8,2	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-060	Q. SECA	8,3	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-062	Q. LA GARCIA	6,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	44,4	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	6,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
				la oferta disponible
2701-01-085	Q. GRANDE	10,2	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	12,3	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-093	Q. LA VALERIA	23,0	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-094	Q. MANDALAY	59,2	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	19,9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-099	Q. LA SALADA	4,5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-100	Q. LA MINA	1,3	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	0,2	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-107	Q. LA CLARA	0,9	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-114	Q. LA MIEL	11,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	15,9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN	55,0	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	49,8	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	6,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	18,5	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	10,2	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-169	Q. EL SALADO	54,5	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-179	Q. OVEJAS	26,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	1,6	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	1,5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	14,4	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	1,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	2,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	41,3	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-011	Q. LA CALDAS	7,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-015	Q. POPALITO	5,3	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	3,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	10,1	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	4,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	16,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	8,9	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	5,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-063	Q. EL HATO	5,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-064	Q. LA LOCA	2,2	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-077	Q. LA HUESO	1,3	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-078	Q. LA PICACHA	3,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	5,2	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN (INTERCUENCA 5)	13,0	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	4,7	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	0,2	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	53,4	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-149	Q. RODAS	22,2	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	13,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-171	Q. ENCENILLO	3,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN MEDIA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-172	Q. PLATANITO	8,2	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-175	Q. GUAYABAL	0,0	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-176	Q. CORRIENTES	0,9	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

TABLA 262. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q₁₀

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN SECA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01	R. ABURRÁ	27,7	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	40,4	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-004	Q. LAURELES	0,0	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-006	Q. LA JAGUA	0,0	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-010	Q. MONTERA	0,3	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	52,8	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-022	Q. REVENTÓN	0,6	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	5,5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-032	Q. LA CHACONA	2,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	34,0	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN SECA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	10,0	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	19,6	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-037	Q. LA SILVA	8,5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-041	Q. LA CORREA	25,8	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	30,4	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	12,9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-053	Q. LA TOLDA	7,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-057	Q. GUASIMAL	15,3	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-060	Q. SECA	15,5	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-062	Q. LA GARCIA	15,5	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	101,3	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	13,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-085	Q. GRANDE	23,3	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	25,1	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-093	Q. LA VALERIA	54,4	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-094	Q. MANDALAY	140,0	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible

