

AJUSTE PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN
FASE DE DIAGNÓSTICO
RESUMEN EJECUTIVO



Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica

“AGUA PARA EL MAÑANA”



RESUMEN EJECUTIVO

FEBRERO 2017

CONSORCIO ORDENAMIENTO CUENCA RIO OTÚN

Carrera 18 E Nro. 42 B 352, Local 5
(6) 3141728 Pereira (Risaralda)

pomcasrisaralda@gmail.com

@POMCASRisaraldayOtún

#POMCASRisaralda



MINAMBIENTE



MINHACIENDA



**Fondo
Adaptación**



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN



TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 | CONFORMACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO OTÚN..... | 3 |
| 2.1 | <i>Resultados del proceso de Conformación del Consejo de Cuenca.....</i> | 4 |
| 3 | CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA | 6 |
| 3.1 | <i>Localización de la cuenca y división político administrativa</i> | 7 |
| 4 | CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO | 9 |
| 4.1 | <i>Clima.....</i> | 9 |
| 4.1.1 | Caracterización y localización de la red meteorológica existente | 9 |
| 4.1.2 | Caracterización temporal y espacial del clima..... | 11 |
| 4.1.2.1 | Temperatura | 11 |
| 4.1.2.2 | Precipitación | 13 |
| 4.1.3 | Construcción de curvas IDF | 16 |
| 4.1.4 | Zonificación climática | 17 |
| 4.1.5 | Resultados del Índice de Aridez (IA)..... | 19 |
| 4.1.6 | Resultados del Índice de Aridez (IA)..... | 21 |
| 4.1.7 | Balance hídrico | 22 |
| 4.1.8 | Balance hídrico para análisis de recarga de agua subterránea | 23 |
| 4.1.9 | Identificación de la variabilidad climática en la cuenca y la influencia de fenómenos macroclimáticos | 25 |
| 4.1.10 | Variación Mensual de la Precipitación..... | 27 |
| 4.2 | <i>Geología y Geomorfología.....</i> | 30 |
| 4.2.1 | Geología | 30 |
| 4.2.2 | Geomorfología | 34 |
| 4.2.1.1 | Procesos morfodinámicos..... | 39 |
| 4.3 | <i>Hidrogeología</i> | 40 |
| 4.3.1 | Modelo Hidrogeológico Conceptual | 41 |
| 4.4 | <i>Hidrografía</i> | 44 |
| 4.4.1 | Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados..... | 44 |
| 4.4.2 | Unidades de gestión hídrica o Franjas hidrográficas | 47 |
| 4.5 | <i>Microcuenca.....</i> | 49 |
| 4.6 | <i>Morfometría.....</i> | 50 |
| 4.6.1 | Morfometría subcuencas río Otún y Afluentes directos del río Cauca | 53 |
| 4.6.2 | Análisis parámetros morfométricos nivel de subcuenca | 53 |
| 4.6.3 | Morfometría microcuencas del río Otún y Afluentes directos del río Cauca | 54 |
| 4.6.4 | Morfometría de microcuenca..... | 56 |
| 4.7 | <i>Pendientes</i> | 56 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 4.8 | Hidrología | 58 |
| 4.8.1 | Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas | 58 |
| 4.8.2 | Inventario de infraestructura hidráulica que afecta la oferta | 58 |
| 4.8.3 | Análisis de sistemas lénticos naturales | 59 |
| 4.8.4 | Caracterización del régimen hidráulico e hidrológico | 61 |
| 4.8.5 | Caudales máximos | 62 |
| 4.8.6 | Caudales mínimos | 63 |
| 4.8.7 | Transporte de sedimentos río Otún | 65 |
| 4.8.8 | Oferta hídrica superficial mediante implementación de un modelo lluvia-escorrentía | 65 |
| 4.8.8.1 | Puntos y cuencas de interés | 66 |
| 4.8.8.2 | Resultados del modelo mensual | 69 |
| 4.8.8.3 | Resultados modelo diario | 70 |
| 4.8.9 | Estimación de caudales ambientales | 74 |
| 4.8.10 | Oferta Hídrica Disponible | 74 |
| 4.8.11 | Demanda hídrica | 75 |
| 4.8.11.1 | Demanda por uso en el área POMCA | 77 |
| 4.8.11.2 | Demanda hídrica subterránea por municipios que conforman la Cuenca | 77 |
| 4.8.11.3 | Demanda hídrica subterránea por uso del agua en cada uno de los municipios de la cuenca del río Otún | 78 |
| 4.9 | Calidad de agua | 79 |
| 4.9.1 | Descripción y evaluación de la red de monitoreo de calidad del recurso hídrico | 79 |
| 4.9.2 | Identificación de actividades que generan vertimientos por sector doméstico e industrial | 80 |
| 4.9.3 | Línea base de cargas contaminantes | 83 |
| 4.9.3.1 | Cargas contaminantes sector doméstico | 83 |
| 4.9.3.2 | Cargas contaminantes sector Industrial | 84 |
| 4.9.3.3 | Cargas contaminantes sector porcícola | 87 |
| 4.9.4 | Realización de campañas de monitoreo | 87 |
| 4.9.5 | Diagnóstico de factores de contaminación de recurso hídrico | 90 |
| 4.9.5.1 | Gestión de residuos en área rural | 92 |
| 4.10 | Capacidad de uso de las tierras | 93 |
| 4.10.1 | Descripción de unidades de capacidad de uso | 95 |
| 4.10.2 | Mapa de capacidad de uso | 98 |
| 4.10.3 | Cultivos transitorios intensivos (CTI) | 100 |
| 4.10.4 | Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) | 100 |
| 4.10.5 | Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) | 101 |
| 4.10.6 | Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) | 101 |
| 4.10.7 | Sistemas agrosilvícolas (AGS) | 102 |
| 4.10.8 | Sistema forestal protector (FPR) | 102 |
| 4.10.9 | Áreas para la conservación de la naturaleza y la recreación (CRE) | 103 |
| 4.11 | Cobertura y uso de la tierra | 104 |
| 4.11.1 | Coberturas de la cuenca del río Otún | 104 |
| 4.12 | Caracterización de vegetación, flora y fauna | 106 |
| 4.12.1 | Flora | 106 |



| | | |
|---------|--|-----|
| 4.12.2 | Fauna Silvestre | 106 |
| 4.13 | Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos..... | 107 |
| 5 | CARACTERIZACIÓN SOCIAL, CULTURAL, ECONÓMICA Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO | 109 |
| 5.1 | Sistema Social | 110 |
| 5.1.1 | Dinámica poblacional..... | 110 |
| 5.1.2 | Servicios sociales básicos | 110 |
| 5.1.2.1 | Educación..... | 110 |
| 5.1.2.2 | Salud..... | 111 |
| 5.1.2.3 | Tamaño predial asociado a presión demográfica | 112 |
| 5.2 | Sistema Cultural | 121 |
| 5.3 | Caracterización político administrativa | 121 |
| 5.3.1 | Oferta Institucional | 121 |
| 5.3.2 | Organización ciudadana | 124 |
| 6 | CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA..... | 126 |
| 6.1 | Identificación del nivel jerárquico de los asentamientos urbanos | 126 |
| 6.2 | Relaciones Urbano-Rurales y Urbano-Regionales | 126 |
| 6.3 | Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca | 127 |
| 6.3.1 | Competitividad..... | 129 |
| 7 | CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE RIESGO | 131 |
| 8 | ANÁLISIS SITUACIONAL | 152 |
| 8.1 | Análisis de potencialidades..... | 153 |
| 8.1.1 | Potencialidades desde el componente hídrico | 153 |
| 8.1.2 | Potencialidades desde el componente calidad de agua | 153 |
| 8.1.3 | Potencialidades Clima..... | 155 |
| 8.1.4 | Potencialidades Regulación hídrica | 156 |
| 8.1.5 | Potencialidades geomorfológicas del territorio y capacidad de uso de los suelos para soportar actividades productivas de manera sostenible | 156 |
| 8.1.6 | Cambios de las coberturas y usos del suelo | 157 |
| 8.1.7 | Potencialidades desde la riqueza biológica | 158 |
| 8.1.8 | Identificación de clases de suelos y sus limitaciones | 162 |
| 8.2 | Análisis de limitantes y condicionamientos | 163 |
| 8.2.1 | Limitantes calidad de agua | 163 |
| 8.2.2 | Limitantes componente clima y oferta hídrica | 164 |
| 8.2.3 | Limitantes demanda hídrica | 164 |
| 8.2.4 | Limitantes servicios sociales básicos | 165 |
| 8.2.5 | Presiones que limitan la integridad ecosistémica | 167 |
| 8.2.6 | Síntesis desde una aproximación al análisis político administrativo | 168 |
| 8.3 | Análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales | 168 |



| | | |
|-------|---|-----|
| 8.3.1 | Conflictos por uso del recurso Hídrico | 169 |
| 8.3.2 | Determinación de conflictos de recurso hídrico..... | 170 |
| 8.3.3 | Análisis de resultados conflictos recurso hídrico..... | 172 |
| 8.4 | <i>Conflictos por uso de la Tierra</i> | 175 |
| 8.5 | <i>Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos</i> | 176 |
| 9 | SÍNTESIS AMBIENTAL | 181 |
| 9.1 | <i>Determinación de Áreas Críticas</i> | 183 |
| 9.2 | <i>Consolidación de Línea Base de Indicadores</i> | 184 |
| 10 | ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS..... | 248 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Grupo de actores elegidos para representar el Consejo de Cuenca | 5 |
| Tabla 2. Datos para curva IDF Estación La Laguna | 16 |
| Tabla 3. Clasificación Caldas según piso térmico | 17 |
| Tabla 4. Rangos clasificación climática de Lang | 17 |
| Tabla 5. Calificaciones del índice de aridez | 19 |
| Tabla 6. Resultados de la Ecuación de Balance Hídrico para la cuenca del río Otún | 24 |
| Tabla 6 unidades litoestratigráficas en la cuenca | 31 |
| Tabla 7 Unidades Geológicas Superficiales UGS | 33 |
| Tabla 8 Caracterizaciones geomecánicas de las UGS | 34 |
| Tabla 9. Jerarquización Geomorfológica en la cuenca según Carvajal | 36 |
| Tabla 10. Tabla resumen de unidades geomorfológicas según Zinck para la cuenca | 38 |
| Tabla 11 Relación de áreas de los municipios con relación al POMCA | 44 |
| Tabla 12. Microcuencas Otún y otras directas al Cauca | 49 |
| Tabla 13. Unidades hidrológicas con cálculo los parámetros morfométricos. | 50 |
| Tabla 14. Parámetros morfométricos cuenca río Otún | 51 |
| Tabla 15. Parámetros morfométricos subcuencas río Otún y tributarios directos al río Cauca | 55 |
| Tabla 16 Rangos de Pendientes en porcentaje | 57 |
| Tabla 17 Rangos de Pendientes en grados | 57 |
| Tabla 18. Caudales máximos para períodos de retorno río Otún, Estación la Bananera | 62 |
| Tabla 19. Caudales máximos para períodos de retorno río Otún, Estación La Bananera | 62 |
| Tabla 20. Caudales mínimos para períodos de retorno del río Otún, La Bananera | 64 |
| Tabla 21. Caudales mínimos para períodos de retorno de la Q. Dos quebradas, Estación Campestre | 64 |
| Tabla 22. Puntos de cierre hídrico para la delimitación de cuencas de interés para el modelo WEAP en la cuenca del río Otún | 66 |
| Tabla 23. Oferta hídrica superficial (período húmedo) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún | 71 |
| Tabla 24. Oferta hídrica superficial (período normal) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún | 72 |
| Tabla 25. Oferta hídrica superficial (período seco) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún | 73 |
| Tabla 26. Caudales ambientales para la bocatoma Nuevo Libaré según el método de 7Q10 y Q95 | 74 |
| Tabla 27. Oferta hídrica natural disponible | 75 |
| Tabla 28. Demanda hídrica por cada uno de los municipios que conforman el Área POMCA del río Otún. | 76 |
| Tabla 29. Demanda hídrica por uso del agua en cada uno de los municipios del Área POMCA del río Otún en l/s | 76 |
| Tabla 30. Demanda hídrica por usos del agua cuenca del río Otún | 77 |
| Tabla 31. Demanda hídrica por municipios que conforman la Cuenca | 78 |
| Tabla 32. Demanda hídrica subterránea por uso del agua en cada uno de los municipios de la cuenca del río Otún | 78 |
| Tabla 33. Estaciones de monitoreo de calidad para el seguimiento del PORH | 79 |
| Tabla 34. Consolidado de permisos de vertimientos domésticos | 81 |
| Tabla 35. Sistemas de tratamiento de aguas residuales | 81 |
| Tabla 36. Vertimientos a cuerpos de agua Empresas de Servicios Públicos | 84 |
| Tabla 37. Permisos de vertimiento sector porcícola | 87 |
| Tabla 38. Fechas de las campañas de aforo y muestreos en la cuenca del río Otún | 88 |
| Tabla 39. Resultados de aforos | 88 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 40. Resultados estación El Cedral | 89 |
| Tabla 41. Resultados estación Antes Bocatoma Nuevo Libaré..... | 89 |
| Tabla 42. Resultados estación después de quebrada San José..... | 89 |
| Tabla 43. Resultados estación Casa de máquinas Belmonte | 90 |
| Tabla 44. Resultados estación Pereira..... | 90 |
| Tabla 45. Resultados estación Desembocadura quebrada Dosquebradas..... | 90 |
| Tabla 46. Empresas Prestadoras del Servicio Público de Aseo en el municipio de Pereira | 91 |
| Tabla 47. Cobertura en la prestación del servicio por prestador, según número de suscriptores. ... | 91 |
| Tabla 48. Producción mensual de residuos sólidos en el área rural de Pereira | 92 |
| Tabla 49. Producción per cápita de residuos sólidos en el área rural. | 92 |
| Tabla 50. Unidades de usos principales propuestos | 99 |
| Tabla 51. Tabla resumen de coberturas..... | 105 |
| Tabla 52. Tabla resumen de los usos del suelo para la cuenca del Río Otún..... | 105 |
| Tabla 53. Cuenca Otún área de los municipios en la cuenca..... | 110 |
| Tabla 54. Porcentaje de Cobertura de establecimientos de Educación Básica y Media en el área de la Cuenca y el total de cobertura por municipios de la Cuenca | 111 |
| Tabla 55. Distribución de Cobertura del sistema de salud para la Cuenca Otún | 111 |
| Tabla 56. Distribución en porcentaje para cobertura en Salud en la Cuenca Otún | 112 |
| Tabla 57. Cuenca Otún, predios por municipio | 113 |
| Tabla 58. Cuenca Otún, predios por rango de tamaño | 113 |
| Tabla 59. Municipio de Pereira, número de predios según tamaño, por vereda | 114 |
| Tabla 60. Municipio de Dosquebradas, número de predios según tamaño, por vereda..... | 115 |
| Tabla 61. Municipio de Santa Rosa de Cabal, número de predios según tamaño, por vereda..... | 116 |
| Tabla 62. Municipio de Marsella, número de predios según tamaño, por vereda | 116 |
| Tabla 63. Productos alimenticios de la Canasta básica en Colombia | 118 |
| Tabla 64. Principales alimentos frescos de la canasta familiar de Colombia | 120 |
| Tabla 65. Oferta Institucional de Orden Nacional..... | 122 |
| Tabla 66. Oferta Institucional de Orden Regional..... | 123 |
| Tabla 67. Oferta Institucional de Orden Municipal..... | 123 |
| Tabla 68. Organizaciones ciudadanas identificadas en la cuenca | 125 |
| Tabla 69. Municipios de la Cuenca y su relación a Servicios Sociales básicos. | 128 |
| Tabla 70. Servicios ecosistémicos | 129 |
| Tabla 71. áreas y porcentajes susceptibles en la cuenca | 133 |
| Tabla 72. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal. | 133 |
| Tabla 73. Nivel de amenaza para la cuenca | 137 |
| Tabla 74. Amenaza por incendios forestales por áreas en la cuenca del río Otún..... | 140 |
| Tabla 75. Elementos físicos expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta..... | 141 |
| Tabla 76. Áreas Ambientales expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta..... | 142 |
| Tabla 77. Áreas SINAP expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta..... | 142 |
| Tabla 78. Población expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta. | 143 |
| Tabla 79. Inventario de elementos expuestos ante amenaza por Incendios..... | 143 |
| Tabla 80. Inventario de elementos expuestos ante amenaza por Incendios..... | 143 |
| Tabla 81. Coberturas del suelo expuestos a amenaza por Incendios | 144 |
| Tabla 82. Inventario de elementos lineales expuestos a amenaza por Inundaciones..... | 144 |
| Tabla 83. Inventario de elementos puntuales expuestos a amenaza por Inundaciones | 145 |
| Tabla 84. Análisis de riesgo según la metodología | 148 |
| Tabla 85. Análisis de riesgo según la metodología | 149 |
| Tabla 86. Resultados del ICA..... | 155 |
| Tabla 87. Calificación de conflictos del recurso hídrico..... | 169 |
| Tabla 88. Conflictos recurso hídrico cuenca Otún..... | 171 |

Tabla 89 Relación de los indicadores e índices de coberturas naturales para identificar el tipo de conflictos por pérdida de cobertura naturales en ecosistemas estratégicos.177

Tabla 90 Áreas de acuerdo a los conflictos de pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos.....179

Tabla 91. Ponderación para cinco variables203

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 Esquema metodológico de ajuste de la delimitación del área del POMCA | 7 |
| Figura 2 Localización geográfica del POMCA | 8 |
| Figura 3. Esquema de localización de estaciones cuenca Otún | 10 |
| Figura 4. Isotermas cuenca Otún | 12 |
| Figura 5. Isoyetas cuenca río Otún | 14 |
| Figura 6. Óptimo pluviométrico cuenca río Otún | 15 |
| Figura 7. Curva IDF estación La Laguna..... | 16 |
| Figura 8. Zonificación Climática en el Área del POMCA del Río Otún. | 18 |
| Figura 9. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del Río Otún..... | 20 |
| Figura 10. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del Río Otún..... | 20 |
| Figura 11. Índice de Aridez en el Área del POMCA del Río Otún. | 21 |
| Figura 12. Comportamiento de la lluvia y los caudales en la cuenca del río Otún para meses Niña | 25 |
| Figura 13. Comportamiento de la lluvia y los caudales en la cuenca del río Otún para meses Niño | 26 |
| Figura 14. Comportamiento de la lluvia y los caudales para meses normales - cuenca Otún | 26 |
| Figura 15. Variabilidad climática isoyetas enero | 28 |
| Figura 16. Variabilidad climática isotermas enero | 29 |
| Figura 17. Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos según Carvajal | 37 |
| Figura 18. Mapa geomorfológico con criterios de paisaje según Zink (2012) | 39 |
| Figura 19. Mapa de procesos morfodinámicos en relación con los sistemas del terreno según Zink | 40 |
| Figura 20. Esquematación del modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del Río Otún..... | 42 |
| Figura 21. Sistema de codificación de unidades hidrográficas..... | 45 |
| Figura 22. Subcuencas de estudio cuenca río Otún y directos al Cauca | 46 |
| Figura 23. Microcuencas de estudio cuenca río Otún | 46 |
| Figura 24. Subcuencas y Microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos.... | 47 |
| Figura 25. Franjas hidrográficas cuenca río Otún y directos al Cauca. | 48 |
| Figura 26. Perfil drenaje principal río Otún | 52 |
| Figura 27. Curva hipsométrica río Otún | 53 |
| Figura 28. Caudales Medios, máximos y Mínimos en el Río Otún | 58 |
| Figura 29. Perfil del Río Otún..... | 61 |
| Figura 30. Análisis de Frecuencia Estación La Bananera, Río Otún..... | 63 |
| Figura 31. Distribución de caudales mínimos en la Estación La Bananera, río OtúnFuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016..... | 64 |
| Figura 32. Curva de Duración de Caudal | 67 |
| Figura 33. Curva de Duración de Caudal 2008 – 2009 | 68 |
| Figura 34. Caudal río Otún, escenario de Referencia | 68 |
| Figura 35. Caudal Observado Vs Modelado período 1998 - 2002, escenario de referencia | 69 |
| Figura 36. Caudal mensual desembocadura principales tributarios del río Otún | 69 |
| Figura 37. Caudal promedio diario desembocadura principales tributarios del río Otún | 70 |
| Figura 38. Localización redes de monitoreo..... | 80 |
| Figura 39. Esquema de localización de estaciones de monitoreo..... | 88 |
| Figura 40 Mapa geomorfológico..... | 94 |
| Figura 41. Mapa de capacidad de uso. | 98 |
| Figura 42 Mapa y leyenda de usos principales propuestos..... | 104 |
| Figura 43. Áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y suelos de protección ubicados en jurisdicción de la cuenca del río Otún..... | 108 |

Figura 44. Distribución de predios según tamaño en la Cuenca Otún117

Figura 45. Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa cuenca hidrográfica del río Otún..132

Figura 46. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.134

Figura 47. Mapa de susceptibilidad ante inundaciones y avenidas torrenciales.135

Figura 48. Amenaza por Movimientos en Masa.137

Figura 49. Zonas de amenaza alta por inundaciones, cerca del cauce del río Otún.....138

Figura 50. Amenaza por incendios forestales en la cuenca del río Otún140

Figura 51. Zonas de priorización151

Figura 52. Histórico del INSF para el río Otún.....154

Figura 53. Zonificación de conflictos por recurso hídrico173

Figura 54. Tipo de conflictos de uso del suelo175

Figura 55. Conflictos de Uso del Suelo176

Figura 56 Mapa Conflictos por pérdida de cobertura de ecosistemas.....178

Figura 57 Ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Otún179

Figura 58 Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos en el área del POMCA del río Otún180

Figura 59 Diagrama de Síntesis Ambiental en la Cuenca del Río Otún182

Figura 60. Mapa de Áreas Críticas.....183

Figura 61: Diseño de Flyer para Consejo de Cuenca.....249

Figura 62 Diseño de Flyer para invitación Taller de Diagnóstico.....250

1 INTRODUCCIÓN

La Fase de Diagnóstico se ha constituido en un paso fundamental en el proceso de actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica del Río Otún, entendiéndose en un contexto de planificación ambiental del territorio definido según la Ley 99 de 1993, como *“la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible”*; razón por la cual el ordenamiento ambiental del territorio comprende no sólo acciones concretas en la identificación de problemáticas e intervenciones físicas, bióticas, económicas y sociales sobre él, sino también la organización de los grupos sociales e instituciones que tienen injerencia en las decisiones que lo afectan.

Es así como el ordenamiento de cuencas parte de un proceso de planificación sistemático, previsivo, continuo e integral que busca establecer y mantener un equilibrio adecuado entre el aprovechamiento del patrimonio natural para mejorar las condiciones de vida de la población. Según los principios orientadores, se trata de un proceso permanente de participación, concertación, planeación, ejecución, seguimiento y ajuste con todos los actores que componen la Cuenca.

En esta Fase de Diagnóstico en la cual se incluye territorialmente los municipios de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella, del departamento de Risaralda, bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, se logró conformar el Consejo de Cuenca y determinar el estado actual en sus componentes físico-bióticos, socioeconómicos y culturales, político administrativos, funcionales y de gestión del riesgo, que sirvieron de base para el análisis situacional y la síntesis ambiental de la Cuenca objeto de ordenación y manejo.

En efecto, el diagnóstico permitió conocer la situación de la Cuenca y abordar de manera integral las potencialidades, conflictos, limitantes y restricciones ambientales; además de brindar la posibilidad de identificar entre ellas las relaciones de causa-efecto, las cuales serán el soporte para el desarrollo de las Fases de Prospectiva y Zonificación Ambiental y de Formulación.

En coherencia con lo anterior, el resumen ejecutivo tiene como propósito evidenciar los principales resultados derivados del Diagnóstico, manteniendo la estructura de la guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas-POMCAS. Se inicia con el resultado de la conformación del Consejo de Cuenca como mecanismo fundamental de participación de los actores



sociales que se encuentran relacionados con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales del territorio bajo la influencia de la Cuenca.

Posteriormente se presenta la caracterización básica, en la cual se resalta la división político administrativa y su ubicación geográfica, para dar paso a los resultados generales del componente Biofísico relacionados con la temática de Clima, Geología, Hidrogeología, Morfometría, Hidrografía, Pendientes, Hidrología, Calidad del agua, Geomorfología, Capacidad de uso de las tierras, Cobertura y Usos de la tierra, Caracterización de la vegetación y Flora-Characterización Fauna, así como de los Ecosistemas Estratégicos.

Luego se presentan los aspectos clave del sistema social, cultural, económico y político administrativo de la Cuenca, seguido por la caracterización funcional en la cual se establecen las relaciones urbano regionales y urbano rurales, las interacciones económicas y la capacidad de soporte de los diferentes servicios ecosistémicos.

Lo anterior contribuyó a la consolidación del documento de gestión del riesgo constituido en una temática que marca la interdisciplinariedad del POMCA, en la cual se plasman las diferentes amenazas en relación a movimientos de masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios por coberturas naturales, así como las vulnerabilidades de carácter físico, social y económico.

Por último, se presenta el análisis situacional que establece el análisis de potencialidades, limitantes y conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales, específicamente los conflictos por el uso del agua, el suelo y la pérdida de coberturas naturales. Adicional a esto se consolida la síntesis ambiental que evidencia una priorización de los problemas y los diferentes indicadores de los componentes del POMCA, así como el análisis de áreas críticas.

Como cierre de este resumen se reúnen las actividades complementarias llevadas a cabo para la difusión de la información en todas las redes sociales y medios de comunicación, los espacios de socialización y discusión con los actores sociales y los materiales divulgativos entregados en el marco de la fase de diagnóstico.

Finalmente se espera que este resultado soporte las siguientes Fases de Prospectiva y Zonificación Ambiental y Formulación y sea puesto a disposición tanto para la Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER como para los entes territoriales en los futuros procesos de planificación y ordenamiento ambiental del territorio.

2 CONFORMACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO OTÚN

A partir de finales de los años 90's con la creación de la normatividad relacionada al ordenamiento territorial en el país, se incorpora la visión de *participación* de manera activa en la planificación y ordenación territorial. Una de las primeras instancias de coordinación y de consulta fue los Consejos Territoriales de Planeación; posteriormente en el año 2012 mediante la expedición del Decreto 1640 (actual 1076 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), se consolida la creación de los Consejos de Cuenca en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS. Reglamentado por la Resolución 0509 del 2013.

Si bien la Cuenca Hidrográfica del Río Otún cuenta con un Plan de Ordenación y Manejo adoptado en el 2008 por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, no contaba con un Consejo de Cuenca, por tal motivo para el ajuste y revisión del POMCA del río Otún que se encuentra en construcción por parte del Consorcio Ordenamiento Cuenca río Otún, se exige la creación del mismo.

El proceso para la conformación del Consejo de Cuenca en el ajuste y revisión del POMCA del río Otún, parte de la precitada Resolución 0509/2013, los Alcances Técnicos del actual ajuste y la estrategia de participación planteada desde la fase de Aprestamiento, en la cual se identificaron, caracterizaron y priorizaron los actores de la Cuenca.

En ese sentido, la estrategia de participación plantea en la fase de diagnóstico actuar bajo tres líneas fundamentales: *Difusión, inclusión y representatividad*”, lo cual fue tenido en cuenta para el diseño de los escenarios de Conformación de Consejo de Cuenca, en los cuales entre otros temas se profundizó en: i) Qué es un Consejo de Cuenca, ii) qué es ser un Consejero de Cuenca iii) procedimiento para la elección del Consejo de Cuenca y iv) el Manual del Consejero de Cuenca del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Realizada la socialización e inducción a los Actores sobre el Consejo de Cuencas se procede a la Convocatoria pública en la página web de CARDER y los periódicos locales para la elección. A partir de ello, se realiza el acompañamiento a los actores que manifestaron voluntad e interés en participar de la elección, para asesorarlos en la recolección, consolidación y presentación la de la documentación requerida de acuerdo al tipo de actor. Cerrada la convocatoria por CARDER, se participa en la revisión de la documentación, con el propósito de subsanar algún faltante por parte de los postulados.

La elección se lleva a cabo con la presencia de la CARDER y el acompañamiento del Consorcio en dos procedimientos: El primero la elección de los entes territoriales con jurisdicción en la Cuenca, donde se hace la elección de tres municipios como presentes en la Cuenca. El segundo, la elección de las organizaciones de la sociedad civil cuyo objeto específico fuera la protección del medio ambiente, las juntas de acción comunal, organizaciones que asocien o agremien sectores productivos, personas prestadoras de servicios públicos, personas prestadoras de servicio de acueducto y alcantarillado, instituciones de educación superior y la categoría de los demás. Se resalta que las asociaciones que agremien campesinos, manifestaron el interés de participar, pero no alcanzaron a presentarse a la convocatoria.

Conformado el Consejo, el Consorcio y la Corporación acompañan las sesiones del mismo para deliberar y nombrar presidente, secretario y suplentes, además de la construcción del reglamento de Consejo de Cuenca. Adicionalmente se realiza la presentación del avance del diagnóstico del POMCA del Otún para recibir aportes para la retroalimentación del mismo y la aprobación del mismo.

2.1 Resultados del proceso de Conformación del Consejo de Cuenca.

La conformación del Consejo de Cuenca se realizó con el acompañamiento permanente del Consorcio y la presencia de la CARDER, a partir de tres fases: Convocatoria, Verificación de la documentación y Elección de los representantes. La convocatoria para la elección de los representantes se realizó además de los espacios de participación, con banner físico y virtual de invitación, boletín de prensa, correos personalizado a los actores claves y llamadas. La segunda fase de entrega y verificación de documentación requerida para la conformación del Consejo de Cuenca se llevó a cabo según el artículo 3 de la resolución 0509 de 2013 que establece los requisitos para hacer parte del Consejo de Cuenca. Estos requisitos fueron revisados de acuerdo a los grupos de actores postulados, después de la revisión y buscando que este fuera un proceso participativo e incluyente.

En la tercera fase se eligieron los miembros por mayoría de votos de los asistentes. Los actores votaron por la organización que consideraron cumplía con las características para representarlos a partir la trayectoria y acciones desarrolladas en la cuenca. La elección de los actores municipales se hizo de manera coordinada por CARDER y acompañada por el Consorcio; como resultado se obtuvo la representación de las alcaldías de los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal.

Como resultado final se obtuvo un total de 19 miembros que representa a 8 tipos de actores (Organizaciones que asocien o agremien sectores productivos Personas prestadoras de servicios de acueducto y alcantarillado, Organizaciones no

gubernamentales cuyo objeto exclusivo sea la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, Las Juntas de Acción Comunal, Instituciones de educación superior, Municipios con jurisdicción en la cuenca, Departamentos con jurisdicción en la cuenca, Los demás, que resulten del análisis de actores) que se presentaron al respectivo Consejo de Cuenca, lográndose ver representada por actores de la Cuenca baja, media y alta y de los 4 municipios Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella.

Tabla 1. Grupo de actores elegidos para representar el Consejo de Cuenca.

| Grupo de actores | Postulados | Representantes |
|--|---|--|
| Organizaciones que agremien o asocien el sector productivo | FENAVI | Adriana Dávila Velásquez |
| | ANDI | Natalia Cortez |
| | Comité Intergremial | Gustavo Aristizábal -. German Calle Zuluaga |
| Personas prestadoras de servicios públicos de acueducto y alcantarillado | AMAC | Mariano Holguín Tabares |
| | Aguas y Aguas | Francisco Valencia López (Delegado) Jorge Henan Marulanda |
| | ACUASEO | Roberto Parra López |
| Organizaciones no gubernamentales con énfasis ambiental | Fundación Combia | Alfredo Gartner Valencia |
| | COMVIDA | |
| | Red Otún | Carlos Albeiro Coronado |
| Instituciones de educación superior | CORPO OTÚN | Albeiro Rendón Gálvez |
| | Universidad Católica de Pereira U.C.P | Fabián Morales Quiceno |
| Los demás | Universidad Tecnológica de Pereira U.T.P | Jorge Iván Orozco |
| | Parques nacionales naturales | Gloria Teresita Serna |
| Juntas de acción comunal | J.A.C vereda la bananera de Pereira. | Oscar Eduardo Naranjo |
| | J.A.C vereda la Siria de Pereira | Efrén Cuero Aguirre |
| | J.A.C Estación Pereira | Gloria Sánchez |
| Municipios con jurisdicción en la cuenca. | Alcaldía de Pereira, Delegado Andrés Sáenz y Eduardo Forero | |
| | Alcaldía de Dosquebradas, Delegado Julián Carrizosa | |
| | Alcaldía de Santa Rosa de Cabal, Delegado Diana Marcela Ramírez | |
| Departamentos con jurisdicción en la cuenca. | Gobernación de Risaralda, Delegado Diana Lucia Gómez | |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

3 CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

De acuerdo con la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER la cual fue remitida por el Fondo Adaptación, se realizó su descarga e integración en la estructura según el catálogo de objetos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a una escala 1:25.000, esto se entiende como la forma de estructurar organizadamente los datos geográficos según los estándares nacionales, este constituye 13 conjuntos de datos espaciales que permiten estructurarse por temática asociada (datasets).

Con lo anterior se unificaron las 14 planchas del POMCA capa a capa manteniendo la integridad espacial y la información proyectada al mismo sistema de coordenadas definido.

No todas las capas de la GDB contienen información geográfica, por lo que se deja la estructura para los elementos que se integren a la base por parte del IGAC, entidad encargada de la producción de la información cartográfica.

Los elementos principales que contienen información son:

Curvas de nivel, drenajes sencillos, drenajes dobles, vías, anotaciones de los elementos topográficos, además de construcciones esta información constituye en principio la información de referencia con la que se ayudó a determinar el perímetro de la Cuenca y su correspondiente ajuste del estudio oficial de la sectorización hidrográfica del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM).

Para la delimitación cartográfica del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún (POMCA río Otún), fue necesario un ajuste cartográfico de los límites del POMCA, los cuales se hicieron de acuerdo con la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER y que fue remitida por el Fondo adaptación. Se realizó su descarga e integración en la estructura según el catálogo de objetos del IGAC escala 1:25.000. Para el área de análisis se utilizaron 14 planchas IGAC en formato GDB (Geodatabase). El procedimiento para la definición y ajuste del POMCA se describe en la Figura 1. Dicho ajuste fue necesario por las diferencias entre la delimitación del POMCA inicial y la cartografía base proporcionada. Para dicho proceso se utilizaron diferentes programas para el manejo de la información cartográfica, como son ArcGIS, IDRISI y Global Mapper.

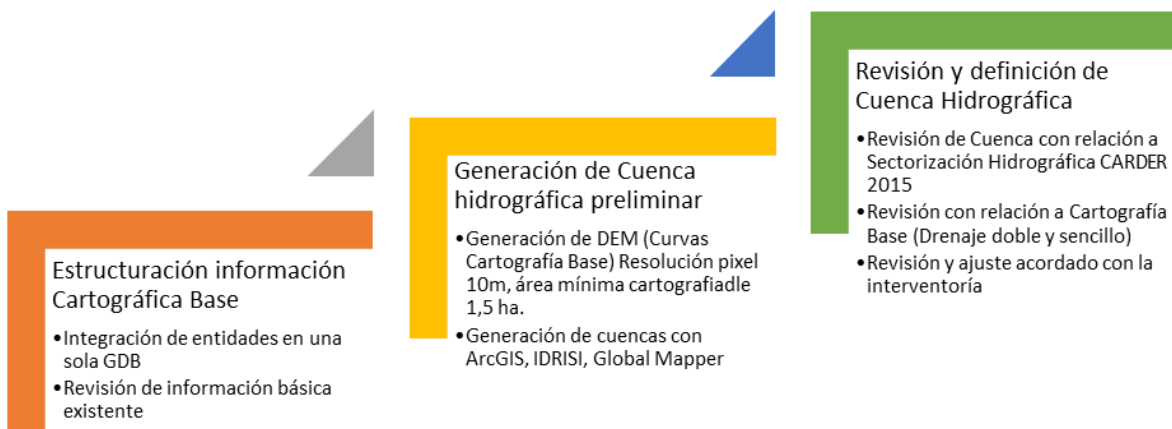


Figura 1 Esquema metodológico de ajuste de la delimitación del área del POMCA

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún.2016

En términos normativos, la información cartográfica debe cumplir con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana 5043¹, que implica varios elementos y subelementos de calidad de la información que según la NTC, deben ser mantenidos al momento de hacer ajustes en la cartografía, en especial en el nivel de calidad de consistencia lógica, en el subnivel de topología y en la consistencia de los dominios con los cuales fueron definidos los campos que caracterizan las capas de información dentro de la base de datos espacial (Geodatabase), sólo se concentra el esfuerzo del sistema en estos subniveles dado que los otros, son competencia y de cumplimiento por las fuentes oficiales de información. En la siguiente se mencionan los Elementos y subelementos de calidad a los cuales se refiere la NTC -5043. Dichos estándares buscan garantizar la calidad en los datos procesados y así permitir que el uso de los mismos avale los expresados en la cartografía del POMCA.

3.1 Localización de la cuenca y división político administrativa

La Cuenca del río Otún, se encuentra en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, cabe anotar que según la sectorización hidrográfica para el POMCA del río Otún (2613-01), dicha zona se anexo a la Cuenca del río Otún las microcuencas aferentes directas al río Cauca en la zona nor-occidental del municipio de Pereira, para un área total del POMCA de 56.840 Ha. El POMCA está ubicado en el centro-occidente de Colombia (Figura 2), en el Departamento de Risaralda.

¹ Provee los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos, disponibles en forma digital y análoga, y presentar un modelo conceptual que facilite el manejo de la información sobre la calidad de dichos datos geográficos.

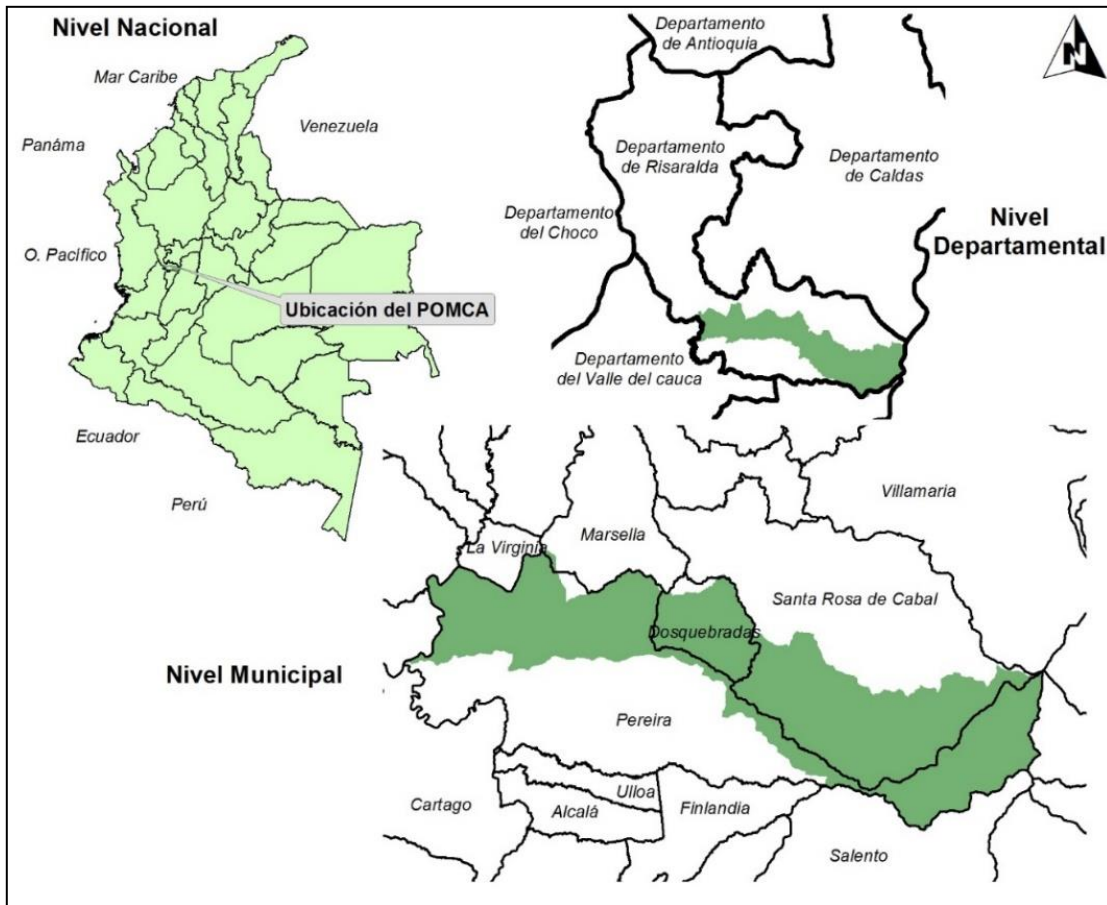


Figura 2 Localización geográfica del POMCA
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016.

4 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO BIÓTICO

4.1 Clima

4.1.1 Caracterización y localización de la red meteorológica existente

Se identificó que las entidades que realizan el monitoreo hidroclimatológico en la cuenca del río Otún son: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), La Federación Nacional de Cafeteros (CENICAFÉ), La Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC) y la Red Hidroclimatológica de Risaralda (REDH) operada por el grupo EIS de la Universidad Tecnológica de Pereira; éstas instituciones poseen bases de datos con series climáticas de las estaciones.

Con base en lo anterior se identificaron un total de 46 estaciones climatológicas, de las cuales se procesaron 26 que fueron las que presentaron la mayor extensión de datos, su localización se puede observar en la Figura 3.

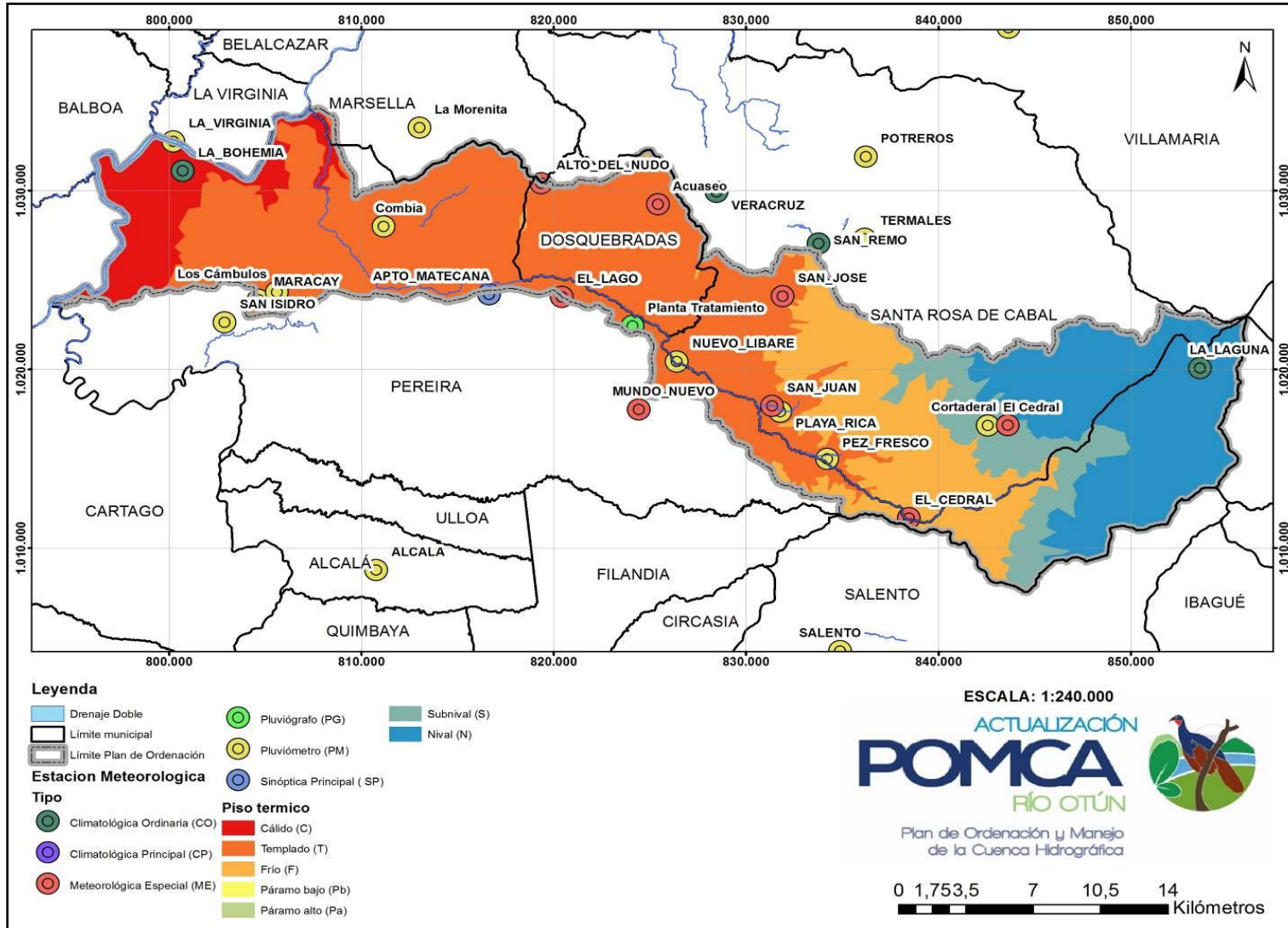


Figura 3. Esquema de localización de estaciones cuenca Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.1.2 Caracterización temporal y espacial del clima

4.1.2.1 Temperatura

En la Figura 4 se observa el mapa de isotermas en la cuenca del río Otún, de allí se puede establecer que hacia la parte alta de la cuenca, se presentan temperaturas en un rango cercano a los 0°C, la cual va aumentando a medida que se desciende hacia la parte media, donde se obtienen temperaturas en un rango entre los 10 °C – 20 °C, que inicia un aumento hasta – 2°C en los 3800 msnm, correspondiente sector de la subcuenta río Azul. En esta franja se delimita el primer piso térmico correspondiente a nival. Posteriormente en el piso térmico correspondiente a páramo, (Vereda El Bosque), el cual es una franja que oscila entre 3200 msnm y 3400 msnm, se presentan temperaturas que oscilan entre 0 °C y -2 °C.

A su vez, en el piso térmico correspondiente a frío que se encuentra en una franja altitudinal entre los 3000 msnm y 2000 msnm, se presentan temperaturas entre los 6 °C y 18 ° C, en esta zona se localizan entre otras, la subcuenta del río Barbo. A partir del piso térmico frío se encuentra el piso térmico templado que corresponde a la parte media de la cuenca y donde se localiza la zona urbana de Pereira y Dosquebradas que va desde los 2000 msnm hasta los 1400 msnm y se presentan temperaturas medias desde 18 °C y hasta 28 ° C.

Finalmente, hacia la parte baja de la cuenca que presenta una faja altitudinal entre los 1400 msnm y 1000 msnm, se presentan temperaturas medias entre los 28 ° C y 32° C, esta área incluye la desembocadura del río Otún al río Cauca y los otros drenajes directos al Cauca correspondientes al área adicional.

En síntesis, el análisis de la variación de la temperatura se relaciona con la altitud y con el piso térmico, presentándose las temperaturas más bajas en la parte alta de la cuenca nacimiento del río Otún, posteriormente se aumentan los valores de temperatura hasta presentarse las mayores temperaturas en la parte baja de la cuenca desembocadura del río Otún.

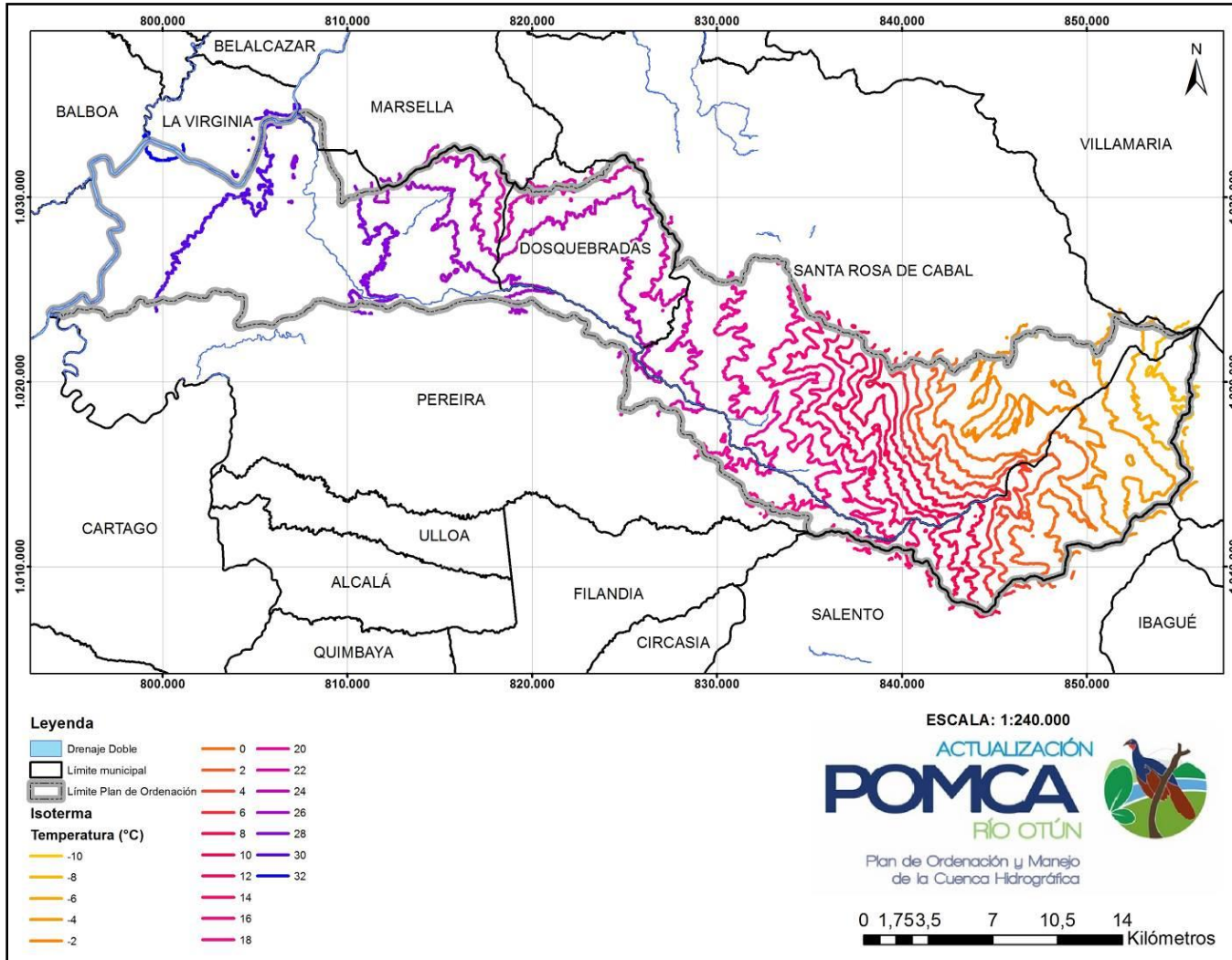


Figura 4. Isothermas cuenca Otún
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.1.2.2 Precipitación

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la distribución espacial mediante isoyetas, elaborado con base en la cobertura de estaciones de toda la cuenca. Se puede analizar entonces, que las mayores precipitaciones ocurren sobre la parte media de la cuenca (3300 mm), mientras que en la parte baja de la cuenca se presentan precipitaciones de 2000 mm y en la parte alta de la cuenca sólo hasta 1000 mm. En el anexo 8 se encuentra la salida gráfica de Isoyetas.

De acuerdo con lo establecido por Mesa et al., 1999, la distribución anual espacial y ciclos anuales de la precipitación en Colombia está determinada entre otros factores por: la influencia de los vientos alisos y la oscilación meridional de la zona de convergencia intertropical; por la conformación fisiográfica que incluye la presencia de la cordillera de los Andes cruzando el país de suroeste noreste con valles interandinos y vertientes de cordillera con marcadas diferencias climáticas; por los procesos de hidrología superficial, como los contrastes de suelo y evapotranspiración, que denotan la presencia de un óptimo pluviométrico, que corresponde a una elevación para la cual la precipitación es máxima entre el nivel el nivel más bajo y más alto de la cuenca.

Un factor Principal en la explicación del óptimo pluviométrico es el carácter predominante convectivo de las lluvias tropicales (Hastenrath, 1991), las zonas bajas reciben menos lluvia porque se beneficia menos del ascenso orográfico y porque están afectadas por evaporación de la lluvia que cae desde la base de las nubes. Por encima del óptimo pluviométrico, la disminución de la humedad del aire con la altura a escala global y de la cantidad de agua precipitable en las nubes convectivas a escala local son los dos factores que explica la disminución de la precipitación con la altura a las montañas más altas (Mesa et al., 1999).

Específicamente para la cuenca del río Otún, de las estaciones de precipitación analizadas se observa que hay un patrón en el comportamiento de la lluvia respecto a la altura de ubicación de las estaciones, ya que hacia la parte baja y alta de la cuenca se presentan precipitaciones menores que hacia la parte media, lo que implica que hasta cierta altura se presenta un gradiente creciente de la precipitación en función de la altura, y luego se hace decreciente (ver Figura 6).

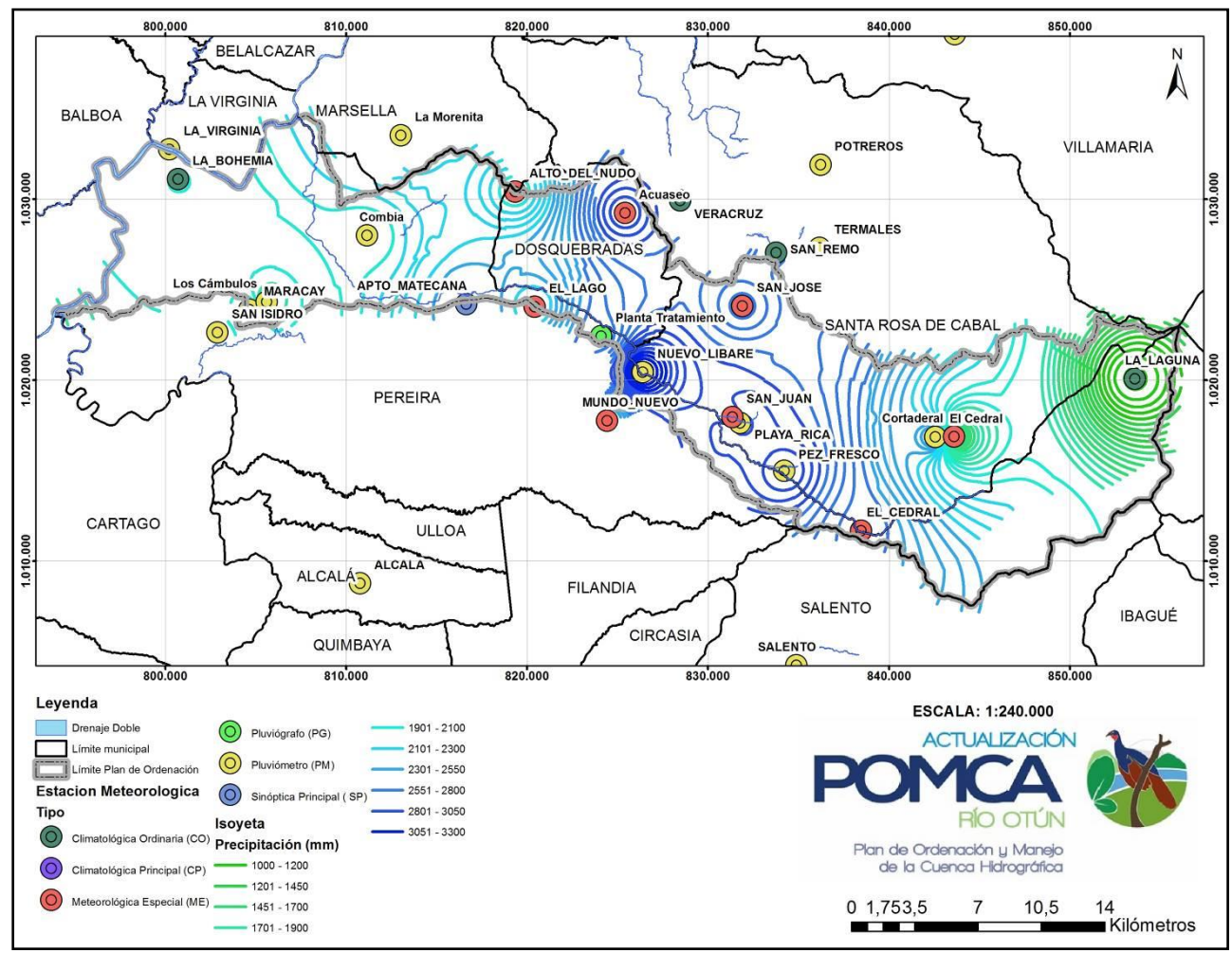


Figura 5. Isoyetas cuenca río Otún
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

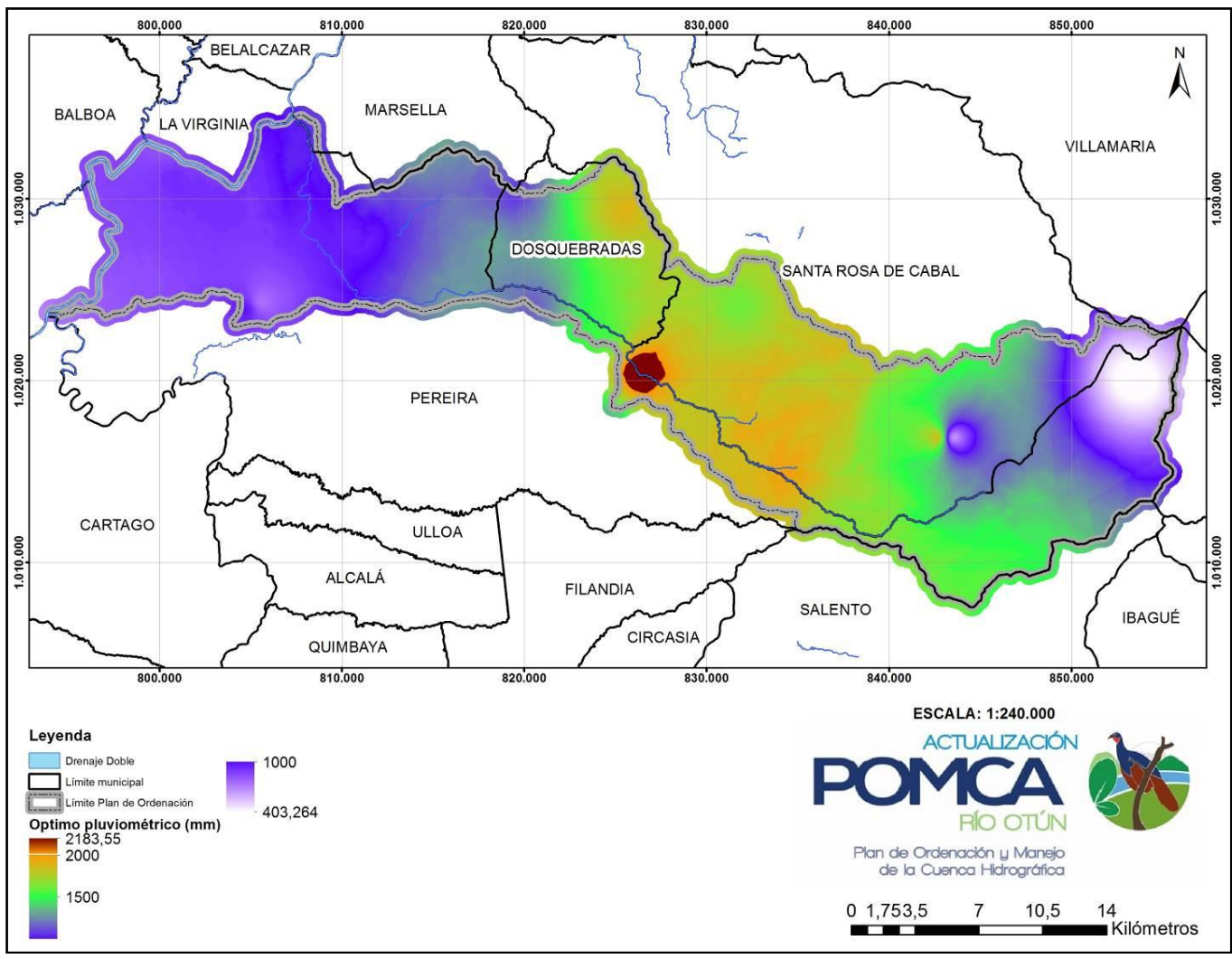


Figura 6. Optimo pluviométrico cuenca río Otún
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.1.3 Construcción de curvas IDF

Se construyeron curvas IDF mediante el método de Vargas y Díaz Granados, que se ha encontrado muy adecuado para el análisis; las estaciones con curvas IDF son: La Laguna, Termales, Playa Rica, Pez Fresco, Nuevo Libaré, Aeropuerto Matecaña, Universidad Tecnológica de Pereira, La Bohemia, Potreros, San Isidro y Boquerón. A manera de ejemplo se presenta se presenta la tabla de datos.

Tabla 2. Datos para curva IDF Estación La Laguna

| | Duración | | | | | | | | |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 | 180 | 240 |
| T (Años) | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 1.33 | 142.30 | 90.06 | 68.91 | 57.00 | 49.19 | 43.61 | 27.60 | 21.12 | 17.47 |
| 2 | 153.77 | 97.32 | 74.47 | 61.59 | 53.16 | 47.13 | 29.83 | 22.82 | 18.88 |
| 5 | 183.01 | 115.82 | 88.63 | 73.30 | 63.26 | 56.09 | 35.50 | 27.16 | 22.47 |
| 10 | 208.77 | 132.13 | 101.10 | 83.62 | 72.17 | 63.99 | 40.50 | 30.99 | 25.63 |
| 20 | 238.16 | 150.73 | 115.34 | 95.39 | 82.33 | 72.99 | 46.20 | 35.35 | 29.24 |
| 25 | 248.47 | 157.25 | 120.33 | 99.52 | 85.89 | 76.16 | 48.20 | 36.88 | 30.50 |
| 50 | 283.45 | 179.39 | 137.27 | 113.53 | 97.98 | 86.88 | 54.98 | 42.07 | 34.80 |
| 100 | 323.35 | 204.64 | 156.59 | 129.51 | 111.78 | 99.10 | 62.72 | 47.99 | 39.69 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

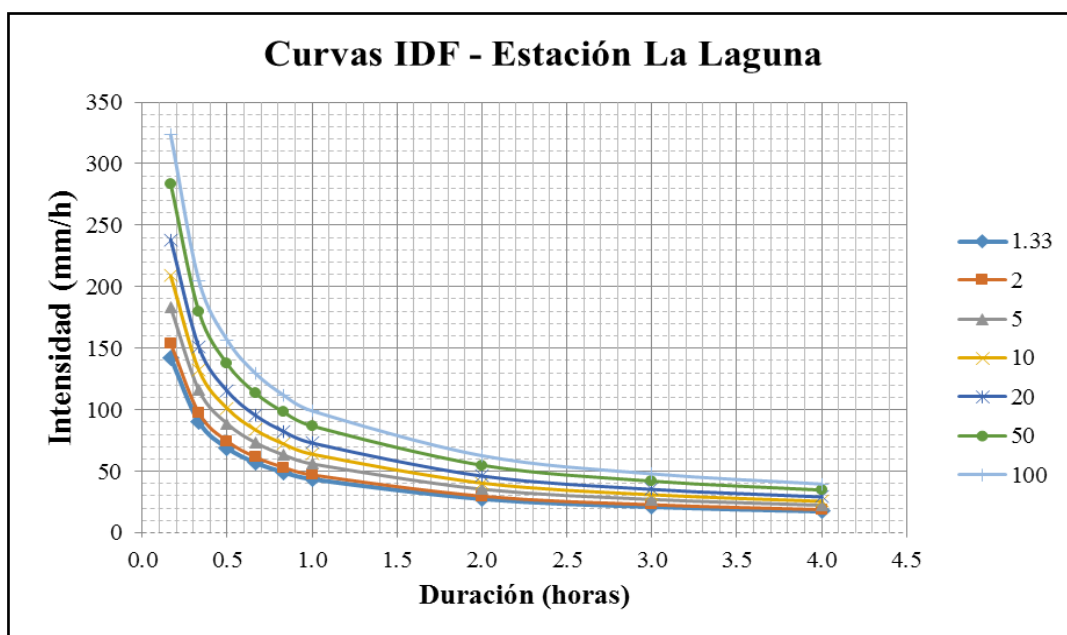


Figura 7. Curva IDF estación La Laguna
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.1.4 Zonificación climática

La metodología utilizada fue la de Caldas – Lang, en la cual se estable una relación empírica que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 3. Clasificación Caldas según piso térmico

| Piso térmico | Símbolo | Rango de altura (m) | Temperatura °C |
|--------------|---------|---------------------|--------------------|
| Cálido | C | 0 – 1000 | $T \geq 24$ |
| Templado | T | 1001 – 2000 | $24 > T \geq 17.5$ |
| Frío | F | 2001 – 3000 | $17.5 > T \geq 12$ |
| Páramo bajo | Pb | 3001 – 3700 | $12 > T \geq 7$ |
| Páramo alto | Pa | 3701 – 4200 | $T < 7$ |
| Nival | N | > 4200 | |

Fuente.: CAR, Audicon Ambiotec, 2006

Por su parte en el año 1915, Richard Lang estableció una clasificación climática basada en la relación obtenida al dividir la precipitación anual (P, en mm) por la temperatura media anual (T, en °C). Este cociente se llama también Índice de efectividad de la precipitación o factor de lluvia de Lang.

Tabla 4. Rangos clasificación climática de Lang

| Factor de Lang P/T | Clase de clima | Símbolo |
|--------------------|----------------|---------|
| 0 a 20 | Desértico | D |
| 20.1 a 40 | Árido | A |
| 40.1 a 60.1 | Semiárido | Sa |
| 60.1 a 100 | Semihúmedo | Sh |
| 100.1 a 160 | Húmedo | H |
| Mayor que 160 | Superhúmedo | SH |

Fuente: CAR, Audicon Ambiotec, 2006

La cuenca del río Otún, presenta 12 tipos de clasificación climática. En la parte alta de la cuenca, en el piso térmico nival, se presenta el tipo de clima paramo Alto Superhúmedo (PASH), esto corresponde al 18.8 % del área total de la zona de estudio. En esta área se localiza el nacimiento del río Otún (Laguna del Otún).

Posteriormente y correspondiente al piso térmico de páramo se presenta el tipo de clima Páramo Bajo Semihúmedo (PBSH), que corresponde al 6.3 % del área total de la zona de estudio. En este mismo piso térmico se presentan adicionalmente dos tipos de clima, los cuales son Páramo Alto Húmedo (PAH) y Páramo Bajo Húmedo (PBH), que corresponden a 1.1 % y 1.3 %, respectivamente. En esta zona se encuentran la subcuenca río Azul, y allí los primeros asentamientos humanos sobre la cuenca, pero en general es una zona de poca intervención.

Para el piso térmico frío, se presentan tres tipos de clima, que corresponden Frio Húmedo (FH), Frio SuperHúmedo (FSH) y Frio SemiHúmedo (Fsh), que corresponden respectivamente a 4.7%, 12.8% y 1%. Esta zona corresponde a

zonas de Parques Nacionales y Regionales Naturales, se encuentran las subcuencas San José y Barbo.

Ya hacia la parte media de la cuenca (cascos urbanos de Pereira y Dosquebradas), en donde el piso térmico es templado, se presenta tipo de clima Templado Súper Húmedo (TSH) en un porcentaje de 8.0%, Frio Húmedo (FH) en un porcentaje de 4.7 %, Templado Semihúmedo (Tsh) en un 14% y Templado Húmedo (TH), en un porcentaje de 25 %, cabe resaltar que este tipo de clima es el que prevalece en mayor proporción en la cuenca.

Finalmente, hacia la parte baja de la cuenca (desembocadura río Otún al río Cauca), y el área adicional (directos al Cauca) en el piso térmico cálido se presenta el tipo de clima Cálido Semihúmedo (Csh), en un porcentaje del 8%.

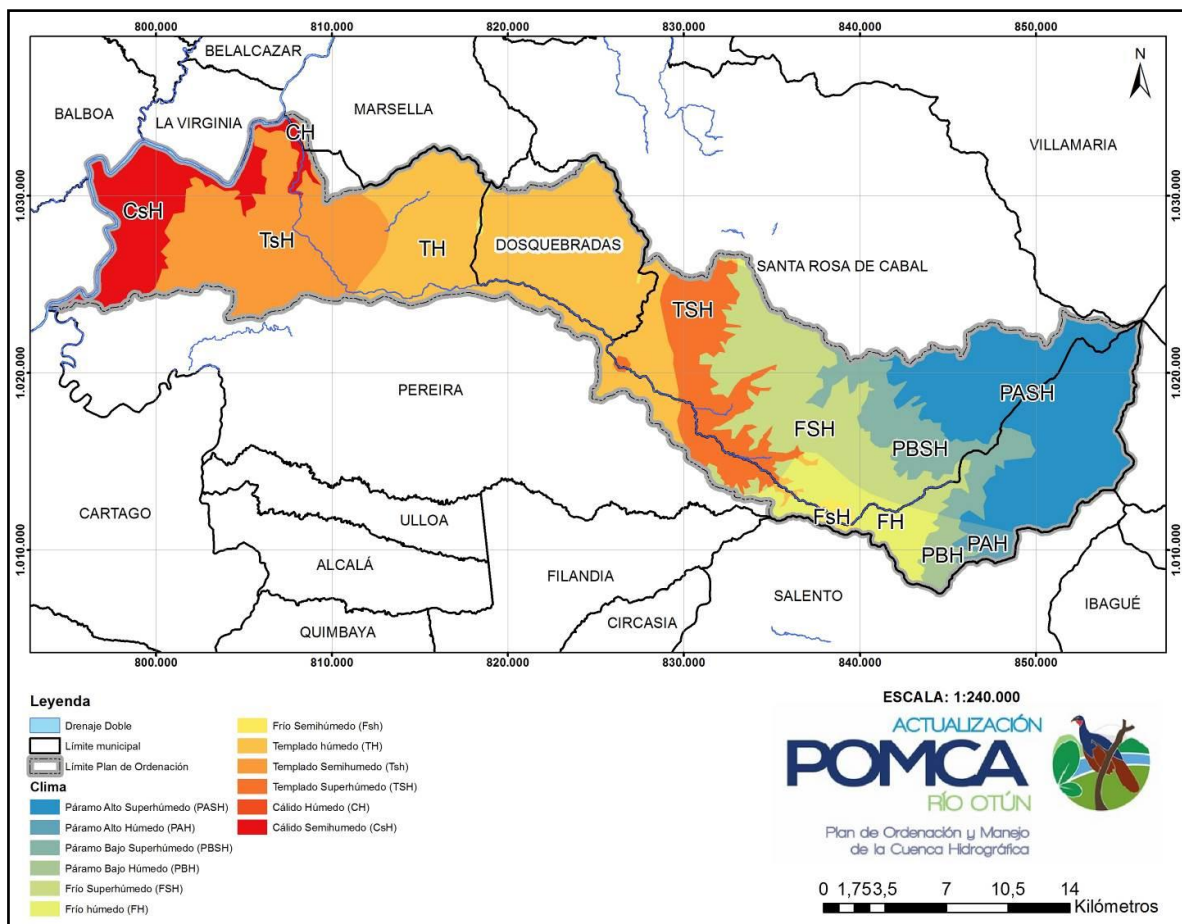









Figura 8. Zonificación Climática en el Área del POMCA del Río Otún.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.1.5 Resultados del Índice de Aridez (IA)

El Índice de Aridez (IA), es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, 2010) En la Tabla 5, se observa la calificación y la interpretación del índice de aridez.

Tabla 5. Calificaciones del índice de aridez

| Calificador | Ámbito numérico | Color |
|--------------------------------|-----------------|--|
| Altos excedentes de agua | (< 0.15) |  |
| Excedentes de agua | (0.15 – 0.19) |  |
| Moderado y excedente de agua | (0.20 – 0.29) |  |
| Moderado | (0.30 - 0.39) |  |
| Moderado y deficitario de agua | (0.40 - 0.49) |  |
| Deficitario de agua | (0.50 - 0.59) |  |
| Altamente deficitario de agua | (> 0.60) |  |

Fuente: IDEAM, 2014

La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del balance hídrico, y se define como la suma de la evaporación física de agua desde la superficie y la transpiración de las plantas y los seres vivos. Para la estimación de la variable evapotranspiración para la cuenca del río Otún se utilizó el método de Cenicafé – Budyko, este método permite calcular la evapotranspiración potencial en función de la elevación sobre el nivel del mar. La ecuación (I), fue obtenida realizando una regresión a los valores obtenidos de aplicar el método de Penman a los datos de estaciones climáticas de Colombia

En la Figura 9 se muestra el mapa resultante para la Evapotranspiración Potencial (ETP); en términos generales, se puede establecer que se presentan valores entre los 708 mm y 1423 mm, para la parte baja y alta de la cuenca, respectivamente, en la zona de la cuenca donde se presenta el óptimo pluviométrico se reportan valores de 1185 mm.

Por su parte, la Evapotranspiración Real (ETR), que se muestra en la Figura 10 presenta valores levemente inferiores en comparación con la ETP, los cuales oscilan entre 614 mm (parte baja) y 1161 mm (parte alta), para la zona del óptimo pluviométrico se reporta una ETP de 979 mm.

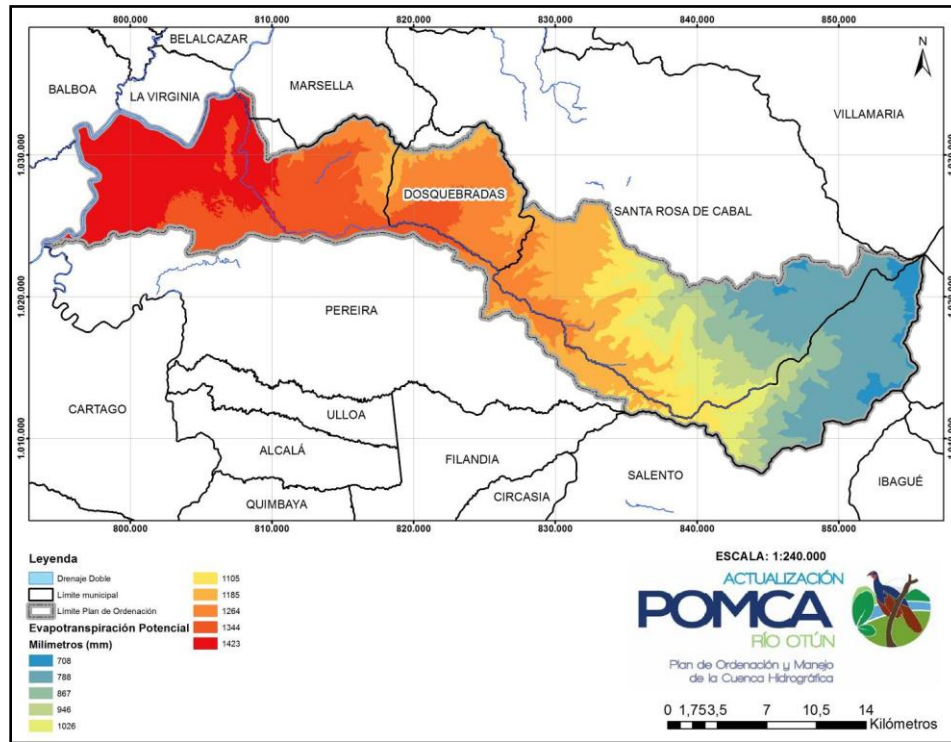


Figura 9. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del Río Otún.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

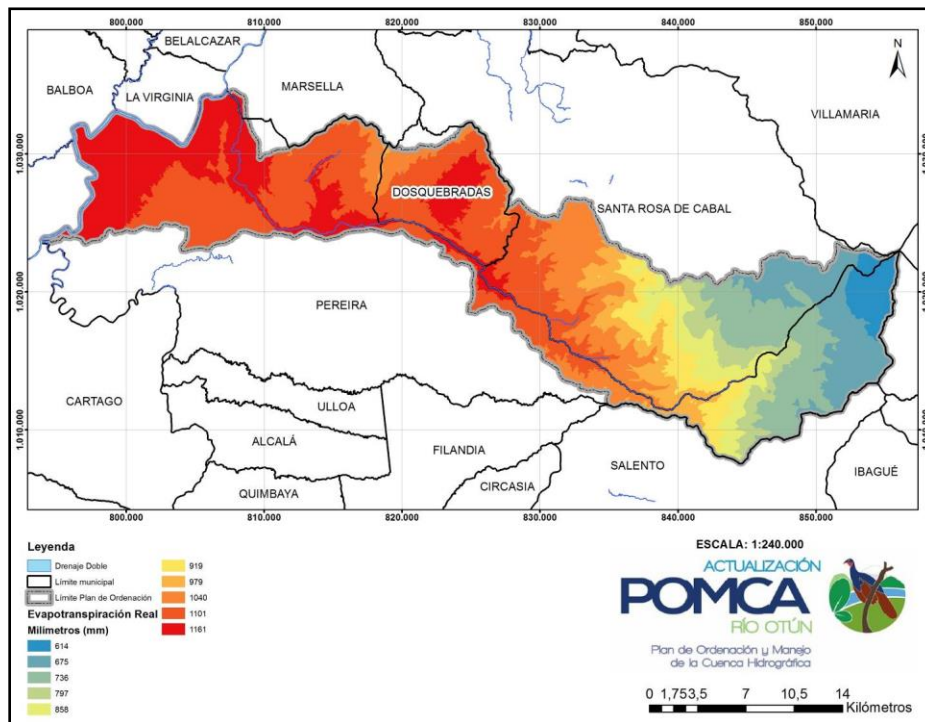


Figura 10. Evapotranspiración Potencial en el Área del POMCA del Río Otún.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.1.6 Resultados del Índice de Aridez (IA)

En la Figura 11 se observa los resultados del Índice de Aridez (IA) en la cuenca del río Otún, se presentan tres tipos de calificación dentro de las categorías de este índice; para la parte alta se observa en el área aledaña a la Laguna del Otún (zona nacimiento del río Otún) excedentes de agua y moderados excedentes de agua, el resto del área y casi hasta la parte baja de la cuenca, se presentan altos excedentes de agua, ya hacia la parte media – baja y baja de la cuenca se reportan excedentes de agua y moderados excedentes de agua, respectivamente.

En este sentido y de acuerdo con la definición del IA por parte del IDEAM, se puede establecer que la cuenca del río Otún presenta suficiencia de precipitación, para el sostenimiento de los ecosistemas que se desarrollan en dicha cuenca.

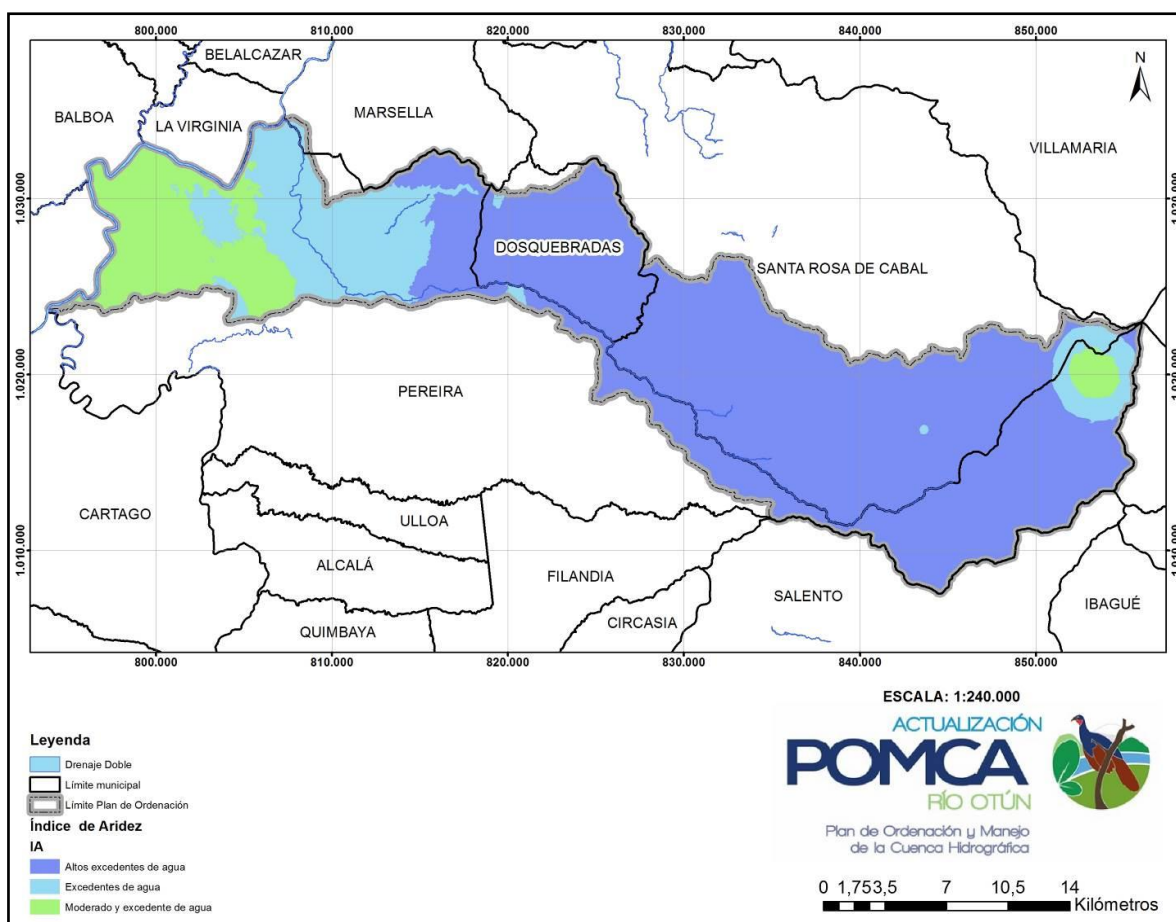


Figura 11. Índice de Aridez en el Área del POMCA del Río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.1.7 Balance hídrico

Se utilizó el método directo para el cálculo de balance hídrico, este método establece que conocer el balance de humedad en el suelo es importante para evaluar la disponibilidad de agua en los cultivos, estudios hidrológicos, entre otros. El método directo propuesto por Thornthwaite y Matter, según el cual se va perdiendo agua para poder generar la evapotranspiración potencial hasta agotar la reserva, si bien en la ETP se calculó con el método de Cenicafé para la determinación del Índice de Aridez, este no permite estimar una variabilidad mensual, mientras que el método directo permite en función de la altura y la temperatura obtener las variaciones mensuales de la ETP. Se seleccionaron cinco (5) estaciones, una por cada piso térmico presente en la cuenca, para realizarles en balance hídrico climático.

