



Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún

— *Libro Técnico* —



CDD:
333.91 - AGUA

Título:
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún

Autores:

Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER
ISBN: 978-958-8487-47-2
Primera edición
Número de ejemplares: 1000

Editorial:

Universidad Católica de Pereira

Editores:

Mónica Salazar Isaza
— Profesional Especializado CARDER
Epifanio Marín Ríos
— Profesional Especializado CARDER
Juliana Valencia Quintero
— Profesional apoyo CARDER - CPS 201 del 2018
Juan Alejandro Ríos Molina
— Profesional apoyo CARDER - CPS 200 del 2018
Constanza González Botero
— Profesional apoyo CARDER - CPS 130 del 2018

Comité de Gestión y Desempeño CARDER:

Martha Mónica Restrepo Gallego
— Directora General (e)
Luis Arturo Arroyave Martínez
— Asesor de la Dirección
Martín Alonso Restrepo Osorio
— Jefe Oficina Asesora Jurídica
Diana Yizeth Vargas Ramírez
— Jefe Oficina Asesora de Planeación (e)
Sandra Patricia Jiménez Londoño
— Jefe Oficina de Control Interno
Vicente Galvis Herrera
— Secretario General
Carlos Ancizar Arcila Ríos
— Subdirector de Gestión Ambiental Sectorial
Julio César Isaza Rodríguez
— Subdirector de Gestión Ambiental Territorial

Diseño y diagramación:

Alejandro Montes
— Universidad Católica de Pereira

Fotografía de portada:

Diego Monsalve
— Banco de imágenes SFF Otún Quimbaya

ISBN: 978-958-8487-47-2



Pereira, Colombia
Noviembre de 2019.

Reservados todos los derechos
© Universidad Católica de Pereira
Carrera 21 No. 49-95 Pereira
Teléfono 312 4000
ucp@ucp.edu.co www.ucp.edu.co

© Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la UCP, ni genera su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como por la eventual información sensible publicada en ella.

Referenciarse como:
CARDER (2019). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún. Libro técnico. Pereira, Colombia.



Contenido

1. Introducción	3
1.1. Normativa	3
1.2. Metodología	4
1.2.1. Estrategia de participación	4
1.2.2. Gestión del riesgo	4
2. Caracterización de la cuenca	4
2.1. Jurisdicción municipal	4
2.2. División veredal	5
3. Fases del POMCA	5
3.1. Aprestamiento	5
3.1.1. Estrategia de participación	6
3.1.2. Conformación del consejo de cuenca	7
3.2. Diagnóstico y síntesis ambiental	7
3.2.1. Clima	8
3.2.2. Cuenca	9
3.2.2.1. Subcuenca	9
3.2.2.2. Microcuenca	9
3.2.3. Componente suelo	10
3.2.3.1. Importancia de la geomorfología con criterios edáficos	10
3.2.3.2. Coberturas de la cuenca del río Otún	10
3.2.4. Áreas protegidas ubicadas en jurisdicción de la cuenca del río Otún	12
3.2.4.1. Áreas complementarias para la conservación, denominaciones internacionales	13
3.2.4.2. Área de importancia para la conservación de las aves –AICAS- Bosques del oriente de Risaralda	13
3.2.4.3. Sitio RAMSAR, Complejo de Humedales Laguna del Otún	13
3.2.5. Ecosistemas estratégicos	13
3.2.5.1. Información de interés para el proceso de ordenación asociado al tema de áreas protegidas y suelos de protección ..	14
3.2.6. Componente socioeconómico	14
3.2.7. Dinámica poblacional	15
3.2.8. Dinámicas de apropiación y ocupación del territorio	19
3.2.8.1. Análisis e implicaciones con respecto a la cuenca en la dinámica y apropiación del territorio	19
3.2.9. Servicios sociales básicos	19
3.2.9.1.1. Educación	19
3.2.9.2. Tamaño predial asociado a presión demográfica	20
3.2.10. Análisis del tamaño predial	21
3.2.11. Sistema económico	22
3.2.11.1. Actividades agropecuarias	22
3.2.11.2. Actividades Agrícolas	22
3.2.11.3. Sector económico	23
3.2.12. Sistema cultural	24
3.2.12.1. Patrimonio cultural	24
3.2.12.1.1. El Paisaje Cultural Cafetero	24
3.2.12.2. Sitios de interés cultural	25
3.2.12.2.1. Patrimonio natural	25
3.2.12.3. Patrimonio arquitectónico	25
3.2.12.3.1. Patrimonio arqueológico Cuenca Otún	25
3.2.12.3.2. Distrito de conservación de suelos La Marcada	26
3.2.12.4. Mapa Cultural	26
3.3. Gestión del riesgo	26
3.3.1. Caracterización histórica de eventos amenazantes	26
3.3.2. Evaluación de la susceptibilidad	27
3.3.2.1. Amenaza por movimientos en masa	28
3.3.2.1.1. Análisis de la zonificación de la amenaza a movimientos en masa	28
3.3.2.2. Amenaza por Inundación	29
3.3.2.2.1. Modelación hidrológica-hidráulica	29
3.3.2.2.2. Hidrología de caudales extremos	29
3.3.2.2.3. Definición de categorías de amenaza	31
3.3.2.3. Amenaza Sísmica	32
3.3.2.3.1. Sismicidad histórica	33
3.3.2.4. Amenaza volcánica	33
3.3.2.4.1. Volcán Nevado del Ruiz	34
3.3.2.4.3. Volcán Machín	35
3.3.2.4.4. Volcán del Tolima	36

3.3.2.5. Amenaza por incendios	36
3.3.2.5.1. Información requerida	36
3.3.2.6. Análisis de la Vulnerabilidad	38
3.3.3. Análisis del riesgo por movimiento en masa	38
3.3.3.1. Priorización de zonas con condiciones de riesgo	39
3.3.3.1.1. Análisis del riesgo sísmico	40
3.3.3.1.2. Análisis del riesgo Volcánico	41
3.3.3.1.3. Impactos probables sobre líneas vitales e infraestructuras críticas	41
3.3.3.1.4. Análisis del riesgo por incendios	42
3.3.3.1.5. Incendios de la cobertura vegetal	43
3.3.3.1.6. Análisis del riesgo por inundaciones	43
3.3.3.2. Análisis y priorización general de riesgos para los eventos amenazantes evaluados	44
3.4. Análisis situacional	45
3.4.2. Análisis de resultados conflictos recurso hídrico	46
3.4.2.1. Conflictos por uso de la Tierra	47
3.4.2.1.1. Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos	47
3.4.2.2. Análisis y evaluación de conflictos y problemas	49
3.4.3. Análisis de territorios funcionales	49
3.4.3.1. Relaciones Urbano-Rurales y Urbano-Regionales	49
3.4.3.2. Calidad de agua	49
3.4.3.3. Consideraciones respecto a la oferta hídrica	51
3.4.3.4. Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca	52
3.4.3.5. Transporte marítimo – puertos	53
3.4.3.7. La Zona Franca Internacional de Pereira	54
3.4.3.8. Red vial nacional y regional con incidencia en la cuenca Otún	54
3.5. Síntesis Ambiental	56
3.5.1. Determinación de áreas críticas	56
3.5.5. Consolidación de línea base de indicadores	57
Componente físico - biótico	57
Temática: Hidrología	57
Temática: Calidad del agua	62
Temática: Cobertura y uso de la tierra	64
Temática: Edafología	70
Temática: Ecosistemas estratégicos	72
Componente socio - económico	74
Temática: Sistema social	74
Componente: Gestión del riesgo	77
Temática: Amenazas	77
3.6. Metodología general de la fase prospectiva	78
3.6.1. Diseño de escenarios prospectivos	78
3.6.1.1 Variables clave e indicadores de línea base	78
3.6.2. Definición de niveles de influencia	78
3.6.3. Calificación de los indicadores	78
3.6.4. Escenario tendencial consolidado	78
3.6.5. Escenarios deseados	82
3.6.5.1. Selección y priorización de los escenarios tendenciales	82
3.7. Zonificación ambiental final	83
3.8. Formulación	85
3.8.1. Medidas de administración de los recursos naturales	85
3.8.2. Componente programático	87
Referencia:	96

1. Introducción

1.1. Normativa

En el año 2008 mediante el acuerdo No. 03 de la Comisión Conjunta integrada por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER- y la Territorial Andes Occidentales de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales -UAESPNN-, se aprobó el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún, bajo los lineamientos dispuestos en el Decreto No. 1729 de 2002, mediante el cual se reglamentaban los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas.

Posteriormente, en el año 2012, se deroga el Decreto 1729 y se publica el Decreto 1640 por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Además, mediante la Resolución 1907 del 27 de diciembre de 2013, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS). Esta guía establece los criterios técnicos, procedimientos y metodologías que se deben tener en cuenta en las fases definidas, así como los lineamientos para abordar los temas de **participación** y la inclusión de la **gestión del riesgo** en cada una de las fases previstas.

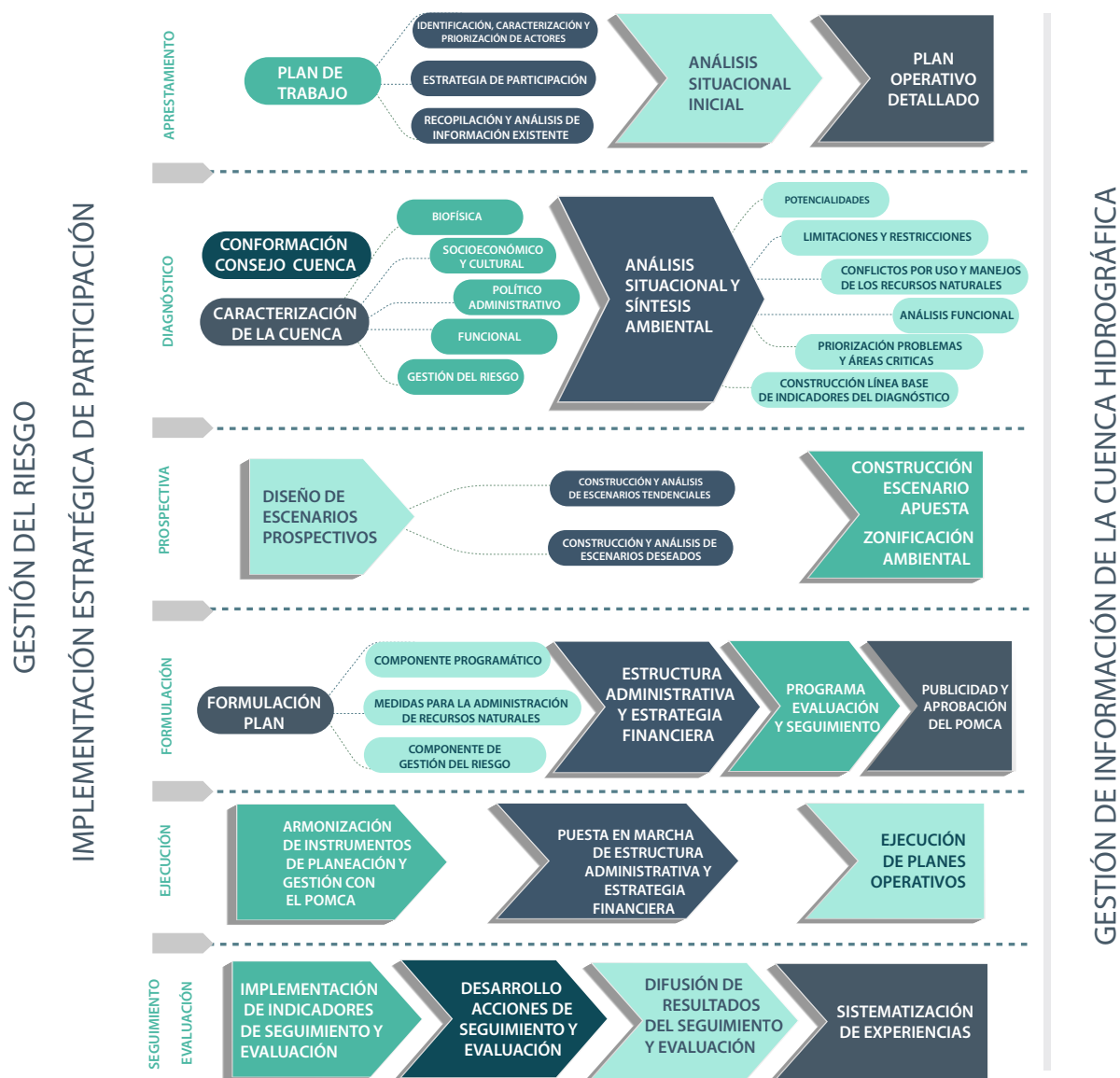


Ilustración 1. Fases de los POMCAS.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013.

Dada esta dinámica normativa entre los años 2015 y 2017, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER, ejecutó el contrato No. 0198 suscrito con el Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, el cual tenía por objeto: “*Ajustar (Actualizar)* el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún en el marco del proyecto ‘Incorporación del componente de gestión de riesgo como determinante ambiental del ordenamiento territorial en los procesos de formulación y/o actualización de planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011’”.

1.2. Metodología

Cómo se explicó anteriormente, la elaboración de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas -POMCAS-, se encuentra reglamentado bajo la guía del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esta guía presenta los lineamientos técnicos para la formulación del Plan mediante la ejecución de 6 fases: 1. Aprestamiento, 2. Diagnóstico, 3. Prospectiva y zonificación ambiental, 4. Formulación, 5. Ejecución y 6. Seguimiento y Evaluación. Esta metodología incorpora tres elementos nuevos para la ordenación de cuencas, los cuales son transversales a las demás fases definidas: la participación, la gestión del riesgo y la gestión de la información.

1.2.1. Estrategia de participación

Esta estrategia es el soporte estructural y eje transversal que garantiza la participación de los diferentes actores presentes en la cuenca: identificados, caracterizados y priorizados durante todas las fases del Plan.

1.2.2. Gestión del riesgo

En los procesos de ordenación de cuencas hidrográficas, el componente de gestión del riesgo en la planificación territorial se constituye en un insumo vital para la prevención y control de la degradación de los recursos naturales, y las condiciones económicas y sociales del área. Para el POMCA del río Otún, se incluyeron los apartes de Geología, Geomorfología, Unidades Geológicas Superficiales, UGS, y geología estructural; y se evaluó la gestión del riesgo incluyendo el análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos de cada uno de los elementos expuestos.

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: movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales e incendios forestales. Con lo anterior se busca la protección y correcto aprovechamiento de los recursos naturales renovables, ocupación apropiada del territorio y prevenir nuevas condiciones de riesgo, a través de la definición de acciones y medidas que puedan ser incluidas y articuladas

en los instrumentos de ordenación del territorio en las diversas áreas estudiadas.

2. Caracterización de la cuenca

La cuenca objeto del POMCA se encuentra ubicada en el centro-occidente de Colombia (Ilustración 2), en el Departamento de Risaralda.

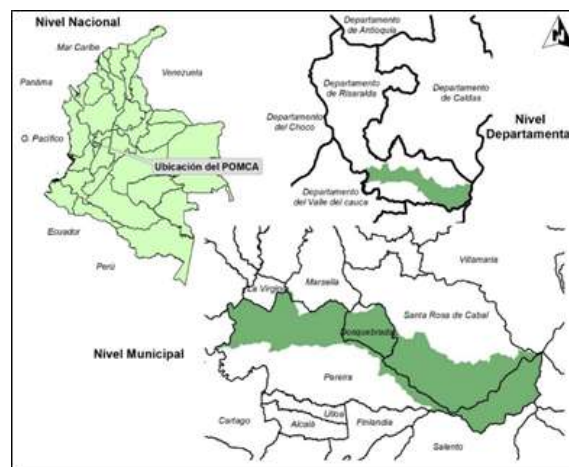


Ilustración 2. Localización geográfica del POMCA.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

La Cuenca del río Otún se encuentra en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER. Cabe anotar que a la cuenca del río Otún se anexaron las microcuencas aferentes directas al Cauca en la zona noroccidental de Pereira, para un área total del POMCA de 56.840 ha.

2.1. Jurisdicción municipal

Para determinar el área con territorio dentro del POMCA, fue necesario ajustar la información política administrativa municipal proporcionada por el Fondo de Adaptación a la cartografía base (1:25.000).

Los municipios que tienen jurisdicción dentro del POMCA del río Otún son: Dosquebradas, Marsella, Pereira y Santa Rosa de Cabal, todos ellos dentro del departamento de Risaralda.

En la Tabla 1 se relaciona, en sus dos primeras columnas, el nombre y el área total para cada municipio, la columna siguiente indica el área que cada uno de los municipios tiene dentro del POMCA; en la cuarta columna se establece el porcentaje de área del municipio al interior del POMCA; por último, se identifica cuánto representa en porcentaje cada municipio con relación a las **56.840 ha** del POMCA del río Otún.

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%	1 %
Pereira	60.760,51	30.399,15	50%	53%
Datos totales	137.091	56.840,68		

Tabla 1. Relación de áreas de los municipios con relación al POMCA.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

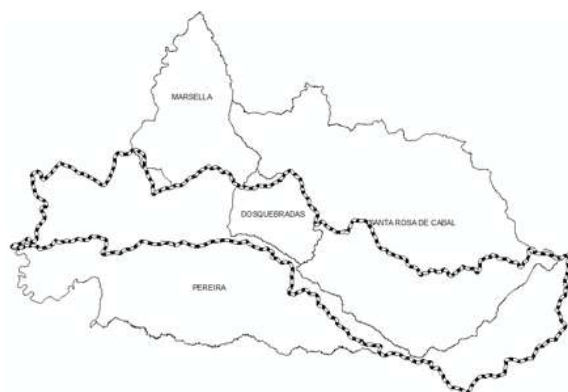


Ilustración 3. Jurisdicción de los municipios con relación al POMCA.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En la Ilustración 4 y en la Tabla 1 se evidencia cómo el municipio de Pereira representa el 53% del área del POMCA del río Otún, área que guarda una relación directa con su área municipal (50%). El área restante del municipio se encuentra en los POMCAs de los ríos La Vieja y Campoalegre. A su vez, Santa Rosa de Cabal tiene una relación similar, donde es un 35% del área del POMCA y 36% del área municipal.

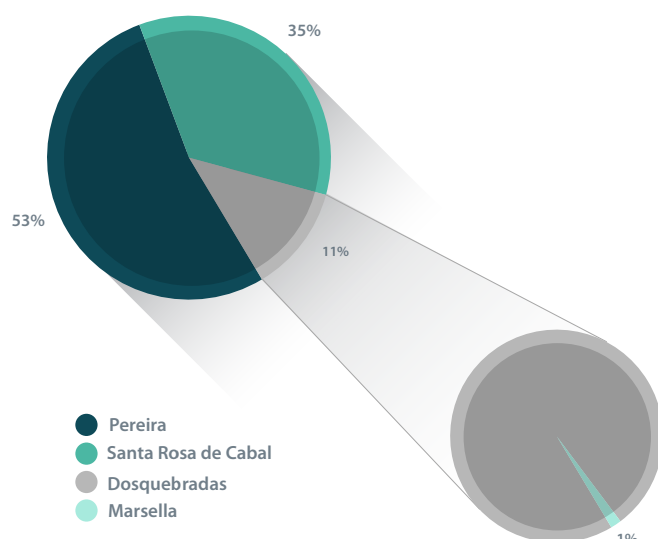


Ilustración 4. Porcentaje del área de los municipios dentro del POMCA. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Caso contrario sucede con el municipio de Dosquebradas, donde un 93% de su territorio se encuentra en el POMCA, pero esto solo representa un 11% de las 56.840 ha. Para el caso del municipio de Marsella, tanto la representatividad en el POMCA como en el territorio municipal es bastante baja.

2.2. División veredal

La Ilustración 5 relaciona las veredas para los cuatro municipios del POMCA del río Otún. Esta información la proporcionó la CARDER, compilada de los Planes de Ordenamiento de cada municipio, y se enumeran en el documento técnico de diagnóstico.

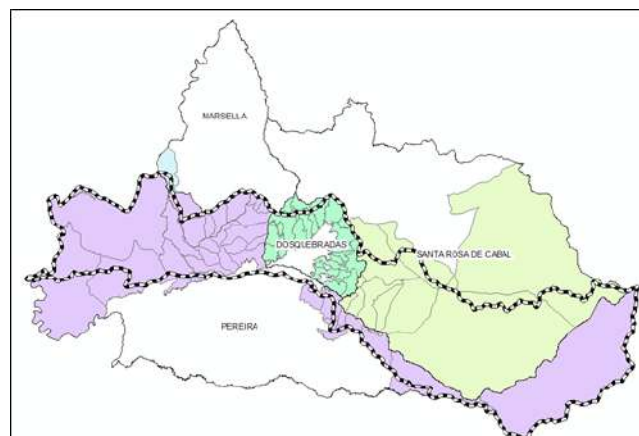


Ilustración 5. Límite veredal y municipal del POMCA.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Con relación a los datos, el municipio de Dosquebradas tiene un total de 23 veredas en la zona, Marsella una vereda, Pereira tiene 35 veredas y Santa Rosa de Cabal tiene 10, para un total de 69 veredas en el POMCA del río Otún.

3. Fases del POMCA

3.1. Aprestamiento

La fase de aprestamiento en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca, es definida como la etapa en la cual se generan las condiciones necesarias para el desarrollo del proceso.

Esta es la fase preparatoria cuyo propósito es construir los cimientos del Plan, en la cual se definen los objetivos, se precisan los límites de la cuenca y las comunidades, se identifican las instituciones relacionadas y la organizaciones de base. Paralelamente, se recopila y analiza la información secundaria y se realiza un reconocimiento rápido de campo, con el fin de realizar una caracterización preliminar. Como resultado final, en esta etapa se obtiene una selección de actores y una priorización en las intervenciones.

En virtud de lo anterior, la fase de aprestamiento obedece al cumplimiento de siete (7) productos relevantes:

1. *Elaboración del plan de trabajo.*
2. *Identificación, caracterización y priorización de actores.*
3. *Estrategia de participación.*
4. *Recopilación, revisión y análisis de la información existente.*
5. *Análisis situacional inicial.*
6. *Plan operativo detallado.*
7. *Actividades complementarias de la fase de aprestamiento.*

3.1.1. Estrategia de participación

La propuesta metodológica para la generación e implementación de la estrategia de participación en la construcción del POMCA Otún, como se muestra en la Ilustración 6, se sustentó en 5 líneas estratégicas que son transversales a las diferentes fases del POMCA:

- (i) *Comunicación y sensibilización.*
- (ii) *Difusión, inclusión y representatividad de la participación.*
- (iii) *Conocimiento y educación.*
- (iv) *Gestión del conocimiento.*
- (v) *Implementación del conocimiento.*

i) La comunicación y sensibilización: apropiada de manera más contundente en la fase de aprestamiento; esta línea permitió crear lazos de confianza y empatía con las comunidades, el establecimiento de relaciones dinámicas y un primer acercamiento al territorio, la cultura y las principales fortalezas y problemáticas que aquejan a la comunidad; también permitió identificar actores a través de los recorridos de campo, entrevistas y conversaciones informales para, finalmente, tener un conjunto de actores agrupados y categorizados.

ii) La Difusión, inclusión y representatividad en la participación: esta línea tuvo énfasis durante la fase de diagnóstico, en la que se aseguró la difusión de la información por vías accesibles a la comunidad en general, se garantizó la invitación equitativa a los diversos grupos de actores, buscando vincular en los diferentes espacios de interacción la representatividad que se requiere para poner a conversar las subjetividades, los intereses y reconocer relaciones, liderazgos e influencia en las decisiones que conciernen a la cuenca para, finalmente, motivar y garantizar la participación activa en la conformación del Consejo de Cuenca.

iii) Conocimiento y Educación, gestión del conocimiento y la implementación del conocimiento: estas 3 líneas estratégicas se direccionan a partir de la



Ilustración 6. Estructura metodológica de la Estrategia de Participación para el POMCA Otún
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

puesta en marcha del Consejo de Cuenca, que tuvo una representación importante de actores de los 10 grupos definidos en la resolución 0509 de 2013, donde se llevaron a cabo procesos educativos, de retroalimentación y empoderamiento para fortalecer el Consejo de Cuenca; sin embargo, los actores que no hacen parte de esa instancia consultiva siguen siendo incluidos y vinculados a los escenarios de participación.

3.1.2. Conformación del consejo de cuenca

El proceso de conformación del Consejo de Cuenca del POMCA del río Otún, se entiende como un espacio consultivo en el que las instituciones y/u organizaciones de carácter productivo, académico, empresas prestadoras de servicios públicos, entes territoriales y actores de la sociedad civil, participan de las diferentes fases del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica - POMCA -, que tiene injerencia sobre un territorio concreto (cuenca hidrográfica del río Otún), integrada por cuatro (4) municipios del departamento de Risaralda: Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella. Este espacio de participación se soporta normativamente en el Decreto 1076 del 2015 y en la Resolución 0509 de 2013.

Con el resultado de identificación, caracterización y priorización de actores en la fase de Aprestamiento del POMCA Otún (439 actores identificados y caracterizados y 294 priorizados a partir del interés, posición e influencia en la Cuenca), se agruparon en institucionales, académicos, asociaciones del sector productivo, organizaciones no gubernamentales ambientales, juntas de acción comunal, acueductos comunitarios, empresas prestadoras de servicios públicos y actores de la gestión del riesgo.