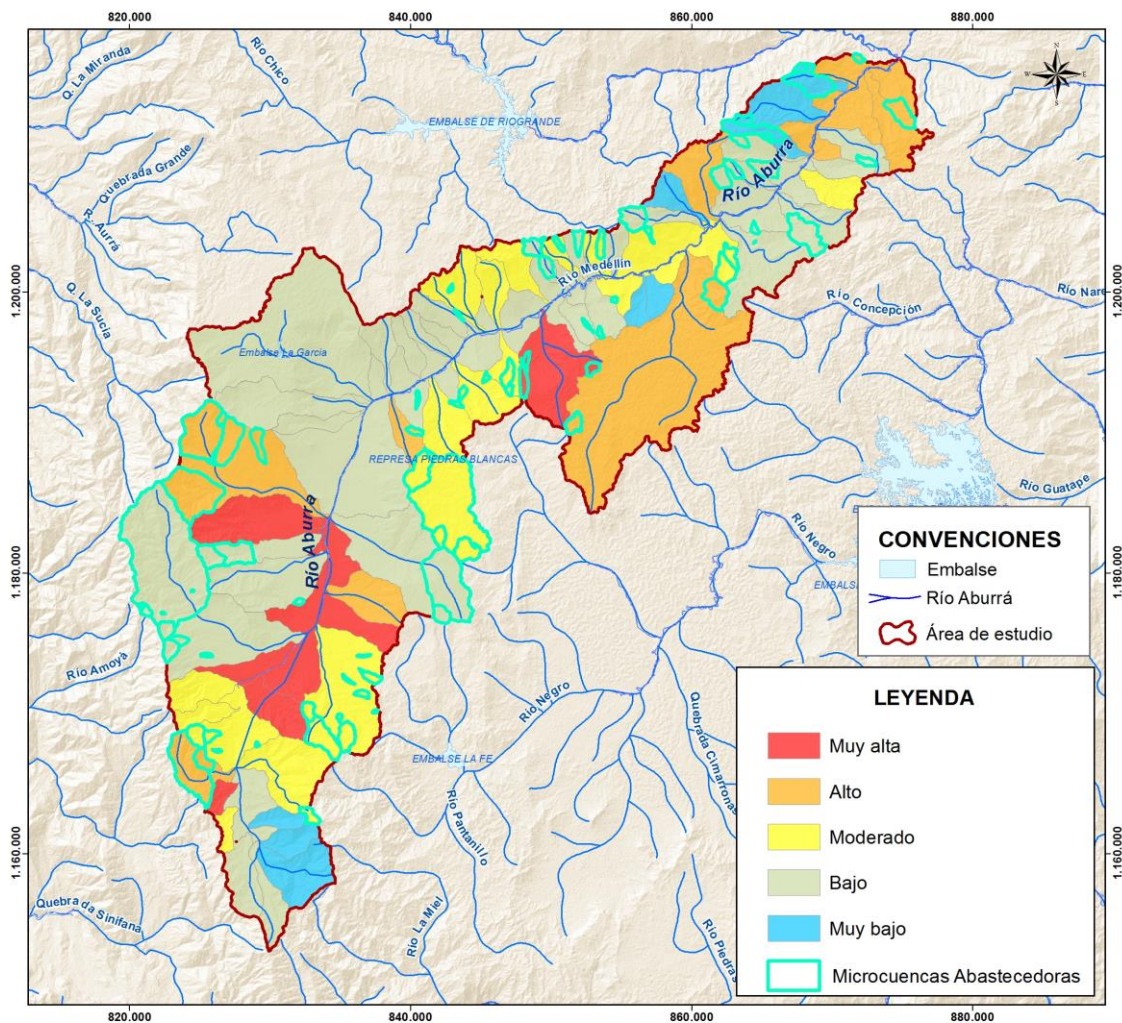
CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN SECA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	47,0	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-099	Q. LA SALADA	9,4	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-100	Q. LA MINA	2,7	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	0,5	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-107	Q. LA CLARA	1,9	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-114	Q. LA MIEL	27,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	36,2	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN	125,5	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	113,6	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	13,9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	34,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	19,1	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-169	Q. EL SALADO	97,6	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-179	Q. OVEJAS	49,0	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	2,9	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	2,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN SECA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	26,5	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	1,9	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	5,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	76,2	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-011	Q. LA CALDAS	13,0	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-015	Q. POPALITO	9,7	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	5,5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	18,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	8,6	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	32,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	16,6	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	11,7	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-063	Q. EL HATO	11,6	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-064	Q. LA LOCA	5,1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

CÓDIGO	SUBCUENCA	IUA (CONDICIÓN SECA)	CATEGORÍA IUA	SIGNIFICADO
2701-01-077	Q. LA HUESO	3,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-078	Q. LA PICACHA	7,0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	12,0	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN (INTERCUENCA 5)	26,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	11,2	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	0,4	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	121,9	Muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-149	Q. RODAS	41,6	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	26,9	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
2701-01-171	Q. ENCENILLO	6,8	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
2701-01-172	Q. PLATANITO	14,8	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
2701-01-175	Q. GUAYABAL	0,1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
2701-01-176	Q. CORRIENTES	1,7	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 239. ÍNDICE DE USO DEL AGUA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA PARA LA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

[illegible]

2.3.7.10.3. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH)

PÁG. 798

El Índice de Vulnerabilidad Hídrico por Desabastecimiento se determina a través de una matriz de relación de rangos del Índice de Regulación Hídrica (IRH) y el Índice de Uso de Agua (IUA). Las categorías de este índice se presentan en la Tabla 263.