Para el piso térmico nivel se seleccionó la estación Las Brisas que se encuentra a una altura de 4150 msnm, en donde se observa que todos los meses presentan periodos húmedos, no se presentan déficit de agua, la ETP es igual a la ETR. Del total de agua que se precipita el 53 % se evapotranspira y el 47% son excesos hacia el piso térmico Páramo; entre los 3000 msnm y 4000 msnm, se encuentra la estación Cortaderal a una altura de 3700 msnm, la ETP es igual a la ETR, únicamente para él mes de agosto se registra un periodo seco que es el único mes donde la ETR supera la precipitación. El 59% del agua que precipita se evapotranspira y el 41% son excesos, por lo que el suelo durante prácticamente todo el año permanece a plenitud con su capacidad de almacenamiento por lo que no presenta déficit de agua.

Para el piso térmico frío entre los 2000 msnm y los 3000 msnm, se encuentra la estación El Cedral a 2080 msnm, la ETP es igual a la ETR, únicamente para el mes de julio se registra un periodo seco que es el único mes, en donde la ETR supera en menor proporción a la precipitación. El 57% del agua que precipita se evapotranspira y el 43% son excesos, por lo que el suelo durante prácticamente todo el año permanece a plenitud con su capacidad de almacenamiento por lo que no presenta déficit de agua.

Correspondiente al piso térmico templado en el rango altitudinal entre los 1000 msnm y 2000 msnm, sin duda la estación más representativa es la estación Aeropuerto Matecaña, en la ETP es igual a la ETR (103 mm), todos los meses presentan periodos húmedos. El 54% del agua que precipita se evapotranspira y el 46% son excesos, por lo que el suelo durante prácticamente todo el año permanece a plenitud con su capacidad de almacenamiento por lo que no presenta déficit de agua.

Para el rango altitudinal entre los 0 msnm y 1000 msnm, corresponde al piso térmico cálido y la parte más baja de la cuenca, en esta franja se seleccionó la estación La Virginia, que se localiza en los 900 msnm; la ETP es igual a la ETR (110.6 mm), se presentan periodos secos en los meses de enero, febrero y agosto, en donde la ETR es superior que la precipitación. El 72% del agua que precipita se evapotranspira y el 28% son excesos, por lo que el suelo durante prácticamente todo el año permanece a plenitud con su capacidad de almacenamiento por lo que no presenta déficit de agua.

4.1.8 Balance hídrico para análisis de recarga de agua subterránea

De acuerdo a la caracterización básica del área de estudio para el POMCA del río Otún, la cuenca hidrográfica del río Otún tiene un área de 480,7 Km², considerados hasta el cierre en su desembocadura al río Cauca. Este lugar es la salida hidrológica de la cuenca, y mediante la implementación de un modelo lluvia-escorrentía se ha logrado obtener que, para las condiciones del caudal medio en un año normal, se tiene un caudal de 16.94 m³/s. Esto arroja un rendimiento hídrico total de 35.24 L/s/Km² y corresponde a una lámina de 1111,33 mm/año.

A partir de los datos anteriores, y considerando la información climatológica recopilada y analizada, se aplicó el balance hidrológico a nivel Medio Anual, utilizando la siguiente ecuación:

$$P = Q + E_{tr} + L \quad (1) \quad \text{donde:}$$

P Precipitación media anual sobre la cuenca. Se deduce de la distribución de las isoyetas sobre el área de la cuenca.

Q Caudal medio anual estimado en el modelo lluvia-escorrentía.

E_{tr} Evapotranspiración real en el área de la cuenca.

L incluye la Recarga Media Anual y las Pérdidas por Intercepción, por Retención en charcos y Fugas. Como *P*, *Q* y *E_{tr}* se han calculado previamente, la incógnita del Balance es *L*. Si *L* resulta negativo entonces no hay Recarga del acuífero a nivel medio anual. Si *L* es positivo puede existir Recarga.

En la Tabla 6, se resume la aplicación del Balance Hidrológico a la cuenca del río Otún, para lo cual se empleó la ecuación 1 reescrita de la siguiente manera:

$$L = P - E_{vt} - Q \quad (2) \quad \text{Donde:}$$

L = Recarga media anual + cambio en almacenamiento superficial

$P =$ Precipitación media anual
 $Evt =$ Evapotranspiración media anual estimada
 $Q =$ Caudal medio anual

Teniendo en cuenta que al comienzo de enero las lluvias son relativamente altas, se espera que al comienzo y al final de un año típico los almacenamientos superficiales estén llenos y, por tanto, para efecto del balance anual es posible asumir:

Cambio en almacenamiento superficial = 0
 $L =$ Recarga media anual del acuífero.

Tabla 6. Resultados de la Ecuación de Balance Hídrico para la cuenca del río Otún

| P (mm) | Evt (mm) | Q (mm) | L (mm) |
|--------|----------|---------|--------|
| 2219 | 887 | 1111.33 | 220.67 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

Los resultados obtenidos indican que si existe una recarga media anual al acuífero en la cuenca del río Otún y se puede concluir que:

- La cuenca del río Otún, entre su nacimiento y la desembocadura al río Cauca tiene un rendimiento de 42.24 L/s/km² para la suma $L + Q$ donde L es la recarga estimada y Q es el caudal medio anual que se genera en la cuenca. Si descontamos de dicho rendimiento el asociado a la escorrentía, 35.24 L/s/Km², se tienen 7 L/s/Km² para la recarga del acuífero.
- Del comportamiento y distribución de esta recarga hacia el acuífero debe decirse que, desde el nacimiento hasta el sector de La Bananera, la recarga puede ser mínima porque las altas pendientes y los suelos saturados asociados al óptimo pluviométrico favorecen los procesos de escorrentía; no obstante, a diferencia de lo que ocurre en la parte alta de la cuenca, aguas abajo la pendiente del terreno disminuye y las características del suelo favorecen la infiltración y la percolación profunda, por lo cual la mayor recarga se esperaría en esta zona de la cuenca.

4.1.9 Identificación de la variabilidad climática en la cuenca y la influencia de fenómenos macroclimáticos

Con la finalidad de investigar si los fenómenos del ENSO pueden tener alguna influencia sobre la media y la varianza de algunas de las series estudiadas, se realizó un estudio de la influencia de dicho fenómeno sobre las series de precipitación y de caudal de algunas de las estaciones más características de la del río Otún.

Utilizando esa clasificación de los meses se elaboraron gráficas que permitieran comparar el comportamiento de la precipitación media mensual multianual para los meses considerados secos (NIÑO), húmedos (NIÑA) y normales. Para este análisis se emplearon los datos de cuatro estaciones climáticas, ubicada en tres franjas altitudinales distintas de la siguiente forma:

Estación La Laguna, se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca cerca al nacimiento del río Otún a una altura de 4.000 m.s.n.m.

Las estaciones Pez fresco y Playa rica se encuentra sobre la cuenca media-alta del río Otún, a los 1.930 y 1.728 m.s.n.m. respectivamente.

Por último, la estación Apto Matecaña se encuentra ubicada en la cuenca media-baja del río Otún, en el Aeropuerto Internacional Matecaña, en el caso urbano de la ciudad de Pereira.

En la Figura 12 a la Figura 14 se muestran las gráficas que permiten observar los cambios que generan los fenómenos macro climáticos sobre las precipitaciones y los caudales en la cuenca de estudio.

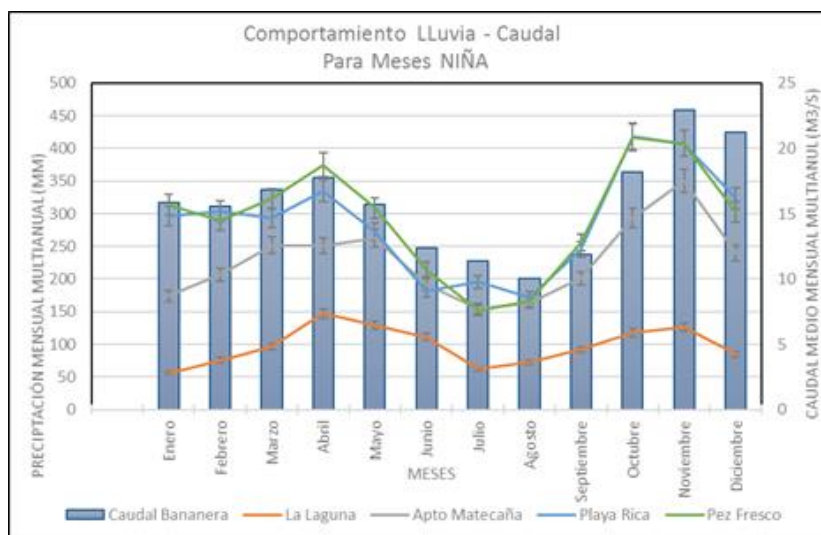


Figura 12. Comportamiento de la lluvia y los caudales en la cuenca del río Otún para meses Niña

Fuente: PORH, 2015

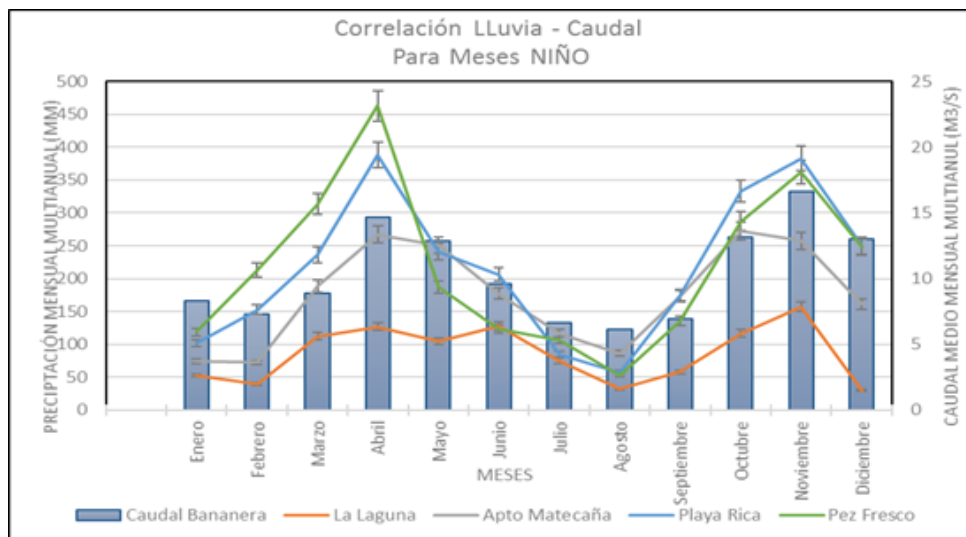


Figura 13. Comportamiento de la lluvia y los caudales en la cuenca del río Otún para meses Niño
Fuente: PORH, 2015

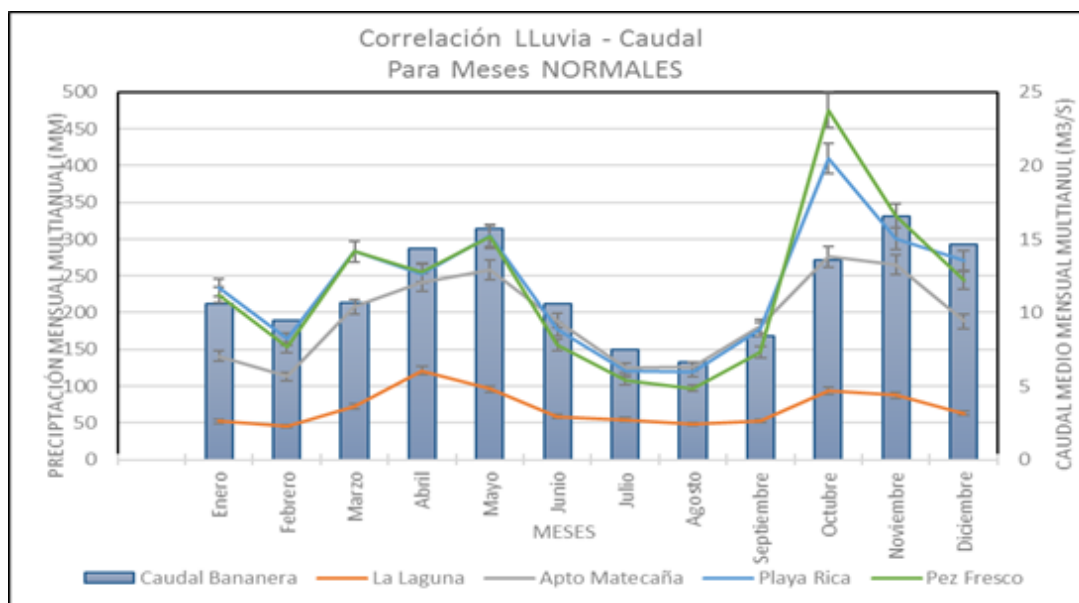


Figura 14. Comportamiento de la lluvia y los caudales para meses normales - cuenca Otún
Fuente: PORH, 2015

En las anteriores figuras se puede observar con claridad las diferencias entre los caudales y las precipitaciones en los meses Niño y Niña, a pesar que se conserva el comportamiento bimodal de las lluvias, para los eventos Niña se evidencia un aumento considerable en los caudales medio y en las precipitaciones, por el contrario, para los eventos Niño se observa una disminución tanto de los caudales

como de las precipitaciones a excepción del mes de abril donde el fenómeno El Niño produce altas precipitaciones.

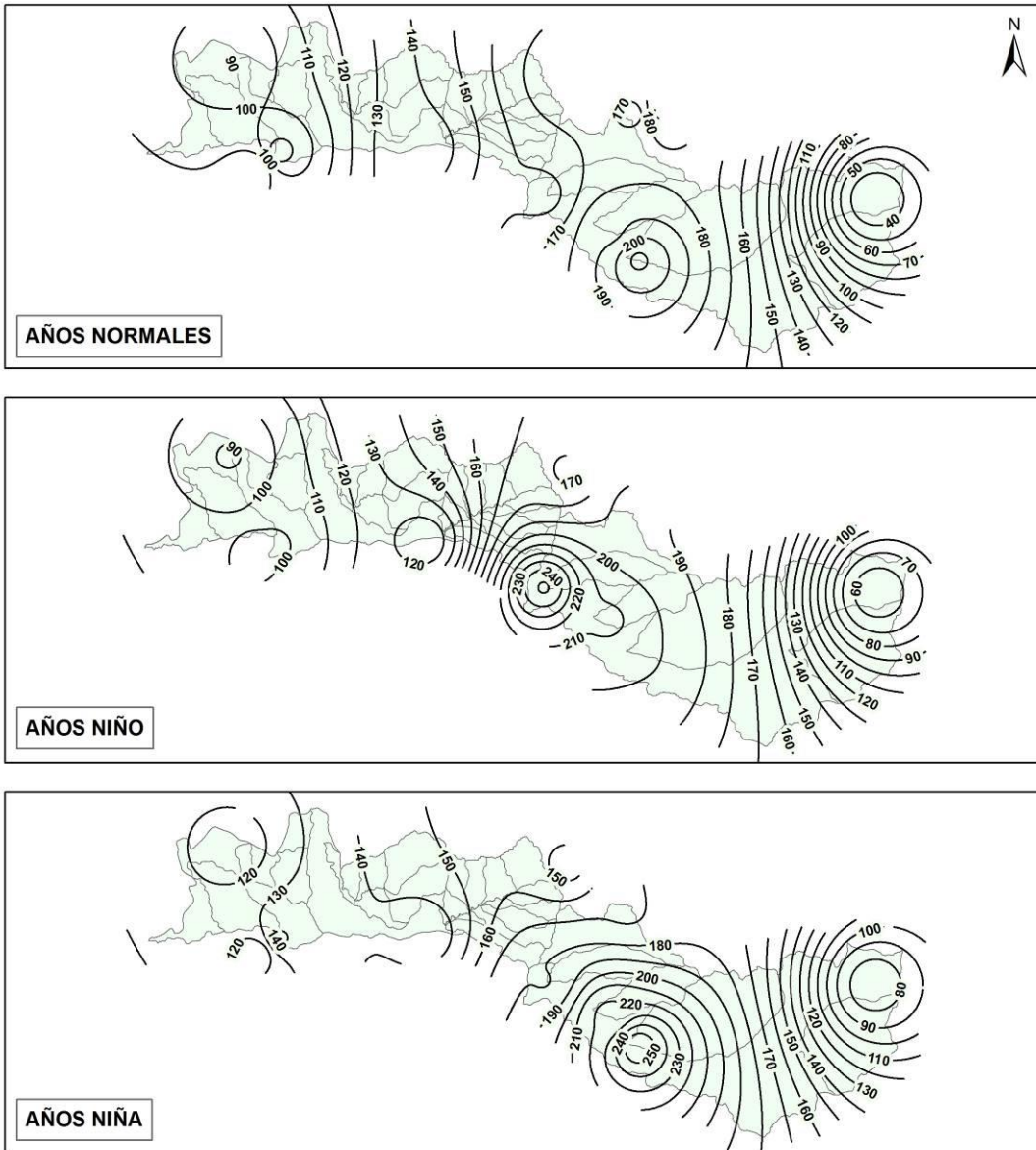
Por otro lado, se observa que hay un patrón en el comportamiento de la lluvia respecto a la altura de ubicación de las estaciones, ya que la estación La Laguna que es la que a mayor altura sobre el nivel del mar se encuentra es la que menor precipitación registra, sin embargo, la estación Aeropuerto Matecaña que es la que a menor altura está ubicada no es la que mayor precipitación presenta. Lo anterior es más evidente en los meses que presentan mayor precipitación que en los meses de estiaje, dado que en estos últimos las precipitaciones tienden a ser similares a lo largo de la cuenca.

4.1.10 Variación Mensual de la Precipitación

A partir de la definición de años normales, años húmedos (Niño) y años secos (Niña) para cada una de las estaciones, se obtuvieron las isoyetas con el análisis de variabilidad mensual de la precipitación en toda la cuenca del río Otún.

Las isoyetas mensuales multianuales fueron obtenidas interpolando por el método IDW (Inverse Distance Weighted). Los datos correspondientes a las estaciones climatológicas se ajustaron a los parámetros de estabilidad establecidos en el desarrollo del proyecto. Se realizó análisis de variabilidad mensual (enero – diciembre) para años niño, niña y normal, como se muestra en la Figura 15 para el mes de enero.

A partir de la definición de años normales, años húmedos (Niño) y años secos (Niña) para cada una de las estaciones, se obtuvieron las isotermas con el análisis de variabilidad mensual de la precipitación en toda la cuenca del río Otún (Figura 16)



Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica

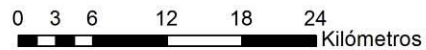
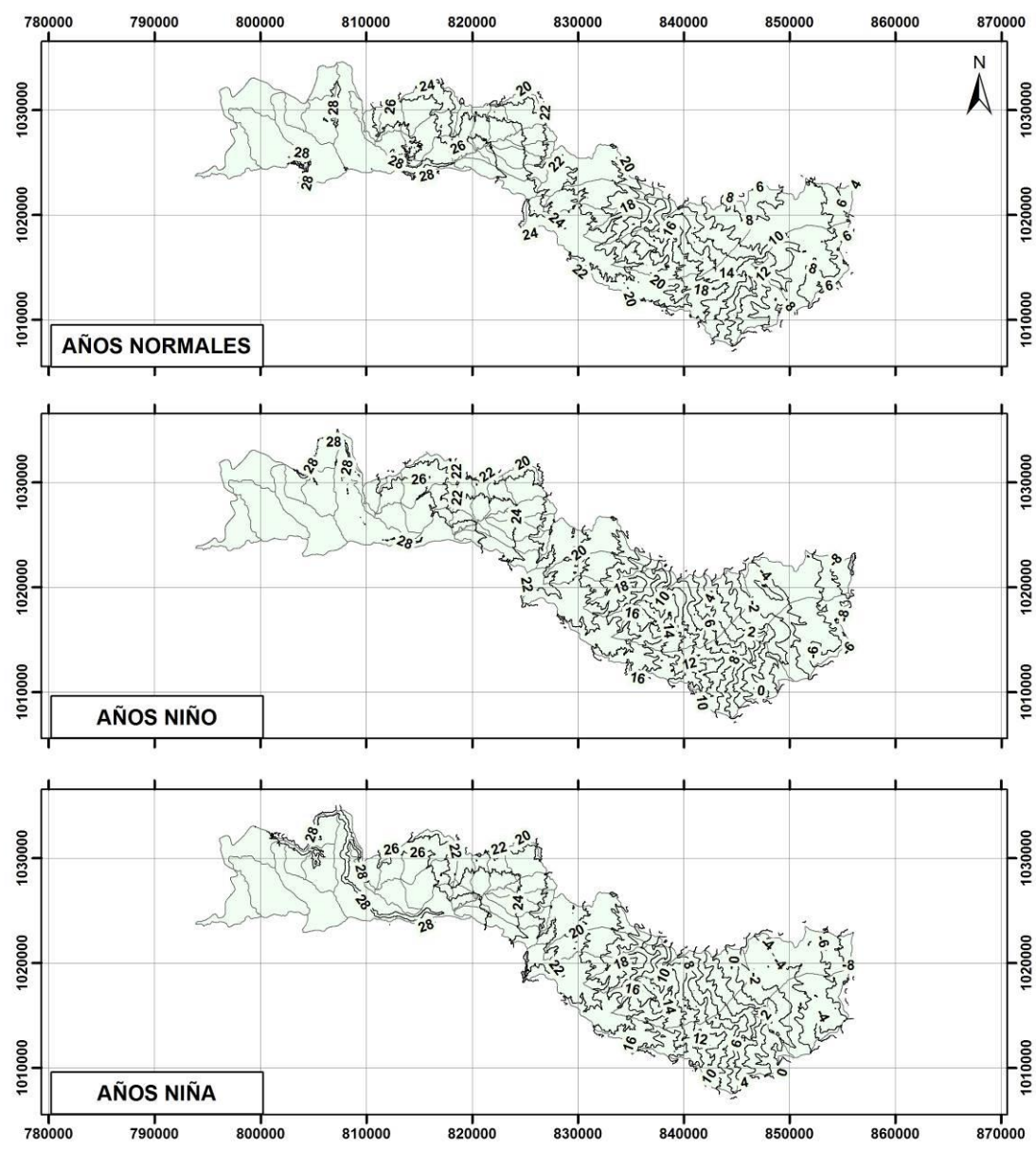


Figura 15. Variabilidad climática isoyetas enero
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016



Legenda

- Isotermas
- Unidades de gestión hidrológica

0 3,5 7 14 21 28 Kilómetros

Figura 16. Variabilidad climática isothermas enero
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

4.2 Geología y Geomorfología

4.2.1 Geología

La homologación de las unidades geológicas de la cuenca del río Otún, a escala 1:25.000 con fines de Ordenación de cuenca, exige el aprovechamiento y análisis de la información existente, que como referente principal corresponde a la información proveniente del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000, como son las planchas 224- Pereira, 225 – Nevado del Ruiz (Mosquera, et al. 1998), y los Mapas Geológicos generalizados de los departamentos de Caldas y Risaralda a escala 1:200.000 (González, 1993), información digitalizada inicialmente y revisada en términos de definir traslapes o dificultades de empalmes.

Adicionalmente, se soportó dicha cartografía geológica con fines de Ordenación de cuenca, con la generación del modelo digital del terreno, análisis e interpretación de fotografías aéreas y los controles de campo para la respectiva calibración, que permitieron la toma de decisiones en la homologación cartográfica para fines de su aplicación al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún (POMCA).

La cuenca del río Otún se localiza sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central y su correspondiente y amplia zona de piedemonte, presentándose una alta variabilidad de franjas de litologías en relación con múltiples eventos de acreción, relacionada con la evolución tectónica de placas del occidente colombiano, a lo que se suman los eventos volcánicos calco-alcalinos de eje de la Cordillera Central, y a la evolución y dinámica de una amplia franja de fallamientos geológicos.

Todos estos aspectos del complejo marco evolutivo geotectónico, define y controlan la distribución de las unidades geológicas, que concreta igualmente las condiciones geomorfológicas particulares de la cuenca, y que son determinantes en los procesos morfodinámicos activos incluyendo el control de buena parte los aspectos hidrodinámicos generales para el área, y definiendo de forma particular las amenazas que caracterizan la Cuenca.

Se registran en la Cuenca del río Otún unidades litológicas que corresponden a emplazamientos de metamórficas de media a alta presión, de rocas de tipo básico asociados al sistema de fallas Cauca - Romeral y las secuencias volcano sedimentarias, cuya deposición se inicia en el Cretáceo temprano y se prolonga hasta el Paleoceno. Adicionalmente, se encuentran pórfidos de tipo andesítico y dacítico, del Cenozoico temprano.

El 84.3 % del área de trabajo que corresponde a un total de 48.140,2 Ha, se encuentran cartografiados como materiales del Cuaternario donde se incluyen Cenizas volcánicas, depósitos fluviovolcánicos, depósitos aluviales, torrenciales y

de vertiente, como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** lo que establece que sean materiales más fácilmente excavables para intervención antrópica; adicionalmente sus condiciones de menor compactación podrían favorecer las condiciones para la generación de procesos erosivos en el territorio.

Tabla 7 unidades litoestratigráficas en la cuenca

| PERIODO | UNIDAD | AREA_HA | Σ | PORCENTAJE |
|-------------|--------|---------|---------|------------|
| CUATERNARIO | Qa | 1923,5 | 48140,2 | 84,3 |
| | Qal0 | 2920,3 | | |
| | Qal1 | 707,9 | | |
| | Qar | 670 | | |
| | Qco | 1910,7 | | |
| | Qcp | 8200.03 | | |
| | Qflv | 11108,4 | | |
| | TQp | 8279.9 | | |
| | Qh | 167,5 | | |
| | Ql | 80 | | |
| | Qg | 946.99 | | |
| | TQfv | 1728,1 | | |
| | Tz | 422,8 | | |
| NgQa | 9074,1 | | | |
| NEOGENO | Tadp | 592,7 | 592,7 | 1,05 |
| PALEOGENO | Toi | 317,8 | 317,8 | 0,57 |
| CRETACICO | Kives | 396,1 | 5932,7 | 10,88 |
| | Ksc | 67,1 | | |
| | Kvds | 5469,5 | | |
| TRIASICO | Kgp | 1691 | 1857,5 | 3,2 |
| | Pev | 166,5 | | |
| | | | 56840,9 | 100 |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

Entre los rasgos de orden tectónico de mayor relevancia se destacan, los fallamientos de dirección N-S, y aquellos de dirección NW- SE que segmentan los primeros, y define diversos aspectos de la geotectónica y desarrollo de cubetas tectónicas y distribución de materiales de piedemonte de orden vulcano detrítico, relacionadas con el aporte de grandes volúmenes de materiales provenientes de erupciones tanto de tipo explosivo como efusivo, de los volcanes Santa Isabel, Quindío y Paramillo de Santa Rosa de Cabal.

La evolución de dichos volcanes, muestra contrastes evidentes en su evolución, donde en cuanto a niveles de explosividad, se destaca entre ellos el Volcán Paramillo de Santa Rosa de Cabal, por su significativa historia explosiva, mientras en el caso del Volcán Santa Isabel, es evidente su asociación a procesos y materiales efusivo con lavas de alta viscosidad, y el volcán Quindío manifiesta diversas etapas de desarrollo.

Para el presente trabajo también fue realizado las caracterizaciones en las áreas determinadas como de susceptibilidad media y alta, caracterizando los diferentes materiales superficiales teniendo en cuenta diferentes parámetros: litología, dureza, porosidad, permeabilidad, humedad, condición de discontinuidades, meteorización, densidad de rasgos estructurales entre otros.

Posteriormente sobre estos muestreos se hicieron ensayos de laboratorio geomecánicos, que me identificara las propiedades físicas de estas zonas, dentro de estos estudios fueron realizados en específico pruebas de humedad, granulometría, límites de Atterberg, índice de plasticidad, peso específico, resistencia (cortes), cohesión, fricción y peso unitario., es necesario aclarar que todos estos fueron realizados para muestras de suelo, como también para macizos rocosos aflorantes en la cuenca.

Las Unidades Geológicas Superficiales UGS identificadas en la zona presentan como mayor porcentaje las cenizas volcánicas con el 74,304 % (1183420,393 m²), seguido de suelo residual volcánico con 12,48 % (198906,103 m²) y en tercer lugar por depósitos fluviovolcánicos con 10 % (159377,39 m²); lo que establece el favorecimiento de actividades antrópicas por cambio de usos del suelo a cultivos, favorecido por el aporte de minerales al suelo por parte de dichas unidades y también por su facilidad de intervención antrópica para modificación topográfica, lo que generaría cambios notables en las condiciones actuales del sitio y por consiguiente podría presentarse adicionales factores contribuyentes a la generación de áreas inestables en el territorio. Las anteriores consideraciones permiten establecer la heterogeneidad de las características geomecánicas de los materiales existentes, denotando el carácter fino del material con índices de plasticidad cercanos en algunos casos y parámetros de resistencia bajos para algunos materiales existentes tales como llenos antrópicos y depósitos de terrazas, requiriéndose muestreos sistemáticos y más detallados para definir de manera particular las características propias en cada sitio.

Tabla 8 Unidades Geológicas Superficiales UGS

| NOMBRE UGS | Area Ha | % |
|--|--------------------|----------------|
| complejo arquia | 917.799 | 0.058 |
| complejo quebradagrande | 62.749 | 0.004 |
| flujos andesiticos | 21360.961 | 1.341 |
| formacion barroso | 6562.218 | 0.412 |
| formacion zarzal | 977.843 | 0.061 |
| srii (gabro de pereira) | 53.995 | 0.003 |
| srii (porfido andesitico de pereira) | 63.086 | 0.004 |
| sriv (suelo residual volcanico) | 198906.103 | 12.489 |
| srm (suelo residual metamorfico) | 3498.920 | 0.220 |
| srs (suelo residual sedimentario) | 2946.730 | 0.185 |
| stf2 (suelo de llanura) | 811.828 | 0.051 |
| stf3 (suelo de terraza aluvial) | 4333.953 | 0.272 |
| stf5 (suelo depósitos torrenciales) | 594.973 | 0.037 |
| stg1 (depósitos de morrenas) | 933.150 | 0.059 |
| strae (Llenos antropicos) | 167.773 | 0.011 |
| strc1 (depósitos coluviales) | 6831.310 | 0.429 |
| c3 (depósitos de derrubios de pendien | 855.117 | 0.054 |
| stv1A (depósitos de ceniza amarillenta | 337857.270 | 21.213 |
| stv1B (depósitos de ceniza grisacea) | 845563.123 | 53.091 |
| stv6 (depósitos fluvio-volcanicos) | 159377.390 | 10.007 |
| TOTALES | 1592676.291 | 100.000 |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

Las Unidades geológicas superficiales en general presentan según la clasificación SUCS corresponde a limos de alta compresibilidad, (MH), con un porcentaje para tamiz pasa # 200 desde 26.38% (rellenos) hasta 87,93 % (terrazas) lo que denota la fracción fina del material. La densidad húmeda presenta valores entre 0.76 gr/cc3 (Llenos antrópicos) hasta 1.94 gr/cc3 (suelo residual de gabros; La humedad natural presenta valores desde 17.75 % (suelo residual de andesitas) hasta 66,16 % (Llenos antrópicos.). Los índices de plasticidad varían entre 0,36 % (terrazas) hasta 26,55 % (Llenos antrópicos.). Los parámetros de resistencia registrados mediante el ensayo de corte directo presentan valores de cohesión desde 0.35 kg/cm2 (suelo residual de gabro) hasta 0.88 kg/cm2 (cenizas volcánicas) y de ángulo de fricción varía desde 19° (coluviones) hasta 34, 87° (depósitos fluviovolcánicos).

Tabla 9 Caracterizaciones geomecánicas de las UGS

| MATERIAL | NOMENCLATURA | W(%) | LL (%) | LP(%) | IP(%) | Pasa tamiz 200 | CLASIFICACION USCS | $\gamma_{seco}(g/cm^3)$ | $\gamma_{humedo}(g/cm^3)$ | Angulo fricción (grados) | Cohesion (Kg/cm ²) | qu (Kg/cm ²) |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| stv1A | depositos de ceniza A | 45.07 | 72.25 | 43.37 | 13.86 | 66.37 | MH | 0.79 | 1.1 | 31.3 | 0.67 | 1.97 |
| stv1B | depositos de ceniza B | 55.25 | 9.65 | 54.19 | 6.45 | 66.62 | MH | 1.025 | 1.58 | 32.62 | 0.88 | 2.48 |
| stv6 | depositos fluvi-volcanicos | 37.66 | ND | ND | ND | 43.9 | ND | 1.088 | 1.496 | 34.87 | 0.88 | 2.49 |
| srm1 | suelo residual metamorfico | 58.97 | 37.95 | 31.66 | 6.29 | 74.94 | MH | 0.97 | 1.56 | 34.8 | 0.58 | 1.87 |
| sriv (barroso) | suelo residual igneo volcanico | 35.02 | 55.26 | 42.8 | 12.46 | 61.7 | MH | 0.98 | 1.35 | 31.14 | 0.68 | 1.54 |
| srii (porfidos andesiticos) | suelo residual igneo intrusivo | 17.75 | 35.74 | 32.62 | 3.12 | 114.32 | MH | 1.02 | 1.50 | 33 | 0.432 | 1.82 |
| srii (gabro de pereira) | suelo residual igneo intrusivo | 23.81 | 46.38 | 37.75 | 8.63 | 60.65 | MH | 1.51 | 1.94 | 28.75 | 0.35 | 1.72 |
| stf2 | depositos de llanura | 53.34 | 57.99 | 44.8 | 13.18 | 50.8 | MH | 0.63 | 0.95 | 30.75 | 0.5 | 1.78 |
| stf3 | depositos de terraza | 27.69 | 26.13 | 25.77 | 0.36 | 87.93 | MH | 1.55 | 1.86 | 31 | 0.49 | 1.67 |
| strc1 | coluviones | 47.72 | 46.22 | 36.45 | 9.77 | 54.95 | MH | 0.92 | 1.42 | 19 | 0.82 | 1.46 |
| strae | llenos antropicos | 66.16 | 94.19 | 67.65 | 26.55 | 25.41 | MH | 1.06 | 1.52 | 31 | 0.43 | 2.07 |
| zarzal | depositos fluviales | 53.89 | ND | ND | ND | 34.57 | ND | 1.18 | 1.60 | 33.33 | 0.76 | 2.35 |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

4.2.2 Geomorfología

Las condiciones determinadas anteriormente permiten establecer que las unidades predominantes con un porcentaje de 64% (36.548, 6 Ha) corresponden con geoformas asociadas a laderas, lo que demuestra las altas pendientes presentes y que determinan la alta incidencia en potenciales procesos que puedan generarse; adicionalmente este tipo de geoformas han sido altamente intervenidas antrópicamente con cambios de uso del suelo y/ o aspectos constructivos que ocasionan modificación topográfica y variación en las condiciones actuales del sitio. Se podría inferir un desconocimiento por parte de los habitantes de la real incidencia en la intervención en estos sitios ante potenciales procesos erosivos y afectación de los elementos existentes, contribuyendo de manera directa sobre la generación de potenciales fenómenos de remoción en masa como se podrá evidenciar en numerales posteriores.

Estas condiciones se ven manifiestas en la diversidad de procesos morfodinámicos existentes y en general en las características y modificaciones del área por las afectaciones ocurridas.

Las unidades y dominios cuaternarios presentes generaron unas geoformas suavizadas que cubren las rocas infrayacentes con algunas áreas colinosas (Sector Oeste) y en otros sectores una cubierta de depósitos cuaternarios especialmente cenizas que modelaron el paisaje inicial.

De acuerdo con lo anterior dichos materiales se convierten en sectores fácilmente intervenibles antrópicamente (especialmente las zonas con depósitos piroclásticos) para actividades agrícolas, pecuarios y/o industriales, dadas las características y potencialidades de los suelos generados como también de su fácil adecuación; sin embargo dichas intervenciones han generado modificaciones importantes que pueden contribuir a la generación de algunos procesos morfodinámicos como es el caso de la adecuación de vías, parámetro que será evaluado posteriormente en la gestión del riesgo.

La cuenca del Río Otún se localiza sobre la vertiente occidental de la cordillera central, con tal diversidad de unidades geológicas y ambientes geotectónicos, que no es extraño encontrar condiciones geomorfológicas particulares que hacen de la cuenca un territorio diverso y con multiplicidad de factores que condicionan su aprovechamiento y que eventualmente tipifican las condiciones de riesgo predominantes en la zona.

Geomorfológicamente la cuenca del río Otún manifiesta un predominio de unidad denudativa en relieve montañoso con buen desarrollo de suelos residuales, y con presencia de zonas escarpadas, ladera y vertientes alargadas propias de modelado estructural.

La geomorfología en los POMCA pretende proporcionar información sistemática y jerarquizada de las geoformas del relieve con base en los ambientes morfogenéticos, los sistemas del terreno y las unidades del terreno; así mismo definir y caracterizar los procesos morfodinámicos que intervienen en la cuenca.

Para lograr el correcto levantamiento geomorfológico se consideran las metodologías de trabajo (IGAC – Metodología Zinck, 2012) y para la evaluación de las amenazas naturales (SGC – Metodología Carvajal, 2011); en la primera el objetivo corresponde a generar la salida cartográfica de formas del terreno caracterizados por su geometría, historia y dinámica; y la segunda está orientada a llevar la jerarquización hasta el nivel de detalle de subunidades que responde a las necesidades de la zonificación de la Gestión del Riesgo.

Geomorfológicamente la cuenca del río Otún presenta relieves montañosos, manifestándose además zonas colinadas y zonas planas, asociadas a los depósitos vulcanodetrítico y depósitos glaciales, con materiales denudativos erosionales.

Geomorfológicamente la cuenca del río Otún manifiesta un predominio de unidades denudativas en relieve montañoso con buen desarrollo de suelos residuales, y con presencia de zonas escarpadas, ladera y vertientes alargadas propias de modelado estructural, sobre las porciones media y alta de la cuenca, asociado por ejemplo con flujos de lava y depósitos vulcano-detríticos que presentan relieves invertidos y disección importante, además de materiales coluvio-aluviales recientes, entre los rasgos de mayor dominio para el área de estudio.

A su vez el desarrollo de los modelados denudativos, se relaciona con la interacción entre los materiales geológicos y los procesos climáticos y morfodinámicos, y en general presentan un espeso desarrollo de suelos residuales.

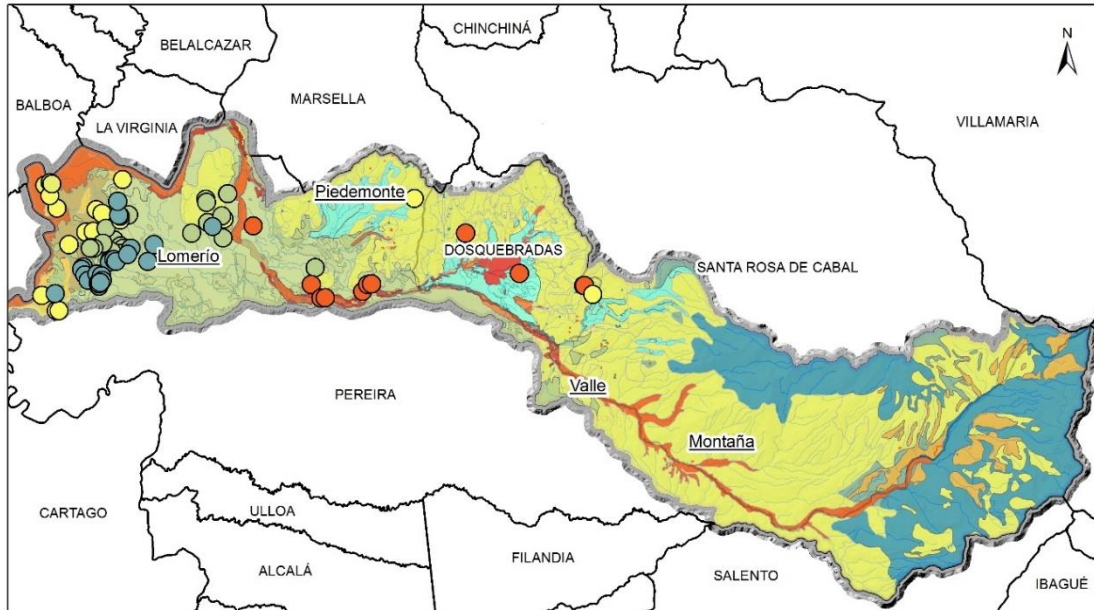
En general para la zona de trabajo el 64 % (36.548, 6 Ha) se presentan con geoformas asociadas a laderas, lo que demuestra las altas pendientes presentes y que determinan la alta incidencia en potenciales procesos que puedan generarse; adicionalmente este tipo de geoformas han sido altamente intervenidas antrópicamente con cambios de uso del suelo y/ o aspectos constructivos que ocasionan modificación topográfica y variación en las condiciones actuales del sitio. Se podría inferir un desconocimiento por parte de los habitantes de la real incidencia en la intervención en estos sitios para potenciales procesos erosivos y afectación de los elementos existentes.

Según la clasificación propuesta por Carvajal (2011), la subunidad con mayor predominio corresponde a Laderas denudadas con un porcentaje de 38.15%, sobre el valle aluvial del Río Otún con conos en un 10.77%; seguido por Terrazas Fluviales las cuales se encuentran con un porcentaje 0.31%, relacionadas con depósitos cuaternarios aluviales recientes.

Tabla 10. Jerarquización Geomorfológica en la cuenca según Carvajal

| GEOMORFOESTRUCTURA | PROVINCIA | REGION | UNIDAD | SUBUNIDAD | AREA (HA) | PORCENTAJE |
|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|------------|
| Cordillera, Orógeno | Cordillera Central | Ambiente Denudacional | Cerros Residuales | Ladera denudada | 15274,26 | 38,15% |
| | | | | Glasis Erosion | 10951,41 | 16,62% |
| | | | Glasis | Terrazas fluviales | 367,26 | 9,23% |
| | | | | Cornisas Estructurales | 134,85 | 0,31% |
| | | | Lahar | Ladera denudada | 10941,64 | 0,62% |
| | | | | Laderas estructurales | 66,28 | 0,31% |
| | | Ambiente Estructural | Lahar | Cornisas Estructurales | 29,41 | 0,62% |
| | | | Abanico Fluvial | Conos | 3153,65 | 10,77% |
| | | | | Terrazas fluviales | 293,99 | 0,31% |
| | | Ambiente Fluvial | Glasis | Terrazas fluviales | 29,57 | 0,31% |
| | | | Llanuras Inundación | Llanuras | 3540,37 | 5,85% |
| | | | Lobulos de escombros | Terrazas fluviales | 102,72 | 3,08% |
| | | | Ambiente Glacial | Morrenas | Ladera estructurada glaciada | 1879,94 |
| | | Ambiente Volcanico | | Flujo de Lava | Cornisas Estructurales | 724,18 |
| Ladera Volcanica | 9957,50 | | 0,62% | | | |
| Total general | | | | | 57447,02 | 100,00% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.



Legenda

Geomorfológica SGC

SUBUNIDAD

- Conos
- Cornisas Estructurales
- Glacis Erosion
- Ladera Volcánica
- Ladera desnuda
- Ladera estructurada glaciada
- Laderas estructurales
- Llanuras
- Terrazas fluviales

| Unidad: Ambiente Denudacional | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------|--|
| Etiquetas de fila | ha | % | |
| subunidad Cerros Residuales | 14667,93 | 0,26 | |
| subunidad Glacis | 11318,66 | 0,20 | |
| subunidad Lahar | 11076,49 | 0,19 | |
| Unidad: Ambiente Estructural | | | |
| subunidad Glacis | 66,28 | 0,00 | |
| subunidad Lahar | 29,41 | 0,00 | |
| Unidad: Ambiente Fluvial | | | |
| subunidad Abanico Fluvial | 9447,63 | 0,06 | |
| subunidad Glacis | 29,57 | 0,00 | |
| subunidad Llanuras Inundación | 3540,37 | 0,06 | |
| subunidad Lobullos de escombros | 102,72 | 0,00 | |
| Unidad: Ambiente Glacial | | | |
| subunidad Morrenas | 1879,94 | 0,03 | |
| Unidad: Ambiente Volcánico | | | |
| subunidad Flujo de Lava | 10981,68958 | 28,79% | |
| Total general | 56980,7 | 100% | |



Figura 17. Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos según Carvajal
Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

En la siguiente tabla se remiten las unidades geomorfológicas evaluadas en la cuenca según la clasificación propuesta por Zinck (2012).

Tabla 11. Tabla resumen de unidades geomorfológicas según Zinck para la cuenca

| PAISAJE | AMBIENTE MORFOGENETICO | TIPO DE RELIEVE | MATERIALES LITOLÓGICOS | FORMA DE TERRENO | SÍMBOLO | SUP | % | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|--|-------------|------------------|------------|-------|
| MONTAÑA | EROSIONAL (E) | Filas y vigas (f) | Rocas Volcano sedimentarias (vs) | Ladera (l) | EMf1 | 313,451 | 0,55 | |
| | | | Rocas Ígneas intrusivas (ii) | Escarpe (es) | EMf2 | 2063,912 | 3,63 | |
| | | | Rocas Ígneas extrusivas (ie) | Escarpe (es) | EMf3 | 128,518 | 0,23 | |
| | | | Rocas Metamórficas (m) | Ladera (l) | EMf4 | 4290,382 | 7,55 | |
| | | | Rocas Sedimentarias (s) | Ladera (l) | EMf5 | 560,777 | 0,99 | |
| | | | Rocas Sedimentarias (s) | Escarpe (es) | EMf6 | 14,483 | 0,02 | |
| | VOLCÁNICO | Lomas (l) | Rocas Sedimentarias (s) | Ladera (l) | EMl1 | 22,998 | 0,04 | |
| | | | Rocas Ígneas extrusivas (ie) | Ladera (l) | EMl2 | 228,97 | 0,4 | |
| | | | Rocas sedimentarias (s) | Ladera (l) | VMcl | 1459,254 | 2,57 | |
| | DEPOSICIONAL (D) | Colada lodo (cl) | Rocas Volcano sedimentarias (vs) | Ladera (l) | VMlv | 11107,486 | 19,54 | |
| | | | Rocas Ígneas extrusivas (ie) | Ladera (l) | VMc | 11,489 | 0,02 | |
| | | Colada de lava/lodo volcánico (lv) | Depósitos de Rocas Volcano sedimentarias (vs) | Cuerpo (cu) | DMa1 | 11065,605 | 19,47 | |
| | | | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Talud (td) | DMa2 | 19,797 | 0,03 | |
| | | Cono volcánico | Abanico terraza (a) | Depósitos de materias heterométricos compuesto de rocas ígneas extrusivas (ie) | Talud (td) | DMa3 | 6551,809 | 11,53 |
| | | | | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Cuerpo (cu) | DMa4 | 7,006 | 0,01 |
| | Glacis de acumulación (g) | | Depósitos de rocas ígneas extrusivas (ie) | Talud (td) | DMg1 | 145,908 | 0,26 | |
| | | | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Cuerpo (cu) | DMg2 | 614,485 | 1,08 | |
| Artesa (ar) | Glacis de acumulación (g) | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Cuerpo (cu) | DMg3 | 224,187 | 0,39 | | |
| | | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Ladera (l) | DMar | 103,511 | 0,18 | | |
| PIEDEMONTE (P) | DEPOSICIONAL (D) | Abanico terraza (a) | Depósitos de rocas ígneas extrusivas (ie) | Cuerpo (cu) | DPa1 | 17,94 | 0,03 | |
| | | | Depósitos de rocas ígneas intrusivas (ii) | Cuerpo (cu) | DPa2 | 103,879 | 0,18 | |
| | | | Depósitos coluviales de rocas sedimentarias (s) | Talud (td) | DPa3 | 1310,44 | 2,3 | |
| | | | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Cuerpo (cu) | DPa4 | 544,465 | 0,96 | |
| | | Glacis de acumulación (g) | Depósitos de rocas ígneas extrusivas (ie) | Cuerpo (cu) | DPg | 211,18 | 0,37 | |
| LOMERÍO (L) | EROSIONAL (E) | Loma (l) | Rocas ígneas extrusivas (ie) | Ladera (l) | ELI | 7,454 | 0,01 | |
| | DEPOSICIONAL (D) | Abanico terraza (a) | Depósitos de Depósitos flujos de lodo (rocas ígneas intrusivas) (ii) | Cuerpo (cu) | DLa | 380,788 | 0,67 | |
| | | Glacis de acumulación (g) | Depósitos flujos de lodo y cenizas volcánicas recientes (ígneas extrusivas) (ie) | Cuerpo (cu) | DLg | 6752,293 | 11,88 | |
| VALLE (V) | DEPOSICIONAL (D) | Plano de inundación (pi) | Depósitos aluviales (rocas sedimentarias) (s) | Vega (ve) | DVp1 | 4527,066 | 7,96 | |
| | | | Depósitos coluvio aluviales compuestos de rocas ígneas intrusivas (ii) | Vega (ve) | DVp2 | 15,265 | 0,03 | |
| | | | Depósitos coluvio aluviales compuestos de rocas ígneas extrusivas (ie) | Vega (ve) | DVp3 | 38,728 | 0,07 | |
| | | Terraza (t) | Depósitos de rocas sedimentarias (s) | Talud (td) | DVt | 455,155 | 0,8 | |
| ZONA URBANA (Tejido urbano) | | | | | | 3497,234 | 6,17 | |
| TOTAL | | | | | | 56.840,00 | 100 | |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

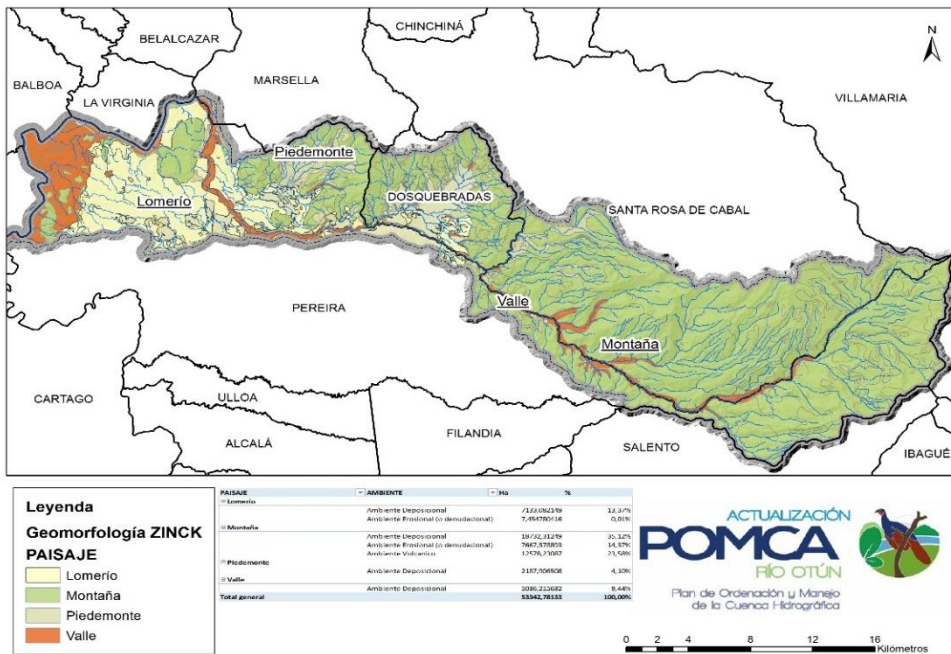


Figura 18. Mapa geomorfológico con criterios de paisaje según Zink (2012)
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.2.1.1 Procesos morfodinámicos

En la cuenca se identificaron los siguientes proceso morfodinámicos los cuales presentan diversas intensidades y magnitudes:

- Cicatrices de antiguos deslizamientos.
- Deslizamientos activos
- Desprendimientos de materiales y rocas
- Erosión en terracetos (sobrepastoreo)
- Erosión superficial en surcos (erosión pluvial)
- Deposición aluvial y fluvial.
- Socavación de orillas
- Erosión antrópica
- Reptamientos

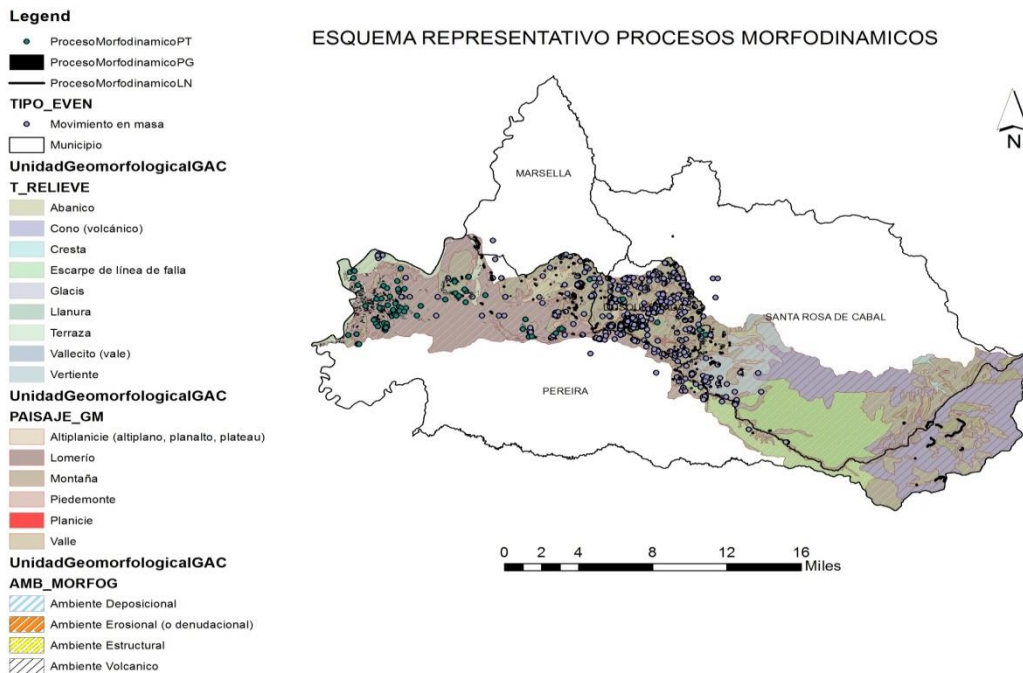


Figura 19. Mapa de procesos morfodinámicos en relación con los sistemas del terreno según Zinck

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

4.3 Hidrogeología

Regionalmente la Cuenca del Río Otún se encuentra ubicada en la denominada Provincia Hidrogeológica de Cauca - Patía, en la Cuenca media y baja del Río Otún, se presentan rocas y sedimentos con una buena potencialidad hidrogeológica, que pueden conformar acuíferos por porosidad primaria. El agua superficial ha sido la fuente principal de abastecimiento en la Cuenca, pero en la parte media y baja, las fuentes subterráneas han sido consideradas como una alternativa para suplir la demanda especialmente para uso doméstico en las zonas rurales, incluyendo el abastecimiento público en ciertos caseríos y veredas, donde se aprovecha principalmente a través de aljibes y pozos.

El objetivo general de este capítulo, es presentar un modelo hidrogeológico preliminar de la zona de la Cuenca del Río Otún, a partir de información existente, para identificar las unidades potencialmente acuíferas, estimar zonas de recarga y descarga de los acuíferos, que permitan identificar y localizar áreas de manejo y construir las estrategias que puedan garantizar la preservación de este recurso.

4.3.1 Modelo Hidrogeológico Conceptual

Regionalmente la Cuenca del Río Otún se localiza sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central y su correspondiente y amplia zona de piedemonte, presentándose una alta variabilidad de franjas de litologías en relación con múltiples eventos de acreción, relacionada con la evolución tectónica de placas del occidente colombiano, a lo que se suman los eventos volcánicos calco-alcalinos de eje de la Cordillera Central, y a la evolución y dinámica de una amplia franja de fallamientos geológicos.

La Cuenca Hidrográfica del Río Otún abarca un área de 568.41 km², corresponde a la vertiente Occidental de la Cordillera Central y su piedemonte, que nace en el caño Alsacia, afluente la Laguna del Otún, a una altura de 3980 m.s.n.m. y desemboca en el río Cauca a los 875 m.s.n.m., tras un recorrido de 60,8 km en sentido ESE-WNW, siendo sus principales afluentes a nivel de subcuencas: Río Azul, Río Barbo, Río San José, Quebrada Combia y Quebrada Dosquebradas.

De acuerdo al Estudio Nacional del Agua 2014 (IDEAM, 2014), la zona de estudio se encuentra localizada entre el sistema acuífero del Glacis del Quindío (SAM6.1), que presenta un comportamiento libre, con espesor mayor a 300 m y capacidades específicas entre 0.05 y 7 l/s/m y el sistema acuífero del Valle del Cauca (SAM 3.1), que se conforma de acuíferos libres a semiconfinados con espesores entre 60 y 150 m y transmisividades de 300 a 2200 m²/d. Estos dos sistemas acuíferos han sido considerados como prioritarios para el desarrollo urbano y económico en el ámbito local y regional.

En la Figura 20 se presenta la esquematización del modelo hidrogeológico conceptual propuesto para la cuenca del Río Otún.

Las unidades acuíferas identificadas dentro de la cuenca del Río Otún incluyen: Los depósitos aluviales del río Cauca (Qa1) compuestos por gravas, arenas y arcillas que conforman acuíferos libres de extensión regional y donde se han reportado capacidades específicas mayores a 5 l/s/m y una transmisividad de 994 m²/día.

El acuífero de la Formación Amagá (E3-Sc) que se caracteriza por presentar conglomerados y localmente bancos delgados de carbón, areniscas conglomeráticas y arcillolitas arenosas y que el Ingeominas clasifica como de alta a media permeabilidad y capacidad específica entre 1 y 2 l/s/m. La unidad acuífera de la Formación Zarzal (Q1-I) en la que se encuentran depósitos fluviales de gravas y arenas, intercalados con tobas, arenas finas y limos, dentro la zona de estudio se encuentra siendo captada únicamente por dos aljibes y ha sido clasificada por el Ingeominas (hoy el Servicio Geológico Colombiano) como de baja permeabilidad

mientras que en el Plan de Manejo Integral de Aguas subterráneas (CARDER, Abril 2007) se ha considerado como acuífero de alta productividad con capacidad específica entre 1 y 2 l/s/m.

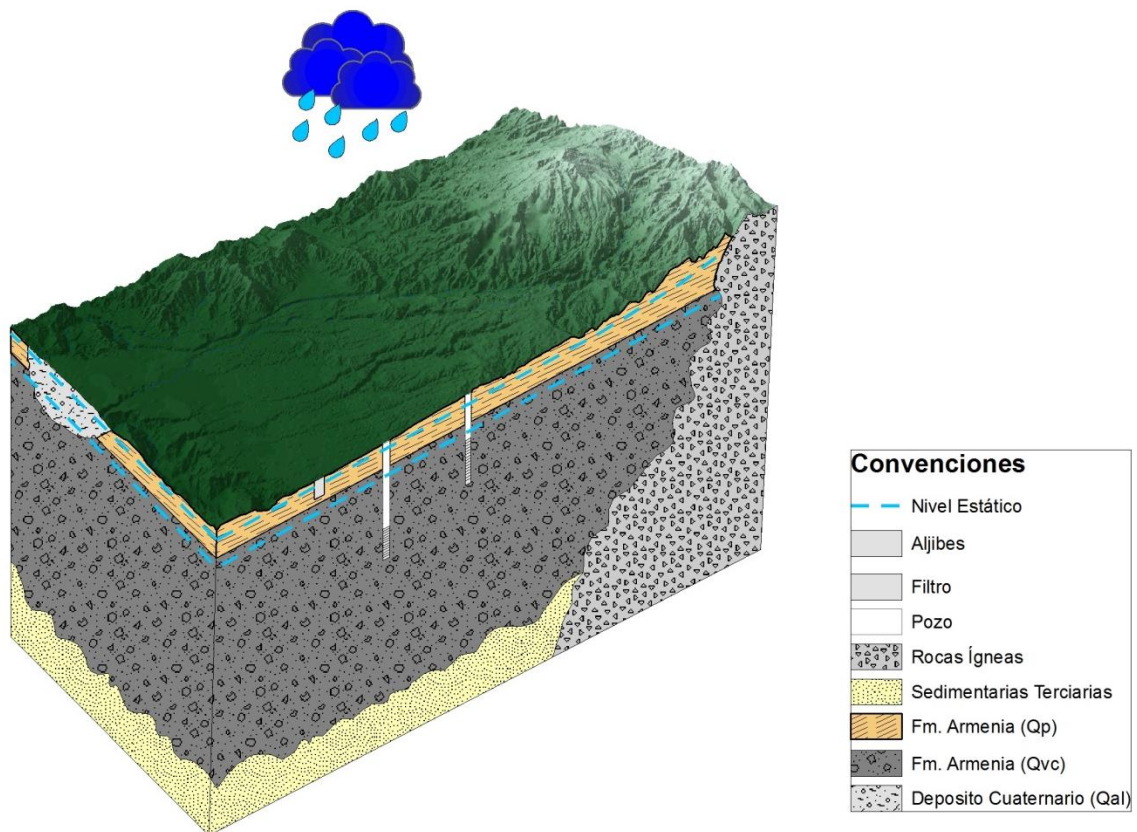


Figura 20. Esquematzación del modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del Río Otún

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Dentro de los acuíferos de baja productividad, con capacidades específicas entre 0.05 y 1 l/s/m, se encuentran los depósitos aluviales (Qal) y depósitos coluviales (Qco) que son unidades de extensión local que se restringen a los valles de los principales ríos y quebradas de la cuenca y que se consideran acuíferos libres compuestos por gravas, arenas y arcillas no consolidadas. La unidad de depósitos aluviales (Qal) está siendo captada por 17 aljibes y alimenta dos manantiales, mientras que en la unidad de depósitos coluviales se han inventariado seis aljibes y seis manantiales; para dos de los aljibes se reportan niveles estáticos de 3.13 y 1.26 m.

La unidad acuífera de mayor extensión dentro de la cuenca se encuentra representada por la Formación Armenia (Qvc) que está conformada por flujos volcanoclásticos con espesores mayores a 300 m, para la parte oriental de la

cuenca se reporta que llega a alcanzar más de 1000 m de espesor (CARDER, 2007). Conforman un acuífero de extensión regional de carácter semiconfinado a confinado debido a una capa suprayacente de cenizas (Qp) que alcanzan un espesor de 30 m. Esta unidad hace parte del sistema acuífero SAM6.1 - Glacis del Quindío (IDEAM, 2014) que es clasificada como acuífero libre con transmisividades de 1 a 65 m²/día y capacidades específicas de 0.05 a 7 l/s/m. Dentro de la cuenca es captada por 8 aljibes y 94 pozos. Dos de los aljibes reportados tienen profundidades de 12 y 16 m con nivel estático de 8.9 m. En cuanto a los pozos que se han inventariado en la cuenca se encuentra que sus profundidades varían entre 20 y 235 m con niveles de agua entre 1.76 y 79.6 m (sin diferenciar entre niveles estáticos y dinámicos), los caudales reportados para estas captaciones varían entre 0.1 y 19.8 l/s. De acuerdo a 51 datos de capacidad específica obtenidos de pruebas de bombeo se encuentra un rango de capacidad específica entre 0.016 l/s/m y 3.81 l/s/m. De igual forma, se cuenta con 14 datos de coeficiente de almacenamiento que indican un carácter semiconfinado.

Como unidades acuíferas de muy baja productividad se identificaron la Formación Barroso (K2Vm7), que se compone de diabasas, basaltos, y en menor proporción espilitas con intercalaciones de lavas almohadilladas, tobas, brechas y aglomerados, cuyo suelo residual de carácter laterítico permite que en la zona de estudio alimente a 41 manantiales, la unidad de Morrenas Glaciares del Cuaternario superior (Qg) que presenta espesores de hasta 40 m y está conformada por depósitos heterogéneos de bloques angulares de andesitas y material piroclástico, y matriz areno-limosa y que de acuerdo a su génesis y composición litológica se estima que forme acuíferos locales de carácter libre y de muy baja productividad. Dentro del Mapa de Permeabilidades del Ingeominas (2008) esta unidad se considera como de baja permeabilidad y finalmente se encuentra el miembro superior de la Formación Armenia (Qp), que para la cuenca del Río Otún reviste importancia hidrogeológica puesto que es captada por 418 aljibes y alimenta 5 manantiales, dicha unidad acuífera se asocia a depósitos de caída de cenizas, lapilli y pumita, presenta un espesor promedio de 30 m y se considera de carácter libre a semiconfinado siendo a su vez acuitado de la unidad acuífera Qvc. Para los aljibes que captan esta formación se reportan profundidades entre 2.5 y 45 m con caudales de explotación de 0.04 a 1.93 l/s y niveles del agua entre superficiales y 28 m; en un aljibe ubicado en el sector de Cerritos (A226) se tiene un dato de capacidad específica de 0.036 l/s/m.

La recarga del acuífero superficial (Qp) se da directamente de la lluvia a lo largo de la cuenca del río Otún por lo que se estima que los tiempos de permanencia del agua sean cortos. De otro lado, utilizando los datos de isotopía y conductividad hidráulica se estima que la recarga del acuífero semiconfinado (Qvc) se está presentando en la zona de contacto entre el complejo ígneo y metamórfico ubicado en la zona alta de la cuenca y los depósitos vulcanoclásticos.

La Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación se calculó con base en el Método de Indexación “GOD”, el cual tiene en cuenta la ocurrencia del agua subterránea de acuerdo al grado de confinamiento de los acuíferos (“G”), la litología predominante sobre el acuífero o texturas del suelo (“O”) y la profundidad de la tabla de agua (“D”). La indexación de los tres parámetros determinó que en la cuenca del Río Otún se presentan tres grados de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos, desde baja hasta alto, donde alrededor del 50% de la zona evaluada presenta un índice de vulnerabilidad media mientras que la vulnerabilidad alta se centra en la cuenca media en inmediaciones de Dosquebradas y la vulnerabilidad baja en la cuenca baja cerca de la desembocadura del Río Otún.

4.4 Hidrografía

En la Tabla 12, se relaciona en sus dos primeras columnas el nombre y el área total para cada municipio dentro del POMCA. La columna siguiente indica el área que cada uno de los municipios tiene dentro del área de estudio, así mismo en la cuarta columna se establece el porcentaje de área del municipio al interior del área del POMCA, por último, se identifica cuanto representa en porcentaje cada municipio con relación a las 56.840 Ha del POMCA del río Otún.

Tabla 12 Relación de áreas de los municipios con relación al POMCA

| Municipio | Área Total Municipio (ha) | Área Municipio en POMCA (ha) | Porcentaje del municipio en POMCA (%) | Porcentaje del POMCA por municipio (%) |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| DOSQUEBRADAS | 7.021,92 | 6.529,36 | 93% | 11% |
| SANTA ROSA DE CABAL | 54.381,44 | 19.799,41 | 36% | 35% |
| MARSELLA | 14.926,72 | 112,76 | 1% | 0% |
| PEREIRA | 60.760,51 | 30.399,15 | 50% | 53% |
| DATOS TOTALES | 137.091 | 56.840,68 | | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.4.1 Delimitación y codificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros urbanos y centros poblados

El referente para el desarrollo de esta actividad es la sectorización hidrográfica de CARDER, realizada en el año 2015.



Figura 21. Sistema de codificación de unidades hidrográficas
 Fuente: CARDER, 2015

En el caso específico de POMCAS la CARDER estableció unidades hidrográficas nivel I que las denominó *Cuenca* que puede ser subdividida en los niveles II que es la *subcuencas* y nivel III las *microcuencas*, que se codifican de manera consecutiva a partir de la identificación de punto de entrega y el drenaje principal. La **cuenca**, es aquella unidad hidrográfica cuyo canal principal desemboca directamente a una corriente principal de la subzona hidrográfica y su extensión es mayor a 100 km². Para el caso de Risaralda la **subcuenca** es aquella unidad hidrográfica cuyo canal principal desemboca directamente a una cuenca o a una corriente principal de la subzona hidrográfica, pero que debido a su extensión o por hacer parte de una cuenca no se clasifica en dicha categoría. Su extensión es mayor o igual a 20 km². En la Figura 22 se referencian las subcuencas priorizadas por el criterio de ser parte de las zonas abastecedoras de centros poblados y cabeceras municipales dentro del Área POMCA.

Las **microcuencas** son la unidad hidrográfica mínima definida; pero, que por su extensión o por hacer parte de una subcuenca no se clasifica en cuenca o subcuenca. En la zona de influencia del Área en Ordenamiento del río Otún y los afluentes directos del río Cauca, se priorizaron las microcuencas que hacen parte de las zonas abastecedoras de centros poblados.

Para la identificación de las subcuencas y microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos, se espacializaron 81 concesiones con caudales iguales y superiores a 1 l/s, de las organizaciones prestadoras de servicios de acueducto, donde se incluyeron acueductos comunitarios urbanos, veredales, empresas de acueducto y alcantarillado municipales y algunas de importancia por volumen captado, como son las asociadas con consumos industriales, piscícola y de generación de energía. Posteriormente se delimitaron las áreas aferentes a las captaciones obteniéndose 13 unidades entre subcuencas y microcuencas.

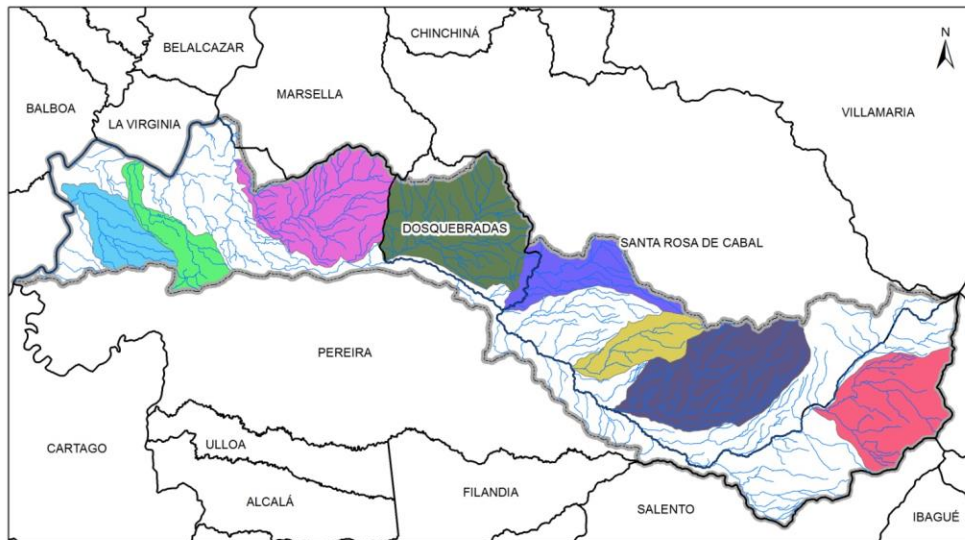


Figura 22. Subcuenclas de estudio cuenca río Otún y directos al Cauca
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

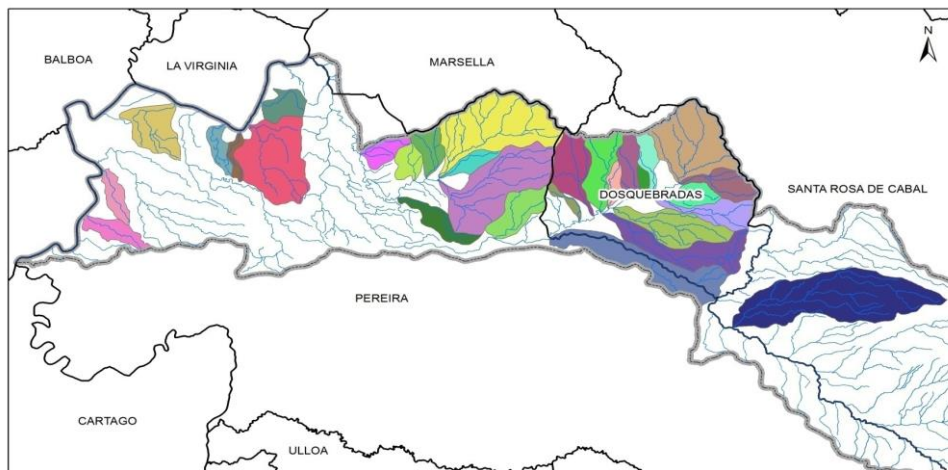


Figura 23. Microcuencas de estudio cuenca río Otún
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

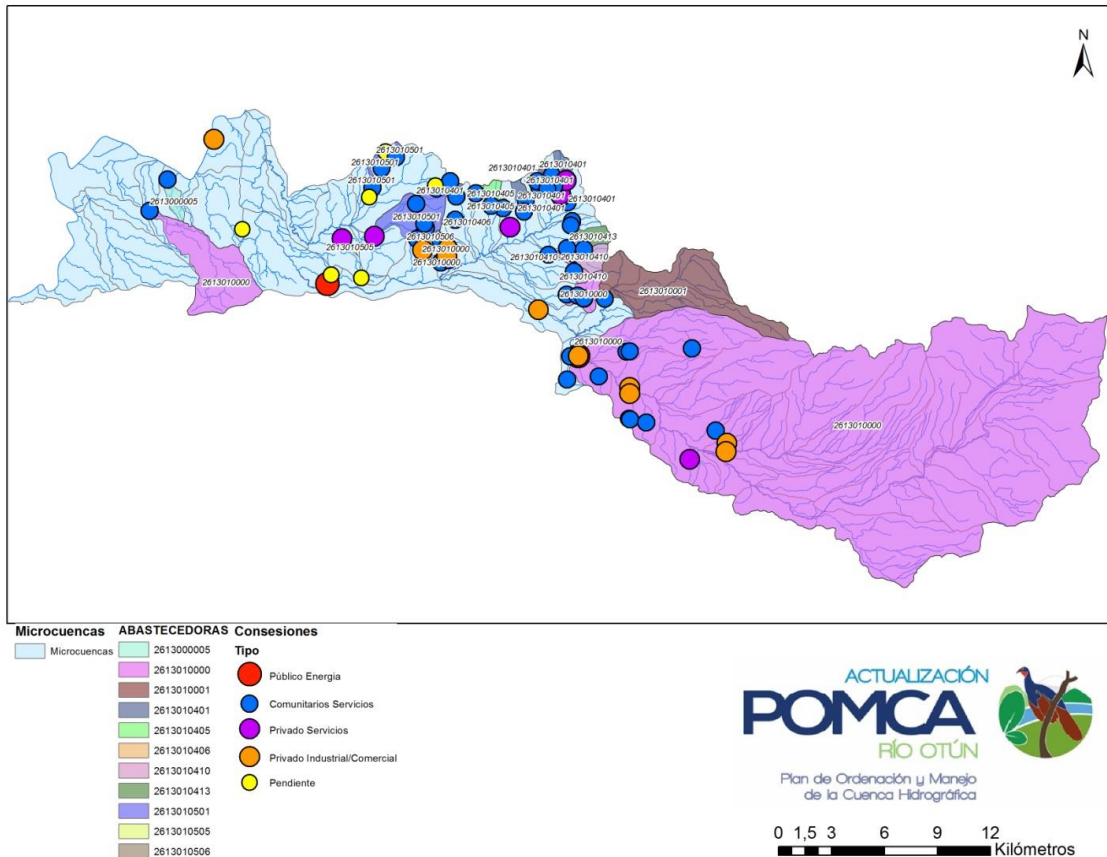


Figura 24. Subcuencas y Microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.4.2 Unidades de gestión hídrica o Franjas hidrográficas

En la sectorización hidrográfica en la categoría de microcuencas se definieron grupos de unidades hidrográficas con drenajes de diferente orden, denominados como **franjas hidrográficas**. Una franja hidrográfica puede ser la margen derecha o izquierda de un cuerpo de agua principal de alguna de las categorías anteriores. Para efectos prácticos, las franjas hidrográficas fueron consideradas al mismo nivel de microcuencas.

La razón por la cual se analizarán estas unidades y no las subcuencas o microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos, es porque estas áreas muestran homogeneidad en sus condiciones de dinámica poblacional y actividades económicas, adicionalmente esta forma de agrupar el territorio incluye

áreas que morfológicamente no hacen parte de la unidad cuenca hidrográfica, permitiendo así vincular las áreas correspondientes a las inter cuencas.

Complementario con lo anterior y tomando como punto de partida el Plan de Ordenamiento del río Otún –PORH-, la ubicación de la demanda hídrica en estas zonas se encuentra reconocida de tal forma se puede orientar un mejor entendimiento del área en ordenamiento.

Adicionalmente, como se evidenció en el análisis situacional inicial, realizado en la fase de Aprestamiento, la mayor concentración de conflictos ambientales se encuentra en las franjas o unidades hidrológicas codificadas en la tabla anterior.

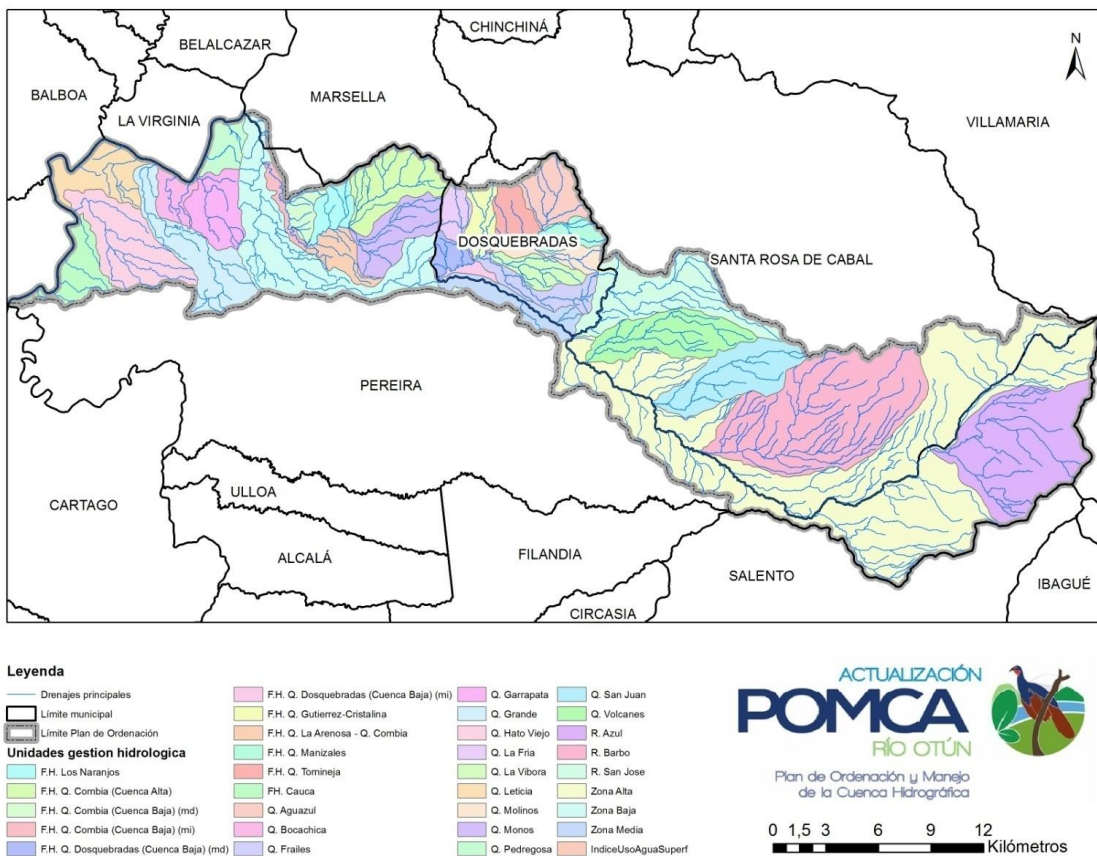


Figura 25. Franjas hidrográficas cuenca río Otún y directos al Cauca.
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

4.5 Microcuenca

El noveno y décimo dígito indican el número de unidad hidrográfica nivel III, producto de la desagregación de las unidades hidrográficas de nivel II. Para el caso del departamento de Risaralda, las **microcuencas** son la unidad hidrográfica mínima definida; pero, que por su extensión o por hacer parte de una subcuenca no se clasifica en cuenca o subcuenca. En la zona de influencia del Área en Ordenamiento del río Otún y los afluentes directos del río Cauca, se priorizaron las microcuencas que hacen parte de las zonas abastecedoras de centros poblados. En la Tabla 13 se muestran las microcuencas definidas en el área POMCA Otún.