Para la conformación del consejo, fueron elegidos 19 actores de los once (11) tipos de miembros definidos en la Resolución 0509 de 2013.

El proceso de Conformación del Consejo de Cuenca del río Otún se inició desde la fase de Aprestamiento con la identificación, caracterización y priorización de actores, donde se observó un alto interés e influencia en la toma de decisiones en el Plan de Ordenación.

En la fase de diagnóstico, las actividades estuvieron orientadas al proceso de conformación del Consejo; en las fases de zonificación y prospectiva y formulación, la propuesta metodológica se orientó al fortalecimiento con capacitación y experiencias significativas, con el fin de generar un proceso de apropiación del conocimiento y construir propuestas deseables a partir de escenarios tendenciales. En la fase de ejecución son los actores dinamizadores del proceso.

Grupo de actores	Representante
Organizaciones que agremien o asocien el sector productivo	FENAVI
	ANDI
	Comité Intergremial
Entidades prestadoras de servicios públicos de acueducto y alcantarillado	AMAC
	Aguas y Aguas de Pereira
	ACUASEO
Organizaciones no gubernamentales con énfasis ambiental	Fundación Combía Con Vida
	Red Otún
	CORPO OTÚN
Instituciones de educación superior	Universidad Católica de Pereira, UCP.
	Universidad Tecnológica de Pereira, UTP.
Las demás organizaciones que haga presencia en la cuenca	Parques Nacionales Naturales de Colombia
Juntas de acción comunal de Pereira.	J.A.C vereda La Bananera
	J.A.C vereda La Siria de Pereira
	J.A.C Estación Pereira
Municipios con jurisdicción en la cuenca.	Alcaldía de Pereira
	Alcaldía de Dosquebradas
	Alcaldía de Santa Rosa de Cabal
Departamentos con jurisdicción en la cuenca.	Gobernación de Risaralda

Tabla 2. Grupo de actores elegidos para representar el Consejo de Cuenca del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

El consejo de cuenca del río Otún se instaló de manera formal en mayo del 2016, celebra reuniones mensuales en diferentes escenarios de la cuenca. Actualmente acompaña la fase ejecución y seguimiento. Este consejo realiza diversas actividades en la cuenca de acuerdo con la competencia de cada actor en relación con su plan de acción, el cual se encuentra articulado al componente programático del POMCA Otún.

3.2. Diagnóstico y síntesis ambiental

La Fase de Diagnóstico se consideró como 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".

Por esta razón, el ordenamiento ambiental del territorio comprende no solo 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.

En coherencia con lo anterior, en el diagnóstico se determina la caracterización básica de la cuenca, en la cual se resalta la división político administrativa y su ubicación geográfica, para dar paso a los resultados generales del componente físico-biótico relacionados con la temática de clima, geología, hidrogeología, hidrografía, morfometría, pendientes, hidrología, calidad del agua, geomorfología, capacidad de uso de las tierras, cobertura y usos de la tierra, caracterización de la vegetación y flora y caracterización de la fauna, así como de los ecosistemas estratégicos.

Luego se presentaron los aspectos clave del sistema social, cultural, económico y político administrativo de la cuenca, seguido por la caracterización funcional donde 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 con relación a movimientos de masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios por coberturas naturales, así como las vulnerabilidades de carácter físico, social y económico.

Seguidamente, se elaboró el análisis situacional que establece potencialidades, limitantes y conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales, específicamente por el uso del agua, el suelo y la pérdida de coberturas naturales. Sumado a lo anterior, se consolidó la síntesis ambiental que evidenció una priorización de los problemas y los diferentes indicadores de los componentes del POMCA, así como el análisis de áreas críticas.

Finalmente, se consignaron 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.

Toda la información referida a esta etapa de Diagnóstico puede consultarse en su totalidad en los informes finales por componente referidos al POMCA del río Otún.

3.2.1. Clima

En la Ilustración 7, se aprecia que para la cuenca del río Otún se presentan doce (12) tipos de clasificación climática, los cuales se pueden correlacionar con los pisos térmicos.

En la parte alta de la cuenca, en el piso térmico nival, se presenta el tipo de clima páramo Alto Superhúmedo (PASH), que 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). En el anexo 7 se encuentra el mapa de zonificación climática.

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. Para el piso térmico frío se presentan tres tipos de clima: Frío Húmedo (FH), Frío Superhúmedo (FSH) y Frío Semihúmedo (Fsh), que comprenden respectivamente: 4.7%, 12.8% y 1%. Esta zona se encuentra incluida en el área de Parques Nacionales y Regionales Naturales, donde se ubican las subcuencas San José y Barbo.

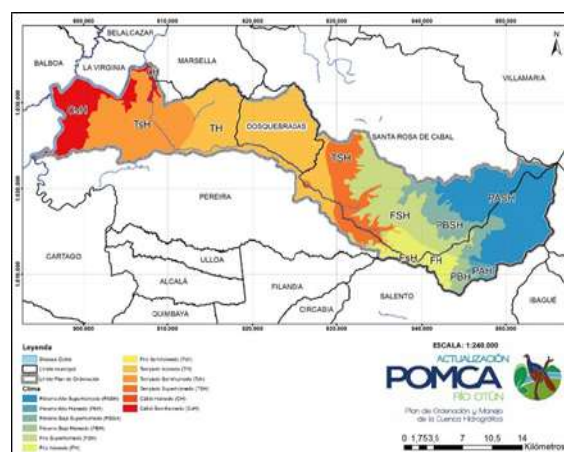


Ilustración 7. Zonificación Climática en el Área del POMCA del Río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

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%; Frío Húmedo (FH) en un porcentaje de 4.7%; Templado Semihúmedo (Tsh) en un 14% y Templado Húmedo (TH) en un porcentaje de 25%, resaltando 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 en 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%.

3.2.2. Cuenca

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. La cuenca Otún tiene aproximadamente 480.7 km2. La Figura 11 muestra la cuenca hidrográfica de río Otún.

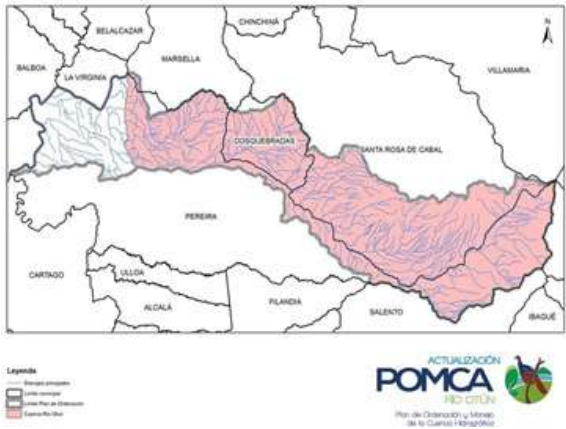


Ilustración 8. Cuenca hidrográfica del río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.2.1. Subcuenca

En la Tabla 3 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.

Nivel I (Cuenca y directos río Cauca)	Código	Nivel II (Subcuenca)
Cuenca Río Otún	26130101	Q. Barbo
	26130102	Q. San Juan
	26130103	Q. San José
	26130104	Q. Dosquebradas
	26130105	Q. La Combia
	26130106	Q. Azul
Directos al Cauca	26130001	Q. Grande
	26130002	Q. Hato Viejo

Tabla 3. Subcuencas Otún.

3.2.2.2. Microcuenca

Las **microcuencas** son la unidad hidrográfica mínima definida, pero que por su extensión o por hacer parte de una subcuenca no se clasifican en cuenca o subcuenca. En la zona de influencia del Área de 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 4 y en la

Ilustración 9, se muestran las microcuencas definidas en el área POMCA del río Otún.

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
	Q. Bocachica	2316000005
	Q. El Aserrió	2316000006
Directos al Cauca	Q. El Muerto	2316000003
	Q. Garrapata	2316000007
	Q. La Pedregosa	2316000002
	Q. Leticia	2316000004
	Q. Pedregosa	2316000008

Tabla 4. Microcuencas Otún y otras directas al Cauca.
Fuente: CARDER, 2015 y Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

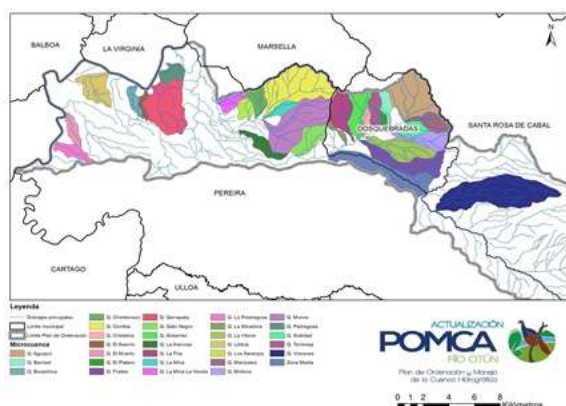


Ilustración 9. Microcuencas de estudio cuenca río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.3. Componente suelo

3.2.3.1. Importancia de la geomorfología con criterios edáficos

Tal como señala Zinck (2012), 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 no-consolidados o alterados, que sirven de material parental a los suelos, y el factor tiempo.

El análisis de las relaciones e interacciones entre geoformas y suelos y la aplicación práctica de estas relaciones en cartografía de suelos y en estudios de riesgos naturales han recibido varias denominaciones tales como pedogeomorfología, morfopedología y geopedología, entre otras, denotando la transdisciplinariedad de los enfoques (Zinck, 2012).

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

Clase	Subclase	Uso principal	Área (ha)
Clase 3	3ps	Sistemas agrosilvopastoriles (ASP).	95,41
		Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS).	14,83
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS).	59,48

Clase	Subclase	Uso principal	Área (ha)
Clase 4	4ps	Sistemas Agrosilvícolas (AGS).	4405,53
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS).	2510,5
	4s	Sistemas Forestales Protectores (FPR).	151,07
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS).	97,92
Clase 6	6ps	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI).	1076,3
		Sistemas Agrosilvícolas (AGS).	804,03
		Sistemas Agrosilvícolas (AGS).	6854,68
		Sistemas Forestales Protectores (FPR).	155,58
Clase 7	7ps	Sistemas Agrosilvopastoriles (ASP).	2315,23
		Sistemas Forestales Protectores (FPR).	1607,17
	8p	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE).	30000,065
		Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE).	3197,97

Tabla 5. Unidades de usos principales propuestos.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.3.2. Coberturas de la cuenca del río Otún

En primera instancia, se observa que las coberturas más importantes en cuanto a su superficie en el área del POMCA del río Otún, son Bosque denso y herbazal que se concentra en las áreas protegidas ubicadas en la zona alta del área del POMCA. Estas coberturas representan el 45% del área y alcanzan el 54% si se le suman las áreas no menos representativas de las coberturas bosque de galería y ripario, y el bosque fragmentado. Esto evidencia 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, mosaico 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.

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	

Tabla 6. Tabla resumen de coberturas.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En la siguiente la Tabla se presenta el resumen de los usos del suelo en el área del POMCA 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
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

Tabla 7. Tabla resumen de los usos del suelo para la cuenca del Río Otún.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.4. Áreas protegidas ubicadas en jurisdicción de la cuenca del río Otún

Las áreas protegidas que se encuentran en jurisdicción de la cuenca del río Otún integran esfuerzos de diferentes autoridades ambientales, sociedad civil y entes territoriales, que garantizan el suministro de agua en calidad y cantidad a poblaciones urbanas y rurales de los municipios de la cuenca, como principal servicio ambiental. A continuación, se enumeran las áreas protegidas que se encuentran dentro de la cuenca del río Otún, los actos administrativos de declaratoria y los principales objetivos de conservación y servicios ambientales asociados, así como la extensión y el porcentaje. Ver Tabla 8 y Tabla 9.

Área Protegida	Autoridad responsable de su administración y gestión	Acto de declaratoria	Objetivos de conservación	Principales servicios ambientales
Parque Nacional Natural los Nevados (Nacional)	Parques Nacionales	Acuerdo No. 15 de 1973,INDERENA	- Mantener muestra representativa de biomas de páramos y bosques altoandinos. - Preservar unidades de origen glacial y volcánico como escenarios paisajísticos. - Proteger cuencas altas de los ríos Chinchiná, Otún, Campoalegre, Quindío, Gualí, entre otros	- Agua para consumo humano. - Regulación climática. - Prevención de riesgos.
Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya (Nacional)	Parques Nacionales	Resolución No. 916 de 1996, Ministerio del Medio Ambiente	- Garantizar la conservación de una muestra de selva subandina de la vertiente occidental de la cordillera Central. - Garantizar la conservación de las microcuencas: Palo Blanco, La Hacienda, Corozal, La Suiza y La Mula.	- Ecoturismo. - Regulación climática.
Parque Regional Natural Ucumari (Regional)	CARDER	Acuerdo No. 023 de 2011, Consejo Directivo CARDER	- Aportar a la conservación del recurso hídrico en calidad y cantidad, por medio de la protección de los ecosistemas existentes en el área. - Impulsar actividades ecoturísticas, con el fin de que estos espacios sean aprovechados por la población en general para la recreación y la educación ambiental. - Articular procesos de conservación entre las áreas protegidas que tienen conectividad con el PRN Ucumari, para fortalecer el corredor biológico existente. - Mantener una muestra representativa de bosque andino.	- Agua para consumo humano. - Ecoturismo.
Distrito de Conservación de Suelos Campoalegre (Regional)	CARDER	Acuerdo No. 018 de 2011, Consejo Directivo CARDER	- Conservar para la regulación del ciclo hidrológico. - Garantizar la conservación de las especies objetos de conservación. - Promover la restauración en ecosistemas degradados de bosque andino y páramo para asegurar la conectividad regional	- Agua para consumo humano. - Prevención de riesgos.
Distrito de Conservación de Suelos La Marcada (Regional)	CARDER	Acuerdo No. 010 de 2013, Consejo Directivo CARDER	- La conservación del patrimonio histórico y cultural. - La conservación de los atractivos turísticos y el desarrollo del ecoturismo. - La conservación de los fragmentos de bosque andino y su biodiversidad asociada.	Paisaje y elementos culturales.
Distrito de Conservación de Suelos El Nudo (Regional)	CARDER	Acuerdo No. 009 de 2013, Consejo Directivo CARDER	- Conservación del recurso hídrico. - Conservación del bosque secundario del área (40% del área). - Conservación del paisaje, patrimonio histórico y cultural.	- Agua para consumo humano. - Ecoturismo.

Tabla 8. Áreas protegidas Cuenca Río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Área protegida	Extensión (ha)	%
Parque Nacional Natural Los Nevados	18.844,8	33,2
Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya	420,3	0,07
Parque Regional Natural Ucumarí	3.968,5	6,98
Distrito de Conservación de Suelos Campoalegre	4.508,6	7,93
Distrito de Conservación de Suelos La Marcada	1.078,7	1,89
Distrito de Conservación de Suelos El Nudo	1.311,6	2,30
Total	30.132,5	53,01

Tabla 9. Porcentaje de áreas protegidas dentro de la cuenca del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.4.1. Áreas complementarias para la conservación, denominaciones internacionales

Las denominaciones internacionales no corresponden a categorías de manejo de áreas protegidas sino a estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, según el Decreto 2372 de 2010. Para el caso de la cuenca del río Otún, dentro de esta clasificación se encuentran dos áreas:

3.2.4.2. Área de importancia para la conservación de las aves –AICAS- Bosques del oriente de Risaralda

Localización: 75o 56.47' West 5o 17.66' North
 Altitud: 1800-3800 msnm
 Área: 23069ha

En el área se registran más de 300 especies de aves (Naranjo, 1994; datos Instituto Humboldt; datos CARDER; P. Salaman, in litt.). Asimismo, se reportan especies de aves amenazadas, como *Hapalopsittaca amazonina* (Rengifo et al., 2002), y se reconoce la presencia de las siguientes especies de vertebrados: *Tremarctos ornatus* (VU), *Puma concolor* (NT), *Tapirus pinchaque* (EN), *Alouatta seniculus* y *Atelopus quimbaya* (CR), entre otros (Rodríguez-Mahecha et al., en prensa).

Esta área se localiza sobre la vertiente occidental de la cordillera Central, al oriente del departamento de Risaralda. La zona tiene más de 30 años de recuperación a través de diferentes áreas protegidas, y es de gran importancia para la regulación hídrica de la región. De esta manera, el Distrito de Conservación de Suelos Campoalegre, el Santuario de Flora y Fauna Otún-Quimbaya, el Parque Regional Natural Ucumarí y la parte baja del Parque Nacional Natural Los Nevados, hacen parte del AICA.

Según la delimitación del área y el mapa realizado por Luis Miguel Rengifo, la zona está conformada por una franja continua de bosque premontano y montano que cubre aproximadamente el 85% de su territorio, y zonas destinadas a la agricultura y la ganadería, que representan el 15% restante. Dentro del área hay asentamientos humanos y deforestación relacionados con el pastoreo de ganado y actividades agrícolas. Esta zona ha sido objeto de diversos esfuerzos de conservación por parte de entidades gubernamentales y no gubernamentales, como UAESPNN, la Fundación EcoAndina, el Instituto Alexander von Humboldt, el Centro Nacional de Investigaciones, el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad del Valle, quienes han desarrollado diferentes proyectos de investigación y conservación en la zona.

3.2.4.3. Sitio RAMSAR, Complejo de Humedales Laguna del Otún

El complejo de Humedales Laguna del Otún fue designado el 25 de junio de 2008; el sitio tiene un área de 6,579 ha y se encuentra ubicado dentro del Parque Nacional Natural Los Nevados, en la cordillera Central de Colombia. Estos humedales incluyen lagunas, pantanos y turberas de diferentes tamaños, interconectados o relacionados funcionalmente entre sí, e influenciados por la presencia de glaciares y vegetación de páramo.

El área alberga aproximadamente 52 especies de aves, entre las cuales se destacan las especies acuáticas *Oxyura jamaicensis* andina y *Podiceps occipitalis* juninensis, ambas en peligro y con poblaciones reducidas y de distribución muy localizada en Colombia, por lo tanto, muy susceptibles a la degradación de sus hábitats generada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Otras aves en peligro de extinción presentes en este complejo son el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) y los loros *Hapalopsittaca* fuertesi y *Ognorhynchus icterotis*. De otro lado, *Espeletia hartwegiana* centroandina, *Podocarpus oleifolius* y *Polylepis sericea* son especies de flora de gran importancia en esta región, que además se encuentran bajo alguna categoría de protección especial.

Adicionalmente, en la cuenca existen 5 reservas de la sociedad civil, las cuales corresponden a iniciativas privadas de conservación: Santa María de Las Lomas, Sol y Luna, Los Genaros, La Carmencita y Cauquité.

3.2.5. Ecosistemas estratégicos

Según el Decreto 2372 de 2010, corresponden a esta clasificación las zonas de páramos y subpáramos y los humedales. Dentro de esta clasificación para la cuenca del río Otún, se hallan las 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, lo cual hace que cuenten con reglamentación detallada de usos.

3.2.5.1. Información de interés para el proceso de ordenación asociado al tema de áreas protegidas y suelos de protección

En la Tabla 10 se brinda información de interés para el proceso de ordenación asociado a las áreas protegidas y suelos de protección de la cuenca del río Otún, donde se enuncia el documento, la fuente de publicación, la síntesis de la información y la cartografía base.

DANE, el Departamento Nacional de Planeación, DNP, el 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.

Asimismo, se examinó información contenida en documentos e informes de algunas dependencias de la

Documento	Fuente y año de publicación	Síntesis de información	Cartografía/escala
Planes de manejo de las áreas protegidas del nivel nacional.	Parques Nacionales, 2009.	Los planes de manejo actuales tienen un diagnóstico, en el cual se caracterizan las áreas; un componente de ordenamiento en el cual se realiza un análisis prospectivo del manejo; propuesta de zonificación del manejo y zona amortiguadora, y plan estratégico de acción.	Cartografía base del plan de manejo en formato Shape escala 1:25.000.
Planes de manejo de las áreas protegidas del nivel regional.	CARDER, 2015	Los planes de manejo cuentan con un diagnóstico en el cual se caracterizan las áreas; un componente de ordenamiento en el cual se realiza la zonificación, regulación de usos y fichas normativas; un plan de acción en el cual se plantean programas, proyectos y actividades para un horizonte de 5 años.	Cartografía base del plan de manejo en formato Shape escala 1:25.000
Lineamientos y criterios para función amortiguadora del PNN Nevados.	Parques Nacionales, CARDER, 2002	El documento contiene los criterios identificados para la delimitación de la zona amortiguadora, además de la caracterización de la zona identificada.	Cartografía polígono propuesto función amortiguadora en formato Shape escala 1:25.000
Plan de manejo ecoturístico para la cuenca media del río Otún.	Parques Nacionales, 2013	El documento contiene información de sitios de interés para el desarrollo del ecoturismo, regulación de usos, capacidad de carga y relación de actores de interés.	Cartografía base en formato Shape escala 1:25.000
Documento Estudio de caso CARDER-Ministerio, para definición de Estructura Ecológica municipios de Pereira, Dosquebradas y La Virginia	CARDER, 2011	Definición de criterios y propuesta de elementos que conforman EE de la subregión.	Cartografía base en formato Shape escala 1:25.000

Tabla 10. Información de interés para el proceso de ordenación asociado a áreas protegidas y suelos de protección.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.6. Componente socioeconómico

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 con los lineamientos de la Guía Técnica del MADS. 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,

gobernación de Risaralda y de las alcaldías municipales, principalmente Secretarías de Planeación, Agricultura y Salud, al igual que información del Área Metropolitana Centro Occidente. 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 para los análisis que se realizaron.

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 cuanto a los temas de Pobreza y Desigualdad, y Seguridad y Convivencia, estos 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.

En el análisis de los componentes se desarrollan las descripciones al final del mismo, sin embargo, es en el análisis funcional donde se retoma la descripción a profundidad con relación a los demás componentes generales del POMCA Otún.

3.2.7. Dinámica poblacional

La cuenca Otún tiene un área de 56.840,7 ha; de ella hacen parte cuatro municipios pertenecientes al departamento de Risaralda.

Para obtener una aproximación de la dinámica poblacional más ajustada a la realidad de la cuenca, se establecieron como base para el cálculo de este factor, las variables poblacionales del Censo DANE, 2005, y su proyección para el año 2015.

Municipio	Población total municipio (hab)	Cabecera	Resto	Población en la cuenca	
				(Hab)	%
Pereira	469.612	396.185	73.427	234.806	55,33
Dosquebradas	198.887	190.389	8.491	184.965	43,51
Santa Rosa de Cabal	72.230	60.190	12.040	4.334	1,02
Marsella	23.304	13.350	9.954	320	0,18
Total	764.033	660.114	103.912	424.425	100

Tabla 11. Cuenca Otún, población por municipio en la cuenca. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016. Con base en proyecciones poblacionales DANE, 2015.

A partir de los cálculos realizados se pudo establecer que la población aproximada para la cuenca es de 424.425 habitantes, de los cuales Pereira y Dosquebradas aportan la mayor cantidad con el 55,3% y el 43,5% respectivamente, lo que está directamente relacionado

con la población urbana que se encuentra en estos municipios y que juntos representan casi el 99% de la población total de la cuenca. Se observa que Santa Rosa de Cabal y Marsella solo concentran poco más del 1% de la población asentada en la cuenca Otún, dado que el área que aporta cada uno corresponde a población rural ubicada en veredas de ambos entes territoriales.

Las tendencias de crecimiento poblacional para la cuenca se han mantenido a partir de los dos últimos períodos censales (1993 – 2005), donde se evidencia que los cuatro municipios que hacen parte de la misma han tenido crecimiento poblacional positivo en los últimos años, y las proyecciones de DANE, 2015, reiteran la tendencia de crecimiento poblacional. (DANE, 2015).

A partir de las estadísticas poblacionales de los municipios que hacen parte de la cuenca, se puede evidenciar que el crecimiento poblacional total se da principalmente en los centros urbanos, pues la población rural tiende a disminuir en tres de los municipios de la cuenca (Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella), mientras que en Pereira ha crecido levemente la población rural en los últimos años.

Municipio	Población								
	Censo 1993			Censo 2005			Proy. 2015		
	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto
Pereira	400.546	346.814	53.732	443.442	371.439	72.003	469.612	396.185	73.427
Dosquebradas	140.425	129.858	10.567	179.282	169.820	9.462	198.887	190.389	8.491
Santa Rosa de Cabal	64.867	46.903	17.964	69.950	56.304	13.646	72.230	60.190	12.040
Marsella	20.147	9.552	10.595	21.465	11.492	9.973	23.304	13.350	9.954
Total	625.985	533.127	92.858	714.139	609.055	105.084	764.033	660.114	103.912

Tabla 12. Población censos 1993 - 2005 y proyecciones a 2015 por municipio de la cuenca. Fuente: DANE, 2015.