TABLA 263. MATRIZ DE RELACIÓN PARA CARACTERIZAR EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO (IVH)

CATEGORÍAS ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE DESABASTECIMIENTO (IVH)		
ÍNDICE DE USO DE AGUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN	CATEGORÍA VULNERABILIDAD
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy bajo	Muy alto

FUENTE. ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA, 2010

Este indicador se calculó para las subcuencas identificadas en el río Aburrá, teniendo los resultados de los índices de retención y regulación hídrica y del índice del uso del agua, el cual se muestra en la Tabla 264 y Tabla 265, para cada una de las condiciones hidrológicas establecidas. (Figura 241 y Figura 242)

TABLA 264. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA

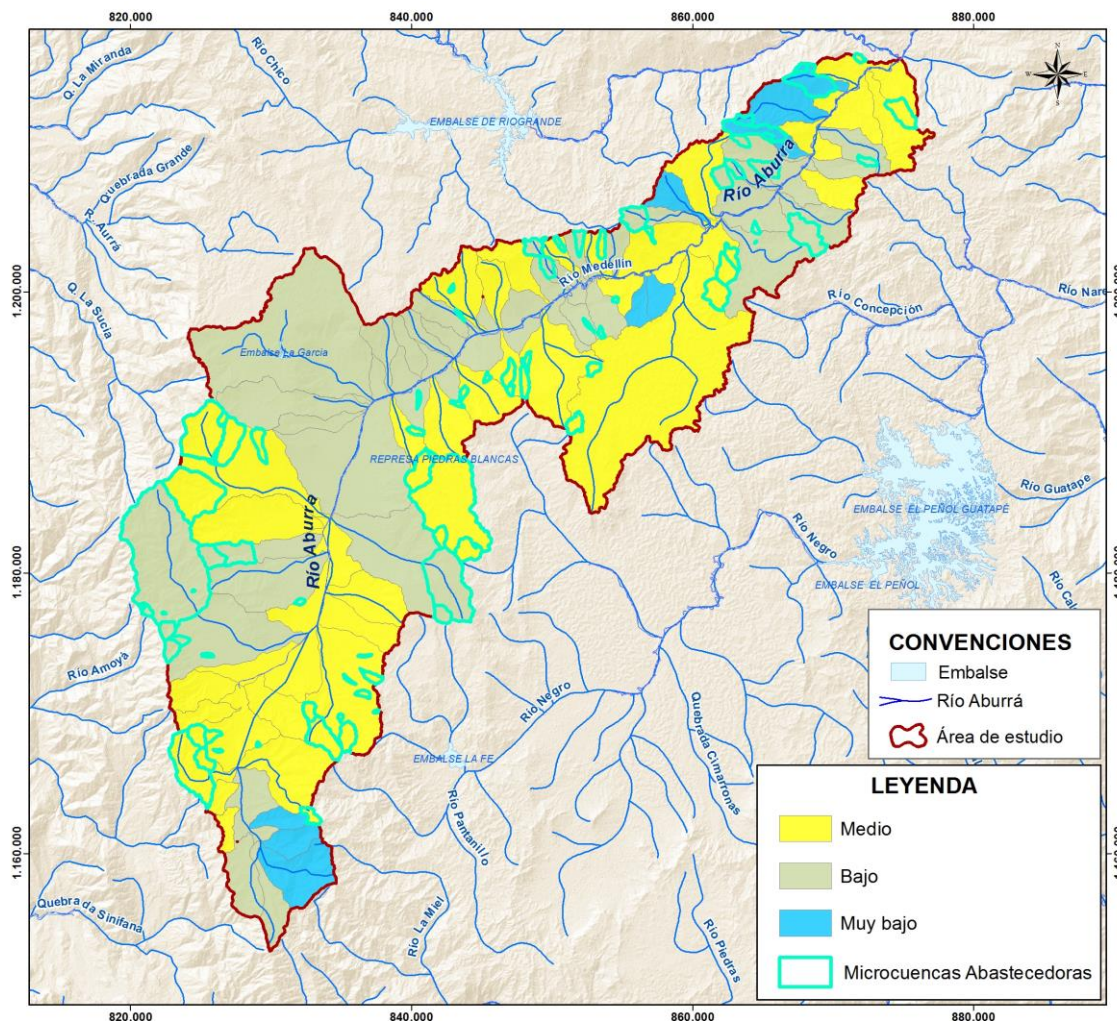
CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01	R. ABURRÁ	Moderado	Alta	Medio
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	Alto	Alta	Medio
2701-01-004	Q. LAURELES	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-006	Q. LA JAGUA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-010	Q. MONTERA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	Alto	Alta	Medio
2701-01-022	Q. REVENTON	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-032	Q. LA CHACONA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-037	Q. LA SILVA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-041	Q. LA CORREA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	Moderado	Alta	Medio
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-053	Q. LA TOLDA	Bajo	Muy alta	Bajo
2701-01-057	Q. GUASIMAL	Bajo	Muy alta	Bajo
2701-01-060	Q. SECA	Bajo	Muy alta	Bajo
2701-01-062	Q. LA GARCIA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	Alto	Alta	Medio
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-085	Q. GRANDE	Moderado	Alta	Medio
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-093	Q. LA VALERIA	Alto	Alta	Medio

CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01-094	Q. MANDALAY	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-099	Q. LA SALADA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-100	Q. LA MINA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-107	Q. LA CLARA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-114	Q. LA MIEL	Moderado	Alta	Medio
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	Moderado	Alta	Medio
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLÍN	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	Alto	Alta	Medio
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-169	Q. EL SALADO	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-179	Q. OVEJAS	Alto	Alta	Medio
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	Alto	Alta	Medio
2701-01-011	Q. LA CALDAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-015	Q. POPALITO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	Moderado	Alta	Medio

CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	Bajo	Muy alta	Bajo
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-063	Q. EL HATO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-064	Q. LA LOCA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-077	Q. LA HUESO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-078	Q. LA PICACHA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Moderado	Alta	Medio
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-149	Q. RODAS	Alto	Muy alta	Medio
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	Moderado	Alta	Medio
2701-01-171	Q. ENCENILLO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-172	Q. PLATANITO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-175	Q. GUAYABAL	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-176	Q. CORRIENTES	Muy bajo	Alta	Muy bajo

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

FIGURA 241. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA MEDIA



FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

En la cuenca predomina el índice medio de vulnerabilidad hídrica, fundamentalmente debido a que la calificación de regulación es alta por las características morfométricas de la cuenca. Sin embargo, es frecuente encontrar en el territorio preocupación por posibles desabastecimientos del recurso, no solamente ante eventos extremos, sino en condiciones climáticas normales. Se argumenta que se mantiene una alta informalidad en el aprovechamiento del recurso y se mantiene la tendencia a deforestar áreas y a impermeabilizar con obras o pastos otras zonas, lo que afecta la regulación del ciclo hidrológico.

TABLA 265. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO ABURRÁ PARA LA CONDICIÓN HIDROLÓGICA SECA – METODOLOGÍA 7Q₁₀

CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01	R. ABURRÁ	Alto	Alta	Medio
2701-01-01	DIRECTOS R. ABURRÁ A SALIDA	Alto	Alta	Medio
2701-01-004	Q. LAURELES	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-006	Q. LA JAGUA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-010	Q. MONTERA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-021	Q. SANTA ROSA	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-022	Q. REVENTON	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-023	Q. LAS PEÑAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-032	Q. LA CHACONA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-033	Q. LOS TOTUMOS	Alto	Alta	Medio
2701-01-034	Q. LAS LAJAS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-035	Q. LA QUESIANIEGA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-037	Q. LA SILVA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-041	Q. LA CORREA	Alto	Alta	Medio
2701-01-048	Q. EL LIMONAL	Alto	Alta	Medio
2701-01-050	Q. LOS AGUACATES	Moderado	Alta	Medio
2701-01-053	Q. LA TOLDA	Bajo	Muy alta	Bajo
2701-01-057	Q. GUASIMAL	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-060	Q. SECA	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-062	Q. LA GARCIA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-076	Q. LA IGUANÁ	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-081	Q. DOÑA MARIA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-085	Q. GRANDE	Alto	Alta	Medio
2701-01-087	Q. LA BERMEJALA	Alto	Alta	Medio
2701-01-093	Q. LA VALERIA	Muy alta	Alta	Medio

CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01-094	Q. MANDALAY	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-097	Q. LA LEJÍA	Alto	Alta	Medio
2701-01-099	Q. LA SALADA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-100	Q. LA MINA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-29	RÍO ABURRÁ ALTO	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-107	Q. LA CLARA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-114	Q. LA MIEL	Alto	Alta	Medio
2701-01-124	Q. LA AYURÁ	Alto	Alta	Medio
2701-01-33	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-130	Q. LA PRESIDENTA	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-136	Q. SANTA ELENA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-154	Q. PIEDRAS BLANCAS	Alto	Muy alta	Medio
2701-01-158	Q. LA CHUSCALA	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-169	Q. EL SALADO	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-179	Q. OVEJAS	Alto	Alta	Medio
2701-01-184	Q. DOSQUEBRADAS	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-192	Q. LA HERRADURA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-197	Q. AGUAS CLARAS	Alto	Alta	Medio
2701-01-198	Q. SANTO DOMINGO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-201	Q. AGUA FRIA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-206	Q. PIEDRA GORDA	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-011	Q. LA CALDAS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-015	Q. POPALITO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-48	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 1)	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-49	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 2)	Moderado	Alta	Medio

CÓDIGO	SUBCUENCA	CATEGORÍA IUA	CALIFICACIÓN IRH	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)
2701-01-50	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 3)	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-046	Q. LOS ORTEGAS	Alto	Alta	Medio
2701-01-52	DIRECTOS R. ABURRÁ (INTERCUENCA 4)	Moderado	Muy alta	Medio
2701-01-53	DIRECTOS R. ABURRÁ A COPACABANA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-063	Q. EL HATO	Moderado	Alta	Medio
2701-01-064	Q. LA LOCA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-077	Q. LA HUESO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-078	Q. LA PICACHA	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-079	Q. ALTAVISTA	Moderado	Alta	Medio
2701-01-59	DIRECTOS R. ABURRÁ ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	Alto	Alta	Medio
2701-01-60	DIRECTOS R. ABURRÁ A CALDAS	Moderado	Alta	Medio
2701-01-109	Q. LA BRUNERA	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-119	Q. LA DOCTORA	Muy alta	Alta	Medio
2701-01-149	Q. RODAS	Alto	Muy alta	Medio
2701-01-165	Q. EL CURRUCAO	Alto	Alta	Medio
2701-01-171	Q. ENCENILLO	Bajo	Alta	Bajo
2701-01-172	Q. PLATANITO	Moderado	Alta	Medio
2701-01-175	Q. GUAYABAL	Muy bajo	Alta	Muy bajo
2701-01-176	Q. CORRIENTES	Bajo	Alta	Bajo

FUENTE: ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ABURRÁ., 2016

Mapa de la cuenca del río Aburrá en Colombia, mostrando la zona de estudio del proyecto de construcción de la represa de Piedras Blancas. El mapa incluye la red hidrográfica, las microcuencas abastecedoras, los embalses existentes y las áreas de inundación potencial. Se muestran coordenadas UTM y una escala de 1:100,000.

CONVENCIONES

- Embalse
- Río Aburrá
- Área de estudio

LEYENDA

- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- Microcuencas Abastecedoras

En condición hidrológica seca, se incrementa de manera considerable la vulnerabilidad de la cuenca, ante lo cual se hace imprescindible de manera integral implementar medidas que mejoren la regulación del ciclo hídrico, incluyendo la mejora de condiciones de calidad y recarga del acuífero.