Tabla 13. Microcuencas Otún y otras directas al Cauca

| NIVEL I (CUENCA) | NIVEL II (MICROCUENCAS) | CÓDIGO |
|--------------------------|--------------------------------|---------------|
| CUENCA RÍO OTÚN | Q. Aguazul | 2316010401 |
| | Q. Barrizal | 2316010402 |
| | Q. Chimborazo | 2316010502 |
| | Q. Combia | 2316010501 |
| | Q. Cristalina | 2316010404 |
| | Q. El Platero | 2316010415 |
| | Q. Frailes | 2316010409 |
| | Q. Gato Negro | 2316010002 |
| | Q. Gutiérrez | 2316010405 |
| | Q. La Arenosa | 2316010505 |
| | Q. La Fría | 2316010406 |
| | Q. La Mina | 2316010507 |
| | Q. La Mina-La Honda | 2316010504 |
| | Q. La Silvadora | 2316010407 |
| | Q. La Víbora | 2316010410 |
| | Q. Los Naranjos | 2316010503 |
| | Q. Manizales | 2316010413 |
| | Q. Molinos | 2316010411 |
| | Q. Monos | 2316010506 |
| | Q. Soledad | 2316010412 |
| Q. Tomineja | 2316010403 | |
| Q. Volcanes | 2316010001 | |
| DIRECTOS AL CAUCA | Q. Bocachica | 2316000005 |
| | Q. El Aserrío | 2316000006 |
| | Q. El Muerto | 2316000003 |

| NIVEL I (CUENCA) | NIVEL (MICROCUENCAS) II | CÓDIGO |
|------------------|-------------------------|------------|
| | Q. Garrapata | 2316000007 |
| | Q. La Predregosa | 2316000002 |
| | Q. Leticia | 2316000004 |
| | Q. Pedregosa | 2316000008 |

Fuente: CARDER, 2015 y Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

4.6 Morfometría

El cálculo de los parámetros morfométricos para la cuenca hidrográfica del Río Otún, sus subcuencas y microcuencas y subcuencas y microcuencas afluentes directos del río Cauca, se realizaron a partir de la información suministrada por la cartografía oficial, la cual fue procesada mediante el software ArcGIS. En la Tabla 14, se presentan las unidades hidrológicas a las que se les realizó morfometría.

Tabla 14. Unidades hidrológicas con cálculo los parámetros morfométricos.

| NIVEL I | NIVEL II (SUBCUENCAS) | NIVEL (MICROCUENCAS) III |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| CUENCA OTÚN | DOSQUEBRADAS | Q. Manizales |
| | | Q. Molinos |
| | | Q. Soledad |
| | | Q. Aguazul |
| | | Q. Barrizal |
| | | Q. Frailes |
| | | Q. Gutiérrez |
| | | Q. La Víbora |
| | | Q. Tomineja |
| | | Q. Cristalina |
| | | Q. La Fría |
| | | Q. La Silvadora |
| | | COMBIA |
| | Q. La Arenosa | |
| | Q. La Mina | |
| | Q. La Mina-La Honda | |
| | Q. Chimborazo | |
| | F.H. Los Naranjos | |
| | Q. Combia | |
| | Q. Volcanes | |
| Q. Gato Negro | | |
| Q. SAN JUAN | | |
| Q. SAN JOSÉ | | |
| Q. BARBO | | |
| Q. AZUL | | |
| AFLUENTES DIRECTOS AL CAUCA | Q. HATO VIEJO | |
| | Q. GRANDE | |
| | | Q. Pedregosa |
| | | Q. Leticia |

| NIVEL I | NIVEL II (SUBCUENCAS) | NIVEL (MICROCUENCAS) III |
|---------|-----------------------|--------------------------|
| | | Q. La Pedregosa |
| | | Q. Grande |
| | | Q. Garrapata |
| | | Q. El Muerto |
| | | Q. El Aserrío |
| | | Q. Bocachica |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

El río Otún presenta un área de 480,7 Km², una longitud de la cuenca de 51,99 Km., como se muestra en la Tabla 15; sigue una trayectoria en sentido oriente- occidente, nace a los 4600 m.s.n.m. desemboca en el Río Cauca a 950 m.s.n.m. en la Vereda Estación Pereira, como se puede observar en la Tabla 15.

Tabla 15. Parámetros morfométricos cuenca río Otún

| PARÁMETRO | RESULTADO | CATEGORÍA |
|--|-----------|------------------------------------|
| Área (km ²) | 480,7 | Intermedia Pequeña |
| Perímetro (Km) | 159,50 | - |
| Longitud de la cuenca(km) | 51,99 | - |
| Ancho de la cuenca (km) | 18,08 | - |
| Factor de Forma | 0,178 | Muy Alargada |
| Coefficiente de Compacidad | 2,04 | Oval oblonga a rectangular oblonga |
| Índice de Alargamiento | 2,88 | Muy alargada |
| Indicé de Asimetría | 1,77 | - |
| Elevación media | 1899,8 | |
| Pendiente Media del cauce principal | 4,46% | - |
| Pendiente Media de la cuenca principal | 32,05 | Fuertemente accidentado |
| Tiempo de Concentración minutos (1) Kirpich: | 306,06 | - |
| Tiempo de Concentración minutos (2) Guaire | 343,01 | - |
| Tiempo de Concentración minutos (3) Kirpich: | 234,2 | - |
| Tiempo de Concentración minutos (4) Bureau | 341,3 | - |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

La cuenca del río Otún, según el parámetro Coeficiente de Compacidad, se encuentra en el rango de oval oblonga a rectangular oblonga, que indica que la

probabilidad que se presenten crecientes repentinas o avenidas torrenciales es media.

El Factor de Forma, indica que la cuenca, muestra una moderada concentración de agua, lo que se traduce en una probabilidad media de presentar crecientes repentinas. De otra parte, su forma es alargada hecho que la puede hacer menos susceptible a crecidas (Figura 26).

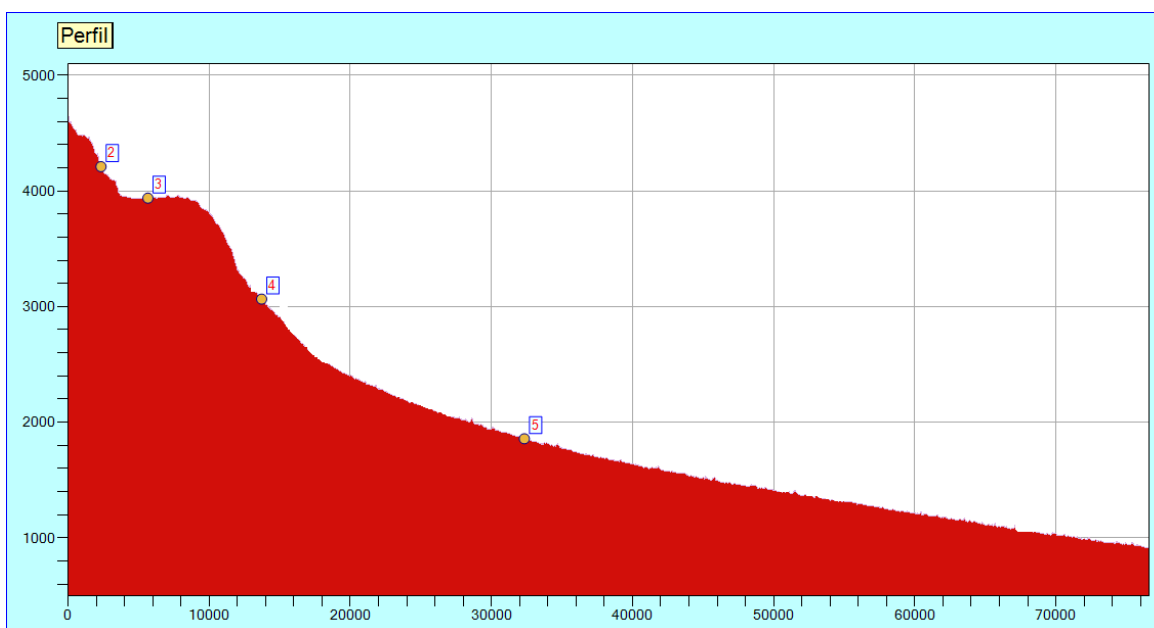


Figura 26. Perfil drenaje principal río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

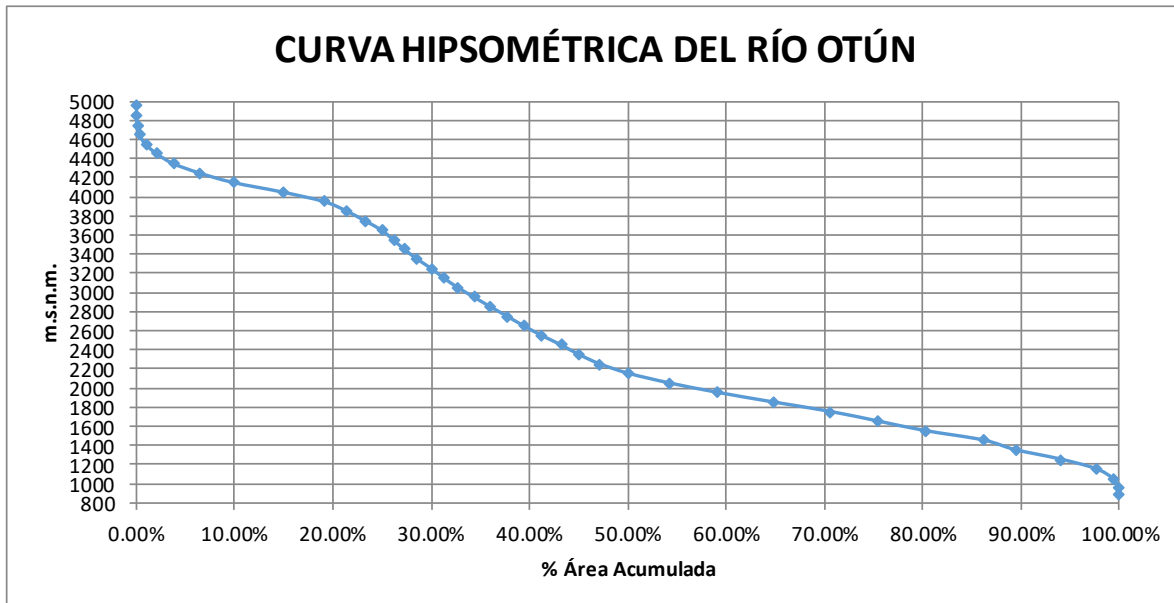


Figura 27. Curva hipsométrica río Otún

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

La curva hipsométría de río Otún (ver Figura 27) representa una cuenca en equilibrio o fase de madurez.

4.6.1 Morfometría subcuencas río Otún y Afluentes directos del río Cauca

En el Área del POMCA se identifican subcuencas pertenecientes a la cuenca del Otún las cuales son: Q. Dosquebradas, Q. Combia, Q. San Juan, Q. San José, Q. Barbo y Q. Azul y otras subcuencas que drenan directamente al río Cauca las cuales son: Q. Hato Viejo, Q. Grande; a estas unidades hidrográficas se es calculó los parámetros morfométricos descritos en la Tabla 16.

4.6.2 Análisis parámetros morfométricos nivel de subcuenca

Las subcuencas estudiadas presentan áreas que las clasifican entre muy pequeñas y pequeñas, las curvas hipsométricas características de estas cuencas se encuentran en estado de equilibrio o fase de madurez a excepción de las subcuencas de la quebrada Azul y quebrada Grande, la cuales presentan una categoría de cuencas con gran potencial erosivo o en fase de juventud.

Las subcuencas de las quebradas Dosquebradas, Combia, San Juan, Barbo, Azul, Hato Viejo, según el parámetro Coeficiente de Compacidad, se encuentra en el rango de Oval redonda a oval oblonga, indicando que las probabilidades de que se presenten crecientes repentinas o avenidas torrenciales es media, mientras las

subcuencas de las quebrada San José y quebrada Grande presentan un coeficiente de compacidad, en el rango de oval oblonga o rectangular oblonga, que indica que la probabilidad de que se presenten crecientes repentinas o avenidas torrenciales es baja.

Los tiempos de concentración de las subcuencas analizadas de entre 60 y 120 minutos y los valores de densidad de drenaje muy altas nos permiten identificar cauces con grandes volúmenes de escurrimiento y con respuestas hidrológicas rápidas, lo anterior aunado a cauces con pendientes muy altas indican una moderada velocidad de escorrentía, a mayor precipitación mayor volumen de escurrimiento y mayor fuerza de arrastre.

En general los valores altos de la pendiente de la cuenca y del cauce principal indican tiempos de concentración bajos y por lo tanto mayores caudales pico.

4.6.3 Morfometría microcuencas del río Otún y Afluentes directos del río Cauca

En el Área POMCA del río Otún se identificaron 28 microcuencas, de las cuales 7 son tributarias directas del río Cauca y las 21 de estas hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Otún.

Tabla 16. Parámetros morfométricos subcuencas río Otún y tributarios directos al río Cauca

| SUBCUENCAS | Área (km ²) | Perímetro (Km) | Longitud de la cuenca (km) | Ancho de la cuenca (km) | Factor de Forma | Clasificación | Coefficiente de Compacidad | Clasificación | Índice de Alargamiento | Clasificación | Índice de Asimetría | Pendiente Media del cauce principal | Pendiente Media de la cuenca principal % | Calificación |
|-----------------|-------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| Q. Grande | 19,79 | 27,80 | 9,45 | 4,41 | 0,210 | Muy Alargada | 1,75 | Oval oblonga a rectangular oblonga | 2,20 | Moderada/alargada | 2,13 | 1,97% | 5,63 | Suave |
| Q. San Juan | 19,90 | 22,27 | 6,45 | 3,42 | 0,230 | Alargada | 1,40 | Oval redonda a oval oblonga | 2,72 | Moderada/alargada | 2,62 | 16,02% | 58,93 | Escarpado |
| Q. Dosquebradas | 58,42 | 34,79 | 8,84 | 9,71 | 0,747 | Ensanchada | 1,27 | Oval redonda a oval oblonga | 0,911 | Poco alargada | 1,75 | 5,86% | 8,62 | Medianamente accidentado |
| Q. Hato Viejo | 21,56 | 23,47 | 4,11 | 9,09 | 1,273 | Rodeando el desagüe | 1,41 | Oval redonda a oval oblonga | 0,452 | Poco alargada | 1,34 | 2,56% | 32,34 | Fuertemente accidentado |
| Q. La Combia | 48,16 | 35,18 | 7,89 | 10,45 | 0,774 | Ensanchada | 1,42 | Oval redonda a oval oblonga | 0,755 | Poco alargada | 2,40 | 5,46% | 24,67 | Fuertemente accidentado |
| R. Azul | 44,53 | 30,47 | 6,80 | 9,67 | 0,962 | Muy ensanchada | 1,28 | Oval redonda a oval oblonga | 0,703 | Poco alargada | 1,15 | 10,41% | 21,23 | Fuertemente accidentado |
| R. Barbo | 61,07 | 35,60 | 6,72 | 13,80 | 1,354 | Rodeando el desagüe | 1,28 | Oval redonda oval oblonga | 0,487 | Poco alargada | 1,21 | 14,65% | 23,44 | Fuertemente accidentado |
| R. San José | 27,33 | 33,47 | 5,10 | 12,09 | 1,049 | Muy ensanchada | 1,79 | Oval oblonga a rectangular oblonga | 0,422 | Poco alargada | 1,90 | 8,81% | 44,79 | Muy fuertemente accidentado |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.6.4 Morfometría de microcuenca

Las microcuencas estudiadas presentan áreas que las clasifican como muy pequeñas; 18 de estas microcuencas presentan curvas hipsométricas en estado de equilibrio o fase de madurez, 7 son cuenca con gran potencial erosivo o se encuentran en fase de juventud, particularmente estas microcuencas son tributarias directas al río Cauca. Mientras las microcuencas de la quebrada Frailes y La Soledad pertenecientes a la subcuenca de Dosquebradas son cuenca sedimentaria o en fase de vejez.

Los tiempos de concentración de las microcuencas analizadas de entre 13 y 60 minutos y los valores de densidad de drenaje muy altas nos permiten identificar cauces con grandes volúmenes de escurrimiento y con respuestas hidrológicas rápidas, lo anterior aunado a cauces cortos y pendientes muy altas indica una moderada velocidad de escorrentía.

En general los valores altos de la pendiente de la cuenca y del cauce principal indican tiempos de concentración bajos y por lo tanto mayores caudales pico.

4.7 Pendientes

Aquí se presenta el resultado de la definición de las pendientes de la Cuenca del Río Otún como insumo para entender gran parte de los procesos dinámicos que se dan en la cuenca.

El Análisis de las pendientes de un terreno es fundamental desde diferentes puntos de vista (i) en lo relacionado al análisis de la morfometría del terreno en función de las restricciones y potencialidades que pueda tener el área de estudio; (ii) como insumo fundamental para los diferentes componentes del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca; (iii) es importante resaltar la importancia del análisis de pendientes en la identificación de las unidades de Capacidad de uso de las tierras; y (iv) como factor primordial para la determinación de la susceptibilidad y amenazas a movimientos de masa, avenidas torrenciales, inundaciones y de incendios de cobertura vegetal.

El análisis de las pendientes para la Cuenca del Río Otún dio como resultado que el 61,25 % de la zona de estudio presenta pendientes superiores al 25%, dándole un carácter de cuenca de montaña, y en consecuencia presenta limitantes para algunos de los usos; solo el 0,14% del territorio presenta pendientes inferiores al

3% potencializando usos en estas zonas y el 38,61% del territorio presenta pendientes entre 3% al 25% (Ver Tabla 17).

Tabla 17 Rangos de Pendientes en porcentaje

| Gradiente en % | Descripción | Símbolo | Área Ha | % del Área |
|----------------|-------------------------|---------|-----------|------------|
| 0 - 3 | Plano | a | 78,41 | 0,14 |
| 3 - 7 | Ligeramente inclinado | b | 1529,71 | 2,69 |
| 7 - 12 | Moderadamente inclinado | c | 3615,85 | 6,36 |
| 12 - 25 | Fuertemente inclinado | d | 16800,84 | 29,56 |
| 25 - 50 | Ligeramente escarpado | e | 22590,03 | 39,74 |
| 50 -75 | Moderadamente escarpado | f | 8272,75 | 14,55 |
| >75 | Fuertemente escarpado | g | 3952,92 | 6,95 |
| Total | | | 56.840,51 | 100,00 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

Tabla 18 Rangos de Pendientes en grados

| Gradiente en grados | Descripción | Símbolo | Área Ha | % del Área |
|---------------------|-------------------------|---------|-----------|------------|
| 0 – 1,72 | Plano | a | 78,41 | 0,14 |
| 1,72 – 4,00 | Ligeramente inclinado | b | 1529,71 | 2,69 |
| 4,00 – 6,84 | Moderadamente inclinado | c | 3615,85 | 6,36 |
| 6,84 – 14,04 | Fuertemente inclinado | d | 16800,84 | 29,56 |
| 14,04 – 26,57 | Ligeramente escarpado | e | 22590,03 | 39,74 |
| 26,57 – 36,87 | Moderadamente escarpado | f | 8272,75 | 14,55 |
| > 36,87 | Fuertemente escarpado | g | 3952,92 | 6,95 |
| Total | | | 56.840,51 | 100,00 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.8 Hidrología

4.8.1 Descripción y evaluación de la red de estaciones hidrológicas

Los caudales se miden en estaciones limnimétricas y limnigráficas, de las cuales existen dos en el cauce mismo del río Otún, la estación de Cataluña y La Bananera, que es la estación de referencia de la cuenca del Otún. La Figura 28, muestra el histograma de caudales en esa estación, que cuenta con cerca de 45 años de registro; el caudal medio anual es de 12.76 m³/seg, el caudal máximo de 103.50 m³/seg, y el caudal mínimo de 0.38 m³/seg.

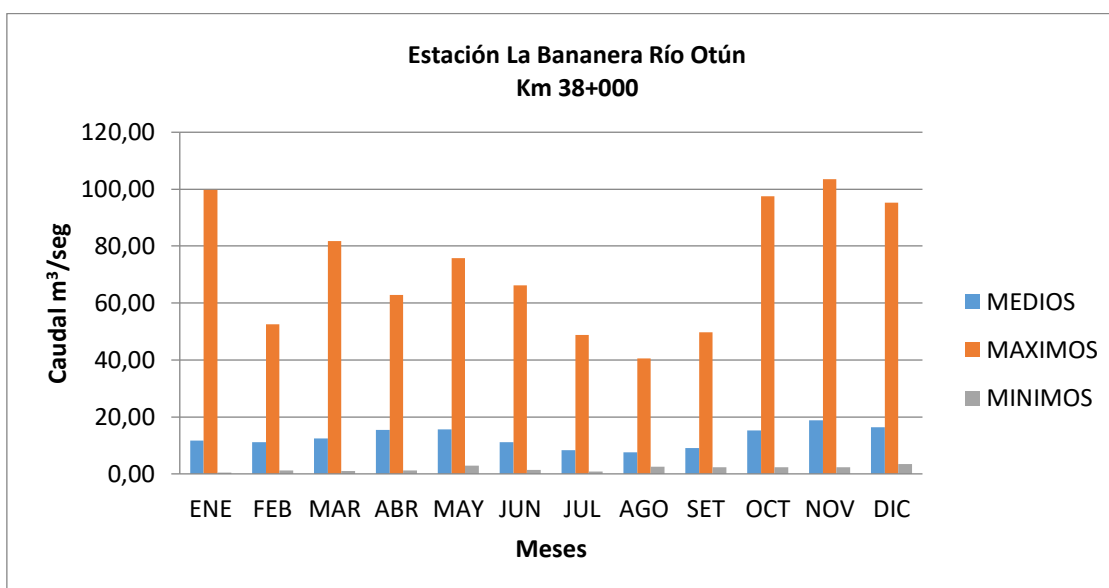


Figura 28. Caudales Medios, máximos y Mínimos en el Río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.2 Inventario de infraestructura hidráulica que afecta la oferta

El insumo para realizar esta actividad Censo de Concesiones de Aguas Superficiales, Subterráneas y Vertimientos” que fue realizado por la Corporación Autónoma Regional del Risaralda CARDER en el año 2015, mediante el contrato 003/2015.” Se encontró que a lo largo del río Otún se destacan dos captaciones principales, la del acueducto de Pereira, cerca de la Quebrada La Bella, Km 33 del cauce del río, y la de la planta de generación de energía de Belmonte, en el km 14. El K0+000 es la desembocadura del río Otún en el río Cauca. Adicionalmente existente 93 estructuras de captaciones distribuidas por la cuenca.

4.8.3 Análisis de sistemas lénticos naturales

Actualmente, la CARDER se encuentra realizando una identificación y caracterización parcial de los humedales de las zonas suburbanas de Pereira y La Virginia y desde el 2009 se identificaron humedales en los municipios de Santa Rosa, La Virginia, Dosquebradas y Pereira, siguiendo la metodología establecida por la Resolución 0196 de 2006 del MAVDT, por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia, (CARDER, 2016).

Uno de los principales referentes es el estudio desarrollado por la Universidad Tecnológica de Pereira, en el cual se realizó un inventario y la caracterización de los humedales localizados en el Parque Nacional Natural Los Nevados (PNN Los Nevados), en jurisdicción de Pereira y Santa Rosa de Cabal. Se describe a continuación los tipos de humedales que encontraron en el área de estudio y de ellos se relacionan cuales hacen parte de la cuenca del río Otún.

Pantano tipo Sietecuerales: Este tipo de humedales Suceden en valles amplios poco profundos y generalmente están ligados a una corriente superficial, aunque también hay evidencias de descarga de acuíferos o flujos subsuperficiales, presentes en la ladera Este de la Laguna del Otún, (Duque., Et al 2005).

Lagunas con origen por Sobreexcavación: Este origen guarda mucha similitud con el origen por bloques de hielo, ya que grandes masas de hielo fueron las encargadas, en la última glaciación, de excavar profundos “huecos” en rocas jóvenes. Estas excavaciones pueden alcanzar profundidades de hasta 100 metros, el Este tipo de laguna fue registrado con mayor frecuencia entre El Cisne y la Laguna del Otún. Algunos ejemplos son Laguna El Silencio, Laguna La Alsacia, o Laguna Santa Isabel (Duque., Et al 2005).

Dentro de los complejos de humedales encontrados se encuentra el de la Laguna del Otún, en donde se establece *“el sector de la Laguna del Otún son evidentes dos tipos de formación. La primera corresponde al modelado glaciar heredado, la segunda a los flujos de lava del Nevado Santa Isabel que taponaron el valle glaciar formando la laguna. Este complejo agrupa los componentes que se encuentran en el primero. Predominan los abanicos fluvio-torrenciales, así como algunas cubetas de sobreexcavación. Cuenta con una de las mayores riquezas vegetales que se encontraron durante las salidas de campo. Se tiene predominio de pantanos tipo brisas, con pajonal y arbustal sobre sustrato de Plantago rígida. Se asume que el*

deshielo y la humedad del ambiente propician la formación de turberas en este lugar” (Duque, 2005).

Usos del suelo y tenencia de la tierra: La totalidad del Complejo se encuentra en el Parque Nacional Natural, y el uso principal es la conservación. Los humedales de este complejo son de vital importancia para por lo menos dos grandes centros urbanos urbanos, debido a que aquí nacen los ríos que abastecen sus acueductos. Además del uso mencionado, la actividad turística es intensa en el complejo. Impactos asociados con la ganadería se presentan en el área, y se relacionan directamente con el pastoreo de los caballos de la cabaña del Ministerio del ambiente. (Duque., Et al 2005).

Para la cuenca media del río Otún, por debajo de los 3000 msnm, se presentan áreas en diferentes estados de recuperación, y en general localizados en pisos térmicos continuos y muy semejantes; el resultado es la presencia de bosques, matorrales o potreros con inundación fluctuante de acuerdo con el régimen de lluvias bimodal que existe en la zona, donde se presenta la temporada de lluvias altas en los meses de abril a mayo y más intensas entre octubre y noviembre y dos períodos intermedios de menos pluviosidad entre enero a febrero y julio a agosto.

Los potreros y zonas abiertas se encuentran en diferentes estados de regeneración, a pesar de la presencia de ganado equino en algunos sitios. Son áreas con pendientes suaves que reciben sus aguas de quebradas cercanas o bien de escorrentía desde montañas aledañas. Los principales impactos provienen de la actividad turística, de la pequeña agricultura que manejan vecinos de la zona (Finca El Ceilán, paperos de la zona del Bosque, habitantes del sector entre El Cedral - La Pastora y El Manzano) y de la ganadería que se lleva a cabo en los potreros aledaños a la reserva La Pastora (incluyendo el lugar en que quedaba anteriormente la casa), el potrero cercano al Cedral (utilizado comunitariamente por los vecinos que llegan hasta El Cedral en bestia y abordan la chiva hasta Pereira).

Los bosques y los matorrales anegadizos presentan menor impacto por no encontrarse en sitios de común concurrencia por transeúntes, los principales sitios son los que se encuentran en el camino entre El Cedral y La Pastora, cerca de la Cascada La Floresta. (Duque., Et al 2005).

4.8.4 Caracterización del régimen hidráulico e hidrológico

El cauce del río Otún, aguas arriba de la captación del acueducto de Pereira, muestra una conformación rugosa, de materiales gruesos en los rangos de gravas guijarros y grandes piedras; con ausencia de arenas a cauce de la intensidad de su transporte, que esencialmente lava esos materiales durante las avenidas y genera acorazamiento de los lechos con material grueso.

El río Otún no llega al mar, y tampoco genera un valle aluvial amplio, por lo cual su naturaleza de cauce torrencial o cauce de montaña, se repite hasta su desembocadura en el río Cauca. El perfil que se muestra en la Figura 29, indica que, aunque existe un sector típicamente montañoso con pendientes que superan el 12%, y una zona de transición con pendientes entre el 3 y el 6%; el cauce mantiene una pendiente homogénea en su trayecto inferior, del orden del 2%, que es aún muy alta, y capaz de generar régimen torrencial aún para lechos de conformación muy rugosa.

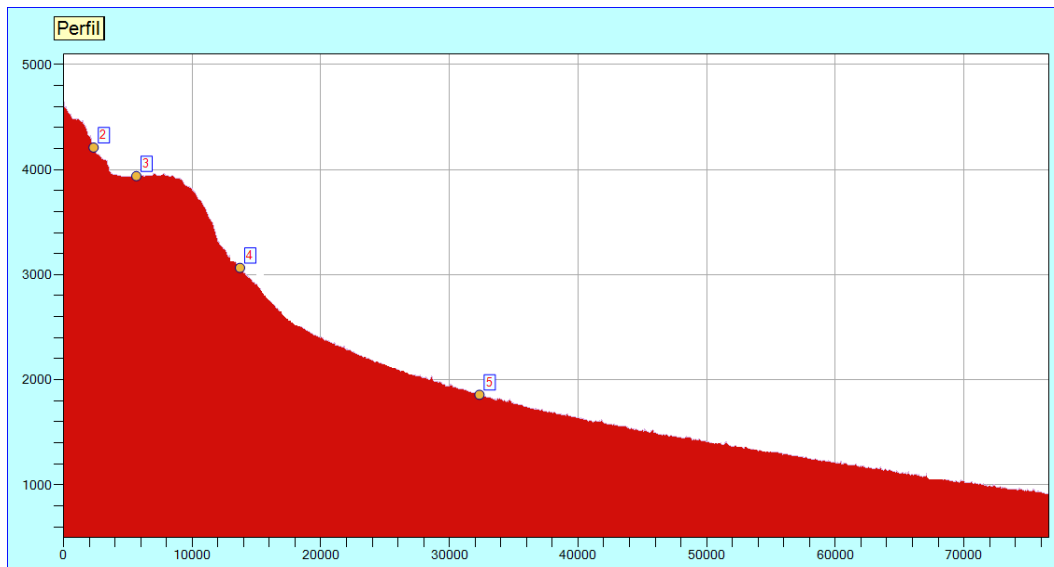


Figura 29. Perfil del Río Otún

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.5 Caudales máximos

Las condiciones climatológicas, hidrológicas y geomorfológicas del río Otún, determinan su carácter torrencial y generan un alto potencial para ocurrencia de avenidas súbitas, con gran aporte de carga sólida, que representan un potencial de ocurrencia de eventos de alta severidad por impacto sobre las poblaciones y la infraestructura expuesta. Las causas más frecuentes de las crecientes son las lluvias de larga duración y alta intensidad que pueden causar deslizamientos y derrumbes y resultar directamente en avenidas torrenciales con carácter de avalancha, donde grandes cantidades de escombros y sedimentos son transportados llevando el flujo a concentraciones muy altas de material sólido, superiores al 15% en volumen. La base de datos para estimar crecientes en el río Otún es la estación de La Bananera, que opera desde 1971.

Tabla 19. Caudales máximos para períodos de retorno río Otún, Estación la Bananera

| Período de Retorno | Caudal Máximo m ³ /seg |
|--------------------|-----------------------------------|
| 5 | 183 |
| 10 | 213 |
| 25 | 255 |
| 50 | 288 |
| 100 | 325 |
| 1000 | 468 |

Fuente: CARDER- Haskoning, 1986

Con la información actual de la estación La Bananera, los Consultores han obtenido la Figura 20, que muestra algunas diferencias hacia caudales más bajos. Estas diferencias se estarán investigando, para llegar a una conclusión más definitiva.

Tabla 20. Caudales máximos para períodos de retorno río Otún, Estación La Bananera

| Período de Retorno | Caudal Máximo m ³ /seg |
|--------------------|-----------------------------------|
| 2 | 126 |
| 5 | 167 |
| 10 | 191 |
| 20 | 212 |
| 50 | 238 |
| 100 | 257 |
| 200 | 275 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

El análisis se realizó con 7 distribuciones de frecuencia normalmente utilizadas en Colombia, y se seleccionó finalmente la mejor, de acuerdo con pruebas estadísticas usuales, siendo esta la distribución Gama. La Figura 30 muestra los resultados para

todas las distribuciones utilizadas.

Una de las mayores crecientes del registro ocurrió el 22 de octubre de 1979, causó inundaciones en 10 barrios a lo largo del río Otún, dejando 450 familias damnificadas, 4 puentes destruidos y ocasionando daños en la infraestructura del canal de conducción de la bocatoma Libaré y en la vía San José – La Florida. El caudal máximo estimado para esta creciente fue de $230\text{m}^3/\text{s}$ el cual podría tener un período de retorno de 20 años, de acuerdo con los análisis de frecuencia realizados en el estudio Carder –Haskoning 1986, pico que según ese estudio estuvo más relacionado con lluvias de alta intensidad y corta duración. De acuerdo con el nuevo cálculo, el período de recurrencia sería de solo 25 años.

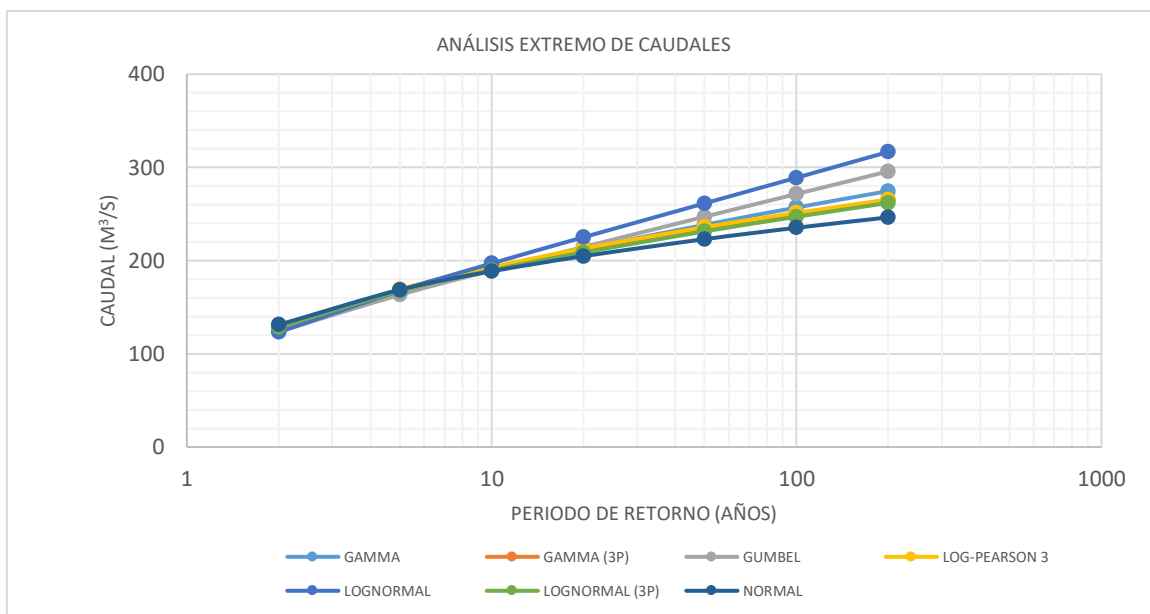


Figura 30. Análisis de Frecuencia Estación La Bananera, Río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.6 Caudales mínimos

Los caudales mínimos del río Otún son de interés debido a su uso para abastecimiento de agua potable y a las necesidades de mantenimiento de caudales ambientales necesarios para la calidad y la salud ambiental de los ecosistemas de la cuenca. Para las condiciones actuales, los Consultores realizaron el análisis de caudales mínimos utilizando 8 distribuciones de probabilidad, y determinaron

mediante las pruebas estadísticas usuales, que la distribución que mejor se ajusta a todas es la distribución Gama (3P), (Tabla 21).

Tabla 21. Caudales mínimos para períodos de retorno del río Otún, La Bananera

| Período de Retorno | Caudal Min m ³ /seg |
|--------------------|--------------------------------|
| 2 | 4,66 |
| 5 | 3,15 |
| 10 | 2,40 |
| 20 | 1,80 |
| 50 | 1,15 |
| 100 | 0,73 |
| 200 | 0,35 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

De igual forma se calcularon los caudales mínimos para la estación Campestre, con los resultados que se indican en la Tabla 22 y la Figura 31, donde la mejor distribución de probabilidad para ajustar los datos fue la distribución log Pearson 3.

Tabla 22. Caudales mínimos para períodos de retorno de la Q. Dos quebradas, Estación Campestre

| Período de Retorno | Caudal Min m ³ /seg |
|--------------------|--------------------------------|
| 2 | 0,80 |
| 5 | 0,32 |
| 10 | 0,17 |
| 20 | 0,09 |
| 50 | 0,04 |
| 100 | 0,02 |
| 200 | 0,01 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

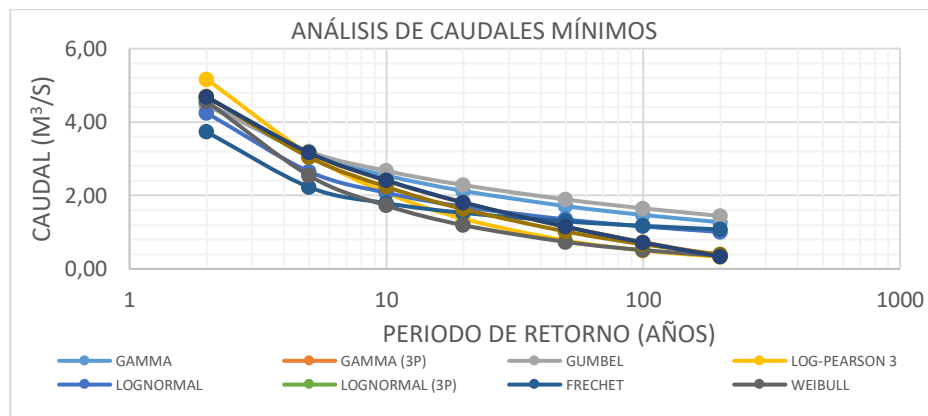


Figura 31. Distribución de caudales mínimos en la Estación La Bananera, río Otún Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.7 Transporte de sedimentos río Otún

Existe una sola estación en la cuenca de río Otún con datos sedimentológicos de registro suficiente para realizar cálculos de caudal sólido promedio anual multianual. Esta estación es la estación La Bananera, cerca del punto medio de la cuenca, con un área aferente de 275.38 Km². En esta estación, considerando la información desde 1973 hasta el año 2011, el IDEAM, en su estudio nacional del agua de 2014, reporta una carga media anual de 17,280 Ton/año, con un rendimiento promedio de 0,627 Ton/año/Km². Estos datos se basan en mediciones diarias de concentración de sedimentos, y una curva de calibración lograda mediante aforos periódicos de material en suspensión.

Dado que la medición de carga en suspensión involucra únicamente los tamaños de arenas finas, limos y arcillas, que en general comprenden la llamada carga de lavado, es necesario adicionar una parte proporcional de carga de material de arrastre que, dado que el cauce del río Otún es torrencial a lo largo de todo su recorrido, consiste en materiales gruesos del tamaño de gravas y arenas gruesas, que puede estimarse conservadoramente en un 35% de la carga total, de modo que la cifra sería más del orden de 23,040 Ton/año.

Los únicos otros estimativos de carga existentes corresponden a un estudio de Aguas y Aguas de Pereira, también del año 2014, en el cual la firma consultora SHI aplica el modelo Tetis-Sed para determinar la carga sedimentológica de material en suspensión a la altura de la misma estación La Bananera, donde el registro diario de concentración de sedimentos en suspensión permite la calibración del modelo, y valida sus cálculos con base en tres períodos de calibración, uno de 1.5 años, otro de 5 años y un tercero de 11 años de registros diarios, que en promedio arrojan un valor similar del orden de 13,614 Ton/año de material en suspensión.

4.8.8 Oferta hídrica superficial mediante implementación de un modelo lluvia-escorrentía

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados y las condiciones hidroclimatológicas de la cuenca, se llevó a cabo el modelo de lluvia escorrentía con el software WEAP, siendo una herramienta computacional desarrollada por el Stockholm Environment Institute (SEI) para la planificación integrada de recursos hídricos, cuyo objetivo es asistir a los planificadores en la toma de decisiones a través de un marco comprensivo, flexible y de uso fácil para la planificación y análisis de políticas relacionadas con el recurso hídrico.

A través de su interfaz gráfica, pueden analizarse un amplio rango de temas e incertidumbres, como aquellos relacionados con el clima, las condiciones de la cuenca, proyecciones de demanda, condiciones regulatorias, objetivos de operación e infraestructura disponible.

4.8.8.1 Puntos y cuencas de interés

Los puntos de interés fueron definidos teniendo en cuenta inicialmente el área aferente del acueducto del Municipio de Pereira, así como las subcuencas que aportan los caudales más importantes en la misma. Los puntos de interés seleccionados se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23. Puntos de cierre hídrico para la delimitación de cuencas de interés para el modelo WEAP en la cuenca del río Otún

| NOMBRE | DESCRIPCIÓN | LON (W) | LAT (N) | ALTITUD (m.s.n.m.) |
|-----------------|---|-------------|-------------|--------------------|
| Nuevo Libaré | Bocatoma del acueducto de Pereira sobre el cauce principal del río Otún. | 75,6476892 | 4,78296474 | 1.534 |
| Qda. Volcanes | Desembocadura de la Quebrada Volcanes en el río Otún. Cuenca con sensor de nivel UTP. | 75,6425032 | 4,78083847 | 1.551 |
| La Bananera | Punto sobre el río Otún de importancia por la presencia de estación limnigráfica del IDEAM. | 75,6368468 | 4,77642675 | 1.576 |
| Qda. El Manzano | Desembocadura de la Qda. El Manzano en el río Otún. Cuenca con sensor de nivel UTP. | 75,6155087 | 4,76447393 | 1.652 |
| Río San Juan | Desembocadura del río San Juan en el río Otún. | 75,6083478 | 4,76130787 | 1.675 |
| Retén Cataluña | Puesto de información Ambiental de Aguas y Aguas. | 75,60035556 | 4,743963889 | 1.740 |
| Río Barbo | Desembocadura del río Barbo. Cierre de la subcuenca del mismo río. | 75,5846602 | 4,73593882 | 1.836 |
| El Cedral | Punto sobre el río Otún, estación hidroclimatológica UTP. | 75,5234799 | 4,70438674 | 2.210 |
| Río Azul | Desembocadura del Río Azul en el río Otún. Cierre de la subcuenca con el mismo nombre. | 75,4718797 | 4,72836363 | 2.887 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

En la Figura 32 se observa la curva de duración de caudal en el punto La Bananera del caudal diario observado y el modelado por WEAP después de realizar los ajustes de calibración.

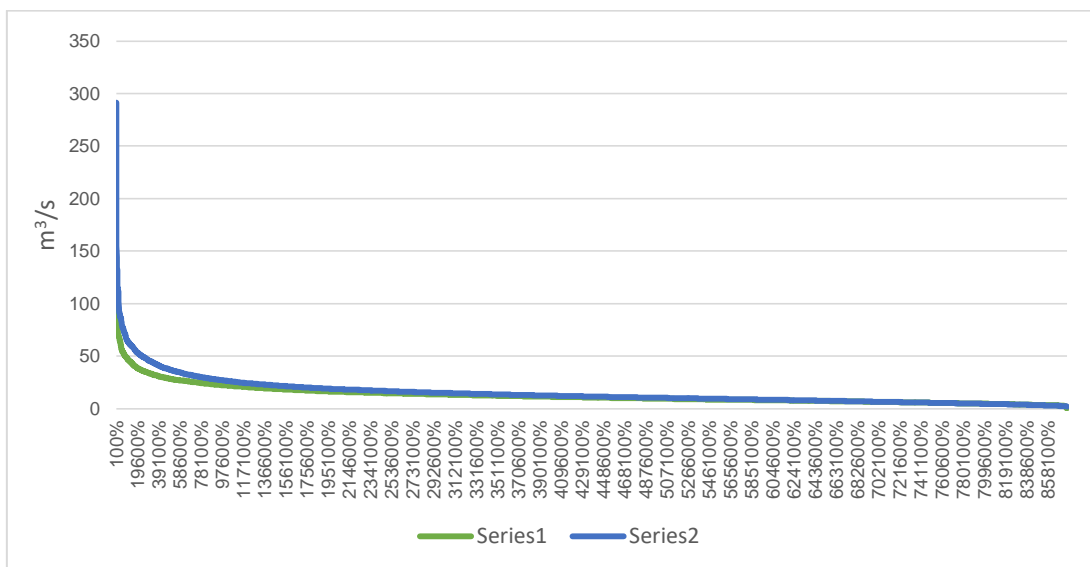


Figura 32. Curva de Duración de Caudal
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Adicionalmente, en la Figura 33 se puede observar la gráfica que representa la curva de duración de caudal para una ventana de tiempo comprendida entre junio de 2008 y agosto de 2009, período en el cual se contó con registros completos a nivel diario en la estación de calibración con anomalía de fenómeno de Niño más representativo.

Respecto a los índices de calibración, la

Figura 34 muestra índices y

caudales para escenario de referencia. Para validar la calibración del modelo a escala de tiempo mensual se seleccionaron dos períodos de tiempo que cuentan con registros completos de datos y que comprenden períodos climáticos con anomalía de Niño, estos períodos son 1998 – 2002 y 2008 – 2010; a continuación, se encuentran las Figuras de los escenarios de referencia y calibración para cada uno de ellos, así como las tablas con los valores para cada uno de los índices.

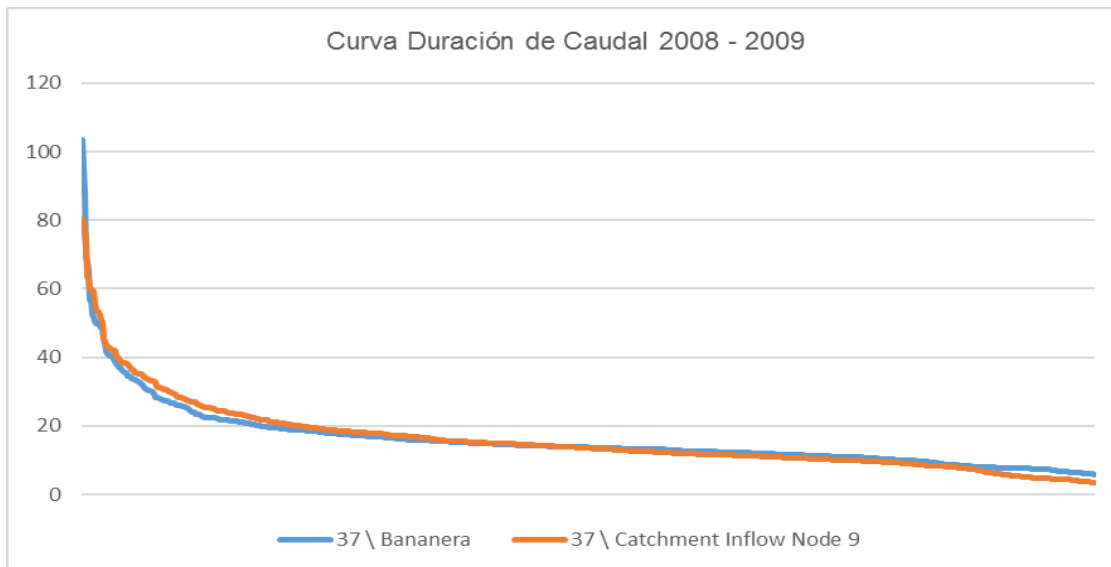


Figura 33. Curva de Duración de Caudal 2008 – 2009
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

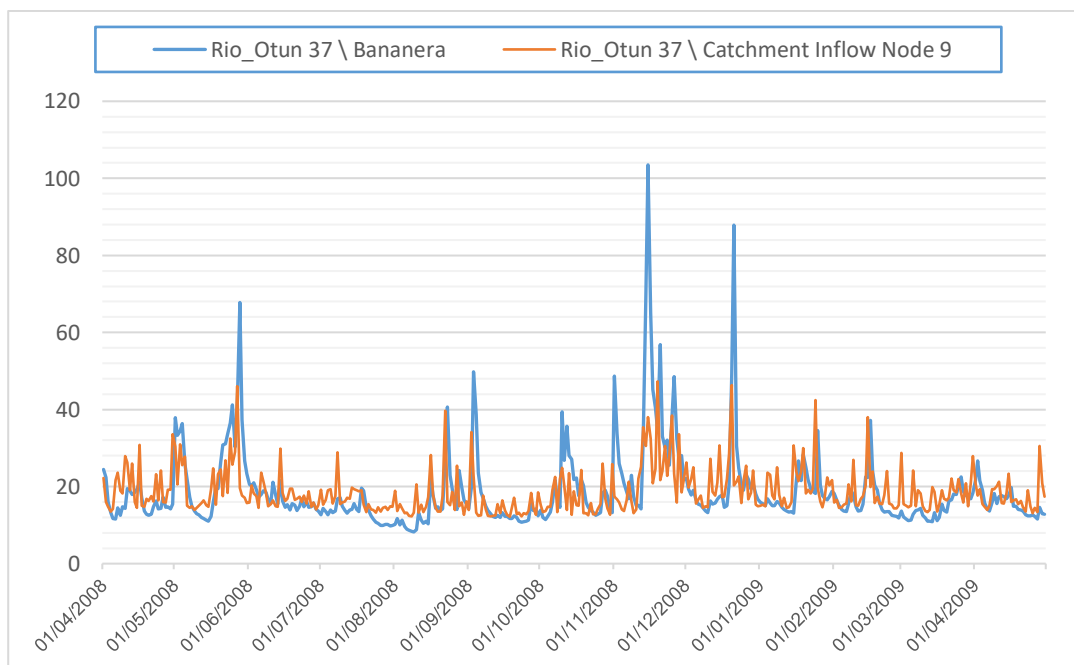


Figura 34. Caudal río Otún, escenario de Referencia
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Período de calibración 1998 – 2002, la Figura 35, representa el caudal del río Otún modelado y medido en el punto de calibración La Bananera y los valores para los índices previo al proceso de calibración, respectivamente.

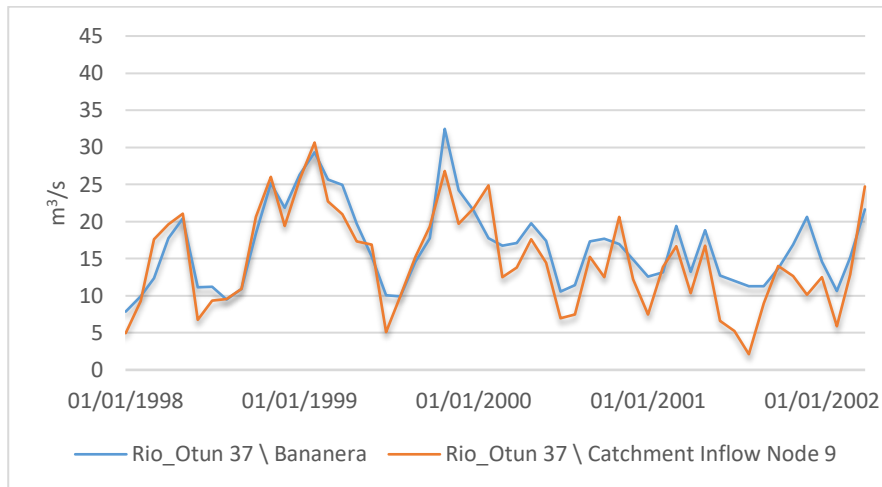


Figura 35. Caudal Observado Vs Modelado período 1998 - 2002, escenario de referencia
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.8.2 Resultados del modelo mensual

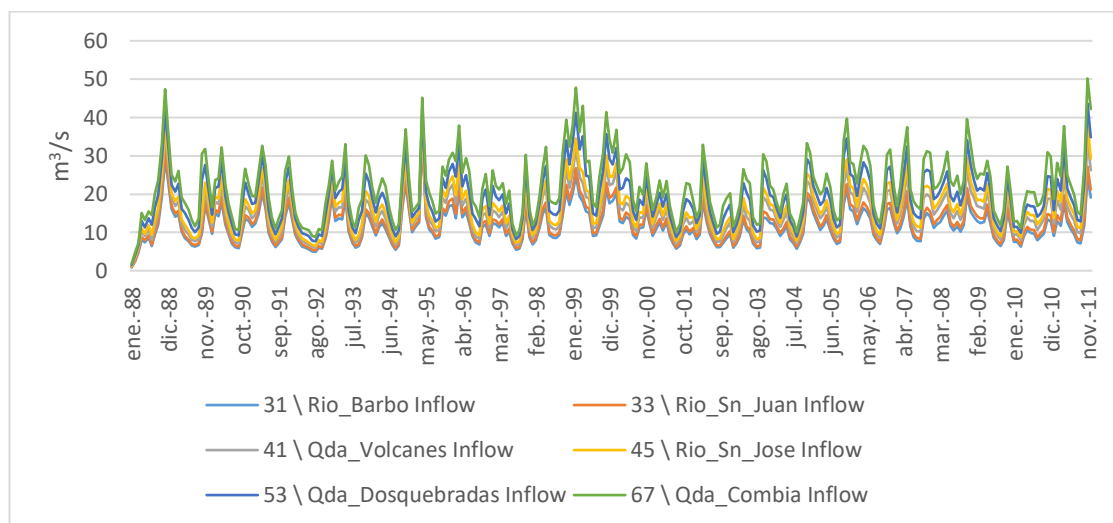


Figura 36. Caudal mensual desembocadura principales tributarios del río Otún
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.8.3 Resultados modelo diario

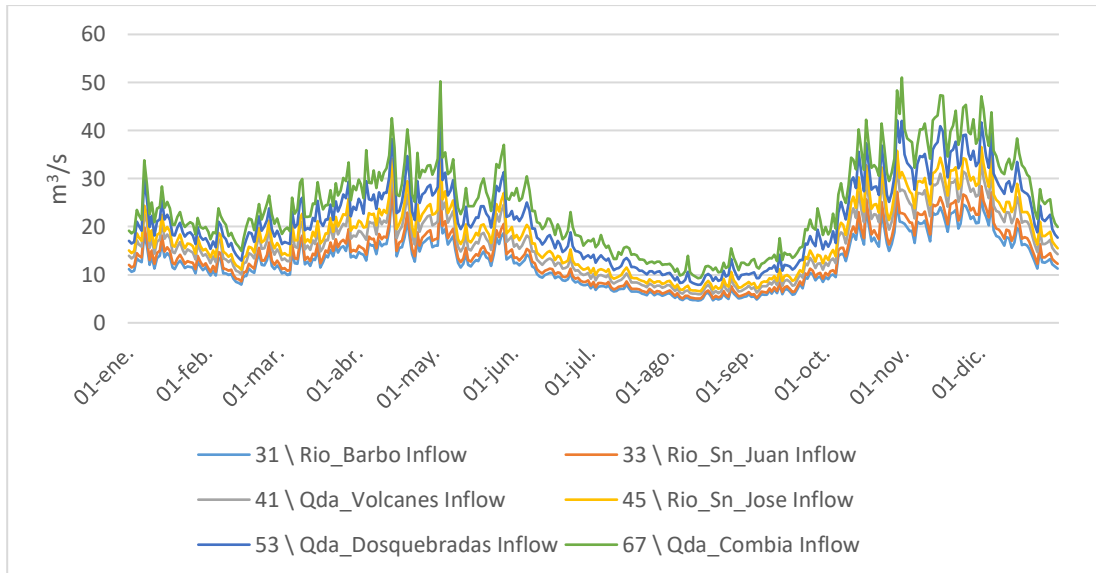


Figura 37. Caudal promedio diario desembocadura principales tributarios del río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Con la ayuda de interface de salida de datos del software WEAP, y teniendo el modelo completamente calibrado, este se corrió completamente, en el período 1988 -2012, con el fin de generar series de caudal medio diario que sirvieron como insumo para el cálculo de la oferta hídrica superficial en los diferentes lugares de interés; partiendo de la premisa que este es un modelo semidistribuido.

Dada la comodidad que brinda este software en cuanto a la entrega de datos, no solo se generaron series de caudales medios diarios, sino también serie de caudal media anual y curvas de duración de caudal año a año para cada uno de los puntos de interés en el período 2002-2012 buscando representar la realidad actual de la oferta hídrica superficial de la cuenca.

Al final la reunión se concluyó que el método que mejor describe el comportamiento natural de la corriente es el del Q95 sin compararlo con el método de 7Q10 y para la condición hidrológica media, por lo que se adoptan los resultados obtenidos por el método del Q95 para condiciones hidrológicas normales como el caudal ambiental en cada uno de los puntos de interés y discriminados mes a mes como se muestra en la Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26.

Tabla 24. Oferta hídrica superficial (período húmedo) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún

| Puntos de Interés | Oferta Hídrica Superficial para períodos húmedos (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie | Máximo | medio | mínimo |
| El Jordán | 3.804 | 3.842 | 3.559 | 5.877 | 5.418 | 4.510 | 2.632 | 2.013 | 2.535 | 4.513 | 6.895 | 5.459 | 6.895 | 4.255 | 2.013 |
| El Cedral | 5.258 | 5.442 | 5.030 | 8.336 | 7.635 | 6.189 | 3.508 | 2.652 | 3.315 | 6.392 | 9.583 | 7.672 | 9.583 | 5.918 | 2.652 |
| Bocatoma | 11.088 | 11.501 | 11.086 | 18.513 | 16.842 | 12.883 | 7.237 | 5.438 | 7.060 | 14.318 | 20.501 | 16.901 | 20.501 | 12.781 | 5.438 |
| Puente Gaitán | 12.169 | 12.461 | 12.227 | 20.562 | 18.730 | 14.128 | 8.028 | 6.073 | 7.986 | 15.919 | 22.613 | 18.881 | 22.613 | 14.148 | 6.073 |
| Otún Antes de Quebrada Dosquebradas | 12.348 | 12.640 | 12.434 | 20.954 | 19.096 | 14.360 | 8.208 | 6.190 | 8.169 | 16.224 | 23.043 | 19.261 | 23.043 | 14.411 | 6.190 |
| Puente Marsella | 14.232 | 14.599 | 14.506 | 24.955 | 22.827 | 16.749 | 10.034 | 7.628 | 10.058 | 19.328 | 27.260 | 23.089 | 27.260 | 17.105 | 7.628 |
| Otún después de Quebrada Suecia | 14.666 | 15.080 | 15.139 | 26.111 | 23.859 | 17.392 | 10.578 | 7.990 | 10.552 | 20.109 | 28.536 | 24.105 | 28.536 | 17.843 | 7.990 |
| Estación Pereira | 15.918 | 16.337 | 16.700 | 28.848 | 26.545 | 19.128 | 11.930 | 8.992 | 11.834 | 22.121 | 31.609 | 26.673 | 31.609 | 19.720 | 8.992 |
| Barbo desembocadura | 2.370 | 2.578 | 2.517 | 4.071 | 3.729 | 2.795 | 1.503 | 1.116 | 1.447 | 3.268 | 4.424 | 3.673 | 4.424 | 2.791 | 1.116 |
| San Juan desembocadura | 0.773 | 0.781 | 0.784 | 1.338 | 1.211 | 0.892 | 0.484 | 0.366 | 0.492 | 1.007 | 1.431 | 1.188 | 1.431 | 0.895 | 0.366 |
| Volcanes desembocadura | 0.588 | 0.553 | 0.576 | 1.033 | 0.950 | 0.674 | 0.417 | 0.321 | 0.446 | 0.795 | 1.109 | 1.002 | 1.109 | 0.705 | 0.321 |
| Quebrada San José desembocadura | 0.910 | 0.812 | 0.925 | 1.686 | 1.553 | 1.032 | 0.627 | 0.518 | 0.711 | 1.334 | 1.747 | 1.613 | 1.747 | 1.122 | 0.518 |
| Dosquebradas Nacimiento Aguazul | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.001 |
| Aguazul Acuseo | 0.108 | 0.189 | 0.141 | 0.176 | 0.132 | 0.150 | 0.112 | 0.162 | 0.151 | 0.157 | 0.139 | 0.134 | 0.189 | 0.146 | 0.108 |
| Dosquebradas después de La Vibora | 1.048 | 1.136 | 1.074 | 2.000 | 1.780 | 1.257 | 0.919 | 0.856 | 1.008 | 1.600 | 2.075 | 1.935 | 2.075 | 1.391 | 0.856 |
| Friles desembocadura | 0.206 | 0.211 | 0.220 | 0.429 | 0.396 | 0.262 | 0.187 | 0.134 | 0.192 | 0.333 | 0.473 | 0.422 | 0.473 | 0.289 | 0.134 |
| Quebrada Dosquebradas desembocadura | 1.605 | 1.729 | 1.667 | 3.204 | 2.894 | 1.993 | 1.467 | 1.253 | 1.556 | 2.517 | 3.385 | 3.110 | 3.385 | 2.198 | 1.253 |
| Quebrada Suecia | 0.033 | 0.038 | 0.039 | 0.077 | 0.072 | 0.051 | 0.041 | 0.029 | 0.037 | 0.050 | 0.088 | 0.072 | 0.088 | 0.052 | 0.029 |
| Combia Alta | 0.370 | 0.384 | 0.406 | 0.792 | 0.761 | 0.516 | 0.396 | 0.305 | 0.375 | 0.566 | 0.850 | 0.737 | 0.850 | 0.538 | 0.305 |
| Combia desembocadura | 1.021 | 1.101 | 1.126 | 2.240 | 2.148 | 1.479 | 1.144 | 0.836 | 1.078 | 1.574 | 2.494 | 2.119 | 2.494 | 1.530 | 0.836 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 25. Oferta hídrica superficial (período normal) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún

| Puntos de Interés | Oferta Hídrica Superficial para períodos Normales (m3/s) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Máximo | medio | mínimo |
| El Jordán | 2.654 | 3.399 | 2.582 | 4.932 | 4.692 | 4.104 | 2.682 | 1.896 | 2.524 | 4.053 | 6.992 | 4.883 | 6.99 | 3.78 | 1.90 |
| El Cedral | 3.640 | 4.708 | 3.472 | 6.685 | 6.441 | 5.534 | 3.574 | 2.465 | 3.432 | 5.498 | 9.762 | 6.786 | 9.76 | 5.17 | 2.46 |
| Bocatoma | 7.674 | 10.028 | 7.272 | 14.328 | 13.726 | 11.748 | 7.538 | 5.095 | 7.758 | 12.001 | 21.471 | 15.161 | 21.47 | 11.15 | 5.09 |
| Puente Gaitán | 8.403 | 10.884 | 8.050 | 16.019 | 15.145 | 13.210 | 8.319 | 5.827 | 8.617 | 13.321 | 23.742 | 16.684 | 23.74 | 12.35 | 5.83 |
| Otún Antes de Quebrada Dosquebradas | 8.521 | 11.031 | 8.176 | 16.317 | 15.407 | 13.463 | 8.450 | 5.941 | 8.783 | 13.596 | 24.200 | 16.960 | 24.20 | 12.57 | 5.94 |
| Puente Marsella | 9.769 | 12.609 | 9.461 | 19.006 | 18.158 | 15.911 | 9.828 | 7.183 | 10.411 | 15.903 | 28.082 | 19.470 | 28.08 | 14.65 | 7.18 |
| Otún después de Quebrada Suecia | 10.089 | 13.018 | 9.860 | 19.887 | 18.930 | 16.630 | 10.287 | 7.537 | 10.903 | 16.699 | 29.499 | 20.263 | 29.50 | 15.30 | 7.54 |
| Estación Pereira | 10.907 | 14.111 | 10.843 | 21.943 | 21.101 | 18.675 | 11.533 | 8.536 | 12.197 | 18.484 | 32.811 | 22.189 | 32.81 | 16.94 | 8.54 |
| Barbo desembocadura | 1.685 | 2.219 | 1.561 | 2.994 | 2.915 | 2.454 | 1.614 | 1.051 | 1.643 | 2.528 | 4.620 | 3.179 | 4.62 | 2.37 | 1.05 |
| San Juan desembocadura | 0.543 | 0.713 | 0.492 | 0.968 | 0.976 | 0.834 | 0.544 | 0.361 | 0.567 | 0.865 | 1.545 | 1.121 | 1.54 | 0.79 | 0.36 |
| Volcanes desembocadura | 0.401 | 0.477 | 0.380 | 0.808 | 0.736 | 0.698 | 0.421 | 0.330 | 0.432 | 0.683 | 1.191 | 0.824 | 1.19 | 0.62 | 0.33 |
| Quebrada San José desembocadura | 0.604 | 0.740 | 0.663 | 1.393 | 1.183 | 1.215 | 0.662 | 0.616 | 0.688 | 1.021 | 1.870 | 1.224 | 1.87 | 0.99 | 0.60 |
| Dosquebradas Nacimiento Aguazul | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| Aguazul Acuseo | 0.122 | 0.167 | 0.089 | 0.110 | 0.122 | 0.173 | 0.116 | 0.097 | 0.100 | 0.128 | 0.156 | 0.129 | 0.17 | 0.13 | 0.09 |
| Dosquebradas después de La Víbora | 0.693 | 0.920 | 0.687 | 1.239 | 1.263 | 1.287 | 0.761 | 0.656 | 0.825 | 1.071 | 1.735 | 1.287 | 1.74 | 1.04 | 0.66 |
| Frailes desembocadura | 0.138 | 0.177 | 0.145 | 0.333 | 0.292 | 0.283 | 0.156 | 0.137 | 0.182 | 0.279 | 0.497 | 0.305 | 0.50 | 0.24 | 0.14 |
| Quebrada Dosquebradas desembocadura | 1.074 | 1.406 | 1.076 | 2.112 | 2.075 | 2.063 | 1.193 | 1.039 | 1.334 | 1.813 | 3.058 | 2.105 | 3.06 | 1.70 | 1.04 |
| Quebrada Suecia | 0.023 | 0.033 | 0.027 | 0.056 | 0.051 | 0.057 | 0.037 | 0.028 | 0.036 | 0.054 | 0.093 | 0.059 | 0.09 | 0.05 | 0.02 |
| Combia Alta | 0.234 | 0.341 | 0.278 | 0.573 | 0.583 | 0.595 | 0.359 | 0.299 | 0.364 | 0.485 | 0.854 | 0.540 | 0.85 | 0.46 | 0.23 |
| Combia desembocadura | 0.676 | 0.937 | 0.775 | 1.657 | 1.601 | 1.647 | 0.996 | 0.809 | 1.029 | 1.471 | 2.623 | 1.580 | 2.62 | 1.32 | 0.68 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 26. Oferta hídrica superficial (período seco) en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Otún

| Puntos de Interés | Oferta Hídrica Superficial para períodos Secos (m3/s) | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Máximo | medio | mínimo |
| El Jordán | 4.743 | 2.547 | 3.219 | 7.319 | 3.981 | 3.546 | 2.068 | 1.312 | 1.339 | 3.019 | 3.845 | 3.462 | 7.32 | 3.37 | 1.31 |
| El Cedral | 6.598 | 3.465 | 4.441 | 10.303 | 5.400 | 4.748 | 2.768 | 1.759 | 1.802 | 4.542 | 5.762 | 5.094 | 10.30 | 4.72 | 1.76 |
| Bocatoma | 14.379 | 7.622 | 10.174 | 23.256 | 12.415 | 10.070 | 5.864 | 3.658 | 3.894 | 11.788 | 14.753 | 13.466 | 23.26 | 10.94 | 3.66 |
| Puente Gaitán | 15.784 | 8.564 | 11.869 | 26.202 | 14.342 | 11.284 | 6.582 | 4.105 | 4.501 | 13.648 | 16.718 | 15.267 | 26.20 | 12.41 | 4.11 |
| Otún Antes de Quebrada Dosquebradas | 16.017 | 8.740 | 12.127 | 26.694 | 14.708 | 11.496 | 6.734 | 4.187 | 4.635 | 14.032 | 17.096 | 15.584 | 26.69 | 12.67 | 4.19 |
| Puente Marsella | 18.602 | 11.520 | 14.524 | 31.498 | 18.520 | 13.698 | 8.382 | 5.235 | 6.178 | 18.689 | 21.108 | 18.950 | 31.50 | 15.58 | 5.23 |
| Otún después de Quebrada Suecia | 19.260 | 11.948 | 15.227 | 32.734 | 19.552 | 14.268 | 8.806 | 5.476 | 6.592 | 19.643 | 22.219 | 19.541 | 32.73 | 16.27 | 5.48 |
| Estación Pereira | 20.920 | 13.309 | 16.901 | 35.920 | 22.274 | 15.782 | 10.014 | 6.146 | 7.589 | 22.268 | 25.035 | 21.480 | 35.92 | 18.14 | 6.15 |
| Barbo desembocadura | 3.322 | 1.621 | 2.173 | 5.393 | 2.722 | 2.114 | 1.220 | 0.752 | 0.808 | 2.649 | 3.276 | 3.060 | 5.39 | 2.43 | 0.75 |
| San Juan desembocadura | 1.068 | 0.602 | 0.756 | 1.734 | 0.967 | 0.713 | 0.425 | 0.258 | 0.264 | 1.012 | 1.223 | 1.149 | 1.73 | 0.85 | 0.26 |
| Volcanes desembocadura | 0.779 | 0.507 | 0.738 | 1.481 | 0.911 | 0.632 | 0.372 | 0.223 | 0.257 | 0.825 | 0.973 | 0.904 | 1.48 | 0.72 | 0.22 |
| Quebrada San José desembocadura | 1.211 | 0.827 | 1.500 | 2.580 | 1.673 | 1.035 | 0.614 | 0.391 | 0.531 | 1.634 | 1.680 | 1.544 | 2.58 | 1.27 | 0.39 |
| Dosquebradas Nacimiento Aguazul | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.001 |
| Aguazul Acuseo | 0.148 | 0.138 | 0.142 | 0.234 | 0.213 | 0.162 | 0.097 | 0.193 | 0.128 | 0.179 | 0.159 | 0.145 | 0.23 | 0.16 | 0.10 |
| Dosquebradas después de La Víbora | 1.520 | 1.822 | 1.237 | 2.574 | 1.983 | 1.228 | 0.864 | 0.642 | 0.814 | 2.592 | 2.157 | 1.859 | 2.59 | 1.61 | 0.64 |
| Frtales desembocadura | 0.276 | 0.235 | 0.295 | 0.592 | 0.451 | 0.257 | 0.185 | 0.100 | 0.159 | 0.479 | 0.460 | 0.395 | 0.59 | 0.32 | 0.10 |
| Quebrada Dosquebradas desembocadura | 2.278 | 2.548 | 2.002 | 4.153 | 3.297 | 1.939 | 1.418 | 0.930 | 1.299 | 4.049 | 3.484 | 2.973 | 4.15 | 2.53 | 0.93 |
| Quebrada Suecia | 0.054 | 0.038 | 0.051 | 0.095 | 0.083 | 0.046 | 0.036 | 0.019 | 0.032 | 0.069 | 0.089 | 0.051 | 0.10 | 0.06 | 0.02 |
| Combia Alta | 0.525 | 0.406 | 0.476 | 0.965 | 0.828 | 0.457 | 0.366 | 0.208 | 0.295 | 0.836 | 0.827 | 0.628 | 0.96 | 0.57 | 0.21 |
| Combia desembocadura | 1.467 | 1.189 | 1.462 | 2.793 | 2.374 | 1.318 | 1.036 | 0.581 | 0.883 | 2.384 | 2.445 | 1.716 | 2.79 | 1.64 | 0.58 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.9 Estimación de caudales ambientales

Existen muchos métodos para estimar el valor del caudal ambiental de una corriente, ya que desde los años sesenta se desarrollan estudios con la finalidad de establecer cuál es el valor adecuado de dicho caudal. No obstante, en los estudios del PORH para el río Otún, se definió como metodología para la estimación de estos caudales, el uso de los índices 7Q10 y Q95% discriminados por mes. El caudal ambiental implementando este método, resultó de calcular, para cada mes en las diferentes condiciones hidrológicas (húmeda, media y seca), los índices 7Q10 y Q95%, luego, seleccionar para cada uno de los 36 casos el mayor de los dos. Finalmente, el caudal ambiental se expresó como una fracción del caudal medio mensual multianual para cada caso como se muestra en la Tabla 27.

Para este cálculo se utilizaron los datos de los caudales medios diarios para cada uno de los puntos de interés.

Tabla 27. Caudales ambientales para la bocatoma Nuevo Libaré según el método de 7Q10 y Q95

| 7Q10 | 6.57524 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Meses Niño | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie |
| Q Promedio | 14.38 | 7.62 | 10.17 | 23.26 | 12.42 | 10.07 | 5.86 | 3.66 | 3.89 | 11.79 | 14.75 | 13.47 |
| Q95 | 7.64 | 5.24 | 4.46 | 8.39 | 6.72 | 4.41 | 2.93 | 2.62 | 1.83 | 3.08 | 5.85 | 6.75 |
| Valor Maximo | 7.64 | 6.58 | 6.58 | 8.39 | 6.72 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.75 |
| % Q Promedio | 53% | 86% | 65% | 36% | 54% | 65% | 112% | 180% | 169% | 56% | 45% | 50% |
| Mese Normales | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie |
| Q Promedio | 7.67 | 10.03 | 7.27 | 14.33 | 13.73 | 11.75 | 7.54 | 5.09 | 7.76 | 12.00 | 21.47 | 15.16 |
| Q95 | 5.07 | 3.98 | 4.64 | 8.38 | 10.40 | 7.77 | 5.58 | 3.60 | 3.57 | 6.24 | 13.00 | 10.65 |
| Valor Maximo | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 8.38 | 10.40 | 7.77 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 13.00 | 10.65 |
| % Q Promedio | 86% | 66% | 90% | 58% | 76% | 66% | 87% | 129% | 85% | 55% | 61% | 70% |
| Meses Niña | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie |
| Q Promedio | 11.09 | 11.50 | 11.09 | 18.51 | 16.84 | 12.88 | 7.24 | 5.44 | 7.06 | 14.32 | 20.50 | 16.90 |
| Q95 | 8.00 | 6.36 | 4.70 | 9.98 | 10.53 | 7.68 | 5.65 | 3.43 | 3.31 | 5.04 | 9.25 | 10.83 |
| Valor Maximo | 8.00 | 6.58 | 6.58 | 9.98 | 10.53 | 7.68 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 6.58 | 9.25 | 10.83 |
| % Q Promedio | 72% | 57% | 59% | 54% | 62% | 60% | 91% | 121% | 93% | 46% | 45% | 64% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.10 Oferta Hídrica Disponible

Después de haber establecido el caudal ambiental se procedía a calcular la oferta hídrica disponible para cada uno de los puntos de interés, para esto se utilizaron los caudales medios anuales de los cuales se seleccionaron los años con condiciones hidrológicas secas, húmedas y normales, posteriormente se promediaron los valores de caudal medio anual de los años correspondientes a cada condición hidrológica y con esto se obtuvo la oferta hídrica superficial.

Paso seguido se le sustrae a la oferta hídrica superficial el caudal ambiental seleccionado, con lo que se obtiene la oferta hídrica natural disponible como lo define el estudio nacional del agua (IDEAM 2010). Los resultados de la oferta hídrica superficial se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Oferta hídrica natural disponible

| Puntos de Interes | | Oferta Hídrica Disponible | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| CODIGO | Nombre | Área (km2) | Caudal Año Medio (m3/s) | Caudal Año Seco (m3/s) | Caudal Año Humedo (m3/s) | Oferta Media (Mmc) | Oferta Seca (Mmc) | Oferta Humeda (Mmc) |
| A1 | El jordan | 38.60 | 5.05 | 4.20 | 5.86 | 75.40 | 48.61 | 101.10 |
| E1 | El cedral | 141.98 | 6.95 | 5.87 | 8.23 | 104.57 | 70.49 | 144.98 |
| E4 | Bocatoma | 295.81 | 15.12 | 12.90 | 17.88 | 219.93 | 149.75 | 306.93 |
| E5 | Puente Gaitan | 327.66 | 16.72 | 14.36 | 19.77 | 254.80 | 180.55 | 351.23 |
| E6 | Otun_Antes_de_Quebrada_dos_Quebradas | 335.47 | 17.00 | 14.63 | 20.13 | 256.80 | 181.92 | 355.48 |
| E8 | Puente Marsella | 401.25 | 19.79 | 17.46 | 23.64 | 291.77 | 218.23 | 413.16 |
| E10 | Otun_despues_de_Quebrada_Suecia | 423.28 | 20.57 | 18.18 | 24.63 | 302.67 | 227.43 | 430.87 |
| E12 | Estacion Pereira | 478.87 | 22.62 | 20.08 | 27.18 | 331.49 | 251.46 | 475.26 |
| E2a | Barbo_desem | 61.36 | 3.30 | 2.86 | 3.82 | 53.43 | 39.42 | 69.92 |
| A2 | San_Juan_desem | 19.71 | 1.09 | 0.93 | 1.28 | 16.68 | 11.78 | 22.72 |
| E3 | Volcanes_desem | 16.14 | 0.83 | 0.74 | 1.00 | 12.06 | 9.09 | 17.29 |
| A3 | Quebrada_San_Jose_desem | 27.32 | 1.36 | 1.26 | 1.60 | 20.10 | 17.04 | 27.78 |
| E13 | Dosq_Nac_aguazul | 0.53 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.03 | 0.03 | 0.05 |
| E13a | Dosq_Boc_Acuaseo_aguazul | 3.98 | 0.17 | 0.18 | 0.19 | 0.40 | 0.76 | 1.16 |
| E14 | Dosq_desp_La_Vibora | 36.99 | 1.48 | 1.55 | 1.87 | 19.37 | 21.44 | 31.67 |
| E15 | frailes_desem | 5.53 | 0.34 | 0.32 | 0.41 | 5.18 | 4.65 | 7.56 |
| E7 | Quebrada_Dosq_desem | 56.71 | 2.40 | 2.45 | 3.01 | 32.77 | 34.44 | 52.01 |
| E9 | Quebrada_Suecia | 1.93 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.97 | 0.81 | 1.48 |
| | Combia_ParteAlta | 16.00 | 0.62 | 0.58 | 0.77 | 9.33 | 8.22 | 14.00 |
| E11 | Combia_desem | 47.42 | 1.77 | 1.67 | 2.21 | 27.11 | 23.92 | 41.05 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4.8.11 Demanda hídrica

La información base para calcular la demanda de agua en el área POMCA del río Otún se obtuvo del censo de concesiones de aguas superficiales, subterráneas y vertimientos que fue realizado por la Corporación Autónoma Regional del Risaralda CARDER en el año 2015, mediante el contrato 003/2015.

Con el fin de determinar la demanda hídrica total de los municipios pertenecientes al área POMCA, se realizó la sumatoria de las concesiones otorgadas dependiendo de su ubicación geográfica, es decir, el municipio o lugar donde se realiza la captación, sin tener en cuenta el territorio al que abastezca; como ejemplo de esta situación se destaca la captación que realiza la empresa de servicios públicos de Dosquebradas “Serviciudad” que capta en el municipio de Pereira y abastece el 40% de la población urbana del municipio de Dosquebradas.

En la Tabla 29 se muestran los consolidados de demanda hídrica por municipio y el total demandado en el Área POMCA del río Otún.

Tabla 29. Demanda hídrica por cada uno de los municipios que conforman el Área POMCA del río Otún.

| MUNICIPIO | CAUDAL MUNICIPIO (l/s) | CAUDAL MUNICIPIO (Mm3/año) | % DEMANDA POR MUNICIPIO | #CONCESIONES POR MUNICIPIO |
|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Dosquebradas | 199,119 | 6279,42 | 1,30 | 201 |
| Pereira | 14246,641 | 449282,07 | 92,89 | 98 |
| Santa Rosa de Cabal | 891,54 | 28115,61 | 5,81 | 36 |
| Marsella | 0,5 | 15,77 | 0,00 | 1 |
| TOTAL | 15337,8 | 483692,86 | 100,00 | 336 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Dentro del área POMCA, el municipio de Pereira presenta la mayor cantidad de agua concesionada con el 91,7%, la principal fuente de abastecimiento de este municipio es el río Otún.

El total de concesiones de aguas superficiales otorgadas en el área POMCA es de 336, evidenciándose que el municipio de Dosquebradas presenta una mayor cantidad de concesiones, situación que se puede asociar con 55 concesiones otorgadas a las organizaciones prestadoras del servicio de acueducto.

Tabla 30. Demanda hídrica por uso del agua en cada uno de los municipios del Área POMCA del río Otún en l/s

| MUNICIPIO | CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO (l/s) | CAUDAL PECUARIO (l/s) | CAUDAL AGRÍCOLA (l/s) | CAUDAL ACUICULTURA (l/s) | CAUDAL RECREATIVO (l/s) | CAUDAL INDUSTRIAL (l/s) | CAUDAL ESTÉTICO (l/s) |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Dosquebradas | 189,69 | 3,648 | 2,8662 | 0,71 | 0,35 | 1,8575 | 0 |
| Pereira | 2419,83 | 1,1 | 110,134 | 8,68 | 4,8 | 11702,1 | 1 |
| Santa Rosa de Cabal | 83,41 | 6,638 | 1,485 | 800,01 | 0 | 0 | 0 |
| Marsella | 0,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 2693,42 | 11,386 | 114,4852 | 809,4 | 5,15 | 11703,9575 | 1 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Al desagregar el caudal total otorgado de 15337,8 l/s en los municipios del área POMCA, se destaca la cantidad concesionada para el uso industrial en el municipio de Pereira, el cual incluye el agua usada para la generación de energía con una total de 11700 l/s, siendo este retornada al río Otún después de ser utilizado; es de aclarar, que la cantidad de agua captada para la generación de energía puede ser menor o nula, ya que esta depende de las condiciones de cantidad de agua que se presenten en el Río, siempre respetando el caudal ambiental.

Por otro lado, el recurso hídrico concesionado para el uso “Consumo Humano y Doméstico”, de los municipios Pereira y Dosquebradas conforma la segunda demanda más alta identificada en el análisis de demandas del área POMCA.

También se puede concluir que las captaciones que abastecen las cabeceras municipales de los municipios de Santa Rosa de Cabal y Marsella no se encuentran dentro del perímetro de la cuenca del río Otún.

4.8.11.1 Demanda por uso en el área POMCA

Tomando como unidad de análisis el total del área POMCA se obtuvo que el uso industrial con el 76,31%, es el que genera mayor demanda, seguido por el uso de consumo humano con el 17,56% y el caudal de acuicultura de 5,28%, los restantes usos generan una demanda inferior al 1%. (Tabla 31).