POBLACIÓN INTERCENSAL

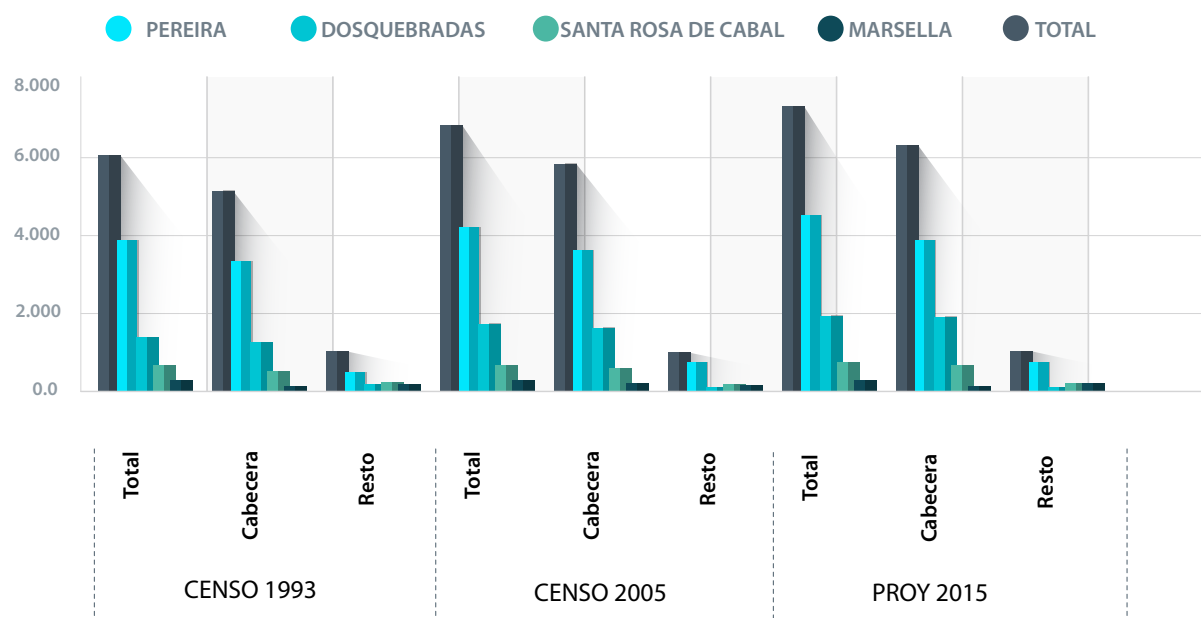


Ilustración 10. Población inter censal y proyecciones 2015 municipios cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en DANE, 2015.

Este fenómeno puede tener su origen en el desplazamiento de la población rural hacia los centros urbanos de Pereira y Dosquebradas principalmente, y la llegada a estos mismos centros de población de personas de otros sitios de la región y del país.

De otro lado, el aumento de la población rural en Pereira puede tener una particular génesis en la suburbanización¹ marcada del suelo rural, y la parcelación de este suelo para vivienda campestre; también a que Pereira es un centro receptor de población en la región del Eje Cafetero y como tal, esta población migrante se ubica tanto en el área urbana como rural del municipio.

Dicha dinámica particular se refleja proporcionalmente en la cuenca, en especial en la presión demográfica que ejerce Dosquebradas en la parte media y la suburbanización en Pereira, demandando suelo y recurso agua en la parte media - baja de la misma. En este contexto, y para efectos de lograr establecer las tasas de crecimiento promedio anual de la cuenca, además de las proyecciones del DANE, fue necesario recurrir a las estadísticas y cálculos utilizados en los

planes de desarrollo de los municipios pertenecientes a la cuenca, y otros estudios realizados para la región desde otras fuentes². De esta manera, se pudo establecer que, para la cuenca, la tasa de crecimiento promedio entre el año 2015 y 2020, es del 0,7%, teniendo en cuenta el comportamiento de la dinámica poblacional para cada uno de los municipios que la conforman.

Tasas de crecimiento poblacional	
Pereira	0,5
Dosquebradas	1,1
Santa Rosa de Cabal	0,3
Marsella	0,8
Cuenca	0,7

Tabla 13. Tasas de crecimiento poblacional promedio por municipio y cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en DANE, 2015 y Osorio, 2012.

En este sentido, consecuente con la dinámica poblacional asociada a las densidades poblacionales, 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, solo cuenta con una pequeña porción del territorio, correspondiente

¹ "Conforme al aumento de la población urbana se presenta en el suelo rural del municipio de Pereira un crecimiento demográfico particular (entre las décadas de los 90 y del inicio del presente siglo), ya que el aumento y mantenimiento de esta población se está logrando a través de la contención de la migración de los centros poblados hacia la ciudad y el incremento de habitantes suburbanos que poseen modelos de consumo de suelo y culturales urbanos, pero que por diferentes motivos se ubican en sectores con características biofísicas rurales cercanos a la ciudad consolidada. Dicha población suburbana no es contabilizada de manera desagregada en los Censos de población y por ello se dificulta visualizar su magnitud" (Alcaldía de Pereira, 2015).

² Para efectos de calcular las tasas de crecimiento anual promedio para los municipios de la cuenca se tomó como base, entre otros, el documento "Estudio de tendencias demográficas", realizado por el economista Carlos Alberto Osorio Duque en 2012.

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 y el consecuente incremento de sus problemáticas.

Es de resaltar la alta densidad poblacional del municipio de Dosquebradas que se ha caracterizado por mantener una de las tasas de crecimiento más altas del país, y que al tener la mayor parte del territorio sobre la cuenca Otún ejerce una presión considerable sobre la misma.

A partir de los cálculos realizados con la ponderación de población para la cuenca y el área que posee la misma, se establece una densidad poblacional de 7,5 hab/ha³, 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 si se compara 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).

Municipio	Densidad poblacional Hab/ha
Pereira	7,7
Dosquebradas	28,3
Santa Rosa de Cabal	0,2
Marsella	2,8
Total en la cuenca	7,5

Tabla 14. Densidades poblacionales por municipio en la cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en Proyecciones poblacionales DANE, 2015.

Desde la participación poblacional por sexo, se tiene para la cuenca que la proporción de hombres y mujeres es casi similar, con un leve predominio de las mujeres, consecuente con el promedio nacional donde se mantiene esta tendencia.

Municipio	Población total	Mujeres	Hombres
Pereira	234.806	124.447	110.359
Dosquebradas	184.965	89.893	95.072
Santa Rosa de Cabal	4.334	2.210	2.124
Marsella	320	180	140
Total en la cuenca	424.425	216.730	207.695

Tabla 15. Cuenca Otún, población según sexo. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en proyecciones poblacionales DANE, 2012.

Con respecto al comportamiento poblacional por edades, se tiene que, en la cuenca, de manera general, la población es joven, encontrándose la mayoría de pobladores entre los 10 y 25 años. En esta medida también se observa una disminución poblacional leve en el rango de edad comprendido entre los 25 y 45 años, y se denota un aumento también leve en la población entre 45 y 55 años, y hasta los 60 años en algunos casos.

Finalmente, es poca representatividad de la población mayor de 65 años en toda la cuenca, que se va reduciendo cada vez más, a medida que se avanza en los rangos de edad superiores (Ilustración 11). Esto acorde con las proyecciones nacionales de esperanza de vida al nacer, que para Colombia se estima en 75 años⁴ (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014).

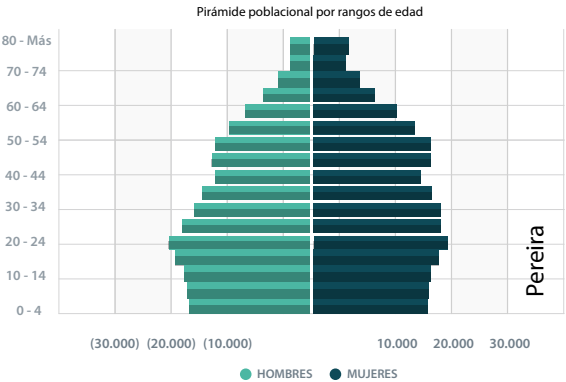


Ilustración 11(a). Pirámides poblacionales de los municipios en la cuenca Otún. Fuente: Fichas municipales DNP, 2015, con base en proyecciones poblacionales DANE, 2015.

3 Con base en los cálculos realizados por el equipo técnico socioeconómico y SIG. del Consorcio Ordenamiento cuenca río Otún, 2016.
 4 La esperanza de vida al nacer indica la cantidad de años que vivirá un recién nacido si los patrones de mortalidad se mantienen constantes a lo largo de su vida; además, permite evaluar las condiciones con que los individuos se desarrollan en la sociedad. En el mundo, la esperanza de vida se incrementó en seis años entre 1990 y 2012; en promedio, cada persona vive 70 años, y hay diferencias por sexo: las mujeres viven 73 y los hombres 68. Mientras en los países de ingresos medio altos, el promedio de años que se espera que una persona viva es de 74, en Colombia se espera que para el quinquenio 2010-2015 sea de 75 (Ministerio de Salud, 2014).

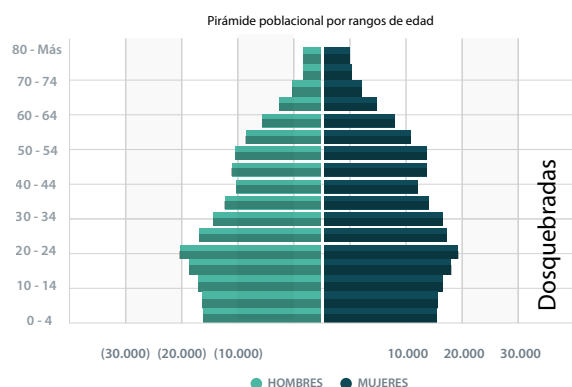


Ilustración 11(b) Pirámides poblacionales de los municipios en la cuenca Otún. Fuente: Fichas municipales DNP, 2015, con base en proyecciones poblacionales DANE, 2015.

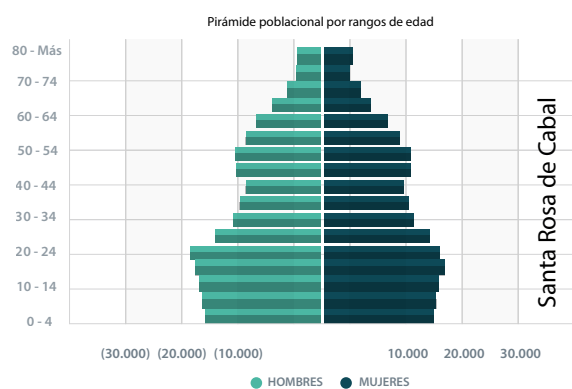


Ilustración 11(c) Pirámides poblacionales de los municipios en la cuenca Otún. Fuente: Fichas municipales DNP, 2015, con base en proyecciones poblacionales DANE, 2015.

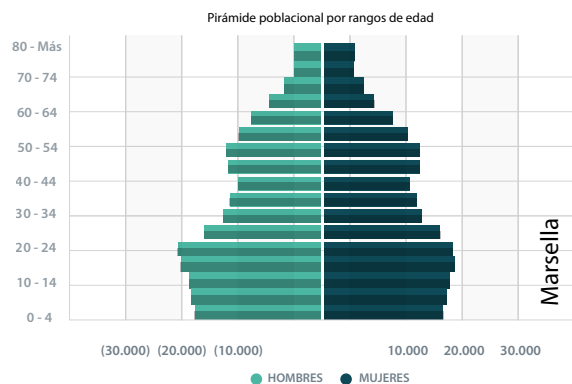


Ilustración 11(d) Pirámides poblacionales de los municipios en la cuenca Otún. Fuente: Fichas municipales DNP, 2015, con base en proyecciones poblacionales DANE, 2015.

El panorama anterior evidencia además que en la cuenca existe una proporción importante de población en el rango etario definido por (DNP, 2015), como de población potencialmente activa desde el punto de vista económico o de fuerza laboral, lo que indica en términos generales, oferta de mano de obra para las demandas sectoriales y,

al mismo tiempo, demanda de empleo y presión sobre el mercado laboral de la región. Vale la pena aclarar que el DNP califica la población como potencialmente activa si se ubica en un rango de edad superior a 15 años e inferior a 59 años, y define la población inactiva como aquella menor a 15 años y mayor a 59 años, tal como se observa en la Tabla 16.

Municipio	Población total	Población Potencialmente Activa		Población Inactiva	
		Hab	%	Hab	%
Pereira	234.806	150.276	64	84.530	36
Dosquebradas	184.965	118.378	64	66.587	36
Santa Rosa de Cabal	4.334	2.644	61	1.690	39
Marsella	320	195	61	125	39
Total	424.425	271.493	64	152.932	36

Tabla 16. Población potencialmente activa e inactiva cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en datos de fichas municipales (DNP, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene entonces que en la cuenca Otún, el 64% de la población es potencialmente activa y el 36% se considera inactiva, sin embargo, esta categorización no se considera oficial para determinar la dinámica del empleo en el país, ya que el DANE tiene definidas las características de la PET y de la PEA para establecer las estadísticas oficiales.

Bajo este contexto, otra mirada a las características poblacionales desde la actividad económica está basada en la población que se considera en edad de trabajar, PET, constituida por aquella población de 12 años y más en las zonas urbanas y 10 años y más en las zonas rurales, la cual a su vez se divide en población económicamente activa, PEA, y población económicamente inactiva, PEI (DANE, 2016). La cuenca tiene una población en edad de trabajar, PET de 349.500 habitantes aproximadamente, lo que equivale a casi el 82% de la población total. De la misma manera, se tiene que, de la población en edad de trabajar, cerca de 227.000 personas corresponde a la población económicamente activa, PEA, es decir, a aquella población que trabaja o está buscando empleo⁵ (DANE, 2016).

Guardando las proporciones municipales en la cuenca, se observa una marcada dinámica urbana que ha conferido la participación poblacional predominante de los centros urbanos de Pereira y Dosquebradas, con las dinámicas socioeconómicas que esta característica les imprime y que denotan una particularidad en términos de demandas ambientales, específicamente las asociadas a la provisión de agua para consumo humano y de suelo urbanizable, acompañado además de las demandas

⁵ Las cifras se obtuvieron realizando la ponderación de la población de la cuenca frente a la población del Área Metropolitana Centro Occidente, ya que las estadísticas oficiales están consolidadas a este nivel territorial. Los datos se ponderaron a partir del informe de dinámica laboral para las 13 Áreas Metropolitanas, reportado por el DANE para el trimestre móvil Abril – Junio de 2016.

asociadas a los sectores económicos que sustentan la región y que se concentran en estos municipios, tema que será abordado más adelante.

3.2.8. Dinámicas de apropiación y ocupación del territorio

En la dinámica de apropiación y ocupación de territorio se hace una síntesis histórica de la Cuenca del Río Otún. Este componente se basa en tres momentos: Prehispánico, con datos arqueológicos de la región del Eje Cafetero; Ethnohistórico, desde el proceso de la Conquista y Colonia y, finalmente, la fundación de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Estación Pereira en Marsella. De esta manera se abordan los patrones históricos.

3.2.8.1. Análisis e implicaciones con respecto a la cuenca en la dinámica y apropiación del territorio

De acuerdo con los patrones históricos, en la Cuenca Otún los procesos de ocupación corresponden a la interacción entre la ocupación indígena prehispánica y las ocupaciones posteriores de la conquista española y la colonia, entre los siglos XVI y XVIII. Dichos patrones de ocupación se asocian a un sincretismo cultural y a una ocupación del territorio asociada a la producción agrícola, pecuaria y minera.

Posteriormente, con la ocupación de las colonizaciones antioqueña y caucana en el siglo XIX, la apropiación del territorio se ve asociada a la fundación de pueblos y ciudades y a la densificación de la población en la Cuenca, en especial en Pereira y Dosquebradas. Este modelo de ocupación del territorio ocasiona una presión sobre la demanda del recurso hídrico, para los cascos urbanos de ambos municipios.

En el siglo XX y en lo que va del XXI, la Cuenca se fortalece como abastecedora de Recurso Hídrico, lo que fomenta el cuidado y conservación de la zona alta por parte de las instituciones y organizaciones ambientales. De allí que la fortaleza de la Cuenca sea el patrimonio natural.

En la actualidad y producto de las formas de adaptación y apropiación del territorio, se evidencian las tendencias del uso del suelo y los modelos de ocupación de la siguiente manera: una fuerte o alta presión sobre los tramos urbanos del municipio de Pereira, debido a la concentración de servicios sociales básicos, situación seguida por el municipio de Dosquebradas. Dentro de dichos municipios se concentra la mayor densidad de la población de la Cuenca, lo cual ejerce presión hacia la demanda de bienes y servicios.

En la zona rural de la Cuenca, entre Pereira y Santa Rosa de Cabal, el corregimiento La Florida (Pereira) y las Veredas del Sur (Santa Rosa), la demanda por el acceso a los servicios sociales básicos de la población se da hacia el municipio de Pereira, donde el territorio de Santa Rosa de Cabal ejerce también presión sobre esta demanda

debido a la falta de conectividad y distancia con el casco urbano de Santa Rosa, por un lado, y por existir mejor comunicación con Pereira, por el otro. En este mismo orden, las veredas del sur de Santa Rosa que presentan una vocación agrícola: café, plátano, aguacate hass, plantas medicinales, entre otras, y plantaciones forestales de Smurffit Kappa Colombia, realizan la comercialización y transporte de sus productos hacia el municipio de Pereira, respondiendo a las relaciones de conectividad mejor establecidas con este.

A nivel regional, la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero y la Ecorregión Eje Cafetero, en relación Cuenca Otún, Cuenca Risaralda y Cuenca La Vieja, existe una relación de dependencia de servicios sociales básicos que demanda la Cuenca Risaralda de la Cuenca Otún y La Vieja, en especial en salud y educación. De la Cuenca Risaralda se demandan servicios de recreación y vivienda.

Lo anterior permite inferir que la dinámica y apropiación del territorio de la Cuenca Otún ha sido compleja, donde se presentan diferentes tipos de ocupación. Estudiar la dinámica histórica de conformación del territorio lleva, en este caso, a reconocer la importancia histórica de la utilización cultural de un bien ambiental como es el río Otún.

Es importante señalar que en el marco del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún (2008), se realizó un esfuerzo en el sentido de convertir la cuenca media y alta en un gran parque corredor ambiental que fuera valorado como espacio público y sitio de encuentro para el disfrute de la comunidad y de la región, lo que se ha venido desarrollando a través de la consolidación del Parque Lineal del río Otún. Esta experiencia denota la importancia y fortaleza de proyectos que tienen en cuenta las variables ambiental, urbanística y social-cultural, encaminados también a lograr una gestión integral del recurso hídrico.

De allí que la actualización del POMCA Otún debe dar continuidad a estas estrategias de apropiación del territorio. En este sentido, la dimensión ambiental del mismo enfatiza en el elemento agua, su comportamiento con relación al río, subcuencas y microcuencas integrantes, sus recorridos, la zonificación ambiental del tramo urbano y los tramos rurales o la división de la Cuenca en Alta, Media y Baja, como elementos detonantes para el desarrollo y ordenamiento integral de la cuenca.

3.2.9. Servicios sociales básicos

3.2.9.1.1. 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 área de la misma. De acuerdo con la información recolectada en 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, y comparando con los datos del Departamento Nacional de Planeación en 2015, se obtiene lo siguiente:

Cobertura	Pereira	Dosquebradas	Santa Rosa de Cabal	Marsella
Educación	39,75%	75,2%	17,00%	0,34%
Total del Municipio	118,7%	98,0%	85,9%	88,5%

Tabla 17. 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. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en DNP, 2015.

La cobertura en educación para la Cuenca Otún es buena, pues todos los municipios poseen centros educativos, tanto en sus zonas rurales como en las urbanas. Dosquebradas, por tener casi la totalidad de su área dentro de la Cuenca, es el de mayor cobertura en lo urbano (Secretaría de Educación de Pereira, 2016).

De otro lado, Pereira como consolidado municipal, tiene una amplia cobertura de establecimientos educativos y se observa una cobertura municipal superior al 100%, teniendo en cuenta que la ciudad oferta este tipo de establecimientos para población de otros municipios como Dosquebradas, Santa Rosa, La Virginia, Marsella, entre otros, que se trasladan hasta la capital para recibir el servicio de educación (Secretaría de Educación de Pereira, 2016).

3.2.9.2. 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 cual es el 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.

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. Considerando 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 solo 8 predios, no aporta significativamente a la cuenca en términos de prediales.

Predios existentes en los municipios de 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%

Tabla 18. Cuenca Otún, predios por municipio. 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 19.

Tamaño predial asociado a la presión demográfica		
Rango de tamaño de los predios	# de predios	% de 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

Tabla 19. Cuenca Otún, predios por rango de tamaño. 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, donde la población es poca, como la presión demográfica y la división predial en la parte media y más próxima a los cascos urbanos de Pereira y Dosquebradas, que corresponden generalmente a áreas de expansión urbana y suelos suburbanos de estos municipios.

Según 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 extensiones no representan más del 3% de los predios de la cuenca y están asociadas principalmente a terrenos adquiridos por las instituciones para la protección del recurso hídrico en la parte alta, y algunos grandes privados, principalmente en la parte media baja de la cuenca.

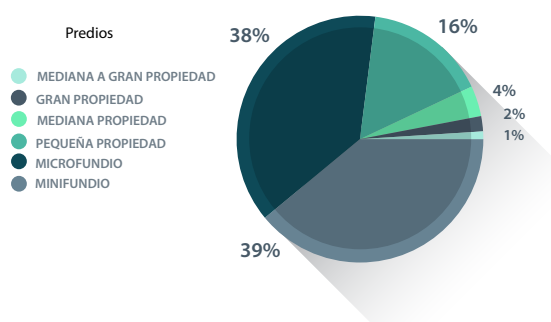


Ilustración 12. Distribución de predios según tamaño en la Cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en IGAC.

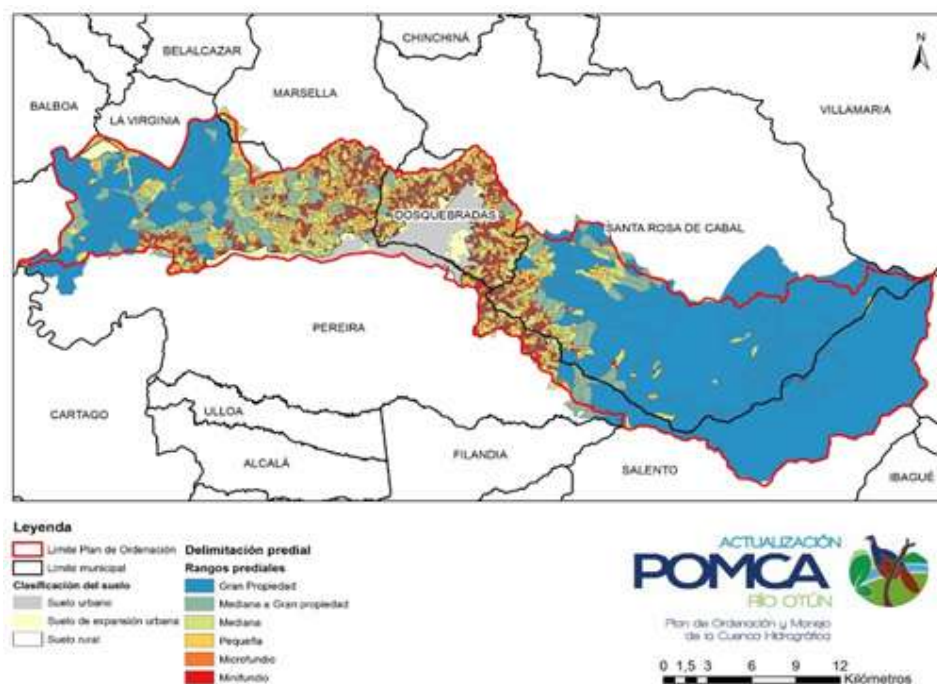


Ilustración 13. Cuenca Otún, distribución de predios por rango de tamaño. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, con base en IGAC.

3.2.10. Análisis del tamaño predial

La Información asociada al tamaño predial en la cuenca Otún presentada anteriormente, permite inferir que la presión demográfica que incide en la fragmentación predial proviene principalmente del crecimiento de los centros urbanos de Pereira y Dosquebradas, considerados

como los municipios más dinámicos desde el punto de vista poblacional y socioeconómico, y con mayores densidades y tasas de crecimiento poblacional. Tal situación sumada a la condición de estos como receptores de población de municipios y regiones vecinas, hace que sean objeto de mayores presiones urbanísticas y, por ende, con mayor demanda de propiedad para vivienda, principalmente.

Dichas condiciones aunadas a la disminución de la participación del sector primario de la economía (agropecuaria), muy propio de la cuenca Otún, hacen que la propiedad rural cercana a los centros urbanos y con mayores posibilidades de acceso, tienda a fragmentarse cada vez más con fines de parcelaciones para vivienda campestre y/o campesina, inclusive por debajo de la Unidad Agrícola Familiar establecida para cada uno de los municipios.

Además, una de las causas de la fragmentación predial en la cuenca obedece a la parcelación de predios rurales por sucesión o herencias familiares, los cuales según la norma (Ley 160 de 1994) pueden establecerse como una excepción a la UAF, pero que vía dicho medio está generando subdivisiones prediales de manera ilegal.

Este último tipo de división predial y la suburbanización llevan a un cambio de uso y ocupación del territorio en la cuenca, que impacta en gran medida los ecosistemas y, de igual manera, implica cambios sustanciales en la demanda de servicios ecosistémicos. Asimismo, los cambios de coberturas desplazan la producción agrícola y pecuaria de la cuenca por viviendas y superficies duras que hacen más difícil el reto de garantizar la seguridad alimentaria en la misma, y conservar la oferta de

bienes y servicios para satisfacer las demandas urbanas y rurales.

El panorama anterior evidencia entonces que, a través del POMCA Otún, deben preverse acciones que propendan por controlar la fragmentación predial, sobre todo en la parte media y baja de la cuenca, lo que se puede lograr a través de recomendaciones puntuales a la Corporación para el establecimiento de determinantes ambientales más restrictivos en términos de densidades

para vivienda en suelo suburbano, y para parcelaciones con fines de vivienda campestre en suelo rural. De otro lado, también recomendaciones a las administraciones municipales y departamental para generar incentivos a la productividad rural, que disminuyan la oferta de predios para parcelación y se dé el uso rural para el cual son aptos.