El presente capítulo contiene los resultados obtenidos del estudio hidrológico de la Cuenca del río Aburrá, en el cual se desarrollaron análisis de datos de las estaciones hidrológicas, caracterización

del régimen hidrológico, estimación de los caudales ambientales, oferta hídrica disponible, demanda hídrica e indicadores de estado del recurso hídrico en la cuenca.

En el análisis de los datos se aplicaron pruebas a las estaciones de caudal ubicadas en la Cuenca del río Aburrá, las cuales fueron: cambio en la media prueba T simple (Lettenmaier, 1976b); para cambio en la varianza prueba F simple (Devore, 1982) (Lettenmaier, 1976a); para tendencia de la serie Prueba T (Salas, 1992), obteniendo como resultado que las estaciones presentan cambio en la media y la varianza. Además, se pudo verificar la relación entre el índice del ONI y el caudal, donde se puede apreciar que las estaciones que se localizan en el cauce principal del río Aburrá tienen un alto grado de correlación con el índice del ONI a lo largo de todos los meses. Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de tendencia aplicado a las estaciones, no es pertinente realizar un análisis de no estacionalidad a las series de caudal para el análisis de eventos extremos ya sean mínimos o máximos, teniendo en cuenta que estas series son estacionarias, según la prueba T de tendencia en la media.

Para la caracterización del régimen hidrológica de las subcuencas y microcuencas abastecedoras del río Aburrá se aplicó el modelo lluvia-escorrentía GR4J. Este modelo es considerado parsimonioso ya que solo tiene 4 parámetros, en el cual su calibración incluye la optimización de sus parámetros. La calidad del ajuste se verificó comparando la serie simulada de caudales y el respectivo registro, las curvas de duración de caudales, así como mediante 4 criterios de eficiencia, el cual dio muy buenos resultados en el proceso de calibración y validación del modelo con las estaciones ubicadas sobre el cauce principal.

Para analizar el desabastecimiento hídrico se estimó el Índice de Uso del Agua IUA, que resulta de la comparación entre la demanda existente y la oferta disponible de agua en cada subcuenca. Para analizar el comportamiento en el tiempo de este índice se calculó para la condición media y para la condición seca o de caudales mínimos. Según el significado del índice, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. Teniendo en cuenta lo anterior, varias subcuencas se encuentran en este rango, con valores de IUA en las categorías de Muy Alto y Alto, por lo que es recomendable iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, para evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a futuro.

La cuenca en términos generales tiene una fuerte presión hacia el recurso hídrico debido al crecimiento de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, y lo que ofrece la misma no es suficiente para atender esta demanda, al punto que la ciudad se ve en la necesidad de obtener el recurso de otras cuencas para suplir sus necesidades.

Aun cuando el río Aburrá presenta un gran potencial hidrológico y una fuerte presión antrópica, existe una muy baja cobertura de estaciones hidrológicas en la zona. La cuenca cuenta con información hidrológica en la parte media y baja de la misma, dos estaciones localizadas sobre afluentes secundarios y una sobre el cauce principal en la parte baja, las cuales se consideran insuficientes para conocer su real potencial. Además, estas estaciones se encuentran operadas por las Empresas Públicas de Medellín - EPM, entidad que es el usuario principal pero no es la autoridad competente, de ahí la importancia que las autoridades ambientales de la cuenca inicien programas, proyectos de instrumentación para medición de caudales y precipitación; de tal manera, que tengan un mayor conocimiento del régimen hidro-climático y por ende, elementos y datos suficientes para tomar las decisiones que sean necesarias para el manejo, control y uso del recurso. Dentro de la Fase de Formulación de ésta actualización, se plantean programas y proyectos encaminados a lograr estos objetivos.

Así mismo, se detectó que se requiere conocer con mayor precisión y suficiencia la información con respecto a la demanda del recurso, para lo cual se recomienda realizar un censo de usuarios para toda la Cuenca del río Aburrá, que permita establecer las demandas reales por sus usos respectivos, incluyendo las reglamentaciones y legalización de las concesiones de agua, lo cual también se ha contemplado en la Fase de Formulación.