Tabla 31. Demanda hídrica por usos del agua cuenca del río Otún

| % CAUDAL INDUSTRIAL | %CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO | % CAUDAL ACUICULTURA | % CAUDAL AGRÍCOLA | % CAUDAL PECUARIO | % CAUDAL ESTÉTICO | % CAUDAL RECREATIVO |
|---------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 76,31 | 17,56 | 5,28 | 0,75 | 0,07 | 0,04 | 0,01 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Es importante resaltar que en la generación de energía con el 76,31% se encuentra implícito el porcentaje de caudal industrial, siendo esta equivalente al 99,81% del caudal concesionado para uso industrial en el área POMCA. Como se ha dicho con antelación el agua usada para la generación de energía es extraída del río Otún solo en las temporadas en que, por condiciones de oferta hídrica se conserve el caudal ecológico.

Adicionalmente el agua que es usada para la generación eléctrica es retornada al río kilómetros más abajo, sin alterar sus condiciones físico-químicas.

En este orden de ideas el uso de consumo humano y doméstico representado por el 17,56% de la demanda en el área POMCA, ejerce una presión constante sobre la cantidad el recurso hídrico, alterando sus características físico-químicas y biológicas.

4.8.11.2 Demanda hídrica subterránea por municipios que conforman la Cuenca

La demanda hídrica subterránea de los municipios pertenecientes a él área POMCA, se cuantificó tomando como insumo las concesiones otorgadas por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, en los municipios pertenecientes a la cuenca del río Otún.

En la Tabla 32 se muestran los consolidados de demanda hídrica subterránea por municipio y el total demandado en la cuenca del río Otún.

Tabla 32. Demanda hídrica por municipios que conforman la Cuenca

| MUNICIPIO | CAUDAL POR MUNICIPIO | #CONCESIONES POR MUNICIPIO |
|---------------------|----------------------|----------------------------|
| Dosquebradas | 53,62 | 16 |
| Pereira | 11,4677 | 29 |
| Santa Rosa de Cabal | 0 | 0 |
| Marsella | 0 | 0 |
| TOTAL | 65,0877 | 45 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

La demanda hídrica de aguas subterráneas en el área del POMCA, es baja, situación que puede obedecer a que parte de las captaciones existentes no cuentan con concesiones o que el recurso subterráneo no está siendo explotado, dado a la existencia de fuentes superficiales que satisfacen las necesidades.

4.8.11.3 Demanda hídrica subterránea por uso del agua en cada uno de los municipios de la cuenca del río Otún

Con relación a los usos del agua consignados en el decreto 3930 de 2010, el agua subterránea en el área del POMCA del río Otún, no presenta usos agrícolas, ni de acuicultura, el caudal más alto esta referenciado al uso industrial y se encuentra en el municipio de Dosquebradas (Tabla 33).

Tabla 33. Demanda hídrica subterránea por uso del agua en cada uno de los municipios de la cuenca del río Otún

| MUNICIPIO | CAUDAL CONSUMO HUMANO (l/s) | CAUDAL PECUARIO (l/s) | CAUDAL AGRÍCOLA (l/s) | CAUDAL ACUICULTURA (l/s) | CAUDAL RECREATIVO (l/s) | CAUDAL INDUSTRIAL (l/s) |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Dosquebradas | 2,54 | 0,23 | 0 | 0 | 0 | 50,85 |
| Pereira | 3,225 | 5,105 | 0 | 0 | 0,1 | 3,0377 |
| Santa Rosa de Cabal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marsella | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 5,765 | 5,335 | 0 | 0 | 0,1 | 53,8877 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Los municipios de Santa Rosa de Cabal y Marsella dentro del área del POMCA, no presentan concesiones de aguas subterráneas.

4.9 Calidad de agua

4.9.1 Descripción y evaluación de la red de monitoreo de calidad del recurso hídrico

Para la cuenca del río Otún, principalmente las entidades que realizan monitoreo de calidad de agua son: CARDER, Aguas y Aguas de Pereira S.A E.S.P, SERVICIUDAD S.A E.S.P, ACUASEO S.A E.S.P, La Red de Monitoreo Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda (REDH) y la empresa de Energía de Pereira. En la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Otún y la quebrada Dosquebradas, adoptado mediante Resolución CARDER N° 3735 del 10 de diciembre de 2015, se incluyó una red de monitoreo con el fin de hacer seguimiento a los tramos y a los criterios de calidad establecidos.

El programa de monitoreo y seguimiento del PORH, entre otros aspectos estableció que la frecuencia de monitoreo debía ser de 3 veces al año, en función del régimen de precipitación con el fin de tener información de caudales bajos, medios y altos. En la Tabla 34, se muestra el listado de las estaciones definidas para la red de monitoreo del PORH, adicionalmente se incluye las coordenadas geográficas de localización y altura sobre el nivel del mar.

Tabla 34. Estaciones de monitoreo de calidad para el seguimiento del PORH

| NOMBRE | COORDENADAS | | ALTITUD m.s.n.m. |
|-------------------------------------|--------------|---------------|---------------------|
| | | | |
| El Jordán | 4°44'3.13"N | 75°27'16.02"O | 3202 |
| Río Azul | 4°43'58.02"N | 75°27'8.98"O | 3219 |
| El Cedral | 4°42'10.50"N | 75°32'12.50"O | 2115 |
| Desembocadura Río Barbo | 4°43'58.10"N | 75°34'50.20"O | 1851 |
| Río San Juan | 4°45'23.38"N | 75°36'0.27"O | 1707 |
| Desembocadura Quebrada Volcanes | 4°46'41.37"N | 75°38'20.01"O | 1565 |
| Antes Bocatoma Nuevo Libaré | 4°46'45.61"N | 75°38'38.01"O | 1544 |
| Quebrada San José | 4°47'34.83"N | 75°38'48.79"O | 1495 |
| Puente Gaitán | 4°47'50.23"N | 75°39'5.90"O | 1501 |
| Antes desembocadura Dosquebradas | 4°49'14.31"N | 75°41'46.95"O | 1345 |
| Quebrada Dosquebradas Desembocadura | 4°49'17.00"N | 75°42'55.40"O | 1317 |
| Puente vía Marsella | 4°49'13.93"N | 75°44'20.49"O | 1243 |
| Desembocadura quebrada Suecia | 4°51'15.30"N | 75°48'20.90"O | 1029 |
| Después Quebrada Suecia | 4°51'30.60"N | 75°48'24.50"O | 1007 |
| Desembocadura quebrada Combia | 4°52'48.80"N | 75°48'12.20"O | 964 |
| Estación Pereira | 4°54'7.74"N | 75°48'36.98"O | 918 |
| Quebrada Aguazul Nacimiento | 4°53'0.51"N | 75°39'21.87"O | 2088 |

| NOMBRE | COORDENADAS | | ALTITUD m.s.n.m. |
|---|--------------|---------------|---------------------|
| Quebrada Dosquebradas, Después Quebrada La Víbora | 4°50'1.05"N | 75°41'28.12"O | 1412 |
| Desembocadura quebrada Frailes | 4°49'52.89"N | 75°41'30.98"O | 1406 |

Fuente: PORH, 2015

Se muestra a continuación la localización de la red de monitoreo de calidad de agua.

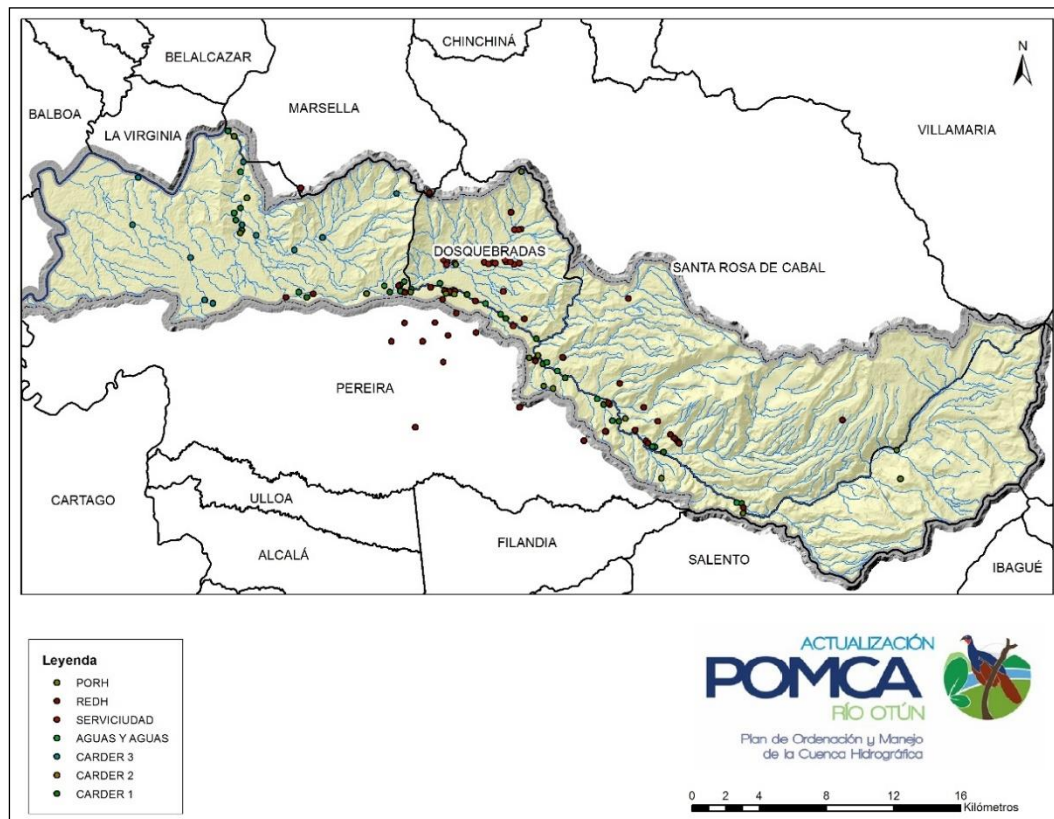


Figura 38. Localización redes de monitoreo
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

4.9.2 Identificación de actividades que generan vertimientos por sector doméstico e industrial

Como principal insumo para desarrollar ésta actividad se tiene un censo de usuarios adelantado por CARDER en el año 2014 y 2015, en el cual se consultaron expedientes y se actualizó información de los usuarios objeto de permiso de vertimientos.

Se identificaron un total de 394 permisos de vertimientos para la cuenca del río Otún, de ese total de permisos 314 son a un cuerpo de agua y 80 son al suelo; a su vez 218 son de origen **doméstico**, 2 del sector **acuícola**, 1 del sector **agrícola**, **168 industriales**.

En la Tabla 35 se presenta un consolidado de los permisos de vertimientos de aguas residuales domésticas y los componentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 35. Consolidado de permisos de vertimientos domésticos

| Pretratamiento | Tratamiento primario | Tratamiento secundario | Vertimiento a cuerpo de agua | Vertimiento al suelo |
|---|---|--|------------------------------|----------------------|
| ✓ 187 con trampa de grasas ✓ 31 sin pretratamiento | ✓ 186 con tanque séptico ✓ 1 con aireación ✓ 2 con filtración ✓ 1 Piscina de enfriamiento ✓ 27 sin tratamiento primario | ✓ 170 Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente ✓ 1 rejilla de separación ✓ 1 sedimentación ✓ 1 Laguna Anaerobia ✓ 45 sin tratamiento | ✓ 143 | ✓ 75 |

Fuente: CARDER, 2015

Con respecto a los permisos de vertimientos de uso industrial, que como se mencionó anteriormente corresponden a 168 permisos, de ese número 157 corresponde a Serviciudad, Empresa Industrial y Comercial del Estado, Empresa De Servicios Públicos Domiciliarios ESP, sin embargo, la empresa aclaró que son usuarios de carácter especial.

Las actividades industriales, pecuarias y de servicios objeto de cobro de tasa retributiva y que vierten directamente a un cuerpo de agua o al suelo, se relacionan a continuación (Tabla 36).

Tabla 36. Sistemas de tratamiento de aguas residuales

| Mpio | Río/Qda | Tramo | SECTOR | Usuario | Tipo de tratamiento | Tipo de flujo y caudal |
|---------|------------|--|------------|--|---------------------|------------------------|
| Dos/das | Q. Dos/das | Bocatoma Aguazul – Desembocadura R. Otún | ESP | Compañía de Servicios Públicos Domiciliarios - ACUASEO | No tiene | Continua |
| | | | ESP | Empresa de Servicios - SERVICIUDAD | No tiene | Continua |
| | | | PP | Pta. Potabilización de Acuaseo | No tiene | Continua |
| | | | Industrial | Gaseosas PosadaTobón postobón Dosquebradas | UASB | Continua, 5.05 L/s |
| | | | Industrial | Textiles Omnes S.A. | PTAR fisicoquímico | |

| Mpio | Río/Qda | Tramo | SECTOR | Usuario | Tipo de tratamiento | Tipo de flujo y caudal |
|---------|---------|--------------------------------------|------------|--|--|-----------------------------|
| Pereira | R. Otún | | Industrial | Cartones y papeles Risaralda | POLO, prensa de lodos, Poseidón | Continuo 16 L/s |
| | | | Industrial | Comestibles La Rosa | Lodos activados | |
| | | | Porcícola | Porcícola Finca La Esperanza | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | El Cedral - Puente Gaitán | Porcícola | Porcícola Bellavista | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | | Porcícola | Porcícola El Porvenir | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | | Industrial | Piscícola Pez Fresco | Trampa de grasas, tanque séptico, filtro anaerobio, laguna facultativa | Continuo, 1.2 L/s |
| | | Puente Gaitán - Estación Belmonte | ESP | Empresa Servicios de Pereira Aguas y Aguas | No tiene | Continua |
| | | | Industrial | Alimentos del Valle S.A. | Trampas de grasas | Vierte al alcantarillado |
| | | | Industrial | Café y Compañía S.A. | | |
| | | | Industrial | Coat's Cadena S.A. | Físico químico y Lodos activados | |
| | | | Industrial | Frigoríficos del Otún Ltda. | Trampa de grasas, cribado, sistema de separación sólido - líquido, tanques de igualación, unidad de tamizaje, Unidad de flotación por aire disuelto, reactor aerobio, sedimentador secundario. | Continuo, 2.5 L/s |
| | | | Industrial | Pimpollo - Empresa Operadora Avícola Colombia S.A.S. OPAV Colombia S.A.S | Estación de bombeo, cribado, homogenización, sedimentación | Continua 17.8 L/s |
| | | | Industrial | Agro avícola San Marino S.A. - Sarpullo | Reactor UASB | Continua 2.6 L/s |
| | | | PP | Pta Potabilización de Pereira Aguas y Aguas | No tiene | Continua |
| | | | PP | Pta Potabilización de Serviciudad (Villa Santana) | No tiene | Continua |
| | | | Industrial | Vidriera Otún Ltda. | Sedimentadores | |
| | | Estación Belmonte - Desembocadura | Industrial | Atesa de Occidente - Relleno Sanitario La Gloria | Desarenador, laguna primaria, Reactor Anaerobio de Manto de Lodos Anaerobio (RAMLFA), unidad compacta de floculación-clarificación-filtración, difusión de aire, digestor anaerobio de alta carga, espesadores de lodos y lechos de secado | Continua 1.0 L/s |
| | | | Porcícola | Agrocercos S.A. Porcícola San Antonio | Trampa de grasas, tanque séptico, biodigestores, tanque WASP | Continuo 3.2 L/s |
| | | | Porcícola | Industria Agrícola San Valentín (Piscícola Alabama) | Biodigestores | Intermitente, fertilización |

| Mpio | Río/Qda | Tramo | SECTOR | Usuario | Tipo de tratamiento | Tipo de flujo y caudal |
|------|-----------|----------------------------|------------|--------------------------------|---|-----------------------------|
| | Q. Grande | Nacimiento – Desembocadura | Porcícola | Porcícola Finca La Clemencia | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | | Porcícola | Porcícola Finca Rancho Largo | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | | Industrial | Exco de Colombia S.A. | tanque de agitación, cámara de saturación, tanque de separación, tanque de almacenamiento de aceites, filtro de arena y humedal artificial evaporativo, | |
| | | | Porcícola | Porcícola Hacienda El Labrador | Biodigestores | Intermitente, fertilización |
| | | | Industrial | Suzuki Motor de Colombia S.A. | Trampa de grasas, tanque de sólidos, rejilla de separación, tanque de homogenización | |

Fuente, CARDER 2016

4.9.3 Línea base de cargas contaminantes

Para el desarrollo del presente subcapítulo como principal referente se tiene el convenio N° 676/2014, suscrito entre la Universidad Tecnológica de Pereira y la CARDER cuyo objeto fue “Aunar esfuerzos entre la CARDER y la UTP para adelantar el proceso de establecimiento de las metas de carga contaminante para el Quinquenio años 2015-2019, en la implementación de Tasa Retributiva, en el departamento de Risaralda, de acuerdo a lo establecido por el decreto 2667 de 2012”, uno de los productos fue actualizar el listado de usuarios de tasa retributiva y determinar la línea base de carga contaminante. En este sentido se presenta a continuación para los prestadores de servicios públicos, industrias y porcícola las cargas contaminantes para el año 2013, como línea base ambiental oficial de la autoridad ambiental.

4.9.3.1 Cargas contaminantes sector doméstico

En la Tabla 37 se presentan los vertimientos puntuales a la quebrada Dosquebradas y río Otún por parte de las dos empresas prestadoras de servicios públicos de Dosquebradas y la única empresa prestadora de servicios públicos de Pereira; el sector doméstico es quien aporta mayor carga contaminante a los cuerpos de agua ya que no cuentan actualmente con ningún tipo de tratamiento. También se incluye en la tabla aludida las cargas contaminantes de las Plantas de Potabilización de las tres empresas prestadoras de acueducto y alcantarillado.

Tabla 37. Vertimientos a cuerpos de agua Empresas de Servicios Públicos

| Municipio | Usuario | PSMV/ Permiso de Vertimiento | Fuente Receptora | Carga Cont. Último año (2013) | |
|--------------|--|------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | DBO (Kg/año) | SST (Kg/año) |
| Dosquebradas | E.S.P. ACUASEO Dosquebradas (alcantarillado) | R. 142/2013 | Q. Dosquebradas | 301,497.30 | 301,497.30 |
| | E.S.P. ACUASEO Dosquebradas (PTAP) | R.663/2012 | Q. Dosquebradas | 298.85 | 4,063.90 |
| | E.S.P. SERVICIUDAD Dosquebradas (alcantarillado) | R. 1982/2007 | Q. Dosquebradas | 3,138,226.20 | 3,138,226.20 |
| | E.S.P. SERVICIUDAD Dosquebradas (PTAP) | En trámite | Río Otún | 2,748.71 | 45,438.50 |
| Pereira | E.S.P. AGUAS Y AGUAS DE PEREIRA (Alcantarillado) | R. 808/2007 | Río Otún - Río Consota | 7,841,568.8 | 7,841,568.8 |
| | E.S.P. AGUAS Y AGUAS DE PEREIRA (PTAP) | R. 2806/2014 | Río Otún | 6,032.20 | 60,854.90 |

Fuente: CARDER, UTP 2015

4.9.3.2 Cargas contaminantes sector Industrial

De acuerdo con los tramos establecidos para seguimiento de cumplimiento de objetivos de calidad, se presenta a continuación un análisis por tramos de acuerdo a las descargas de vertimientos industriales, tanto de los que son objeto de cobro de tasas retributiva, como los que no son objeto de cobro.

Tramo 1 río Otún: Se localiza la piscícola Pez Fresco, dedicada a la producción de trucha, sus efluentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales se vierten al río Barbo, aproximadamente 600 m antes de su confluencia con el río Otún. Las aguas residuales domésticas son tratadas mediante sistema de tratamiento compuesto POR trampa de grasas, tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente y las aguas residuales no domésticas son tratadas mediante un sistema compuesto Filtro de Retención de Sólidos (Purga de estanques), Laguna facultativa y Lechos de secado. De acuerdo con lo establecido en el convenio 676/2014, las cargas contaminantes vertidas al río barbo para el año 2013 fueron de 36,341.7 kg DBO₅/año y 107,183.5 kg SST/año.

En el **tramo 2** no están identificadas vertimientos puntuales de carácter industrial; cabe resaltar que este tramo corresponde a aguas arriba de la bocatoma Nuevo Libaré, en donde se capta el agua para abastecimiento de la ciudad de Pereira, parte del municipio de Dosquebradas y para generación de energía eléctrica.

El **tramo 3** que corresponde a aguas abajo de la bocatoma Nuevo Libaré y hasta el inicio del tramo urbano de Pereira tampoco se presenta vertimientos puntuales de carácter industrial.

Ya hacia el **tramo 4** y a pocos kilómetros del inicio del tramo urbano se presenta la primera descarga de vertimiento industrial y una de las más significativas, corresponde a la Industria Avícola Occidente Pimpollo, que para el tratamiento de aguas residuales cuenta con una estación de bombeo, separación de sólidos de proporciones visibles en un tamiz estático, tanque de homogenización tanques sedimentadores con inyección de coagulantes y floculante. La carga vertida para el año 2013 según la línea base de CARDER fue de 104,886 kg DBO₅/año y 24,981.7 kg SST/año.

En este mismo tramo y a una distancia pequeña con respecto a Pimpollo, se localiza la industria Vidriera Otún, que es una empresa dedicada al sector de manufactura de vidrio, cuenta con un sistema de tratamiento compuesto por sedimentadores; esta industria vertió una carga de 2.067 kg DBO₅/año y 3.195.9 kg SST/año.

Posteriormente la empresa COATS Cadena, que es una industria textil, cuenta con un sistema de tratamiento de lodos activados. Según línea base de cargas contaminantes vierte al río Otún una carga de 911 kg DBO₅/año y 1,032 kg SST/año.

Otra de las empresas con mayor carga contaminante al río Otún es la Agro avícola San Marino S.A, dedicada al sacrificio de aves. Las aguas residuales proveniente de la sala de sacrificio, escaldado y evisceración son conducidas a una trampa de grasas, donde son acondicionadas con soda cáustica (NaOH) para regular el pH. Después de este procedimiento pasan a un reactor UASB. La línea base de cargas contaminantes estableció una carga de 64,595 kg DBO₅/año y 13,823 kg SST/año. Después de Pimpollo esta industria es la segunda con mayor aporte de carga contaminante al río Otún.

La central de sacrificio Frigorífico del Otún se localiza al final del **tramo 4**, también finalizando el tramo urbano, es la única central de sacrificio de la ciudad de Pereira; las aguas residuales generadas en la actividad son tratadas mediante trampa de grasas, vertedero sutro y cribado, sistema de separación sólido- líquido, dos tanques de igualación de cargas y homogenización del agua residual, unidad de tamizaje, Unidad de Flotación por Aire Disuelto (DAF), reactor aerobio, sedimentador secundario y lechos de secado. Los vertimientos de esta empresa aportan al río Otún una carga de 19,918 kg DBO₅/año y 14,917 kg SST/año, según línea base de cargas contaminantes elaborada por CARDER.

Ya hacia la parte baja de la cuenca y correspondiente al **tramo 5** o tramo final del río Otún, se localiza el relleno sanitario La Glorita, el cual vierte sus efluentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales a la quebrada Suecia metros antes de que esta corriente tribute al río Otún. Los componentes de su sistema de tratamiento de aguas residuales son: desarenador, laguna primaria, laguna anaerobia, Reactor Anaerobio de Manto de Lodos y Flujo Ascendente (RAMLFA) unidad compacta de

floculación-clarificación-filtración, digestor anaerobio de alta carga, dos espesadores de lodos y lechos de secado. La carga contaminante aportada por el relleno sanitario para el año 2013 fue de 36,071.7 kg DBO₅/año y 8,597.9 kg SST/año.

Dentro del área adicional de la cuenca, para la formulación del POMCA del río Otún se localiza la industria Exco de Colombia S.A, que se dedica a manufactura metalmecánica, sin embargo no vierte directamente a un cuerpo de agua, ya que los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas se infiltran y las aguas residuales no domésticas son tratadas mediante un sistema compuesto por tanque de agitación, cámara de saturación, tanque de separación, tanque de almacenamiento de aceites, filtro de arena y humedal artificial evaporativo, por lo que no existe vertimiento puntual.

Por su parte Suzuki Motor de Colombia, dedicada a la manufactura de piezas y ensamble de motos, vierte sus efluentes de sistemas de tratamiento a la quebrada Grande, que tributa al río Cauca. Su sistema de tratamiento de aguas residuales se compone de trampa de grasas, tanque de sólidos, rejilla de separación, tanque de homogenización. Las cargas contaminantes que vierte son 495.4 kg DBO₅/año y 368.6 kg SST/año.

Por su parte, la quebrada Dosquebradas cuenta con cinco industrias que vierten directamente sus efluentes a este cuerpo de agua, y todas lo hacen en el **tramo N° 2**, que corresponde desde la bocatoma de Acuaseo hasta la desembocadura al río Otún. Una de ellas es Gaseosas Posada Tobón empresa dedicada a la fabricación de bebidas gaseosas, para el tratamiento de aguas residuales cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por trampa de grasas, aireación, lodos activados, lechos de secado la carga contaminante según línea base de CARDER para el año 2013 fue de 7.303 kg DBO₅/año y 710.3 kg SST/año.

Cartones y Papeles regionales, empresa productora de papel con énfasis en papel higiénico y servilletas, cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por un POLO, prensa de lodos y un Poseidón. La línea base de carga contaminante a la quebrada Dosquebradas es de 25.825 kg DBO₅/año y 27.214 kg de SST/año.

La industria Textiles Omnes, cuenta con un sistema de tratamiento físico químico, la carga contaminante línea base del año 2013 fue de 7.303.9 kg DBO₅/año y 710.3 kg SST/año.

Comestibles La Rosa, es una empresa dedicada a la fabricación de comestibles como galletas y dulces, para el tratamiento de aguas residuales cuenta con un sistema compuesto por trampa de grasas, aireación, lodos activados, vierte a la

quebrada Dosquebradas según línea base de CARDER 576.0 kg DBO₅/año y 1.515 SST/año.

4.9.3.3 Cargas contaminantes sector porcícola

En la Tabla 38 se presenta los permisos de vertimientos del sector porcícola, que corresponden a seis para el río Otún y una para la quebrada Dosquebradas. Cabe resaltar que los usuarios que no reportan carga contaminante son porque fertilizan y no tienen vertimiento directo puntual.

Tabla 38. Permisos de vertimiento sector porcícola

| Municipio | Usuario | Plan de Fertilización/Permiso de Vertimiento | Fuente Receptora | Carga línea base (2013) | |
|--------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------|--------------|
| | | | | DBO (Kg/año) | SST (Kg/año) |
| Pereira | Porcícola Bellavista | R. 274/2009 | Río Otún | - | - |
| Pereira | Porcícola El Porvenir | En trámite | Río Otún | 2,392.2 | 6,464.9 |
| Pereira | Agrocerdos S.A. Porcícola San Antonio | R. 946/2014 | Río Otún | 10,625.5 | 13,285.0 |
| Pereira | Porcícola Finca La Clemencia | Clausurado | Río Otún | - | - |
| Pereira | Porcícola Finca Rancho Largo | Clausurado | Río Otún | - | - |
| Pereira | Industria Agrícola San Valentín | R. 66/2006 | Río Otún | 11,745.0 | 28,188.0 |
| Dosquebradas | Porcícola Finca La Esperanza | R. 3783/2010 | Quebrada Dosquebradas | - | - |

Fuente: CARDER, UTP 2015

4.9.4 Realización de campañas de monitoreo

Se realizaron dos campañas de monitoreo en cinco estaciones históricas sobre el río Otún y uno sobre uno de los tributarios más significativos, como lo es la quebrada Dosquebradas.

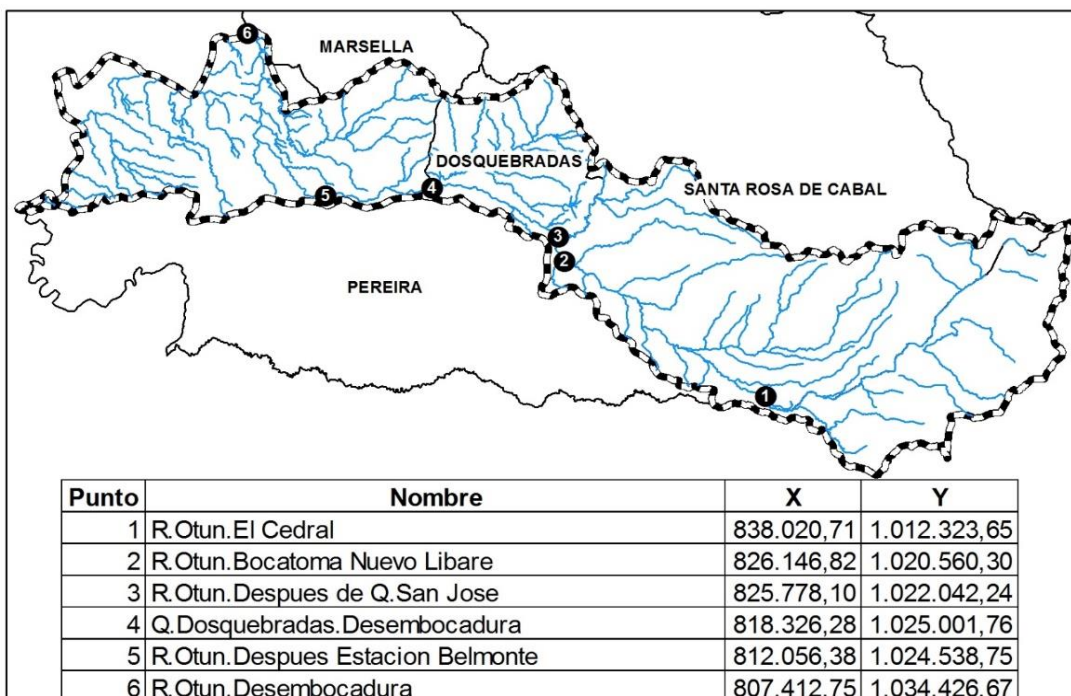


Figura 39. Esquema de localización de estaciones de monitoreo
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Las campañas de monitoreo en la cuenca del río Otún se realizaron de acuerdo con lo establecido en la Tabla 39.

Tabla 39. Fechas de las campañas de aforo y muestreos en la cuenca del río Otún

| PERIODO | FECHA |
|----------|-------------------|
| Seco | Febrero 3 de 2016 |
| Lluvioso | Abril 5 de 2016 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 40. Resultados de aforos

| Ítem | Nombre de la nueva estación | Caudales m ³ /s | | Método |
|------|-------------------------------------|----------------------------|-----------|----------------|
| | | Campaña 1 | Campaña 2 | |
| 1 | El Cedral | 1.57 | 3.20 | Área velocidad |
| 2 | Antes Bocatoma Nuevo Libaré | 3.89 | 7.72 | Área velocidad |
| 3 | Después de la quebrada San José | 3.21 | 8.0 | Área velocidad |
| 4 | Estación Belmonte | 3.66 | 8.35 | Área velocidad |
| 5 | Estación Pereira | 7.83 | 13.54 | Área velocidad |
| 6 | Desembocadura Quebrada Dosquebradas | 1.11 | 2.15 | Área velocidad |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 41. Resultados estación El Cedral

| Parámetro | Caudal m ³ /s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO ₄ /L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|--------------------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 1.57 | 7.98 | 13.5 | 3.9 | ND | ND | ND | 170 | 7.9 | ND | >1600 |
| Campaña 2 | 3.20 | 7.7 | 15.9 | 9 | ND | 1.5 | ND | 299 | 7.8 | 0.49 | 1100 |
| Máximo | 7.5 | 8.6 | 19 | 10 | 21.3 | - | - | 281 | 8.1 | 4.6 | 2300 |
| Mínimo | 0.9 | 6.7 | 8 | 1.2 | 5.0 | - | - | 72 | 6.6 | 0.1 | 17 |
| Promedio | 3.8 | 7.8 | 14.2 | 5.3 | 8.73 | - | - | 214 | 7.8 | 0.8 | 234 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 42. Resultados estación Antes Bocatoma Nuevo Libaré

| Parámetro | Caudal m ³ /s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO ₄ /L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|--------------------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 3.89 | 8.07 | 14.6 | 3.9 | ND | ND | 0.04 | 213 | 8.17 | <1.95 | 39 |
| Campaña 2 | 7.7 | 7.58 | 19.6 | 9.0 | ND | 1.5 | ND | 139.9 | 8.22 | 3.3 | 310 |
| Máximo | 16.46 | 10.75 | 22 | 16.0 | 21 | - | - | 187 | 8.1 | 0.1 | 15000 |
| Mínimo | 4.89 | 6.06 | 15.6 | 2.0 | 5.0 | - | - | 94 | 6.6 | 1.14 | 35 |
| Promedio | 8.84 | 7.83 | 17.8 | 6.0 | 19 | - | - | 138.1 | 7.8 | 0.8 | 3759 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 43. Resultados estación después de quebrada San José

| Parámetro | Caudal m ³ /s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO ₄ /L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|--------------------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 3.21 | 7.82 | 20.6 | 5.4 | ND | ND | 0.03 | 193 | 8.45 | ND | 14 |
| Campaña 2 | 8.09 | 7.26 | 20.5 | 28 | ND | 1.54 | 0.16 | 98.4 | 8.13 | 2.6 | 490 |
| Máximo | 11.70 | 8.02 | 20 | 19.4 | 21.3 | - | - | 134 | 9.00 | 1.95 | 11000 |
| Mínimo | 3.30 | 7.87 | 16.80 | 2.50 | 4 | - | - | 75 | 7.32 | 1.0 | 1300 |
| Promedio | 7.60 | 7.92 | 18.03 | 8.18 | 13 | - | - | 109 | 8.00 | 1.12 | 4180 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 44. Resultados estación Casa de máquinas Belmonte

| Parámetro | Caudal m3/s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO4/L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|-------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 3.66 | 6.16 | 22.5 | 13.7 | 37.5 | ND | 0.95 | 304 | 7.51 | ND | 110 |
| Campaña 2 | 8.3 | 7.19 | 23.4 | 21 | 28.78 | 2.82 | 0.27 | 176 | 7.14 | 8.87 | 16000 |
| Máximo | 12.28 | 8.50 | 28 | 80 | 78 | - | - | 377 | 8.09 | 41.0 | 1700000 |
| Mínimo | 1.54 | 5.92 | 16.2 | 12 | 14 | - | - | 123 | 6.55 | 1.10 | 50000 |
| Promedio | 6.67 | 7.34 | 20.4 | 34 | 33 | - | - | 183 | 7.61 | 11.75 | 3813640 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 45. Resultados estación Pereira

| Parámetro | Caudal m3/s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO4/L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|-------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 7.83 | 6.3 | 27.7 | 7.5 | 27.5 | ND | 0.67 | 270 | 7.63 | 10.2 | 140 |
| Campaña 2 | 13.5 | 6.44 | 23.9 | 7.0 | 20.02 | 1.54 | 0.18 | 149.9 | 7.83 | 5.26 | 16000 |
| Máximo | 23.56 | 13.70 | 25.00 | 96 | 64 | - | - | 359 | 8.09 | 60.90 | 1100000 |
| Mínimo | 7.90 | 3.86 | 15.80 | 13 | 5.0 | - | - | 106 | 6.55 | 0.10 | 10000 |
| Promedio | 13.55 | 7.69 | 20.42 | 38 | 21 | - | - | 178 | 7.61 | 7.52 | 352738 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 46. Resultados estación Desembocadura quebrada Dosquebradas

| Parámetro | Caudal m3/s | O.D mg/l | Temperatura del agua °C | SST mg/l | DQO mg/l | Nitrógeno Total mg N/L | Fosforo total mg P-PO4/L | Conductividad eléctrica uS/cm | pH Und | DBO ₅ mg/l | C. Fecales NMP/100ml |
|-----------|-------------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|
| Campaña 1 | 1.11 | 5.08 | 24.6 | 38.8 | 85.4 | 16.6 | 2.29 | 456 | 7.49 | 25.7 | 1600 |
| Campaña 2 | 2.1 | 6.21 | 23.8 | 36 | 52.95 | 10.16 | 0.5 | 263 | 7.2 | 15.81 | 16000 |
| Máximo | 6.15 | 7.91 | 26.30 | 100 | 94.2 | - | - | 221 | 8.09 | 53.70 | 3300000 |
| Mínimo | 1.53 | 2.80 | 18.70 | 17.6 | 16.4 | - | - | 55 | 6.55 | 4.50 | 4600 |
| Promedio | 3.90 | 7.07 | 22.12 | 47.56 | 48.94 | - | - | 157 | 7.61 | 18.64 | 1018186 |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

4.9.5 Diagnóstico de factores de contaminación de recurso hídrico

En el municipio de Pereira el servicio público de Aseo es prestado por cuatro empresas bajo un esquema municipal, a excepción del componente de disposición final que es prestado en un esquema regional en el relleno sanitario "La Glorita"

donde se reciben residuos de 24 municipios del eje cafetero y norte del valle (PGIRS Pereira, 2015), como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 47. Empresas Prestadoras del Servicio Público de Aseo en el municipio de Pereira

| EMPRESAS PRESTADORAS SERVICIO PÚBLICO DE ASEO | ZONA ATENDIDA |
|--|----------------|
| Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios Aseo plus Pereira S.A. E.S.P. | Urbana |
| Empresa de Servicios Públicos Tribunales Córcega E.S.P. | Rural |
| ATESA de occidente S.A. E.S.P. | Urbana y Rural |
| Acuaseo Compañía de servicios públicos domiciliarios S.A. E.S.P. | Rural |

Fuente: PGIRS de Pereira ,2015.

La alcaldía municipal a través de la Empresa de Aseo de Pereira, realizó un estudio de “caracterización de los residuos sólidos ordinarios del municipio de Pereira” (2014), el cual reporta una producción per cápita de 0,88 kilogramos por habitante día.

Sin embargo, tomando como base las cantidades recolectadas en el área urbana por las empresas que prestan el servicio público de aseo, y la población proyectada por el DANE para el año 2015 en la cabecera municipal, se determinó una producción per cápita de 1,05 kilogramos por habitante día (PGIRS Pereira, 2015). A continuación, se indica la cobertura en la prestación del servicio, tanto en la zona urbana como rural, indicando los prestadores y su cobertura frente a la prestación del servicio a partir del número de suscriptores. Se resalta la presencia de dos empresas en el área urbana.

Tabla 48. Cobertura en la prestación del servicio por prestador, según número de suscriptores.

| Prestador Servicio | Zona Rural | | Zona Urbana | |
|--------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Suscriptores (No.) | Cobertura (%) | Suscriptores (No.) | Cobertura (%) |
| ATESA de Occidente | 14.507 | 89,5% | 131.810 | 94,88% |
| Tribunales Córcega | 1.441 | 8,9% | 0 | 0% |
| Aseo Plus | 0 | 0% | 7.107 | 5,02% |
| ACUASEO | 265 | 1,6% | 0 | 0% |
| TOTAL | 16.213 | 100% | 138.917 | 100% |

Fuente: PGIRS de Pereira ,2015.

El volumen de lixiviados tratados es igual al volumen vertido según certificación de ATESA de Occidente S.A, por lo tanto, el promedio de lixiviados tratados es de 3.739,37 m³/mes. Según resultados de caracterización físico química realizada en abril de 2015, al sistema de tratamiento de aguas residuales del relleno sanitario, se reporta una eficiencia de tratamiento de lixiviados de 99.6% en DQO, 99.8% en DBO, 82.2% en Grasas/Aceites y 98.7% en SST.

4.9.5.1 Gestión de residuos en área rural

De acuerdo con lo establecido en el PGIR del municipio de Pereira, el municipio no cuenta con estudios que permitan determinar la cantidad de residuos por actividad. Lo anterior significa que la cantidad reportada corresponde a los residuos generados en el área de cobertura de prestación del Servicio Público de Aseo en el área rural, como se aprecia en la Tabla 49.

Tabla 49. Producción mensual de residuos sólidos en el área rural de Pereira

| Acuaseo | Tribunas | ATESA de Occidente | Total |
|---------------|---------------|--------------------|----------------|
| 20,52 Ton/mes | 92,09 Ton/mes | 750 ton/mes | 852,59 Ton/mes |

Fuente: PGIRS de Pereira ,2015.

Según la información suministrada por las empresas prestadoras del servicio público de aseo en el área rural, se obtiene que la producción per cápita de residuos sólidos como se relaciona en la Tabla 50.

Tabla 50. Producción per cápita de residuos sólidos en el área rural.

| Empresa | Producción per cápita |
|---------------------|-----------------------|
| Acuaseo | 0,66 Kg/día |
| Tribunas Córcega | 0,53 Kg/día |
| ATESA de OCCIDENTE | 0,544 Kg/día |
| Promedio Per cápita | 0,578 Kg/día |

Fuente: PGIRS de Pereira ,2015.

De acuerdo con lo establecido en la Tabla 50 el aporte per cápita en el área rural es menor que en el área urbana. En la zona rural del municipio de Pereira se presta servicio de aseo en los centros poblados de La Florida, Caimalito y Puerto Caldas, encontrándose en estas zonas la mayor demanda de espacios para almacenamiento temporal colectivo de residuos mezclados y materiales separados en la fuente con fines de aprovechamiento. Para las comunidades dispersas asentadas por fuera del área de cobertura del servicio de aseo, el municipio a través del PGIRS diseñará las estrategias que conduzcan al manejo y aprovechamiento de los residuos generados (POT Pereira, 2016).

Dentro de los centros poblados de Pereira, no cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos Estación Pereira, que se localiza en la parte baja de la cuenca, justo en la parte donde el río Otún desemboca al río Cauca, aclarando que éste centro poblado hace parte del municipio de Marsella.

Para el caso de Dosquebradas y las veredas de Santa Rosa de Cabal, se puede establecer que no tienen centros poblados identificados ya que la población rural es dispersa, sin embargo, existen casos como el de la microcuenca Aguazul en donde ACUASEO S.A E.S.P que se abastece de dicha microcuenca se encuentra prestando servicio de recolección de servicios públicos.

No obstante lo anterior y a pesar de que en la parte urbana de Pereira, Dosquebradas se cuenta con la prestación de servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, se evidencia que en la riberas del río Otún, así como de la quebrada Dosquebradas se disponen inadecuadamente, lo cual se convierte en un factor de contaminación de suelos y de agua; con relación a los lixiviados y de acuerdo con lo descrito en el presente capítulo, sólo existe un relleno sanitario, que además de recibir los residuos sólidos de la cuenca, recibe los de 24 municipios aledaños, sin embargo el relleno y de acuerdo con lo descrito en el capítulo de cargas contaminantes del presente documento cuenta con un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por: desarenador, laguna primaria, laguna anaerobia, Reactor Anaerobio de Manto de Lodos y Flujo Ascendente (RAMLFA) unidad compacta de floculación-clarificación-filtración, digestor anaerobio de alta carga, dos espesadores de lodos y lechos de secado y la carga contaminante al río Otún fue para el año 2013 de 36,071.7 kg DBO5/año y 8,597.9 kg SST/año.

4.10 Capacidad de uso de las tierras

La geomorfología cubre una amplia parte del marco físico de formación de los suelos a través del relieve, la morfodinámica de la superficie, el contexto morfoclimático, los materiales alterados y el factor tiempo. Las formas de terreno son el objeto de estudio de la geomorfología y los suelos son el objeto de estudio de la pedología, y las relaciones entre ambos objetos y entre ambas disciplinas son estrechas y mutuas porque geoformas y suelos son los componentes esenciales de la epidermis de la tierra donde hay relaciones dinámicas, uno influenciando el comportamiento del otro, con retroacciones.

El contexto geomorfológico es un marco importante de génesis y evolución de suelos que cubre tres de los cinco factores clásicos de formación de suelos que son: las características del conjunto relieve-drenaje, la naturaleza del material parental, y la edad de la geoforma. Muchos suelos no se forman directamente a partir del substrato de roca dura, sino a partir del material geomorfológico. De esta manera el análisis geomorfológico permite segmentar el marco del paisaje fisiográfico en unidades espaciales que son marcos: para interpretar la formación de suelos junto con los factores de biota, clima y actividad humana; para componer las unidades cartográficas de suelo; y para analizar las variaciones espaciales de las propiedades pedológicas.

Finalmente la aplicación de la metodología permite tener una radiografía de la cartografía de suelos de un área determinada que permite desde su funcionalidad determinar sus capacidades de uso y que son un referente importante en las instancias de planificación territorial.

La identificación de geformas en la cuenca del río Otún se muestra en la Figura 36 donde se puede decir que:

El ambiente geomorfológico que predomina en la cuenca del río Otún es el Depositional con 58,22%.

El paisaje más predominante es el de montaña con 38978,111 hectáreas que representan el 68,6% del área total.

El tipo de relieve que más impera en la cuenca del río Otún es el Abanico Terraza con 23115,294 hectáreas y que corresponden al 40,7% del área total.

La forma del terreno más predominante es la denominada Cuerpo con 23035,39 hectáreas y que corresponden al 40,53% del área total. Esta forma del terreno está asociada a los tipos de relieve Abanico Terraza y Glacis de Acumulación.

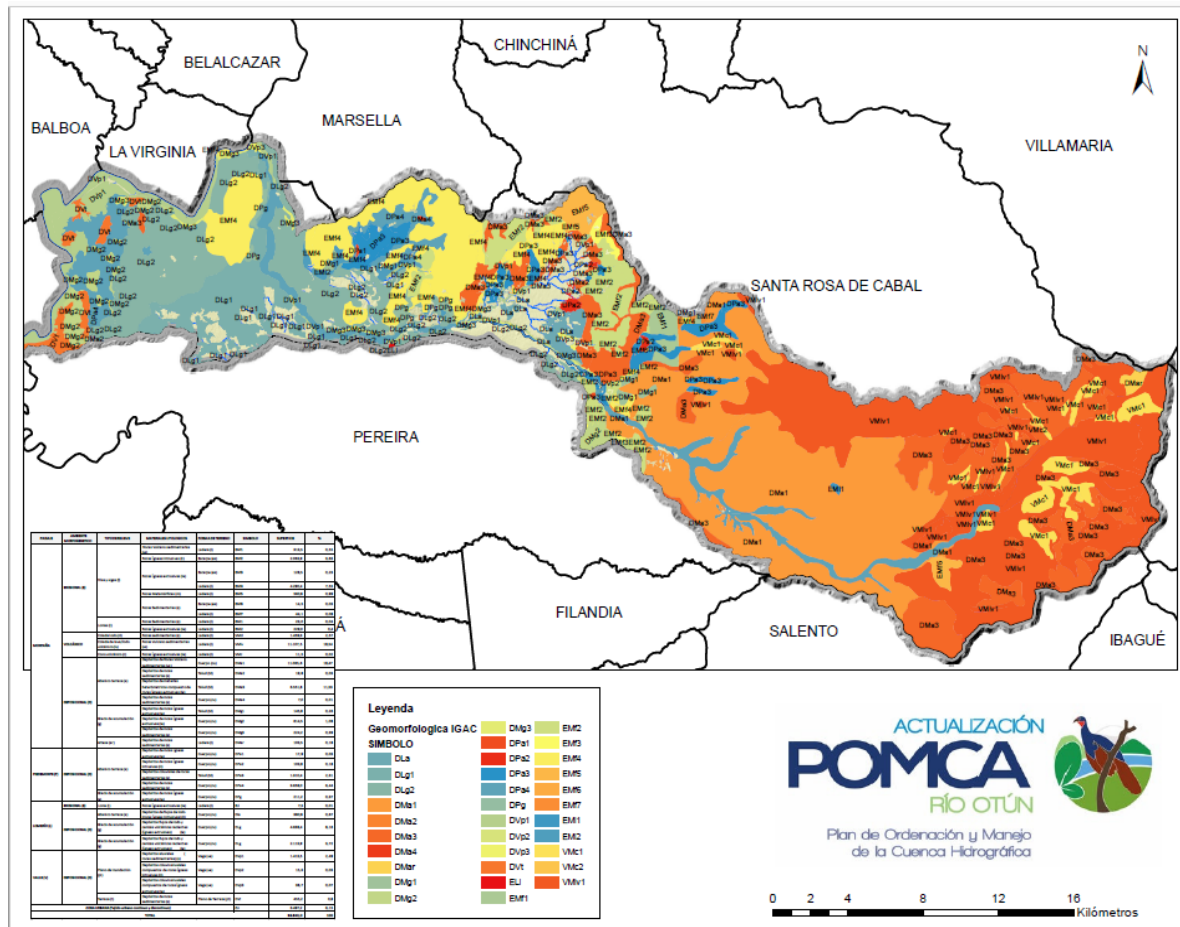


Figura 40 Mapa geomorfológico.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

4.10.1 Descripción de unidades de capacidad de uso

El proceso por capacidad de uso agrupa unidades de suelos que tienen idénticas limitaciones para su utilización y que responden de manera similar a idénticas prácticas de manejo. Se pretende que la agrupación defina los usos agrícolas, pecuarios y forestales por aptitud minimizando la degradación de las tierras.

Poder reconocer las propiedades de los suelos y su patrón de distribución, ayuda a conocer las limitantes y potencialidades de las tierras con el fin de establecer diversas relaciones en el suelo y con factores de riesgos y amenazas integrados en la geomorfología. Por lo tanto el suelo es la suma de muchos cuerpos edáficos con características internas dinámicas que determinan, por su posición geomorfológica, las características físicas, químicas y mineralógicas de los materiales que lo componen y su dinámica biológica.

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso se fundamenta en los efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones en su uso y en la capacidad de producción y los requerimientos de manejo del suelo. La clasificación tiene como fin estructurar acciones agropecuarias e identificar zonas para protección y conservación, conjugando todos los aspectos que determinan el uso más indicado para cada suelo, las prácticas recomendadas y las principales limitaciones.

El sistema de clasificación establece 3 categorías: Clases, Subclases y Grupos de Capacidad, las cuales se categorizan de acuerdo con el nivel de detalle requerido. La clase agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Las clases agrologicas, son ocho, y se designan con números arábigos de 1 a 8; en estas designaciones, los riesgos de daños al suelo o sus limitaciones en el uso se hacen progresivamente mayores a medida que se sube en la clase. Los suelos de la clase 1 no tienen limitantes mientras que los de la clase 8 presentan limitantes severos.

En términos generales las clases se delimitaron de acuerdo con la actividad en las que puedan ser utilizadas: las clases 1 a 4 se han catalogado como cultivables o arables (agrícolas ya que son capaces de producir cultivos bajo buenas condiciones de manejo), los de las clases 6 y 7 como no arables (son adecuados para plantas nativas o adaptables, pastos), la clase 5 es transicional (cultivos especiales u ornamentales), y los de clase 8 no son adecuadas para las actividades agropecuarias ni forestales con fines comerciales.

La subclase es una categoría que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para la Unidades Cartográficas de

Suelos. La subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

Una vez realizados los agrupamientos de los suelos y evaluadas las características físicas y químicas, tomadas de las evaluaciones realizadas en campo y de los resultados dados en laboratorio, se identificaron por clase de suelos las siguientes subclases con sus respectivas limitantes:

CLASE 3:

Subclase 3ps:

Se agruparon 169,742 hectáreas con limitaciones de suelos por pendiente y suelos que pueden presentar suelos endurecidos, acidez ligera y fertilidad media. En las limitaciones de suelos se menciona únicamente la presencia de un horizonte endurecido después de los 50 cm de profundidad. Las características muestran que son suelos de moderada fertilidad, ligeramente ácidos, con buena capacidad de intercambio. No presenta saturación de Al. Suelos moderadamente profundos, con drenajes moderados, texturas gruesas a medias.

Las unidades de suelos que se encuentran en esta clase son I1, I3, I4, I10, I12 en fase c.

CLASE 4:

Subclase 4ps:

En esta subclase se agrupan 7067,11 hectáreas que presentan una limitación debido a la pendiente y algunas características del suelo como acidez ligera y presencia de arcillas. Las unidades de suelos que están inmersas en esta subclase son I1, I2, I3, I4, I6, I7, E1, I8, I9, I10, I12, I13, I14, U1, M1, A1, I15, I17, A2 en fase d.

Subclase 4s:

Se agruparon 1978,26 hectáreas que presentan limitaciones por suelos susceptibles a inundaciones o procesos erosivos.

Suelos desde superficiales a profundos, de texturas medias a finas. Las unidades de suelos descritas en esta subclase son I6, I7, I8, I10, I12, I14, I15, U1, M1, A1, E1 en fases b y c.

CLASE 6:

Subclase 6ps:

Se agruparon 9325,5 hectáreas que presentan como mayor limitante la pendiente, lo cual obliga a que se hagan labores culturales de conservación de suelos, además suelos con presencia de acidez, fertilidad entre media y alta.

Suelos profundos, de texturas medias a gruesas, fertilidad media, ligeramente ácidos, sin saturación de Al. Corresponden a esta subclase las unidades de suelos I1, I2, I3, I4, I6, I7, I8, I9, I10, I12, I13, I14, M1, A1, U1, I15, I16, I17, A2, M2, E1 en fase e.

CLASE 7.

Subclase 7ps:

Se agruparon 1607,17 hectáreas por limitaciones de pendiente y suelos. En esta clase la pendiente es de por sí una limitante natural.

La pendiente es la principal limitación natural de estos suelos y su susceptibilidad a procesos erosivos. Las unidades de suelo que están en esta subclase son I1, I2, I3, I4, I6, I8, I9, I10, I12, I13, I14, U1, M1, A1, I15, I16, I17, M2 en fase f.

CLASE 8:

Se agruparon 33198,62 hectáreas por limitaciones en pendiente y suelos y por pertenecer a una figura de protección como Parque Nacional Natural. Estas tierras hacen parte de las zonas reglamentadas correspondientes a áreas naturales protegidas y que hacen parte del SINAP y de los suelos de protección. En esta clase también se presentan limitaciones por clima que no admiten el establecimiento de cultivos.

Suelos profundos, de texturas finas a medias, fertilidad media, ligeramente ácidos. Allí se pueden encontrar afloramientos y misceláneos rocosos, así como suelos desnudos por las condiciones climáticas.

Subclase 8p:

Se agruparon 30000,65 hectáreas que tienen en la pendiente la mayor limitación. También se encuentran limitaciones por clima en las zonas más elevadas. Por la presencia de fuertes pendientes no se requiere de otra limitante para catalogar estos suelos como clase 8 independiente de las características físicas y químicas que los acompañen.

Las unidades de suelo que componen esta subclase son I1, I3, I4, I5, I6, I8, I9, I11, I12, I15, I17, M2 en fase g y PNNN, y por supuesto toda el área que suman las áreas naturales protegidas reglamentadas y que hacen parte del SINAP.

Subclase 8s:

Se agruparon 3197,97 hectáreas que presentan su limitación por ser suelos expuestos a inundaciones y que hacen parte de las franjas de protección de las corrientes hídricas.

Las unidades de suelo que componen esta subclase son I7, I8, I16, I17, A2, E1 en fases b y c.

4.10.2 Mapa de capacidad de uso

A continuación se muestra en la Figura 41 el mapa final de capacidad de uso siguiendo los requerimientos de la guía del POMCA.

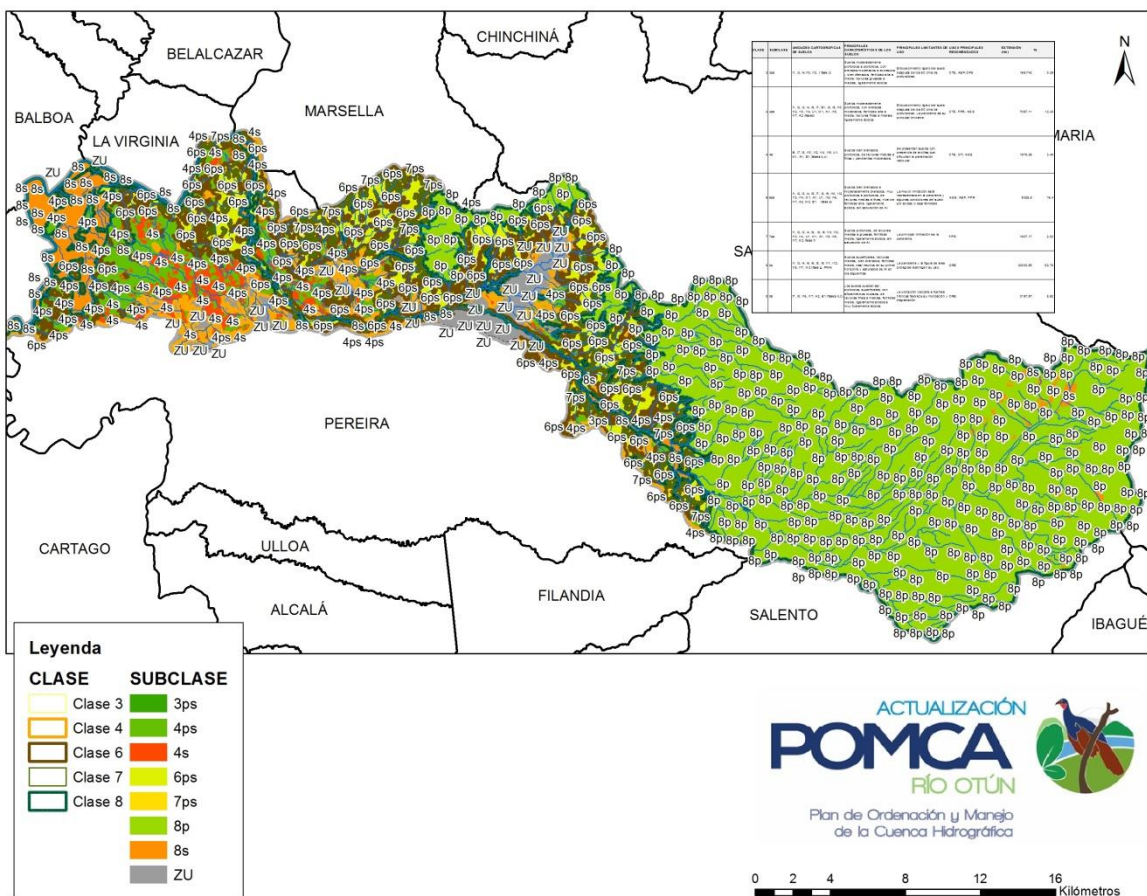


Figura 41. Mapa de capacidad de uso.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Como se refleja en la Figura 41 la cuenca alta del Otún es representativa de las clases agroclimáticas 7 y 8, mientras que la cuenca media capta las clases 6 y 7, siendo la clase 6 la más dominante en cuanto a su capacidad productiva. Es justo en esta clase en que se desenvuelve la mayor parte de la actividad productiva de la cuenca.

Desde la evaluación de limitaciones se deben hacer algunas consideraciones generales.

1. Las limitaciones por encharcamientos o inundaciones no son tan frecuentes en los suelos de la cuenca del río Otún.

2. Se reitera que los suelos de la cuenca son suelos con tendencia a la acidez.
3. La pendiente es la limitante natural de mayor presencia en la cuenca.
4. Los procesos erosivos desde moderados hasta severos tienen mayor connotación desde la parte media de la cuenca hacia la parte alta.
5. Si bien las condiciones climáticas tienen influencia en las limitaciones de los suelos, estas no son tan influyentes en gran parte de la cuenca donde se desarrollan los sistemas productivos pues las distribuciones de lluvia son apropiadas.
6. Se nota un gran desgaste en la presencia de materia orgánica en los suelos de la cuenca que obliga a hacer aplicaciones de la misma.
7. Una vez más se ratifica que la disponibilidad de fósforo para las plantas es muy baja por lo que se deben tener en cuenta estrategias de manejo asociadas y de conservación.
8. En la medida que se trabajen los suelos sin tener en cuenta medidas de conservación se irá destruyendo la capa de cenizas volcánicas y se expondrá mayormente el suelo a procesos erosivos y de degradación.

Los usos principales propuestos obedecen a las condiciones especiales de la cuenca y a la capacidad de las tierras para permitir actividades que no estén en contra de su dinámica natural sino por el contrario contribuyan a favorecer su conservación.

Tabla 51 Unidades de usos principales propuestos

| CLASE | SUBCLASE | USO PRINCIPAL | AREA (Ha) |
|---------|----------|--|-----------|
| Clase 3 | 3ps | Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) | 95,41 |
| | | Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) | 14,83 |
| | | Cultivos transitorios semiintensivos (CTS) | 59,48 |
| Clase 4 | 4ps | Sistemas agrosilvícolas (AGS) | 4405,53 |
| | | Cultivos transitorios semiintensivos (CTS) | 2510,5 |
| | | Sistemas forestales protectores (FPR) | 151,07 |
| | 4s | Cultivos transitorios semiintensivos (CTS) | 97,92 |

| CLASE | SUBCLASE | USO PRINCIPAL | AREA (Ha) |
|---------|----------|--|-----------|
| | | Cultivos transitorios intensivos (CTI) | 1076,3 |
| | | Sistemas agrosilvícolas (AGS) | 804,03 |
| Clase 6 | 6ps | Sistemas agrosilvícolas (AGS) | 6854,68 |
| | | Sistemas forestales protectores (FPR) | 155,58 |
| | | Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) | 2315,23 |
| Clase 7 | 7ps | Sistemas forestales protectores (FPR) | 1607,17 |
| Clase 8 | 8p | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) | 30000,065 |
| | 8s | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) | 3197,97 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

4.10.3 Cultivos transitorios intensivos (CTI)

Los cultivos transitorios intensivos están propuestos para las partes medias-bajas donde predomina el clima templado húmedo.

Teniendo en cuenta sus características estos cultivos se proponen para tipos de relieve de loma, abanico terraza y glacis de acumulación con forma de terreno en cuerpo, que permiten tener un trabajo fuerte sobre el suelo. En ellos se debe considerar la posibilidad de tener cultivos como el maíz, el frijol arbustivo, que permiten laboreo intensivo.

Debe tenerse siempre presente que estos cultivos deben adelantarse siguiendo unas prácticas culturales que favorezcan la conservación del suelo. Involucra la clase agrológica 4s con 1076,3 hectáreas que corresponden al 1,89% del área total.

4.10.4 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

Los cultivos transitorios semiintensivos están orientados a establecer prácticas rotacionales que mantengan las condiciones del suelo. Estos sistemas de cultivos se proponen para ubicarlos sobre formas de terreno dominadas por abanico terraza, lomas, glacis de acumulación y filas y vigas.

Estos sistemas son propicios para establecer en climas templados, templados húmedos y templados superhúmedos. Las asociaciones de cultivos son una buena forma de establecer sistemas productivos en las zonas bajas.

Los cultivos transitorios semi-intensivos están propuestos para las clases agrológicas 3ps, 4s y 4ps. Este uso se propone para 2667,9 hectáreas que representan el 4,69% del área total.

Cultivos de maíz, frijol arbustivo, piña son apropiados para establecer en estas clases de suelos.

4.10.5 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

Los cultivos permanentes semiintensivos propuestos están enfocados hacia los frutales, el café, el plátano, la caña panelera en sistemas asociados que procuren coberturas permanentes del suelo y su protección, aunque el cultivo de hortalizas es una opción.

Se propone establecerlos en formas del terreno que soporten su establecimiento como las filas y vigas en formas de terreno de ladera. Los sistemas se ubican en condiciones climáticas de templado húmedo, templado y templado superhúmedo.

Estos usos se proponen para la clase agrológica 3ps. El área propuesta para este sistema es de 14,83 hectáreas que representan el 0,03% del área total.

4.10.6 Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)

Los sistemas agrosilvopastoriles están orientados como cultivos permanentes que deben incluir prácticas de conservación en su establecimiento, y que aseguran mantener protegido el suelo con una cobertura vegetal asociada.

Estos sistemas se proponen para establecerlos en formas del terreno asociadas a glaciares de acumulación, lomas y abanicos terraza. El área propuesta para el establecimiento de este sistema es de 2410,64 hectáreas que representan el 4,24% del área total. El clima donde se desarrollan estos sistemas pasa por cálido semihúmedo, templado y templado húmedo.

Finalmente se debe mencionar que las condiciones de la cuenca como zona productora y protectora de agua deben motivar a orientar las acciones productivas a procesos de conservación-producción que aseguren la producción de bienes y servicios ambientales y el sustento de las familias que habitan en la cuenca.

Los bancos de proteína, los pastos arbolados (con madera y frutales) y los pastos con berreras vivas son una buena alternativa de manejo.

Las clases agrológicas que están involucradas en estos sistemas de usos propuestos corresponden a la 6ps y 3ps.

4.10.7 Sistemas agrosilvícolas (AGS)

Los sistemas agrosilvícolas están orientados como cultivos permanentes que deben incluir prácticas de conservación en su establecimiento, y que aseguran mantener protegido el suelo con una cobertura vegetal asociada.

Finalmente se debe mencionar que las condiciones de la cuenca como zona productora y protectora de agua deben orientar acciones productivas que involucren procesos de conservación-producción para que aseguren la producción de bienes y servicios ambientales y el sustento de las familias que habitan en la cuenca.

Este sistema se propone establecerlo en formas de terreno asociadas a filas y vigas, glacis de acumulación, abanicos terraza y terrazas en climas que pueden ser templado húmedo, templado semihúmedo y cálido semihúmedo. Se propone este sistema para un área de 12063,8 hectáreas que representan el 20,93% del área total.

Las asociaciones de maderables con cultivos como el café, el plátano, los frutales son una buena alternativa para el manejo y aprovechamiento de estos suelos.

Las clases agrológicas que están involucradas en estos sistemas de usos propuestos corresponden a la 4s, 4ps y 6ps.

4.10.8 Sistema forestal protector (FPR)

Hace referencia a aquellos ecosistemas ya establecidos y que por su ubicación deben permanecer en conservación. Se asocian a corrientes hídricas y a zonas abruptas. Las clases agrológicas inmersas en esta propuesta de uso son 4ps, 6ps y 7ps.

Estos sistemas se proponen para formas de terreno asociadas a escarpes y taludes básicamente o donde se encuentren suelos frágiles con pendientes fuertemente escarpadas. Se asocian a climas templado semihúmedo, templado superhúmedo y cálido semihúmedo.

El área donde se propone implementar este sistema es de 1912,32 hectáreas que representan el 3,36% del área total.

Generalmente estas clases agrológicas corresponden a relictos de bosques nativos que aún se conservan en la cuenca y a aquellos ecosistemas que por sus condiciones físicas y de susceptibilidad no permiten que se establezcan sistemas productivos.

4.10.9 Áreas para la conservación de la naturaleza y la recreación (CRE)

Todas aquellas áreas ubicadas en las zonas altas o bajas que no admitan ningún tipo de uso agropecuario bien sea por sus condiciones adversas o porque representen un ecosistema importante para la conservación. En este tipo de uso propuesto están las clases agrológicas 8p y 8s que suman un total de 33198,04 hectáreas que representan el 58,41% del área total de la cuenca.

En estos usos propuestos están contempladas aquellas áreas que hacen parte del sistema nacional de áreas protegidas y de aquellas áreas que hacen parte de los suelos de protección en el ordenamiento territorial y que determinan que hay sectores o franjas alternas a las corrientes hídricas que deben conservarse sin hacer ningún tipo de sistema productivo.

Las formas de terreno propuestas para este sistema están asociadas a filas y vigas, abanico terraza, plano de inundación, lomas en formas de terreno de vegas, taludes, laderas y escarpes.

En este punto es importante resaltar que las vegas son una forma de terreno asociada a los planos de inundación por lo cual ameritan tener una particular esencia de conservación para evitar los cambios en el comportamiento hídrico y evitar que se acabe con las franjas ribereñas protectoras debido a la extracción de material de río.

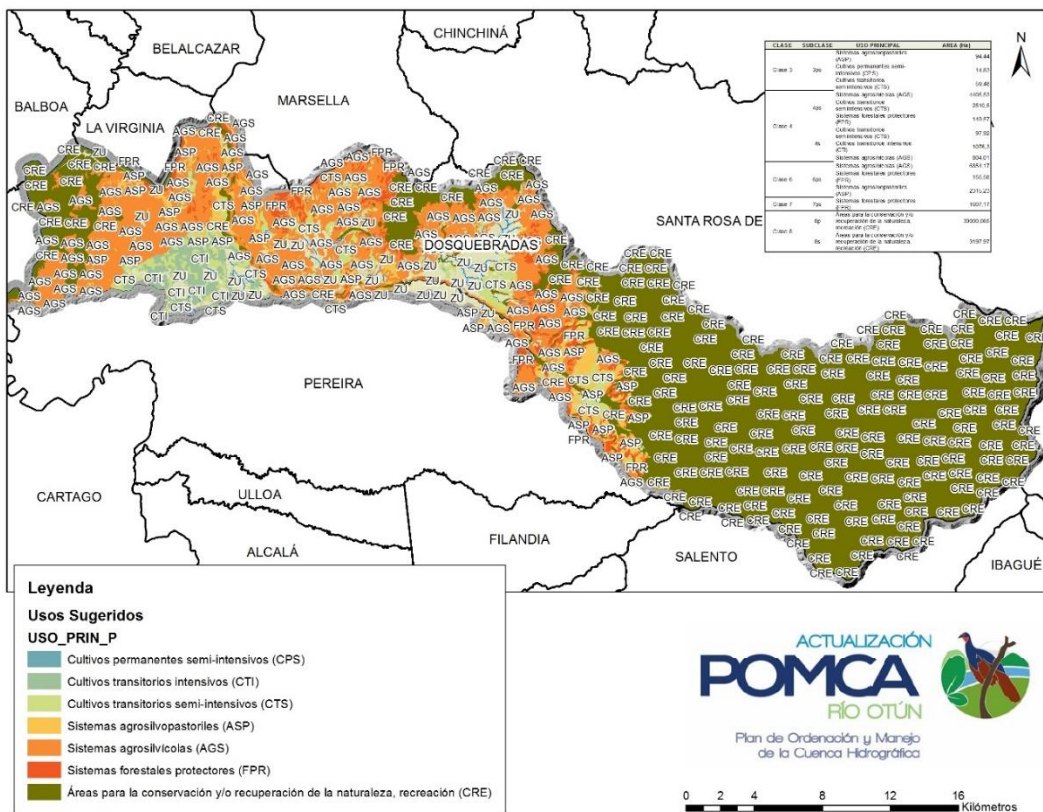


Figura 42 Mapa y leyenda de usos principales propuestos.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

4.11 Cobertura y uso de la tierra

El análisis de la cobertura y usos actuales del suelo de la cuenca del río Otún y los principales cambios en el tiempo, se desarrolló mediante la identificación de las coberturas del suelo a partir del análisis de imágenes recientes y con verificación de campo; el cálculo de los índices y tasas derivados del análisis multitemporal de cambio de cobertura de la tierra y posteriormente el análisis de los usos conexos a las coberturas a partir de la verificación de campo.

4.11.1 Coberturas de la cuenca del río Otún

Dentro de este componente se observa que las coberturas con mayor importancia en cuanto a su superficie en el área del POMCA Otún, son Bosque denso y herbazal que se concentran en las áreas protegidas de la zona alta de la cuenca. Estas coberturas representan el 45% del área y alcanza el 54%. Si se le suman las áreas no menos representativas de las coberturas de bosque de galería y ripario y el bosque fragmentado, con 5,42% y 3,35%, lo que se evidencia y demuestra es un 54% de cobertura boscosa, que se debe proteger para favorecer su conservación.

Otras coberturas importantes son los mosaicos de cultivos, pastos y especies naturales, mosaicos de pastos y cultivos, pastos limpios y cultivos permanentes arbustivos, que representan el 24,53 % del área total del POMCA. Al tener en cuenta otras coberturas de producción el porcentaje aumenta al 32%, lo que demuestra la segunda característica del área del POMCA, una zona agropecuaria del 32% y el tejido urbano continuo.

Tabla 52. Tabla resumen de coberturas

| NIVEL 3 | COBERT N3 | ÁREA (Has) | (%) |
|--|-----------|------------|-------|
| Bosque denso | 311 | 15672,8858 | 27,57 |
| Herbazal | 321 | 10116,4967 | 17,80 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 243 | 3920,9454 | 6,90 |
| Mosaico de pastos y cultivos | 242 | 3908,6088 | 6,88 |
| Pastos limpios | 231 | 3377,1136 | 5,94 |
| Bosque de galería y ripario | 314 | 3078,6208 | 5,42 |
| Cultivos permanentes arbustivos | 222 | 2735,1946 | 4,81 |
| Tejido urbano continuo | 111 | 1960,5619 | 3,45 |
| Bosque fragmentado | 313 | 1905,7771 | 3,35 |
| Plantación forestal | 315 | 1467,5858 | 2,58 |
| Tejido urbano discontinuo | 112 | 1417,9028 | 2,49 |
| Pastos arbolados | 232 | 1024,5103 | 1,80 |
| Zonas glaciares y nivales | 335 | 993,2674 | 1,75 |
| Otras coberturas | ... | 5261,2170 | 9,26 |
| Área POMCA Otún | | 56840,85 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

A continuación, se presenta la tabla resumen con la cobertura presente en el área del POMCA río Otún.

Tabla 53. Tabla resumen de los usos del suelo para la cuenca del Río Otún

| CÓDIGO | USO ACTUAL | ÁREA (HAS) | % |
|--------|---|------------|-------|
| 30201 | Cultivos Transitorios Intensivos (CTI) | 1578,13 | 2,78 |
| 30203 | Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) | 3910,67 | 6,88 |
| 30205 | Pastoreo Intensivo (PIN) | 3376,06 | 5,94 |
| 30206 | Pastoreo Semi Intensivo (PSI) | 1016,96 | 1,79 |
| 30209 | Sistemas Agro Silvo Pastoriles (ASP) | 8615,82 | 15,16 |
| 30211 | Sistema Forestal Productor (FPD) | 1466,23 | 2,58 |
| 30212 | Sistemas Forestales Protectores (FPR) | 3500,22 | 6,16 |
| 30213 | Áreas de conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) | 21247,48 | 37,38 |
| 30214 | Protección | 7849,33 | 13,81 |
| 30215 | Producción – Protección | 82,68 | 0,15 |

| CÓDIGO | USO ACTUAL | ÁREA (HAS) | % |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| 30217 | Residencial | 3386,40 | 5,96 |
| 30218 | Industrial | 45,64 | 0,08 |
| 30219 | Transporte | 148,49 | 0,26 |
| 30221 | Recreacional | 20,40 | 0,04 |
| 30222 | Comercial | 9,21 | 0,02 |
| 30226 | Materiales de construcción | 21,68 | 0,04 |
| 30228 | Disposición de materiales sólidos | 13,32 | 0,02 |
| 30230 | Cuerpos de agua naturales | 552,12 | 0,97 |
| TOTAL | | 56840,85 | 100,00 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

4.12 Caracterización de vegetación, flora y fauna

4.12.1 Flora

Se establecieron 24 parcelas tipo monitoreo permanente de 50m x 50m donde se tuvo en cuenta la estructura vertical, horizontal y los índices de diversidad, entre otros. Se registraron 5244 individuos distribuidos en 67 familias, 174 géneros y 379 especies DAP = 5cm. (árboles y arbustos). Se encontraron zonas de vida tales como bosques húmedos, muy húmedos y pluviales de los pisos premontano y montano bajo, bosque húmedo montano, bosque muy húmedo montano y bosque pluvial montano, páramo o páramo pluvial. El índice de diversidad de Margalef (relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos) mostró que los valores más elevados fueron encontrados en Sierra Morena 1 con 13,86 y Alto del Nudo 2 con 13,65 ambos cualificados como altos; de otro lado los más bajos fueron en La Nona 1 con 3,9 cualificado como bajo y La Tribuna 2 con 4,35 cualificado como medio. **El índice de valor de importancia (IVI)** (este índice que compara especies arbóreas provenientes de localidades separadas y compara submuestras de una misma unidad paisajística) arrojó los resultado más elevados en *Wettinia kalbreyeri* con 28,87 cualificado como “especie codominante” y *Cyathea sp* con 8,97 cualificado como “especie de baja importancia”; los resultado más bajo de este índice fueron los de *Acalypha macrostachya* y *Mollinedia campanulácea*, ambos con 0,03 valor que se cualifica como “especies raras”. En cuanto a las especies focales, se identificaron 18 por parte del Consorcio, 122 por la Resolución 177 de 1977 de la CARDER y 25 por Plan General de Ordenación Forestal de Departamento de Risaralda.

4.12.2 Fauna Silvestre

En cuanto a herpetofauna se ha obtenido registro de 68 especies (35 anfibios y 33 reptiles) para la cuenca del río Otún, pertenecientes a 19 familias de los órdenes Anura, Caudata (clase Amphibia), Squamata y Testudines. Para la clase Amphibia,

la familia más representativa fue Craugastoridae con 15 especies, seguida de Centrolenidae con 6 especies, mientras que las menos representativas fueron Plethodontidae, Leptodactylidae y Ranidae con una especie cada una. Por otra parte, las familias de reptiles más representativas fueron Dipsadidae y Colubridae pertenecientes al suborden Serpentes con 9 especies cada una, mientras que la mayoría de familias estuvieron representadas por una sola especie (Gekkonidae, Iguanidae, Teiidae, Elapidae, Viperidae, Kinosternidae, Testudinidae. Para los registros obtenidos durante los muestreos de este trabajo, se encontró que el bosque secundario es el hábitat en el que se desarrollan la mayor cantidad de especies, en comparación con los humedales, los agroecosistemas y las áreas abiertas al borde del río, siendo estas últimas las que menos especies posee. En cuanto a Quirópteros se reportan 42 especies de murciélagos pertenecientes a cuatro familias, 27 confirmadas y 15 probables por su presencia en áreas adyacentes a la cuenca del río Otún. En el grupo de las aves según CARDER – WCS, Convenio No 453, 2012, se reportan 109 especies pertenecientes a 36 familias de aves asociadas a espejos de agua; PGOF, Subregión I, Risaralda. 2009, menciona que se registran 418 especies agrupadas en 57 familias, de las cuales 60 especies son de la familia *Tyrannidae* (14%), seguida de *Trochilidae* con 36, *Thraupidae* con 35 y *Emberizidae* con 32, respectivamente. Dentro de éstas se encuentran especies como: *Anas discors* (Linnaeus), *Buteo platypterus* (Vieillot), *Pandion hafiaetus* (Gmelin), migratorias. En cuanto a mamíferos PGOF, Subregión I, Risaralda. 2009, registra 64 especies tales como *Aotus lemurinus*, *Tapirus pinchaque*, *Choloepus hoffmanni*, *Cerdocyon thous*, *Alouatta seniculus*, *Eira barbara*, entre otros. En peces, Lowe-McConnell (1987) reporta 180 especies (32 ordenes) siendo los órdenes más importantes Siluriformes y Characiformes que representan el 59,4 % de la ictiofauna del departamento, coincidiendo con la tendencia general en los ecosistemas limnéticos del Neotrópico, que se caracterizan por un predominio de estos órdenes.

4.13 Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos

Dentro de la cuenca se encuentran áreas protegidas como: Parque Nacional Natural Nevados, Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya, Parque Regional Natural Ucumarí, Distrito de Conservación de Suelos Campoalegre, Distrito de Conservación de Suelos La Marcada, Distrito de Conservación de Suelos El Nudo; las cuales suman 30132,6ha que equivale al 53,0% del territorio de la cuenca. En cuanto a áreas de importancia para la conservación de las aves –AICAS se reportan los bosques del oriente de Risaralda (23069,0ha y 0,4 del territorio de la cuenca). Sitios RAMSAR, el complejo de humedales laguna del Otún (6579,0 y 0,1% del territorio de la cuenca). En relación a otros ecosistemas estratégicos se reportan: Zonas de páramos, las cuales se encuentran traslapadas con figuras de conservación reconocidas bajo alguna categoría de manejo, como el Parque Nacional Natural Los Nevados y el Parque Regional Natural Ucumarí. Suelos de protección del ordenamiento territorial municipal como: Humedales identificados,

caracterizados e incluidos en los POT´s de los municipios de Pereira, Dosquebradas y Pereira, Predios adquiridos por los municipios de Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Pereira para la conservación del recurso hídrico, Cuenca medio río Otún, Ecoparque Otún, Zonas forestales protectoras de corrientes hídricas urbanas y rurales.

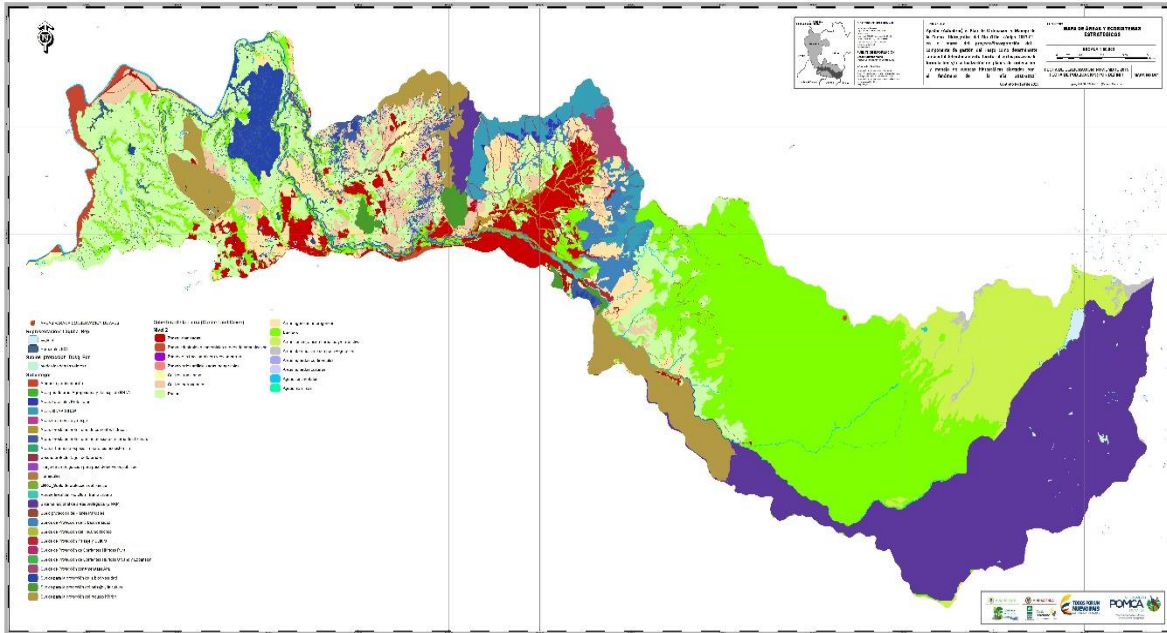


Figura 43. Áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y suelos de protección ubicados en jurisdicción de la cuenca del río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

5 CARACTERIZACIÓN SOCIAL, CULTURAL, ECONÓMICA Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO

La caracterización socioeconómica y cultural de la Cuenca del Río Otún para el ajuste y revisión del POMCA Otún, se construye a partir de fuentes secundarias y primarias, de acuerdo a los lineamientos de la guía técnica del Fondo adaptación.