Agropecuaria 2015 no reporta este tipo de información a nivel municipal y solo registra consolidados departamentales que no darían cuenta de la realidad de la cuenca en particular. Para el cultivo de café, de manera puntual, se toman las últimas estadísticas reportadas por el Comité de Cafeteros de Risaralda.

Áreas agrícolas		Municipios				Cuenca	
		Pereira (ha)	D/quebradas (ha)	Santa Rosa de Cabal (ha)	Marsella (ha)	ha	%
Cultivos permanentes	Arbustivos	1829,1	829	69		2727,1	4,8
	Herbáceos	873,3				873,3	1,5
	Arbóreos	297,4		9,5		306,9	0,5
Total						3907,2	6,9
Cultivos transitorios	General	136		30,5		166,5	0,3
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	866,1			42,1	908,2	1,6
	Mosaico de cultivos y espacios naturales	704,2	231,6	0,1		935,9	1,6
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1697,3	1640,8	523,4		3861,4	6,8
	Pastos con espacios naturales	153,9	59,1	4,6		217,6	0,4
	Mosaico de pastos y cultivos	3624,8	173,5	46,9	2,4	3847,6	6,8
Total						9770,7	17,2
Pastos	Pastos limpios	2028,6	433,9	883,2	27	3372,7	5,9
	Pastos enmalezados	85,1	21,0	18,4		124,5	0,2
	Pastos arbolados	993,5		31		1024,5	1,8
Total						4521,6	8,
Totales		13289,1	3388,8	1616,6	71,4	18366	32,3

Tabla 20. Áreas agrícolas en la cuenca Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.2.11. Sistema económico

3.2.11.1 Actividades agropecuarias

Estas actividades para fines del análisis, se dividieron en actividades agrícolas y pecuarias. Las actividades agrícolas se analizan desde dos perspectivas: la primera, asociada a las coberturas de la tierra en la cuenca, a partir del mapa de coberturas actualizado para el área, y la segunda, a partir del análisis de los cultivos más representativos en los municipios de la cuenca, considerando también el área sembrada y la productividad obtenida por cada cultivo y reportada por las Evaluaciones Agropecuarias, EVAS, 2013 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013).

Con el objeto de precisar los análisis, los datos obtenidos de las EVAS se utilizan como referente para asociarlos a las coberturas representativas de la cuenca y así obtener información más aproximada, dado que el Censo

De otro lado, las actividades pecuarias se analizaron a partir de los datos de las EVAS, 2013, y de información reportada por los gremios, especialmente el avícola, al no contar con otra información disponible y actualizada.

3.2.11.2. Actividades Agrícolas

La Tabla 21 muestra el total de áreas agrícolas en hectáreas para los diferentes cultivos en cada municipio, y para la cuenca como consolidado.

Según las coberturas de la tierra en la cuenca, se tiene que aproximadamente el 32% del territorio corresponde a áreas agrícolas en sus diferentes tipologías, donde se puede evidenciar que más de la mitad de estas las constituyen las áreas agrícolas heterogéneas con el 17% de la cuenca, conformadas esencialmente por mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, y por mosaicos de pastos y cultivos, acorde con la vocación de conservación ambiental en la cuenca, principalmente en la parte media y alta, y con la cobertura de pastos y frutales, en especial en la parte media-baja y baja.

Las coberturas de la tierra en la cuenca permiten evidenciar además que casi el 70% del territorio de la misma se encuentra ocupado por usos no agrícolas, que corresponde a áreas seminaturales y artificiales, consecuentes estas características con la dinámica socioeconómica de la misma, donde el sector primario de la economía (agrícola y pecuario) no se constituye como uno de los más representativos, además de corroborar la transformación de la ocupación del suelo, donde se viene cambiando cada vez más el uso agrícola por otros usos (vivienda, comercio y servicios).

El análisis de los principales cultivos que se dan en la cuenca, a partir del reporte de EVAS 2013, señala que, si bien por municipio se puede establecer que el café es uno de los cultivos más representativos, particularmente en Pereira y Santa Rosa de Cabal, el área de estos municipios dentro de la cuenca no se reconoce como productora del grano. Para el caso de Pereira en particular, el territorio del municipio que produce café se encuentra dentro de la cuenca del río La Vieja, en la frontera con la cuenca Otún, razón por la cual no se considera que las estadísticas municipales reportadas por EVAS para este cultivo apliquen completamente para la cuenca Otún.

No obstante, lo anterior, se logró obtener información específica para los municipios de la cuenca, reportada directamente por el gremio de los caficultores, de la cual se infiere el comportamiento del cultivo para la cuenca teniendo en cuenta la proporción de cada municipio dentro de la misma y las consideraciones que aportaron los gremios para el caso particular.

Municipio	Producción estimada 2016		Tipo de beneficio: % estimado	
	Arrobas café pergamino seco	Sacos de 60k	Ecológico	No ecológico
Dosquebradas	133.686	20.759	20	80
Pereira	484.481	75.230	20	80
Santa Rosa de Cabal	510.386	79.252	38	62
Total	1'128.553	175.241	26	74

Tabla 21. Producción estimada de café y tipo de beneficio estimado, por municipio de la Cuenca Otún, 2016. Fuente: Comité de Cafeteros de Risaralda, 2016.

3.2.11.3. Sector económico

Las actividades terciarias representan entonces el 77% de los establecimientos en el municipio, y dado que el total del área urbana del mismo se encuentra dentro de la cuenca, y es precisamente allí donde se encuentran asentados los establecimientos asociados a actividades terciarias y de servicios, se infiere este porcentaje similar en cuanto a estimar la participación del sector para el municipio dentro de la cuenca.

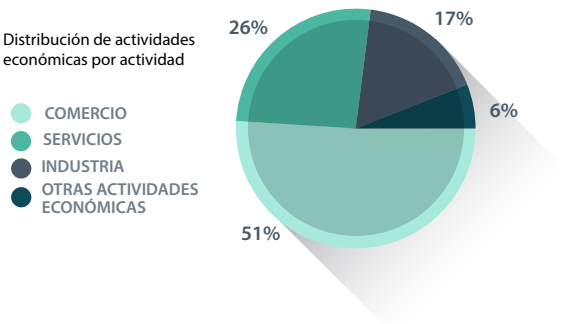


Ilustración 14. Dosquebradas, distribución de unidades económicas por actividad. Fuente: Alcaldía de Dosquebradas, 2016.

En el tema de mercados, se tiene que en Dosquebradas el mercado es principalmente local, lo que permite inferir que se produce mayormente para el consumo municipal, mientras que la oferta para los mercados nacional, regional e internacional es limitada (Alcaldía de Dosquebradas, 2016).

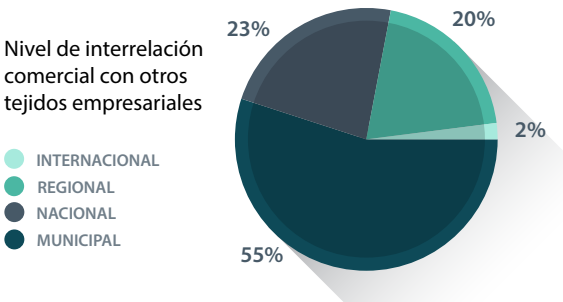


Ilustración 15. Interrelación comercial en Dosquebradas. Fuente: Alcaldía de Dosquebradas, 2016.

De otro lado, vale la pena traer al análisis el comportamiento del sector en el municipio de Santa Rosa de Cabal, que si bien no representa la realidad de la porción de este municipio dentro de la cuenca, al ser esta netamente rural y con poca o nula presencia de dichas actividades, demuestra así una tendencia de la economía regional que marca pautas para el desarrollo económico y social en la cuenca.

De esta manera, se tiene que en el municipio de Santa Rosa de Cabal predomina la microempresa con casi el 99% de participación, donde la actividad principal la constituye el comercio al por menor y los servicios asociados a hoteles y restaurantes, con el 38% y 12% respectivamente; este último muestra la dinámica del municipio que es fuerte a nivel gastronómico y en número de alojamientos por la importancia del turismo en la economía del mismo; le sigue el comercio al por mayor con 9%, y las actividades culturales, sociales y de servicios con un 8% (Cámara de Comercio de Santa Rosa de Cabal, 2012), actividades que se desarrollan principalmente hacia la cuenca del río Campoalegre, donde se localiza la dinámica económica de este municipio.

Según el censo empresarial, se evidencia una concentración del tejido empresarial en los sectores de: comercio, restaurantes, hoteles y los servicios sociales y personales, mientras la variable de empleo y la estructura del valor agregado presentan una mayor diversidad dependiendo del sector; no obstante, las variables convergen en que la ciudad se focaliza en actividades económicas tercerizadas: en la estructura empresarial 89,5%, en la generación de empleo 75,3% y desde el valor agregado 73,2 %.

Bajo el panorama anterior, el denominado sector real (agropecuario, minería, industria y la construcción) es cada vez menos representativo, lo cual indica que se crean más empresas y sociedades de servicios tercerizados que empresas industriales, agropecuarias o de construcción (Cámara de Comercio de Pereira, 2015).

Sector	Participación No. Empresas	Empleos	Participación Valor Agregado
Comercio, restaurantes y hoteles	65,11	33,5	19,3
Transporte, comunicaciones	5,42	7,8	13,1
Industria	7,07	16,2	16,8
Intermediación financiera	1,50	1	9,2
Construcción	0,58	6,9	6
Agropecuario	2,91	1,6	4
Electricidad, gas y agua	0,25	0,9	2,7
Servicios sociales y personales	17,15	32,1	28,8
Total	100	100	100

Tabla 22. Comparación en la Estructura Empresarial, Empleo y Valor Agregado en el Municipio de Pereira. Fuente: Cámara de Comercio de Pereira, 2015.

El sector comercio reviste una importante particularidad para la economía del Área Metropolitana Centro Occidente, y responde en sí mismo a una tradición económica de la ciudad de Pereira, por su posición geográfica.

Los centros comerciales se convirtieron en el punto de partida para el crecimiento de la actividad comercial. Después del represamiento que tuvo la oferta durante casi 10 años, con solo la construcción del centro comercial Pereira Plaza, en el 2004 dos grandes superficies o hipermercados, Makro en Dosquebradas y Carrefour en la avenida del Río, hoy Jumbo, ambos ubicados dentro de la cuenca Otún, sirvieron de despegue a este sector. Luego vinieron centros comerciales como Bolívar Plaza, Lago Plaza, Ciudad Victoria, Éxito, Flamingo y Parque Arboleda, entre otros.

3.2.12. Sistema cultural

El componente cultural de la cuenca Otún describe e identifica el patrimonio, las prácticas y sitios de interés, los cuales se encuentran relacionados con el presente en la cuenca desde la perspectiva ambiental. Se menciona el patrimonio arqueológico, arquitectónico, natural y los elementos del paisaje que la misma comunidad identifica cómo propios, y sobre el cuales se construye la identidad cultural de la cuenca.

3.2.12.1. Patrimonio cultural

El sistema cultural de la Cuenca Otún se describe con base en la definición de patrimonio cultural para el país:

El patrimonio cultural de la Nación está constituido por todos los bienes y valores culturales que son expresión de la nacionalidad colombiana, tales como la tradición, las costumbres y los hábitos, así como el conjunto de los bienes inmateriales y materiales, muebles e inmuebles, que poseen un especial interés histórico, artístico, estético, plástico, arquitectónico, urbano, arqueológico, ambiental, ecológico, lingüístico, sonoro, musical, audiovisual, filmico, científico, testimonial, documental, literario, bibliográfico, museológico, antropológico y sus manifestaciones, los productos y las representaciones de la cultura popular (Artículo 4, Ley de Cultura 397 de 1997).

El sistema cultural al cual se encuentra adscrita la Cuenca Otún, se relaciona con la cultura del Eje Cafetero, la cual fue declarada como patrimonio cultural por la UNESCO en el año 2010. A continuación, se describe la definición del Paisaje Cultural Cafetero (Ministerio de Cultura, 1997).

3.2.12.1.1. El Paisaje Cultural Cafetero

El Paisaje Cultural Cafetero de Colombia, PCCC, está constituido por las áreas donde sobresale el arraigo de la cultura cafetera, un paisaje que contiene elementos naturales, económicos y culturales, con un alto grado de homogeneidad. El área principal y su área de influencia, comprende una extensión de 340.000 hectáreas en las que habitan cerca de 500.000 personas. El PCCC está conformado por 858 veredas cafeteras y se constituye, sin duda, no solo en un lugar de importancia cultural, sino en un motor de la actividad agrícola y turística del país. La zona de influencia del PCCC cubre a veredas cafeteras de los municipios de la Cuenca Otún en Marsella, Pereira, Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas.

Existen asimismo tradiciones y manifestaciones (Patrimonio Cultural Inmaterial), personajes u objetos asociados a la actividad cafetera o al proceso de colonización del territorio, que se han vuelto íconos. Entre estos se destacan el arriero, personas que abren camino y transportan productos a lomo de mula; el hacha y el machete, instrumentos utilizados para la apertura de caminos y, posteriormente, para el deshierbe en los cultivos; el jeep Willis o el yipao, vehículo norteamericano

de los años cuarenta y cincuenta que se sigue usando de manera masiva en la región para cargar el café desde las fincas hasta los almacenes de venta, pero también para el transporte de otro tipo de carga y de personas en las zonas rurales.

Los saberes culinarios o la gastronomía, representados fundamentalmente por el tipo de comida (“paisa” o “montañera”), pero también por su cantidad, modos de preparación, presentación y estética. Estos son a su vez, un reflejo de la autosuficiencia de los productores de la región, toda vez que incorporan gran parte de los alimentos que se producen en la finca cafetera (Romero, Rodríguez y Escobar, 2003).

Así, la cultura de la Cuenca es la mezcla de diferentes procesos migratorios a lo largo de la historia, desde la conquista española, la colonización antioqueña y caucana, hasta las migraciones europeas del siglo XIX y XX. Además de la influencia de programas norteamericanos como “Alianza para el progreso” durante la segunda mitad del siglo XX. La Cuenca Otún se encuentra inmersa en el Paisaje Cultural Cafetero con todas las características descritas anteriormente, las cuales corresponden al sincretismo cultural que se describe en la dinámica y apropiación del territorio (Restrepo, 2012).

3.2.12.2. Sitios de interés cultural

A continuación, se describen los sitios de interés cultural, los cuales se relacionan en primera instancia, con los sitios de patrimonio natural de la Cuenca Otún, que corresponden a los sistemas de áreas protegidas. En el artículo “La dimensión ambiental en la construcción de la ecorregión”, se describe el Eje Cafetero:

“por ser un territorio con unidades ecológicas prioritarias para la retención y regulación del agua, por ejemplo, páramos y subparámetros. Su potencial hídrico está representado por 38 grandes cuencas, 111 microcuencas abastecedoras, además de lagos, lagunas, represas y aguas subterráneas. Una de las unidades ecológicas prioritarias de la Ecorregión del Eje Cafetero la conforma el Parque Nacional Natural de los Nevados, que comprende un área aproximada de 58.300 Ha, en los departamentos de Caldas (municipio de Villamaría), Risaralda (municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira), Quindío (municipio de Salento) y Tolima (municipios de Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Villahermosa, Casablanca y Herveo). El agua que nace y se regula en este parque y su zona de influencia abastece las necesidades de más de dos millones de personas. Por lo anterior, su protección y conservación se convierte en elemento clave para el desarrollo socio ambiental y en un eje articulador de las iniciativas de conservación regional” (Uribe, 2009).

La Cuenca Otún hace parte del Parque Natural Nacional Los Nevados, como uno de los principales sitios de interés cultural ambiental, en el marco del patrimonio natural de la Cuenca.

3.2.12.2.1. Patrimonio natural

1. *Parque Natural Nacional Los nevados.*
2. *La Laguna del Otún.*
3. *Parque Regional Natural Ucumarí.*
4. *La cultura campesina de páramo de la cuenca Otún.*
5. *Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya.*
6. *Distrito de Conservación La Marcada y Distrito de Conservación de suelo El Nudo y Campoalegre*
7. *Parque Lineal del Río Otún.*
8. *Acuavenida del Río Otún.*
9. *Loma del Oso.*

3.2.12.3. Patrimonio arquitectónico

De acuerdo con el inventario del patrimonio arquitectónico de Risaralda representativo para los tramos urbanos, se encuentran los siguientes sitios de interés cultural en el municipio de Pereira:

La Iglesia San José, La catedral Nuestra Señora de la Pobreza, El Palacio Nacional, El Palacio de Rentas Departamentales, la Gobernación de Risaralda, El antiguo Teatro Caldas, El Gran Hotel, Edificio Braulio Londoño, El Concejo Municipal y el viaducto Cesar Gaviria Trujillo que conecta a Pereira con Dosquebradas, sobre el río Otún. Además de la banca del ferrocarril y las antiguas estaciones del ferrocarril ubicadas en el corregimiento de Caimalito en Pereira.

Adicionalmente, en la cuenca existen 5 reservas de la sociedad civil, las cuales corresponden a iniciativas privadas de conservación: Santa María de Las Lomas, Sol y Luna, Los Genaros, La Carmencita y Cauquité.

3.2.12.3.1. Patrimonio arqueológico Cuenca Otún

A manera de procedimiento, el mapa Cultural evidencia los posibles sitios de hallazgos arqueológicos, de acuerdo con la información recolectada en campo y en los talleres participativos, en concordancia con la estrategia de participación, sustentado por la bibliografía encontrada, además de la entrevista al Antropólogo Carlos Eduardo López en el laboratorio de Ecología Histórica en la Universidad Tecnológica de Pereira.

De acuerdo con el potencial arqueológico de la cuenca, se evidencian los posibles sitios de interés arqueológico. Unas de las evidencias recientes han sido las tumbas de Cancel. Estas estructuras funerarias presentan como característica principal el haber sido revestidas en piedra y, en general, no presentan ajuares. Fueron encontradas durante la instalación de una de las torres de energía, en junio del 2015, de la empresa ETB de Bogotá, en la vereda Volcanes, en el Municipio de Santa Rosa de Cabal, sobre la Cuenca del Río Otún.

3.2.12.3.2. Distrito de conservación de suelos La Marcada

El sitio de interés arqueológico de la Cuenca Otún, La Marcada, se ubica entre los municipios de Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, cuenta con 1873 hectáreas, tiene un rango altitudinal entre los 1.600 y 2.000 msnm; como principales servicios ambientales ofrece fuentes abastecedoras de agua para acueductos comunitarios y veredales, bosques secundarios en buen estado de conservación, gran valor paisajístico y sitios de interés para el ecoturismo; además, la presencia de un importante patrimonio de carácter cultural y arqueológico, pues subsisten en el parque algunos petroglifos, conocidos como las Piedras Marcadas, lo que le da el nombre, según el acuerdo CARDER No. 010 de Julio 4 de 2013:

Por el cual se declara, reserva y alindera el Distrito de Conservación de Suelos La Marcada como categoría de área protegida integrante del SINAP. Artículo tercero: Los objetivos de conservación del Distrito de Conservación de Suelos La Marcada son los siguientes: Conservar los lugares de interés histórico y cultural, cargados de mitos, leyendas e historias llenas de simbolismo y los hallazgos arqueológicos, que hacen que el patrimonio histórico y cultural debe ser rescatado como referente de la memoria colectiva de los habitantes del parque y de los municipios que lo conforman, protegido e integrado como un potencial importante al desarrollo ecoturístico de la zona (CARDER, 2013).

3.2.12.4. Mapa Cultural

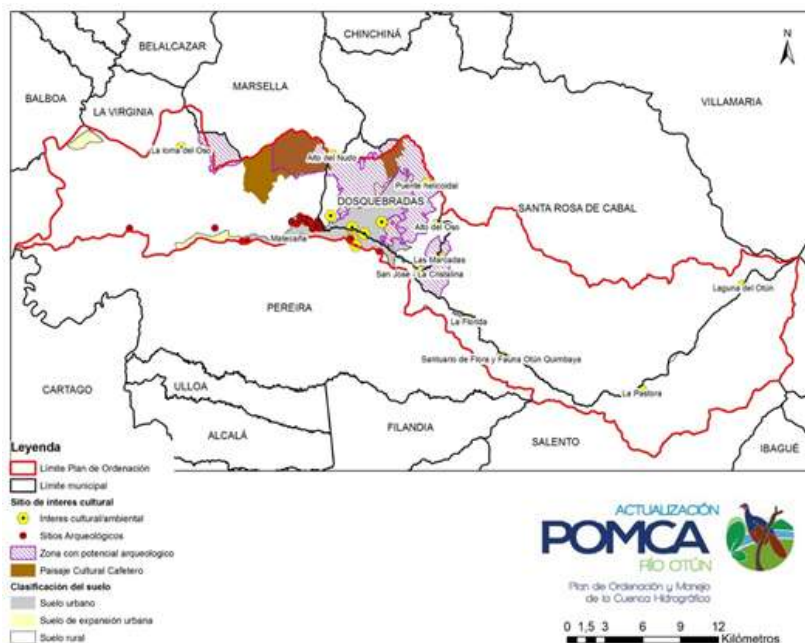


Ilustración 16. Mapa Cultural Cuenca Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En el mapa cultural se muestra la presencia de posibles

sitios de hallazgos arqueológicos relacionados con la cuenca del río Otún, la gran mayoría en la margen derecha, desde las veredas del Sur de Santa Rosa de Cabal, en conexión con Dosquebradas, hacia el Alto del Toro y Alto del Oso, al igual que en el sector de la Badea en Dosquebradas, y los Corregimientos de Combia Alta y Cerritos, en Pereira.

El mapa muestra los demás sitios de interés desde el patrimonio cultural, que se evidencian desde el documento del Paisaje Cultural Cafetero, y los sitios descritos por la comunidad en los espacios de participación.

3.3. Gestión del riesgo

3.3.1. Caracterización histórica de eventos amenazantes

Resulta de particular interés, y como parte de la caracterización histórica de amenazas y eventos amenazantes, definir la relativa abundancia espacial y temporal de diversos eventos, con énfasis en eventos de deslizamiento, inundaciones y avenidas torrenciales, y cuyas densidades permiten concretar tendencias particulares con referencia a la Cuenca Hidrográfica del Río Otún.

Con base en la información histórica de eventos compilada en la plataforma Desinventar, se procedió a su depuración con base en la disponibilidad y suficiencia de la información que permitiera asignar inequívocamente los siguientes tópicos:

- Diferenciación del tipo de evento, de tal forma que se pudieran asociar mecanismos de ocurrencia particulares, específicamente para inundaciones, eventos torrenciales y deslizamientos.
- Asignación específica de fecha de ocurrencia del evento (día-mes-año), dato que, aunque en términos generales cuenta con adecuada asignación, o en algunos casos aislados, la información descriptiva permitía corroborar o incluso asignar fechas que pudieran estar erróneas en la base de datos original.
- Diferenciación confiable y libre de ambigüedades del lugar de ocurrencia del evento, de tal forma que se pudiera definir una localización cartográfica aceptable de referencia para una acertada estimación de densidad de eventos por unidad de área, en consideración de escala 1:25.000.

Para la localización preliminar de eventos históricos del POMCA del Otún, se partió de la base de DESINVENTAR, la cual para el Departamento de Risaralda abarca un periodo desde enero 01 de 1900 al 22 de octubre de 2014, y fue consolidada en diferentes niveles por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER, a partir de información de Minutas de guardia de los Cuerpos de Bomberos del Departamento, Archivos de la Dirección Operativa para la Prevención y Atención de Desastres, DOPAD, Archivos del Centro Regulador de Urgencias y Emergencias, CRUE, Secretarías de Planeación Municipal, y a partir de una extensa búsqueda en periódicos locales y algunas compilaciones históricas existentes.

Esta labor, fue de alta complejidad, dado que las unidades geográficas de referencia no cuentan en muchos casos con información suficiente para discriminar la localización, en un alto porcentaje, por debajo del nivel de municipio, por lo que, en particular para los casos de índole rural, se ampliaba evidentemente la gama de imprecisión para la efectiva localización de los eventos.



Ilustración 17. Metodología de geolocalización preliminar de eventos históricos del POMCA del Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Asimismo, se enfatizó, bajo la categorización de eventos señalada antes, y a través de un proceso de geocodificación y depuración de los datos de localización, en la valoración de afectaciones a través de consolidados de afectaciones, bajo las siguientes categorías:

Afectación	Tipos de afectación
Afectación Humana	Muertos, desaparecidos, heridos-enfermos, damnificados, afectados, evacuados, reubicados.
Afectación de vivienda	Viviendas destruidas, viviendas afectadas.
Afectación Sectorial - Servicios	Vías afectadas, transporte, comunicaciones, acueducto, alcantarillado, energía.

Tabla 23. Categorías de afectación seleccionadas para efecto del análisis. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Tipo de evento	Urbano	Eventos con mayor afectación urbana	Rural	Eventos con mayor afectación rural
Deslizamiento	942	376	275	91
Hidrometeorológicos	534	268	100	59
Incendio Forestal	100	0	33	0
Inundación	1211	370	79	44
Sismo	94	27	32	19
Total	-	1041	-	213

Tabla 24. Distribución de eventos según tipo y área urbana o rural afectada. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

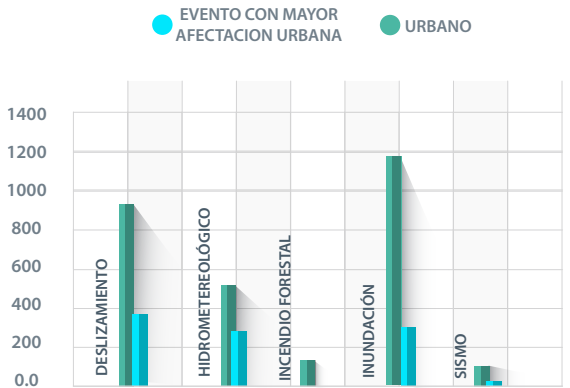


Ilustración 18. Distribución de tipo de eventos con afectación urbana. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

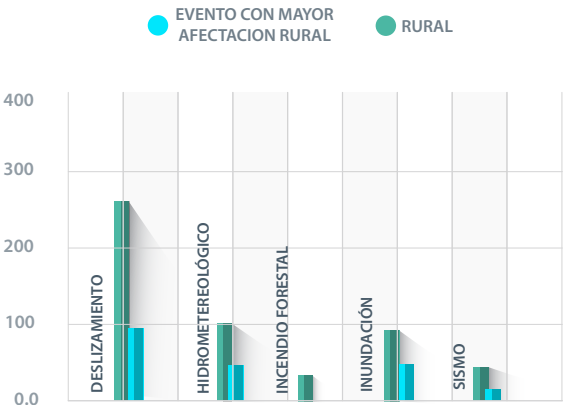


Ilustración 19. Distribución de tipo de eventos con afectación rural. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2. Evaluación de la susceptibilidad

Esta evaluación, es una herramienta que permitió incorporar en los procesos actuales de revisión y ajuste del ordenamiento territorial locales, y el proceso de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Otún; a su vez, dicho insumo posibilitará un mejor aprovechamiento de los territorios desde cualquiera de los ámbitos sectoriales, y fortalecerá el conocimiento de las restricciones ambientales territoriales desde la

dimensión de la gestión del riesgo de desastres.

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.

Con respecto a la susceptibilidad ante inundaciones, la evaluación se efectuó mediante criterios geomorfológicos, morfométricos de los cauces principales y secundarios de las cuencas; adicionalmente, se tomaron datos de precipitación que permitieron identificar las áreas con geoformas susceptibles a inundaciones.

El análisis de la susceptibilidad a avenidas torrenciales se realizó a partir de la identificación de microcuencas susceptibles a estos eventos, desde el cálculo del Índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales en fuentes abastecedoras (IVET).

3.3.2.1. Amenaza por movimientos en masa

Dentro de la evaluación de la amenaza por Movimientos en Masa, se tuvo en cuenta el procedimiento sugerido en el Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los POMCA para la evaluación de los diversos escenarios de amenaza por dichos movimientos.

Si bien la probabilidad de falla se obtiene calculando los factores Z tradicionales para evaluar la probabilidad de ocurrencia de Factor de Seguridad (FS), para estabilidad de taludes se considera apropiado evaluar directamente la probabilidad de falla (caso en que las fuerzas actuantes son iguales a las fuerzas resistentes en la ecuación del factor de seguridad, es decir, que $FS=1$) considerando los planteamientos de González (2009); es decir, que si se tiene un resultado de FS igual a uno (1), la posibilidad de falla es la misma a la de la estabilidad, lo que corresponde con una probabilidad de falla del 50%, de manera que considerando una seguridad adicional se plantea la amenaza alta a partir de una probabilidad de falla superior al 40%, y la amenaza baja como probabilidad de falla menor a 0,09%. Esto genera los rangos de probabilidad de falla que son compatibles y comparables con las condiciones de factor de seguridad y clasificaciones mostradas en la Tabla 25.

Nivel de amenaza	Factor de seguridad	Color en el mapa
Alta	<1.2	Rojo
Media	1.2 - 1.5	Amarillo
Baja	>1.5	Verde

Tabla 25. Clasificación del factor de seguridad (Fs.).
Fuente: SGC, 2012.

A continuación, se remite a manera de ejemplo el esquema del mapa de estabilidad basado en el Factor de seguridad FS, para el escenario 1 (4mk).

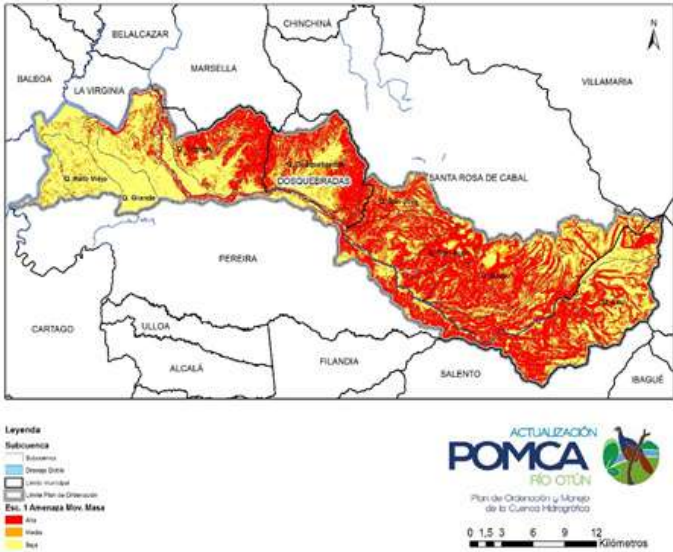


Ilustración 20. Mapa de estabilidad basado en el Factor de seguridad FS, para el escenario 1 (4mk) Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Posteriormente y luego de los análisis efectuados a los diferentes escenarios, se procedió al análisis de las probabilidades de falla y procesamiento para obtener el mapa de amenaza final basado en la combinación y evaluación de dichos escenarios.

Nivel de Amenaza	Probabilidad de falla	Color en el mapa
Alta	0.4 - 1.0	Rojo
Media	0.09 - 0.4	Amarillo
Baja	0 - 0.09	Verde

Tabla 26. Clasificación de la probabilidad de falla (Pf).

La descripción en mayor detalle de las variables empleadas para la evaluación de amenaza y el análisis del resultado de la misma en función de probabilidad de falla, se indican a continuación.

3.3.2.1.1. Análisis de la zonificación de la amenaza a movimientos en masa

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 (Ver Ilustración 21). La parte sureste de la cuenca cuenta con pendientes relativamente mayores sumadas a altos niveles de espesor de las láminas de agua para los diferentes tiempos de retorno y valores Geomecánicos menores, que dan mayor propensión a la inestabilidad de taludes de las unidades geológicas superficiales, principalmente en el municipio de Santa Rosa de Cabal. Estas 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, sumadas a unidades litológicas recientes de origen fluvial, metamórfico y volcanosedimentarias, las cuales 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 él.



Ilustración 21. Amenaza por Movimientos en Masa. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Amenaza	Área (ha)	Porcentaje
Baja	37.461	66%
Media	9.213	16%
Alta	10.166	18%
Total	56.840	100%

Tabla 27. Nivel de amenaza para la cuenca. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

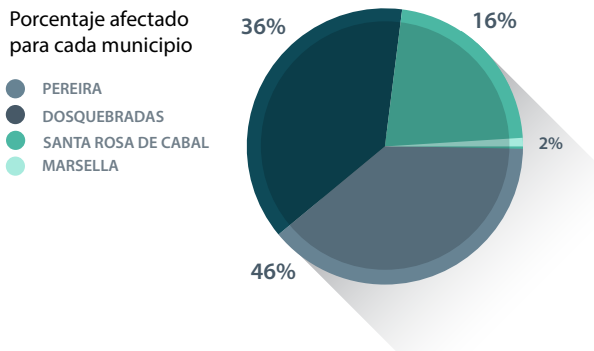


Ilustración 22. Representación gráfica por municipio. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2.2. Amenaza por Inundación

3.3.2.2.1. Modelación hidrológica-hidráulica

De acuerdo con el protocolo, esta modelación se realiza para los sectores críticos identificados con susceptibilidad alta a inundaciones y los eventos históricos validados; sin embargo, teniendo en cuenta que los sitios afectados históricamente reciben el impacto de drenajes torrenciales, se consideró necesario evaluar teóricamente todos los drenajes según el orden de la corriente y, a la vez, realizar mediciones directas sobre los cauces principales de orden 5 como el río Otún, y de orden 4 en sus principales afluentes como: quebrada Combia, río Barbo y Volcanes.

Así, para efectos de involucrar la variable hidráulica en la evaluación de amenaza, es necesario realizar una modelación hidrológica – hidráulica de las zonas críticas a fin de prever los caudales máximos para diferentes períodos de retorno (modelación hidrológica de extremos), y obtener una idea sobre la magnitud del evento en la zona inundable con las características hidráulicas fundamentales de nivel máximo alcanzado por la lámina de agua, velocidad máxima, duración, carga de sedimentos, etc. (modelación hidráulica).

La modelación hidrológica realizada parte del ordenamiento del sistema de drenaje según la metodología de Horton-Strahler, donde la cuenca del río Otún es de orden 5, al final de su recorrido en el río Cauca. Sus afluentes principales, como la quebrada Dosquebradas, quebrada Combia, río Barbo, río San José, Río San Juan, Quebrada Volcanes y río Azul, tienen orden 4; en total hay 306 afluentes de orden 1, 66, de orden 2, 26, de orden 3, 13, de orden 4, y uno de orden 5, el Otún, a partir de la confluencia de la quebrada Dosquebradas en el km 45.

El análisis hidráulico según el orden de los drenajes anteriormente definido, permitió establecer las zonas susceptibles ante eventos hidrológicos, las cuales se consideran como áreas críticas para el análisis de la amenaza.

3.3.2.2.2. Hidrología de caudales extremos

Para definir la hidrología de extremos de una cuenca extensa, se utiliza normalmente el llamado análisis regional de frecuencias⁶. De acuerdo con este análisis, si se conoce el comportamiento de caudales extremos (máximos y/o mínimos), es posible regionalizar las curvas de frecuencia de manera que sea posible encontrar los caudales máximos de cualquier otra área no medida, siempre que esta se encuentre dentro de la región homogénea a la cual pertenecen los cauces que se han usado en la regionalización.

Los registros de las estaciones se extendieron por

6 Dalrymple, T. "Flood Frequency Analysis". US Geological Survey, Water Supply Paper No 1543-A, 1960.

correlaciones entre ellas, hasta un periodo base uniforme de 43 años, entre 1971 y 2014, que corresponde con el de la estación La Virgen del río Risaralda, y la estación la Bananera del río Otún. Las estaciones de registro más bajo utilizadas tenían 19 y 23 años de registro. Los caudales extendidos no se utilizaron para definir la curva de frecuencias, pero sí para mejorar la estimación de los periodos de retorno de los caudales medidos en el registro real de cada estación.



Ilustración 23. Análisis de caudales. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En esta tabla, q_f es el caudal máximo por unidad de ancho en la sección, calculado para las condiciones más probables de número de Froude Casi-Crítico; Q_f es el caudal de 10 años de periodo de recurrencia para corrientes de cada orden, de acuerdo con la primera columna de la Tabla 29.

Orden	So (%)	n	F	qF	Qf	yc	1,4*yc	0,7*yc	Vmáx	Vmin	hvmáx	Ymáx	qm	b
1	16,82	0,075	1,50	1,19	6,4	0,53	0,74	0,37	3,24	1,62	0,54	1,27	0,95	6,73
2	13,49	0,075	1,55	4,47	8,8	1,27	1,77	0,89	5,03	2,52	1,29	3,07	2,69	3,27
3	13,67	0,075	1,60	5,78	28,8	1,50	2,11	1,05	5,49	2,74	1,54	3,64	3,29	8,75
4	11,50	0,065	1,70	6,36	83,2	1,60	2,25	1,12	5,67	2,83	1,64	3,88	3,55	23,43
5	10,28	0,055	1,90	7,13	224	1,73	2,42	1,21	5,88	2,94	1,77	4,19	3,88	57,69

Tabla 28. Cálculos hidráulicos para flujo torrencial en el río Otún $Q=Q_{100}$ Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Orden	So (%)	n	F	qF	Qf	yc	1,4*yc	0,7*yc	Vmáx	Vmin	hvmáx	Ymáx	qm	b
1	16,82	0,075	1,55	1,65	28,8	0,65	0,92	0,46	3,62	1,81	0,67	1,58	1,23	23,40
2	13,49	0,075	1,60	6,14	79,2	1,57	2,19	1,10	5,60	2,80	1,60	3,79	3,45	22,95
3	13,67	0,070	1,75	7,61	133,2	1,81	2,53	1,27	6,01	3,01	1,85	4,38	4,09	32,58
4	11,50	0,060	1,90	9,42	208,8	2,08	2,92	1,46	6,46	3,23	2,13	5,04	4,83	43,19
5	10,28	0,055	2,00	11,9	504	2,44	3,41	1,71	6,98	3,49	2,49	5,90	5,81	86,70

Tabla 29. Cálculos hidráulicos para flujo torrencial en el río Otún $Q=Q_{500}$ Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Con los resultados para niveles y velocidades máximas alcanzadas por el flujo en la zona inundada, se definen las diferentes grados de amenaza, así:

- **Amenaza alta:** zona comprendida entre la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años, si la combinación de velocidad y profundidad de flujo puede generar daños graves o pérdida de vidas.
- **Amenaza media:** zona ocupada por las manchas de inundación 100 años y velocidades y profundidades que generen daños moderados y/o molestias a 500 años de periodo de retorno, si la combinación de velocidad y profundidad de flujo puede generar daños graves o pérdida de vidas.
- **Amenaza baja:** zona comprendida entre las manchas de inundación de 100 a 500 años de periodo de retorno, si la combinación de velocidad y profundidad de flujo puede generar daños moderados y molestias.

Orden	Longitud (m)	b100	b500	Área m2 Amenaza Alta	Área m2 Amenaza Media	Área m2 Amenaza baja
1	1,800	6,73	23,40	12,114	12,114	30,006
2	1,400	3,27	22,95	4,578	4,578	27,552
3	2,900	8,75	32,58	25,375	25,375	69,107
4	4,900	23,43	43,19	114,807	114,807	96,824
5	44,300	57,69	86,70	2'555,667	2'555,667	1'285,143
Total				2'712,541	2'712,541	1'508,143

Tabla 30. Áreas de las Manchas de Amenaza en la cuenca del Río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

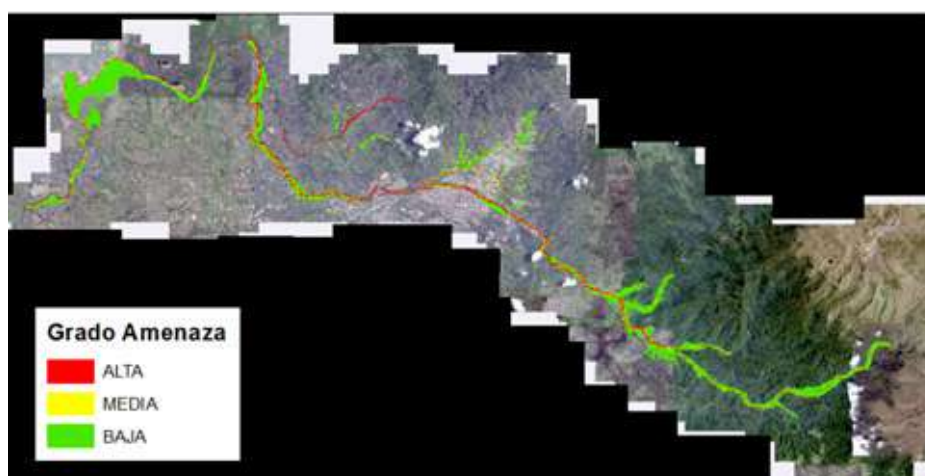


Ilustración 24. Amenaza por inundaciones en la cuenca del río Otún.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2.2.3. Definición de categorías de amenaza

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 la quebrada Combia y la quebrada Dosquebradas con sus afluentes La Víbora, Frailes y Molinos, se realizaron 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 (Ilustración 25)

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.



Ilustración 25. 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.

- **Amenaza torrencial media:** las áreas de amenaza media pueden estimarse de acuerdo con 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.

3.3.2.3. Amenaza Sísmica

Para el análisis de la amenaza sísmica desde la perspectiva de su empleo en una cuenca hidrográfica, se requiere la adaptación metodológica, en consideración a que las valoraciones de amenaza sísmica se han dirigido en esencia a áreas urbanas, siendo muy pocas las aplicaciones en entornos de tipo rural.

El punto de partida consiste en la adopción de un marco probabilístico de referencia, por lo cual la información de mayor aceptación corresponde necesariamente a la zonificación de amenaza sísmica que formó parte del Estudio General de la Amenaza Sísmica de Colombia del año 2009, y que constituye la base empleada para la adopción del Reglamento Colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10, el cual fue acogido por medio del Decreto 926 de 2010.

Amenaza sísmica y fuentes sismogénicas

En primera instancia, se toma como referente la aceleración en roca obtenido por análisis, el mapa de amenaza sísmica contenido en el Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10, y el Estudio General de la Amenaza Sísmica de Colombia (2009). Los modelos de atenuación de referencia, en este y otros estudios para diversas fuentes sísmicas, incluyen Cambell (1997), Gallego (2000), García et al. (2005), Sadigh et al. (1997) y Youngs et al. (1997), correspondientemente si son fuentes de carácter cortical, fosa de subducción o plano de Benioff.

En el cálculo de la amenaza sísmica, dentro de dicha parametrización, se incluyen diversas fuentes y sus aproximaciones probabilísticas, para consolidarse en un mapa de isoaceleración A_a , para una probabilidad de excedencia del 10 % (q_0), en un tiempo (t) de 50 años, equivalente a un período de recurrencia de 475 años, que suministra los niveles de amenaza baja para el análisis de la cuenca hidrográfica del río Otún.

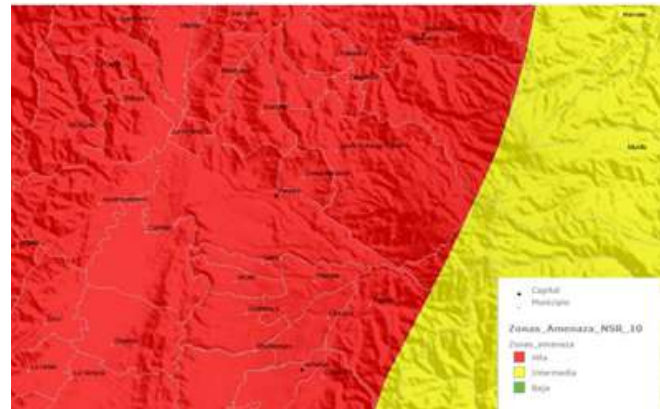


Ilustración 26. Mapa de Amenaza Sísmica expresado como valores de A_a para el área de la cuenca hidrográfica del Río Otún con valores de 0,25 en la mayor parte de la cuenca, con una muy reducida área en su extremo oriental con asignación de 0,20 g , conforme a la NSR-10. Fuente: Geoportal SGC.

Es evidente que el contexto geológico y tectónico del occidente colombiano, su estructura y su dinámica, ha diferenciado las siguientes fuentes sísmicas de influencia, y que para el caso de la cuenca objeto de análisis no es excepción. Se discriminan entonces las siguientes fuentes sismogénicas:

Fuente de fosa de subducción

Corresponde a la propia franja de convergencia y hundimiento por debajo del continente, de la placa oceánica de mayor densidad, y para la cual se asocian los sismos con mayor magnitud potencial, evidenciada por el propio contexto y dinámica tectónica regional, como por los registros históricos e instrumentales.

Sin embargo, los registros de eventos sísmicos mayores en la franja que delimita la fosa de subducción, se concentran hacia el suroeste del océano Pacífico colombiano, e incluyen eventos como los ocurridos el 31 de enero de 1906 ($M_w=8.6$), y el del 12 de diciembre de 1979 ($M_w=7.7$), que cuentan con documentación sobre distribución de intensidades y oscilaron entre IV-VII (Espinosa, 1996); mientras más recientemente y en una latitud más próxima al territorio de referencia, como corresponde al sismo de Pizarro de noviembre 15 de 2004, que presentó una magnitud de 7,2 (M_w).

Fuente de subducción intermedia y profunda (Plano de Benioff)

La profundización del plano de subducción bajo el continente, desde el propio lugar de la fosa antes mencionada, se ha evidenciado a través de la información instrumental, fragmentos donde se concentran los sismos de mayor frecuencia en el tiempo, dentro de rangos de profundidad entre 70 y 220 Km., entre los que por su importancia como eventos sentidos y con daños en la zona, se pueden mencionar los eventos ocurridos el 4 de febrero de 1938 ($M_w=7.0$, prof. 160 km), 20 de

diciembre de 1961 ($M_b=6.3$, prof. 176 km), 30 de julio de 1962 ($M_w=6.7$, prof. 108 km), 23 de noviembre de 1979 ($M_b=6.4$, prof. 108 km) y 8 de febrero de 1995 ($M_w=6.6$, prof. 100 km).

Fuentes sísmicas superficiales

Las fallas geológicas son abundantes, ramificadas y traslapadas sobre el territorio objeto de análisis, donde se presenta un potencial sísmico y de manera probabilística no se dispone de un adecuado nivel de conocimiento, apuntando el cálculo de magnitudes máximas probables al campo determinístico.

Dentro de estos sismos, el más destacado para la región es el evento de enero 25 de 1999 ($M_L=6.2$), que corresponde prácticamente al primer sismo superficial en afectar diversas poblaciones del Eje Cafetero, y que relevantemente determina el interés en evaluar otros tramos de las diversas estructuras propias de la región.

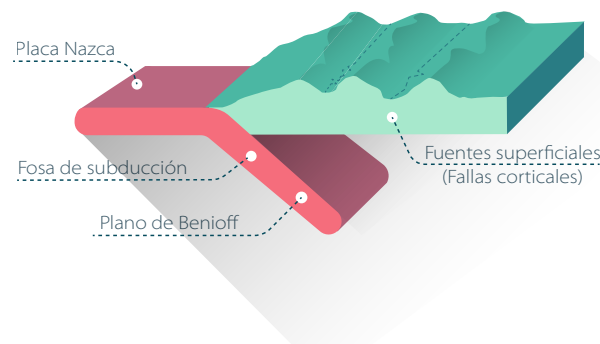


Ilustración 27. Esquemización de los tipos de fuentes sísmicas asociables al sector de la cuenca hidrográfica del río Otún. Fuente: CARDER, 2000.

3.3.2.3.1. Sismicidad histórica

Diferentes bancos y plataformas de datos sirven de referencia para la selección de los principales eventos de desastre, así como el banco de datos de sismicidad histórica de Colombia, entre ellos el compilado en Desinventar y proveniente de varias fuentes, y otros específicos como el inventario realizado por Espinosa (1997). Con referencia a estos, se destaca que las máximas intensidades registradas se ubican en el rango VII - VIII (MSK), y que en lo que respecta a principales eventos reconocidos y de influencia para el área de la cuenca por haber presentado localmente dicho rango de intensidad, se tienen los eventos de los años 1938, 1961, 1962, 1979 y 1999, mientras se han registrado intensidades de hasta VI para eventos como los ocurridos en 1906 (enero 31), 1925 (junio 7), 1967 (9 de febrero), entre otros.

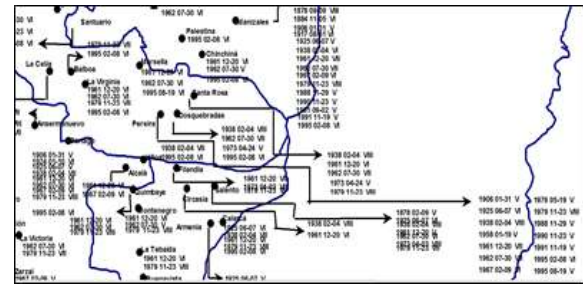


Ilustración 28. Esquema de intensidades sísmicas derivadas del análisis de sismicidad histórica para un sector asociado al contexto de la Cuenca del río Otún. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Para efectos de discriminar los sismos históricos relevantes, se tienen en cuenta para los propósitos de este documento, los eventos sentidos en el contexto regional, con una intensidad igual o mayor a VI, y que cuenten con información sobre fecha y hora de ocurrencia, referentes epicentrales y discriminación de intensidades.

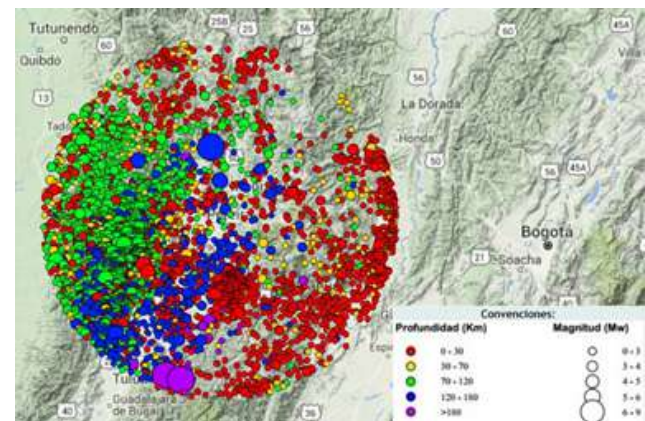


Ilustración 29. Eventos sísmicos instrumentales registrados por la RSNC en un radio de 100 km a partir del centroide de la cuenca del río Otún, para el período de 01/06/1993 – 21/05/2016, con 5842 registros. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (RSNC).