El Sistema Social por su parte, se construyó principalmente desde dos líneas de recolección de información, por un lado, a partir de fuentes oficiales y de otras fuentes bibliográficas de apoyo y por el otro, desde información primaria recolectada en trabajo de campo y en los talleres participativos.

Dentro de las fuentes oficiales consultadas se encuentra el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, el Departamento Nacional de Planeación DNP, Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible MADS y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, también se consultó la información consignada en Planes de Ordenamiento Territorial y Planes Básicos de Ordenamiento territorial Municipal. De otro lado, se examinó información contenida en documentos e informes de algunas dependencias de la Gobernación de Risaralda y de las Alcaldías Municipales, principalmente Secretarías de Planeación, Agricultura y Salud, al igual que información del Área Metropolitana Centro Occidente. Adicionalmente, se contó con información de gremios y sectores económicos como la Cámara de Comercio de Pereira y Dosquebradas, FENAVI y el Comité de Cafeteros de Risaralda. Finalmente, se consultó información de tesis de Maestría y libros de historia de la región, entre otras fuentes, que sirvieron de apoyo a los análisis realizados.

Dentro de las fuentes primarias de información se encuentra la recolectada a partir de los recorridos en campo, visitas a las instituciones y los talleres participativos, vale la pena resaltar que la metodología de los talleres participativos se describe en el documento de actividades complementarias de “Escenarios de Participación”, en el marco de lo planteado en la fase de aprestamiento para la Estrategia de Participación en el Diagnóstico.

El ejercicio de recolección de información desde las fuentes primarias aportó información principalmente relacionada con servicios sociales básicos, a través mapas parlantes. Cabe resaltar que se realizaron cuatro (4) talleres participativos en las diferentes zonas de la Cuenca y con todos los actores identificados, caracterizados y priorizados desde la fase del aprestamiento.

Por otro lado, los análisis de temas específicos como el tamaño predial de la Cuenca, se sustentan a partir de la información aportada por CARDER, con base en información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. En la misma medida, los temas de Pobreza y Desigualdad y Seguridad y Convivencia, se describen con base

en los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas, Índice de Calidad de Vida, y coberturas de algunos servicios reportadas por el DANE y DNP.

Finalmente, es preciso aclarar que en muchos de los casos se toman los índices o indicadores municipales para describir un componente determinado en la cuenca, debido a que la información oficial se encuentra a este nivel u otros niveles más gruesos, como es el caso de los indicadores de dinámica laboral, por ejemplo; en otros casos, donde el indicador lo permite, se asocia al área específica del municipio en la Cuenca, de tal manera que se guarde la proporción. No obstante, lo anterior, en la mayoría de los componentes se trató de contar con información específica en la medida de lo posible, con el objeto de analizar los temas de manera particular, y ajustados a la dinámica propia de la cuenca.

5.1 Sistema Social

5.1.1 Dinámica poblacional

La cuenca Otún tiene un área de 56.840,7 Ha, de ella hacen parte cuatro municipios, todos pertenecientes al departamento de Risaralda y cada uno con una proporción de área definida dentro de la misma, como se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. Cuenca Otún área de los municipios en la cuenca

| Municipio | Área total municipio (ha) | ÁREA EN LA CUENCA | |
|---------------------|---------------------------|-------------------|----|
| | | (Ha) | % |
| PEREIRA | 60.760,51 | 30.399,15 | 50 |
| DOSQUEBRADAS | 7.021,92 | 6.529,36 | 93 |
| SANTA ROSA DE CABAL | 54.381,44 | 19.799,41 | 36 |
| MARSELLA | 14.926,72 | 112,76 | 1 |
| TOTAL | 137.090,59 | 56.840,68 | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún. 2016

5.1.2 Servicios sociales básicos

5.1.2.1 Educación

La capacidad del servicio en cobertura de la Cuenca Otún, se mide en la cantidad de centros educativos que existen en el área de la Cuenca con relación a la población escolarizada que tiene acceso en el territorio de la Cuenca Otún. De acuerdo con la información de las secretarías de Educación de los municipios de Pereira y Dosquebradas y trabajo de campo en los municipios de Santa Rosa de

Cabal y Marsella. Comparando con los datos del Departamento Nacional de Planeación del 2015, se obtiene lo siguiente:

Tabla 55. Porcentaje de Cobertura de establecimientos de Educación Básica y Media en el área de la Cuenca y el total de cobertura por municipios de la Cuenca

| Cobertura | Pereira | Dosquebradas | Santa Rosa de Cabal | Marsella |
|---------------------|---------|--------------|---------------------|----------|
| Educación | 39,75% | 75,2% | 17,00% | 0.34% |
| Total del Municipio | 118,7% | 98.% | 85,9% | 88,5% |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en DNP 2015.

5.1.2.2 Salud

Cobertura

Desde la cobertura en salud, se tiene que la población vinculada al SISBEN y la población que hace parte del POS para la Cuenca Otún, es de aproximadamente 420.949 habitantes, que corresponde al 98.8 % de cobertura en el sistema de salud. Esta cobertura se construye haciendo el cálculo con los datos de DNP (2015) y el porcentaje en proporción de acuerdo al área de cada municipio en la Cuenca Otún, de esta manera, y teniendo en cuenta que la población total de la Cuenca Otún es de 424.425 personas, se crea un margen de diferencia de 0.81% (3.476,31) personas que no se encuentran afiliadas a ningún sistema de salud, esto se puede explicar por la movilidad, migración, desplazamiento u otros fenómenos que hacen que no toda la población se encuentre registrada en el sistema de salud. Se destaca adicionalmente que las inscripciones al sistema de salud siempre están abiertas y que mediante los programas de promoción se procura inscribir al mayor número de población posible.

Tabla 56. Distribución de Cobertura del sistema de salud para la Cuenca Otún

| MUNICIPIO | SISBEN | POS |
|---------------------|---------|---------|
| Pereira | 74.908 | 161.398 |
| Dosquebradas | 106.293 | 73.696 |
| Santa Rosa de Cabal | 4.234 | 100 |
| Marsella | 320 | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en (DNP, 2015)

Tabla 57. Distribución en porcentaje para cobertura en Salud en la Cuenca Otún

| | PEREIRA | DOSQUEBRADAS | SANTA ROSA DE CABAL | MARSELLA |
|----------------------|---------|--------------|---------------------|----------|
| SALUD % | 99,16% | 93,0% | 98,0% | 100% |
| COBERTURA, POBLACIÓN | 234.806 | 167.640 | 4.250 | 320 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en (DNP, 2015).

Se destaca que muchos de los habitantes de Santa Rosa de Cabal, de las veredas del sur, se encuentran carnetizados en Pereira, con el objeto de poder acceder al servicio en los hospitales de esta ciudad, por la facilidad de acceso, ya que no se cuenta con una vía vehicular directa hacia el municipio de Santa Rosa de Cabal desde este sector.

5.1.2.3 Tamaño predial asociado a presión demográfica

Las actividades y la organización de las sociedades humanas en el territorio se expresan a través de las formas de ocupación y tenencia de la tierra. La ocupación y tenencia de la tierra son resultado de la historia de las sociedades para un contexto dado en escalas distintas; desde la local, donde tienen lugar procesos sociales que responden a diferentes realidades inmediatas, hasta los contextos regionales o nacionales, donde existen procesos de niveles superiores, que de diversas maneras determinan lo que ha de suceder en sus áreas de influencia (UTP, 2014).

El conocimiento de las relaciones sociales debe iniciarse entonces, a partir de la interpretación de las relaciones del hombre con el territorio en un contexto social, económico, político y cultural. Estas relaciones se expresan en la tenencia de la tierra.

En este marco, la información existente con referencia a la tenencia de la tierra se analiza de acuerdo con el tamaño de los predios y los rangos establecidos por tamaño en la guía de POMCAS. Es importante tener en cuenta que la información encontrada presenta restricciones dado su origen ya que ha sido construida a partir de mapas prediales municipales por parte del SIG de la CARDER con algunas actualizaciones para el municipio de Pereira, por lo cual esta información deberá ser corroborada, en lo posible, con las autoridades catastrales para establecer la integridad de la misma.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que la Cuenca Otún posee alrededor de 4.581 predios distribuidos en los cuatro municipios que hacen parte de la misma. Teniendo en cuenta la proporción de territorio de cada municipio en la cuenca, se denota su mayor o menor participación predial, de esta manera, se evidencia que Pereira y Dosquebradas contienen el 54% y el 35% de los predios de la cuenca

respectivamente, es decir, estos dos municipios concentran el 89% de los predios totales de la cuenca, mientras que Santa Rosa de Cabal posee solo el 11% y Marsella, con sólo 8 predios, no aporta significativamente a la cuenca en términos de prediales.

Tabla 58. Cuenca Otún, predios por municipio

| Predios existentes en los municipios se la Cuenca Otún | | |
|--|--------------|--------------|
| Municipio | # de Predios | % de Predios |
| Dosquebradas | 1630 | 35% |
| Marsella | 8 | 0% |
| Pereira | 2454 | 54% |
| Santa Rosa de Cabal | 489 | 11% |
| Total | 4581 | 100% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC.

De otro lado, la presión demográfica sobre la cuenca ha generado algunos fenómenos de parcelación predial, evidenciando así la predominancia del minifundio y microfundio en el territorio, tal como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59. Cuenca Otún, predios por rango de tamaño

| Tamaño predial asociado a la presión demográfica | | |
|--|-----------|-----------|
| Rango de tamaño de los predios | Predios # | Predios % |
| Gran propiedad (> 100 ha) | 77 | 1,7 |
| Mediana a gran propiedad (50 - 100 ha) | 70 | 1,5 |
| Mediana propiedad (20 y <50 ha) | 166 | 3,6 |
| Pequeña propiedad (5 y <20 ha) | 737 | 16,4 |
| Minifundio (1 y <5 ha) | 1790 | 38,9 |
| Microfundio (< 1 ha) | 1741 | 37,9 |
| Total predios | 4581 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

Una aproximación más detallada se logra al observar el comportamiento predial en las diferentes veredas de la cuenca, donde se corrobora, tanto la presencia de la gran propiedad en las veredas ubicadas en la parte alta y baja, como la presión demográfica y división predial en la parte media y más próxima a los centros urbanos, que corresponden generalmente a áreas de expansión urbana y suelos suburbanos de los municipios.

Tabla 60. Municipio de Pereira, número de predios según tamaño, por vereda

| MUNICIPIO | VEREDA | # DE PREDIOS SEGÚN TAMAÑO | | | | | | TOTAL PREDIOS | |
|----------------|----------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------------|------------|-------------|---------------|----|
| | | Gran propiedad | Mediana a gran | Mediana propiedad | Pequeña propiedad | Minifundio | Microfundio | | |
| PEREIRA | Alto Erazo | | | 1 | 8 | 25 | 16 | 50 | |
| | Amoladora Alta | | | | 7 | 27 | 10 | 44 | |
| | Amoladora Baja | | 1 | 3 | 27 | 68 | 39 | 138 | |
| | Belmonte | | | | | 2 | 2 | 4 | |
| | Caimalito | 30 | 17 | 21 | 42 | 28 | 148 | 286 | |
| | Canceles | | | | 2 | 2 | 1 | 5 | |
| | Cerritos | 1 | 3 | 2 | 51 | 125 | 95 | 277 | |
| | El Bosque | | | | | 2 | 3 | 5 | |
| | El Chaquiro | | | | 6 | 16 | 21 | 43 | |
| | El Chocho | | | | 8 | 22 | 5 | 35 | |
| | El Crucero de Combia | | | 10 | 8 | 10 | 26 | 54 | |
| | El Pomo | | 3 | 3 | 17 | 38 | 14 | 75 | |
| | La Bananera | | | 1 | 7 | 23 | 34 | 65 | |
| | La Bodega | | | 4 | 11 | 27 | 17 | 59 | |
| | La Carmelita | | | 5 | 16 | 20 | 15 | 56 | |
| | La Convención | | 1 | | | 10 | 17 | 37 | |
| | La Estrella Morron | | | | | 2 | 3 | 5 | |
| | La Florida | | | 6 | 27 | 93 | 50 | 176 | |
| | La Honda | | 1 | 4 | 3 | 1 | | 9 | |
| | La Renta | | 1 | 1 | 9 | 30 | 10 | 51 | |
| | La Siria | | 3 | 3 | 7 | 16 | 37 | 66 | |
| | La suecia | | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 12 | |
| | La Suiza | | 4 | 1 | 1 | | | 6 | |
| | Libaré | | | | | 3 | 21 | 10 | 34 |
| | Llano Grande | | 1 | | | 12 | 14 | 9 | 36 |
| | Morrón | | | | | 3 | 7 | 13 | 23 |
| | Pital de Combia | | | 2 | 27 | 58 | 40 | 127 | |
| | Porvenir | | | 3 | 5 | 21 | 17 | 46 | |
| | Puerto Caldas | 6 | 3 | 3 | 1 | | 1 | 14 | |
| | Quimbayita | | 1 | 4 | 13 | 74 | 156 | 248 | |
| San José | | | | | 4 | 24 | 21 | 49 | |
| San luis | | | 1 | 1 | 18 | 24 | 44 | | |
| San Marino | | 4 | 13 | 32 | 42 | 48 | 139 | | |
| San Vicente | | | 2 | 21 | 51 | 41 | 115 | | |
| Santander | | | | | | 3 | 18 | 21 | |
| TOTALES | | 37 | 45 | 96 | 392 | 929 | 955 | 2454 | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

Para el caso de Pereira se puede evidenciar que existe gran propiedad en las veredas de Caimalito, Puerto Caldas y Cerritos, todas ubicadas en la parte baja de la cuenca. Sobresale Caimalito desde el punto de vista de ser la vereda con menos fragmentación de la propiedad, dado que un número considerable de los predios también se ubican dentro de la mediana a gran propiedad y dentro de la mediana propiedad, situación que no sucede con las demás veredas, no obstante, sigue predominado el minifundio y microfundio en casi todas.

En el caso de Dosquebradas se observa una clara predominancia del minifundio y microfundio en todas las veredas y una nula presencia de gran propiedad, mientras que el rango entre mediana a gran propiedad solo tiene lugar en las veredas Alto del Oso, Sabanitas, Nueva Independencia, La Esperanza y La Fría, pero solo con un predio o a lo sumo dos.

Tabla 61. Municipio de Dosquebradas, número de predios según tamaño, por vereda

| MUNICIPIO | VEREDA | # DE PREDIOS SEGÚN TAMAÑO PREDIAL | | | | | | TOTAL PREDIOS |
|---------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------|-------------|---------------|
| | | Gran propiedad | Mediana a gran | Mediana propieda | Pequeña propieda | Minifundio | Microfundio | |
| DOSQUEBRADAS | Aguazul | | | 1 | 31 | 58 | 30 | 120 |
| | Alto del Oso | | 2 | 4 | 23 | 24 | 5 | 58 |
| | Alto del Toro | | | 1 | 7 | 20 | 16 | 44 |
| | Boquerón | | | | 5 | 33 | 18 | 56 |
| | Boquía | | | | | | 2 | 2 |
| | Buenavista | | | 3 | 10 | 22 | 19 | 54 |
| | El Chaquiro | | | | 3 | 9 | | 12 |
| | El Estanquillo | | | 1 | 5 | 15 | 37 | 58 |
| | El Rodeo | | | | 15 | 29 | 62 | 106 |
| | Filobonito | | | 3 | 17 | 51 | 58 | 129 |
| | Frailles | | | 1 | 7 | 31 | 88 | 127 |
| | Gaitán | | | 1 | 21 | 81 | 58 | 161 |
| | La Argentina | | | 2 | 1 | 2 | | 5 |
| | La Divisa | | | 1 | 12 | 26 | 66 | 105 |
| | La Esperanza | | 1 | 3 | 12 | 24 | 20 | 60 |
| | La Fría | | 1 | 1 | 11 | 22 | 20 | 55 |
| | La Palma | | | 2 | 7 | 16 | 11 | 36 |
| | La Rivera | | | | 9 | 40 | 24 | 73 |
| | La Unión | | | 1 | 18 | 50 | 48 | 117 |
| | Molinos | | | 1 | 9 | 18 | 9 | 37 |
| Nueva Independencia | | 2 | 1 | 2 | | 5 | 10 | |
| Sabanitas | | 1 | 1 | 15 | 49 | 27 | 93 | |
| Santana | | | 1 | 11 | 49 | 51 | 112 | |
| TOTALES | | | 7 | 29 | 251 | 669 | 674 | 1630 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

Preocupa la presión y fragmentación de la propiedad en veredas como El Estanquillo, La Unión, Santana y otras, que se ubican en zona de amortiguación del Distrito de Conservación de Suelos El Nudo y las consecuencias que esta presión le podrían significar a esta área protegida en el corto plazo.

En el municipio de Santa Rosa por su parte, hacen presencia las veredas con mayor número de predios ubicados entre grandes propiedades, de medianas a grandes y medianas, y de la misma manera las veredas con menos presión demográfica en torno a la fragmentación de la propiedad. El comportamiento predial de algunas veredas se puede explicar, por un lado, al encontrarse en áreas protegidas y/o suelos de protección del recurso hídrico y por el otro sustentado en la presencia de algunas fincas productivas de gran extensión.

Tabla 62. Municipio de Santa Rosa de Cabal, número de predios según tamaño, por vereda

| MUNICIPIO | VEREDA | # DE PREDIOS SEGÚN TAMAÑO PREDIAL | | | | | | TOTAL PREDIOS |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------|-------------|---------------|
| | | Gran propiedad | Mediana a gran | Mediana propieda | Pequeña propieda | Minifundio | Microfundio | |
| SANTA ROSA DE CABAL | Alto Cedralito | | | 8 | 31 | 63 | 21 | 123 |
| | El Cedral | 21 | 4 | 6 | | 16 | 8 | 55 |
| | La Paloma | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 | 19 |
| | Las Mangas | | | 1 | 10 | 35 | 42 | 88 |
| | Páramo de Santa Rosa | 3 | | 1 | | | | 4 |
| | Planadas | 1 | | 3 | 8 | 3 | 3 | 18 |
| | Puente Albán - La María | | 2 | | 5 | 22 | 6 | 35 |
| | San José - La maría | 1 | | 2 | 10 | 5 | | 18 |
| | San Marcos | 11 | 7 | 17 | 17 | 7 | 4 | 63 |
| Volcanes | | | | 6 | 37 | 23 | 66 | |
| TOTALES | | 40 | 18 | 39 | 89 | 191 | 112 | 489 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

Finalmente, Marsella con su poca área dentro de la cuenca sólo posee una vereda y 8 predios en el área, con predominancia de la pequeña propiedad.

Tabla 63. Municipio de Marsella, número de predios según tamaño, por vereda

| MUNICIPIO | VEREDA | # DE PREDIOS SEGÚN TAMAÑO PREDIAL | | | | | | TOTAL PREDIOS |
|-----------|------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------|-------------|---------------|
| | | Gran propiedad | Mediana a gran | Mediana propieda | Pequeña propieda | Minifundio | Microfundio | |
| MARSELLA | Estación Pereira | | | 2 | 5 | 1 | | 8 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

Tal como se observa en el panorama anterior, visto desde el comportamiento municipal y veredal en la cuenca, el microfundio y minifundio representan el 77% de los predios de la misma, seguido por la pequeña propiedad con el 16%. Las grandes propiedades no representan más del 3% de los predios de la cuenca y están asociadas principalmente a predios adquiridos por las instituciones para la protección del recurso hídrico en la parte alta y algunos grandes predios privados principalmente en la parte media baja de la cuenca.

De la misma manera, se encontró, tras realizar un análisis de área predial promedio por tramo de la cuenca, que el tramo con mayor área por predio es el tramo correspondiente a la parte alta de la cuenca hasta la captación multipropósito Nuevo Libaré, donde el área promedio es de 66,08 Has, mientras que los tramos de la cuenca media (Nuevo Libaré – Puente Marsella) y cuenca baja (Puente Marsella – Desembocadura) presentan menores áreas promedio, es decir, mayor fragmentación predial. El tramo de la cuenca media, que incluye las zonas urbanas de Pereira y Dosquebradas, es el que presenta mayor fragmentación, mientras que

la zona correspondiente a la cuenca baja presenta una fragmentación predial apenas menor. Es presumible que esta tendencia a la fragmentación continúe en el tiempo, dado que muchos predios grandes han presentado procesos de desenglobe desde la década de los 90, cuando la crisis cafetera marcó el inicio de un proceso de cambio en el uso y la tenencia de la tierra en esta zona. Esto se suma al crecimiento urbano y la presión que esto conlleva para las zonas cercanas al área urbana. (EIS - UTP, 2014).

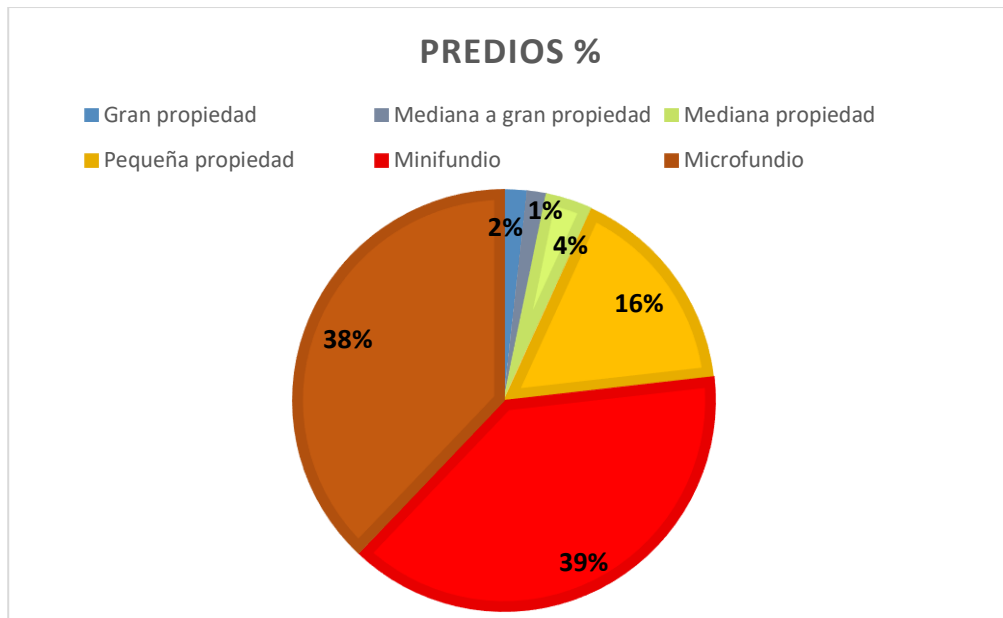


Figura 44. Distribución de predios según tamaño en la Cuenca Otún
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016 con base en IGAC

La mayor cantidad de predios por unidad de área se encuentra en las microcuencas La Bananera – La Bella, sector la Suiza, Combia Alta y Cauquillo, presentándose también condiciones similares en las microcuencas de la subcuenca Dosquebradas. Un mayor número de predios pequeños por unidad de área representa escenarios de mayor dificultad en procesos de ordenamiento del territorio y de los recursos naturales, dado que esto usualmente coincide con menor gobernabilidad por parte de las autoridades ambientales, y menor capacidad de los propietarios para cumplir con normas o lineamientos para la conservación del recurso hídrico, especialmente cuando éstas implican el no uso de determinadas áreas de sus predios. Bajo este punto de vista, se observan como vulnerables las zonas con presencia de acueductos comunitarios como las microcuencas ubicadas en la subcuenca de la quebrada Dosquebradas o en la subcuenca de la quebrada Combia. (EIS - UTP, 2014).

Indicador de seguridad alimentaria

El indicador de seguridad alimentaria se estima teniendo en cuenta los productos definidos en la canasta básica alimentaria del país, la cual se encuentra dentro de los productos de la canasta básica familiar con la que se calcula el índice de Precios al Consumidor (IPC), que según el DANE, se compone de más de 176 productos entre alimentos frescos, procesados, y otros bienes y servicios. Para efectos de establecer la canasta básica alimentaria, se trae al análisis los productos alimenticios que se encuentran en la canasta básica familiar, la Tabla 64 presenta en este caso la selección de productos alimenticios tanto procesados como frescos que componen la canasta básica, con el objeto de evidenciar qué productos se abastecen desde la cuenca y cuáles se traen desde otras regiones del país o del exterior.

Tabla 64. Productos alimenticios de la Canasta básica en Colombia

| NÚM | PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE LA CANASTA FAMILIAR COLOMBIANA PROCESADOS Y FRESCOS |
|-----|---|
| 1 | ARROZ |
| 2 | HARINA DE MAÍZ Y OTRAS HARINAS |
| 3 | PASTAS SECAS |
| 4 | CEREALES PREPARADOS |
| 5 | CEREALES PARA SOPA |
| 6 | PAN |
| 7 | OTROS PRODUCTOS DE PANADERÍA |
| 8 | PAPA |
| 9 | YUCA |
| 10 | OTROS TUBÉRCULOS |
| 11 | PLÁTANO |
| 12 | CEBOLLA |
| 13 | TOMATE |
| 14 | ZANAHORIA |
| 15 | OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES FRESCAS |
| 16 | FRÍJOL |
| 17 | ARVEJA |
| 18 | OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES SECAS |
| 19 | OTRAS HORTALIZAS Y LEGUMBRES ENLATADAS |
| 20 | NARANJAS |
| 21 | BANANOS |
| 22 | TOMATE DE ÁRBOL |
| 23 | MORAS |
| 24 | OTRAS FRUTAS FRESCAS |
| 25 | FRUTAS EN CONSERVA |
| 26 | CARNE DE RES |
| 27 | CARNE DE CERDO |
| 28 | CARNE DE POLLO |

| NÚM | PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE LA CANASTA FAMILIAR COLOMBIANA PROCESADOS Y FRESCOS |
|-----|---|
| 29 | CARNES FRÍAS Y EMBUTIDOS |
| 30 | PESCADO DE MAR, RÍO Y ENLATADO |
| 31 | OTRAS DE MAR |
| 32 | HUEVOS |
| 33 | LECHE |
| 34 | QUESO |
| 35 | OTROS DERIVADOS LÁCTEOS |
| 36 | ACEITES |
| 37 | GRASAS |
| 38 | PANELA |
| 39 | AZÚCAR |
| 40 | CAFÉ |
| 41 | CHOCOLATE |
| 42 | SAL |
| 43 | OTROS CONDIMENTOS |
| 44 | SOPAS Y CREMAS |
| 45 | SALSA Y MAYONESA |
| 46 | OTROS ABARROTÉS |
| 47 | JUGOS |
| 48 | GASEOSAS Y MALTAS |
| 49 | OTRAS BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en DANE, 2015

Nota: Los productos resaltados se producen en mayor o menor medida dentro de la cuenca.

Como es de esperarse, la gran mayoría de alimentos procesados proceden de otras regiones del país e incluso de otros países. En este contexto, el arroz por ejemplo, como alimento básico de la canasta alimentaria de la población, proviene del centro del país, principalmente de los departamentos del Huila y Tolima, reconocidos como productores del grano, ya que en la cuenca no se da este tipo de cultivo; de otro lado, el azúcar y la panela si tienen un mercado más próximo a la cuenca a raíz de la agroindustria de la caña de azúcar presente en la cuenca del Río Risaralda y en la región del valle del cauca, y la panela en algunos municipios del departamento de Risaralda y Caldas, sin embargo, también se encuentra en el mercado panela proveniente del Tolima y de otras regiones del país. En general, de los 49 productos de la lista anterior, cerca del 50% se producen en la cuenca.

Es importante tener en cuenta la presencia de grandes superficies comerciales en los municipios de Dosquebradas y Pereira, que ofrecen gran variedad de alimentos tanto frescos como procesados, muchos de los cuales son importados o provienen de otras regiones del país. El debate se centra entonces en si este tipo de distribución de alimentos amenaza la economía de la cuenca en tanto ofrecen variedad de alimentos a precios más asequibles para los habitantes y en qué forma

los pequeños comerciantes y pequeñas industrias asentadas en la misma pueden competir con estos productos de forma igualitaria.

En la misma medida se encuentra la producción de alimentos frescos como hortalizas, frutas, entre otros, que son producidos en la cuenca pero que también son ofrecidos en las grandes superficies comerciales, con una calidad y presentación muchas veces superior a los locales y en algunas ocasiones a precios más competitivos, que por un lado mejoran la oferta y el acceso de la población a estos y por el otro lado amenazan la estabilidad de los pequeños productores de la cuenca que tienen en la comercialización de estos productos, su fuente de ingresos.

Específicamente para alimentos frescos, el DANE presenta una lista de los principales alimentos de la canasta familiar de los colombianos y este listado se tomará como base para establecer el indicador de seguridad alimentaria para la cuenca.

Tabla 65. Principales alimentos frescos de la canasta familiar de Colombia

| | | |
|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Hortalizas y verduras | Frutas frescas | Tubérculos y plátano |
| Ahuyama | Aguacate | Arracacha |
| Arveja verde en vaina | Banano | Papa negra |
| Cebolla cabezona blanca | Coco | Papa criolla |
| Cebolla junca | Granadilla | Plátano guineo |
| Chócolo mazorca | Guayaba | Plátano hartón verde |
| Fríjol verde | Limón común | Yuca |
| Habichuela | Limón Tahití | |
| Lechuga Batavia | Lulo | |
| Pepino cohombro | Mandarina | |
| Pimentón | Mango tommy | |
| Remolacha | Manzana royal gala | |
| Tomate | Maracuyá | |
| Zanahoria | Mora de Castilla | |
| | Naranja | |
| | Papaya maradol | |
| | Piña | |
| | Tomate de árbol | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en DANE, 2015

Nota: Los productos resaltados se producen en mayor o menor medida dentro de la cuenca.

5.2 Sistema Cultural

El sistema cultural de la Cuenca Otún, describe e identifica las prácticas culturales presentes desde la perspectiva ambiental. En este sistema se describe la localización de la cuenca en la Ecorregión Eje Cafetero, además de hacer referencia al territorio como el elemento que integra la identidad cultural. Adicionalmente, se hace referencia al patrimonio cultural de la cuenca, identificado en el marco del Paisaje Cultural Cafetero y por las comunidades y los actores institucionales en la estrategia de participación, a partir de los talleres participativos y las entrevistas, para así llegar a la construcción del Mapa Cultural.

El patrimonio sobre la Cuenca Otún hace referencia al patrimonio arqueológico, arquitectónico, patrimonio natural y los elementos del paisaje que la misma comunidad identifica como su patrimonio y sobre el cual se construye la identidad cultural sobre la Cuenca.

5.3 Caracterización político administrativa

5.3.1 Oferta Institucional

En este componente se identifica y describen las principales instituciones de nivel nacional, departamental, regional y local que ejercen funciones administrativas en materia ambiental (Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo sostenible, Autoridades ambientales urbanas, áreas metropolitanas, Parques nacionales), y de la misma manera se identifica la infraestructura existente para el desarrollo de sus funciones y la prestación de los servicios.

Igualmente, se describe y analiza la forma en que las entidades territoriales intervienen en el ámbito ambiental, esto implica ver cómo está incluido dentro de los planes de desarrollo y la intervención de estas mediante la implementación de políticas e instrumentos de planeación que contribuyen a una buena gestión ambiental en la cuenca y administración de los recursos naturales, al igual que la articulación o alianzas con otros municipios frente al manejo, administración y gestión de los recursos compartidos.

Bajo este contexto, las principales instituciones identificadas a nivel nacional son: Parques Naturales Nacionales, IDEAM, Instituto Alexander Von Humboldt, Servicio Geológico Colombiano, Instituto Colombiano Agropecuario, Instituto Agustín Codazzi, ANLA, DPS, La Policía Nacional (Ambiental y Ecológica), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a nivel departamental: CARDER, Gobernación de Risaralda y Área Metropolitana Centro Occidente, a nivel municipal se identifican organizaciones para los cuatro municipios de la Cuenca Otún, entre las cuales se encuentran la Administraciones Municipales.

En la Tabla 66 se describen las funciones que cumple cada institución, las cuales cuentan con una sede e infraestructura propia, desde la cual ejercen la prestación de sus servicios. Se debe de destacar que las Instituciones a nivel nacional cuentan con sedes en la región o dependencias que las suplen, donde se puede acceder a la prestación del servicio.

Tabla 66. Oferta Institucional de Orden Nacional

| Institución | Infraestructura en el área de la cuenca | Funciones/programas. |
|--|--|--|
| Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS | A través de las Autoridades ambientales en el departamento de Risaralda. | Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo desde el componente ambiental: Avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono, proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza |
| Parques naturales nacionales | Parque Natural de los Nevados, Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya. | Plan de Manejo de Parque Nevados 2015. Plan Estratégico para el Ecoturismo en las Áreas Protegidas de la Cuenca Alta del Río Otún. |
| Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales | Estaciones Meteorológica en el área de la Cuenca. | Programa de Funciones: Realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país. Establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio. Realizar los estudios e investigaciones ambientales que permitan conocer los efectos del desarrollo socioeconómico sobre la naturaleza, sus procesos, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y proponer indicadores ambientales. |
| Instituto Alexander von Humboldt | Convenios Interinstitucionales. | Estrategia y Plan de Acción de Biodiversidad: Definir, mediante un proceso participativo que vincule a los actores y sectores sociales, institucionales y productivos del país, las prioridades, estrategias, mecanismos e instrumentos que garantizarán la operatividad y el cumplimiento oportuno del objetivo de la Política Nacional para la Gestión Integrada de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. |
| Servicio geológico colombiano | N.A. | Plan Estratégico: Armonía con el medio ambiente, minería incluyente reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastre. |
| Instituto Colombiano Agropecuario | Planta Física Municipios de la Cuenca. | Plan Estratégico Origen Vegetal Protección Animal. Con este servicio se busca la prevención, control y erradicación de las enfermedades de los animales. Protección Vegetal: Este servicio busca garantizar la sanidad agrícola del país, Inocuidad Alimentaria: Este servicio busca fortalecer la implementación de la gestión de inocuidad en el marco del sistema MSF, a partir del enfoque de análisis de riesgo. |
| Instituto Geográfico Agustín Codazzi | Planta Física municipio de Pereira. | Gestión catastral multipropósito eficiente Fortalecimiento del Plan Nacional de Cartografía. Gestión predial y ambiental Generar seguridad jurídica en relación con la |

| | | |
|---|------------------------------------|--|
| | | tierra Promover el uso eficiente del suelo y los recursos naturales Fortalecer la presencia estatal integral y legitimidad en zonas no conectadas o vulnerables incluyendo acciones conjuntas entre diferentes sectores |
| Autoridad Nacional de Licencias Ambientales | N.A. | Plan de Acción Institucional : Elaboración de instrumentos para evaluación y seguimiento ambiental Registro nacional único de consultores certificados para la elaboración de los instrumentos de evaluación, incluyendo los Planes de Manejo Ambiental |
| Departamento para la Prosperidad Social | Sede Municipio de Pereira. | Programas: Acompañamiento Social de Vivienda Gratuita Intervenciones Rurales Integrales Seguridad Alimentaria y Nutrición Infraestructura Social y Hábitat |
| Policía Nacional | Presencia permanente en la Cuenca. | Contribuir a la protección, conservación y recuperación ambiental, mediante un efectivo servicio de control y vigilancia fundamentado en la educación y organización de la comunidad, para la gestión ambiental, desarrollando estrategias y metodologías que generen compromisos personales e institucionales de autoridades ambientales para restaurar el vital equilibrio del entorno |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Tabla 67. Oferta Institucional de Orden Regional

| Institución | Infraestructura | Función/programa |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Gobernación de Risaralda | Todo el Departamento | Plan de Desarrollo Departamental: "Territorio Verde y Competitivo 2016-2019". |
| CARDER | Todo el Departamento | Plan de Acción Planes de 2016-2019. |
| Área metropolitana centro occidente | Municipios de Pereira, Dosquebradas. | Plan estratégico: Desarrollo 2016-2019. |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Tabla 68. Oferta Institucional de Orden Municipal

| Institución | Infraestructura | Función/programa |
|--|---------------------------------|---|
| Alcaldía de Pereira Planeación Municipal | Palacio Municipal | Plan de desarrollo: "Pereira Capital del Eje" 2016-2019. |
| Alcaldía Municipal de Dosquebradas | Centro Administrativo municipal | Plan de Desarrollo Municipal: "Compromiso de todos 2016-2019". |
| Alcaldía Municipal Santa Rosa de Cabal | Palacio Municipal | Plan de desarrollo Municipal, "Santa Rosa Para todos 2016-2019 |
| Alcaldía Municipal de Marsella | Sede Municipal | Plan de desarrollo Municipal: Con decisión y Corazón 2016-2019. |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Las funciones en materia ambiental de las instituciones de la Cuenca Otún, se encuentran incluidas en sus planes de desarrollo, planes de acción y programas dedicados a la gestión ambiental en la cuenca Otún. Las principales temáticas de los programas son cambio climático, gestión del riesgo, preservación y uso de la biodiversidad.

Los entes territoriales realizan actividades permanentes en la cuenca, desde los Planes de Manejo de las subcuencas y microcuencas, programas de educación ambiental, manejo integrado de residuos sólidos y otras actividades en articulación con los Programas Ambientales Escolares, desde las secretarías de educación municipal y los centros educativos.

5.3.2 Organización ciudadana

Las organizaciones ciudadanas en la cuenca Otún, fueron las priorizadas en la fase de aprestamiento, dependiendo de sus iniciativas o proyectos ambientales. Dentro de estas se encuentran las Juntas de Acción comunal, Acueductos Comunitarios y ONG's ambientales, así como comités ciudadanos e institucionales como el COCAO. A continuación se describe la tabla de Organizaciones Ciudadanas para la Cuenca Otún, evidenciando un total de (22) organizaciones, se describe además el tipo de organización, las iniciativas y proyectos, además de oportunidades que tienen en apoyo institucional o las limitaciones para llevar a cabo dichos proyectos.

El grado de relacionamiento entre las organizaciones ciudadanas no se puede desligar la oferta institucional pues su relacionamiento es alto. La Junta de acción comunal de las veredas la Bananera, el Porvenir y la Florida, en el corregimiento de la Florida de Pereira, manejan las casetas de reciclaje donde este se intercambia por comida, con el propósito de disminuir el volumen de residuos sólidos. Dicho proceso se encuentra en el marco de la ejecución del POMCA Otún 2008. Otra iniciativa son los mercados agroecológicos de la cuenca Otún, iniciativa que cuenta con financiación por épocas pero se sostiene en el tiempo, cumpliendo tres años en la cuenca alta, apoyando a los campesinos de la zona.

El COCAO, también obedece a estrategias de participación que se fomentaron para la ejecución del POMCA anterior del Otún, donde se encuentra Parque Nacional Natural Los Nevados y las organizaciones comunitarias Yarumo Blanco, Soledad de Montaña y Red Otún, quienes son los operadores turísticos de la cuenca en la parte alta. Se tiene también la iniciativa de la Escuela Agroecológica que agrupa a Juntas de Acción comunal y Juntas de Acueductos Comunitarios de las veredas del sur del Santa Rosa de Cabal, con el propósito de fortalecer la cohesión social y generar alternativas de agricultura limpia.

Para la cuenca media, el acompañamiento de CARDER y AMCO en el marco de resignificación de los ríos, fomenta la construcción de la Acuavenida, la cual se establece como estrategia de participación ciudadana, con apoyo de organizaciones privadas, al igual que las huertas comunitarias. Las organizaciones de los acueductos comunitarios en el municipio de Dosquebradas tienen un componente cultural importante de organización comunitaria, y se establecen en el marco de proyectos de abastecimiento de agua para los barrios del municipio, lo cual genera una importante cohesión social en relación a las Juntas de Acción Comunal.

Otras iniciativas surgen desde organizaciones ciudadanas que habitan la cuenca baja, privados como Combia con Vida y La reserva Cauquitá, quienes por convicción y vocación de servicio ambiental, dedican su tiempo y esfuerzos para evitar atropellos ambientales en este sector de la cuenca. La Reserva de la Sociedad Civil accede a programas como fortalecimiento de los nodos de áreas naturales protegidas de las reservas de la Sociedad Civil de la Alcaldía de Pereira. De otro lado, organizaciones como la Junta de Acción Comunal de Estación Pereira, que se encuentran en una situación de vulnerabilidad, tienen una baja capacidad de realizar gestión para mejorar las condiciones de calidad de vida en este sector.

A manera de síntesis se tiene que en total son 258 organizaciones ciudadanas identificadas en la cuenca, de las cuales se priorizaron 22, teniendo en cuenta las actividades ambientales que estas vienen desarrollando en el área de la cuenca del río Otún.

Tabla 69. Organizaciones ciudadanas identificadas en la cuenca

| Municipio | J.A.C. | Comunitarios | ONG'S | Total | % |
|--------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|
| Santa Rosa | 11 | 8 | 1 | 20 | 7,751 |
| Dosquebradas | 24 | 52 | 4 | 80 | 31,007 |
| Pereira | 117 | 21 | 18 | 156 | 60,465 |
| Marsella | 1 | 1 | 0 | 2 | 0,775 |
| Total | 153 | 82 | 23 | 258 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

La Organización ciudadana para la Cuenca Otún se encuentra fortalecida en la parte alta, esto debido al apoyo institucional durante más de sesenta años de intervención sobre la cuenca, con el ánimo de conservación y protección. Estas organizaciones tienen un gran sentido de pertenencia sobre la cuenca alta, lo que se evidenció en los encuentros entre las organizaciones en los escenarios de conformación de Consejo de Cuenca, donde a la comunidad le sorprendió saber que existían organizaciones en la cuenca baja y que hacían parte de la misma. Aunque en la zona de la Cuenca alta existe en el imaginario de todos los habitantes, como una zona para la recreación y un gran parque natural, la visión y la mirada sobre la cuenca sigue siendo muy compleja para las organizaciones ciudadanas y para las mismas instituciones, reto que se debe abordar desde el Consejo de Cuenca en la fase de prospectiva y zonificación.

6 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA

6.1 Identificación del nivel jerárquico de los asentamientos urbanos

Los asentamientos urbanos hacen parte integral del territorio y la forma como ellos estén distribuidos influyen sus características funcionales y sus relaciones, conformando así la estructura, la funcionalidad y el desarrollo territorial. En este sentido, algunos autores como Dennis Rondinelli [1], desarrollaron el concepto de “integración funcional espacial”, el cual hace referencia a un sistema articulado e integrado de centros de crecimiento de diferentes tamaños y características funcionales que facilita la difusión del desarrollo regional.

El análisis funcional de asentamientos urbanos tiene pues el objetivo de entender cómo está relacionado el patrón o sistema de asentamientos urbanos, en este caso en la unidad de análisis de cuenca y su clasificación jerárquica, que permitan definir los asentamientos centrales, que concentran un mayor número de funciones urbanas y que a su vez sustentan la demanda de bienes y servicios de diferente tipo para otros asentamientos de menor complejidad funcional. Es así como los asentamientos de diferentes niveles jerárquicos o de complejidad funcional pueden sustentar relaciones de oferta, dependencia, y en algunos casos de complementariedad entre sí.

6.2 Relaciones Urbano-Rurales y Urbano-Regionales

Utilizando la metodología Caldas Lang se realizó la zonificación climática, arrojando como resultado que la cuenca tiene un rango de altitud que nos deja los cinco pisos térmicos. Complementario con lo anterior en la cuenca del río Otún se presenta un óptimo pluviométrico, que aunado a los cinco pisos térmicos que presenta la cuenca, a los rangos de temperatura que va desde los 30 grados hasta caso los 0 grados, y al comportamiento de la precipitación que varía entre los 1000 y 3300 mm, se plantea una serie de potencialidades y restricciones.

Se presentan todos los climas desde la parte de páramo alto súper húmedo, hasta clima cálido húmedo y semi-húmedo. El clima súper-húmedo está correlacionado con la franja del óptimo pluviométrico. En esta franja se han producido eventos como deslizamientos caso del río San Juan, avenidas en el río Barbo y la quebrada Volcanes y si se relacionan con las pendientes muestran la dinámica de la zona. Desde el punto de vista climático se establecen unas condiciones de clima, unas condiciones de humedad importantes y con la variabilidad deben ser objeto de cuidado desde la perspectiva de riesgo.



El Índice de Aridez para la cuenca del río Otún, arrojó que el 70% tiene altos excedentes de agua, (humedad en el suelo), el 16% excedentes y el 13% muestra moderados comportamientos de la humedad en el suelo.

Las anomalías climáticas, en las épocas de niño en los meses de julio, agosto, septiembre se ve una incidencia a unos muy bajos caudales, se debe tener unas restricciones de cuanto a la generación de energía, en algunos casos no se puede respetar el caudal ambiental, en estos meses se presentan problema de desabastecimiento en algunos acueductos como es el caso del acueducto de la Florida, se presentan racionamiento en acueductos rurales y hasta en acueductos comunitarios, entonces las anomalías climáticas están mostrando problemas a nivel de desabastecimiento hídrico y al déficit hídrico y desde la calidad del agua se está mostrando mayores concentraciones de contaminación.

6.3 Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca

A continuación se hace referencia a la manera como la población de la Cuenca Otún, se moviliza en función de satisfacer sus necesidades de servicios sociales básicos.

En la Cuenca Otún evidencia una fuerte dependencia hacia el tramo urbano del municipio de Pereira, debido a la concentración de servicios sociales básicos, seguido por el municipio de Dosquebradas. Estos municipios concentran la mayor densidad de la población de la Cuenca, lo cual ejerce presión hacia la demanda de bienes y servicios.

Relación Pereira-Santa Rosa de Cabal: Corregimiento La Florida (Pereira) con las Veredas del Sur (Santa Rosa) , acceso a los servicios sociales básicos de la población de Santa Rosa de Cabal hacía el municipio de Pereira debido a la falta de conectividad y distancia con el casco urbano del municipio. Las veredas del sur tienen vocación agrícola: plantas medicinales, café, plátano, aguacate hass, entre otras y plantaciones forestales de Smurffit Kappa. La comercialización y transporte de sus productos se lleva a cabo por el municipio de Pereira.

Relación Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas: Las veredas del sur con Las Marcadas, existe la conectividad por camino en mal estado, ruta con alto potencial turístico.

Relación Pereira-Dosquebradas: Conurbación con dependencia de servicios sociales básicos de ambos municipios. Tendencia del municipio de Dosquebradas de cambio de municipio industrial a prestador de servicios.

Tabla 70 Municipios de la Cuenca y su relación a Servicios Sociales básicos.

| Servicios Sociales Básicos | Pereira | Dosquebradas | Santa Rosa de Cabal |
|----------------------------|---|---|--|
| Educación | Cobertura para población de Marsella (Combia baja), Santa Rosa de Cabal (La Florida) y Dosquebradas. | Cobertura para población de Pereira, Santa Rosa de Cabal. | Acceso a Educación Básica Primaria. |
| Salud | Cobertura en la población que necesita accede al nivel III de Marsella, Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas. | Cobertura para la población que accede al nivel II de Pereira. | Acceso a centro de salud Nivel I |
| Vivienda | Oferta de vivienda en la zona de expansión. | Oferta de vivienda unifamiliar, crecimiento urbanístico. | Oferta de vivienda rural campestre para población de Pereira. |
| Recreación | Oferta de servicios de recreación en la Cuenca alta para la región. | Oferta de equipamientos metropolitanos para Santa Rosa de Cabal, Pereira. | |
| Servicios Públicos | Prestación de servicios públicos, electrificación para Santa Rosa de Cabal, Acueducto para Dosquebradas. | | |
| Medios de Comunicación | Servicios de radio, prensa y televisión para los municipios de Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella. | | |
| Empleo | Oferta de empleo formal e informal para población de toda la Cuenca: Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Marsella. | Oferta de empleo para población de Pereira, Santa Rosa de Cabal. | |
| Político Administrativo | Acceso a la institucionalidad a nivel nacional regional, Gobernación de Risaralda, CARDER, AMCO, IGAC. Para los municipios de Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella. | Acceso al Centro Administrativo municipal. Acceso a las organizaciones ciudadanas JAL, JAC, Acueductos comunitarios, ONG ambientales y reservas de la sociedad civil. | Acceso a las organizaciones ciudadanas JAL, JAC, Acueductos comunitarios, ONG ambientales y reservas de la sociedad civil. |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

A nivel regional la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero, y la Ecorregión Eje Cafetero.

Relación Cuenca Otún- Cuenca Risaralda: Existe una relación de dependencia de servicios sociales básicos que demanda la Cuenca Risaralda de la Cuenca Otún en especial en Salud, Educación. De la Cuenca Risaralda se demanda servicios de recreación y vivienda.

Relación Cuenca Otún-Cuenca La Vieja: Relación de dependencia en servicios sociales básicos, servicios públicos, el acceso al agua por acueducto en el municipio de Pereira es de la Cuenca Otún y gran parte de la descarga del alcantarillado se realiza hacia la subcuenca Consota- Cuenca La Vieja. A nivel regional los municipios de norte del valle y del Quindío, acceden a servicios sociales básicos de la Cuenca Otún en Educación, Salud.

Relación Cuenca Otún-Cuenca Campo alegre: Relación de servicios ecosistémicos de soporte.

Tabla 71 Servicios ecosistémicos

| Cuenca/servicios | Soporte | Provisión | Regulación | Culturales |
|------------------|-------------------------------|---|---|---|
| Otún-Risaralda | | Alimento. Materias primas, recursos medicinales. | Tratamiento de desechos | Recreación, Ciencia y Educación. |
| Otún-La Vieja | Biodiversidad , polinización. | Alimento, materias primas, recursos medicinales, recursos ornamentales. | Provisión de agua, regulación de agua, tratamiento de desechos. | Belleza escénica, recreación, información histórica, ciencia y educación. |
| Otún-Campoalegre | Biodiversidad polinización. | | | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

6.3.1 Competitividad

El producto interno bruto de la economía de Pereira y Risaralda creció 3,8% durante el año 2015, superior en 0,7 puntos con respecto al promedio nacional, indicando no sólo una mayor dinámica económica, sino que permite reducir la brecha en el PIB per cápita. Sin embargo, se reconoce que la economía local creció en menor proporción 0,5 puntos con respecto al año 2014.

El mayor crecimiento de la economía de Pereira y Risaralda, por el lado de la demanda se sustentó en el consumo y la inversión. Lo anterior se expresa por la mayor fuerza laboral, ya que la tasa de ocupación aumentó 3 puntos durante el



año 2015, pero también por el flujo monetario de la actividad cafetera y el ingreso de las remesas, que fue definitivo en el consumo de bienes y servicios.

Es claro que el mayor consumo también fue jalonado por visitantes de otras regiones del país, y población extranjera, es decir el turismo se consolida como actividad económica y complemento a la oferta de bienes y servicios generados en la Ciudad y el Departamento.

[1] Rondinelli, Dennis “Método Aplicado de Análisis Regional” 1989. Página 25

[2] La tasa de conmutación es calculada como el porcentaje de población trabajadora del municipio que labora en otro municipio

[3] Las aglomeraciones definidas según la tasa de conmutación de la población trabajadora, entre un municipio y otro, se definen en torno a un núcleo central o nodo, que atrae población trabajadora de otros municipios

cercanos (no necesariamente limítrofes con el nodo pero sí en un espacio contiguo geográficamente). (DNP, 2012).

7 CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE RIESGO

La gestión del riesgo pretende la ordenación y manejo de la cuenca mediante una zonificación ambiental basada en estudios de susceptibilidad, amenaza y riesgo para diversos eventos amenazantes, buscando la protección y correcto aprovechamiento de los recursos naturales renovables, ocupación apropiada del territorio y prevenir nuevas condiciones de riesgo, mediante la definición de acciones y medidas que puedan ser incluidas y articuladas en los procesos de ordenación del territorio en las diversas áreas estudiadas.

Las actividades planteadas para el correcto desarrollo del presente capítulo están basadas en lo establecido en el “Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Min. Ambiente, Ministerio de Hacienda, Fondo Adaptación 2014)”:

Para el presente documento técnico se hicieron los siguientes análisis:

1. Análisis de susceptibilidad ante: movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios forestales.
2. Evaluación de la amenaza en las zonas críticas obtenidas a partir de los estudios de susceptibilidad como zonas de susceptibilidad media y alta.
3. Análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante los diferentes eventos amenazantes.
4. Análisis del riesgo teniendo en cuenta la amenaza y vulnerabilidad analizadas anteriormente.

Para susceptibilidad ante movimientos en masa el primer paso en este proceso es la determinación de variables, para esto de acuerdo al evento y a las características de las zonas de estudio, se estableció que las variables condicionantes son: Pendiente de ladera, Pendiente senoidal de la ladera, Rugosidad, Curvatura, Curvatura longitudinal, Curvatura Transversal, Orientación de la ladera, Insolación, Distancia a drenajes, Distancia a vías, Distancia a fallas y lineamientos, Distancia a canteras, Acumulación de cuenca, Longitud de cuenca acumulada, Pendiente media de cuenca vertiente, Geología, Geomorfología y Cobertura. Lo anterior debido a que las variables mencionadas favorecen la ocurrencia de procesos de movimientos en masa.

Posteriormente se lleva a cabo la categorización y calificación de cada una de las variables condicionantes de acuerdo con clasificaciones establecidas en metodologías oficiales.

Para el análisis de susceptibilidad a movimientos en masa se realizó una evaluación de factores de PROPENSIVIDAD dentro de un análisis multivalente para la asignación de coeficientes o pesos dentro de una función discriminante ajustada por una variable agrupación definida como sitios estables e inestables considerando la metodología planteada por Nuria (2001) y Cardona (2013).

A partir de lo anterior, sumado la obtención del mapa de susceptibilidad para estos procesos de remoción en masa en el área la cuenca hidrográfica del río Otún, se procedió a realizar el análisis de la zonificación de la susceptibilidad por movimientos en masa.

A partir de la ponderación, calificación y categorización de las variables anteriormente descritas y analizadas, se elabora el mapa de susceptibilidad de movimientos en masa para la cuenca hidrográfica del río Otún donde se identifican los sectores con baja, media y alta susceptibilidad para este tipo de eventos, los cuales se encuentran representados en la siguiente figura.

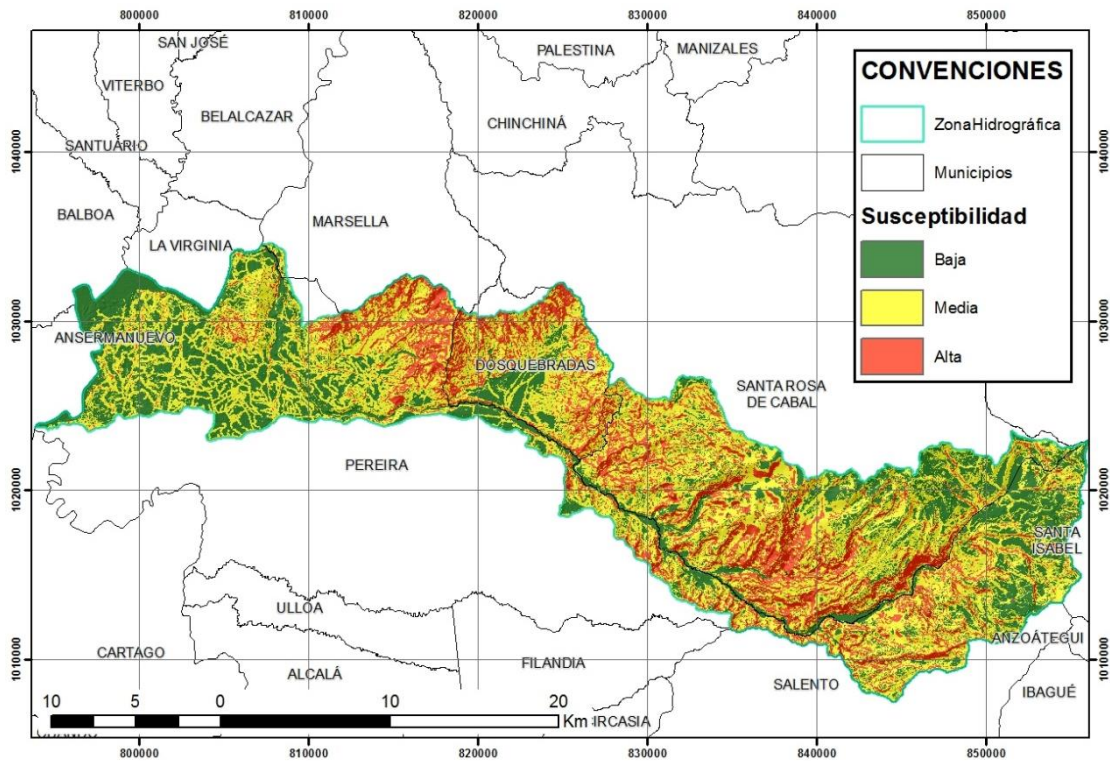


Figura 45. Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa cuenca hidrográfica del río Otún

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 72 áreas y porcentajes susceptibles en la cuenca

| NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD | HECTÁREAS | PORCENTAJE |
|--------------------------|-----------|------------|
| BAJA | 14144 | 25 |
| MEDIA | 31304 | 55 |
| ALTA | 11392 | 20 |
| | 56840 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Para incendios forestales se realizó el análisis de susceptibilidad teniendo en cuenta los parámetros tipo de cobertura, tipo de combustible y carga total de combustible, generando el respectivo mapa de susceptibilidad ante incendios forestales.

Se encontró que el área que ocupa mayor proporción del territorio está cualificada como Media, la cual ocupa 22924,25ha y que representan el 40,33% del territorio de la cuenca. De otro lado, los valores más bajos están representados por las zonas cualificadas como Muy Baja, que ocupan 4115,39ha que representan el 7,24% del territorio. Es de anotar que luego de las ponderaciones, no se encuentran zonas cualificadas como Baja sobre el territorio de la cuenca.

Tabla 73. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.

| SUSCEPTIBILIDAD | ÁREA | |
|-----------------|----------|-------|
| | HA | % |
| Muy Baja | 4115,39 | 7,24 |
| Baja | 0 | 0 |
| Media | 22924,25 | 40,33 |
| Alta | 16292,07 | 28,66 |
| Muy Alta | 13509,12 | 23,76 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

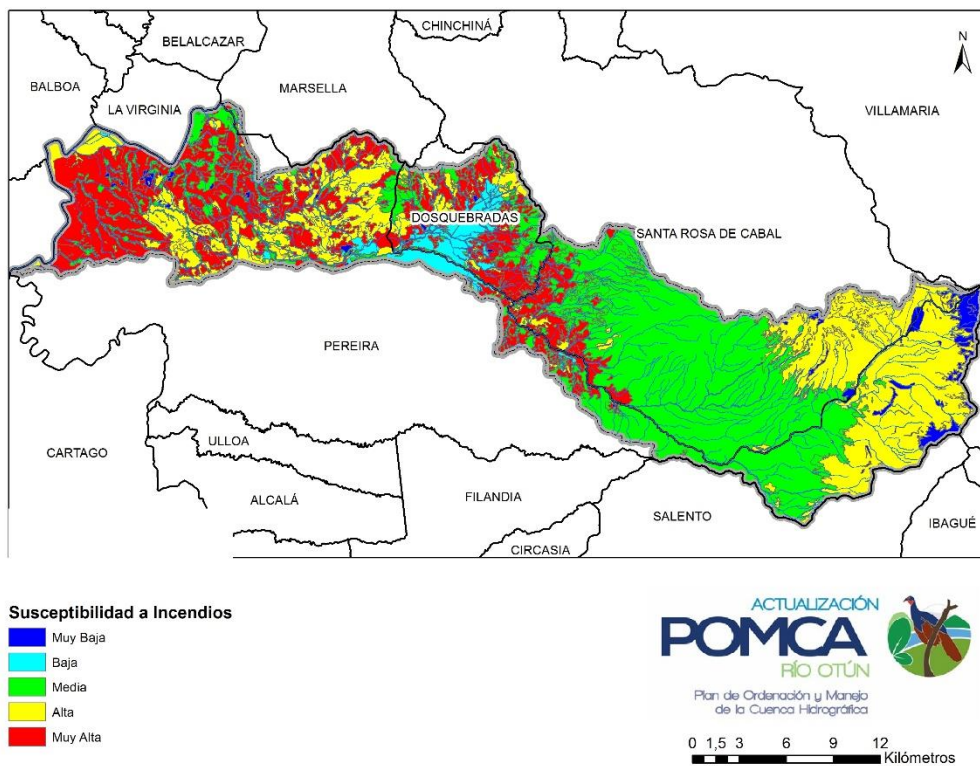


Figura 46. Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal.
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Con respecto a la susceptibilidad ante inundaciones la evaluación se efectuó mediante criterios geomorfológicos que permitieron identificar las áreas con geofomas susceptibles a inundaciones.

La definición de áreas críticas sujetas a evaluación de amenaza se realiza considerando las categorías de susceptibilidad alta y media.

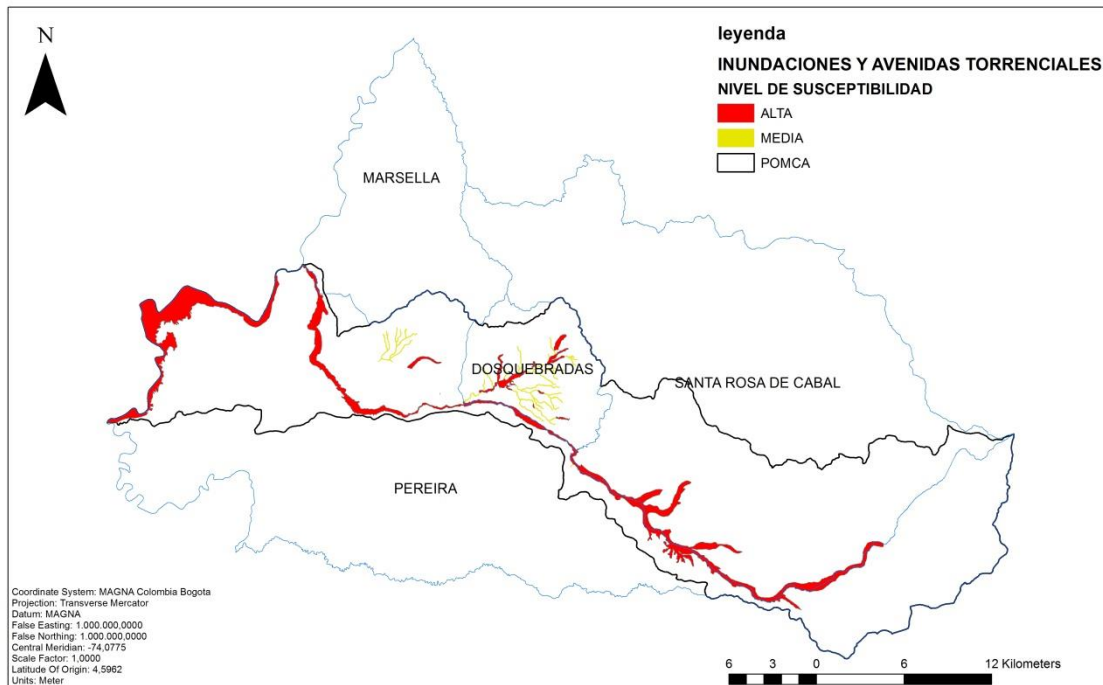


Figura 47. Mapa de susceptibilidad ante inundaciones y avenidas torrenciales.
 Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

De acuerdo con los cálculos anteriormente efectuados, se establecen que para los drenajes existentes en el área las inundaciones están relacionadas con eventos tipos torrenciales (repentinas y rápidas) y no como inundaciones lentas.

Para el análisis de la susceptibilidad a avenidas torrenciales se realizó a partir de la identificación de microcuencas susceptibles a estos eventos a partir del cálculo del IVET.

Con respecto al análisis de la amenaza ante eventos de movimientos en masa, se hizo a partir de lo visto campo, haciendo un análisis geotécnico de cada una de las formaciones representativas dentro de la cuenca, con la elaboración de unas trincheras, en donde se pretende evidenciar cada una de la formaciones



superficiales, sus principales condiciones geomecánicas, y así poder hacer un análisis completo del terreno.

Estas fueron tomadas de cada una de las unidades geológicas superficiales (UGS), y le fueron realizados estudios de corte directo, granulometría, humedad, presión confinada, límites de plasticidad, y a partir de estos, se realiza un análisis cuantitativo de otras variables donde se puede a partir de un raster, evidenciar en una salida cartográfica, mostrando los niveles de amenaza.

Luego se debe tener en cuenta la determinación de los detonantes a aplicar para diferentes escenarios (niveles freáticos y amplificación sísmica). Para considerar la condición de sismicidad se incluyó el efecto de la carga sísmica como una fuerza inercial horizontal a partir del coeficiente de aceleración horizontal en análisis de equilibrio límite pseudoestático. Se partió de los valores regionales de amenaza según el estudio de Amenaza Sísmica Nacional referido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

El análisis de lluvia considera el concepto de una proporción de esta que cae al suelo y se infiltra, otro porcentaje queda detenido en la vegetación y en depresiones del suelo mientras se evapora y otro fluye como escorrentía directa. Frente a la dificultad para obtener información primaria de precipitaciones para trazar curvas PADF y plantear valores esperados por periodos de retorno, se prefirió estimar los valores acumulados de lluvia con la precipitación diaria multianual y evaluar la saturación provocada por esta.

Finalmente, para la zonificación básica de amenaza se determinó el factor de seguridad de cada unidad de trabajo (píxel 12.5 m), definidas por la malla y las columnas de suelo obtenidas. El cálculo del factor de seguridad se basa en el método de equilibrio límite. En este caso se aplicó la ecuación de factor de seguridad para el método de bloque deslizante en un talud infinito (Newmark, 1965) para superficies de falla superficiales planas asociadas a deslizamientos traslacionales en cada una de las celdas de trabajo.

Para la cuenca hidrográfica del río Otún se observa una zonificación de amenaza entre valores bajos (66%), medios (16%) y altos (18) en el resto de la cuenca. La parte sureste de la cuenca cuenta con pendientes relativamente mayores sumado a altos niveles de espesor de las láminas de agua para los diferentes tiempos de retorno y valores Geomecánicos menores que dan mayor propensividad la inestabilidad de taludes de las unidades geológicas superficiales principalmente en el municipio de Santa Rosa de Cabal, que se logran contrastar en algunos sectores por el resultado del coeficiente de aceleración sísmica de la cuenca. Por su parte, en el sector de la ciudad de Pereira existe una variación relativamente baja de pendientes sumados a unidades litológicas recientes de origen fluvial, metamórfico y volcanosedimentarias que se reflejan en parámetros de roca y suelo que

favorecen la estabilidad de los taludes en este sector también beneficiados por el nivel de intervención antrópica presente en éste sector.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN

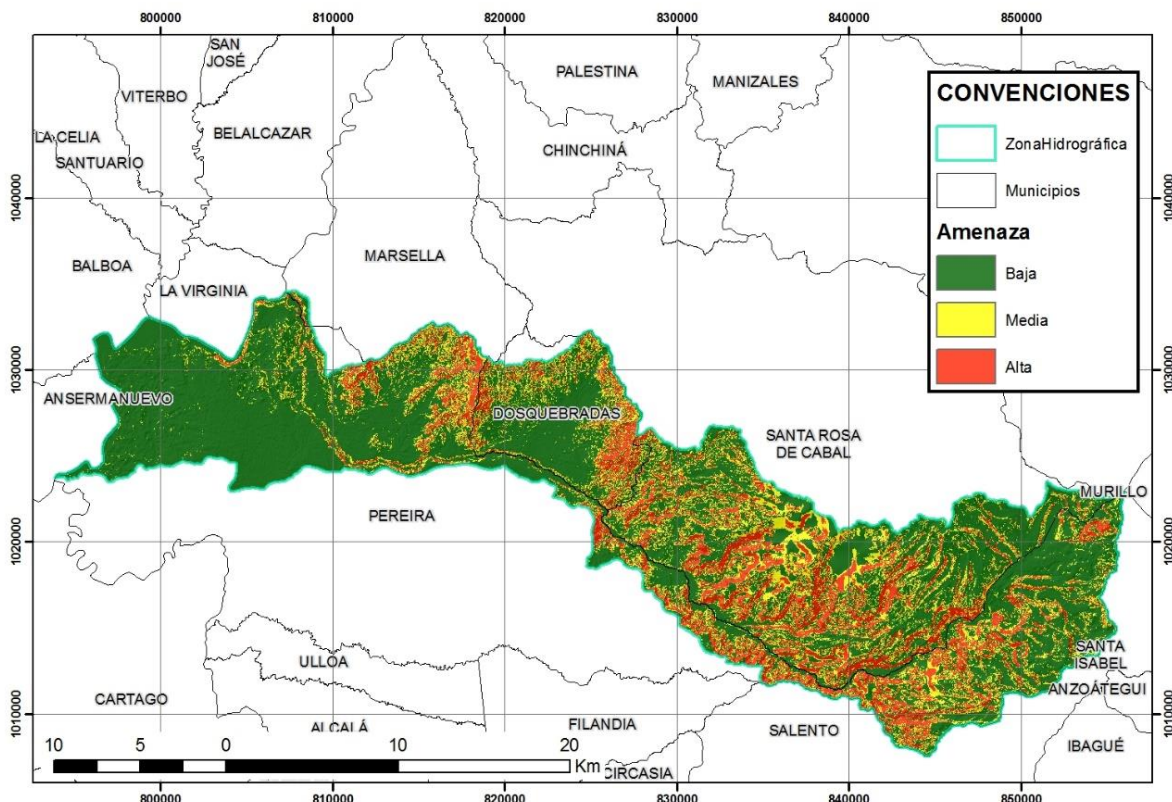


Figura 48. Amenaza por Movimientos en Masa.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Tabla 74. Nivel de amenaza para la cuenca

| AMENAZA | AREA | PORCENTAJE |
|---------|-------|------------|
| BAJA | 37461 | 66 |
| MEDIA | 9213 | 16 |
| ALTA | 10166 | 18 |
| | 56840 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

La evaluación de amenaza por inundaciones está mediada, tanto por la información disponible en las áreas críticas previamente identificadas, como por las propias características topográficas y de alteración antrópica de las mismas. Y con base en ello poder hacer un análisis hidráulico de los afluentes en función del orden de los drenajes desde orden 1 hasta orden 5.

Se han definido las categorías de amenaza considerando los siguientes criterios:

Amenaza torrencial alta: zonas identificadas con actividad reciente y con evidencias históricas claras, (más de un evento histórico identificado). Indicadores cronológicos en la categoría de reciente.

Ríos Otún y quebrada Dosquebradas

Para el cauce principal del Río Otún, y el de sus principales afluentes, como son la Quebrada Combia, y el quebrada Dosquebradas con sus afluentes La Víbora, Frailes y Molinos, se han realizado estudios hidrológicos e hidráulicos detallados por CARDER, con Consultores privados, que delimitan las zonas de amenaza vecinas al cauce, donde se han presentado anteriormente eventos de inundación de características especialmente graves. La figura mm, es típica de las áreas identificadas para avenidas hasta de 100 años de periodo de recurrencia.

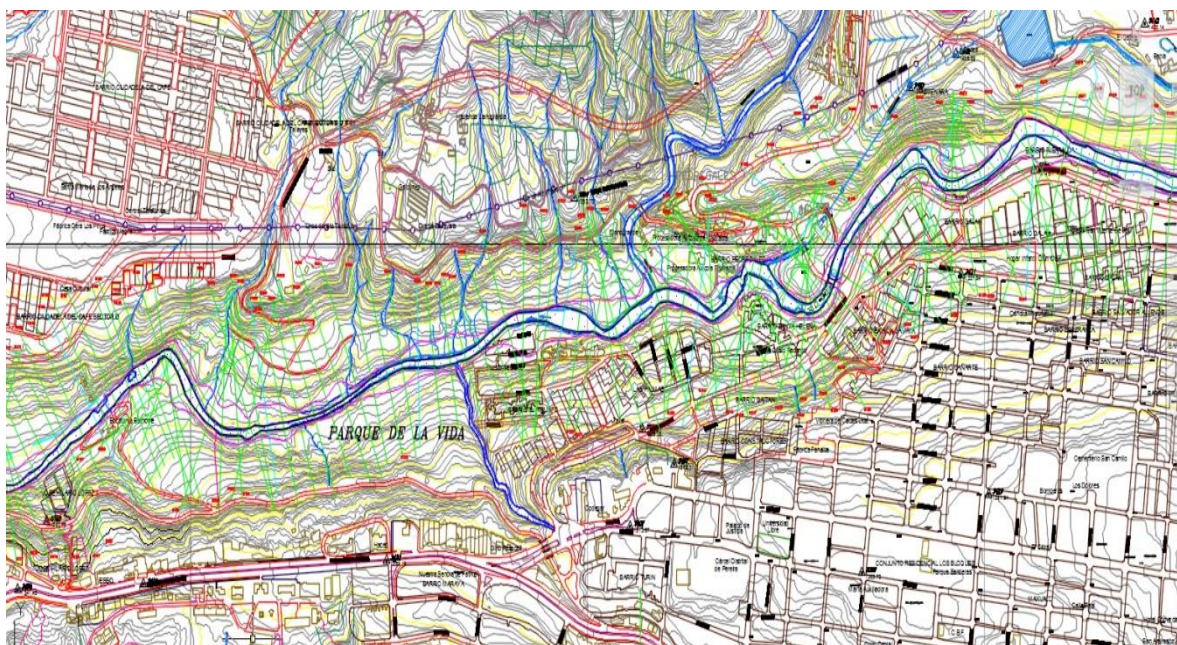


Figura 49. Zonas de amenaza alta por inundaciones, cerca del cauce del río Otún.

Fuente: Estudio de Inundaciones Ríos Otún y Dos Quebradas CARDER-Ing. Julio César Escobar Posada, 2009



Los resultados del programa HEC-RAS confirman el carácter torrencial de las avenidas, con números de Froude Casi-críticos para todo el rango de caudales estudiados, desde 2.33 años de periodo de recurrencia hasta 100 años, y para todas las quebradas estudiadas.

Las zonas delimitadas hasta la avenida de 100 años, se pueden usar para el criterio de amenaza alta; aunque es importante anotar, que durante avenidas de gran magnitud es posible que las áreas de manchas de inundación aumenten, en razón a la obstrucción de los puentes por palizadas de troncos y materiales de gran tamaño que acompañan a los flujos de avenida; por lo tanto la zona de amenaza alta debe extenderse hasta los límites de las unidades de planicie aluvial del plano geomorfológico en todos estos ríos y en otros afluentes similares.

Amenaza torrencial media:

Las áreas de amenaza media pueden estimarse de acuerdo a criterios generales, en las zonas con actividad torrencial con evidencias históricas de al menos una avenida torrencial; elevación insuficiente por encima del canal torrencial, del orden de hasta 5m por encima de los niveles determinados para las avenidas de 100 años de periodo de recurrencia en las vecindades del cauce, y de acuerdo con los criterios del índice de torrencialidad IVET para otras zonas de la cuenca no contiguas al cauce, como es el caso de los abanicos aluviales y zonas de piedemonte.

Amenaza torrencial baja:

Las zonas de amenaza baja pueden delimitarse de acuerdo con los criterios del índice de torrencialidad IVET.

La evaluación de la amenaza de incendios forestales fue realizada a partir de la zonificación y calificación de los factores propios del territorio que inciden directamente o son causantes a la producción de estos eventos, tales como susceptibilidad de la cobertura vegetal, factores climáticos, factores de relieve, factores históricos y accesibilidad al territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

Como resultado se obtuvo el mapa de amenazas por incendios forestales.

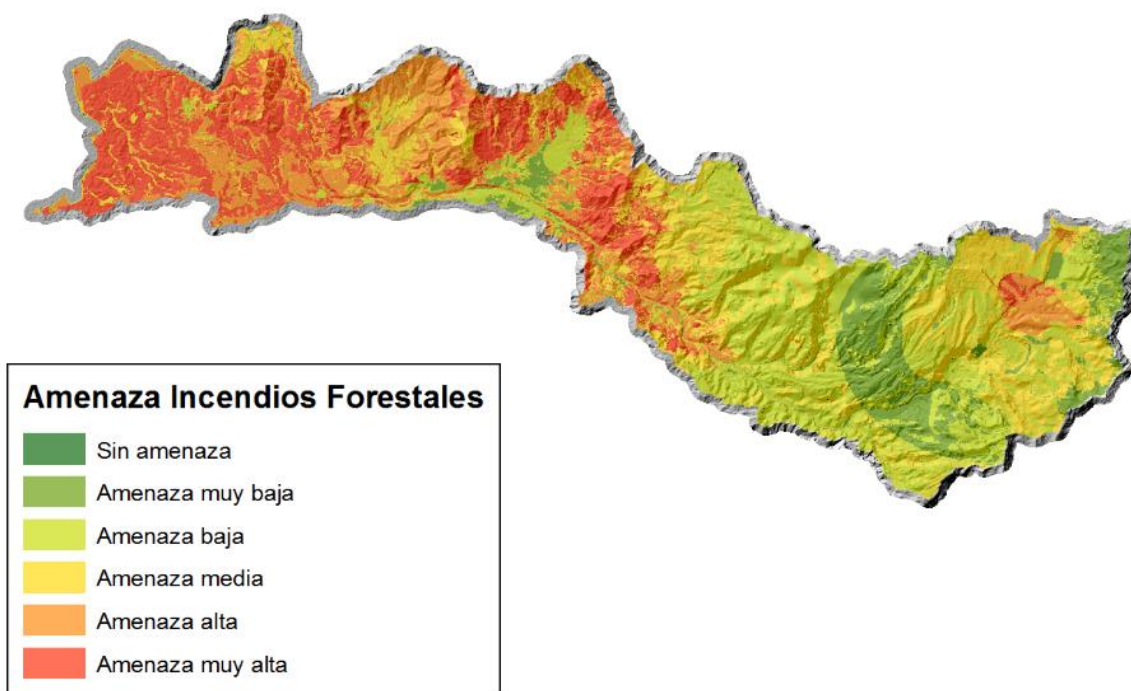


Figura 50. Amenaza por incendios forestales en la cuenca del río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

Tabla 75. Amenaza por incendios forestales por áreas en la cuenca del río Otún

| INCENDIO FORESTAL | ÁREA (HAS) | % DEL TOTAL CUENCA |
|-------------------|------------|--------------------|
| Amenaza muy baja | 5709,51 | 10,04 |
| Amenaza baja | 15631,31 | 27,50 |
| Amenaza media | 13072,78 | 23,00 |
| Amenaza alta | 11168,09 | 19,65 |
| Amenaza muy alta | 11259,00 | 19,81 |
| TOTAL | 56840,69 | 100 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016.

La vulnerabilidad está definida como el nivel de exposición y predisposición de un elemento o conjunto de elementos a sufrir consecuencias negativas como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional de una magnitud dada (DPAE 2000).

El análisis de vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica de acuerdo a los elementos expuestos a un evento determinado existen diversos tipos de vulnerabilidad según lo establecido en el PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (MADS, Ministerio de Hacienda, Fondo de Adaptación 2014), se han tomado diferentes variables o ítems con respecto al análisis del mismo como lo son la Vulnerabilidad física (Población, viviendas, líneas vitales, zonas ambientales entre otras), la vulnerabilidad social (Involucra factores asociados a la población involucrada), La vulnerabilidad económica (caracteriza a la población de acuerdo a los ingresos económicos), y la vulnerabilidad ambiental y/o ecosistémica (se refiere a la extensión de la degradación de la naturaleza y sus recursos). Todos estos análisis realizados para cada uno de los eventos amenazantes encontrados sobre la cuenca.

Con respecto a movimientos en masa se relacionan los siguientes elementos expuestos:

Tabla 76. Elementos físicos expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta.

| TIPO DATO | ELEMENTO | unidades | NIVEL DE AMENAZA | | TOTAL |
|-----------|-----------|----------|------------------|-------|-------|
| | | | alta | media | |
| PUNTO | Bocatomas | unidad | 63 | 93 | 156 |
| | Puentes | unidad | 4 | 3 | 7 |

| | | | | | |
|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | Construcciones | unidad | 483 | 777 | 1260 |
| LINEA | Vías | metros | 121482 | 163181 | 284663 |
| | Gasoducto | metros | 586,2 | 125,3 | 711,5 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 77. Áreas Ambientales expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta.

| NIVEL AMENAZA | DE | OTRAS AREAS DE INTERES AMBIENTAL | HECTAREAS | PORCENTAJE |
|----------------------|----|---|----------------|----------------|
| ALTA | | Áreas forestales protectoras de corrientes hídricas | 744,28 | 16,39% |
| | | Áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes hídricas | 385,21 | 4,92% |
| | | Suelos de Protección de la Biodiversidad | 324,55 | 9,84% |
| | | Suelos de protección de Riesgos | 73,84 | 8,20% |
| | | Suelos para la protección del paisaje y la cultura | 49,54 | 8,20% |
| Total ALTA | | | 1577,41 | 47,54% |
| MEDIA | | Áreas forestales protectoras de corrientes hídricas | 692,89 | 14,75% |
| | | Áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes hídricas | 267,26 | 1,64% |
| | | Suelos de Protección de la Biodiversidad | 316,43 | 13,11% |
| | | Suelos de protección de Riesgos | 136,79 | 8,20% |
| | | Suelos para la protección del paisaje y la cultura | 181,66 | 14,75% |
| Total MEDIA | | | 1595,03 | 52,46% |
| Total general | | | 3172,44 | 100,00% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 78. Áreas SINAP expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta

| NIVEL AMENAZA | DE | SUELO DE PROTECCION | HECTAREAS | PORCENTAJE |
|-------------------|----|------------------------------------|----------------|---------------|
| ALTA | | Distrito de Conservación de Suelos | 1862,96 | 25,00% |
| | | Parque Nacional Natural | 3545,89 | 8,33% |
| | | Parque Natural Regional | 1889,42 | 8,33% |
| | | Santuario de Fauna y Flora | 195,42 | 8,33% |
| Total ALTA | | | 7493,69 | 50,00% |
| MEDIA | | Distrito de Conservación de Suelos | 1893,01 | 25,00% |
| | | Parque Nacional Natural | 3419,18 | 8,33% |

| NIVEL DE AMENAZA | CONSTRUCCIONES (UN) | VÍAS (M) | GASODUCTO (M) | POBLACIÓN (UN) | BOCATOMAS (UN) | PUENTES (UN) | SINAP (HA) | USOS (HA) |
|------------------|---------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|--------------|------------|-----------|
| moderada | 2178 | 289519,87 | 29569,52 | 8712 | 74 | 216 | 326,39 | 10598,47 |
| alta | 290 | 165437,67 | 6435,78 | 1160 | 14 | 121 | 125,89 | 2490,63 |
| muy alta | 1 | 47,76 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0,00 | 7,95 |
| sumatoria | 2469 | 455005,3 | 36005,3 | 9876 | 88 | 337 | 452,28 | 13097,05 |

| | | | |
|--|----------------------------|-----------------|----------------|
| | Parque Natural Regional | 742,48 | 8,33% |
| | Santuario de Fauna y Flora | 48,03 | 8,33% |
| | Total MEDIA | 6102,70 | 50,00% |
| | Total general | 13596,39 | 100,00% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 79. Población expuestas en las zonas de amenaza Media y Alta.

| RELACIÓN POBLACIÓN/ÁREA | NIVEL DE AMENAZA | |
|-------------------------|------------------|-------|
| | Alta | Media |
| POBLACIÓN | 75906 | 68789 |
| PORCENTAJE | 18% | 16% |
| TOTAL | 144694 | |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Con respecto a incendios forestales se relacionan los siguientes elementos expuestos y evaluados.

Tabla 80. Inventario de elementos expuestos ante amenaza por Incendios

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 81. Inventario de elementos expuestos ante amenaza por Incendios

| USOS | AREA (HA) | PORCENTAJE |
|----------------------------|-----------|------------|
| territorio artificializado | 779,59 | 5,9524 |

| | | |
|----------------------------|----------|----------|
| territorio agrícola | 11463,45 | 87,5270 |
| bosques y áreas sanitarias | 823,76 | 6,2897 |
| áreas húmedas | 0,48 | 0,0037 |
| superficies de agua | 29,77 | 0,2273 |
| | 13097,05 | 100,0000 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 82. Coberturas del suelo expuestos a amenaza por Incendios

| SINAP | AREA (HA) | PORCENTAJE |
|---------------------------------|-----------|------------|
| distr. De conservación de suelo | 266,38 | 58,90 |
| parque nacional natural | 182,84 | 40,43 |
| parque natural regional | 3,06 | 0,68 |
| | 452,28 | 100,00 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Ante inundaciones y eventos torrenciales se relacionan los siguientes elementos expuestos:

Tabla 83. Inventario de elementos lineales expuestos a amenaza por Inundaciones

| Etiquetas de fila | Suma de SHAPE_Length |
|---------------------------|----------------------|
| Amenaza alta | 13338,46746 |
| Poliducto | 781,2446101 |
| Red de acueducto Matriz | 280,0701799 |
| Red de alta tensión | 565,8427161 |
| Red Matriz Acueducto | 401,8237199 |
| Vía Primaria o Secundaria | 5867,189823 |
| Vía Terciaria | 5366,715626 |
| Vía Urbano | 75,58078419 |

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Amenaza baja | 27030,96305 |
| Poliducto | 1472,758411 |
| Red de acueducto Matriz | 1006,241196 |
| Red de alta tensión | 2398,556461 |
| Red Matriz Acueducto | 811,0029001 |
| Vía Primaria o Secundaria | 4603,484914 |
| Vía Terciaria | 16475,38344 |
| Vía Urbano | 263,5357351 |
| Amenaza media | 10457,52803 |
| Poliducto | 511,2313313 |
| Red de acueducto Matriz | 242,6555289 |
| Red de alta tensión | 653,3856964 |
| Red Matriz Acueducto | 1102,661256 |
| Vía Primaria o Secundaria | 2737,863337 |
| Vía Terciaria | 5070,459038 |
| Vía Urbano | 139,2718377 |
| Total general | 50826,95854 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

Tabla 84. Inventario de elementos puntuales expuestos a amenaza por Inundaciones

| Etiquetas de fila | Cuenta de PESO_AME_ |
|---|---------------------|
| Amenaza alta | 50 |
| Acueducto | 19 |
| ACUEDUCTO COMUNITARIO SANTANA BAJA | 1 |
| ACUEDUCTO LA TOMINEJA | 1 |
| AGUAEJE SAS | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO ALTO ERAZO-LLANO GRANDE | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO AMOLADORA BAJA- EL EDÉN | 1 |

| | |
|--|-----------|
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO DEL BARRIO LAS VEGAS | 2 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PITAL DE COMBIA N 1 | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO PLAYA RICA | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE ACUEDUCTO SAN VICENTE- BETANIA | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DEL BARRIO SAN FERNANDO | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO SANTA TERESITA | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO VEREDA CARBONERA - PASONIVEL | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE COMBIA BAJA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS. | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO LA FLORESTA | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO NO 2 CAIMALITO | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO SANTIAGO LONDOÑO VELA I Y VELA II | 1 |
| COMPANÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS ACUASEO SA ESP | 2 |
| Vial | 31 |
| Puente vehicular | 31 |
| Amenaza baja | 3 |
| Acueducto | 2 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO VEREDA EL ESTANQUILLO | 1 |
| ASOCIACIÓN USUARIOS ACUEDUCTO COMUNITARIO DEL BARRIO CAMILO MEJÍA DUQUE | 1 |
| Vial | 1 |
| Puente vehicular | 1 |
| Amenaza media | 1 |
| Acueducto | 1 |
| ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO BARRIO LOS ROSALES - VIOLETAS ALCIDES BARRERA SANDOVAL - PRESIDENTE | 1 |
| Total general | 54 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún 2016

La evaluación del riesgo es el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad para determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios eventos en las áreas ocupadas. Para este análisis de riesgo se detallan las actividades como también los métodos tales como la determinación de las zonas de amenaza identificadas previamente, definición de los diferentes elementos expuestos y su nivel de vulnerabilidad calculado y la evaluación del nivel de riesgo según la combinación de la amenaza y vulnerabilidad.

Todo este análisis con el fin de dar una priorización de algunas zonas dentro de la cuenca, donde se puede hacer un tratamiento y un llamado de atención preventivo ante la población, y ante todo una concientización de cómo está el territorio frente a diferentes eventos amenazantes que pueden en gran medida generarnos un riesgo significativo y muy relevante que no puede ser ignorado.

Con respecto a movimientos en masa, los tramos viales que caen en zonas de amenaza, se encuentran en un riesgo MEDIO y BAJO, correspondiendo a 42.6% y 57.3% respectivamente, adicionalmente, al ser vías de quinto nivel y por sus condiciones topográficas y de localización, representan un riesgo importante, sobre la cuenca.

Para el caso de las viviendas se puede establecer que del total de viviendas de 483 unidades existentes en riesgo BAJO para las condiciones analizadas, bajo este escenario 777 unidades presentan categoría de riesgo MEDIO que corresponde al 45.8% del total de elementos sobre la cuenca

Las áreas de protección presentan zonas en riesgo BAJO para un total de 13596.2 Ha, lo que representa el 35.7% del área total involucrada.

Con respecto a puentes y/o cruces de drenajes, se establece que 121 se catalogan en nivel de riesgo MEDIO, y 3 conservan la categoría de riesgo BAJO.

La población estimada en nivel de riesgo medio asciende a 75906 personas (18 %) mientras que la población restante de 68789 (16%) se cataloga como elementos en riesgo BAJO. Esto para un total de 144694 personas afectadas en las zonas de amenaza.

Para incendios forestales en la siguiente tabla se remiten los resultados de la evaluación de riesgo:

Tabla 85. Análisis de riesgo según la metodología

| SITIO | Zona homogénea | nivel de amenaza | elemento expuesto | Tipo de evento | Índice de Vulnerabilidad $IV = IP^* + IF^* IR / IPMAX$ | Vulnerabilidad Física | IR | %IR | Categoría |
|---------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|----------------|---|-----------------------|-----|-----|-----------|
| CUENCA DEL RIO OTUN | SECTOR MEDIO Y BAJO DE LA CUENCA | muy alto | construcciones | incendios | 0,62 | medio | 0,8 | 80 | alto |
| | | | vías | incendios | 0,23 | bajo | 0,8 | 80 | alto |
| | | | usos | incendios | 0,30 | medio | 0,8 | 80 | alto |
| | | alto | construcciones | incendios | 0,38 | medio | 0,6 | 60 | medio |
| | | | vías | incendios | 0,51 | medio | 0,6 | 60 | medio |
| | | | bocatomas | incendios | 0,16 | bajo | 0,5 | 50 | medio |
| | | | puentes | incendios | 0,46 | medio | 0,6 | 60 | medio |
| | | | SINAP | incendios | 0,31 | medio | 0,5 | 50 | medio |
| | | | usos | incendios | 0,39 | medio | 0,6 | 60 | medio |
| | | | gasoducto | incendios | 0,43 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | moderado | construcciones | incendios | 0,65 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | vías | incendios | 0,50 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | bocatomas | incendios | 0,40 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | puentes | incendios | 0,43 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | sinap | incendios | 0,37 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | usos | incendios | 0,33 | medio | 0,2 | 20 | bajo |
| | | | gasoducto | incendios | 0,34 | medio | 0,2 | 20 | bajo |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún.

Ante inundaciones se remite en la siguiente tabla los resultados obtenidos del análisis de riesgo:

Tabla 86.
Análisis de riesgo según la metodología

| SITIO | AMENAZA | ELEMENTO | EVENTO | IV | Vulnerabilidad Física | IR | %IR | CATEGORIA |
|---------------------|---------|-------------------------|--------------|------|-----------------------|------|-----|-----------|
| CUENCA DEL RIO OTUN | Alta | Bocatomas y captaciones | Inundaciones | 0,62 | medio | 0,73 | 73 | alto |
| | | Puentes | Inundaciones | 0,38 | medio | 0,65 | 65 | alto |
| | | Poliducto | Inundaciones | 0,31 | medio | 0,72 | 72 | alto |
| | | Línea de acueducto | Inundaciones | 0,12 | bajo | 0,64 | 64 | alto |
| | | Vías | Inundaciones | 0,27 | bajo | 0,56 | 56 | alto |
| | | SINAP | Inundaciones | 0,21 | bajo | 0,48 | 48 | medio |
| | | Tejido Urbano | Inundaciones | 0,39 | medio | 0,56 | 56 | alto |
| | | usos | Inundaciones | 0,30 | medio | 0,75 | 75 | alto |
| | Media | Bocatomas y captaciones | Inundaciones | 0,38 | medio | 0,56 | 56 | alto |
| | | Poliducto | Inundaciones | 0,25 | bajo | 0,3 | 30 | medio |
| | | Línea de acueducto | Inundaciones | 0,49 | medio | 0,43 | 43 | medio |
| | | Vías | Inundaciones | 0,14 | bajo | 0,28 | 28 | medio |
| | | SINAP | Inundaciones | 0,11 | bajo | 0,25 | 25 | bajo |
| | | Tejido Urbano | Inundaciones | 0,21 | bajo | 0,29 | 29 | medio |
| | | Usos | Inundaciones | 0,33 | medio | 0,56 | 56 | alto |
| | Baja | Bocatomas y captaciones | Inundaciones | 0,14 | bajo | 0,26 | 26 | medio |
| | | Puentes | Inundaciones | 0,28 | bajo | 0,28 | 28 | medio |
| | | Poliducto | Inundaciones | 0,28 | bajo | 0,25 | 25 | bajo |



| | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|------|-------|------|----|-------|
| | Línea de acueducto | Inundaciones | 0,10 | bajo | 0,19 | 19 | bajo |
| | Vías | Inundaciones | 0,25 | bajo | 0,28 | 28 | medio |
| | SINAP | Inundaciones | 0,29 | bajo | 0,29 | 29 | medio |
| | Tejido Urbano | Inundaciones | 0,09 | bajo | 0,15 | 15 | bajo |
| | usos | Inundaciones | 0,30 | medio | 0,32 | 32 | medio |

Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún.

La combinación y análisis de zonas de amenazas, elementos vulnerables e índices de riesgo para cada elemento, permitió a la definición de la priorización de los escenarios de riesgo para la zona de estudio.

En conclusión, con respecto a las zonas de priorización, debido a que no se hizo una homogenización de estas zonas estas se han dividido en 14 zonas alrededor de la cuenca, mostrando, estas diferentes niveles de riesgo para cada una de las amenazas presentes en la cuenca como lo son movimientos en masa, inundaciones e incendios. Se puede observar que las principales zonas que deben de ser priorizadas en la cuenca son las que se presentan hacia la parte media y baja de la cuenca, y en específico hacia los tejidos urbanos continuos, es de aclarar que independientemente de que su priorización sea alta, su nivel de riesgo para cada zona puede variar un poco, y en general sobre toda la cuenca. A continuación se incluye una tabla resumen donde se muestran las 14 zonas con sus respectivos niveles de riesgo, adicionalmente un punto o sitio de referencia, sin que este sea el que se principal en la respectiva zona.

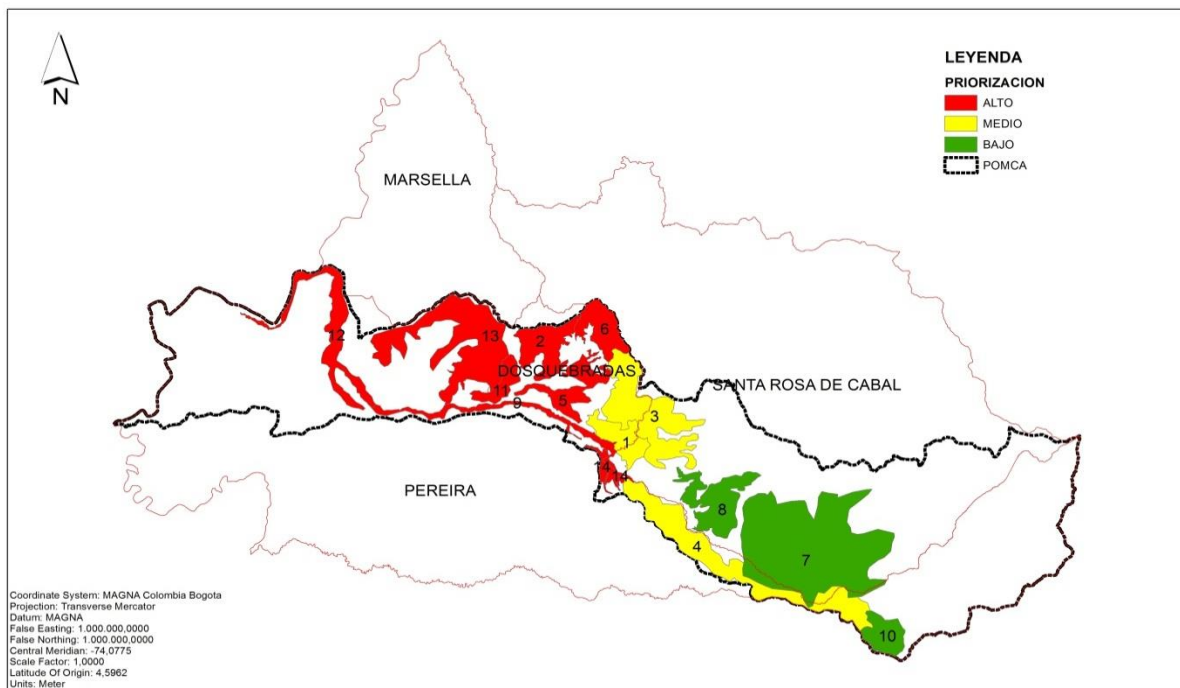


Figura 51. Zonas de priorización
Fuente Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún

8 ANÁLISIS SITUACIONAL

El análisis situacional de la cuenca del río Otún parte de los insumos de los resultados de la caracterización de la cuenca en sus diferentes componentes, en este se da cuenta de las potencialidades, entendidas como “los capitales y recursos naturales, humanos, sociales, económicos y de infraestructura ya sean utilizados o no utilizados”. Las potencialidades se refieren a condiciones inherentes a la cuenca y su entorno, las cuales con algún manejo son opciones que favorecen el desarrollo sostenible de la misma. Esto demanda capacidad institucional, sectorial y de las organizaciones de base para innovar y ser capaces de aprovechar los cambios del entorno, así como las fortalezas de los subsistemas de la cuenca para lograr cambios de comportamiento en los actores y desarrollos tecnológicos que favorezcan el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales sin detrimento de su capacidad para mantener la funcionalidad de la cuenca.

En el análisis situacional también se incluye la identificación de los principales limitantes y condicionamientos que reducen la capacidad de la cuenca para soportar las actividades que contribuyen al desarrollo sustentable, así como los condicionantes que limitan la adecuada ocupación del territorio y el aprovechamiento de los recursos naturales en función con los resultados del diagnóstico.

Finalmente se incluye el análisis de los conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales que resultan de la discrepancia entre el uso que se le da y el que debería tener de acuerdo a las potencialidades y restricciones del territorio.

8.1 Análisis de potencialidades

8.1.1 Potencialidades desde el componente hídrico

La cuenca del río Otún presenta como principales potencialidades relacionadas con el recurso hídrico, las siguientes:

- Variedad altitudinal, variabilidad de climas, potencial de biodiversidad.
- En la zonificación se tiene todas las provincias climáticas
- El óptimo pluviométrico es alto, generando de altos excedentes a moderados excedentes de agua.
- Aunque la Cuenca no tiene una vocación agrícola, el potencial climático nos da como ventaja que no se necesita riego para la agricultura.
- El clima templado húmedo y muy húmedo predomina, sobre el frío y el cálido. Siendo el clima templado ideal para la generación de alimentos.
- La diversidad de climas asociada a la fauna y la flora, permiten la biodiversidad.

8.1.2 Potencialidades desde el componente calidad de agua

La pendiente del cauce de una corriente de agua se define que a mayor pendiente mayor velocidad de desplazamiento del agua; menor tiempo de concentración y menor infiltración, la pendiente media de la cuenca es 4.46%. En términos de calidad de agua la pendiente del río Otún es una potencialidad, ya que esto favorece los procesos de re aireación que está influenciada por la turbulencia del agua. Esta potencialidad se puede ver reflejada en los indicadores de calidad de agua utilizados históricamente y el calculado en el desarrollo de este proyecto. El indicador histórico calculado por las diferentes instituciones que monitorean el recurso hídrico en la cuenca es el National Sanitation Foundation Index (INSF).

A pesar de las descargas de aguas residuales y de la carga contaminante que recibe el río Otún (se describirá en limitaciones y problemática), se puede observar en la Figura 52 que el perfil de resultados históricos del INSF en la cuenca del río Otún, en los primeros 20 km del río Otún, hasta la estación Vidriera Otún (inicio del caso urbano), históricamente ha conservado las características de **“Buena” calidad**. Aguas abajo de este sitio hasta el km 30 aproximadamente, en la estación después de la desembocadura de la quebrada Egoyá (ha recibido la descarga de la quebrada Dosquebradas), el río ha presentado una reducción a **“Media” calidad** producto de la recepción de los vertimientos de la zona urbana, tanto de Pereira como de Dosquebradas.

En el tramo final del río, se ha evidenciado cierto incremento en los valores del indicador, debido a que la corriente tiene una buena capacidad de asimilación y recuperación.

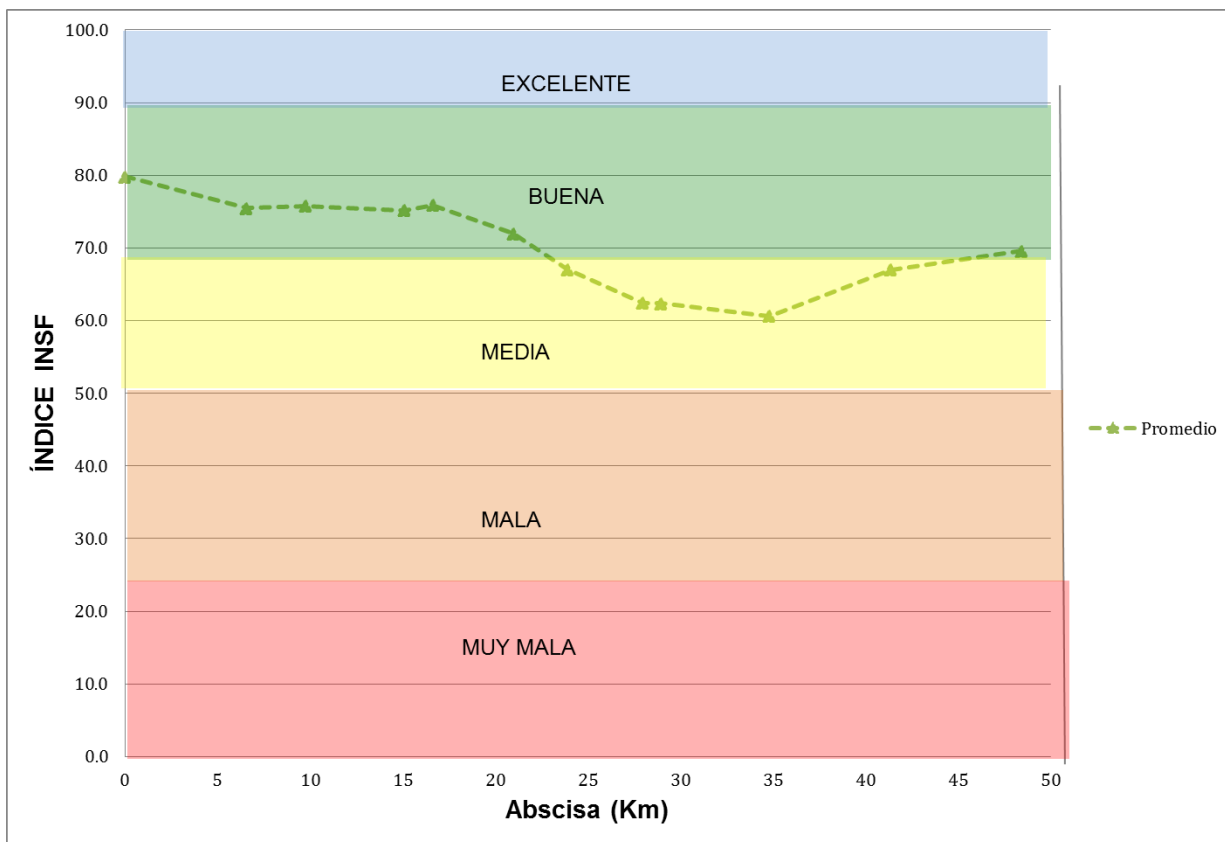


Figura 52. Histórico del INSF para el río Otún
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

En el desarrollo del POMCA Otún y así como lo tiene establecido en el Estudio Nacional del Agua (ENA, 2010 y 2014), el Índice de Calidad de Agua (ICA), determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite **reconocer problemas** de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico, también permite representar el estado en general del agua y las **posibilidades o limitaciones** para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

En este sentido los resultados del ICA para los dos monitoreos de calidad de agua realizados en el marco del diagnóstico del POMCA, muestran una calidad **Buena** en la primera estación de monitoreo histórica “El Cedral”, posteriormente en la estación Bocatoma Nuevo Libaré, es decir metros aguas arriba de donde capta el agua para el abastecimiento de la ciudad de Pereira y parte del municipio de Dosquebradas la calidad del agua según este indicador es **Aceptable** y que se mantiene así en todas las estaciones monitoreadas a excepción de las estaciones río Otún después de Estación Belmonte y desembocadura de la quebrada Dosquebradas, las cuales corresponden al final de los tramos urbanos de Pereira y Dosquebradas respectivamente y en estos puntos ya han recibido todas las

descargas de los alcantarillados de aguas residuales, a pesar de esto presenta una calidad Regular.

Tabla 87. Resultados del ICA

| Nombre de estación | Primera campaña | | Segunda campaña | |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Valor ICA | Clasificación | Valor ICA | Clasificación |
| R. Otún. El Cedral | 0.93 | Bueno | 0.91 | Bueno |
| R. Otún. Bocatoma Nuevo Libare | 0.75 | Aceptable | 0.79 | Aceptable |
| R. Otún. Después de Q. San José | 0.74 | Aceptable | 0.77 | Aceptable |
| R. Otún Después Estación Belmonte | 0.70 | Regular | 0.69 | Regular |
| R. Otún Desembocadura | 0.71 | Aceptable | 0.76 | Aceptable |
| Nacimiento Quebrada Aguazul | 0.78 | Aceptable | 0.78 | Aceptable |
| Q. Dosquebradas Desembocadura | 0.58 | Regular | 0.65 | Regular |

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

8.1.3 Potencialidades Clima

La cuenca del río Otún es una cuenca de montaña con alturas que van desde los 5200 en el Nevado de Santa Isabel hasta los 918 msnm en Estación Pereira² y que posee todos los pisos térmicos, desde el nival, páramo con un 27%, frío con un 18%, templado con un 47%, hasta el cálido con el 8% del territorio; correspondiendo a temperaturas que oscilan entre los 0 °C a 32 °C.

La zonificación climática en la cuenca del río Otún, presenta diferentes rangos altitudinales que permiten la existencia de cinco pisos térmicos, que van desde páramo alto súper húmedo, hasta cálido húmedo y semi-húmedo, predominando el clima templado húmedo y muy húmedo, sobre el frío y el cálido. Siendo el clima templado ideal para la generación de alimentos.

El óptimo pluviométrico en el área de ordenamiento es alto, generando de altos excedentes a moderados excedentes de agua, que aunado a los cinco pisos térmicos, a los rangos de temperatura que va desde los 0 grados hasta los 32 grados, y al comportamiento de la precipitación que varía entre los 1000 y 3300 mm/año, se puede considerar que la Cuenca tiene un alto potencial ecosistémico, relacionado con la biodiversidad de fauna y la flora. Los óptimos pluviométricos se ubican en las fuentes abastecedoras y es la base para el asentamiento de una población de 424.425 habitantes distribuidos conforme a la densidad poblacional de 741 habitantes por km² en los municipios de Dosquebradas, Pereira, Santa Rosa de Cabal y Marsella, representada en un 86% en el área urbana y 14% rural.

² La CARDER ha estimado otro punto con 875 msnm en el sitio de desembocadura al río Cauca.

Cabe resaltar que en la cuenca no se presentan índices de aridez críticos, dado que se tiene 70% de excedentes altos de agua, y un 13% de excedentes moderado; en consecuencia, no se presentan déficit de agua.

8.1.4 Potencialidades Regulación hídrica

La cuenca del río Otún cumple la función de regulación y provisión hídrica, como soporte fundamental para las actividades productivas de la población y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

El ecosistema de páramo está ligado con el régimen hidrológico, sus propiedades biofísicas hacen que el agua que sale de sus cuencas en forma de caudales tenga una variabilidad estacional definida.

En una cuenca la regulación del ciclo hidrológico se produce cuando el ecosistema almacena agua en los periodos lluviosos y la libera lentamente en los periodos secos o de estiaje, para el caso de la Cuenca del río Otún la zona de páramo, conformada por el área de glacial y la Laguna del Otún (correspondiente a aproximadamente el 20% de total área de la Cuenca), está soportando aproximadamente el 60% del caudal base reportado en la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré.

Razón por la cual, en la actualidad el abastecimiento hídrico de los municipios de Pereira y Dosquebradas, en las temporadas de estiaje no se ve afectado, ya que, el consumo humano y doméstico es de 2,35 m³/s y el caudal medio base que aporta la zona de páramo es de 5 m³/s.

Otra potencialidad que se idéntica es que hacia la parte baja la Cuenca en las zonas de Cerritos y Galicia, debido a la configuración de terreno donde se identifican zonas onduladas y planas, predominando pendientes moderadas y leves se presenta un potencial de recarga del acuífero

8.1.5 Potencialidades geomorfológicas del territorio y capacidad de uso de los suelos para soportar actividades productivas de manera sostenible

La parte inferior de la cuenca está representada por un macizo rocoso con depósitos fluviovolcánicos, mientras que la parte superior se caracteriza por materiales en evolución que generan perfiles de suelos diferentes.

El relieve de la cuenca se caracteriza por laderas que combinadas con pendientes y usos del suelo determinan áreas de mayor o menor inestabilidad, donde se encontró que el 82% de las zonas son estables y el 18% presentan inestabilidad reflejada principalmente en la parte alta, en el sector de Canoas, Rio Barbo, Alto del Toro, Corregimiento de Combia, las laderas de Dosquebradas y Estación Pereira; lo anterior constituido como el soporte para el análisis de susceptibilidad a

movimientos en masa, que permitió reportar que el 19% de los eventos son recientes o se encuentran activos, mientras que el 81% obedecen a eventos antiguos.

En la cuenta existen 18.645 Ha de suelo para la producción agrícola que representan el 33% del territorio, con 38.196 Ha para la conservación que representan el 67% del territorio.

En la zona baja de la cuenca se evidencian procesos de uso intensivo del suelo y uso de agroquímicos que contaminan las fuentes hídricas; en estas zonas agrícolas no se llevan a cabo de manera representativa sistemas de producción sostenible.

8.1.6 Cambios de las coberturas y usos del suelo

El proceso actual de Ordenación de la cuenca del río Otún evidenció la necesidad de adicionar 8.745 Ha de área localizadas en el corregimiento de Caimalito en límites con la cuenca del río Risaralda y el municipio de La Virginia. Esto servirá para conectar un área del municipio de Pereira que no hacía parte de ninguna cuenca por ser afluentes directos a la margen derecha del río Cauca.

La cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Otún está representada en un 6,35% en territorios artificializados; 32,53% en territorios agrícolas, de los cuales el 17,40% corresponde a áreas agrícolas heterogéneas; 7,96% pastos; 6,87% cultivos permanentes y el 0,29% de cultivos transitorios. En cobertura de bosques y áreas seminaturales se tiene el 60,14% de la cuenca, de los cuales el 39,79% pertenece a bosques naturales establecidos, 17,94% a áreas con vegetación herbácea o arbustiva y 2,40% a áreas abiertas sin o poca vegetación. De igual forma dentro de la cuenca se encuentra el 0,98% de áreas húmedas, es decir, vegetación acuática sobre cuerpos de agua.

El indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra entre los años de 1997 y 2015 se reporta como bajo (menor del 10%); esto denota poca alteración en las coberturas de la cuenca en términos de disminución de las coberturas naturales. Los cambios más relevantes reportados en las coberturas de la cuenca fueron: vegetación herbácea y arbustiva, pastos, cultivos y plantaciones forestales.

De acuerdo a los resultados de la tasa de cambio de coberturas naturales, se observa que la parte alta de cuenca no presenta cambios significativos en las coberturas debido principalmente a las figuras de protección que han permitido la conservación de las áreas boscosas y seminaturales, por el contrario, en la parte media de la cuenca se evidencia cambios significativos (Tasa de cambio Media y Muy Alta), lo que indica la necesidad de plantear medidas de manejo que permitan controlar la pérdida de algunas coberturas de importancia ambiental.

Cabe aclarar que algunas coberturas no se pudieron analizar su cambio a través del tiempo debido a que el mapa del año 1997 identificó menos coberturas que en

el mapa del año 2015, teniendo en cuenta que este mapa fue elaborado bajo otra metodología que no permitió identificar algunas coberturas que la metodología Corine Land Cover tiene actualmente.

8.1.7 Potencialidades desde la riqueza biológica

Desde el punto de vista de la flora, la cuenca del Río Otún presenta una variedad de ecosistemas representados por los bosques subandinos, bosques andinos, bosques altoandinos, subpáramos, páramos, turberas y superpáramos. De acuerdo al estudio de biodiversidad llevado a cabo, se registró una composición muy variada en su flora con 5.244 individuos, distribuidos en 67 familias, 174 géneros y 379 especies. Lo anterior evidenció una diversidad media alta y alta a partir de los 2100 m.s.n.m. y con tendencia a la baja hacia los 3100 y 1000 m.s.n.m. El área basal promedio fue dominada por palma macana (*Wettinia kalbreyeri*) y yarumos (*Cecropia telealba*), lo cual representa la alta ocupación y distribución espacial de sus individuos, la primera también determinada como especie codominante de sus bosques. Las especies que presentaron menos área basal promedio fueron las rascaderas *Acalypha macrostachya* y (*Mollinedia campanulácea*) lo cual indica que son especies de alto valor ecológico por su baja ocupación y distribución espacial en los bosques evaluados.

Por otro lado, se identificaron especies catalogadas como raras tales como *Acalypha macrostachya* y *Mollinedia campanulácea* y de baja importancia como los helechos (*Cyathea sp.*) Lo anterior se confirmó con la dinámica de los índices de riqueza y heterogeneidad evaluados con los cuales fue posible encontrar que las áreas de bosque incluidas dentro de áreas de conservación regional o nacional adquieren valores de riqueza y heterogeneidad altas con presencia de especies de valor económico y social importantes desde el punto de vista de servicios los ecosistémicos para la región.

Se registra que el 22% de las especies de murciélagos identificados para la cuenca pertenecen al grupo ecológico de insectívoros en sus preferencias alimenticias pertenecientes a las familias Molossidae, Vespertilionidae y Emballonuridae, y el restante (78%) corresponde a especies con una alta diversidad de preferencias alimenticias tales como frugívoros, nectarívoros, polinívoros y hematófagas en la familia Phyllostomidae. Lo anterior es importante tener en cuenta en la dinámica ecológica y su acción en la oferta de servicios ecosistémicos en la producción de hábitats y espacios de concurrencia de especies y conectividad de coberturas ya que su función de dispersión, polinización y control biológico es importante en la conservación de los ecosistemas presentes en la cuenca.

Se registraron un total de ocho (8) especies de mamíferos no voladores que en su totalidad se encuentran reportados en algún grado de amenaza a nivel nacional y regional tales como *Leopardus tigrinus*, *Leopardus tigrinus*, *Tremarctos ornatus*, *Mazama Rufina*, *Tapirus pinchaque*, *Aotus lemurinus*, *Aotus lemurinus*, y *Dinomys*

branickii entre los que se destaca la Danta de Montaña (*Tapirus pinchaque*) por estar en estado En Peligro. Estas especies presentan características importantes en su condición ecológica pues todas dependen de coberturas de bosques establecidos y conservados. Algunas frecuentan áreas abiertas, pero principalmente asociadas a ecosistemas de páramo o subpáramo lo cual las hace particularmente importante. Por otro lado, su presencia estima el valor de conservación de las áreas estratégicas de la cuenca, así como la dinámica ecológica principal de la cuenca media alta del río Otún.

El valor ecológico de las especies de aves registradas se fundamenta en que el 85% depende directamente de los productos del bosque representados por la producción de semillas y de cobertura natural; particularmente el 45% de las especies pertenecen a grupos dispersores y generadores de sucesión vegetal inicial lo que hace atractivo analizar las categorías de conservación regional especialmente sobre la cuenca media baja del río.

Como conclusión se plantea que dada la trayectoria de conservación que tiene la cuenca, evidenciada en la implementación de programas y proyectos orientados a la conservación de los ecosistemas con una historia de más de 50 años, ha permitido declarar gran parte de sus áreas protegidas debido a su alto valor ecosistémico; a razón de esto cabe anotar que el 60% del área de la cuenca tiene algún grado de protección sea a nivel nacional, departamental o local.

Manejo de Especies Forestales

La Organización Internacional de Maderas Tropicales OIMT fue la primera organización que propuso directrices para el manejo forestal sostenible (OIMT 1990). Durante la misma década se dieron otros esfuerzos internacionales para definir un estándar para el monitoreo y la evaluación del manejo forestal. El principal impacto que el desarrollo y validación de estos estándares han tenido en el sector forestal hasta el momento no ha sido tanto que se exija un mejor manejo forestal sino promover el diálogo entre los diferentes actores del sector forestal. El diálogo permite una mayor participación en la toma de decisiones por parte de las comunidades locales e indígenas, los propietarios privados de bosques, los ingenieros forestales y otros profesionales relacionados, la industria, ONG ambientales y sociales y la sociedad en general.

La veda forestal es una medida extrema que en teoría, busca revertir la deforestación y degradación de los bosques debido a la incapacidad de las instituciones encargadas de la administración forestal de detener dicha situación. La veda forestal es un recurso legal por el cual el Ejecutivo autoriza, por encima de cualquier otra disposición o contrato la suspensión de toda actividad extractiva; en consecuencia, los permisos y licencias existentes quedan suspendidos durante el periodo de vigencia de veda.

De acuerdo con FAO (2001), las prohibiciones de aprovechamiento por lo general han respondido a consideraciones políticas y se han adoptado de manera impositiva. La decisión de imponer limitaciones o vedas de aprovechamiento debe basarse en un análisis exhaustivo de todas las posibles consecuencias de las medidas, así como del análisis de otros procedimientos alternativos para alcanzar los mismos resultados. Cuando las consecuencias no son bien conocidas, es importante tomar en cuenta esta situación de incertidumbre y acompañar las decisiones políticas con un sistema de monitoreo y retroalimentación que permita detectar las consecuencias negativas a la mayor brevedad posible y hacer los ajustes necesarios.

La experiencia en varios países con vedas dirigidas a fomentar el manejo forestal sostenible demuestra que los efectos se han traducido en incremento de la deforestación, desvalorización de los recursos forestales, aumento de la extracción ilícita e incremento de la incidencia de incendios provocados. Estas medidas pueden actuar como incentivos perversos que indirectamente causan degradación de los sistemas forestales si el estado no cuenta con los recursos necesarios para hacer cumplir la veda de corta. Una opción cada vez más usada en la gestión del sector forestal de protección a la biodiversidad es la veda selectiva, la cual busca proteger a ciertas especies en algún grado de vulnerabilidad, ya que generalmente se reconoce la escasez de la especie y la necesidad de protegerla

Teniendo en cuenta que una buena política forestal debe aspirar a la revalorización de los bosques y el surgimiento de un sector forestal dinámico generador de empleo y de divisas, una de las estrategias que más ha logrado incrementar la participación privada ha sido el otorgamiento de incentivos forestales tanto como para la reforestación como para el manejo y la protección de bosques naturales. Los incentivos forestales se convierten entonces en un instrumento de intervención que permite promover actividades económicas que requieren generar experiencia o información para poder ser competitivos o actividades con un periodo largo entre la inversión inicial y los primeros ingresos. En ambos casos la idea es que esos incentivos a ofrecerse fomenten las actividades de protección o manejo hasta que estén dadas las condiciones que las hagan económicamente rentables y atractivas, recomendando que se reduzca paulatinamente hasta eliminarlos por completo.

Otra estrategia encaminada al mismo objetivo está dimensionada hacia los propietarios y administradores de bosques teniendo en cuenta los costos en que incurren por contribuir con las necesidades de la sociedad. En estos casos es importante mencionar el posible uso de mecanismos de mercado que pagan por los beneficios adicionales del buen manejo de las plantaciones y bosques nativos: el pago por servicios ambientales.

A continuación, se recomiendan estrategias a tener en cuenta para el manejo forestal adecuado:

- a. Adoptar los planes de manejo forestal como herramienta de aprovechamiento integral para el manejo sostenible del bosque.
- b. Instruir a las autoridades correspondientes la elaboración, en forma conjunta con los sectores interesados de la sociedad civil, la propuesta de normas técnicas, para la certificación de productos maderables provenientes de bosques manejados en forma sostenible.
- c. Formular y poner en marcha un plan para la prevención y combate de incendios forestales
- d. Propiciar la participación de las autoridades municipales y locales en la administración de los recursos forestales.

Respecto a la fauna, se registraron 64 especies de mamíferos, 109 especies de avifauna, 68 especies herpetofauna y 42 especies de fauna quiróptera; esta heterogeneidad de especies garantiza el mantenimiento de la cadena trófica y se constituye en un buen indicador del grado de conservación de varias zonas de vida representadas en los bosques secundarios y primarios y áreas abiertas pero cercanas a ríos y humedales.

Planes y programas para la gestión de fauna y flora

En Colombia se encuentran amenazadas 1.203 especies en distintas categorías de amenaza, teniendo en cuenta los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, de las cuales 173 se encuentran en peligro crítico, 390 en peligro y 640 especies en categoría vulnerable. 407 corresponden a especies de animales y 796 a especies de plantas.

Dentro de las principales amenazas se encuentra, el tráfico ilegal, introducción de especies exóticas, ampliación de la frontera agrícola, transformación y fragmentación de hábitats, y el cambio climático.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha emprendido programas y proyectos dirigidos a la conservación y recuperación de especies amenazadas en el país, en conjunto con otras autoridades ambientales como: Corporaciones Autónomas Regionales, Institutos de Investigación y expertos.

Algunos de estos programas de conservación de fauna son:

- Programa de Conservación de Oso Andino.
- Programa Conservación del Género Tapirus
- Programa Nacional para la Conservación del Cóndor Andino.
- Programa Nacional para la Conservación de los Felinos en Colombia.
- Programa Nacional para la Conservación de Serpientes en Colombia.

Programas de Conservación de Flora

- Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia.

- Plan de Manejo para la Conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa y Canelo de los Andaquíes.
- Plan para el estudio y la conservación de orquídeas en Colombia.
- Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia.
- Plan de Conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío - Árbol Nacional de Colombia.
- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.

8.1.8 Identificación de clases de suelos y sus limitaciones

La clasificación de las tierras por su capacidad de uso se fundamenta en los efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones en su uso y en la capacidad de producción y los requerimientos de manejo del suelo. La clasificación tiene como fin estructurar acciones agropecuarias e identificar zonas para protección y conservación, conjugando todos los aspectos que determinan el uso más indicado para cada suelo, las prácticas recomendadas y las principales limitaciones.

La evaluación se hace con base en las propiedades de los suelos, y la interacción de las mismas con el relieve, el drenaje, la erosión y el clima que afecta a cada uno de los ambientes edafogenéticos identificados.

La agrupación realizada es indicativa del potencial de uso del suelo de acuerdo a parámetros de conservación de los ecosistemas y no proporciona valores absolutos de rendimientos económicos, sino que asocia los suelos según el número y grado de limitaciones.

El sistema de clasificación establece 3 categorías: Clases, Subclases y Grupos de Capacidad, las cuales se categorizan de acuerdo con el nivel de detalle requerido.

La clase agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Las clases agrologicas, son ocho, y se designan con números arábigos de 1 a 8; en estas designaciones, los riesgos de daños al suelo o sus limitaciones en el uso se hacen progresivamente mayores a medida que se sube en la clase. Los suelos de la clase 1 no tienen limitantes mientras que los de la clase 8 presentan limitantes severos.

En términos generales las clases se delimitaron de acuerdo con la actividad en las que puedan ser utilizadas: las clases 1 a 4 se han catalogado como cultivables o arables (agrícolas ya que son capaces de producir cultivos bajo buenas condiciones de manejo), los de las clases 6 y 7 como no arables (son adecuados para plantas nativas o adaptables, pastos), la clase 5 es transicional (cultivos especiales u ornamentales), y los de clase 8 no son adecuadas para las actividades agropecuarias ni forestales con fines comerciales.

La subclase es una categoría que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para la Unidades Cartográficas de Suelos. La subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

Para la cuenca se tienen el 11,62 por ciento de tierras en capacidad de uso entre clase II a IV las cuales presentan el potencial para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo con un área aproximada de 6.193 hectáreas, mientras que clases agrológicas de la V a la VII están representadas por el 54,02 por ciento, aproximadamente 28.657 hectáreas, las cuales que pueden ser utilizadas, en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales con la implementación de prácticas intensivas de conservación de suelos.

De la clase agrológica VIII se presentan 18.226 hectáreas aproximadamente que representa el 34,36 por ciento de las tierras de la cuenca, las cuales deben ser utilizadas sólo en preservación, conservación y ecoturismo.

8.2 Análisis de limitantes y condicionamientos

8.2.1 Limitantes calidad de agua

De acuerdo con lo establecido en el anexo fase de diagnóstico de la guía técnica para la formulación de POMCAS, entre otros aspectos las limitantes se pueden configurar por las áreas de la cuenca con déficit y mala calidad del recurso hídrico que limitan y restringen el desarrollo de actividades productivas y asentamientos humanos, en este sentido una limitante se puede configurar por las actividades desarrolladas aguas arriba de la bocatoma, allí se asienta el corregimiento de la Florida, en donde la actividad agropecuaria y cultivos entre otros de cebolla, así como el turismo se convierten en un conflicto ya que podría verse afectado el recurso hídrico de la única fuente abastecedora de la ciudad de Pereira.

La parte de la cuenca con mayor limitaciones en cuanto a calidad de agua es la parte media baja, a la que se reciben las descargas de aguas residuales sin ningún tratamiento, a partir del inicio del casco urbano y que se extiende hasta a la desembocadura, y se debe a que se bien en las potencialidades se describe la buena capacidad de autodepuración del río, también es cierto que limita el desarrollo de usos del agua como el estético o el de recreación como se si realiza en la parte alta de la cuenca, esto es consecuente con el no cumplimiento de los usos potenciales establecidos desde la Resolución CARDER N° 252/2007 que estableció los objetivos de calidad para los cuerpos de agua en jurisdicción de CARDER y actualmente la Resolución CARDER N° 3735 de Diciembre 10 de 2015 *“Por Medio de la Cual se Adopta el Plan de Ordenamiento de las Fuentes*

Superficiales el Río Otún y la Quebrada Dosquebradas y se Dictan otras Disposiciones”.

En todo el trayecto de la cuenca se evidencia un manejo inadecuado de los residuos sólidos pese a que se realizan permanentemente campañas educativas. En las zonas rurales no se lleva un manejo adecuado de los residuos sólidos, éstos aún son dispuestos en las fuentes hídricas en la mayoría de los casos.

8.2.2 Limitantes componente clima y oferta hídrica

En la cuenca del río Otún se identifica que la mayor parte de sus zonas hidrológicas presentan un Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH) bajo y moderado, debido a que 61,25% de la Cuenca presentan pendientes entre 25% y >100%, las cuales no permiten que se lleve a cabo el proceso de infiltración, causando que la precipitación se convierta en escorrentía directa, generándose caudales pico en periodos de tiempos muy cortos, después de un aguacero y caudales muy bajos en temporadas de verano. Situación que afecta la oferta hídrica en las unidades hidrológicas.

En la parte alta de la Cuenca hacia las subcuencas de los ríos San Juan y Barbo se ubica el óptimo pluviométrico, que es una situación deseada, concentrando precipitaciones máximas de hasta 3300 mm al año; sin embargo, la mayor parte de esta agua se convierten en escorrentía directa, alimentando los caudales picos del cauce principal, debido a que la zona también se caracteriza por presentar altas pendientes, que dificultan la posibilidad de infiltración del suelo.

En esta franja donde se presenta el óptimo pluviométrico se han producido eventos de deslizamientos como en el caso del río San Juan, avenidas torrenciales en el río Barbo y la quebrada Volcanes. En general desde el punto de vista climático se establecen unas condiciones de humedad importantes, que conjugadas con las pendientes y los tipos de suelos aumentan la vulnerabilidad del territorio ante posible escenario de riesgo.

8.2.3 Limitantes demanda hídrica

Teniendo en cuenta el carácter de la Cuenca como productora de agua y abastecedora de los centros poblados de Pereira y parte de Dosquebradas, actualmente la demanda hídrica está igualando la oferta disponible, que se puede soportar en los resultados de Índice del Uso del Agua (IUA), que en la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré, presenta un IUA Alto para caudales medios y muy alto para caudales mínimos, por lo tanto, se podría inferir, que se debe declarar el agotamiento del recurso hídrico en este punto, situación que se soporta en la variabilidad climática e hidrológica, en los bajos Índices de Retención y Regulación Hídrica y en la demanda que ejerce la capital del departamento y de parte del municipio de Dosquebradas.

Las anomalías climáticas en las épocas de niño de los meses de julio, agosto y septiembre se evidencian con unos muy bajos caudales, ocasionando restricciones en cuanto a la generación de energía, problemas de desabastecimiento en algunos acueductos como es el caso del acueducto de la Florida; también se presentan racionamiento en acueductos rurales y hasta en acueductos comunitarios, pudiéndose concluir que las anomalías climáticas están mostrando problemas a nivel de desabastecimiento hídrico.

La variabilidad climática asociada al régimen bimodal, está mostrando excesos de agua en los meses de mayo, abril y octubre, noviembre y condiciones de estiaje asociadas a los meses de agostos, septiembres y enero, febrero.

En los meses de niña abril, mayo y octubre, noviembre se muestra respuestas de caudal mucho más altas con relación a los caudales medios, presentándose en estos meses fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales e inundaciones.

Pensando en un horizonte de 20 años, los acueductos pequeños presentarán una alta vulnerabilidad debido a la variabilidad climática, habrá menos agua disponible y no se cumplirá con los caudales ambientales, notándose que en los meses de agostos y septiembres no va a haber agua suficiente; y en temporadas de niña se tendrán problemas por vulnerabilidad de la infraestructura ante posibles eventos de crecientes y avalanchas, además de problemas de calidad del agua.

8.2.4 Limitantes servicios sociales básicos

Existe una buena oferta de servicios sociales básicos, no obstante, la cobertura de estos para este caso no ha garantizado un alto nivel de eficiencia en el servicio de 49 productos de la canasta familiar en la cuenca se produce menos del 50% con cerca del 27% de producción de alimentos frescos que corresponden a hortalizas y legumbres, frutas y verduras, con un indicador de 0,75% de seguridad alimentaria que muestra la insuficiencia en la oferta de alimentos para abastecer la población de la cuenca, dependiendo de la oferta que suministran otras zonas del país. Se cuentan con centros de abasto que compiten con grandes superficies, afectando a pequeños productores, quienes han dejado de cultivar para su subsistencia y garantizar su seguridad alimentaria. Cabe mencionar que durante los últimos años la variabilidad y cambio climático ha impactado la producción de alimentos locales, generando pérdidas económicas.

En la parte alta de la cuenca existe un conflicto por el uso del suelo, generado principalmente por la ganadería en zonas que deberían mantenerse bajo esquemas de conservación; también se realiza la tala de bosque, la cual es movilizadora en límites con el departamento del Quindío, situación que se constituye en un problema de control y vigilancia.

En los tramos urbanos de la cuenca para los municipios de Pereira y Dosquebradas se evidenciaron situaciones sociales problemáticas asociadas al microtráfico en barrios como el Balso, La Esneda y Otún (San Judas) en el municipio de Dosquebradas. La densificación poblacional en los tramos urbanos genera una mayor vulnerabilidad frente al tema de seguridad y convivencia. En la zona del municipio de Marsella (Estación Pereira) que hace parte de la cuenca, existen niveles de pobreza críticos; esta población ocupó este espacio de manera subnormal donde antiguamente estuvo el ferrocarril.

No existe continuidad en las intervenciones de cuidado y protección de los recursos naturales. Los habitantes de la cuenca alta se muestran más apropiados del territorio y de la gestión de proyectos a diferencia de la cuenca baja donde la población depende más de las instituciones para la gestión de proyectos de intervención para el mejoramiento de la calidad de su ambiente. En la zona urbana existe déficit de espacio público y el que existe se encuentra en un estado deficiente en su mayoría.

La distribución de los tamaños de los predios corresponde a áreas más extensas en la parte alta de la cuenca; hacia la parte baja se dan procesos de fragmentación de la propiedad asociada a fenómenos de parcelación y suburbanización, los cuales se ven reflejados en los corregimientos de Combia y Cerritos. No sólo se consume suelo suburbano sino también suelo rural productivo, la población comienza a habitar en la zona rural con las comodidades urbanas, esto es un elemento importante para el modelo de desarrollo de la cuenca, en tanto empieza a haber demanda de suelo, se comienza a privatizar vías que antes eran públicas, los suelos son impermeabilizados, y se acrecienta la demanda de agua y demás servicios públicos, lo que debe obligar a generar soluciones para el manejo de las aguas residuales y los residuos sólidos.

El 77% de las propiedades corresponde al minifundio y microfundio; el 16% a la pequeña propiedad y el 3% a grandes predios; por tanto la mayor presión demográfica se da en los cascos urbanos adyacentes de la cuenca en los municipios de Dosquebradas y Pereira, donde se están llevando a cabo procesos de fragmentación predial y una fuerte presión por las dinámicas de construcción sobre las áreas rurales principalmente en Dosquebradas, afectando los suelos de protección y otras áreas de importancia ambiental.

El índice de desigualdad en la cuenca fue mayor en la zona rural que en la urbana, situación que se repite en el contexto nacional; en el cual se ha hecho evidente el desplazamiento de la población del campo a la ciudad. Por su parte los municipios de la cuenca presentan índices bajos de pobreza y desigualdad comparado con el contexto departamental.

Desde el punto de vista del patrimonio, fue posible identificar en la zona alta y baja un patrimonio asociado al patrimonio natural. La banca del ferrocarril, ubicada dentro de la cuenca es considerada como patrimonio cultural. Existe además un patrimonio arqueológico hallado en los municipios de Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas.

Pese a que el estudio de biodiversidad mostró un grado de conservación relativamente bueno, se identificaron especies que se encuentran en algún grado de amenaza y en consecuencia se considera importante generar estrategias de conservación que permita mantener y/o mejorar la calidad ecosistémica en función del mejoramiento de la estructura, composición y función de los ecosistemas en para la prestación de los servicios ecosistémicos, especialmente en la parte baja de la cuenca.

En relación a una primera aproximación a la configuración de escenarios de riesgo se identificó en la cuenca unas zonas de susceptibilidad media, media alta y alta a movimientos masales que representan casi el 15%, las cuales concuerdan con los eventos históricos registrados en Combia, Alto del Toro, Dosquebradas, Alto del Oso, río Barbo, Volcanes, Canoas.

En la determinación de zonas inestables en la cuenca se estableció que el 18% de las unidades analizadas son inestables con una extensión de 10.080 Ha y estables en un 82% con una extensión de 46.750 Ha. Así mismo existe una moderada probabilidad de ocurrencia a eventos torrenciales e inundaciones.

8.2.5 Presiones que limitan la integridad ecosistémica

Entre las especies con algún grado de amenaza se encuentra el molinillo, romerón, laurel, entre otros. Para el grupo de Herpetos se encontró que el 27 % de las especies de anfibios y reptiles registradas habitan exclusivamente en bosques conservados o coberturas establecidas, lo cual hace referencia a la vulnerabilidad en la disminución de las poblaciones por cuenta de la deforestación; por otro lado, se registra un total de 12 especies de anfibios y una (1) especie de reptil con algún grado de amenaza nacional, entre los que se destacan por ser organismos endémicos *Atelopus choocoensis* y *Atelopus quimbaya* (en peligro crítico), *Strabomantis ruizi* y *Andinobates bombetes* (en peligro), y *Centrolene savagei*, *Pristimantis gracilis* y *Strabomantis necopinus* (vulnerable).

Así mismo, se registran 23 especies de aves amenazadas y registradas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, de las cuales doce (12) se encuentran en estado Vulnerable, siete (7) En Peligro, y una (1) en Peligro Crítico. Es importante resaltar que de las anteriores que presentan un medio-alto grado de disminución de sus poblaciones o grados de amenaza significativos se destacan *Hapalopsittaca fuertesi*, *Penelope perspicax*, *Grallaria milleri*, *Scytalopus stilesi*,

Bangsia melanochlamys y *Cholorochrysa nitidissima* como especies de alto grado de conservación por su característica endémica.

En peces se encontró que 9 especies se encuentran catalogadas en algún grado de amenaza regional o nacional siendo los más importantes *Brycon moorei* (vulnerable), *Salminus affinis* (vulnerable), *Ichthyoelphas longirostris* (en peligro) y *Cyprinus carpio* (vulnerable). Para el grupo de Herpetos se encontró que el 27 % de las especies de anfibios y reptiles registradas habitan exclusivamente en bosques conservados o coberturas establecidas lo cual hace referencia a la vulnerabilidad en la disminución de las poblaciones por cuenta de la deforestación; por otro lado, se registra un total de 12 especies de anfibios y una (1) especie de reptil con algún grado de amenaza nacional, entre los que se destacan por ser organismos endémicos *Atelopus chocoensis* y *Atelopus quimbaya* (en peligro crítico), *Strabomantis ruizi* y *Andinobates bombetes* (en peligro), y *Centrolene savagei*, *Pristimantis gracilis* y *Strabomantis necopinus* (vulnerable).

8.2.6 Síntesis desde una aproximación al análisis político administrativo

El Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Otún juega un papel preponderante con el resto de instrumentos de ordenamiento territorial y ordenamiento ambiental en el marco de un modelo de ocupación territorial; situación que deberá determinar las implicaciones que tiene este instrumento de planificación para los procesos de planificación actual y futura de los entes territoriales que hacen parte de la cuenca; por tanto es necesario evaluar la escala de las reglamentaciones que existen desde lo ambiental.

La zonificación hídrica nacional deberá bajarse al nivel local, partiendo de la clasificación de las macrocuencas, de la cual corresponde en este caso la macrocuenca Magdalena Cauca. Para esto será necesario revisar que puede ser implementado en la cuenca hidrográfica del río Otún, con el propósito de generar directrices en lo regional y lo local; el POMCA del río Otún deberá impactar en los diferentes instrumentos de ordenamiento del territorio en los municipios que la conforman y deberá constituirse en el eje armonizador de los elementos desde lo ambiental, cuyo reto es tratar de unificar las directrices para los instrumentos que deberán contribuir en últimas a la generación de un adecuado modelo de ordenamiento. Es importante tener en cuenta que tanto la planificación ambiental como la planificación territorial están estrechamente ligadas y una es determinante de la otra en todos los niveles, para que la oferta y la demanda de los recursos naturales se encuentren en equilibrio y este ha sido la pretensión desde el POMCA.

8.3 Análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales

Los Conflictos de Uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus

potencialidades y restricciones ambientales; también se define por “*el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio*”; corresponde a la concordancia entre el uso y las potencialidades Ecosistémicas. (Minagricultura et al, 2012). En este sentido, para el ordenamiento y manejo de la cuenca el análisis de conflictos se centra principalmente en el recurso suelo, recurso hídrico, y en la pérdida de cobertura de los ecosistemas estratégicos y su interrelación con los aspectos socioeconómicos, entre otros.

- **Recurso Hídrico:** identificación de conflictos generados por uso del recurso hídrico a partir de la evaluación de indicadores de Uso del Agua – IUA y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL.
- **Pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos:** se define teniendo en cuenta la transformación de estas coberturas naturales expresadas a través de la vegetación remanente, su grado de fragmentación, tasa de cambio e Índice de Ambiente Crítico que permiten establecer disminución o afectaciones para la conservación de biodiversidad especies endémicas o con alguna categoría de amenaza.
- **Recurso Suelo:** identificación de los conflictos generados por el uso inadecuado acorde a la capacidad del suelo (sobreutilización o subutilización del suelo).

8.3.1 Conflictos por uso del recurso Hídrico

Los conflictos del recurso hídrico se tipifican en función de la disponibilidad y calidad del agua. Para la determinación de estos conflictos, se realiza un cruce de los resultados del Índice de Uso del Agua (IUA) con el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL).

En la Tabla 88 se presentan las categorías de conflicto de recurso hídrico derivado de los cruces de IUA e IACAL.

Tabla 88. Calificación de conflictos del recurso hídrico

| IUA | IACAL | Categoría de conflicto |
|----------|------------|------------------------|
| Muy Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Muy Alto | Alta | CONFLICTO ALTO |
| Muy Alto | Media Alta | CONFLICTO ALTO |
| Muy Alto | Moderada | CONFLICTO ALTO |
| Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Alto | Alta | CONFLICTO ALTO |
| Alto | Media Alta | CONFLICTO ALTO |

| | | |
|----------|------------|-----------------|
| Alto | Moderada | CONFLICTO ALTO |
| Moderado | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Moderado | Alta | CONFLICTO ALTO |
| Moderado | Media Alta | CONFLICTO ALTO |
| Bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Muy Alto | Bajo | CONFLICTO MEDIO |
| Alto | Bajo | CONFLICTO MEDIO |
| Moderado | Moderada | CONFLICTO MEDIO |
| Moderado | Bajo | CONFLICTO MEDIO |
| Bajo | Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Bajo | Media Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Muy Bajo | Muy Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Muy Bajo | Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Bajo | Bajo | CONFLICTO BAJO |
| Muy Bajo | Media Alta | CONFLICTO BAJO |
| Muy Bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Muy Bajo | Bajo | SIN CONFLICTO |

Fuente: MADS, 2013

Los **conflictos altos**, se consideran cuando existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una demanda que supera la oferta hídrica de cuenca, así como también, la contaminación del recurso hídrico que conllevan cambios en el uso determinado, lo que finalmente se traduce en una limitación del desarrollo económico y social en el territorio (MADS, 2013).

El **conflicto medio**, se refiere a situaciones en donde la oferta hídrica se encuentra al límite para poder atender las demandas del recurso y las condiciones de calidad limitan ciertos usos del agua definidos para los diferentes tramos de la cuenca (MADS, 2013).

Los **conflictos bajos** se presentan donde la oferta hídrica es superior a la demanda y además las condiciones de calidad no limitan los usos definidos para los diferentes tramos de cuenca (MADS, 2013).

8.3.2 Determinación de conflictos de recurso hídrico

En primer lugar, es oportuno recordar que el área de estudio se divide en la cuenca del río Otún con sus respectivas subcuencas y microcuencas con un área de 48076.24 Ha y el área adicional que corresponden a los directos al río Cauca con un área de 8763.79 Ha, para un área total de estudio de 56840.03 Ha.

Para los efectos de los cálculos de los indicadores de recurso hídrico, se decidió conformar unas unidades hidrográficas que permiten un análisis más preciso y

tomar decisiones sectorizadas en el territorio. Dentro de las razones principales por la cual se analizaron estas unidades y no las subcuencas o microcuencas abastecedoras de centros poblados y centros urbanos, es porque muestran homogeneidad en sus condiciones de dinámica poblacional y actividades socioeconómicas, adicionalmente esta forma de agrupar el territorio incluye áreas que morfológicamente no hacen parte de la unidad cuenca hidrográfica, permitiendo así vincular las áreas correspondientes a las intercuencas.

En la Tabla 89 y Figura 53 se presentan los conflictos en la zona de estudio, en función de los IUA y de los IACAL calculados.

Tabla 89. Conflictos recurso hídrico cuenca Otún

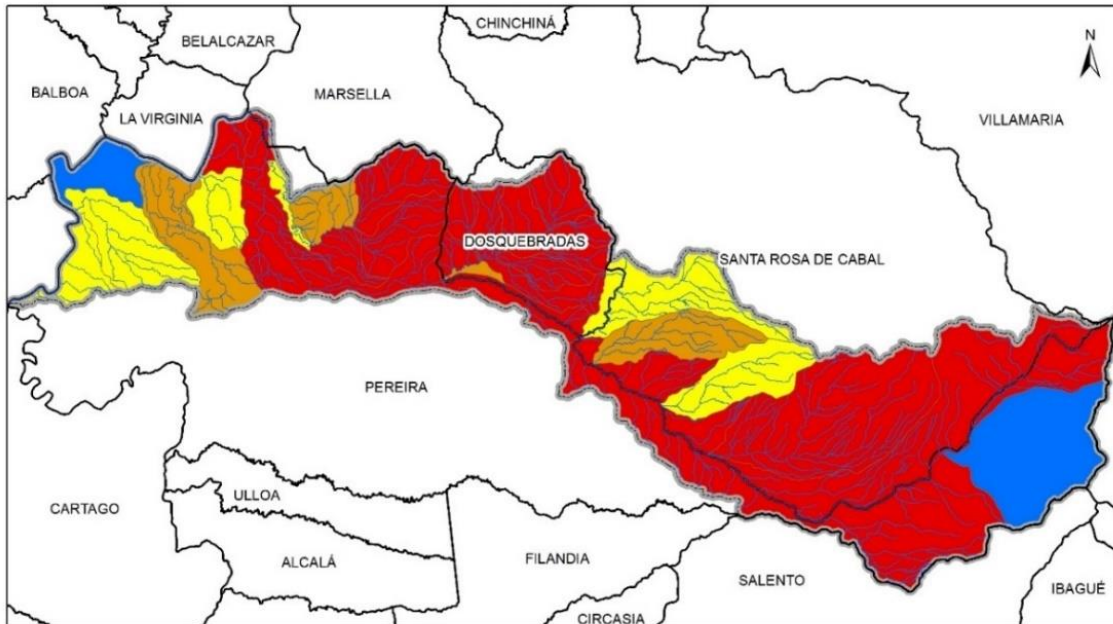
| Cuenca/subcuenca /microcuenca | Zona hidrográfica | Categoría IUA | Categoría IACAL | Categoría de conflicto |
|--|---|---------------|-----------------|------------------------|
| Otún/río Azul | Río Azul | Muy bajo | Baja | SIN CONFLICTO |
| Otún/río Barbo | Río Barbo | Muy alto | Media Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/San Juan | Q. San Juan | Muy bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún | Zona Alta | Muy alto | Baja | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Volcanes | Q. Volcanes | Bajo | Alto | CONFLICTO ALTO |
| Otún/San José | Río San José | Bajo | Baja | CONFLICTO BAJO |
| Otún | Zona media | Bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/Agua zul | Q. Aguazul | Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ F.H. Q. Manizales | F.H. Q. Manizales | Moderado | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ F.H. Q. Tomineja | F.H. Q. Tomineja | Moderado | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ Q. Molinos | Q. Molinos | Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ Q. La Víbora | Q. La Víbora | Bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Otún/Dosquebradas/ F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | Bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ Q. La Fría | Q. La Fría | Bajo | Media Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Otún/Dosquebradas/ Q. Frailes | Q. Frailes | Moderado | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Dosquebradas/ F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | Muy bajo | Muy Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Otún | Zona media | Bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Combia/ F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |

| Cuenca/subcuenca /microcuenca | Zona hidrográfica | Categoría IUA | Categoría IACAL | Categoría de conflicto |
|--|-----------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|
| Otún/Combia/ F.H. Q. Monos) | Q. Monos | Moderado | Baja | SIN CONFLICTO |
| Otún/Combia/Los Naranjos | F.H. Los Naranjos | Muy bajo | Muy Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Otún/Combia/.H. Q. La Arenosa | F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | Bajo | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Otún/Combia/ F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | Muy bajo | Muy Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Otún/Combia/ F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | Muy bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Zona baja | Zona baja | Muy alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Directos al Cauca | Quebrada Hato viejo | Muy bajo | Alta | CONFLICTO MEDIO |
| Directos al Cauca | Quebrada Grande | Bajo | Baja | CONFLICTO BAJO |
| Directos al Cauca | Quebrada Leticia | Muy bajo | Alta | CONFLICTO ALTO |
| Directos al Cauca | Q. Garrapata | Muy bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Directos al Cauca | FH. Cauca | Muy bajo | Moderada | CONFLICTO BAJO |
| Directos al Cauca | Q. Pedregosa | Alto | Muy Alta | CONFLICTO ALTO |
| Directos al Cauca | Q. Bocachica | Bajo | Alta | CONFLICTO MEDIO |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

8.3.3 Análisis de resultados conflictos recurso hídrico

Se puede establecer que, de las 31 unidades hidrológicas, el 50% del total, presentan conflicto alto. En la subcuenca del río Azul que se encuentra en la parte alta de la cuenca predominan las áreas de protección como el Parque Nacional Natural Los Nevados y Parque Regional Natural Ucumarí, ésta subcuenca es una de las dos que no presenta conflicto, si bien se desarrollan algunas dinámicas agropecuarias como cultivos de papa y ganadería, sin embargo, no son muy significativas en términos de demanda y calidad de agua.



Conflictos por el uso del agua

- Conflicto Alto
- Conflicto Medio
- Conflicto bajo
- Sin Conflicto



Figura 53. Zonificación de conflictos por recurso hídrico

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

La unidad hidrográfica zona alta que en términos de área es la que mayor tiene (15467.97 Ha), abarca desde el nacimiento del río Otún y cierra unos metros agua abajo de la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré, la principal y de mayor captación sobre el río Otún, para usos doméstico y de generación de energía, en ésta zona se localiza el primer centro poblado sobre la cuenca (La Florida), en donde se desarrollan actividades agropecuarias, tales como cultivos de cebolla, cilantro, avícolas, entre otros. En ésta zona se configura un conflicto alto por el IUA, principalmente debido a la gran demanda en la bocatoma aludida.

Posteriormente en la denominada zona Media, se localiza el casco urbano del municipio de Pereira y es en donde se asienta la mayor parte de la población de la cuenca, se presenta conflicto alto debido al IACAL ya que actualmente se descargan los alcantarillados de la ciudad sin previo tratamiento, resaltando que La Empresa de Acueducto de Alcantarillado de Pereira S.A E.S.P, se encuentra adelantando las obras de acuerdo con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos –PSMV-. Otra de las zonas importantes que configuraron conflicto alto, es la subcuenca río Barbo, que se localiza en la cuenca alta, en zona de protección, sin embargo,

presenta un IUA muy alto y un IACAL medio alto y básicamente las razones de ellos es la localización de una industria piscícola aguas arriba previo a la descarga del río barbo al río Otún.

De las ocho microcuencas o áreas de análisis para la subcuenca de la quebrada Dosquebradas, las ocho configuran conflicto alto, en ellas predomina el IACAL muy Alto, que es debido a las descargas de aguas residuales y la actividad cafetera; por su parte el IUA se encuentra entre bajo para quebradas La Fría y la Víbora, moderado para quebradas Frailes, Manizales y Tomineja y alto para quebradas Aguazul, Molinos y para la parte baja de la cuenca. Finalmente, cabe resaltar que las áreas de mayor conflicto, es decir IACAL muy alto e IUA alto se encuentra la quebrada Molinos, la parte baja y la quebrada Aguazul, en ésta última se localiza la bocatoma de varias empresas prestadoras de servicios públicos de Dosquebradas, entre ellas ACUASEO S.A. E.S.P., quien es un operador privado y administra el segundo mayor sistema de acueducto y alcantarillado en el municipio industrial de Risaralda.

La situación del conflicto alto en las zonas hidrográficas de Dosquebradas y Combia enmarcado desde el punto de vista IACAL, se puede ver agudizado desde el IUA, en presencia de los regímenes bimodales y las anomalías climáticas, específicamente en las épocas de niño, ya que no se garantiza la disponibilidad hídrica para garantizar los caudales ambientales y hasta pueden presentarse desabastecimiento en algunos acueductos comunitarios y rurales, los cuales cuentan con falencias organizacionales y administrativas, que no les permiten de forma eficiente mitigar dicha problemática, es importante comentar que en el municipio de Dosquebradas se identificaron 55 acueductos comunitarios, lo cuales abastecen aproximadamente el 13% de la población del municipio.

Adicionalmente, dentro de los conflictos altos se encuentra la denominada zona baja, en donde se ubica la parte baja de la cuenca después del casco urbano de Pereira y Dosquebradas, en donde se encuentra el relleno sanitario metropolitano y se encuentra la segunda captación más relevante del río, la cual es para uso en generación de energía eléctrica, es por ello que se presenta un IUA muy alto y un IACAL muy alto. En la parte baja de la cuenca también se localiza la subcuenca de la quebrada Combia en donde se desarrollan actividades agrícolas, como cultivos de café y en donde se encuentran un gran número de condominios y fincas, inclusive la quebrada Combia se encuentra catalogada por la CARDER en agotamiento, por lo anterior se configura conflicto alto tanto por la oferta como por la calidad de agua.

El 19% de las unidades hidrográficas seleccionadas para análisis de las cuenca Otún, se encuentran en conflicto medio, en su mayoría se configuran en este conflicto principalmente por la calidad de agua, es decir por el IACAL, dentro de los más significativos se encuentra la F.H Los Naranjos que hace parte de la subcuenca Combia y la parte baja de la quebrada Dosquebradas y dentro de las razones

principales de la afectación de la calidad de agua, son las descargas de aguas residuales tanto domésticas, como del beneficio de café.

A su vez, los conflictos bajos se presenta en el 19% de las unidades hidrográficas seleccionadas, en estos casos el IUA oscila entre bajo y muy bajo y el IACAL entre moderado y bajo, dentro de los más significativos de esta categoría se encuentran la quebrada San Juan y el río San José, éstos hacen parte de la cuenca alta del río Otún, son zonas poco intervenidas y por su altura no se desarrollan cultivos como el Café, el cual es unos de los sectores económicos incluidos en el cálculo del IACAL. Adicionalmente en la zona adicional de estudios, es decir los directos al Cauca, la F.H Cauca, quebradas Garrapata y Hatoviejo configuran conflicto bajo, no existen demandas de agua significativas y por ello el IUA es muy bajo el IACAL es moderado debido a las descargas de aguas residuales de los predios que se asientan en éstas zonas. La otra zona hidrográfica sin conflicto es la quebrada Leticia que hace parte del área adicional de estudio (directos al Cauca), y a pesar de que allí se localiza el corregimiento de Caimalito, no se configura conflicto ni por IUA, ni por IACAL.

8.4 Conflictos por uso de la Tierra

Los conflictos por uso del suelo en la cuenca del río Otún se configuran en función de la utilización de las tierras, por un lado, los conflictos por sobreutilización en los cuales el uso actual está por encima de la capacidad del uso de la tierra, se presenta el 13,52 por ciento que equivale a 1481 hectáreas, de las cuales el 0,61% son de grado leve; 1,98% en grado moderado y por último en grado severo el 0,01%.

En lo respectivo a la subutilización de las tierras, en donde, el uso actual está por debajo de la capacidad de las tierras, por subutilización se tiene el 29,81% de la cuenca, repartidos en grado leve con el 8,11%, en grado moderado el 12,47% y el 9,23% en grado severo de subutilización.

Figura 54. Tipo de conflictos de uso del suelo

| Tipos de Conflictos | ha | % |
|---|--------------|--------|
| Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado | 34244,825127 | 60.25% |
| Por sobreutilización leve | 346 | 0.61% |
| Por sobreutilización moderada | 1126,9 | 1,988% |
| Por sobreutilización severa | 8,2 | 0,01% |
| Por subutilización leve | 4611,9 | 8,11% |
| Por subutilización moderada | 7088,1 | 12,47% |
| Por subutilización severa | 5247,1 | 9,23% |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

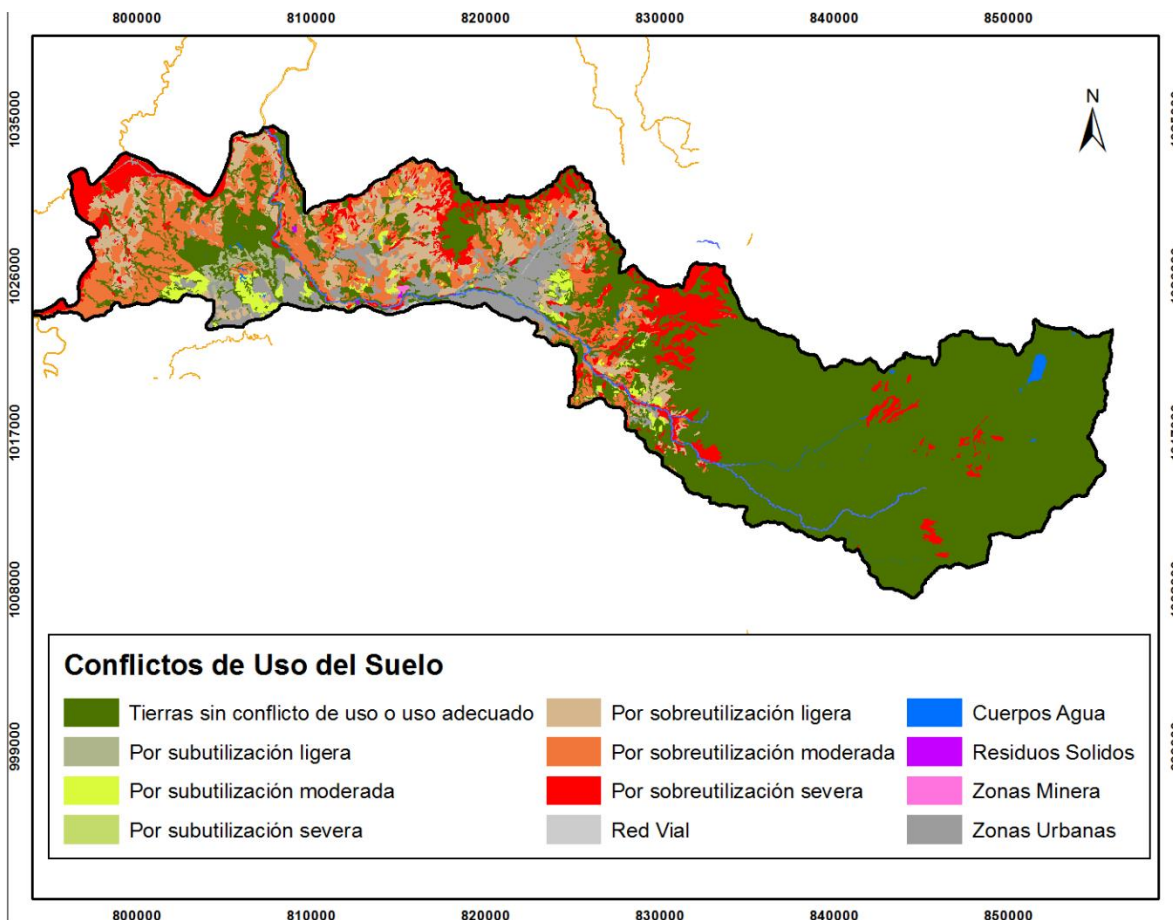


Figura 55. Conflictos de Uso del Suelo

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

8.5 Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos

Los conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos, se determinaron, relacionando los resultados de los índices de coberturas naturales como el Indicador de Tasa de Cambio, Indicador de Vegetación Remanente, Índice de Ambiente Crítico y el Índice de Fragmentación, con las áreas de ecosistemas estratégicos.

Una vez generada esta relación se identificó los conflictos que presentan las coberturas en estos ecosistemas, los conflictos identificados se clasificaron en las categorías que se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 90 Relación de los indicadores e índices de coberturas naturales para identificar el tipo de conflictos por pérdida de cobertura naturales en ecosistemas estratégicos.

| Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN | Indicador de Vegetación Remanente -IVR | Índice de Fragmentación - IF | Índice de Ambiente Crítico - IAC | Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos |
|--|--|------------------------------|---|--|
| Categoría | Categoría | Categoría | Categoría | Categoría |
| Baja | NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta | Mínima | I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. | Sin Conflicto |
| Media | PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | Media | II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. | Conflicto Bajo |
| Medianamente alta | MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja | Moderada | III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. | Conflicto Medio |
| Alta | MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja | Fuerte | IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. | Conflicto Alto |
| Muy alta | CT: Completamente transformado. | Extrema | V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. | Conflicto Muy Alto |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

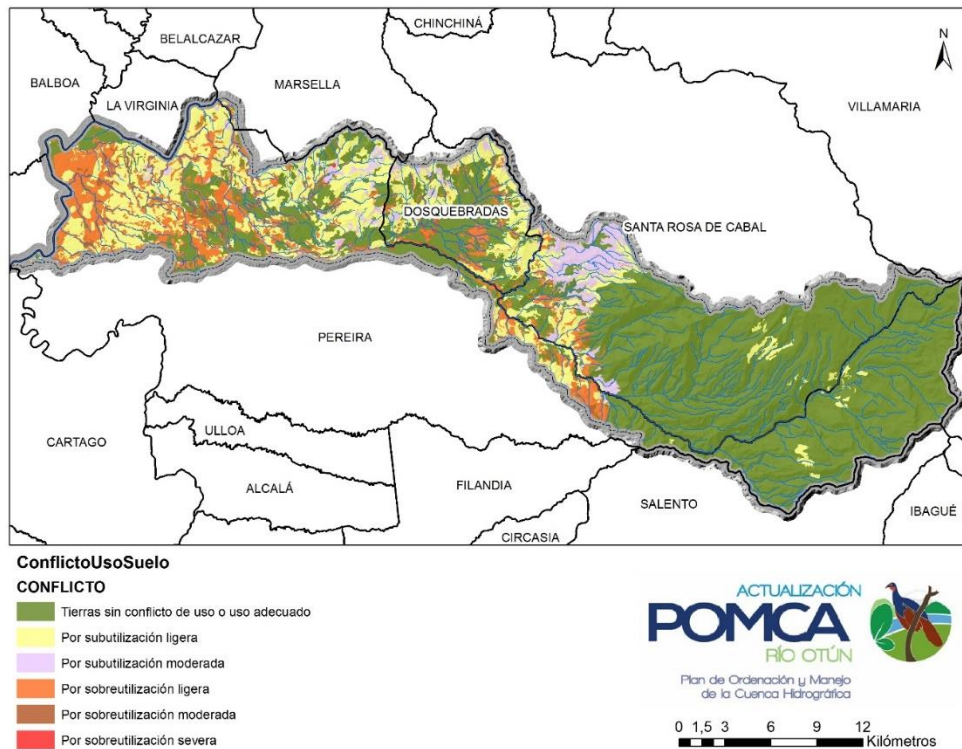


Figura 56 Mapa Conflictos por pérdida de cobertura de ecosistemas
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

De acuerdo a la información de las áreas de ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Otún, se destaca el área de ecosistema RAMSAR de la laguna del Otún, ubicada en la parte alta de la cuenca, 6 áreas adscritas al Sistema Nacional de áreas protegidas – SINAP y áreas de importancia ambiental relacionadas suelos de protección de riesgos, suelos de protección de biodiversidad, áreas forestales protectoras de corrientes hídricas, suelos de protección del paisaje y cultura y áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes hídricas. El área total de estos ecosistemas estratégicos es de 38.568,69 ha, que corresponde a 67.9% del área del POMCA (Ver Figura 57).