La base de datos no contiene información relacionada con los eventos sísmicos, debido a que, según el catálogo de registro por parte del SGC, no hay eventos puntuales de este tipo con magnitud igual o mayor a 5 (ML) que se localicen en la cuenca; solo se presenta como información secundaria la referencia.

3.3.2.4. Amenaza volcánica

Como referencia al contexto de amenaza sísmica de la cuenca hidrográfica del río Otún, se incluyen como fuentes de información las evaluaciones de amenaza volcánica de los volcanes Nevados del Ruiz (INGEOMINAS, 2007), Santa Isabel (INGEOMINAS-CARDER, 1993), Tolima (INGEOMINAS, 1988) y Machín (INGEOMINAS, 2003), que demuestran influencia generalizada en términos de caída piroclástica y localmente por eventos de flujo de lava.

3.3.2.4.1. Volcán Nevado del Ruiz

Aunque en el Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado del Ruiz elaborado por el INGEOMINAS (2007) y versiones previas, se integran la amenaza por productos volcánicos como Flujos de lava, Flujos piroclásticos, Explosión lateral dirigida de bajo ángulo (Blast), Caída de piroclastos y Flujos de lodo (Lahares), de todas formas, en una versión más reciente, se involucran algunos modelos de dispersión (SGC, 2015), que permitieron depurar la zonificación y extender sitios de afectación potencial no incluidos en radios previstos en zonificaciones antecedentes. Con referencia a la cuenca hidrográfica del río Otún, el volcán Nevado del Ruiz se localiza a 16 km al NE de la Laguna del Otún, 50 km al ENE de la ciudad de Pereira, mientras en un radio de 69 km cubre la totalidad del área de la cuenca.

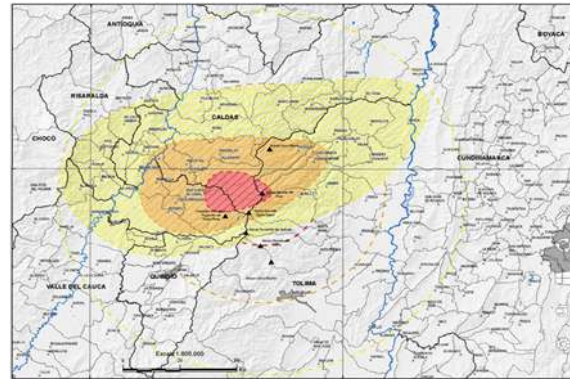


Ilustración 31. Zonificación de Amenaza Volcánica del volcán Nevado del Ruiz, que incluye interpretaciones recientes sobre dispersión de cenizas volcánicas para una columna eruptiva de 20 km. de altura, que han permitido ajustar las versiones anteriores de mapas de amenaza volcánica. Fuente: SGC, 2015.

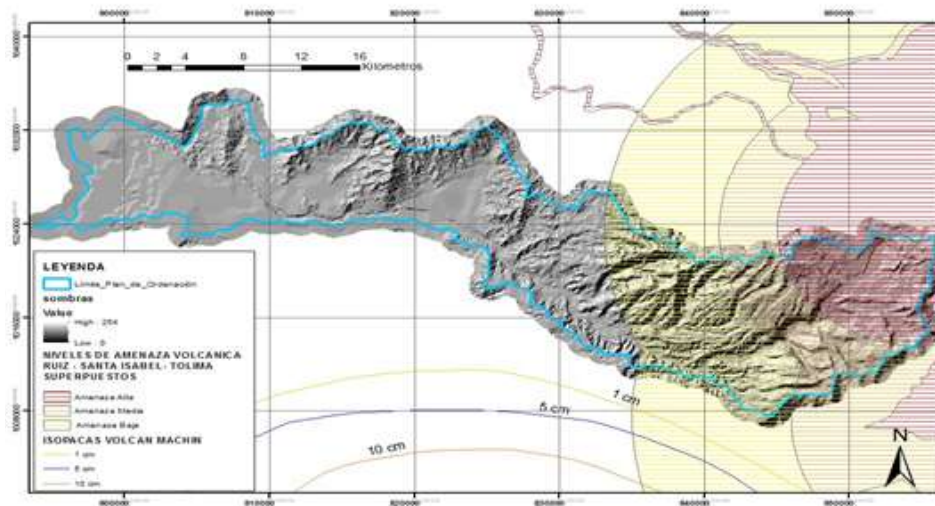


Ilustración 30. Amenaza volcánica integrada para los focos volcánicos Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Machín, y en relación con la cuenca hidrográfica del río Otún. No se cuenta con zonificación de amenazas para los volcanes del Quindío y Paramillo de Santa Rosa. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Las zonas proyectadas por cada nivel de amenaza y que corresponden a las características o parámetros enunciados en cada caso (amenaza alta, media y baja), buscan cubrir aquellas direcciones alrededor de la cima del edificio volcánico, no contempladas en la tendencia principal de los vientos establecida en el modelo principal. Se incluyen así, otras áreas de afectación potencial, de interés en el análisis de vulnerabilidad y riesgo y en el establecimiento de planes de emergencia y contingencia (Ilustración 35).

3.3.2.4.2. Volcán Nevado Santa Isabel

En el denominado mapa preliminar de amenaza potencial Complejo de domos Santa Isabel (INGEOMINAS, 1993), se diferencian tres tipos de amenaza, al igual que en los mapas de amenaza de los volcanes Cerro Bravo y Nevado del Ruiz. La zona de amenaza alta corresponde a un área expuesta a la ocurrencia de flujos de

lava, piroclásticos y de lodo (lahares); colapso y explosión de domos, proyectiles balísticos y piroclastos de caída en capas mayores de 20 cm de espesor. La zona de amenaza media es el área expuesta a caída de piroclastos en capas entre 10 y 20 cm de espesor. La zona de amenaza baja corresponde a áreas expuestas a caídas de piroclastos en capas menores de 10 cm de espesor.

Aunque no se han reconocido capas de piroclastos de caída originados en eventos eruptivos del Nevado Santa Isabel (INGEOMINAS, 1992), su presencia durante erupciones futuras no es totalmente descartable. Para evaluar la distribución de posibles depósitos de caída se consideró una zona casi circular de 10 km de radio alrededor del cráter (INGEOMINAS-CARDER, 1993).



Ilustración 32. Distribución de amenaza volcánica del volcán Santa Isabel en referencia a la cuenca hidrográfica del río Otún. Fuente: SGC. Plataforma Google Earth.

En el estudio de Borrero (2012) se incluyó un análisis de dispersión de cenizas volcánicas con el empleo del código Hazmap (Macedonio et al., 2005), que igual incluye un modelo numérico para difusión, transporte y sedimentación de partículas pequeñas, generadas por una columna convectiva, que emplea un archivo de perfil de vientos estadístico, incluyendo parámetros como la distribución espacial del punto de origen, la masa total emitida, la velocidad de asentamiento de las partículas, los perfiles de velocidad del viento, el coeficiente de difusión atmosférico y la grilla de coordenadas.

En el caso del volcán Santa Isabel, dado su significativo menor conocimiento en cuanto a eventos históricos y eventos recientes, la calibración de los modelos es de mayor complejidad, y su utilidad en estos casos es de menor aplicabilidad, aunque a medida que se avance en el modelamiento podrán depurarse los criterios para la calibración.

Historia eruptiva	Productos	Efectos o zona de influencia	Clasificación
Eventos ocurridos en un lapso entre 2800 y 7430 años A.P. No se conoce registro de actividad histórica.	Principalmente lavas, sectorialmente flujos piroclásticos.	Área próxima al volcán, expuesta a flujos de lava, flujos de lodo y piroclastos de caída. Para la cuenca del río Otún se asocian a fenómenos potenciales de caída piroclástica en la parte alta de la cuenca.	Complejo dómico, activo en estado de reposo. Actividad actual solfataras.

Tabla 31. Síntesis de aspectos relevantes del volcán Santa Isabel. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2.4.3. Volcán Machín

El volcán Machín, localizado en el departamento del Tolima, se encuentra a una distancia de 22 Km. al sureste de la cuenca del río Otún, y a 50 km de la ciudad de

Pereira; presenta evidencias sobresalientes de su alta explosividad, con un cráter de 2.4 kilómetros de diámetro, donde se muestran tres domos que actúan como tapón, dada la alta viscosidad del magma; evidencia actividad actual, dada la presencia de fumarolas, fuentes termales y por la ocurrencia de eventos sísmicos. Por dichas características, sin duda el volcán Machín se define como un volcán activo en estado de reposo, con carácter muy explosivo. En cuanto a su registro geológico, se han logrado identificar 11 eventos presentados durante 5000 años, siendo el más reciente el ocurrido hace cerca de 820 años.

El modelo de amenaza por caída de piroclastos de referencia para el volcán Machín, corresponde al escenario de 3.600 años AP, cuyo registro se extiende hasta la isópaca de 1 cm, en consideración de dispersión predominante por vientos en dirección oeste, para el momento de la erupción mencionada. Como se ha mencionado en otros casos, es importante entrar en consideraciones sobre probables fluctuaciones en la dirección de vientos, que traerían variaciones en la tendencia mostrada, por lo tanto, dichas variaciones, bien pudiera concluirse que pueden afectar la zona correspondiente a la cuenca hidrográfica del río Otún.



Ilustración 33. Zonificación de amenaza volcánica por caída de cenizas del volcán Machín, donde pese a no evidenciarse influencia sobre el área de la cuenca del río Otún, es necesario resaltar que la variación en la distribución de vientos puede generar significativos cambios. Fuente: SGC. Plataforma Google Earth.

Hsitoria eruptiva	Productos	Efectos o zona de influencia	Clasificación
Su actividad se restringe a los últimos 20.000 años. 11 eventos durante los últimos 5000 años. Último evento: aprox. 820 años A.P.	Caída de piroclastos. Flujo de lodo como eventual efecto secundario.	Por caída de piroclastos pueden verse afectadas la parte media y alta de la cuenca del río Otún.	Tipo anillo piroclástico complejo. Activo en estado de reposo, muy explosivo.

Tabla 32. Síntesis de aspectos relevantes del volcán Machín. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2.4.4. Volcán del Tolima

En el caso del volcán del Tolima, se identificaron entre sus depósitos de caída piroclástica, tres eventos o niveles plinianos, según espesores, tamaño máximo de pómez y líticos, elaborándose mapas de isópacas e isopletas para cada uno de los tres niveles referidos.

Aunque sus registros históricos son limitados y no libres de incertidumbre, es evidente la ocurrencia de eventos; teniendo como base estos mapas, los trabajos de Carey and Sparks (1986) y de Wilson and Walker (1987), así como la metodología recomendada por el profesor George Walker (U. de Hawái), aún no publicada, se calculó volumen emitido, altura de la columna de erupción, rata de flujo de magna, duración de la erupción, dirección del viento en el momento de la erupción, máxima distancia alcanzada por proyectiles balísticos (bombas y bloques) y el Índice de Explosividad volcánica (VEI).

Historia eruptiva	Productos	Efectos o zona de influencia	Clasificación
Eventos en 1650, 1822 (VEI=2), 1825 (VEI=2), 1826 (VEI=2) y 1943 (VEI=2). Eventos de limitado conocimiento.	Caída de piroclastos, flujos piroclásticos y flujos de lodo.	Hacia la cuenca del río Otún se asocian a procesos de caída piroclástica en la parte alta de la misma, en el nivel de amenaza baja, así como intermedia en consideración de la explosividad evidenciada por la forma y depósitos del volcán.	Estrato volcán, activo en estado de reposo. Explosivo.

Tabla 33. Síntesis de aspectos relevantes del volcán del Tolima. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.



Ilustración 34. Zonificación de Amenaza Volcánica del volcán del Tolima. Fuente: SGC. Plataforma Google Earth.

3.3.2.5. Amenaza por incendios

3.3.2.5.1. Información requerida

Como se observó en la susceptibilidad a incendios forestales, parte del análisis como combustible de las coberturas de la tierra, de acuerdo con la metodología del IDEAM, con este mapa y los siguientes insumos:

- Mapa de frecuencia de incendios forestales
- Mapa de pendientes
- Mapa de susceptibilidad de combustibles
- Mapa de accesibilidad
- Mapa de amenaza de incendios forestales
- Mapa de clima

Por escasez de información sobre datos históricos y la dificultad para homologar los datos para distribuirlos de forma discreta en un porcentaje donde se determinen niveles de confiabilidad y disminuya el nivel de incertidumbre, fue necesario omitir la información de brillo solar, dirección, velocidad de los vientos y reportes de incendios forestales. Se omitieron también los valores de radiación, porque los incendios reportados en la cuenca tienen su origen en el factor antrópico y, dadas las condiciones de pluviosidad y humedad presentes, no es un factor detonante de dichos eventos.

La Tabla 34 y la Ilustración 40, muestran en detalle los valores relacionados con la amenaza de incendios forestales en la cuenca del río Otún durante la época normal.

Grado de Amenaza		Área	
Cualificación	Calificación	ha	%
Muy Baja	1	5739,36	10
Baja	2	15621,73	27,47
Moderada	3	13067,73	22,98
Alta	4	11163,40	19,63
Muy Alta	5	11256,53	19,8

Tabla 34. Amenaza de incendios forestales durante época Normal.

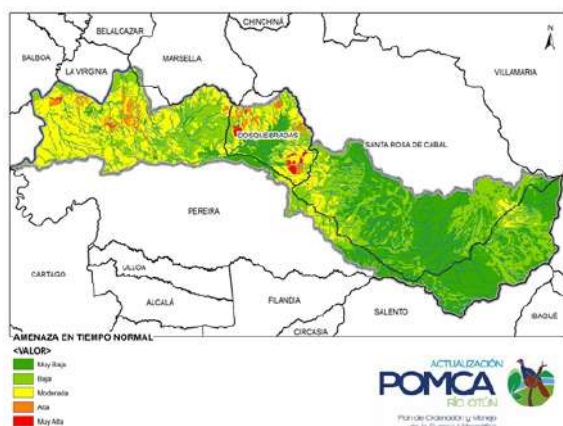


Ilustración 35. Amenaza de incendios forestales durante época Normal. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Época del fenómeno de La Niña: se encontró que el área que ocupa mayor proporción del territorio está cualificada como Baja, la cual ocupa 21039,69ha y representa el 37,02% del territorio de la cuenca. De otro lado, los valores más bajos se representan por las zonas cualificadas como Muy Alta, que ocupan 11,58 ha y representan el 0,02% del territorio.

Grado de Amenaza		Área	
Cualificación	Calificación	ha	%
Muy Baja	1	21012,73	36,97
Baja	2	21039,69	37,02
Moderada	3	12310,10	21,66
Alta	4	2465,16	4,34
Muy Alta	5	11,58	0,02

Tabla 35. Amenaza de incendios forestales durante el Fenómeno de La Niña.

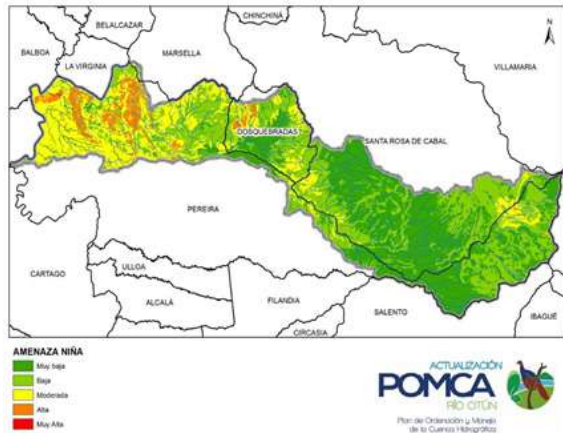


Ilustración 36. Amenaza de incendios forestales durante el Fenómeno de La Niña. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En el caso del fenómeno del Niño, se utilizaron precipitaciones mínimas con las temperaturas máximas;

para el de La Niña, precipitaciones máximas con temperaturas mínimas y las medias mensuales para año normal. Como resultado, se obtuvo el mapa de amenazas por incendios forestales.

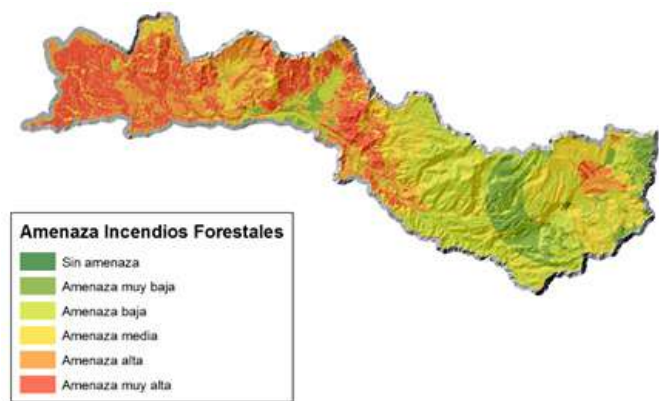


Ilustración 37. Amenaza por incendios forestales en la cuenca del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Incendio forestal	Área (ha)	% 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

Tabla 36. Amenaza por incendios forestales por áreas en la cuenca del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Época del fenómeno de El Niño: se encontró que el área que ocupa mayor proporción del territorio está cualificada como Muy Baja, la cual ocupa 30237,63 ha y representa el 53,19% del territorio de la cuenca. De otro lado, los valores más bajos están representados por las zonas cualificadas como Muy Alta, que ocupan 2198,10ha y representan el 3,86% del territorio. Se muestran en detalle los valores relacionados con la amenaza de incendios forestales en la cuenca del río Otún durante el período del fenómeno de El Niño.

Grado de Amenaza		Área	
Cualificación	Calificación	ha	%
Muy Baja	1	30237,63	53,190131
Baja	2	4656,83	8,19276109
Moderada	3	16797,15	29,5511978
Alta	4	2950,63	5,19104774
Muy Alta	5	2198,10	3,8671202

Tabla 37. Amenaza de incendios forestales durante el Fenómeno de El Niño. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

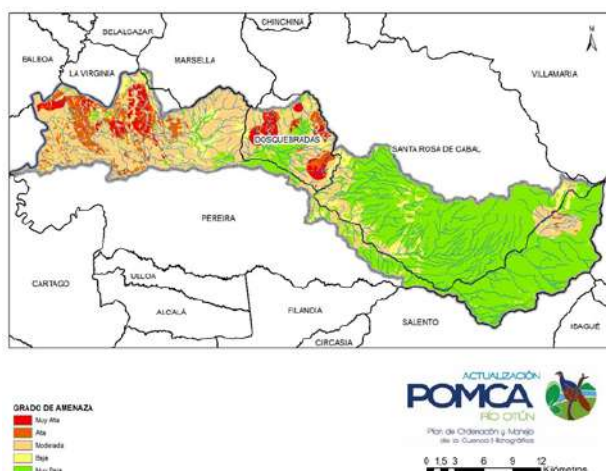


Ilustración 38. Amenaza de incendios forestales durante el fenómeno de El Niño. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.2.6. Análisis de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define 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).

De acuerdo con los elementos expuestos, en un evento determinado existen diversos tipos de vulnerabilidad y según lo establecido en el Protocolo para la incorporación de la Gestión del riesgo en los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014):

- **Vulnerabilidad física:** población, vivienda, líneas vitales, zonas ambientales, entre otras.
- **La vulnerabilidad social:** incluye factores asociados a la población involucrada.
- **La vulnerabilidad económica:** caracteriza a la población de acuerdo con los ingresos económicos.
- **La vulnerabilidad ambiental y/o ecosistémica:** se refiere a la extensión de la degradación de la naturaleza y sus recursos.

A continuación, se describen los conceptos de cada una de las variables de análisis:

- **Exposición:** corresponde al inventario de bienes naturales o no (elementos expuestos), que pueden ser afectados por los diferentes eventos amenazantes y se expresa en términos de activos y de población; la exposición se mide de acuerdo con el porcentaje de daño y se calcula mediante el índice de pérdidas (IP), el cual está afectado por los niveles de confianza de la valoración y varía entre 0 y 1, teniendo en cuenta el valor físico o costo de reposición del bien, valor humano o número de ocupantes estimados en el área y clasificación del bien.

- **Susceptibilidad (fragilidad):** se define como el grado de fragilidad de los diferentes elementos y sectores (económico, social y ambiental) para soportar el tipo de amenaza analizada, mediante el uso de índices e indicadores como un índice de fragilidad y varía entre cero y tres.
- **Resiliencia:** como factor de vulnerabilidad, la falta de resiliencia se refiere a la falta de capacidad para enfrentar el impacto de los fenómenos amenazantes. Se evaluó como un índice de falta de resiliencia y varía entre 0 y 1.

3.3.3. Análisis del riesgo por movimiento en masa

Categoría del riesgo	Criterio
Alta	Las pérdidas esperadas anuales superan el 50% (IR promedio ≥ 0.5)
Media	Las pérdidas esperadas anuales se encuentran entre el 25% y 50% (IR promedio = entre 0.25 y 0.50)
Baja	Las pérdidas esperadas anuales son inferiores al 25% (IR promedio < 0.25)

Tabla 38. Criterio de categorización del riesgo para los diferentes eventos en POMCAS con base en amenaza probabilística. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

El método de análisis de riesgo depende del método de evaluación de amenaza aplicado, y para el caso del presente estudio se utilizó la amenaza determinística; con los datos presentados para los niveles de amenaza en el escenario seleccionado y los niveles de vulnerabilidad calculados a partir de los índices propuestos, se calculan los niveles de riesgo con el uso del SIG por superposición de la capa de amenaza para el evento en evaluación, y los niveles de vulnerabilidad dados por el índice de vulnerabilidad, para el escenario seleccionado, como se relaciona a continuación, según el Protocolo para la incorporación de la Gestión del riesgo en los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014)

Los productos intermedios o finales, tipo raster generados en esta metodología, responden a las indicaciones de la guía técnica; por tal motivo, algunos de los subproductos que se piden en el reservorio de información (Geodatabase GDB) no aplican y se eliminan al volver el tema un producto vectorial. Es decir, el producto final vectorial presenta los valores resultados, reclasificados del raster correspondiente.

Niveles de amenaza	Niveles de vulnerabilidad (IV)		
	Nivel 1: Alta (75% a 100%)	Nivel 2: Media (30% a 75%)	Nivel 3: Baja (<30%)
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Media	Baja

Tabla 39. Matriz para la categorización de niveles de riesgo del IRT para la zona de estudio con amenaza determinística. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

En la siguiente tabla se muestra el detalle y los resultados definitivos del análisis cuantitativo.

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; además, al ser vías de quinto nivel y por sus condiciones topográficas y de localización, representan un riesgo importante 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 75.906 personas (18%) mientras que la población restante de 68.789 (16%) se cataloga como elemento en riesgo BAJO. Esto para un total de 144.694 personas afectadas en las zonas de amenaza.

Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observación	Área (ha)
Medio	Alta	Alto del Nudo	Zona de expansión, recurrencia de eventos	900,885
Medio	Alta	Aguazul - Boquerón	Recurrencia de eventos, densidad poblacional	724,796
Medio	Alta	Alo Erazo	Recurrencia de eventos, densidad de drenaje, densidad poblacional	393,030
Medio	Media	Frailas	Zona de expansión, densidad poblacional	667,250

Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observación	Área (ha)
Medio	Baja	El Cedral	Ecosistema priorizado, densidad de drenaje	5259,635
Medio	Media	Libare, Bananera	Zona aferente de acueducto, ecosistema priorizado, zona de expansión	994,500
Medio	Media	Alto del Toro - Oso	Recurrencia de eventos, ecosistemas priorizados	825,616
Alto	Alta	San Marcos	Ecosistema priorizado	825,616
Medio	Alta	Cauce del río Otún	Elementos expuestos, densidad poblacional, recurrencia de eventos	689,907
Medio	Baja	El Bosque	Exosistema priorizado, densidad de drenaje, recurrencia de eventos	571,595
Alto	Alta	Estación Pereira	Recurrencia de eventos, zona de expansión	1145,775
Medio	Alta	Casco Urbano de D/ quebradas	Densidad poblacional, zonas de expansión, recurrencia de eventos	828,763
Alto	Alta	Combia	Recurrencia de eventos, densidad de drenaje	2577,005
Medio	Alta	Bocatoma multi-propósito	Elementos expuestos, recurrencia de eventos, ecosistema priorizado	191,371

Tabla 40. Análisis cuantitativo. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.3.1. Priorización de zonas con condiciones de riesgo

Al final del proceso de evaluación, es necesario presentar los resultados mediante un mapa de zonificación de riesgo y su priorización, teniendo en cuenta el tipo de elementos expuestos y su nivel de riesgo, potenciales afectaciones, efectos, entre otros.

En la siguiente tabla se presenta la priorización de

escenarios según cada zona de evaluación, definiendo como priorización ALTA, MEDIA Y BAJA, que a su vez determinarían su inmediatez de aplicación a corto (menor a 1 año,) mediano (entre 1- 2 años) y largo plazo (mayor a 2 años).

Para la mapificación se determinaron las zonas homogéneas definidas para el nivel de amenaza y se establecen los colores rojo, amarillo y verde para las zonas de riesgo alto, medio y bajo, en ese orden, incluyendo en cada área los elementos expuestos con su nivel de riesgo particular determinado.