Según los resultados de los indicadores e índices de coberturas, se evidencia que la cuenca no presenta un conflicto Alto y Muy Alto por pérdida de coberturas, lo que garantiza una sostenibilidad a mediano plazo en estas áreas, se identifica un conflicto medio en un 6.48% del área de ecosistemas estratégicos, conflicto bajo de 8.24%, sin conflictos de 76.94%, lo que indica que las figuras de protección establecidas para proteger estos ecosistemas han tenido un efecto positivo en la conservación de estas zonas. Cabe mencionar que el 8.35% se clasificó como Sin Datos-SD debido a que los resultados de los indicadores e índices de coberturas

presentan esta categoría debido a vacíos de información que no permitieron el cálculo de alguno de estos índices (Ver Tabla 91).

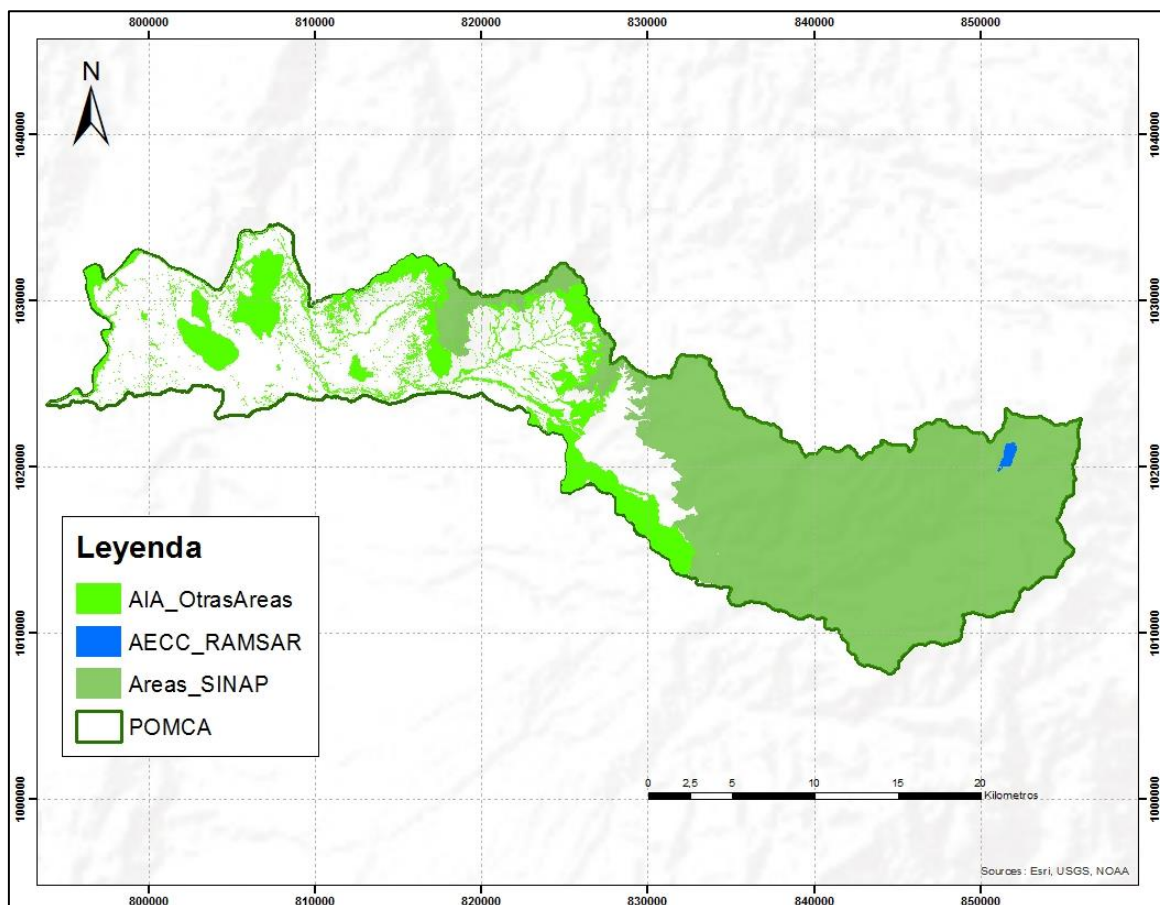


Figura 57 Ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Tabla 91 Áreas de acuerdo a los conflictos de pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos

| Categoría | Área (Ha) | % |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Sin Conflicto | 29673,17 | 76,94 |
| Bajo | 3176,41 | 8,24 |
| Medio | 2498,03 | 6,48 |
| SD | 3221,08 | 8,35 |
| Total general | 38568,69 | 100,00 |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Se destaca que, el conflicto medio por pérdida de coberturas en ecosistemas estratégicos están relacionados a coberturas que presentaron cambios significativos como el caso de los Pastos Limpios, Arbustal y Mosaico de cultivos,

igualmente se concluye que estas pérdidas en estas coberturas se relacionan por la presión demográfica que se presentan en la parte media y baja de la cuenca.

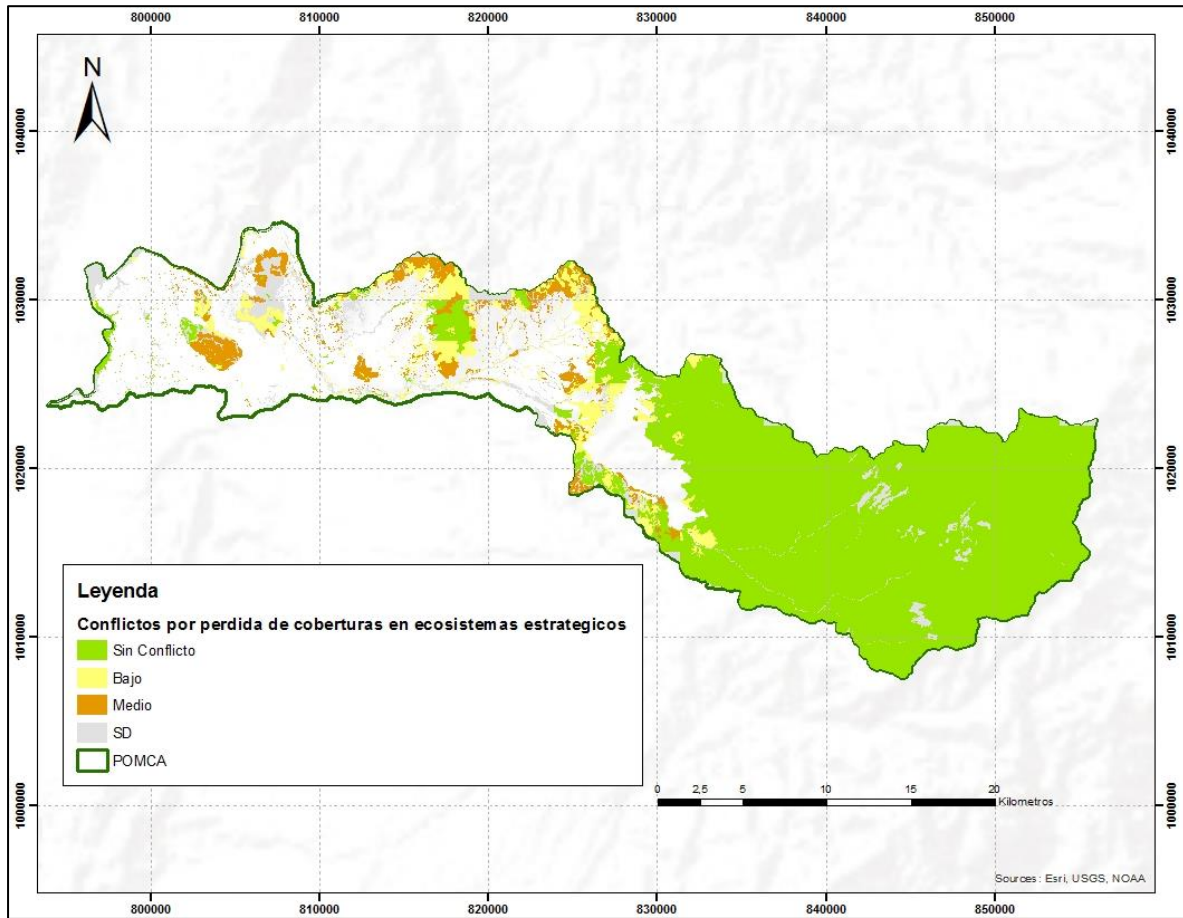


Figura 58 Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos en el área del POMCA del río Otún

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

9 SÍNTESIS AMBIENTAL

El análisis integral de la situación actual de la cuenca, deberá permitir identificar, espacializar y priorizar los principales problemas y conflictos que afectan la disponibilidad y calidad de los recursos naturales renovables en la cuenca (causas, efectos y soluciones), así como determinar las áreas críticas en la cuenca y los asuntos y las variables clave que alimentarán los análisis prospectivos y de zonificación que se desarrollarán en la siguiente fase de la formulación del POMCA.

Se presenta también la consolidación de la línea base de indicadores, a partir del análisis situacional, en el cual se identificaron y analizaron las potencialidades y las limitantes. Se estructura la síntesis ambiental sobre la cual se fundamentan el análisis integral de la situación actual de la cuenca de acuerdo a los resultados de la caracterización de los componentes biofísico, socioeconómico, administrativo y de gestión del riesgo.

DIAGRAMA SÍNTESIS AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN

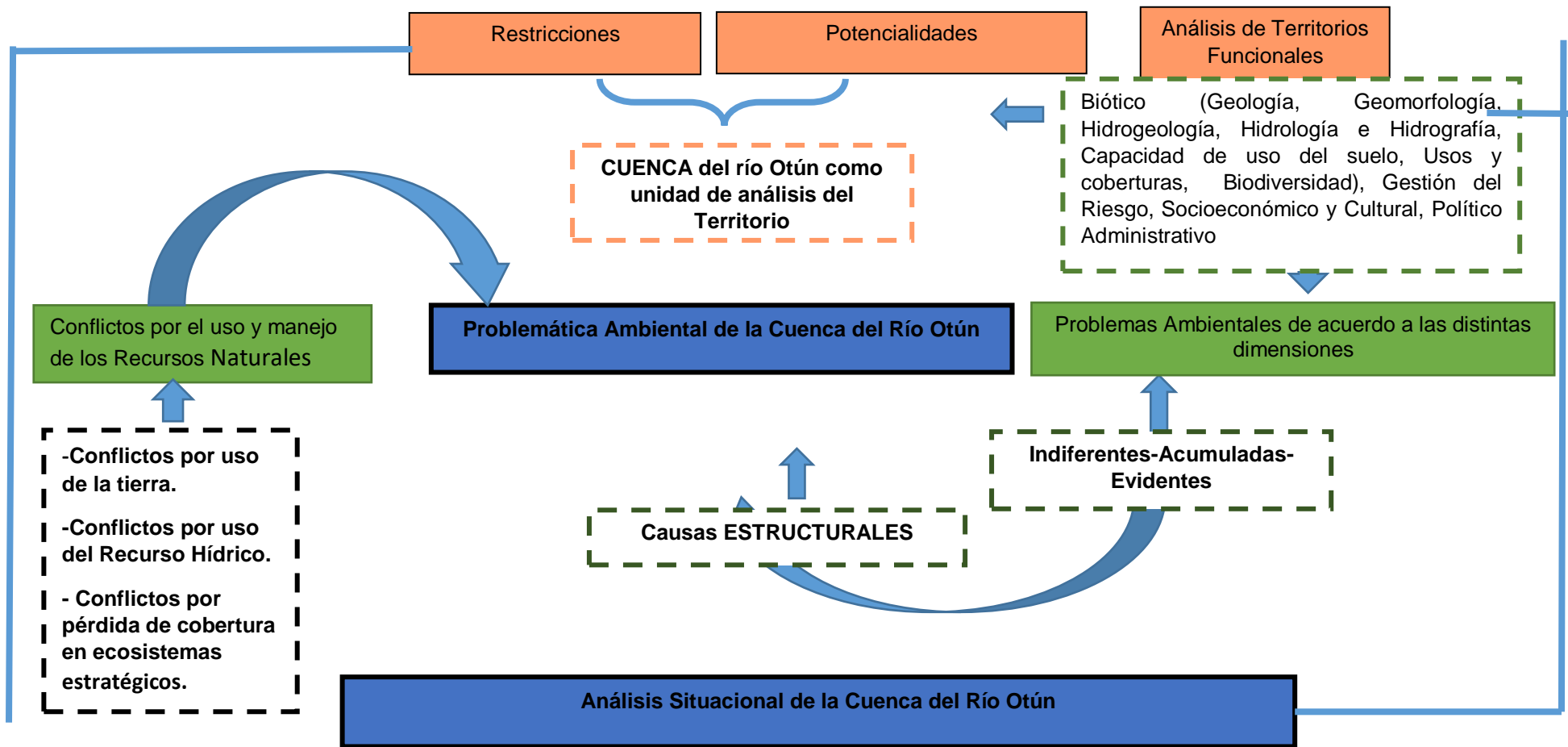


Figura 59 Diagrama de Síntesis Ambiental en la Cuenca del Río Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Otún, 2016

9.1 Determinación de Áreas Críticas

Para la determinación de las áreas críticas para la cuenca del río Otún se utilizaron los resultados obtenidos en el análisis situacional con respecto a los diferentes conflictos por el uso del agua, conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos, conflictos por los usos del suelo por sobreutilización, los cuales contienen las variables propuestas para esta definición. Este mapa también muestra las áreas críticas en función de las zonas de alta amenaza por movimientos de masa, incendios por cobertura vegetal y avenidas torrenciales.

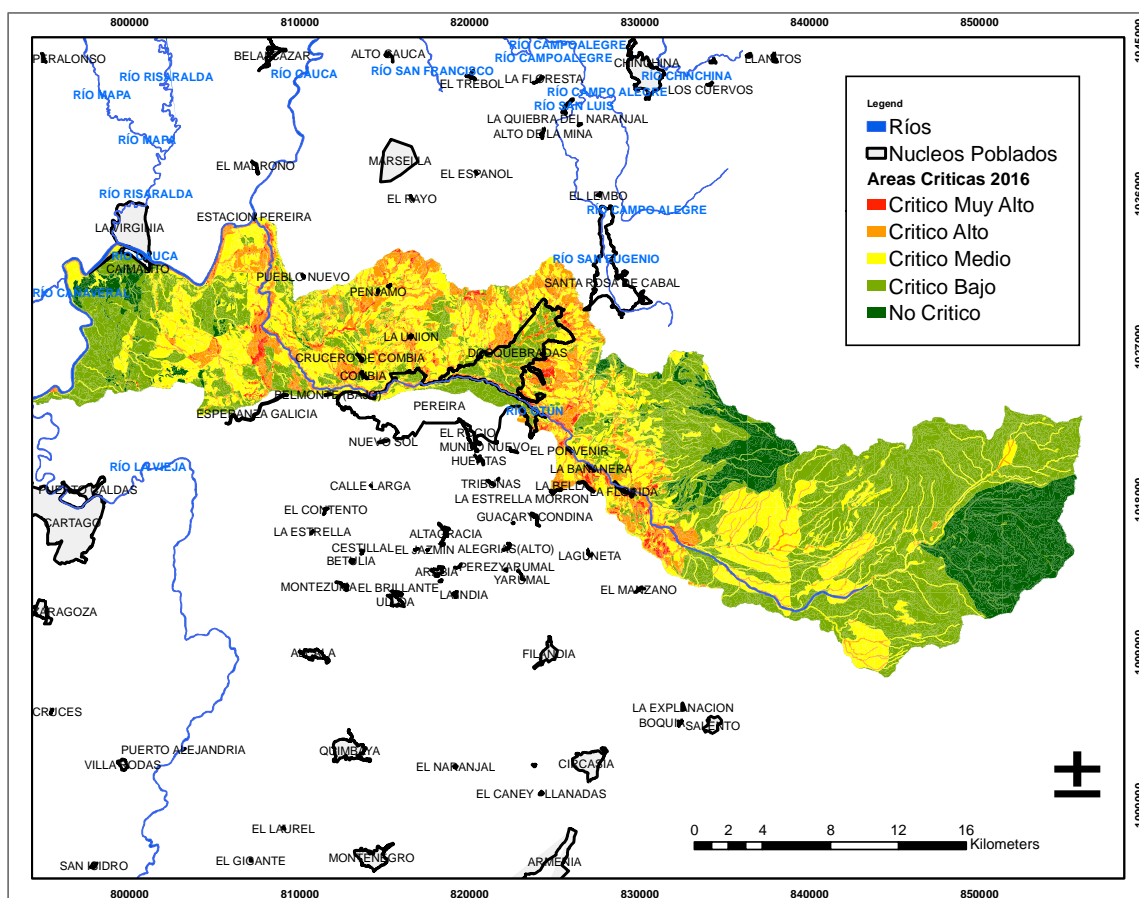

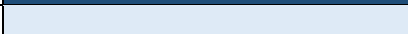






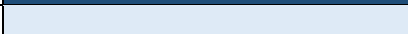






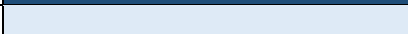







Figura 60. Mapa de Áreas Críticas
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

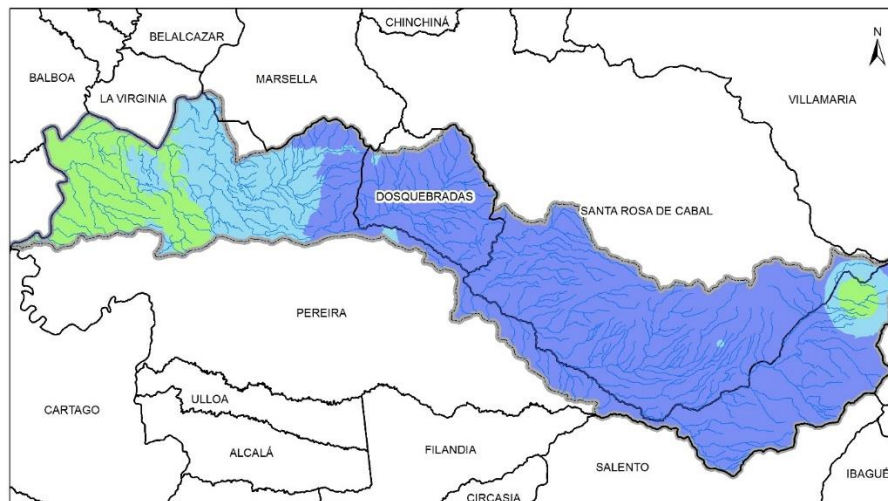
9.2 Consolidación de Línea Base de Indicadores

| |
|------------------------------------|
| COMPONENTE FÍSICO – BIÓTICO |
| TEMÁTICA: HIDROLOGÍA |

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------|-------|--------------------------|----------|--|--------------------|---------------|---|------------------------------|---------------|---|----------|---------------|---|--------------------------------|---------------|---|---------------------|---------------|---|-------------------------------|----------|---|
| Nombre y sigla | Índice de Aridez (IA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | Donde: Ia: índice de aridez (adimensional) ETP: evapotranspiración potencial (mm) ETR: evapotranspiración Real (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas, adicionalmente para la cuenca se cuenta con información de estaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, La Central Hidroeléctrica de Caldas y la Red Hidrometeorológica del departamento de Risaralda. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificador</th> <th>Ambito numérico</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Altos excedentes de agua</td> <td>(< 0.15)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Excedentes de agua</td> <td>(0.15 – 0.19)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderado y excedente de agua</td> <td>(0.20 – 0.29)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>(0.30 - 0.39)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderado y deficitario de agua</td> <td>(0.40 - 0.49)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Deficitario de agua</td> <td>(0.50 - 0.59)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altamente deficitario de agua</td> <td>(> 0.60)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Calificador | Ambito numérico | Color | Altos excedentes de agua | (< 0.15) |  | Excedentes de agua | (0.15 – 0.19) |  | Moderado y excedente de agua | (0.20 – 0.29) |  | Moderado | (0.30 - 0.39) |  | Moderado y deficitario de agua | (0.40 - 0.49) |  | Deficitario de agua | (0.50 - 0.59) |  | Altamente deficitario de agua | (> 0.60) |  |
| Calificador | Ambito numérico | Color | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altos excedentes de agua | (< 0.15) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excedentes de agua | (0.15 – 0.19) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderado y excedente de agua | (0.20 – 0.29) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderado | (0.30 - 0.39) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderado y deficitario de agua | (0.40 - 0.49) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Deficitario de agua | (0.50 - 0.59) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altamente deficitario de agua | (> 0.60) |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultados y análisis | En la siguiente figura se observa los resultados del Índice de Aridez (IA) en la cuenca del río Otún, se presentan tres tipos de calificación dentro de las categorías de este índice; para la parte alta (nacimiento del río Otún) área de influencia de la Laguna del Otún, se presentan excedentes de agua y moderados excedentes de agua, esto se puede deber a que es en la zona donde se presentan las precipitaciones más bajas de la cuenca. Posteriormente y toda el | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

área restante correspondiente a la parte alta de la cuenca en donde se encuentran las subcuencas río Azul, río Barbo, río San José y quebrada Dosquebradas, es decir en cinco de las ocho subcuencas incluidas en la cuenca se presentan altos excedentes de agua, lo cual se puede atribuir a que en esta zona se presenta los mayores valores de precipitación, en lo que se denomina el óptimo pluviométrico. Hacia la parte media baja de la cuenca, en jurisdicción de la subcuenca Combia y desembocadura del río Otún al río Cauca, se presentan excedentes de agua, lo cual se puede atribuir a disminución del régimen de precipitación y de pendientes.

Finalmente, el área adicional POMCA, que corresponde a directos al Cauca y en donde se encuentra la subcuenca Quebrada Grande y Hatoviejo, se presentan moderados y excedentes de agua. Se puede establecer entonces que la cuenca del río Otún presenta suficiencia de precipitación, para el sostenimiento de los ecosistemas que se desarrollan en dicha cuenca, adicionalmente y teniendo en cuenta que el carácter de la cuenca es de abastecimiento de agua, es muy importante que aguas arriba de la bocatoma no se presente déficit de agua.



— Drenajes principales
 □ Límite municipal
 □ Límite Plan de Ordenación
Índice de Aridez
IA
 ■ Altos excedentes de agua
 ■ Excedentes de agua
 ■ Moderado y excedente de agua

ACTUALIZACIÓN
POMCA
 RÍO OTÚN
 Plan de Ordenación y Manejo
 de la Cuenca Hidrográfica
 0 1,5 3 6 9 12
 Kilómetros

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|-------------|-------------------|----------|--|------------------------------|------|--|-----------------------------------|----------|---|-----------------------------------|------|--|---|----------|--|---|------|------|
| Nombre y sigla | Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Estimar la capacidad que tiene una cuenca para retener o regular el flujo de humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | El índice de regulación y retención hídrica fue definido en el estudio nacional del agua 2010 (IDEAM), como la capacidad que tiene una cuenca o subcuenca de retener o regular el flujo de humedad a través de esta. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $IRH=VP/Vt$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | Dónde: IRH: Índice de retención y regulación hídrica VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | El principal insumo para el cálculo de este índice se basa en la curva de duración de caudales construida a partir de caudales medios diarios, realizando 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 diario. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango de valores del indicador</th> <th>Clasificación</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>>0,85</td> <td>Muy Alto</td> <td>Muy Alta Retención y Regulación de Humedad</td> </tr> <tr> <td>0,75-0,85</td> <td>Alto</td> <td>Alta Retención y Regulación de Humedad</td> </tr> <tr> <td>0,65-0,75</td> <td>Moderado</td> <td>Media Retención y Regulación de Humedad</td> </tr> <tr> <td>0,50-0,65</td> <td>Bajo</td> <td>Baja Retención y Regulación de Humedad</td> </tr> <tr> <td><0,50</td> <td>Muy Bajo</td> <td>Muy Baja Retención y Regulación de Humedad</td> </tr> </tbody> </table> | Rango de valores del indicador | Clasificación | Descripción | >0,85 | Muy Alto | Muy Alta Retención y Regulación de Humedad | 0,75-0,85 | Alto | Alta Retención y Regulación de Humedad | 0,65-0,75 | Moderado | Media Retención y Regulación de Humedad | 0,50-0,65 | Bajo | Baja Retención y Regulación de Humedad | <0,50 | Muy Bajo | Muy Baja Retención y Regulación de Humedad | | | |
| | Rango de valores del indicador | Clasificación | Descripción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | >0,85 | Muy Alto | Muy Alta Retención y Regulación de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,75-0,85 | Alto | Alta Retención y Regulación de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,65-0,75 | Moderado | Media Retención y Regulación de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,50-0,65 | Bajo | Baja Retención y Regulación de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <0,50 | Muy Bajo | Muy Baja Retención y Regulación de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultados y análisis | <p>Resultados del IRH, calculado para la oferta hídrica de caudales diarios históricos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ZONA HIDROGRÁFICA</th> <th>IRH</th> <th>CATEGORÍA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F.H. Los Naranjos</td> <td>0,62</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)</td> <td>0,61</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)</td> <td>0,60</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)</td> <td>0,60</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)</td> <td>0,62</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)</td> <td>0,62</td> <td>Bajo</td> </tr> </tbody> </table> | ZONA HIDROGRÁFICA | IRH | CATEGORÍA | F.H. Los Naranjos | 0,62 | Bajo | F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 0,61 | Bajo | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | 0,60 | Bajo | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | 0,60 | Bajo | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 0,62 | Bajo | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | 0,62 | Bajo |
| ZONA HIDROGRÁFICA | IRH | CATEGORÍA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Los Naranjos | 0,62 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 0,61 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | 0,60 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | 0,60 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 0,62 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | 0,62 | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--------------------------------|------|----------|
| | F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | 0,63 | Bajo |
| | F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | 0,63 | Bajo |
| | F.H. Q. Manizales | 0,61 | Bajo |
| | F.H. Q. Tomineja | 0,64 | Bajo |
| | FH. Cauca | 0,65 | Bajo |
| | Q. Aguazul | 0,68 | Moderado |
| | Q. Bocachica | 0,65 | Bajo |
| | Q. Frailes | 0,59 | Bajo |
| | Q. Garrapata | 0,66 | Moderado |
| | Q. La Fría | 0,62 | Bajo |
| | Q. La Víbora | 0,63 | Bajo |
| | Q. Leticia | 0,64 | Bajo |
| | Q. Molinos | 0,61 | Bajo |
| | Q. Monos | 0,61 | Bajo |
| | Q. Pedregosa | 0,62 | Bajo |
| | Q. San Juan | 0,62 | Bajo |
| | Q. Volcanes | 0,62 | Bajo |
| | Quebrada Grande | 0,65 | Bajo |
| | Quebrada Hato viejo | 0,66 | Moderado |
| | Río Azul | 0,66 | Moderado |
| | Río Barbo | 0,62 | Bajo |
| | Río San José | 0,61 | Bajo |
| | Zona Alta | 0,63 | Bajo |
| | Zona baja | 0,64 | Bajo |
| | Zona media | 0,64 | Bajo |

En los resultados que se muestran en las Tablas “IRH calculado para oferta hídrica de caudales diarios históricos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA” se evidencia que el Índice de retención hídrica permanece BAJO en la mayor parte de las zonas o franjas hidrográfica y MODERADO en las quebradas Aguazul, Garrapatas, Hato Viejo y en río Azul, esta situación obedece a las altas pendientes que presenta la Cuenca, a la alta intensidad de las lluvias en la zona de estudio, lo que hace que escorrentía directa se active casi de manera instantánea, haciendo que se presentes caudales picos con magnitudes altas y con bastante recurrencia, de esta manera si se evalúa el caudal medio en uno de los puntos de la red de monitoreo frente a la curva de duración de caudales este permanecería o sería superado más del cincuenta por ciento del tiempo, sin embargo esto también hace que el caudal ambiental este muy cerca del caudal promedio, lo cual para efectos de oferta hídrica superficial disponible hace que esta sea muy baja.

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|-------------|------|--|--|-----|-----------------|--|------------|-------------|--|------------|-----------------|--|--------|-------------|--|
| Nombre y sigla | Índice de Uso del Agua (IUA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Estimar la presión en cuanto a cantidad de agua, que ejercen los diferentes usos del recurso hídrico. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | Este índice identifica la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y/o usuarios en un período determinado (<i>anual, mensual</i>) y unidad espacial de análisis (<i>área, zona, subzona</i>), en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales (ENA, 2010). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $UA = \frac{Oh}{Dh} * 100\%$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | Dónde: Dh: Demanda hídrica, m3/s Oh: Oferta hídrica superficial disponible, m3/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Para la determinación del IUA se requiere del cálculo de la demanda hídrica sectorial y la oferta hídrica disponible de cada una de las unidades hidrográficas de análisis. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango (Dh/Oh) *</th> <th>Categoría IUA</th> <th>Explicación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>>50</td> <td>Muy alto</td> <td>La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible</td> </tr> <tr> <td>20.01 – 50</td> <td>Alto</td> <td>La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible</td> </tr> <tr> <td>10.01 – 20</td> <td>Moderado</td> <td>La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible</td> </tr> <tr> <td>1 – 10</td> <td>Bajo</td> <td>La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible</td> </tr> </tbody> </table> | Rango (Dh/Oh) * | Categoría IUA | Explicación | 100% | | | >50 | Muy alto | La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible | 20.01 – 50 | Alto | La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible | 10.01 – 20 | Moderado | La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible | 1 – 10 | Bajo | La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible |
| | Rango (Dh/Oh) * | Categoría IUA | Explicación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | >50 | Muy alto | La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20.01 – 50 | Alto | La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.01 – 20 | Moderado | La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 – 10 | Bajo | La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|------------------|------------------|------------------|
| | ≤ 1 | Muy bajo | La presión de la demanda es muy baja con respecto a la oferta disponible | | | |
| Resultados y análisis | IUA río Otún | | | | | |
| | Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales medios en la cuenca del río Otún y los tributarios del río Cauca. | | | | | |
| | ZONA HIDROGRÁFICA | DEMANDA HÍDRICA | OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MEDIOS | IUA | CATEGORÍA | ÁREA (Ha) |
| | Cuenca del río Otún | 15299,7 | 13,8953 | 110,1 | MUY ALTO | 49149 |
| <p>El indicador para la cuenca del río Otún está mostrando una MUY ALTA presión sobre el recurso, esto se puede explicar cómo se muestra en la tabla anterior, que la oferta y la demanda hídrica en la cuenca del río Otún es similar en el punto de cierre. Sin embargo en este escenario no se está teniendo en cuenta que al río Otún durante todo su recorrido retorna aproximadamente el 40% del agua que ha sido usada en el consumo humano, no se habla de un caudal de retorno del 90%, ya que, parte del agua que es extraída de la cuenca del río Otún, es transvasada o entregada en forma de aguas residual a la cuenca del río Consota; adicionalmente se debe tener en cuenta que en el cierre de la cuenca del río Otún los caudales de 7,2 y 4,5 m³/s concedidos para la generación de energía han sido retornados a esta fuente hídrica, al igual que el de 0,8 m³/s que es usado para la piscicultura.</p> | | | | | | |
| Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales mínimos en la cuenca del río Otún y los tributarios del río Cauca. | | | | | | |
| ZONA HIDROGRÁFICA | DEMANDA HÍDRICA | OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MÍNIMOS | IUA | CATEGORÍA | ÁREA (Ha) | |
| Cuenca del río Otún | 15299,7 | 8,34928 | 183,2 | MUY ALTO | 49149 | |
| <p>De acuerdo al ENA, 2014, en el anexo 2 “indicadores por subzonas hidrográfica” el río Otún y otros tributarios directos al río Cauca presenta un IUA de 5,71 BAJO, para año medio y de 15,18 MODERADO, para año seco, situación que difiere al hace un zoom en el área de estudio, tal como evidencia en los datos obtenidos en el presente estudio.</p> | | | | | | |

IUA de cada una de las zonas hidrográficas

Tabla. Resultados IUA calculado para la oferta hídrica de caudales medios en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.

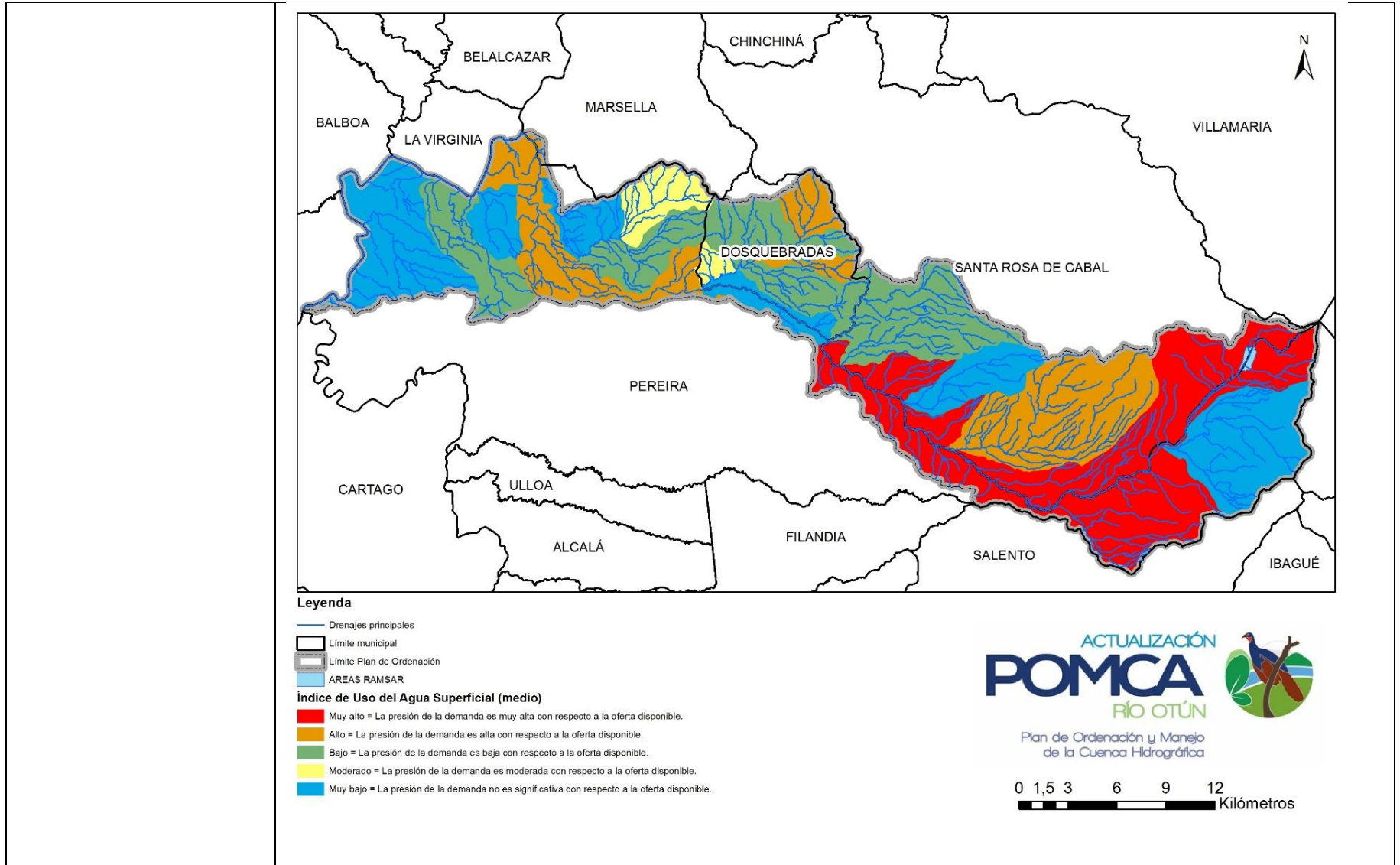
| ZONA HIDROGRÁFICA | DEMANDA HÍDRICA (m3/s) | OFERTA HÍDRICA (m3/s) caudales medios | IUA | CATEGORÍA IUA | AREA_ha |
|---|------------------------|---------------------------------------|------|---------------|---------|
| F.H. Los Naranjos | 0,0003 | 0,1692 | 0,0 | MUY BAJO | 564 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 0,094595 | 0,489 | 19,3 | MODERADO | 1630 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | 0 | 0,1713 | 0,0 | MUY BAJO | 571 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | 0 | 0,0654 | 0,0 | MUY BAJO | 218 |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 0,011756 | 0,1062 | 11,1 | MODERADO | 354 |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | 0 | 0,0435 | 0,0 | MUY BAJO | 145 |
| F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | 0,00522 | 0,1725 | 3,0 | BAJO | 575 |
| F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | 0,0021 | 0,1842 | 1,1 | BAJO | 614 |
| F.H. Q. Manizales | 0,01543 | 0,1818 | 8,5 | BAJO | 606 |
| F.H. Q. Tomineja | 0,01377 | 0,2019 | 6,8 | BAJO | 673 |
| FH. Cauca | 0 | 0,3258 | 0,0 | MUY BAJO | 1086 |
| Q. Aguazul | 0,074258 | 0,3189 | 23,3 | ALTO | 1063 |
| Q. Bocachica | 0,004 | 0,1494 | 2,7 | BAJO | 498 |
| Q. Frailes | 0,02163 | 0,2286 | 9,5 | BAJO | 762 |
| Q. Garrapata | 0 | 0,339 | 0,0 | MUY BAJO | 1130 |
| Q. La Fría | 0,00799 | 0,1524 | 5,2 | BAJO | 508 |

| | | | | | |
|---------------------|----------|---------|-------|----------|-------|
| Q. La Víbora | 0,00517 | 0,1929 | 2,7 | BAJO | 643 |
| Q. Leticia | 0 | 0,4014 | 0,0 | MUY BAJO | 1338 |
| Q. Molinos | 0,03319 | 0,15 | 22,1 | ALTO | 500 |
| Q. Monos | 0,022891 | 0,2588 | 8,8 | BAJO | 1294 |
| Q. Pedregosa | 0,028 | 0,1226 | 22,8 | ALTO | 613 |
| Q. San Juan | 0,0004 | 1 | 0,0 | MUY BAJO | 2000 |
| Q. Volcanes | 0,00763 | 0,6111 | 1,2 | BAJO | 2037 |
| Quebrada Grande | 0,0061 | 0,4012 | 1,5 | BAJO | 2006 |
| Quebrada Hato viejo | 0 | 0,4182 | 0,0 | MUY BAJO | 2091 |
| Río Azul | 0 | 1,4031 | 0,0 | MUY BAJO | 4677 |
| Río Barbo | 0,87 | 1,8288 | 47,6 | ALTO | 6096 |
| Río San José | 0,00977 | 0,8214 | 1,2 | BAJO | 2738 |
| Zona Alta | 9,594155 | 8,6135 | 111,4 | MUY ALTO | 15082 |
| Zona baja | 4,50717 | 13,1951 | 34,2 | ALTO | 3659 |
| Zona media | 0,002275 | 0,3162 | 0,7 | MUY BAJO | 1054 |

Se determinó el IUA en las zonas hidrográficas del área en ordenación, para la oferta hídrica disponible en los periodos de caudales medios y mínimos, identificándose que el índice presenta categorías de MUY BAJA a MODERADA, en gran parte del área POMCA.

A excepción de la zona alta y baja del río Otún que arrojó un IUA MUY ALTO, este como consecuencia que en estas dos zonas se ubican las mayores captaciones realizadas en el cauce principal del río Otún. Estas captaciones son las de 2,35 m³/s para el abastecimiento del consumo humano de los municipios de Pereira y parte de Dosquebradas y la de 11,7 m³/s para generación de energía. Es de aclarar que el agua usada para la generación de energía se capta en dos lugares diferentes y retornan el agua al cauce principal sin modificar sus características Físicoquímicas.

Adicionalmente la captación de agua para la generación de energía se ha realizado históricamente en periodos hidrológicos donde el río presenta una oferta hídrica disponible alta. Sin embargo el índice está evidenciando que la oferta hídrica del río en estas áreas hidrográficas requiere de la priorización de usos o hasta la restricción de uno de ellos, sustentándose en el orden importancia de los usos estipulado en el decreto 3930 de 2010.



Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales mínimos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA

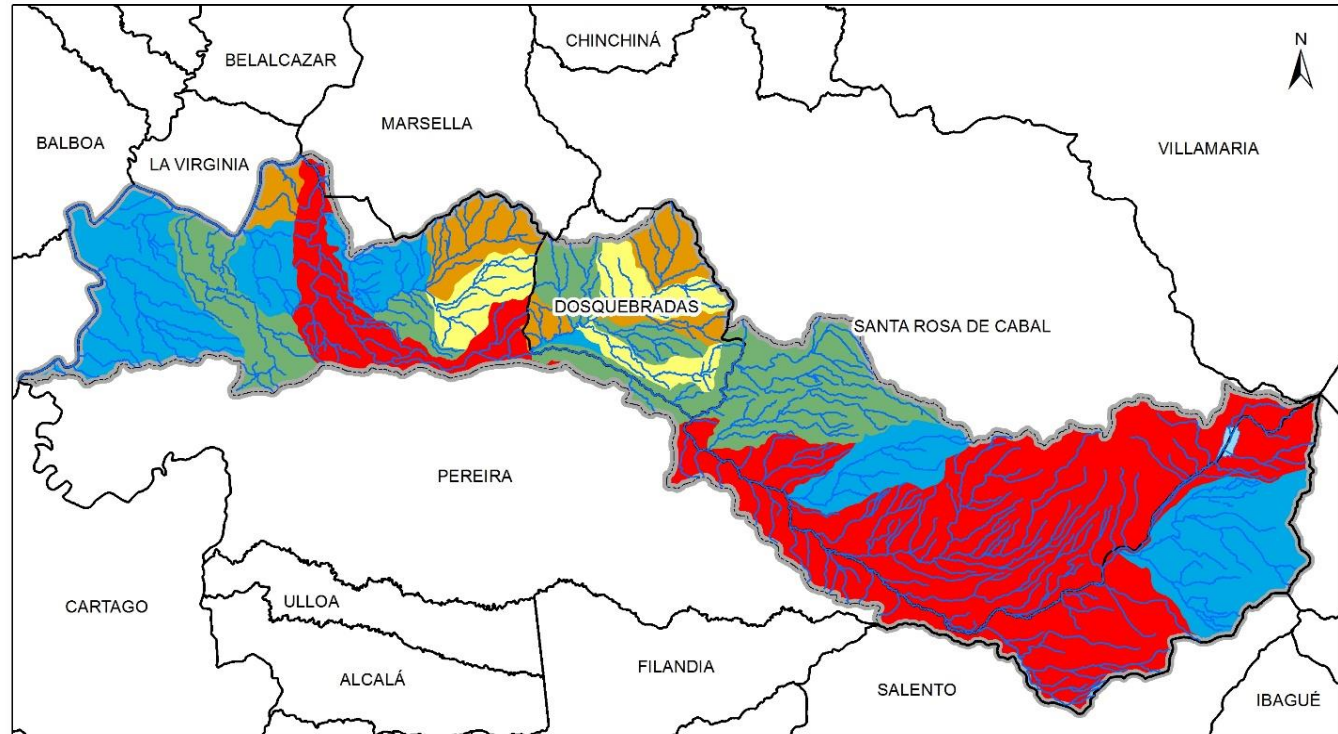
| ZONA HIDROGRÁFICA | DEMANDA HÍDRICA (m3/s) | OFERTA HÍDRICA (m3/s) caudales mínimos | IUA | CATEGORÍA IUA | AREA_ha |
|---|------------------------|--|------|---------------|---------|
| F.H. Los Naranjos | 0,0003 | 0,0846 | 0,0 | MUY BAJO | 564 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 0,094595 | 0,2445 | 38,7 | ALTO | 1630 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | 0 | 0,08565 | 0,0 | MUY BAJO | 571 |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | 0 | 0,0327 | 0,0 | MUY BAJO | 218 |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 0,011756 | 0,0531 | 22,1 | ALTO | 354 |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | 0 | 0,02175 | 0,0 | MUY BAJO | 145 |
| F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | 0,00522 | 0,08625 | 6,1 | BAJO | 575 |
| F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | 0,0021 | 0,0921 | 2,3 | BAJO | 614 |
| F.H. Q. Manizales | 0,01543 | 0,0909 | 17,0 | MODERADO | 606 |
| F.H. Q. Tomineja | 0,01377 | 0,10095 | 13,6 | MODERADO | 673 |
| F.H. Cauca | 0 | 0,1086 | 0,0 | MUY BAJO | 1086 |
| Q. Aguazul | 0,074258 | 0,18071 | 41,1 | ALTO | 1063 |
| Q. Bocachica | 0,004 | 0,08466 | 4,7 | BAJO | 498 |
| Q. Frailes | 0,02163 | 0,12954 | 16,7 | MODERADO | 762 |
| Q. Garrapata | 0 | 0,113 | 0,0 | MUY BAJO | 1130 |
| Q. La Fría | 0,00799 | 0,08636 | 9,3 | BAJO | 508 |

| | | | | | |
|---------------------|----------|---------|-------|----------|-------|
| Q. La Víbora | 0,00517 | 0,10931 | 4,7 | BAJO | 643 |
| Q. Leticia | 0 | 0,22746 | 0,0 | MUY BAJO | 1338 |
| Q. Molinos | 0,03319 | 0,085 | 39,0 | ALTO | 500 |
| Q. Monos | 0,022891 | 0,1294 | 17,7 | MODERADO | 1294 |
| Q. Pedregosa | 0,028 | 0,0613 | 45,7 | ALTO | 613 |
| Q. San Juan | 0,0004 | 0,6 | 0,1 | MUY BAJO | 2000 |
| Q. Volcanes | 0,00763 | 0,4074 | 1,9 | BAJO | 2037 |
| Quebrada Grande | 0,0061 | 0,2006 | 3,0 | BAJO | 2006 |
| Quebrada Hato viejo | 0 | 0,2091 | 0,0 | MUY BAJO | 2091 |
| Río Azul | 0 | 0,79509 | 0,0 | MUY BAJO | 4677 |
| Río Barbo | 0,87 | 1,03632 | 84,0 | MUY ALTO | 6096 |
| Río San José | 0,00977 | 0,46546 | 2,1 | BAJO | 2738 |
| Zona Alta | 9,594155 | 5,40275 | 177,6 | MUY ALTO | 15082 |
| Zona baja | 4,50717 | 8,24068 | 54,7 | MUY ALTO | 3659 |
| Zona media | 0,002275 | 0,2108 | 1,1 | BAJO | 1054 |

Cuando se determina el IUA con las ofertas hídrica disponible generada por los caudales mínimos se evidencia que existen cinco franjas hidrográficas que presentan un indicador ALTO, presentando riesgo.

| Zona hidrográfica | Demanda hídrica (m3/s) | Oferta hídrica (m3/s) caudales mínimos | IUA | Categoría IUA | Área (ha) |
|---|------------------------|--|------|---------------|-----------|
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 0,094595 | 0,2445 | 38,7 | ALTO | 1630 |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 0,011756 | 0,0531 | 22,1 | ALTO | 354 |
| Q. Aguazul | 0,074258 | 0,18071 | 41,1 | ALTO | 1063 |
| Q. Molinos | 0,03319 | 0,085 | 39,0 | ALTO | 500 |
| Q. Pedregosa | 0,028 | 0,0613 | 45,7 | ALTO | 613 |

La información anterior coincide con la problemática actual, tal es el caso de la F.H.Q Combia (Cuenca Alta), que en la actualidad cuenta con reglamentación de la corriente, situación que prioriza las captaciones otorgadas, ya que el recurso hídrico presenta déficit



Legenda

- Drenajes principales
- Límite municipal
- Límite Plan de Ordenación
- AREAS RAMSAR

Índice de Uso del Agua Superficial (mínimo)

- Muy alto = La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
- Alto = La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
- Bajo = La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
- Moderado = La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
- Muy bajo = La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.



Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica



IUA en áreas de especial importancia

En la cuenca del río Otún se identifican dos puntos donde se realizan las mayores captaciones de agua, el primero en el orden descendente de la corriente es la bocatoma multipropósito o Nuevo Libare de donde se tiene otorgado por medio de concesión 9,55 m³/s, los cuales se reparten para los usos de consumo doméstico y generación de energía y el otro es la estación Belmonte donde se tiene concedido un caudal de 4,5 m³/s para la generación de energía.

Al realizar la sumatoria de las demandas en estos dos puntos se obtuvo para la zona de cierre de la bocatoma multipropósito la demanda es de 9,55 m³/s y la oferta de 9,43 m³/s y el índice de uso del agua revela que la presión del recurso hídrico es MUY ALTA.

| Zona hidrográfica | Demanda hídrica | Oferta hídrica disponible. Caudales medios | IUA | Categoría | Área (ha) |
|-------------------------|-----------------|--|-------------|-----------|-----------|
| Bocatoma multipropósito | 9,550 | 9,43 | 101,3 | MUY ALTO | 32630 |
| Estación Belmonte | 15,30 | 12,55 | 114,7702658 | MUY ALTO | 44227 |

| Zona hidrográfica | Demanda hídrica | Oferta hídrica disponible. Caudales mínimos | IUA | Categoría | Área (ha) |
|-------------------------|-----------------|---|-------|-----------|-----------|
| Bocatoma multipropósito | 9,550 | 5,86821 | 162,7 | MUY ALTO | 32630 |
| Estación Belmonte | 15,30 | 7,72998 | 197,9 | MUY ALTO | 44227 |

IUA priorizando usos del agua

En este caso se calculó el IUA en el punto de la bocatoma multipropósito con la oferta hídrica disponible para caudales medios y mínimos, suspendiendo la captación de agua para la generación de energía, con el propósito de analizar la variación del índice del uso del agua cuando se suspende este uso.

| Zona hidrográfica | Demanda hídrica (m3/s) | Oferta hídrica disponible. (m3/s) | IUA | Categoría | Área (ha) |
|--|------------------------|-----------------------------------|------|-----------|-----------|
| Bocatoma multipropósito sin considerar el uso del agua para la generación de energía (caudal medio) | 3,28 | 9,43 | 34,8 | ALTO | 392083 |
| Bocatoma multipropósito sin considerar el uso del agua para la generación de energía (caudal mínimo) | 3,28 | 5,86821 | 55,9 | MUY ALTO | 392083 |

El IUA para este punto se calculó sin la demanda para la generación de energía reflejando que la presión sobre el recurso hídrico es ALTA para los caudales medios y MUY ALTA para los mínimos, demostrando que la oferta hídrica actual está al límite de su disponibilidad, restringiendo futuras demandas.

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------------------------------|--|----------|------|----------|----------|----------|------|----------|------|-------|----------|----------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|-------|------|----------|-------|----------|------|-------|----------|--------|-------|
| Nombre y sigla | Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Estimar la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) mide la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como períodos largos de estiaje o eventos climáticos extremos, pueden generar riesgos de desabastecimiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | N-A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | El IVH determina para cada unidad hidrográfica una categoría establecida mediante la interacción del IRH y el IUA por medio de una matriz de decisión. El IVH toma en cuenta de manera explícita la relación existente entre el volumen de agua requerido para los diferentes usos, así como las características físicas de las cuencas de interés que se reflejan en la capacidad de la misma para mantener un adecuado abastecimiento de agua. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Se requiere como insumo el Índice de Regulación Hídrica y el Índice de Uso del Agua (IUA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <p style="text-align: center;">Matriz que relaciona el IUA y el IRH</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)</th> <th>ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)</th> <th>ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Alto</td> <td>Muy Bajo</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Moderado</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Muy bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Modera</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Alto</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Muy Bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>Alto</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>Modera</td> <td>Medio</td> </tr> </tbody> </table> | ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) | ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH) | ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH) | Muy Bajo | Alto | Muy Bajo | Muy Bajo | Moderado | Bajo | Muy Bajo | Bajo | Medio | Muy Bajo | Muy bajo | Medio | Bajo | Modera | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Alto | Medio | Bajo | Muy Bajo | Medio | Moderado | Alto | Medio | Moderado | Modera | Medio |
| ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) | ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH) | ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy Bajo | Alto | Muy Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy Bajo | Moderado | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy Bajo | Bajo | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy Bajo | Muy bajo | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bajo | Modera | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bajo | Bajo | Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bajo | Alto | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bajo | Muy Bajo | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderado | Alto | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderado | Modera | Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------|---|---|-------------------------------------|---|---|
| | | Moderado | Bajo | Alto | |
| | | Moderado | Muy Bajo | Alto | |
| | | Alto | Alto | Medio | |
| | | Alto | Modera | Alto | |
| | | Alto | Bajo | Alto | |
| | | Alto | Muy Bajo | Muy Bajo | |
| | | Muy Alto | Alto | Medio | |
| | | Muy Alto | Modera | Alto | |
| | | Muy Alto | Bajo | Alto | |
| | | Muy Alto | Muy Bajo | Muy Bajo | |
| Resultados y análisis | El Índice de Vulnerabilidad Hídrica, se calculó para las diferentes unidades hidrográficas determinadas en el Área POMCA del río Otún, tomando periodos de caudales medios y mínimos, obteniéndose los resultados que relacionan en Tablas "IVH para periodos de caudales medios" y "IVH para periodos de caudales mínimos" | | | | |
| | | Zona hidrográfica | Índice de uso del agua (IUA) | Índice de regulación hídrica (IRH) | Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) |
| | | F.H. Los Naranjos | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| | | F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | MODERADO | Bajo | ALTO |
| | | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| | | F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| | | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | MODERADO | Bajo | ALTO |
| | | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |

| | | | |
|--------------------------------|----------|----------|-------|
| F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | BAJO | Bajo | BAJO |
| F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | BAJO | Bajo | BAJO |
| F.H. Q. Manizales | MODERADO | Bajo | BAJO |
| F.H. Q. Tomineja | BAJO | Bajo | BAJO |
| FH. Cauca | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| Q. Aguazul | ALTO | Moderado | ALTO |
| Q. Bocachica | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Frailes | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Garrapata | MUY BAJO | Moderado | BAJO |
| Q. La Fría | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. La Víbora | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Leticia | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| Q. Molinos | MODERADO | Bajo | ALTO |
| Q. Monos | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Pedregosa | ALTO | Bajo | ALTO |
| Q. San Juan | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| Q. Volcanes | BAJO | Bajo | BAJO |
| Quebrada Grande | BAJO | Bajo | BAJO |
| Quebrada Hato viejo | MUY BAJO | Moderado | BAJO |
| Río Azul | MUY BAJO | Moderado | BAJO |

| | | | | |
|--|--------------|----------|------|-------|
| | Río Barbo | ALTO | Bajo | ALTO |
| | Río San José | BAJO | Bajo | BAJO |
| | Zona Alta | MUY ALTO | Bajo | ALTO |
| | Zona Baja | ALTO | Bajo | ALTO |
| | Zona media | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |

| Zona hidrográfica | Categoría IUA | Índice de regulación hídrica (IRH) | Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) |
|---|---------------|------------------------------------|--|
| F.H. Los Naranjos | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | ALTO | Bajo | ALTO |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | ALTO | Bajo | ALTO |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | BAJO | Bajo | BAJO |
| F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | BAJO | Bajo | BAJO |
| F.H. Q. Manizales | ALTO | Bajo | ALTO |
| F.H. Q. Tomineja | MODERADO | Bajo | ALTO |
| FH. Cauca | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |

| | | | |
|---------------------|----------|----------|-------|
| Q. Aguazul | ALTO | Moderado | ALTO |
| Q. Bocachica | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Frailes | MODERADO | Bajo | ALTO |
| Q. Garrapata | MUY BAJO | Moderado | BAJO |
| Q. La Fría | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. La Víbora | BAJO | Bajo | BAJO |
| Q. Leticia | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| Q. Molinos | ALTO | Bajo | ALTO |
| Q. Monos | MODERADO | Bajo | ALTO |
| Q. Pedregosa | ALTO | Bajo | ALTO |
| Q. San Juan | MUY BAJO | Bajo | MEDIO |
| Q. Volcanes | BAJO | Bajo | BAJO |
| Quebrada Grande | BAJO | Bajo | BAJO |
| Quebrada Hato viejo | MUY BAJO | Moderado | BAJO |
| Río Azul | MUY BAJO | Moderado | BAJO |
| Río Barbo | MUY ALTO | Bajo | ALTO |
| Río San José | BAJO | Bajo | BAJO |
| Zona Alta | MUY ALTO | Bajo | ALTO |
| Zona baja | MUY ALTO | Bajo | ALTO |
| Zona media | BAJO | Bajo | BAJO |

En 14 de las 31 unidades hidrográficas se obtuvo un IVH con categoría BAJA, en 8 el indicador fue MEDIO, para períodos de caudales medios y mínimos, mostrando que estas zonas presentan de poca a moderada vulnerabilidad por desabastecimiento, situación que obedece a la MUY BAJA o BAJA presión por el uso del agua, es decir, la oferta

| | |
|--|--|
| | <p>disponible no está siendo extraída o la fuente hídrica cuenta con una buena oferta disponible, como en el caso de las unidades hidrológicas de Frailes, La Fría, La Víbora, Tomineja y Manizales, en las que se reconocen demandas para consumo humano e industrial.</p> <p>Otro aspecto a analizar en las unidades hidrográficas de la zona de estudio, es que no presentan un buen indicador de IRH, ya que, por las condiciones de alta pendiente, entre otras, permiten que la precipitación se convierta en escorrentía directa, disminuyendo la capacidad de la cuenca de retener y regular el agua que recibe.</p> <p>Para el restante número de unidades hidrográficas el Índice de Vulnerabilidad Hídrica es ALTO, demostrando que, aunado a la dificultad de nuestras unidades hidrográficas de retener y regular el agua, la demanda sobre el recurso hídrico es ALTA, coincidiendo con las 5 áreas destacadas en numeral del IUA, dado que precisamente sobre estas áreas se ubica la mayor cantidad de población y actividades que está demandando el recurso hídrico.</p> |
|--|--|

| |
|------------------------------------|
| COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO |
| TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA |

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------|------------------|-------------|--|--|--|
| Nombre y sigla | Índice de Calidad del Agua (ICA) | | | | | | |
| Objetivo | Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca | | | | | | |
| Definición | Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas | | | | | | |
| Fórmula | <p>El índice de calidad del agua es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de varias variables. Para el nivel regional se propone calcular el ICA con siete variables, es decir, con inclusión de un parámetro microbiológico:</p> $ICA = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot I_i)$ <p>Dónde: <i>I_i</i>: valor calculado de la variable <i>i</i> (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente) <i>w_i</i>: ponderación</p> | | | | | | |
| Variables y Unidades | <p>Tabla 92. Ponderación para cinco variables</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Variable</th> <th style="width: 20%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 30%;">Ponderación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> | Variable | Unidad de medida | Ponderación | | | |
| Variable | Unidad de medida | Ponderación | | | | | |
| | | | | | | | |

| | <table border="1"> <tr> <td>Oxígeno disuelto</td> <td>% Saturación</td> <td>0.16</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Potencial de hidrogeno</td> <td>Unidades de pH</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Fecales</td> <td>UFC/100 ml</td> <td>0.14</td> </tr> </table> <p>Fuente: ERA Nota: Las variables y pesos de importancia podrán ser modificados según lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua ERAS a ser publicados por el IDEAM</p> | Oxígeno disuelto | % Saturación | 0.16 | Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 0.14 | Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 0.14 | Potencial de hidrogeno | Unidades de pH | 0.14 | Coliformes Fecales | UFC/100 ml | 0.14 | | | |
|--|---|------------------|--------------|-------|-----------------------------|---------|------|----------------------------|-------------|---------|------------------------|----------------|----------|--------------------|------------|-------|-------|------------|------|
| Oxígeno disuelto | % Saturación | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potencial de hidrogeno | Unidades de pH | 0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coliformes Fecales | UFC/100 ml | 0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Información primaria y secundaria sobre monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descriptor</th> <th>Calificación</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy malo</td> <td>0 -0.25</td> <td>Rojo</td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td>0.26 – 0.50</td> <td>Naranja</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>0.51 – 0.70</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>0.71 -0.90</td> <td>Verde</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>0.91 -1.00</td> <td>Azul</td> </tr> </tbody> </table> | Descriptor | Calificación | Color | Muy malo | 0 -0.25 | Rojo | Malo | 0.26 – 0.50 | Naranja | Regular | 0.51 – 0.70 | Amarillo | Aceptable | 0.71 -0.90 | Verde | Bueno | 0.91 -1.00 | Azul |
| Descriptor | Calificación | Color | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy malo | 0 -0.25 | Rojo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Malo | 0.26 – 0.50 | Naranja | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Regular | 0.51 – 0.70 | Amarillo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aceptable | 0.71 -0.90 | Verde | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bueno | 0.91 -1.00 | Azul | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultados y análisis | <p>En principio es necesario tener en cuenta que el ENA2014 y la hoja metodológica para el cálculo del indicador publicada por el IDEAM, contemplan el cálculo con cinco y seis variables; a su vez los lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua del IDEAM (2013) adiciona para el cálculo una variable. Con los parámetros monitoreados en el POMCA del río Otún se puede calcular el ICA con siete variables, sin embargo en el desarrollo de los cálculos y análisis de los resultados con base en el conocimiento que se tiene de la cuenca, se encontraron algunos aspectos no consistentes en los resultados, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:</p> <p>-La Conductividad Eléctrica refleja la mineralización (IDEAM 2016), sin embargo se observa que los pesos porcentuales respecto a la calificación de este parámetro son muy bajos y se relaciona con los valores reportados, es decir en estaciones históricas de buena calidad, donde no existen presiones ambientales, pero que reportan valores altos de conductividad el peso porcentual es muy bajo, lo cual afecta la calificación final del indicador, en este sentido se omitió en el cálculo del ICA la Conductividad Eléctrica.</p> <p>-Los análisis se realizaron en laboratorios diferentes para la primera y segunda campaña (de acuerdo con lo mencionado en el numeral 6.8 del presente informe, si bien los laboratorios contratados tienen Acreditación por el IDEAM (anexos 10 y 11), utilizan técnicas, equipos diferentes y por consiguiente varían los límites de cuantificación del ensayo; en este sentido el Nitrógeno Total arroja valores de límites de cuantificación para la primera campaña < 10 mg/L y para la segunda campaña de < 1.54 mg/L, por lo que se puede aducir concentraciones no detectables. Por las anteriores razones se decidió no utilizar este parámetro para el cálculo del indicador ya que no son consistentes los límites de cuantificación y esto podría afectar el cálculo del indicador.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

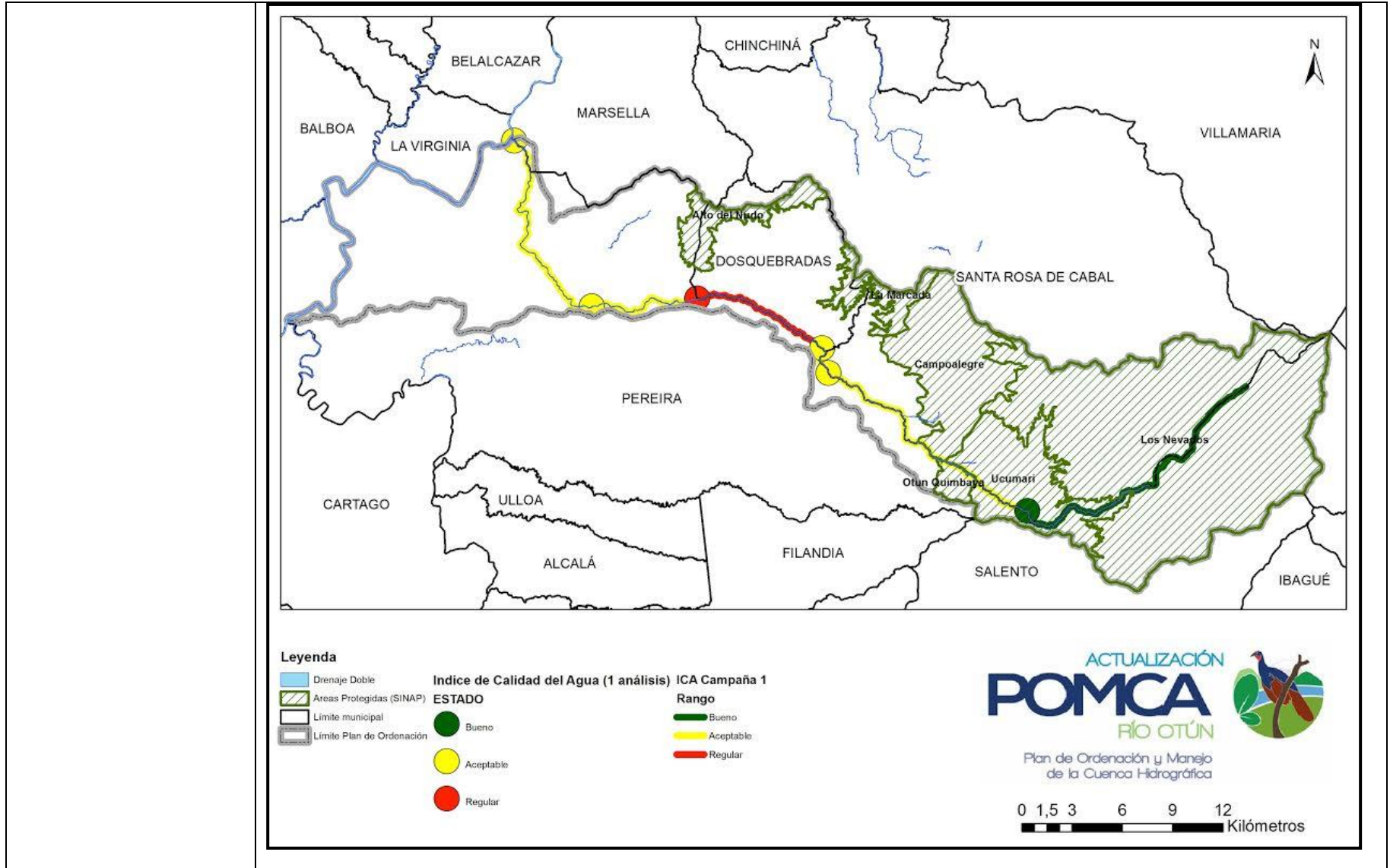
De acuerdo con lo establecido se presentan los resultados del ICA para los campañas de monitoreo realizadas, con las ponderaciones y parámetros establecidos en la tabla 1, aclarando adicionalmente que se incluyó un punto no monitoreado que corresponde al nacimiento de la quebrada Aguazul, esto con el fin de tener un punto de referencia en el nacimiento de la quebrada Dosquebradas, se tomó para el cálculo del ICA en esta estación los resultados de los monitoreados realizados en el marco de la formulación del Plan de Ordenamiento del río Otún.

Resultados ICA

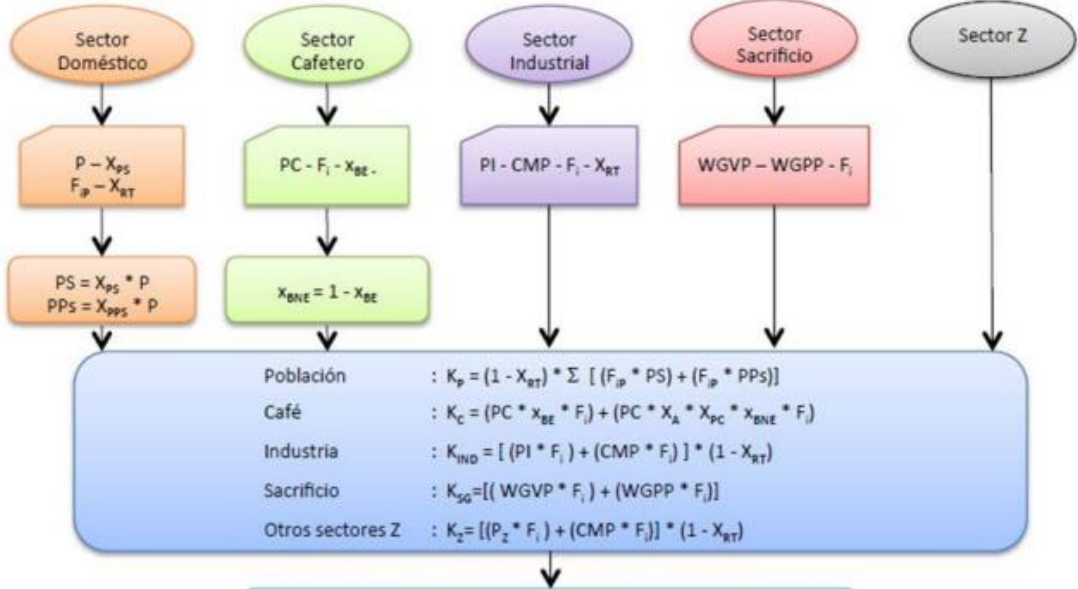
| Nombre de estación | Primera campaña | | Segunda campaña | |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Valor ICA | Clasificación | Valor ICA | Clasificación |
| R. Otún. El Cedral | 0.93 | Bueno | 0.91 | Bueno |
| R. Otún. Bocatoma Nuevo Libare | 0.75 | Aceptable | 0.79 | Aceptable |
| R. Otún. Después de Q. San José | 0.74 | Aceptable | 0.77 | Aceptable |
| R. Otún Después Estación Belmonte | 0.70 | Regular | 0.69 | Regular |
| R. Otún Desembocadura | 0.71 | Aceptable | 0.76 | Aceptable |
| Nacimiento Quebrada Aguazul | 0.78 | Aceptable | 0.78 | Aceptable |
| Q. Dosquebradas Desembocadura | 0.58 | Regular | 0.65 | Regular |

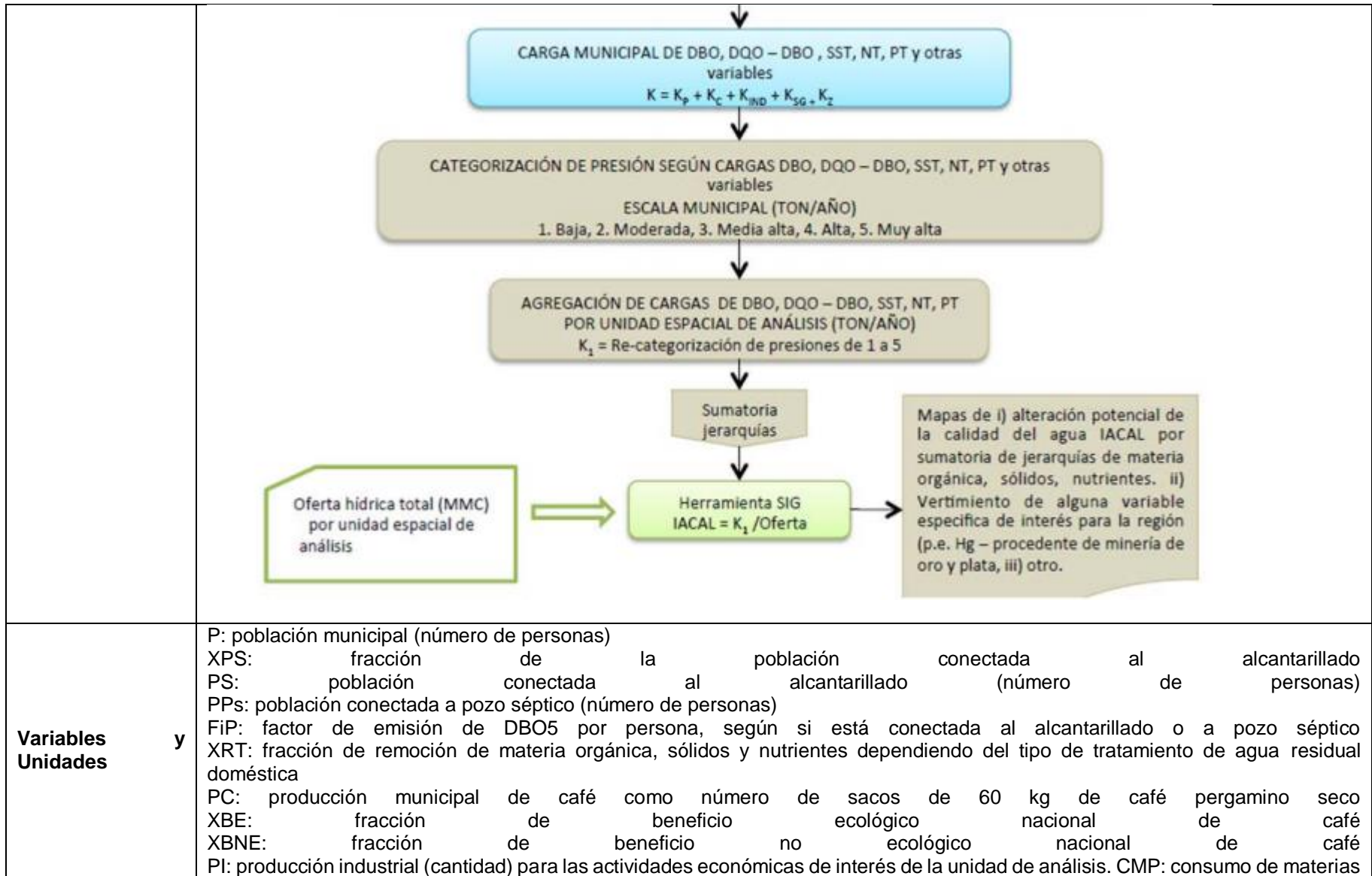
De la tabla 2, se puede establecer que los resultados del ICA fueron coincidentes para las dos campañas de monitoreo, en donde se aprecia que la primera estación de monitoreo (El Cedral) parte alta de la cuenca presenta un ICA de calidad Buena, posteriormente la estación bocatoma Nuevo Libaré, que es metros antes de la captación multipropósito para abastecimiento de Pereira y parte de Dosquebradas presenta una calidad aceptable y lo mismo para la estación antes del casco urbano de Pereira (después de quebrada San José); la siguiente estación que ya corresponde a la parte final del tramo urbano de Pereira y Dosquebradas (Estación Belmonte) y la estación previa a la desembocadura al río Otún después de recibir todas las descargas de aguas residuales presenta una calidad Regular, con lo cual se puede inferir que el río Otún tiene condiciones de autodepuración y reaireación.

Para el caso de la quebrada Dosquebradas, en el presente proyecto, sólo se monitoreo una estación, que se localiza aguas arriba previas a la desembocadura al río Otún, presenta una calidad regular, sin embargo con el fin de poder tener un punto de referencia en el nacimiento de la quebrada Dosquebradas se incluyó la estación nacimiento de la quebrada Aguazul y se utilizaron los resultados del monitoreo realizado en el marco del PORH, para ésta estación el indicador el ICA es de calidad aceptable.








COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------|--|
| Nombre y sigla | Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua (IACAL) |
| Objetivo | Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas. |
| Definición | Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la Presión Ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico. |
| Fórmula |  <p>The flowchart illustrates the calculation of the IACAL index. It starts with five sectors: Sector Doméstico, Sector Cafetero, Sector Industrial, Sector Sacrificio, and Sector Z. Each sector has specific variables and formulas leading to a final calculation box.</p> <p>Sector Doméstico: Variables: $P - X_{PS}$, $F_{IP} - X_{RT}$. Formulas: $PS = X_{PS} * P$, $PPS = X_{PPS} * P$.</p> <p>Sector Cafetero: Variables: $PC - F_i - X_{BE}$. Formula: $X_{BNE} = 1 - X_{BE}$.</p> <p>Sector Industrial: Variables: $PI - CMP - F_i - X_{RT}$.</p> <p>Sector Sacrificio: Variables: $WGVP - WGPP - F_i$.</p> <p>Sector Z: Variable: $P_z - F_i$.</p> <p>Final Calculation Box:</p> <ul style="list-style-type: none"> Población : $K_p = (1 - X_{RT}) * \Sigma [(F_{IP} * PS) + (F_{IP} * PPS)]$ Café : $K_c = (PC * X_{BE} * F_i) + (PC * X_A * X_{PC} * X_{BNE} * F_i)$ Industria : $K_{IND} = [(PI * F_i) + (CMP * F_i)] * (1 - X_{RT})$ Sacrificio : $K_{SO} = [(WGVP * F_i) + (WGPP * F_i)]$ Otros sectores Z : $K_z = [(P_z * F_i) + (CMP * F_i)] * (1 - X_{RT})$ |



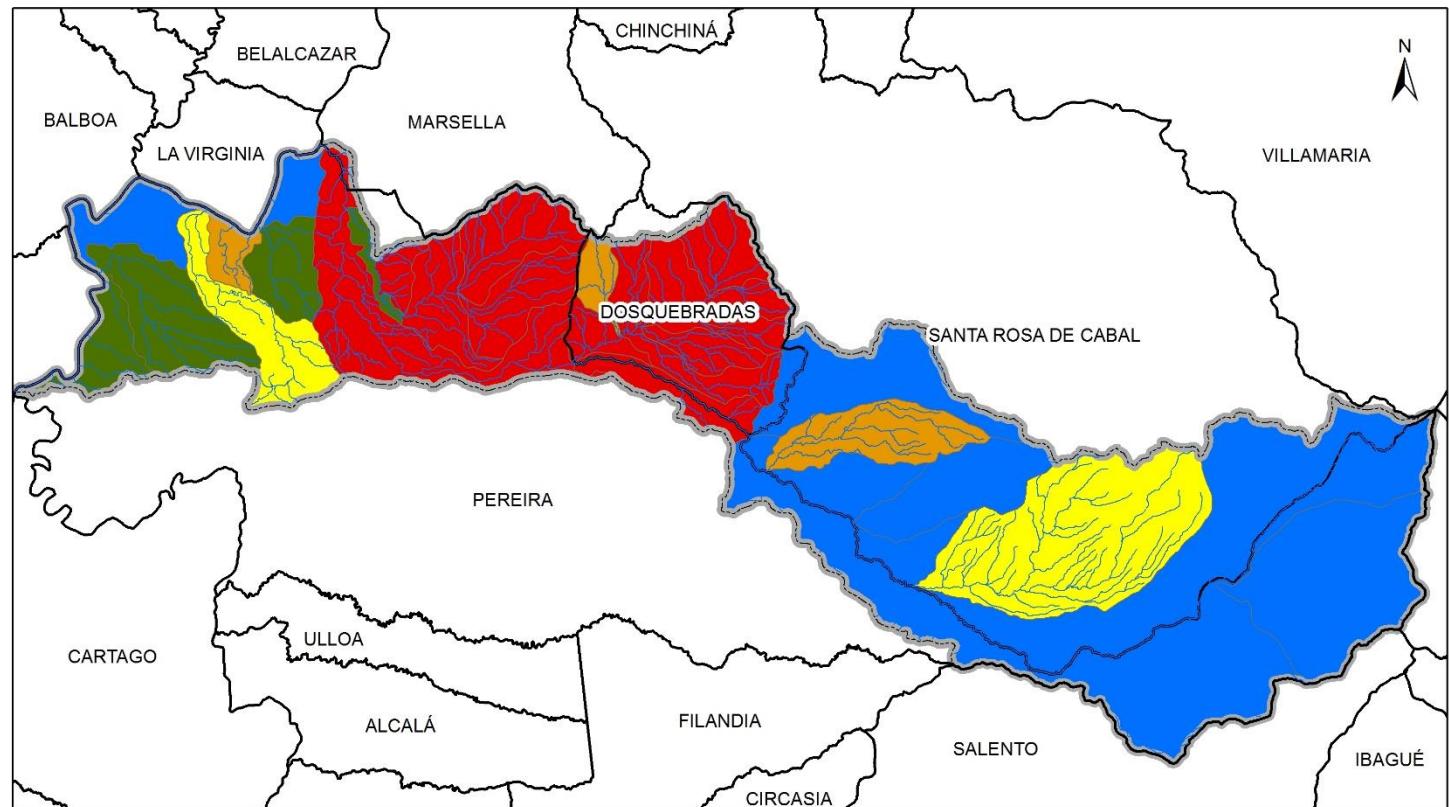
| | |
|-----------------------|---|
| | <p>primas para una industria determinada</p> <p>XRT: fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector Fi: factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida</p> <p>WGVP: tonelada de animal (vacuno) en pie</p> <p>WGPP: tonelada de animal (porcino) en pie</p> <p>KP: carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año</p> <p>KC: carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año</p> <p>KIND: carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año</p> <p>KsG: carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año</p> <p>K: carga municipal de DBO5 en ton/año</p> <p>KZ: carga de otra variable de interés de otras actividades económicas específicas de la unidad de análisis, en ton /año. p. ej., minería, etc.</p> |
| <p>Insumos</p> | <p>Sector doméstico: Entre las fuentes de información secundaria con contenidos referidos a los aspectos sociodemográficos requeridos en este documento de diagnóstico se contó con el Censo general 2005 y las proyecciones de población del DANE, y la base consolidada del Sisben a febrero de 2016.</p> <p>Para el censo general 2005 se realizaron consultas mediante Redatam a nivel de sector censal y se articuló la cartografía correspondiente con la de las microcuencas y zonas hidrográficas de estudio</p> <p>Sector Sacrificio de ganado: Para el cálculo de cargas se tuvo en cuenta la información suministrada por la corporación autónoma regional de Risaralda referente al cobro de tasa retributiva, en donde básicamente existe una centra del sacrificio para la cuenca y es el Frigorífico del Otún, que se localiza en la zona hidrográfica baja.</p> <p>Sector cafetero: Se utilizó la información de producción en los municipios de la cuenca suministrada por la Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda, así mismo se consultó bibliografía sobre el tema de cargas contaminantes del beneficio del café archivos de artículos publicados por CENICAFE.</p> <p>Sector Industrial: Se tuvieron en cuenta las cargas contaminantes para cobro de tasa retributiva, información suministrada por la corporación autónoma regional de Risaralda – CARDER y de las industrias que se tienen vertimientos directos.</p> <p>Los demás sectores como el de minería de oro, plata y cultivos ilícitos no se tuvieron en cuenta debido a que la zona objeto de estudio no presenta dichas actividades en las áreas de influencia.</p> |

| Interpretación de la calificación | PROMEDIO DE CATEGORÍA (DBO + SST)/2 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| | Categoría | Valor | Color |
| | Baja | 1 |  |
| | Moderada | 2 |  |
| | Media alta | 3 |  |
| | Alta | 4 |  |
| Muy Alta | 5 |  | |

Se aclara que si bien el indicador en la hoja metodológica publicada por el IDEAM y utilizada en el ENA 2010 y 2014, establece la estimación de cargas para cinco variables físicoquímicas, las cuales son: DBO, DQO-DBO, SST, NT y PT; para la cuenca del río Otún, se contaba con trazabilidad de información para los parámetros DBO y SST, con los cuales se cobra la tasa retributiva. Así las cosas el IACAL para año seco y medio se calculó únicamente para los parámetros mencionados.

| Área Hidrográfica | K DBO (TON/AÑO) | K SST (TON/AÑO) | Q AÑO SECO HM3/AÑO | Q AÑO MEDIO HM3/AÑO | CALIFICACIÓN DE PRESION IACAL AÑO | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|-------|
| | | | | | SECO | MEDIO |
| Zona Alta | 10.6 | 15.3 | 170.3 | 230.2 | Baja | 1.0 |
| Zona media | 1994.1 | 1673.7 | 188.6 | 237.5 | Muy Alta | 5.0 |
| Zona baja | 1192.7 | 1214.0 | 170.3 | 230.2 | Muy Alta | 5.0 |
| Río San José | 0.4 | 0.4 | 12.6 | 25.2 | Baja | 1.0 |
| Q. San Juan | 0.0 | 0.0 | 3.784 | 7.884 | Baja | 1.0 |
| Río Barbo | 37.7 | 111.8 | 31.536 | 56.7648 | Media-alta | 3.5 |
| Q. Volcanes | 15.6 | 16.9 | 3.784 | 7.884 | Alta | 4.0 |
| Río Azul | 0.0 | 0.0 | 44.150 | 22.075 | Baja | 1.0 |
| F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | 50.0 | 53.9 | 2.523 | 3.154 | Muy Alta | 5.0 |
| Q. Molinos | 91.2 | 91.4 | 2.523 | 4.730 | Muy Alta | 5.0 |
| Q. La Víbora | 263.2 | 242.8 | 2.523 | 4.730 | Muy Alta | 5.0 |
| Q. La Fría | 8.1 | 8.7 | 2.523 | 3.154 | Alta | 4.0 |
| Q. Frailes | 151.2 | 151.7 | 4.100 | 6.938 | Muy Alta | 5.0 |
| Q. Aguazul | 73.2 | 81.6 | 2.523 | 3.154 | Muy Alta | 5.0 |
| F.H. Q. Tomineja | 91.3 | 93.3 | 3.154 | 6.307 | Muy Alta | 5.0 |

| | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|-------|--------|----------|-----|----------|
| F.H. Q. Manizales | 127.3 | 128.1 | 2.838 | 5.676 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi) | 28.6 | 28.7 | 0.631 | 1.261 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 27.6 | 29.8 | 1.577 | 3.154 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| Q. Monos | 107.0 | 115.8 | 3.784 | 7.884 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 118.3 | 127.9 | 7.569 | 15.137 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | 12.0 | 12.9 | 0.631 | 1.261 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi) | 0.2 | 0.2 | 1.041 | 2.050 | Moderada | 1.0 | Baja |
| F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md) | 17.1 | 18.5 | 2.712 | 5.393 | Muy Alta | 4.0 | Alta |
| F.H. Los Naranjos | 43.4 | 46.9 | 3.784 | 7.884 | Muy Alta | 5.0 | Muy Alta |
| Q. Bocachica | 6.1 | 6.6 | 2.681 | 4.699 | Alta | 4.0 | Alta |
| Total | 5262.1 | 4827.7 | | | | | |



De acuerdo con lo establecido en la tabla 1 y figura 1, se presenta el IACAL para las 31 áreas hidrográficas definidas para la cuenca del río Otún. Hacia la parte alta de la cuenca, subcuencas río Azul, río San Juan, y río San José se presenta una calificación baja del indicador, esto es consecuente con el hecho de que no se desarrollan actividades socioeconómicas significativas que aporten cargas contaminantes, sin embargo, la subcuenca del río Barbo que se localiza en la parte alta presenta una calificación Media alta y se presume es debido a que allí se desarrolla una actividad piscícola a gran escala. Adicionalmente la microcuenca de la quebrada Volcanes que se localiza antes de la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré presenta calificación Alta, que se atribuye al beneficio de café en la parte baja de dicha microcuenca y al bajo caudal de la corriente.

| | |
|--|--|
| | <p>Ya hacía la parte media de la cuenca en los cascos urbanos de Pereira y Dosquebradas, aclarando que para la subcuencas Dosquebradas y Combia se realizó el análisis a nivel de microcuenca se presenta una calificación Alta, esto debido a las cargas contaminantes aportadas por los sistemas de alcantarillado municipal y a las actividades industriales, de beneficio de café y sacrificio de bovinos y porcinos con vertimientos directos al río Otún y quebrada Dosquebradas, aclarando que al ser objeto de cobro de tasa retributiva cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Hacia la parte baja de la cuenca, hacía la desembocadura del río Otún al río Cauca y el área adicional POMCA que incluyo las subcuencas Quebrada Grande (calificación Media alta) y Hatoviejo (Moderada) y otras áreas directas al Cauca presentan calificaciones del indicador desde Bajas (Quebrada Leticia), pasando por Moderada (F.H Cauca) y Alta en la quebrada Pedregosa, este mosaico de calificaciones del indicador es debido a las diferentes dinámicas socioeconómicas desarrolladas en estas áreas.</p> |
|--|--|

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO

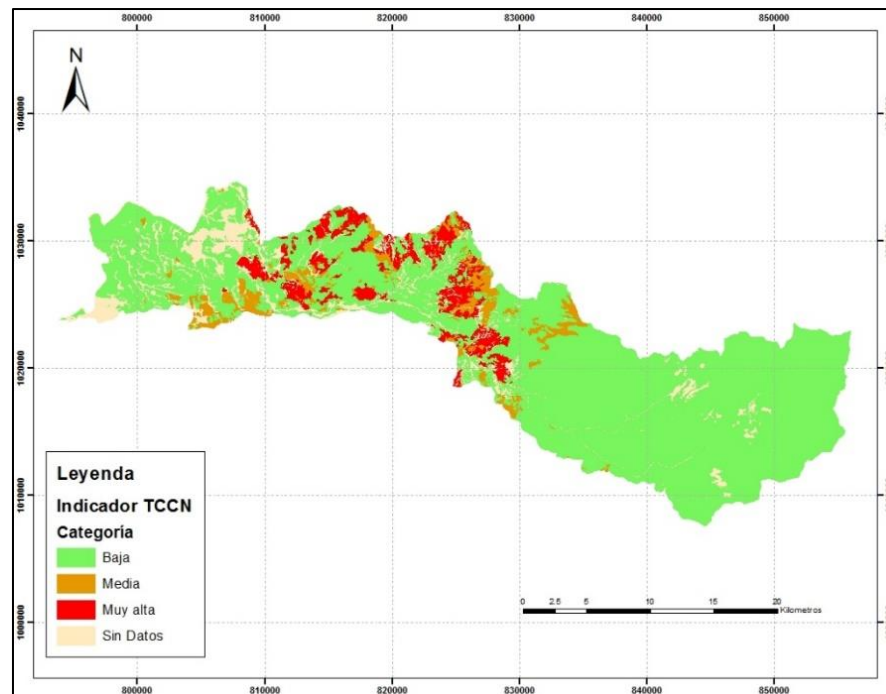
TEMÁTICA: COBERTURA Y USO DE LA TIERRA

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|--------------|--------------|------|---------------|----|-------|--------------|----|-------------------|--------------|----|------|--------------|---|----------|-----------|---|
| Nombre y Sigla | Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $TCCN = (Ln ATC2 - Ln ATC1) * 100 / (t2 - t1)$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | TCNN: Tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) ATC2: Área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC1: Área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) (t2 - t1): Número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2) Ln logaritmo natural | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Descriptor</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja</td> <td>menor del 10%</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>entre 11-20%</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Medianamente alta</td> <td>entre 21-30%</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>entre 31-40%</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Muy alta</td> <td>mayor 40%</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | Categoría | Descriptor | Calificación | Baja | menor del 10% | 20 | Media | entre 11-20% | 15 | Medianamente alta | entre 21-30% | 10 | Alta | entre 31-40% | 5 | Muy alta | mayor 40% | 0 |
| | Categoría | Descriptor | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Baja | menor del 10% | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Media | entre 11-20% | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Medianamente alta | entre 21-30% | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alta | entre 31-40% | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muy alta | mayor 40% | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Resultados análisis

y En relación al resultado del indicador de TCCN de las coberturas analizadas, se resalta la tendencia a valores menor al 10%, es decir, categoría baja con el 59% (23 coberturas), 5% (2 coberturas) en la categoría media, 3% (1 cobertura) en la categoría Muy Alta, 33% (13 coberturas) se clasifico como sin datos, teniendo en cuenta que no se logró calcular la tasa de cambio.

De acuerdo al análisis de las áreas se destaca que el 81% del área de la cuenca se clasifica en la categoría de Baja, 7% muy Alta, 3% media y 9% sin datos (Figura 1). Estos resultados evidencian una baja tasa de cambio de coberturas naturales, las coberturas en general se han mantenido durante el periodo evaluado entre 1997 y 2015, los cambios han sido poco significativos a pesar que algunas coberturas han presentado cambios importantes como el caso de la cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, que presento un valor de 48.0 en este indicador, para la cobertura de arbustal se presentó una perdida alta lo que resulto con un indicador de -13.4 y para el caso de la cobertura de Tejido urbano discontinuo su incremento fue positivo y el valor del indicador fue de 19.3. Es importante mencionar que para el cálculo del indicador de tasa de cambio de coberturas naturales se presentó la limitante relacionada a que algunas coberturas naturales no se pudieron analizar debido a la falta de información del mapa de cobertura del año 1997, debido a que este insumo no se levantó con la metodología Corine Land Cover, lo cual fue necesario realizar su homologación, quedando algunas coberturas sin identificar.



| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--------------|--------------|---|-----------------|----|---|-------------------------------------|----|---|------------------------------|----|---|--------------------------|---|---------------------------------|--------------|---|
| Nombre y Sigla | Indicador Vegetación Remanente (IVR) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $IVR = (AVR / At) * 100$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VARIABLES Y UNIDADES | AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descriptor</th> <th>Rango</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta</td> <td>$IVR \geq 70\%$</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media</td> <td>$IVR \geq$ igual al 50% y < del 69%</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja</td> <td>$IVR \geq$ a 30% y < del 49%</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja</td> <td>$IVR \geq$ a 10% y < 30%</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>CT: Completamente transformado.</td> <td>$IVR < 10\%$</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | Descriptor | Rango | Calificación | NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta | $IVR \geq 70\%$ | 20 | PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | $IVR \geq$ igual al 50% y < del 69% | 15 | MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja | $IVR \geq$ a 30% y < del 49% | 10 | MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja | $IVR \geq$ a 10% y < 30% | 5 | CT: Completamente transformado. | $IVR < 10\%$ | 0 |
| | Descriptor | Rango | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta | $IVR \geq 70\%$ | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | $IVR \geq$ igual al 50% y < del 69% | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja | $IVR \geq$ a 30% y < del 49% | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja | $IVR \geq$ a 10% y < 30% | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT: Completamente transformado. | $IVR < 10\%$ | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

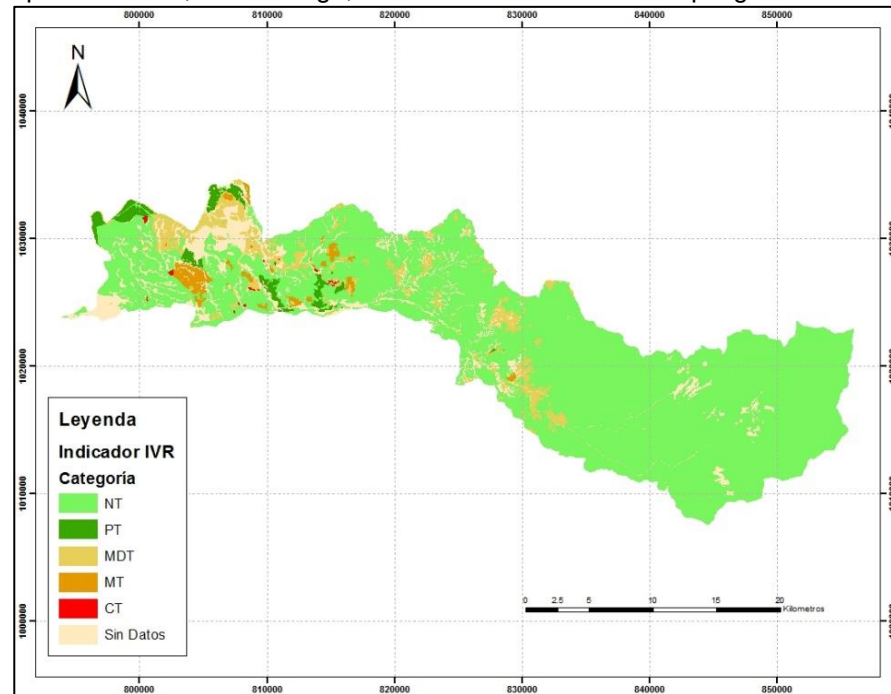
Resultados y análisis

De acuerdo a los resultados del cálculo del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), el 44% (17 coberturas) se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 8% (3 coberturas) en la categoría MDT: Medianamente transformado y la categoría PT: Parcialmente transformado al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar.

En relación a las áreas dentro de la cuenca, se evidencia que el 80.69% se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 6.39% en la categoría MDT: Medianamente transformado, 2.1% en la categoría PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar y 1.65% en la categoría MT: Muy transformado.

Teniendo en cuenta las coberturas naturales que obtuvieron el menor valor del indicador de vegetación remanente, es decir, tuvieron procesos de transformación significativa durante el periodo analizado y que ponen en riesgo su sostenibilidad, se destaca las coberturas como Arbustal (9.0 IVR), Mosaico de cultivos (24.0 IVR) y Hortalizas (29.4 IVR).

Para las áreas definidas como bosques y áreas seminaturales se destaca los resultados de la cobertura de Bosque denso (93.0 IVR) y Herbazal (91.1 IVR) que a pesar se encuentran en la categoría de No Transformado, estas coberturas presentaron mayor pérdida de áreas, 1175.6 ha y 994.0 ha respectivamente, sin embargo, todavía cuentan con áreas que garantizan su sostenibilidad.

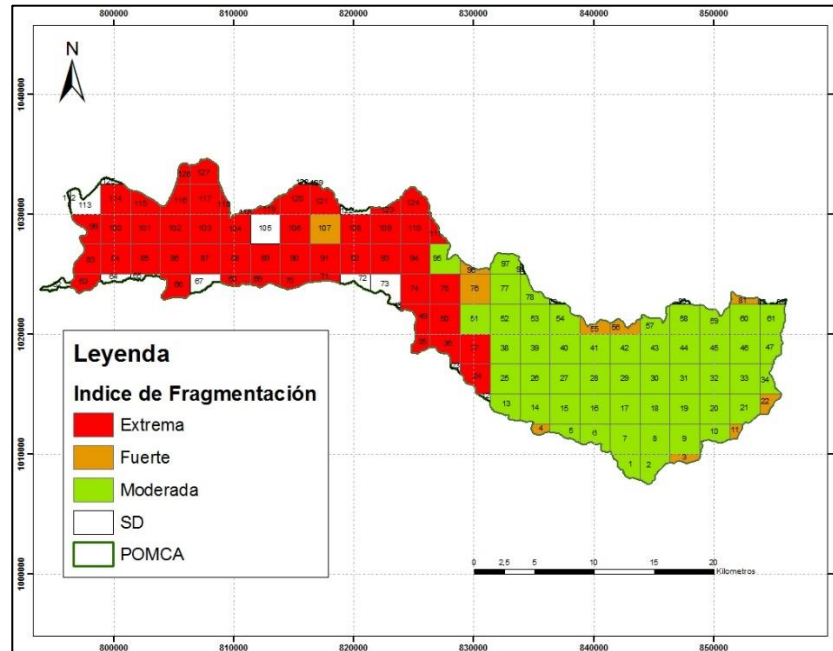


| ELEMENTO | | DESCRIPCIÓN | |
|-----------------------------------|--|------------------|--------------|
| Nombre y Sigla | Índice de Fragmentación (IF) | | |
| Objetivo | Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra. | | |
| Definición | La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 1991). Con el fin, de conocer el índice de fragmentación se aplicara la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad | | |
| Fórmula | $\text{índice de fragmentación} = \frac{\text{psc}}{(\text{ps}/\text{cs} * 16)} * (\text{ps}/16)$ siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles. 16 es el número de grillas en estudio según artículo original. | | |
| Variables y Unidades | Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100 | | |
| Insumos | Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente | | |
| Interpretación de la calificación | Descriptor | Rango | Calificación |
| | Mínima | <0.01 | 20 |
| | Media | Entre 0.01 y 0.1 | 15 |
| | Moderada | Entre 0.1 y 1 | 10 |
| | Fuerte | Entre 1 y 10 | 5 |
| | Extrema | Entre 10 y 100 | 0 |
| Observaciones | Índices de fragmentación con rangos de Fuerte y Extremo con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat | | |

Resultados y análisis

De acuerdo a los resultados del cálculo del índice de Fragmentación, se evidencio que en algunas celdas de cálculo no se obtuvo resultado del índice debido que no se encontraron celdillas sensibles o en algunos casos ninguna celdilla estaba conectada, por lo cual se calificó en estos casos como Sin Datos – SD, así mismo, se consideró Sin Datos las áreas ocupadas con igual o menor al 10% de la celda de cálculo, debido a que estos resultados podrían alterar el Índice de Fragmentación- IF para el área del POMCA. Se destaca que los resultados indican que el 49% del área tiene un índice de fragmentación moderada, 42% fragmentación extrema, 4% fragmentación fuerte y 4% se consideró como Sin datos.

Los resultados del índice de fragmentación – IF indican que el sector ubicado en las microcuencas de Río Azul, Parte Alta y R. Barbo se encuentra con una fragmentación moderada, teniendo en cuenta la conservación de áreas boscosas y seminaturales y la baja intervención antrópica en esta zona de la cuenca. Por el contrario en el sector cercano a los cascos urbanos y principales asentamientos presenta una fragmentación extrema en donde las áreas boscosas y seminaturales se encuentran en pequeños parches rodeados de territorios artificializados y agrícolas.

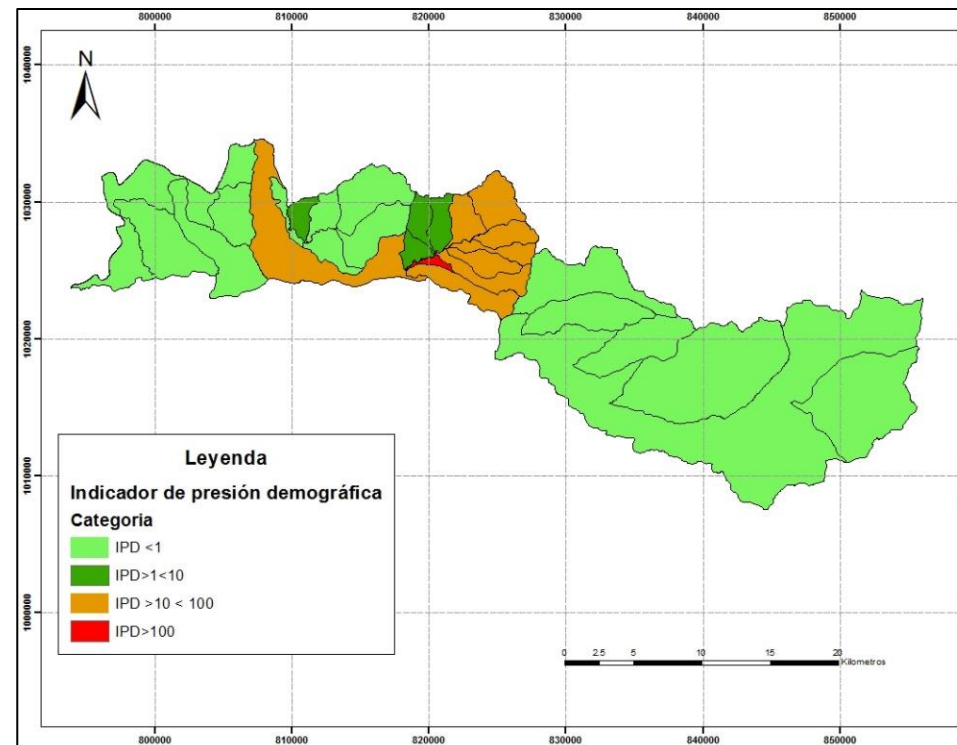


| ELEMENTO | | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------|--|--|
| Nombre y Sigla | Indicador Presión Demográfica – IPD | |
| Objetivo | Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra. | |
| Definición | Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales. | |
| Fórmula | $IPD = d * r$ | |
| Variables y Unidades | d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal) | |
| Insumos | Mapa de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio. | |
| Observaciones | Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: $N2 = N1 \cdot e^{rt}$ Donde: N1 = Población censo inicial N2 = Población censo final e = Base de los logaritmos naturales (2.71829) r = Tasa de crecimiento t = Tiempo transcurrido entre los censos | |
| Interpretación de la calificación | Rango | Descriptor |
| | IPD <1 | La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta. |
| | IPD >1 <10 | Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media. |
| | IPD >10 | Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta |
| | IPD > 100 | Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad. |

Resultados y análisis

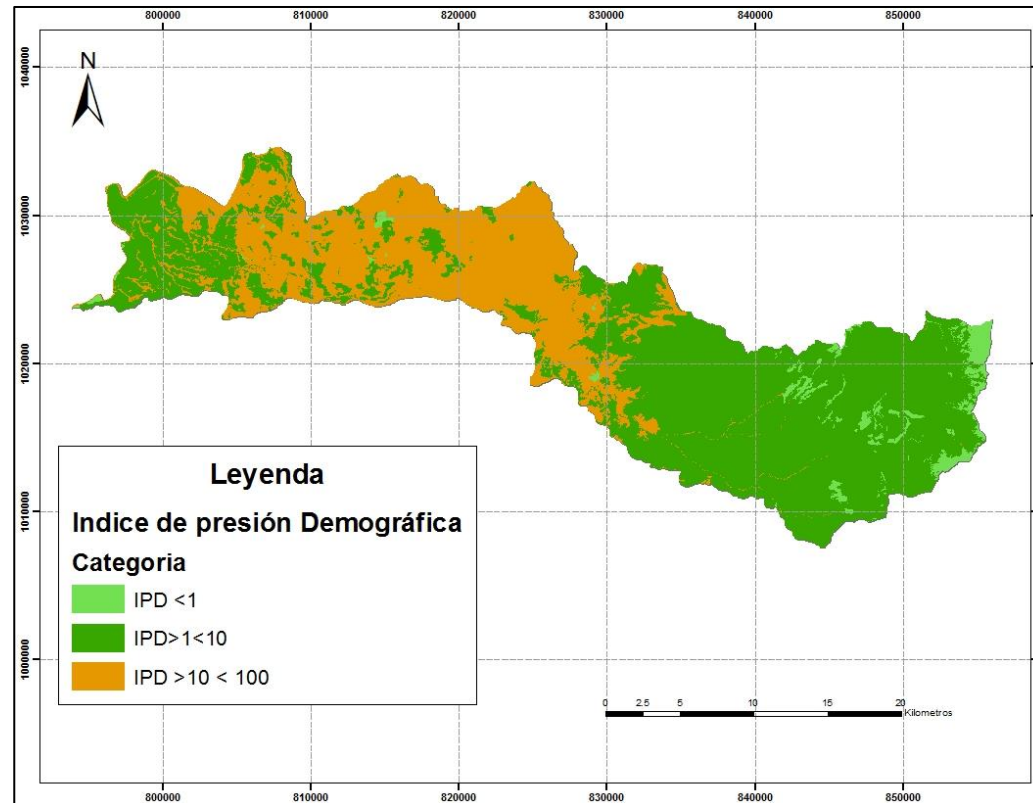
Teniendo en cuenta que la unidad seleccionada para el análisis del indicador de presión demográfica fueron las microcuencas presentes en el área del POMCA del Río Otún, se evidencia que los resultados indican que el 80.6% del área de la cuenca se encuentra en la categoría $IPD < 1$, es decir, la presión de la población es baja y se presenta una sostenibilidad alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población durante el periodo estudiado censo 2005 y año 2016, el 15.9% del área de la cuenca se encuentra en la categoría de $IPD > 10 < 100$, relacionada a un crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, el 3.3% se encuentra con una población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.

Se destaca que las microcuenca denominada como F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi), presenta un crecimiento excesivo y grave amenaza a la sostenibilidad debido al resultado de presión demográfica (**130.2**), así mismo, se evidencia una alta presión de la población en las microcuencas F.H. Q. Manizales, Q. Frailes, Zona Media, Q. Molinos, Q. La Víbora, F.H. Q. Tomineja y Q. Aguazul, las cuales dieron como resultado valores del Índice de presión demográfica entre 10 a 100.



Se realizó el cruce de información poblacional entre las áreas de microcuencas y las coberturas naturales identificadas para el año 2015, en vista que una cobertura presentó varios resultados del indicador de presión demográfica dependiendo de su localización en cada microcuenca, se procedió a promediar estos valores, para obtener un valor para cada cobertura.

De acuerdo a los resultados de este análisis, se destaca que los valores que presentaron mayor valor en las áreas de bosques y seminaturales son la cobertura de bosque fragmentado (17.39) y bosque de galería y ripario (15.53), con los valores del IPD entre 10 a 100, es decir crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, se considera que estos bosques son los más afectados por las actividades humanas, mientras las coberturas con menor presión poblacional fueron Bosque abierto (-0.07), Zonas glaciares y nivales y Afloramientos rocosos (0.06).



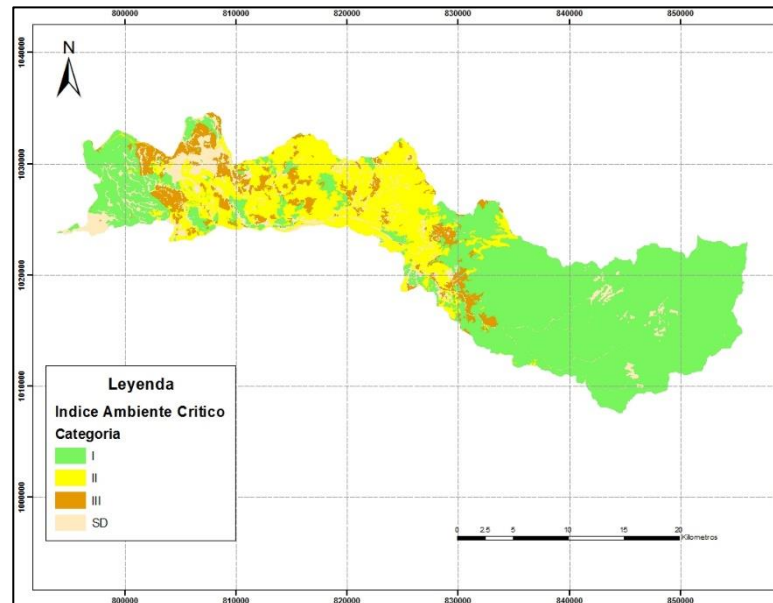
| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | |
|--|---|--------------------------------|-------|---------|------|
| Nombre y Sigla | Índice de ambiente crítico – IAC | | | | |
| Objetivo | Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica | | | | |
| Definición | Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación | | | | |
| Fórmula | Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD | | | | |
| Variables y Unidades | IVR e IPD | | | | |
| Insumos | Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio. | | | | |
| Interpretación de la calificación | Matriz de calificación del índice de ambiente crítico | | | | |
| | Indicador de Vegetación Remanente | Rango de densidad de población | | | |
| | Categories | < 1 | >1<10 | >10<100 | >100 |
| | NT | I | I | II | II |
| | PT | I | I | II | II |
| | MDT | II | II | III | III |
| | MT | III | III | IV | IV |
| | CT | III | III | IV | V |
| NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20) II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15) III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10) IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5) V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0) | | | | | |

Resultados y análisis

Se realizó el cruce de los resultados de los indicadores de vegetación remanente (IVR) y de presión demográfica, cabe mencionar que para efectos de obtener los resultados del índice de ambiente crítico (IAC) por coberturas naturales, se tuvo en cuenta el resultado del indicador de presión demográfica (IPD) obtenido por cada cobertura natural.

Se destaca que el 60.1% del área se clasifica en la categoría I, es decir, son áreas relativamente conservadas y estables, 23.2% se clasifica en la categoría II, como áreas vulnerables, con amenazas moderadas y sostenible a mediano plazo, 7.7% se clasifica en la categoría III, como áreas en peligro, baja conservación, presiones fuertes, probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años y el 9% del área se clasifico sin datos, teniendo en cuenta que estas áreas no se lograron calcular el indicador de vegetación remanente por la ausencia de información de coberturas naturales anteriores.

Se destaca que los resultados del índice de ambiente crítico según las coberturas naturales de áreas de bosques y seminaturales indican que existen áreas todavía conservadas y estables como el caso de las coberturas de bosque denso, afloramientos rocosos, herbazal (se relacionan al ecosistema de paramo), plantación forestal y zonas glaciares y nivales, por el contrario existen coberturas que se encuentran vulnerables y con presiones fuertes, como el caso de las coberturas bosque fragmentado, arbustal, tierras desnudas y degradadas, para el caso de tierras agrícolas se evidencia una presión fuerte en las coberturas Mosaico de cultivos, hortalizas y Pastos limpios y una conservación y estabilidad en las coberturas de Mosaico de pastos y cultivos, Cultivos permanentes herbáceos, y Cultivos permanentes arbóreos.



| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------|---|
| Nombre y Sigla | Porcentaje (%) de Área (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos. |
| Objetivo | Cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos Municipales y/o rurales |
| Definición | Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos Municipales y/o rurales |
| Fórmula | $(N^{\circ} \text{ Ha restauradas en la cuenca abastecedora} / \text{total área cuenca abastecedora}) * 100$ |
| Variables y Unidades | Ha coberturas naturales área total (Ha) cuenca abastecedora. |
| Insumos | Cartografía con la delimitación de las cuencas y subcuencas, mapas de división Político administrativa. Mapas e inventarios de áreas para manejo y restauración de la Corporación en la cuenca |
| Interpretación de la calificación | Porcentaje de área (Ha) |
| Observaciones | |

Resultados y análisis

De acuerdo a la información obtenida se identificó que en el área de estudio del POMCA, se encuentran en total 20 cuencas abastecedoras de acueductos.

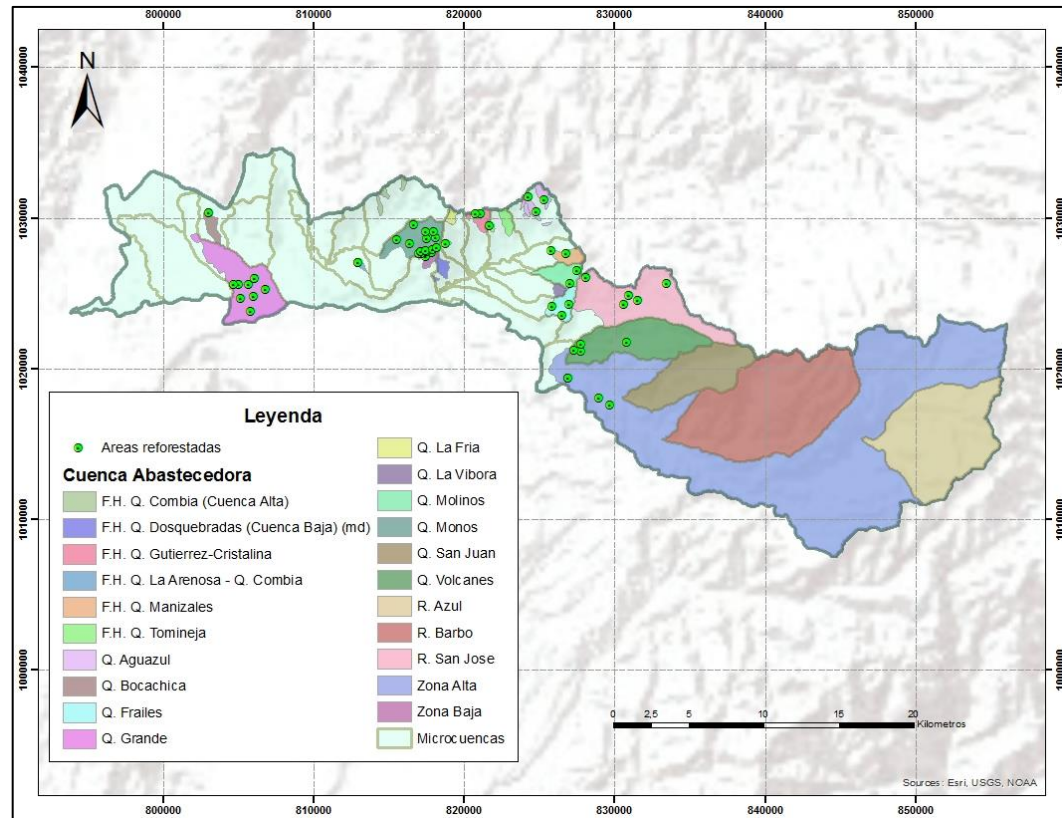
| No | Cuenca Abastecedora | No | Cuenca Abastecedora |
|----|---|----|---------------------|
| 1 | F.H. Q. Combia (Cuenca Alta) | 11 | Q. La Fría |
| 2 | F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md) | 12 | Q. La Víbora |
| 3 | F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina | 13 | Q. Molinos |
| 4 | F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia | 14 | Q. Monos |
| 5 | F.H. Q. Manizales | 15 | Q. San Juan |
| 6 | F.H. Q. Tomineja | 16 | Q. Volcanes |
| 7 | Q. Aguazul | 17 | Río Azul |
| 8 | Q. Bocachica | 18 | Río Barbo |
| 9 | Q. Frailes | 19 | Río San José |
| 10 | Quebrada Grande | 20 | Zona Alta |

Con la información de las áreas restauradas se identificó en que cuencas abastecedoras se encontraban con el fin de realizar el cálculo de este indicador, de acuerdo a la localización de estas áreas se identificó que 14 cuencas abastecedoras presentaron procesos de restauración mediante reforestaciones, principalmente en áreas de predios privados.

Con la información de las áreas restauradas y el área de la cuenca abastecedora, se procedió al cálculo de este indicador, destacando que existe un porcentaje de **0.68%** de área restaurada en comparación al área total de cuencas abastecedoras de acueductos, lo que indica un valor muy bajo de áreas reforestadas.

La cuenca abastecedora F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia presenta el mayor porcentaje de área restaurada con el 22.03%, seguido de la Q. Frailes con 14.60% y F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina con 6.60%. Por el contrario se evidenció porcentaje muy bajo de restauración en la cuenca Zona Alta con 0.01%, Q. Los Molinos con 0.14% y Q. Volcanes con 0.18%

Resultados y análisis

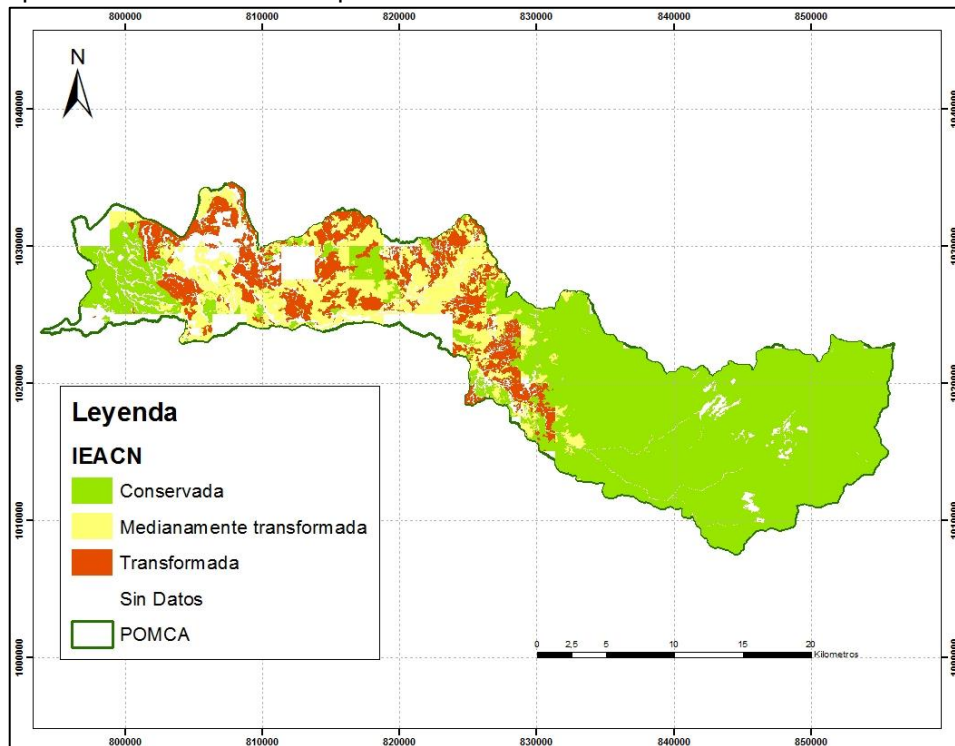


| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Nombre y Sigla | Índice del estado actual de las coberturas naturales | |
| Objetivo | Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico | |
| Definición | Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra | |
| Fórmula | Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80 | |
| Variables y Unidades | Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absolute | |
| Insumos | Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico | |
| Interpretación de la calificación | Rango | Categoría |
| | Mayor de 60 | Conservada |
| | Entre 41 y 59 | Medianamente transformada |
| | Entre 21 y 40 | Transformada |
| | Entre 1 y 20 | Altamente transformada |
| | 0 | Completamente transformada |
| Observaciones | | |

Resultados análisis

y De acuerdo a los resultados del índice del estado actual de coberturas naturales, se destaca que el 59% del área se encuentra en la categoría de conservada, 15% en la categoría de medianamente transformada, 13% en la categoría de Transformada y 13% se definió como Sin Datos, debido a que los resultados de algunos índices o indicadores presentaron este valor, por lo tanto, no se logró aplicar la sumatoria de las calificaciones en estos casos.

El resultado de este índice permite evidenciar que en general el estado de conservación de las coberturas naturales es relativamente bueno (59% del área en la categoría conservada), principalmente en el sector de las microcuencas R. San José, Q. Volcanes, Q. San Juan, R. Barbo, Zona Alta y R. Azul, estas microcuencas se encuentran en la parte alta de la cuenca, así mismo, se identificó que en la parte baja de la cuenca, la microcuenca Q. Hatoviejo se encuentra en un buen estado de conservación, sin embargo este resultado está relacionado a los pocos cambios que ha sufrido la cobertura presente en esta microcuenca.



Se destaca que el 28% del área de estudio, presenta algún grado de transformación, principalmente en la parte media de la cuenca, donde se encuentran los principales asentamientos y áreas de cultivos, se identifica la pérdida a gran escala de coberturas de bosques y áreas seminaturales, quedando pequeños parches de estas coberturas que afectan la movilización de especies de fauna silvestre y poblaciones de flora principalmente.

| | |
|--|---|
| | <p>La pérdida de coberturas boscosas, afecta el ciclo hidrológico que presenta la cuenca, ya que aumenta el riesgo de avenidas torrenciales y procesos de erosión en laderas con fuerte pendiente, así mismo, la disminución de los caudales de las fuentes hídricas presentes en la parte media de la cuenca.</p> <p>El análisis de los resultados del Índice Del Estado Actual De Coberturas - IEACN, indica que unas áreas se encuentran bajo la categoría de Sin Datos, esto se debe a los resultados de los indicadores de tasa de cambio, vegetación remanente y los índices de fragmentación y ambiente crítico, que por falta de información o la no aplicación de la formula (caso del índice de fragmentación) se procedió a dejar estas zonas con esta categoría, por lo anterior, al calcular el Índice De Estado Actual De Coberturas Naturales - IEACN, donde el resultado de cualquiera de estos indicadores fuera Sin Datos, se estableció dejar con esta categoría dicho índice.</p> |
|--|---|

| |
|---------------------------------|
| COMPONENTE FISICOBÍOTICO |
| TEMÁTICA: EDAFOLOGÍA |

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | |
|-----------------------------------|---|----------|-------|
| Nombre y Sigla | Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo | | |
| Objetivo | Evaluar las áreas con conflictos de uso del suelo en la cuenca | | |
| Definición | Análisis y comparación entre las coberturas de la tierra y las unidades de capacidad de uso. | | |
| Fórmula | $(\text{cobertura de uso de la tierra}) \cap (\text{cobertura con capacidad de uso de la tierra}) = \text{Mapa de conflictos de Uso de la Tierra.}$ | | |
| Variables y Unidades | Capacidad de uso y coberturas de la tierra. | | |
| Interpretación de la calificación | Conflicto | Grado | Color |
| | Adecuado | | |
| | Subutilizado | Ligero | |
| | | moderado | |

| | | Severo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|---------------------|----|---|---|------------|--------|---------------------------|------------|--------|-------------------------------|------------|-------|-----------------------------|------------|-------|-------------------------|------------|--------|-----------------------------|------------|-------|---------------------------|------------|-------|---------------|-----------|
| | Sobre utilizado | Ligero | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Moderado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Severo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Información | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipos de Conflictos</th> <th>ha</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado</td> <td>32728,5563</td> <td>57,58%</td> </tr> <tr> <td>Por sobreutilización leve</td> <td>8988,46311</td> <td>15,81%</td> </tr> <tr> <td>Por sobreutilización moderada</td> <td>2544,82313</td> <td>4,48%</td> </tr> <tr> <td>Por sobreutilización severa</td> <td>816,274131</td> <td>1,44%</td> </tr> <tr> <td>Por subutilización leve</td> <td>8580,88057</td> <td>15,10%</td> </tr> <tr> <td>Por subutilización moderada</td> <td>1536,31128</td> <td>2,70%</td> </tr> <tr> <td>Por subutilización severa</td> <td>1644,72276</td> <td>2,89%</td> </tr> <tr> <td>Total General</td> <td>56840,031</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> | | | Tipos de Conflictos | ha | % | Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado | 32728,5563 | 57,58% | Por sobreutilización leve | 8988,46311 | 15,81% | Por sobreutilización moderada | 2544,82313 | 4,48% | Por sobreutilización severa | 816,274131 | 1,44% | Por subutilización leve | 8580,88057 | 15,10% | Por subutilización moderada | 1536,31128 | 2,70% | Por subutilización severa | 1644,72276 | 2,89% | Total General | 56840,031 |
| Tipos de Conflictos | ha | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado | 32728,5563 | 57,58% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por sobreutilización leve | 8988,46311 | 15,81% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por sobreutilización moderada | 2544,82313 | 4,48% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por sobreutilización severa | 816,274131 | 1,44% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por subutilización leve | 8580,88057 | 15,10% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por subutilización moderada | 1536,31128 | 2,70% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por subutilización severa | 1644,72276 | 2,89% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total General | 56840,031 | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Estudio de suelo, puntos de muestreo, mapas de cobertura y capacidad de uso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | Este es un indicador que se construye a partir de análisis y superposiciones cartográficas en donde se determina las zonas que poseen conflictos de uso de acuerdo a su capacidad o potencial de uso y el actualmente implantado en la cuenca. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|----------------|------|--|----|---|------------|--------|-----|---------------|--------|-----|-------------|--------|-----|-------------|---------|------|---------------|-------|-----|---------|--------|-----|--------------|----------------|-------------|
| Nombre y Sigla | Porcentaje y área (Ha) de áreas protegidas del SINAP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definición | Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas i dentro de un área de interés h. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula | $PAPih = [ATEih]/Ah \times 100$ (h = 1, 2 r) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables y Unidades | PAPih = porcentaje de áreas protegidas i en un área de interés h ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insumos | Mapa de áreas protegidas del SINAP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación de la calificación | Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | Rango : $0 < PAPih < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultado | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ÁREA PROTEGIDA</th> <th colspan="2">AREA</th> </tr> <tr> <th>ha</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La Marcada</td> <td>1078,7</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>Alto del Nudo</td> <td>1311,6</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>Campoalegre</td> <td>4508,6</td> <td>7,9</td> </tr> <tr> <td>Los Nevados</td> <td>18844,8</td> <td>33,2</td> </tr> <tr> <td>Otún Quimbaya</td> <td>420,3</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Ucumari</td> <td>3968,5</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>30132,6</td> <td>53,0</td> </tr> </tbody> </table> | ÁREA PROTEGIDA | AREA | | ha | % | La Marcada | 1078,7 | 1,9 | Alto del Nudo | 1311,6 | 2,3 | Campoalegre | 4508,6 | 7,9 | Los Nevados | 18844,8 | 33,2 | Otún Quimbaya | 420,3 | 0,7 | Ucumari | 3968,5 | 7,0 | Total | 30132,6 | 53,0 |
| ÁREA PROTEGIDA | AREA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ha | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La Marcada | 1078,7 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alto del Nudo | 1311,6 | 2,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campoalegre | 4508,6 | 7,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Los Nevados | 18844,8 | 33,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otún Quimbaya | 420,3 | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ucumari | 3968,5 | 7,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 30132,6 | 53,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------------|--|
| Nombre y Sigla | Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes |
| Objetivo | Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés. |
| Definición | Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas. |
| Fórmula | $PE_{ih} = [ATE_{ih}] / A_h \times 100$ (h = 1, 2 r) |
| VARIABLES Unidades | y ATE_{ih} = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h A_h = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés |
| Insumos | Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local |
| Interpretación de la información | Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100% |
| Observaciones | Rango : $0 < PE_{ih} < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés |
| Resultado | Se excluyen de las estimaciones de este índice el AICA “Bosques del Oriente de Risaralda” y el área RAMSAR “Complejo de Humedales Laguna Del Otún” dado que el polígono de estos sitios, y por consiguiente la cobertura y ecosistemas presentes, no se encuentran delimitados con claridad. (Ver Tabla 1) |

Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes

| Ecosistema Estratégico | | Coberturas/Ecosistemas Presentes | | | |
|------------------------------------|---------------|--|----------------|-------------|----------|
| Tipo | Nombre | Tipo | Área | | |
| | | | m ² | % AP | % Cuenca |
| Distrito de Conservación de Suelos | La Marcada | Arbustal | 7356,07 | 0,07 | 0,00 |
| | | Bosque abierto | 33569,77 | 0,31 | 0,01 |
| | | Bosque de galería y/o ripario | 156951,81 | 1,45 | 0,05 |
| | | Bosque denso | 1553113,74 | 14,40 | 0,52 |
| | | Bosque fragmentado | 2960868,15 | 27,45 | 0,98 |
| | | Mosaico de cultivos y espacios naturales | 2,04 | 0,00 | 0,00 |
| | | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 423953,87 | 3,93 | 0,14 |
| | | Mosaico de pastos y cultivos | 150912,53 | 1,40 | 0,05 |
| | | Pastos enmalezados | 45458,33 | 0,42 | 0,02 |
| | | Pastos limpios | 1639024,76 | 15,19 | 0,54 |
| | | Plantación forestal | 3757730,72 | 34,83 | 1,25 |
| | | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 50707,03 | 0,47 | 0,02 |
| | | Ríos (50 m) | 7705,50 | 0,07 | 0,00 |
| | Total | 10787354,31 | | 1,90 | |
| Distrito de Conservación de Suelos | Alto del Nudo | Bosque de galería y/o ripario | 929380,14 | 7,09 | 0,31 |
| | | Bosque denso | 2834628,49 | 21,61 | 0,94 |
| | | Bosque fragmentado | 3143291,93 | 23,96 | 1,04 |

| Ecosistema Estratégico | | Coberturas/Ecosistemas Presentes | | | |
|--|--------------------|--|--------------------|--------------|-------------|
| Tipo | Nombre | Tipo | Área | | |
| | | | m ² | % AP | % Cuenca |
| | | Cultivos permanentes arbustivos | 2259883,34 | 17,23 | 0,75 |
| | | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 3109707,63 | 23,71 | 1,03 |
| | | Mosaico de pastos y cultivos | 101610,31 | 0,77 | 0,03 |
| | | Pastos limpios | 672312,02 | 5,13 | 0,22 |
| | | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 15014,83 | 0,11 | 0,00 |
| | | Tejido urbano discontinuo | 50508,45 | 0,39 | 0,02 |
| | | Total | 13116337,14 | | 2,30 |
| | | Distrito de Conservación de Suelos | Campoalegre | Bosque denso | 29142898,81 |
| Bosque fragmentado | 4572836,15 | | | 10,14 | 1,52 |
| Herbazal | 483569,90 | | | 1,07 | 0,16 |
| Pastos enmalezados | 3091,80 | | | 0,01 | 0,00 |
| Pastos limpios | 1818554,40 | | | 4,03 | 0,60 |
| Plantación forestal | 8954249,21 | | | 19,86 | 2,97 |
| Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 79772,12 | | | 0,18 | 0,03 |
| Ríos (50 m) | 31196,21 | | | 0,07 | 0,01 |
| Total | 45086168,59 | | | | 7,90 |
| Parque Nacional | Los Nevados | Afloramientos rocosos | 2348355,46 | 1,25 | 0,78 |
| | | Bosque abierto | 4834900,52 | 2,57 | 1,60 |

| Ecosistema Estratégico | | Coberturas/Ecosistemas Presentes | | | |
|---------------------------|-------------------|--|---------------------|--------------|--------------|
| Tipo | Nombre | Tipo | Área | | |
| | | | m ² | % AP | % Cuenca |
| | | Bosque denso | 70008116,72 | 37,15 | 23,23 |
| | | Herbazal | 99698492,90 | 52,91 | 33,09 |
| | | Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 1346412,81 | 0,71 | 0,45 |
| | | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 33067,85 | 0,02 | 0,01 |
| | | Ríos (50 m) | 238363,25 | 0,13 | 0,08 |
| | | Tierras desnudas y degradadas | 7723,54 | 0,00 | 0,00 |
| | | Zonas glaciares y nivales | 9932674,05 | 5,27 | 3,30 |
| | | Total | 188448107,08 | | 33,20 |
| | | Santuario de Fauna y Flora | Otún Quimbaya | Bosque denso | 4084329,56 |
| Bosque fragmentado | 2680,16 | | | 0,06 | 0,00 |
| Pastos limpios | 8550,88 | | | 0,20 | 0,00 |
| Plantación forestal | 28389,99 | | | 0,68 | 0,01 |
| Ríos (50 m) | 69633,90 | | | 1,66 | 0,02 |
| Tejido urbano discontinuo | 9527,21 | | | 0,23 | 0,00 |
| Total | 4203111,71 | | | | 0,70 |
| Parque Regional Natural | Ucumari | Bosque abierto | 29321,35 | 0,07 | 0,01 |
| | | Bosque denso | 38500197,28 | 97,01 | 12,78 |
| | | Bosque fragmentado | 203772,04 | 0,51 | 0,07 |

| Ecosistema Estratégico | | Coberturas/Ecosistemas Presentes | | | |
|------------------------|--------|----------------------------------|---------------------|------|-------------|
| Tipo | Nombre | Tipo | Área | | |
| | | | m ² | % AP | % Cuenca |
| | | Herbazal | 340771,48 | 0,86 | 0,11 |
| | | Pastos limpios | 68484,24 | 0,17 | 0,02 |
| | | Ríos (50 m) | 542410,50 | 1,37 | 0,18 |
| | | Total | 39684956,9 | | 7 |
| TOTAL | | | 301326035,74 | | 53,0 |

| COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|--|----|--------|-----------------------------|
| TEMÁTICA SISTEMA SOCIAL | | | | | |
| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | RESULTADO | | | |
| Nombre y Sigla | Densidad Poblacional – Dp | Densidad Poblacional Municipios Cuenca | en | Hab/Ha | Densidad Poblacional Cuenca |
| | | Pereira | | 7,7 | 7,5 |
| | | Dosquebradas | | 28,3 | |
| | | Santa Rosa de Cabal | de | 0,2 | |
| | | Marsella | | 2,8 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Objetivo | Expresar la forma en que está distribuida la población a nivel municipal | <p>La cuenca posee una densidad poblacional de 7,5 hab/ha , la cual guarda correspondencia con la densidad de algunas ciudades intermedias de la región como Manizales con 8,3 hab/ha; sin embargo la densidad de la cuenca se puede considerar baja comparada con ciudades como Bucaramanga que posee una densidad poblacional de 34,2 hab/ha y al mismo tiempo podría considerarse alta comparada con ciudades como Ibagué que posee 3,8 hab/ha (DNP, 2015). Es importante resaltar la densidad poblacional del Municipio de Dosquebradas (28,3 hab/ha), considerado como uno de los municipios con mayor densidad poblacional del país. De otro lado, la baja densidad poblacional de Santa Rosa de Cabal refleja el carácter rural de la porción de este municipio dentro del a cuenca Otún, mientras que la participación territorial de Marsella, que si bien es rural, corresponde a una vereda con connotaciones asociadas más a "centro poblado" rural. En este contexto la cuenca refleja comportamientos muy propios de centros intermedios y de ciudades conurbadas con presiones urbanísticas importantes, principalmente asociadas con las dinámicas de los municipios de Pereira y Dosquebradas que podrían significar entre otras cosas, presiones sobre el territorio y sobre la oferta de recursos naturales y de servicios ecosistémicos, que realiza la población.</p> |
| Definición | Se refiere a la relación existente entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo. | |
| Forma de medición | $D_p = P_t / H_a$ | |
| Unidades | Pt: Población Total; Ha: Hectáreas | |
| Insumos | Censo DANE 2005 y mapa de división político administrativo | |
| Observaciones | Esta fórmula se presenta de forma simple solo expresa a grosso modo la densidad poblacional que se puede dar en un lugar determinado, para poder introducir otras variables y hacer un análisis con más profundidad se puede revisar la página del instituto de estudios urbanos de Bogotá en el siguiente link: http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0144.htm | |
| Interpretación de la calificación | Saber si existe concentración o dispersión de la población, se realiza a través de la comparación de la densidad poblacional entre dos o más jurisdicciones. | |

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | RESULTADO | |
|-----------------------|--|---|--|
| Nombre y Sigla | Tasa de crecimiento – r | Municipios: r : Tasa de Crecimiento Anual 2017 - 2020 | Tasa de Crecimiento Anual Cuenca 2015 - 2020 |
| Definición | Es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población | Pereira | 0,5 |
| | | Dosquebradas | 1,1 |
| | | Santa Rosa de Cabal | 0,3 |
| | | Marsella | 0,8 |
| | | 0,7 | |
| Fórmula | $r = ((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones} + \text{Migr. Neta}) / \text{Población Total}) \times 100$ | | |
| Variables y Unidades | N= Nacimientos en un periodo determinado D= Defunciones en un momento determinado Migr. Neta: Migración neta Población Total | La tasa de crecimiento anual, tanto de los municipios, como para la cuenca, se obtuvo teniendo como base a las proyecciones poblacionales DANE. La fórmula planteada incluye el indicador de migración neta, no obstante, y a pesar de haber demostrado ampliamente la migración existente en la cuenca, no se cuenta con información suficiente y de carácter oficial que permita construir dicho indicador. Por esta razón, se calculó la tasa de crecimiento poblacional, mediante la fórmula: | |
| Insumos | Censo DANE 2005, Planes de desarrollo Municipal, 2016. Estudio de Tendencias Demográficas (Osorio, 2012) | $r = \left(\sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1 \right) \times 100$ Donde r: Tasa de crecimiento promedio anual. Pf: Población Final. Po: Población Inicial. n=número de años entre Pf y Po. | |
| Observaciones | Las limitantes de este indicador, radican en que no permite observar de manera diferenciada entre la población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE. | | |

| | | |
|--|--|--|
| <p>Interpretación de la calificación</p> | <p>Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo. El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones y emigraciones).</p> | <p>Para la cuenca, la tasa decrecimiento se calculó entre el año 2015 y 2020, en 0,7%, teniendo en cuenta el comportamiento de la dinámica poblacional para cada uno de los municipios que la conforman.</p> <p>Consecuente con la dinámica poblacional asociada a las densidades, el municipio de Dosquebradas presenta la mayor tasa de crecimiento comparado con los demás municipios de la cuenca, los cuales presentan tasas menores al 1%. Marsella, de manera especial en la cuenca, sólo cuenta con una pequeña porción del territorio, correspondiente a la vereda Estación Pereira, con características de vulnerabilidad desde el punto de vista socioeconómico, lo que amerita una mirada especial desde el POMCA con el fin de prevenir un crecimiento desmedido de esta población, con el consecuente incremento de sus problemáticas.</p> |
|--|--|--|

| ELEMENTO | DESCRIPCIÓN | RESULTADO | OBSERVACIONES RESULTADO |
|-----------------------------------|---|------------|---|
| Nombre y Sigla | Seguridad Alimentaria – SA | 75% | El indicador se obtuvo teniendo en cuenta el listado de los productos de la canasta básica alimentaria de Colombia que se maneja desde el DANE para la producción de las estadísticas oficiales del país. |
| Objetivo | Determina el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca | | <p>Es necesario tener en cuenta además que esta canasta contempla productos procesados (49 productos) y productos frescos (36 productos), a partir de lo cual se puede establecer dos tipos de información referente a la seguridad alimentaria.</p> <p>Dentro de los productos procesados se tiene que cerca del 50% se obtienen dentro de la cuenca, no obstante, en términos de seguridad alimentaria, se tomó para el desarrollo de la fórmula el listado de productos frescos de la canasta básica, obteniendo así que 27 de los 36 productos se producen en la cuenca.</p> <p>En este sentido, el resultado de hacer la operación simple definida por la fórmula es de 75%, sin embargo, las limitaciones de reducir un indicador de esta envergadura a una simple operación porcentual en términos de número de productos, no necesariamente da cuenta del estado real de la seguridad alimentaria en el territorio. Bajo este contexto y en aras de iniciar procesos encaminados a fortalecer la seguridad alimentaria en la cuenca, se deben revisar situaciones como el cambio de usos del suelo originado por fenómenos de "suburbanización" en algunos sectores, que ha desplazado los cultivos agrícolas por otro tipo de usos no consecuentes con la vocación del suelo.</p> <p>Por otro lado, el poco apoyo a la producción rural y en general al sector primario de la economía y el privilegio que se ha dado al sector terciario en la cuenca, hacen que la seguridad alimentaria deba fortalecerse aprovechando las oportunidades existentes en términos de ubicación, infraestructura y oferta institucional.</p> |
| Definición | Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de CBA. | | |
| Forma de medición | SA = PCBA * 100 ----- CBA | | |
| Unidades | PCBA: productos de la canasta básica alimentaria CBA: Canasta básica alimentaria | | |
| Insumos | Diagnósticos departamentales o municipales, DANE, Listado de productos de la canasta básica, talleres participativos POMCA Otún | | |
| Observaciones | Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, inocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región. | | |
| Interpretación de la calificación | Muy alta: Más del 60% de los productos se producen en la región. | | |
| | Alta: Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región. | | |
| | Media: Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región. | | |
| | Moderada: Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región. | | |
| | Baja: Menos del 25% de los productos se producen en la región. | | |

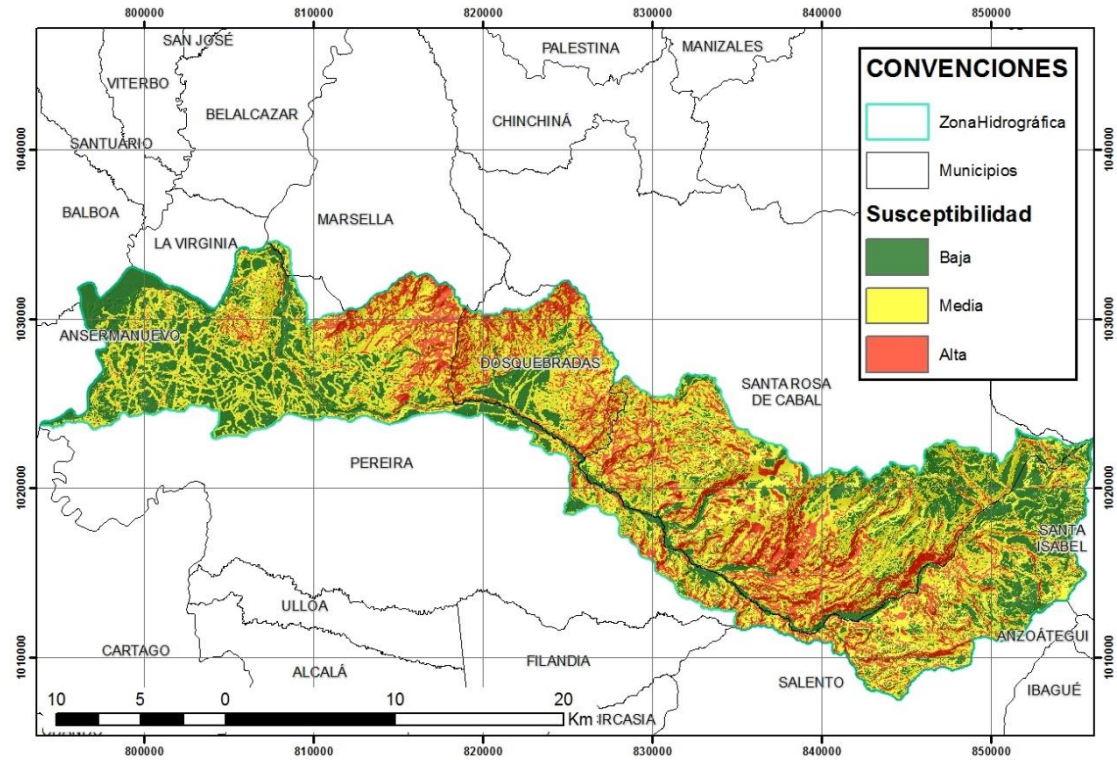
| Elemento | Descripción | Respuesta |
|----------------------------------|--|---|
| Nombre y Sigla | Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto. | 98.72% |
| Objetivo | Cuantificar de la población que tiene acceso a este servicio. | |
| Definición | Número de personas que pueden obtener agua con razonable facilidad, expresado como porcentaje de la población total. Es un indicador de la capacidad de los usuarios de la cuenca de conseguir agua, purificarla y distribuirla. | |
| Fórmula | $(N^{\circ} \text{ Individuos con acceso al agua por acueducto} / \text{Población total del área en estudio}) * 100$ | $(418.992,66 / 424.425,31) * 100 = 98.72$ |
| VARIABLES y UNIDADES | Población total asentada en el Cuenca en Ordenación N° individuos con acceso al agua: En las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una canilla a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días en ir a buscar agua. El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga. | |
| Insumos | DANE, diagnósticos departamentales o municipales | |
| Observaciones | La población con acceso a este recurso se cuantificará, sin tener en cuenta o evaluar si las condiciones de calidad son aptas para consumo humano o no Porcentaje de población con acceso al | |
| Interpretación de los resultados | <p>Con relación a la prestación del servicio de Acueducto, la cobertura para todos los municipios de la Cuenca es buena, se encuentra en más del 90%, en las zonas urbanas. La prestación del servicio es dada por empresas prestadoras, como se describe en el cuadro de cobertura, y en las zonas rurales por los acueductos comunitarios, o por concesiones que tienen la gente particularmente en sus predios. En otros casos la población simplemente toma el agua directamente de las quebradas conectándose por manguera y llevando el agua a su vivienda. En las zonas rurales de la Cuenca Otún, de acuerdo con los talleres participativos, ningún poblador debe de trasladarse para llevar el agua hasta la vivienda, el servicio llega a la vivienda.</p> <p>El indicador de porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto, da a conocer que casi la totalidad de la Cuenca se abastece de agua por acueducto. De acuerdo con el componente de recurso hídrico en los centros poblados o las cabeceras municipales de la cuenca el IRCA (índice de riesgo y calidad de agua) cumple con los estándares del decreto 2015 del 2007. La población urbana se abastece de agua con calidad apta para el consumo humano. A diferencia de las áreas rurales donde la calidad del agua presenta un riesgo alto, para el consumo humano de acuerdo con los IRCA, por la falta de potabilización en la mayoría de los acueductos rurales. Este factor índice en los índices de calidad de vida, ya al no poder acceder a agua con calidad la salud humana se ve afectada.</p> | |

| | |
|--|---|
| | <p>En casos puntuales de las veredas del sur de Santa Rosa de Cabal (Volcanes, Cedralito, La María), algunos hogares simplemente toman el agua directamente de las quebradas conectándose por tubería de PVC y llevando el agua a su vivienda, lo que se pudo evidenciar en los recorridos en campo y que fue corroborado por la población en el marco de los talleres participativos. En las zonas rurales de la Cuenca Otún, de acuerdo con los talleres participativos, ningún poblador debe trasladarse para llevar el agua hasta la vivienda, ya que el servicio llega hasta esta.</p> |
|--|---|

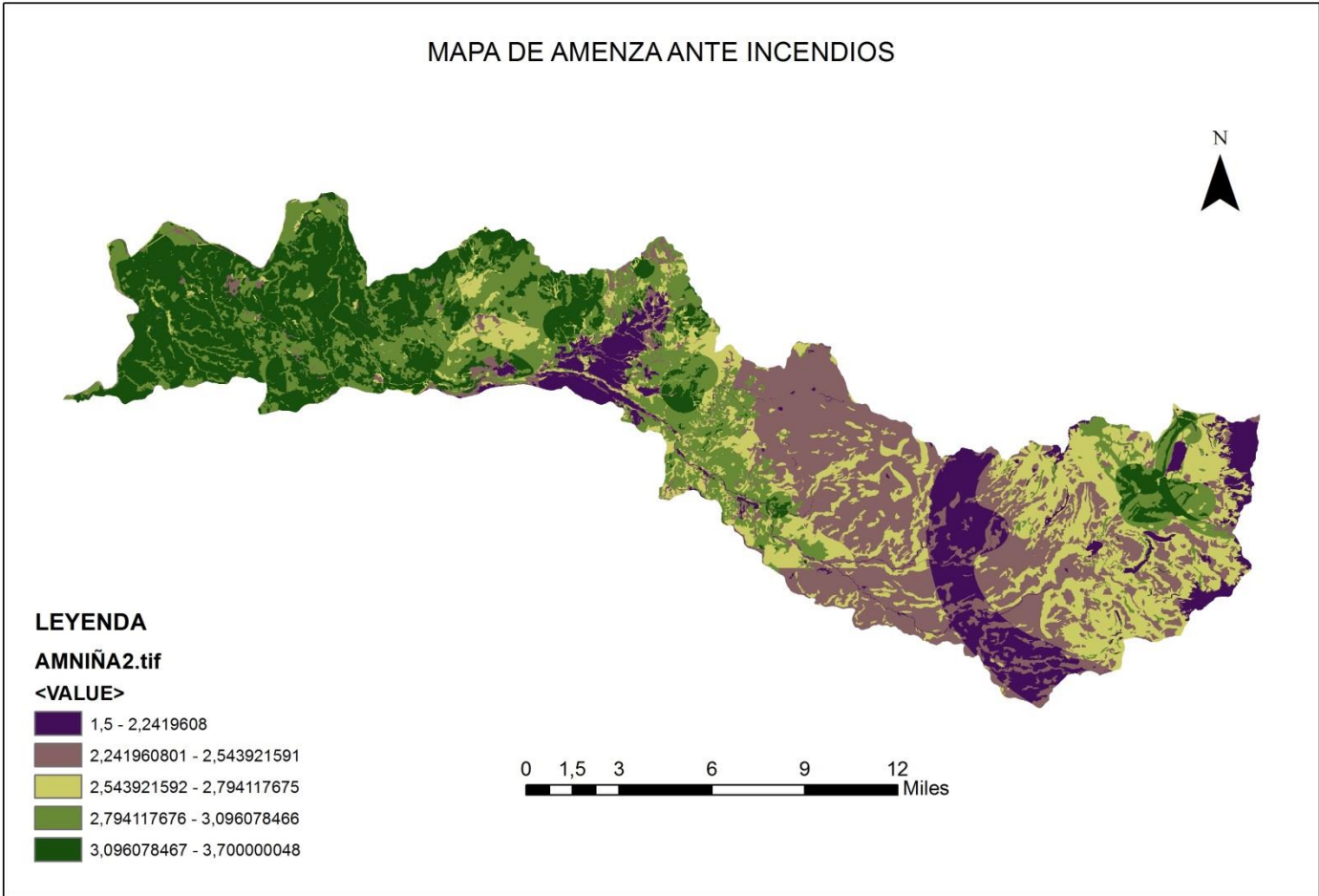
| |
|--------------------------------------|
| COMPONENTE GESTIÓN DEL RIESGO |
| TEMÁTICA: AMENAZAS |

| Elemento | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------|---|
| Nombre y sigla | Porcentaje de Niveles de Amenaza (Alta y Media) por Inundación, Movimientos en Masa e Incendios forestales |
| Objetivo | Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta y media en la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa e incendios forestales. |
| Definición | Define el área de incidencia por tipo y nivel de amenaza que puedan presentarse en la cuenca hidrográfica |
| Fórmula | $PH\beta = (PPi / Pu) * 100$ |
| Variables y Unidades | Donde: PH β = porcentaje de área en nivel de amenaza (i) por tipos de amenazas PP i = área en nivel de amenaza alta y media (i) Pu = área de la cuenca |
| Insumos | Mapas de amenaza de inundación, movimientos en masa e incendios forestales. |

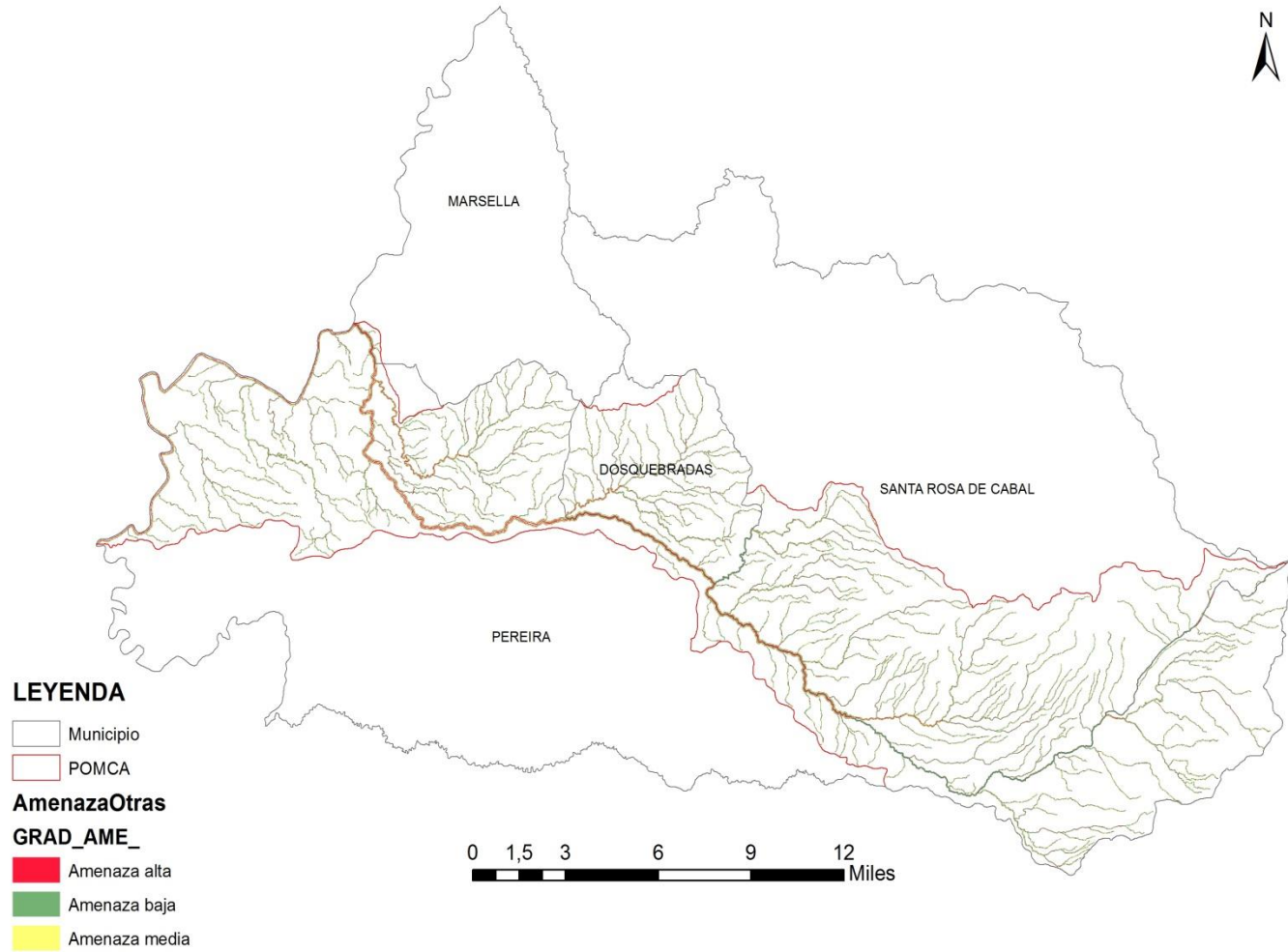
SUSCEPTIBILIDAD MOVIMIENTOS EN MASA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN



MAPA DE AMENAZA ANTE INCENDIOS



MAPA DE AMENAZA ANTE INUNDACIONES



| observaciones | nivel de amenaza/evento | inundaciones | %/nivel | %/cuenca | incendios | %/nivel | %/cuenca | movimientos en masa | %/nivel | %/cuenca |
|---------------|-------------------------|--------------|---------|----------|-----------|---------|----------|---------------------|---------|----------|
| | alto | 11392 | 20 | 1,96 | 7,95 | 0,06 | 0,01 | 4518,17 | 53,84 | 7,95 |
| | medio | 31304 | 55 | 1,61 | 2490,63 | 19,02 | 4,38 | 2257,50 | 26,90 | 3,97 |
| | bajo | 14144 | 25 | 6,16 | 10593,47 | 80,92 | 18,64 | 1616,63 | 19,26 | 2,84 |
| | sumatoria | 56840 | | 9,73 | 13092,05 | | 23,03 | 8392,30 | | 14,76 |
| | área de cuenca | 56840,59 | | 100,00 | 56840,59 | | 100,00 | 56840,59 | | 100,00 |

| | |
|-----------------------|--|
| Resultados y análisis | <p>Con respecto a los niveles de amenaza, estos fueron tomados por diferentes metodologías según el tipo de evento que se esté analizando, para así concluir dentro de los planes de manejo y ordenamiento de las cuencas y en específico la cuenca del río Otún, que áreas presentan niveles de amenaza alta, media y baja. Como se observa en la tabla, se muestran las áreas de afectación en hectáreas para los tres eventos amenazantes, para los diferentes niveles que se toman como analisis, es de aclarar que de las 56840.59Ha que representa el 100% de la cuenca, solo una fracción de esta área presenta niveles de amenaza baja a alta, la otra fracción y las cantidades areales que no se muestran en la tabla representan niveles de amenaza muy bajo.</p> <p>A continuación se hará un analisis de cada uno de los eventos amenazantes sobre la cuenca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones: la mayor parte de la cuenca, representa una amenaza media a alta representados en un 36.73% con respecto a las áreas de analisis (áreas susceptibles) y un 3.57% con respecto al área total de la cuenca, principalmente sobre el cauce del rio Otun hacia el sector centro occidente y en específico hacia el sector de la bananera y la florida donde se han registrado eventos históricos, como también hacia el sector de la desembocadura del rio otun en el sector de estación Pereira, donde por una avenida torrencial de fuerte impacto se llevó el puente ferroviario; hacia el sector de rio barbo y valle de san Juan, se han evidenciado eventos torrenciales de magnitud alta, con arrastre de material siendo desde cantos hasta bloques, y que a su vez han bajado por el cauce afectando principalmente tejido urbano discontinuo en el sector. • Incendios: la mayor densidad de amenaza ante este fenómeno, se encuentra hacia el sector occidente, de la cuenca, parte baja representados por la Virginia, Caimalito, puerto caldas y zona de expansión urbana cerritos, indicando una amenaza baja a media, representados en un 99.94% con respecto a las áreas susceptibles ante este evento y un 23.02% con respecto al área total de la cuenca, esto influenciado por el tipo y cobertura del suelo presentes en la zona, como cultivos heterogéneos, condiciones climáticas fuertes y tejido urbano discontinuo. • Movimientos en masa: representados en un 55% de amenaza alta con respecto a las áreas susceptibles, con base en eventos históricos y con datos de campo, principalmente hacia el sector de combia-convencion, aguazul-boqueron, alto del nudo y alto de toro, es necesario aclarar que hacia la parte alta de la cuenca sector de la vereda el cedral, como hacia la parte baja de la cuenca, sector de puerto caldas, Caimalito, se está evidenciando una amenaza alta debido a las condiciones tectono-estructurales de la zona, ya que se presentan lineamientos representativos en relación directa sobre la tectónica regional de la zona. Hacia la parte baja de la cuenca en el sector de cerritos, representadas en un 25% (14144 Ha) presentan una amenaza baja. |
|-----------------------|--|

10 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El diseño de las herramientas y el material divulgativo para la fase de diagnóstico, se concibió de acuerdo a lo planteado en la Estrategia de Participación estructurada y aprobada en la fase de Aprestamiento, la cual se soporta en tres pilares fundamentales *“Difusión, Inclusión y Representatividad”*.

En ese sentido las herramientas y material divulgativo están dirigidos y son distribuidos de manera general o masiva a todos los actores y/o comunidad, con el propósito de informar e invitar a participar, aportando conocimiento e información en la construcción del diagnóstico e identificando allí los actores participativos a través de los talleres, y de manera específica a los actores claves e interesados en conformar el Consejo de Cuenca; Esta estrategia se desarrolla a través de las líneas de acción establecidas para ello como lo son: La conformación del Consejo de Cuenca, el desarrollo de talleres con la comunidades e instituciones para la construcción del diagnóstico participativo y la realización de recorridos de campo y entrevistas.

Así mismo se concibió que las herramientas divulgativas o de difusión se articulen con el plan de medios planteado en la estrategia de participación. Es importante también resaltar la incorporación de nuevas estrategias y espacios que han ayudado a complementar el proceso, tales como: inclusión del tema de POMCAS en diferentes escenarios de participación importantes que se han desarrollan en la ciudad, entre ellos: Asambleas general de Camacol Risaralda, Escenario con el comité Inter gremial, Participación en la construcción del plan de desarrollo departamental 2016 – 2020; el programa Radial POMCA al aire, y el fortalecimiento de las redes sociales las cuales han permitido abrir un canal de comunicación directo con todos los actores y seguidores permitiéndoles tener un conocimiento continuo del avance y actividades día a día del proyecto, posicionando el POMCA con una imagen positiva y transparente la cual proporciona confianza y permite retroalimentación continua.

La imagen del proyecto fue desarrollada bajo el concepto de marca sombrilla normatizada en la guía de uso del Sistema Grafico de POMCA / 09 oct15, por lo tanto fue construido y diseñado respetando las normas de identidad visual de todos los POMCAS del país, para desarrollar las etapas de creación y concreción de las herramientas divulgativas del POMCA correspondientes a las Actividades complementarias se llevaron a cabo unos pasos en cada una de sus fases como lo son:

- a. Determinar objetivos y desarrollar la estrategia de participación
- b. Determinar el criterio de diseño y cuestionamiento
- c. Hacer investigación a través de los recorridos de campo
- d. Recolección y validación de información con los conocedores del tema

- e. Creación del concepto y las herramientas que podrían ser de gran utilidad para los actores.
- f. Diseño las herramientas.
- g. Validación y aprobación de propuesta de diseño por parte del consorcio y la corporación.
- h. Producción e impresión de material
- g. Creación de la estrategia de Distribución de material en los diferentes espacios de participación

En conclusión, las herramientas de difusión, el material divulgativo e impreso en la etapa de diagnóstico correspondientes a las actividades complementarias garantizan: la promoción y difusión de lo que se viene haciendo y se va a hacer; la motivación de manera continua a las instituciones, la comunidad y los actores a que se vinculen, para garantizar un proceso participativo y la postulación a la conformación del consejo de cuenca; tal como encontrara evidenciado en este documento.

Dando cumplimiento al plan de medios propuesto para la fase de Diagnóstico, del proyecto y para la conformación del **Consejo de Cuenca, los Talleres de Diagnóstico y la realización de recorridos de campo y entrevistas** se diseñaron los siguientes productos y actividades como estrategias de **“Difusión, Inclusión y Representatividad”**.



Figura 61: Diseño de Flyer para Consejo de Cuenca
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016



Se diseñó un flyer de invitación haciendo convocatoria a los diferentes escenarios de participación, conservando el mismo esquema, siendo el factor diferenciable los datos propios del evento, con el objetivo de mantener una imagen y una recordación.

INVITACIÓN

TEMA: Taller de Diagnóstico para el Ajuste y Revisión del POMCA Otún, de acuerdo a los Lineamientos del decreto 1076 del 2015.

FECHA: ENERO 27 del 2016

HORA: 8:30am a 3:30pm

LUGAR: Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya. La Suiza.

Contacto: Cra 18 E No. 42B – 352, Villas del Jardín III, Local 5, Pereira - Risaralda
pomcasrisaralda@gmail.com, Tel: 3141728

ACTUALIZACIÓN
POMCA
 RÍO OTÚN
 Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica

Figura 62 Diseño de Flyer para invitación Taller de Diagnóstico
 Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

En el documento de Participación se aborda ampliamente el objetivo y conclusiones de los diferentes escenarios o eventos realizados para la conformación del consejo de cuenca y los talleres de diagnóstico realizados.