Id	Priorización	Observación	Área (ha)
1	media	Zona de expansión, densidad poblacional	667,25
2	alta	Zona de expansión, recurrencia de eventos	900,89
3	media	Recurrencia de eventos (MM, inun), ecosistemas priorizados	2133,80
4	media	Zona aferente de acueducto, ecosistema priorizado, zona de expansión	2244,35
5	alta	Densidad poblacional, zonas de expansión, recurrencia de eventos	828,76
6	alta	Recurrencia de eventos, densidad poblacional	724,80
7	baja	Ecosistema priorizado, densidad de drenaje	5259,64
8	baja	Ecosistema priorizado	1200,22
9	alta	Elementos expuestos, densidad poblacional, recurrencia de eventos (Inund)	689,91
10	baja	Ecosistema priorizado, densidad de drenaje, recurrencia de eventos	571,60
11	alta	Recurrencia de eventos, densidad de drenaje, densidad poblacional	393,03
12	alta	Recurrencia de eventos, zona de expansión,	1145,78
13	alta	Recurrencia de eventos (MM, inundaciones), densidad de drenaje	2577,01
14	alta	Elementos expuestos, recurrencia eventos (inun) ecosistema priorizado	191,37
Total			19528,39

Tabla 41. Priorización de zonas por nivel de riesgo. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.3.1.1. Análisis del riesgo sísmico

Los análisis de pérdidas potenciales cuentan con información muy limitada, en particular si se considera como sistema la unidad de Cuenca hidrográfica, que ameritará enfoques diferentes al análisis de riesgo aplicado comúnmente a sistemas urbanos. Existen acercamientos altamente cualitativos a escenarios de riesgo para los diversos municipios, realizados con la finalidad de definir estrategias de intervención. Es así como la información sobre riesgo, de mayor confianza, está restringida al fenómeno sísmico, que igual requerirá adaptaciones al medio rural.

Los resultados tanto para los escenarios simulados como reales, muestran proporciones de afectación que oscilan entre el 22% y el 25% de la infraestructura total construida, analizada en términos de metros cuadrados existentes, para eventos cercano profundo y cercano superficial respectivamente, mientras que para sismo superficial lejano los valores de escenarios futuros corresponden al 8%.

Así las cosas, si se presentara un evento sísmico superficial en una de las fallas locales, podría generar destrucción superior al 20% en las ciudades de Pereira y Dosquebradas, que representaría pérdidas del orden de 766 millones de dólares en Pereira y 173 millones de dólares en Dosquebradas. A su vez, para un sismo profundo, se presentaría una destrucción del 22% y el 11% respectivamente, para las ciudades de Pereira y Dosquebradas. Las estimaciones realizadas en el Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico, en alusión, involucran la siguiente síntesis.

Escenario - Ciudad	Miles de m2 afectados	Edificaciones afectadas	Edif. afectadas / Edif. existentes
Sismo 8 de febrero de 1995 (0.04g). Pereira.	105	883	1.8%
Sismo 25 de enero de 1999 (0.08g). Pereira.	450	4869	10.0%
Sismo futuro lejano (0.10g).	850	4696	9.7%
Sismo futuro cercano profundo (0.25g). Pereira.	2390	33268	66.64%
Sismo futuro cercano superficial (0.35g). Pereira.	2770	34080	70.31%
Sismo de 1999 (0.07g). Dosquebradas.	57	2635	9.0%
Sismo futuro lejano (0.10g). Dosquebradas.	36	807	2.7%
Sismo futuro cercano profundo (0.25g). Dosquebradas.	710	18132	61.94%

Escenario - Ciudad	Miles de m2 afectados	Edificaciones afectadas	Edif. afectadas / Edif. existentes
Sismo futuro cercano superficial (0.35g). Dosquebradas.	920	23506	80.30%

Tabla 42. Número de edificaciones que se estima podrían verse afectadas en Pereira y Dosquebradas a raíz de tres sismos de escenarios futuros modelados. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Resulta relevante que más del 60% de la infraestructura existente en las ciudades fue construida antes de 1984, de lo que se puede inferir que no cuentan con sistemas y criterios de sismo resistencia en su diseño, lo que se debe acusar con mayor énfasis en casos de edificaciones en el ámbito rural.

Asimismo, es evidente que aún persiste un alto porcentaje de edificaciones construidas durante el período de 1945 a 1970, es decir, mucho más anteriores a una norma sismo resistente, y que puede corresponder a un valor cercano al 35% de las edificaciones, aunque se resalta en relación con el auge constructivo de las últimas décadas, un porcentaje cercano al 40% de edificaciones que fueron erigidas con posterioridad al año 1985.

Dentro del análisis fue relevante la simulación de escenario para el sismo del 25 de enero de 1999, cuando la afectación en Pereira incluyó 24.000 predios, sumando la afectación de apartamentos y viviendas, mientras en Dosquebradas el número de edificaciones afectadas fue del orden de 2.600.

Las estructuras más afectadas en la ciudad de Pereira correspondieron a mampostería simple (no reforzada, no confinada), con el 35% del total de daños, siguiendo en orden de afectación las estructuras en pórtico y bahareque, respectivamente con el 25% y el 20%; se resalta que el 72% de las edificaciones afectadas fueron construidas antes de la promulgación de la normativa sismoresistente del año 1984. A su vez, para el caso de Dosquebradas, las estructuras de mampostería simple correspondieron 34% de la afectación, seguida de la mampostería confinada con un 26%.

Resulta relevante que más del 60% de toda la infraestructura existente en las ciudades fue construida antes de 1984, lo que puede interpretarse como que no cuentan con sistemas y criterios de sismo resistencia en su diseño, lo que se debe acusar con mayor énfasis en casos de edificaciones en el ámbito rural.

3.3.3.1.2. Análisis del riesgo Volcánico

En el acercamiento a escenarios de riesgo volcánico, es importante diferenciar condicionantes de la amenaza volcánica que determinan complejidades en la

construcción de escenarios, como son los siguientes parámetros (Wilson, G., et al., 2014):

- **Carga:** depende del espesor de las cenizas volcánicas (mm, cm) y la densidad del material (kg/m³; gr/cm³), y bajo dicha consideración, la composición de magma original. El incremento de la carga estática vertical (kg/m², kPa) determina el nivel de daño sobre edificaciones e infraestructura.
- **Espesor:** se debe considerar conjuntamente con el parámetro de la carga, y vale tener presente que decrece con la distancia al cráter en consideración.
- **Dispersión:** la dispersión de las tefras puede ocurrir a grandes distancias en dependencia de la magnitud de la erupción (VEI), del relieve y de las condiciones de los vientos imperantes durante el proceso eruptivo. Es importante resaltar que los depósitos recientes de tefras pueden sufrir erosión y ser removilizados por viento y/o agua, que es importante considerar por largos períodos de tiempo post-eruptivos. La densidad de las partículas influye en la movilidad y tasa de incorporación en líquidos.
- **Tamaño de grano:** entre más pequeñas las partículas pueden sufrir mayor dispersión desde la fuente volcánica y, asimismo, se pueden filtrar por aberturas más reducidas de edificaciones y equipos diversos, así como en los seres humanos y animales.
- **Concentración atmosférica:** la concentración de partículas de cenizas suspendidas en el aire (µg/m³), resulta información relevante para la seguridad aérea, visibilidad, y la salud humana.
- **Química superficial:** las partículas de tefra cuentan con recubrimiento de sales solubles que incorporan a las partículas al interior de las columnas eruptivas. Dichas sales, dependiendo de su concentración (mg/kg del peso seco de las partículas), pueden ser liberadas al contacto con el agua, generando contaminación de las mismas. Los recubrimientos ácidos pueden generar corrosión de elementos metálicos, lo que es muy importante en diversos elementos de infraestructura de líneas vitales y crítica, además de maquinaria, vehículos, aviones y equipos diversos.
- **Abrasividad:** las tefras, según su contenido mineralógico, pueden ser altamente abrasivas, en dependencia de la dureza y la morfología angular de las partículas constituyentes.

3.3.3.1.3. Impactos probables sobre líneas vitales e infraestructuras críticas

En diversos análisis, a nivel global se han definido o documentado impactos sobre infraestructuras críticas en relación con caída de cenizas volcánicas, flujos de

lava y lahares, que incluyen redes eléctricas, sistemas de abastecimiento de agua y redes de alcantarillado, así como redes de transporte terrestre y aéreo, sistemas de comunicación y diversos sistemas, equipamientos y maquinaria.

De acuerdo con diversos parámetros mencionados antes, se pueden generar impactos sobre sistemas de generación de energía, transmisión y distribución dispuestos de forma aérea, que incluyen elementos como estaciones, subestaciones, líneas de transmisión y distribución, que usualmente cubren largas distancias, lo cual de hecho incrementa sus niveles de exposición por efectos de amenazas volcánicas a través de diversos mecanismos. Esta situación genera cortes del fluido por descargas eléctricas relacionados con efectos físicos y derivados de la caída de cenizas volcánicas, pues el contenido de humedad de las mismas se convierte en un factor crítico, al incrementarse la conductividad, dando lugar a sobrecargas y generando afectaciones de largos trayectos de líneas eléctricas. El hecho es más común cuando la acumulación de cenizas supera los 3 mm. Si no se remueve el material de cenizas fijado al sistema, este será objeto en el tiempo de procesos de abrasión y corrosión.

Para la zona de análisis, las consideraciones de infraestructura expuesta incluyen principalmente la transmisión y la distribución del sistema, por los aspectos en mención. En algunos pocos sitios que incluyen sistemas de generación de energía, la condición particular de vulnerabilidad se refiere a la abrasión de elementos del sistema, como motores y turbinas.

Por otra parte, el sistema de abastecimiento de agua, incluyendo fuente de agua, tratamiento, almacenamiento y redes de distribución, contiene numerosos componentes vulnerables a la presencia de ceniza volcánica; en el caso de las fuentes de abastecimiento, la caída de estas constituye la mayor parte de los impactos derivados del fenómeno volcánico.

El daño físico directo se relaciona principalmente con la prolongada exposición a la caída de cenizas cuando su espesor supera los 3 cm, pudiéndose generar daños físicos diversos por abrasión y corrosión al interior de los elementos del sistema; también se puede presentar reducción de la eficiencia de sistemas de bombeo, reducción de la capacidad de producción y distribución, e incremento en los mantenimientos e intervención del sistema.

De otro lado, los impactos de calidad de aguas, tanto crudas como tratadas, debe ser considerado en términos de elementos expuestos, dado que las cenizas volcánicas determinan incrementos en la turbidez por partículas suspendidas, y prestar particular interés al tema de la contaminación química con relación al recubrimiento de elementos solubles sobre la superficie de las partículas de ceniza, liberando un amplio rango

de iones cuya concentración puede estar fuera de rango óptimo para consumo humano; aunque es posible que la contaminación se presente por cortos períodos de tiempo, se deben tener en cuenta condiciones operativas del sistema. Finalmente, con posterioridad a la caída de cenizas volcánicas pueden presentarse suspensiones del servicio de agua y pérdida de presión en el sistema de almacenamiento y distribución.

Con respecto a las redes de alcantarillado que comprenden una serie de tuberías y cámaras para el manejo de aguas lluvias y residuales, cuando son de carácter combinado se tornan altamente vulnerables a los impactos generados por la caída de cenizas volcánicas, dada la facilidad de ingreso al sistema a través de los sistemas de drenaje de aguas lluvias.

En las vías, los efectos de la caída de ceniza volcánica se relacionan principalmente con la pérdida de tracción de los vehículos y la visibilidad, con el consecuente incremento de niveles de accidentalidad y dificultades del flujo vehicular.

De otro lado, las dificultades en la aeronáutica son evidentes como consecuencia de las erupciones volcánicas, principalmente por abrasión sobre turbinas, causando interrupciones del tráfico aéreo; mientras que, sobre los sistemas de comunicación, las partículas de ceniza pueden atenuar la señal y producir interferencia derivada de las tormentas de polvo.

3.3.3.1.4. Análisis del riesgo por incendios

El método de análisis de riesgo depende del método de evaluación de amenaza aplicado, y para el caso del presente estudio se utilizó la amenaza determinística. Con los datos presentados para los niveles de amenaza en escenarios seleccionados (Fenómenos La Niña y El Niño) y los niveles de vulnerabilidad calculados a partir de los índices propuestos, se calculan los niveles de riesgo con el uso del SIG por superposición de la capa de amenaza para el evento en evaluación, y los niveles dados por el índice de vulnerabilidad, en el escenario seleccionado según el protocolo para la incorporación de la Gestión del riesgo en los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014).

En general, para el escenario del Fenómeno de La Niña, el análisis de riesgo se realizó desde el punto de vista cualitativo sobre el territorio, y no cuantitativo, como se hizo en otros eventos. Se infiere que el riesgo ante este evento sobre la cuenca representa niveles de bajos a medios, en su gran mayoría medios, sobre la parte media baja de la cuenca, afectando los cultivos permanentes que se encuentran en este sector; en su relación con el tipo de cobertura vegetal y sus condiciones físicas, ayudan a que sea aún más propenso a este tipo de eventos.

3.3.3.1.5. Incendios de la cobertura vegetal

Con base en las condiciones amenazantes y en la cantidad de elementos vulnerables que se encuentran principalmente hacia la parte baja de la cuenca, en particular en los sectores de Cerritos, Combia y Estación Pereira, estas son zonas categorizadas con un nivel de riesgo significativo frente a eventos de incendios forestales, esto sumado a análisis multitemporales detallados y de eventos históricos registrados, permite concluir que dichos sectores deben ser tratados como zonas de interés priorizado.

Debido a los cambios de usos del suelo, como uno de los principales detonantes de este tipo de eventos, se precisa la intervención y el uso adecuado del territorio con verificación y control del mismo. Por consiguiente, se recomienda asumirla como una zona de interés ambiental para establecer una reglamentación sobre el territorio, concretamente sobre la cuenca en estudio.

Aunque hacia la parte media de la cuenca y en específico sobre los cascos rurales de los municipios de Dosquebradas, en las veredas alto del nudo y aguazul-Boquerón, no son tan recurrentes este tipo de eventos, pero de igual modo se ha podido evidenciar incendios forestales frente a cobertura vegetal, lo que hace necesaria la intervención de las entidades territoriales, para la concientización del uso del suelo y de su protección, esto debido a que zonas muy próximas a las partes urbanas, están siendo utilizadas como zonas de expansión, generando tejidos urbanos discontinuos, pero que pueden ser vulnerables ante este tipo de situaciones y por consiguiente convertirse en zonas donde el riesgo sea inminente.

3.3.3.1.6. Análisis del riesgo por inundaciones

El análisis de riesgo depende del método de evaluación de amenaza aplicado, y para el caso del presente estudio se utilizó la amenaza determinística. Con los datos presentados para los niveles de amenaza en el escenario seleccionado y los niveles de vulnerabilidad calculados a partir de los índices propuestos, se calculan los niveles de riesgo con el uso del SIG por superposición de la capa de amenaza para el evento en evaluación y los niveles de vulnerabilidad dados por el índice de vulnerabilidad (Protocolo para la incorporación de la Gestión del riesgo en los Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Minambiente, Minhacienda, Fondo de Adaptación, 2014).

En general, para el escenario de riesgo por inundaciones fluvio torrenciales, presenta niveles altos, en su gran mayoría sobre drenajes de orden 4 y 5, afectando principalmente cultivos permanentes y sobre los núcleos poblados (tejido urbano continuo).

Con respecto a las inundaciones sobre la cuenca, debido a las condiciones actuales, y al análisis evento

históricos registrados en la cuenca, son de priorización rápida los sectores del barrio Libaré, donde se encuentra la bocatoma principal que abastece el municipio de Pereira, debido a deslizamientos constantes y avenidas torrenciales frecuentes, y de gran importancia con respecto al análisis de riesgo evaluado.

Como se ha podido notar gracias a la metodología empleada y al análisis de vulnerabilidad, las bocatomas y las zonas de protección ambiental como el tejido urbano continuo, están siendo afectadas por estos eventos amenazantes, principalmente por subidas del cauce del río Otún en el sector de La Bananera, y hacia la parte media de la cuenca en los barrios El Balso y San Judas. Adicionalmente, se observa un leve incremento en el número de viviendas en zonas muy próximas al cauce principal, por tanto, se recomiendan estudios más detallados de microzonificación ante estos eventos amenazantes.

Con poca recurrencia de eventos, pero por las condiciones y la zona donde se encuentra, es de vital importancia y, por tanto, uno de los puntos de interés prioritario, el sector de Dosquebradas sobre la quebrada que lleva su mismo nombre, debido a que al ubicarse en un tejido urbano continuo, presenta vulnerabilidad directa sobre el territorio y, por consiguiente, un riesgo alto.

Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observaciones	Área (ha)
Medio	Alta	Alto Erazo	Recurrencia de eventos, densidad de drenaje, densidad poblacional	393,030
Medio	Media	Frailles	Zona de expansión, densidad poblacional	667,250
Alto	Media	Libare, Bananera	Zona aferente de acueducto, ecosistema priorizado, zona de expansión	994,500
Medio	Alta	Cauce del río Otún	Elementos expuestos, densidad poblacional, recurrencia de eventos	689,907
Alto	Alta	Estación Pereira	Recurrencia de eventos, zona de expansión	1145,775



Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observaciones	Área (ha)
Medio	Alta	Casco urbano de D/ quebradas	Densidad poblacional, zonas de expansión, recurrencia de eventos	828,763
Alto	Alta	Combia	Recurrencia de eventos, densidad de drenaje	2577,005
Alto	Alta	Bocatoma multi-propósito	Elementos expuestos, recurrencia de eventos, ecosistema priorizado	191,371

Tabla 43. Inundaciones. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

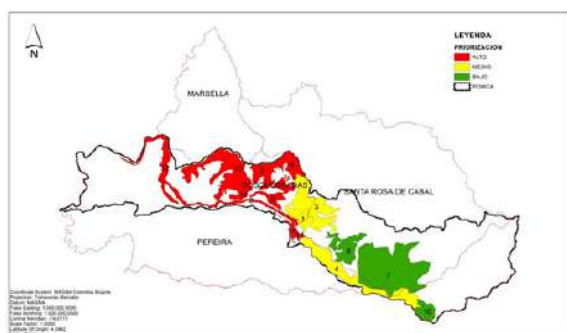


Ilustración 39. Zonas de priorización por riesgos. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.3.3.2. Análisis y priorización general de riesgos para los eventos amenazantes evaluados

La combinación y análisis de zonas de amenazas, elementos vulnerables e índices de riesgo para cada elemento, permitió 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 ellas, estas se dividieron en 14 zonas alrededor de la cuenca; se muestran los diferentes niveles de riesgo para cada una de las amenazas presentes en la cuenca, como los 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 específicamente hacia los tejidos urbanos continuos. Se aclara que, independiente de que su priorización sea alta, el 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, además de un punto o sitio de referencia, sin que este sea el principal en la respectiva zona.

ID	IR_MM	IR_INC	IR_INU	IRT	Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observación	Área (ha)
2	0,26	0,55	0,22	0,34	Medio	Alta	alto del nudo	zona de expansión, recurrencia de eventos	900,885
6	0,35	0,2	0,3	0,28	Medio	Alta	aguazul - boquerón	recurrencia de eventos, densidad poblacional	724,796
11	0,1	0,6	0,7	0,47	Medio	Alta	alto Erazo	recurrencia de eventos, densidad de drenaje, densidad poblacional	393,030
1	0,32	0,2	0,35	0,29	Medio	Media	Frailes	zona de expansión, densidad poblacional	667,250
7	0,22	0,08	0,7	0,33	Medio	Baja	El Cedral	ecosistema priorizado, densidad de drenaje	5259,635
4	0,27	0,1	0,51	0,29	Medio	Media	libare, bananera	zona aferente de acueducto, ecosistema priorizado, zona de expansión	994,500
3	0,3	0,12	0,41	0,28	Medio	Media	alto del toro-oso	recurrencia de eventos (MM, inunda), ecosistemas priorizados	2133,795
8	0,16	0,7	0,6	0,49	Alto	Alta	San Marcos	Ecosistema priorizado	825,616



ID	IR_MM	IR_INC	IR_INU	IRT	Nivel de riesgo	Priorización	Localidad	Observación	Área (ha)
9	0,12	0,36	0,72	0,40	Medio	Alta	Cauce del río Otún	elementos expuestos, densidad poblacional, recurrencia de eventos (Inunda)	689,907
10	0,1	0,11	0,74	0,32	Medio	Baja	El Bosque	ecosistema priorizado, densidad de drenaje, recurrencia de eventos	571,595
12	0,11	0,8	0,6	0,50	Alto	Alta	estación Pereira	recurrencia de eventos, zona de expansión,	1145,775
5	0,09	0,2	0,5	0,26	Medio	Alta	Casco urbano Dqds	Densidad poblacional, zonas de expansión, recurrencia de eventos	828,7636
13	0,08	0,8	0,7	0,53	Alto	Alta	Combia	recurrencia de eventos (MM, inundaciones), densidad de drenaje	2577,005
14	0,08	0,1	0,8	0,33	Medio	Alta	bocatoma multipropósito	elementos expuestos, recurrencia eventos (inun) ecosistema priorizado	191,371

Tabla 44. resultados generales de la identificación, localización y priorización de los escenarios de riesgo en la cuenca y la metodología de análisis empleada para cada amenaza. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.4. Análisis situacional

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 con la capacidad del suelo (sobreutilización o subutilización del suelo).

3.4.1. Conflictos por uso del recurso hídrico

De acuerdo con los lineamientos de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, 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). Dado que el IUA se calcula con valores reales y el IACAL contempla en su mayoría información presuntiva, se le asigna mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto (MADS, 2013).

En la Tabla 45 se presentan las categorías de conflicto de recurso hídrico, derivadas de los cruces de IUA e IACAL.

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

Tabla 45. Calificación de conflictos del recurso hídrico. Fuente: MADS, 2013.

Se consideran los conflictos Altos cuando existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una mayor demanda que supera la oferta hídrica de cuenca, así como también, la contaminación del recurso hídrico que conlleva a cambios en el uso determinado, lo que finalmente se traduce en una limitación del desarrollo económico y social en la Cuenca (MADS, 2013).

Cuando se determina un 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).

A su vez, se cataloga como conflictos Bajos aquellos en 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).

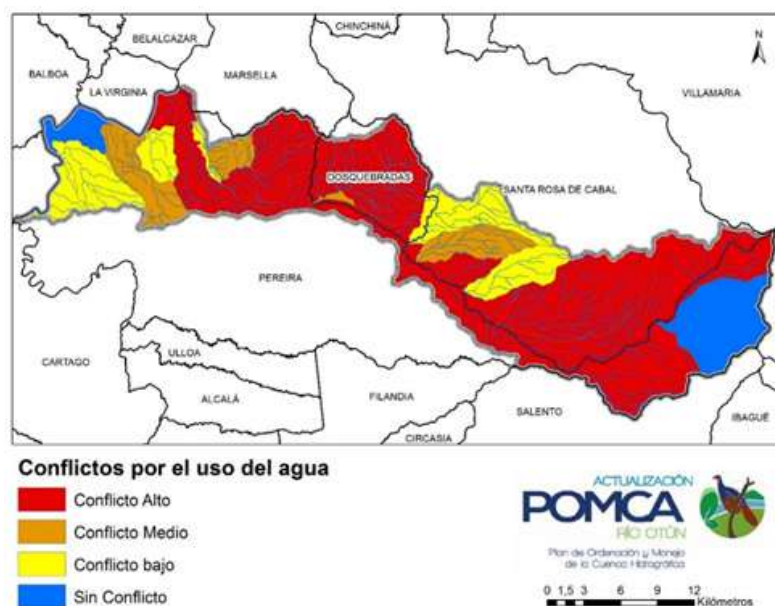


Ilustración 40. Zonificación de conflictos por recurso hídrico. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.4.2. Análisis de resultados conflictos recurso hídrico

Se puede establecer que, de las 31 unidades hidrológicas, el 50% del total presenta conflicto alto. En la subcuenca del río Azul que se encuentra en la parte alta de la cuenca, predominan las áreas de protección como Parque Nacional Natural Los Nevados y Parque Regional Natural Ucumarí. Esta subcuenca es una de las dos que no presenta conflicto, si bien se desarrollan algunas dinámicas agropecuarias como cultivos de papa y ganadería, no son muy significativas en términos de demanda y calidad de agua.

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 esta zona se localiza el primer centro poblado sobre la cuenca (La Florida), en donde se desarrollan actividades agropecuarias como cultivos de cebolla, cilantro, avícolas, entre otros. Allí se configura un conflicto alto por el IUA, principalmente debido a la gran demanda en la bocatoma aludida.

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 esta zona se localiza el primer centro poblado sobre la cuenca (La Florida), en donde se desarrollan actividades agropecuarias como cultivos de cebolla, cilantro, avícolas, entre otros. Allí se configura un conflicto alto por el IUA, principalmente debido a la gran demanda en la bocatoma.

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 vertimientos de la ciudad sin previo tratamiento, resaltando que la Empresa de Acueducto y 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-. 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 el momento en que las anomalías climática, en las épocas de

niño, no permitan respetar el caudal ambiental y hasta puedan presentar problema de 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, los cuales abastecen aproximadamente el 13% de la población del municipio. 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.

Otra de las zonas importantes que configuran 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; básicamente, la razón de ello es la localización de una industria piscícola aguas arriba, previo a la descarga del río Barbo al río Otún.

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.

3.4.2.1. 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 los suelos, y 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%, que equivale a 7683,41 hectáreas, de las cuales el 11,93% son de grado ligero; 1,25% en grado moderado, y en grado severo el 0,34%.

En lo respectivo a la subutilización de las tierras, en donde el uso actual está por debajo de la capacidad de las tierra, se tiene el 25,80% de la cuenca, repartido en grado ligero con el 20,96%, y con el 4,84% de grado moderado.

Tipos de Conflictos		
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	34495,92	60,68
Sobreutilización	7683,41	13,52
Por sobreutilización ligera	6781,32	11,93
Por sobreutilización moderada	708,63	1,25
Por sobreutilización severa	193,46	0,34
Subutilización	14667,40	25,80
Por subutilización ligera	11914,97	20,96
Por subutilización moderada	2752,43	4,84

Tabla 46. Tipo de conflictos de uso del suelo. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

3.4.2.1.1. 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 identificaron los conflictos que presentan las coberturas en estos ecosistemas, y se clasificaron en las categorías que se relacionan en la Tabla 47.

De acuerdo con la información de las áreas de ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Otún, se destaca el área del sistema de humedales complejos 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 con suelos de protección por 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 Ilustración 42).

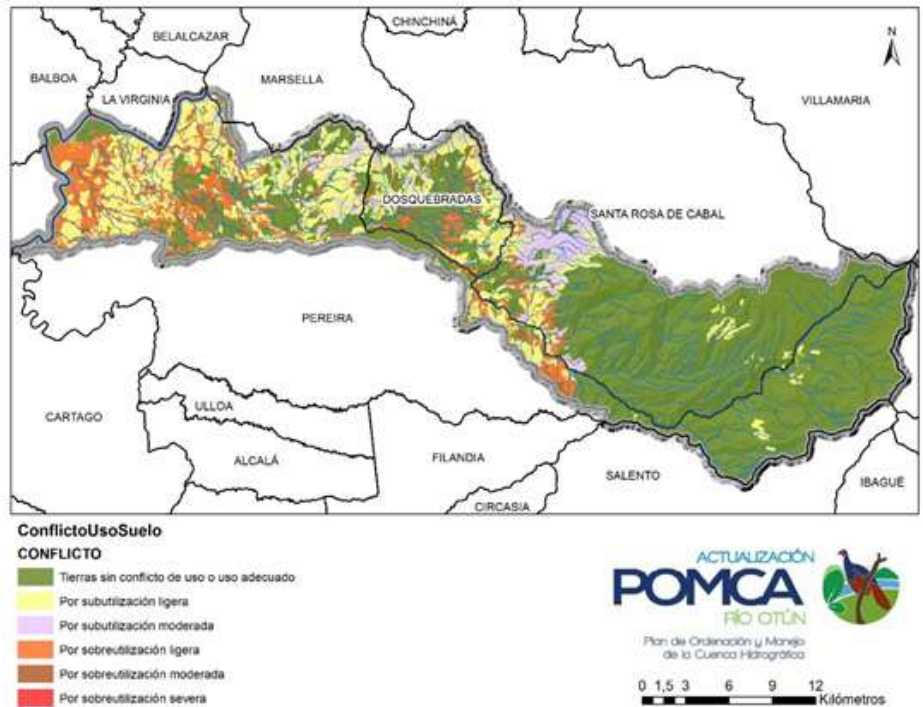


Ilustración 41. Mapa Conflictos de Uso del Suelo. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

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 48).

Se destaca que el conflicto medio por pérdida de coberturas en ecosistemas estratégicos, se relacionan con coberturas que presentaron cambios significativos, como el caso de los Pastos Limpios, Arbustal y Mosaico de cultivos. Igualmente, se concluye que las pérdidas en estas coberturas se ocasionan por la presión demográfica que se presenta en la parte media y baja de la cuenca.

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
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

Tabla 47. Relación de los indicadores e índices de coberturas naturales para identificar el tipo de conflicto por pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicos. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

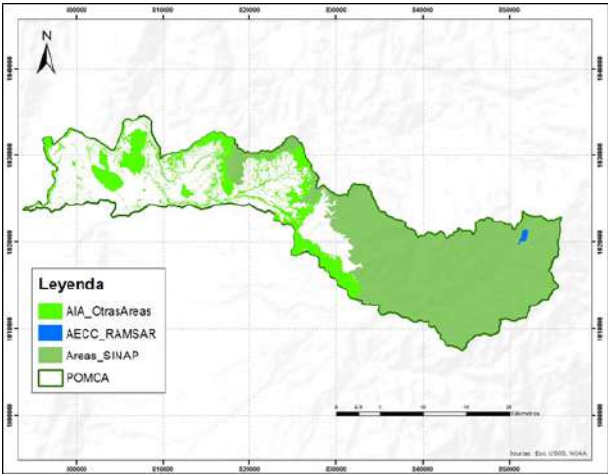


Ilustración 42. Ecosistemas estratégicos identificados en el área del POMCA del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

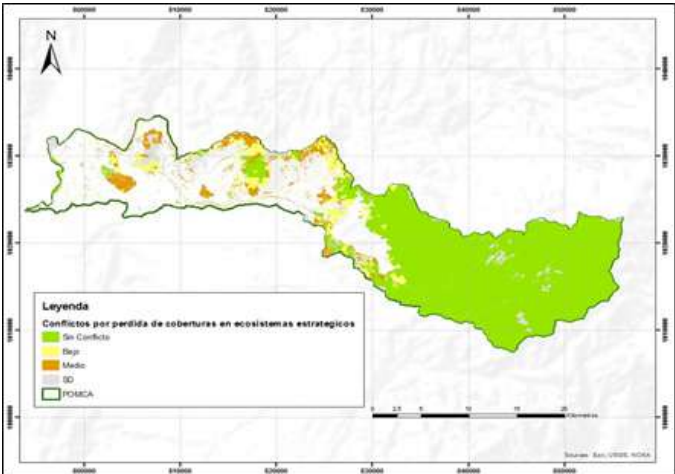


Ilustración 43. Conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos en el área del POMCA del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

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

Tabla 48. Áreas de acuerdo con los conflictos de pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.4.2.2. Análisis y evaluación de conflictos y problemas

Una vez definidos los conflictos por uso de las tierras, del recurso hídrico y por la pérdida de la cobertura natural en ecosistemas estratégicos, se procede a la suma de estos conflictos para establecer las áreas que requieren de implementación de medidas de manejo y acciones que conlleven al restablecimiento de su función natural, en un marco de desarrollo sostenible.

La identificación de conflictos y problemas se llevó a cabo haciendo uso de una matriz para el análisis de una situación conflictiva, según el Anexo A de la guía técnica para la formulación de POMCAS. Dicha matriz busca identificar, a través de una serie de preguntas, los principales problemas concernientes a cada componente del POMCA. Las preguntas pretendieron indagar acerca de las causas y ubicación de los problemas, así como los actores vinculados y el marco normativo y político relacionado con este. No obstante, más adelante, en el documento de síntesis ambiental, se presenta un listado más depurado de problemas ambientales.

3.4.3. Análisis de territorios funcionales

3.4.3.1. Relaciones Urbano-Rurales y Urbano-Regionales

La cuenca tiene un rango de altitud que consolida 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, a los rangos de temperatura que van desde los 30 grados hasta casi 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.

En ella se dan todos los climas, desde la parte de páramo alto súper húmedo, hasta clima cálido húmedo y semihúmedo. 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.

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.

3.4.3.2. Calidad de agua

Claramente la bocatoma Nuevo Libaré es un punto de gran importancia, no solo por la captación, sino porque se convierte en un elemento de relación urbano rural entre la parte alta y media de la cuenca, ya que pocos kilómetros aguas abajo de dicha captación se inicia el casco urbano de Pereira y Dosquebradas, y es allí donde se configuran los principales conflictos de recurso hídrico, relacionados con la demanda y la calidad.

Los municipios de Pereira y Dosquebradas no tienen plantas de tratamiento de aguas residuales, Dosquebradas vierte el 100% de sus aguas a la quebrada Dosquebradas, Pereira un 40% del agua al río Otún y el 60% al río Consota, a futuro el 100% de las aguas residuales de los alcantarillados de Pereira se entregarán al río Otún.

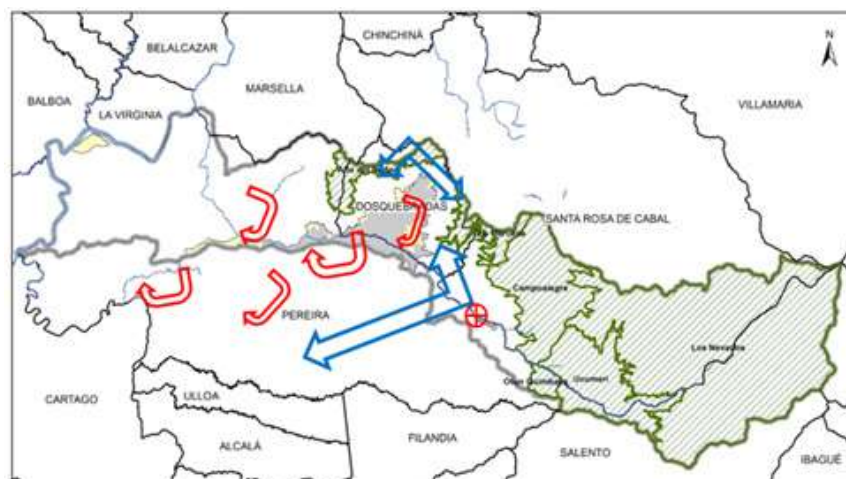
Desde el punto de vista de contaminación del recurso hídrico que se refleja en la calidad de agua, se debe considerar que actualmente no se cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, siendo el sector doméstico el mayor aportante de carga contaminante a las corrientes hídricas. Adicionalmente, se desarrollan actividades industriales y agropecuarias que, si bien pueden contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales, también aportan carga contaminante. En ese sentido, el indicador de calidad de agua que se calculó en el desarrollo del proyecto fue el Índice de Calidad de Agua –ICA–, el cual muestra que la parte alta soporta la buena correlación de las dinámicas de conservación con los datos de calidad del agua, mientras que al recibir las descargas de aguas residuales se disminuye la calidad de agua; en la parte baja de la cuenca, al disminuir las descargas de aguas residuales se observa una leve recuperación de la calidad. No obstante lo anterior, se deben tener en cuenta las condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo.

Además, es importante tener en cuenta que, si bien la fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Pereira es el río Otún, las descargas de aguas residuales son tanto al río Otún, como al río Consota (pertenecen a la cuenca del río La Vieja), pero la dinámica de saneamiento hídrico no se puede ver de manera aislada, ya que el PSMV es para los sistemas de alcantarillado de los dos ríos aludidos.

En el caso de las corrientes de agua receptoras de alcantarillado municipal, la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A E.S.P. adelanta actualmente obras de recolección y transporte de aguas residuales (colectores e interceptores); El PSMV de Pereira contempla que una parte de las aguas residuales que llegan al río Otún se transvasen al colector La Dulcera (pertenecen a la subcuenca del río Consota); una vez concentradas las

aguas residuales de Pereira en el interceptor Consota, se plantea el transvase mediante un túnel al río Otún donde se proyecta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales –PTAR–.

Lo anterior refleja una relación urbano rural y regional, ya que, por un lado, el agua es captada del río Otún para el suministro de la ciudad de Pereira y parte del municipio de Dosquebradas, por otro lado, las aguas residuales generadas en los diferentes sectores socioeconómicos, son vertidas tanto al río Otún y su afluente la quebrada Dosquebradas, y al río Consota, que no pertenece a la cuenca.



- Bocatoma
- Abastecimiento
- Descarga de aguas residuales

Ilustración 44. Relaciones urbano rurales y urbano regionales, calidad de agua. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

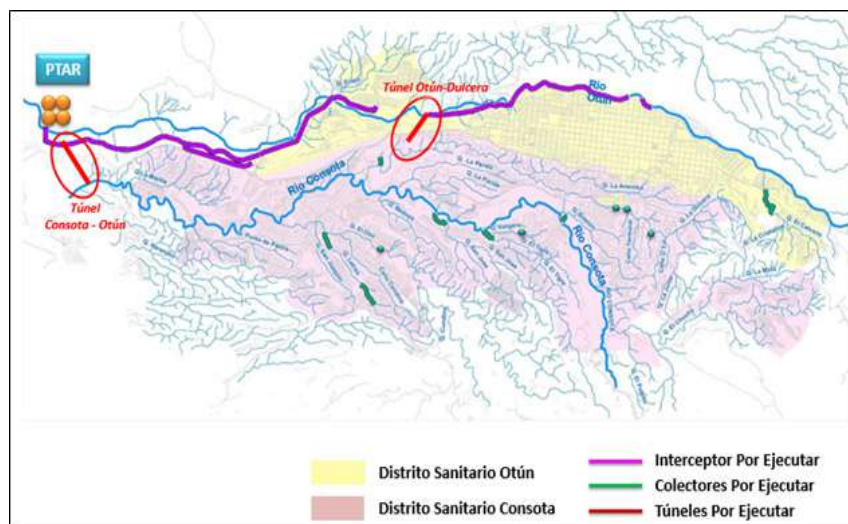


Ilustración 45. Esquema obras escenario mediano y largo plazo. Fuente: AGUAS Y AGUAS DE PEREIRA S.A E.S.P., 2015.

En este sentido, es relevante tener en cuenta que actualmente se puede hablar de un Plan de Saneamiento Metropolitano, ya que se contempla la construcción de una única plant de tratamiento para las dos municipalidades (Pereira y Dosquebradas). Dicho plan establece el siguiente plan de obras:

- *Corto plazo:* Túnel Consota – Otún
- *Mediano plazo:* Interceptor Otún
- *Largo plazo:* Túnel Otún – Dulcera y PTAR

En la Ilustración 45 se presenta esquemáticamente lo planteado en cuanto al saneamiento hídrico de Pereira, donde se puede observar la interrelación entre el río Otún y quebrada Dosquebradas (cuenca Otún), con el río Consota (cuenca La Vieja); también se puede observar el estado de obras de saneamiento a 2015 y las proyectadas.

Otro de los indicadores de calidad de agua calculado, el Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL), es el referente de la presión de los contaminantes vertidos (materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes) sobre las condiciones de calidad de agua en los

sistemas hídricos superficiales.

La disposición final de Residuos Sólidos, en cuanto a cobertura del servicio para la Cuenca Otún se puede considerar como buena, pues solo para la Cuenca Alta en el mismo tramo de las veredas El Cedral y El Bosque no hay prestación del servicio de recolección de residuos sólidos.

El servicio lo opera la Empresa Atesa de Occidente y Aseo Plus, en el municipio de Pereira, Serviciudad en el municipio de Dosquebradas y EMPOCABAL en el municipio de Santa Rosa de Cabal. La disposición se hace en el relleno sanitario La Glorita, en el corregimiento de Combia Baja, en la Cuenca Baja del río Otún.

En el municipio de Marsella, en Estación Pereira, la comunidad no cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos; la Junta de Acción Comunal manifiesta que anteriormente quemaban la “basura” o, en otros casos, la arrojaban directamente al río Cauca. Ahora están

trasladando los residuos a un punto en la entrada del relleno sanitario La Glorita, y de ahí el vehículo de Atesa

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).

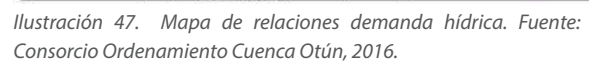
Las relaciones urbano-rurales que se han establecido en la Cuenca del río Otún, están condicionadas por las actividades socioeconómicas y de conservación desarrolladas y que, al interactuar con la ubicación de los centros poblados, establecen los escenarios de oferta y demanda de recursos naturales.

Zona alta río Otún – Municipios de Pereira y Dosquebradas: la población urbana de los municipios de Pereira y Dosquebradas se abastece del agua que se produce en la zona alta de la cuenca del río Otún, la cual se encuentra en buen estado de conservación debido a que hace parte de las áreas protegidas del Parque Nacional Natural Los Nevados, Parque Regional Ucumarí, Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya y el distrito de conservación de suelos de Campoalegre. Esta situación hace posible que en la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré se pueda captar agua de buena calidad para abastecer el 100% del municipio de Pereira, parte del municipio Dosquebradas, y permita la generación de energía eléctrica.

Sumado a lo anterior, la variabilidad y el cambio climático amenazan el abastecimiento de las poblaciones urbanas mencionadas, ya que, aunque se cuenta con buenas coberturas arbóreas, se ha comprobado que la regulación hídrica de la Cuenca se sustenta en el ecosistema de páramo y complejos de humedales, los cuáles presentan un retroceso debido a las anomalías climáticas y las actuaciones antrópicas.

Zonas rurales del municipio de Dosquebradas y los acueductos comunitarios y rurales: el municipio de Dosquebradas se abastece del agua en bloque sacada de las cuencas del río Otún, del río Campoalegre y varias de las microcuencas afluentes de la quebrada Dosquebradas, las cuales alimentan a los 55 acueductos comunitarios y rurales existente en este municipio, habiéndose adelantado la reglamentación de varias de estas corrientes que presentan altos índices de escasez.

Sector Cerritos y Recarga Acuífero: Cerritos es una zona ondulada con suelos permeables, que permite la recarga del acuífero; de ahí la importancia de la relación urbana rural de la zona, por lo tanto, se debe garantizar que esta siga cumpliendo su función ecológica, limitando las acciones urbanas de impermeabilización de la misma.



Las diferentes unidades hidrológicas se relacionan en la medida en que la cuenca del río Campoalegre exporta agua hacia la cuenca del río Otún, para ser aprovechada por los habitantes del municipio de Dosquebradas; con la cuenca del río La Vieja, la relación se fundamenta en que la cuenca del río Otún suministra agua al tramo urbano de este río (subcuenca del río Consota). Aquí cabe mencionar que en un futuro las aguas residuales del río Consota pasarán al río Otún para ser tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales-PTAR, que será ubicada en el sector de Belmonte.

En términos de oferta, demanda y polos de desarrollo de las unidades funcionales, se plantea que hasta la quebrada San José se da un proceso de oferta de recursos naturales; en la vereda de Combia se da una relación de demanda, principalmente, y como polos de desarrollo se proyecta la zona de Cerritos y el corregimiento de Caimalito.

De acuerdo con lo anterior, se proponen las siguientes unidades funcionales:

1. Desde el nacimiento del río hasta la desembocadura en el río Barbo.
2. Desembocadura del río Barbo hasta la bocatoma.
3. Bocatoma hasta la desembocadura de la quebrada San José.
4. Desembocadura de la quebrada San José hasta la Estación Belmonte.
5. Estación Belmonte hasta la desembocadura del río Otún en la vereda Estación Pereira.

3.4.3.4. 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 se 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. Estas localidades concentran la mayor densidad de la población de la Cuenca, lo cual ejerce presión a 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 hacia 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 Smurfit Kappa. La comercialización y transporte de sus productos se lleva a cabo por el municipio de Pereira.

Relación Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas: en 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.

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 acceder 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.	-





Servicios Sociales Básicos	Pereira	Dosquebradas	Santa Rosa de Cabal
Político Administrativo	Acceso a la institucionalidad a nivel nacional y 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.

Tabla 49. Municipios de la Cuenca y su relación con servicios sociales básicos. 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 y educación. De la Cuenca Risaralda se demandan 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 y salud.

Relación Cuenca Otún-Cuenca Campoalegre: relación de servicios ecosistémicos de soporte.

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

Tabla 50. Servicios ecosistémicos. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

La cuenca, por su ubicación estratégica, tiene acceso a gran parte de la infraestructura vial más importante del país, así como a algunos de los macroproyectos más relevantes para el desarrollo económico, como Pacífico III. Es importante señalar, sin embargo, en términos de infraestructura, la más importante es aquella asociada a los desarrollos viales, teniendo en cuenta su perfil económico fundamentado principalmente en el comercio y servicios, por un lado, y la industria y el sector agropecuario en menores proporciones, por el otro. Esto influye en la importancia que para el desarrollo económico representa el sistema de comunicaciones (vial, fluvial, férreo).

Además, la Cuenca Otún se encuentra ubicada casi en el 80%, en la conurbación Pereira – Dosquebradas, la cual hace parte del Área Metropolitana Centro Occidente, que a su vez se constituye en uno de los centros urbanos más importantes de la región y del país, con una ubicación estratégica para la conexión y el transporte de mercancías desde el Pacífico hasta la zona centro y norte del mismo. En el marco de esta situación funcional, se realiza el análisis, teniendo en cuenta que la información oficial asociada se encuentra desagregada a nivel ciudad, nivel metropolitano o regional y es, en estos niveles, donde adquiere relevancia el análisis, pues impacta de manera directa en la dinámica de la cuenca.

3.4.3.5. Transporte marítimo – puertos

El municipio de Pereira, con más del 50% del territorio dentro de la cuenca y como el mayor aportante en área para la misma, se constituye en el principal centro urbano y se encuentra localizado a una distancia de 266 km del Puerto de Buenaventura, en el Océano Pacífico, distancia que toma aproximadamente 10 horas de viaje en modo carretera para el transporte de carga. Por otro lado, Pereira se ubica a una distancia en promedio de 923 km de los puertos del caribe colombiano, con un tiempo de viaje estimado de 36 horas (Alcaldía de Pereira, 2015).

3.4.3.6. Centros logísticos y estaciones multimodales de carga

A pesar de que la experiencia del país y de la región, e incluso a nivel de municipios, muestra que los diferentes medios de transporte se han estructurado de manera aislada y no se puede hablar de un enclave multimodal consolidado para la cuenca, según el plan de competitividad de Risaralda, se propuso un sistema de transporte intermodal en Caimalito articulado con la Zona Franca Internacional y, en este caso, representa también una manera de interconectar dos de las principales cuencas de la región, Otún y Risaralda. En este sitio en particular, se pueden articular los modos de transporte por carretera, fluvial y el férreo (Gobernación de Risaralda, 2011).

Por su parte, en Dosquebradas se construyó el Centro

Logístico del Eje Cafetero, localizado sobre la Troncal de Occidente. Cada bodega cuenta con 14 muelles adecuados para que los vehículos como camiones, mulas o tracto mulas realicen su trabajo en menor tiempo.

De igual manera, y de acuerdo con el Plan Regional de Competitividad, el departamento de Risaralda y más específicamente el Área Metropolitana del Centro Occidente, aspira a consolidarse como un centro de logística en el contexto del triángulo Bogotá, Medellín y Cali. También existen empresas ya establecidas en Pereira y Dosquebradas que acopian materias primas o productos y luego los distribuyen a otras regiones colombianas, actuando como verdaderos centros de logística, tales como Almacafé, Servientrega, Eve distribuciones, Audifarma, entre otras. La oportunidad de descargar, almacenamiento, carga y sus actividades conexas, representa para Risaralda la posibilidad de hacer parte del proceso productivo de eslabones de cadenas de valor que se definen en gran parte por fuera del territorio, en otras regiones colombianas o del mundo (Gobernación de Risaralda, 2011).

A su vez, el Plan Vial Departamental de Risaralda contempla el terminal norte de transferencia de carga y pasajeros en el municipio de Dosquebradas (Gobernación de Risaralda, 2011).

3.4.3.7. La Zona Franca Internacional de Pereira

La zona Franca de Pereira recientemente emplazada, se concibe como una estructura física de última tecnología, con miras a la consolidación de una plataforma integral de comercio exterior que permita la implementación de proyectos industriales a gran escala, el intercambio comercial con los más importantes mercados del mundo, el desarrollo logístico nacional e internacional, el movimiento de mercancías por vía terrestre, ferroviaria, marítima y fluvial (a largo plazo), y la prestación de servicios en los diferentes sectores económicos.

Cuenta con un área de 273.000 M2 y se encuentra ubicada en el corregimiento de Caimalito, en la zona rural del municipio de Pereira, en un punto equidistante de todos los destinos obligados para el desenvolvimiento empresarial en la región y el país, y cerca de uno de los principales macroproyectos viales nacionales como lo es Pacífico III.

La zona franca pone a disposición de los empresarios e inversionistas nacionales e internacionales, una oferta de productos y servicios, tales como:

- *Circuito de vías internas de 3.0 Km, diseñadas con especificaciones para tráfico pesado.*
- *Vías entre 10 y 12 mts.*
- *Andenes de 3 mts. de ancho, 2 mts adicionales en zonas verdes.*
- *Patio de recepción e inspección de mercancías para tractocamiones.*

- *Básculas camioneras de última tecnología para el registro de ingreso y salida de mercancías respectivamente, cada una con capacidad de hasta 80 toneladas.*
- *Amplias zonas de servicios: parqueaderos, instituciones financieras, locales comerciales, comedor y cafeterías, centros de negocios para alquiler o venta de oficinas.*
- *Oficinas de la DIAN en sitio.*
- *Zonas exclusivas para ubicación de servicios de infraestructura.*

La Zona Franca de Pereira ofrece también lotes, bodegas, locales y oficinas en venta y/o alquiler, para el desarrollo de proyectos industriales, comerciales y de servicios; de la misma manera, áreas desde 2.000 m2, los cuales pueden ser destinados para la construcción de bodegas, locales y oficinas y/o para el almacenamiento de carga suelta, carros, maquinaria pesada, entre otros. Se permite la construcción de plantas industriales desde 1550 m2, según las especificaciones del cliente o tipo estándar.

3.4.3.8. Red vial nacional y regional con incidencia en la cuenca Otún

A continuación, se describen las principales vías existentes, así como los proyectos más importantes de nivel nacional y regional que inciden en la cuenca desde el punto de vista de movilidad de carga y de personas, las cuales revisten gran relevancia para la interconexión de la cuenca con las regiones vecinas y los grandes centros urbanos del país.

La Troncal de Occidente: la ruta nacional 25, interconecta al área Metropolitana de Pereira con territorios que van desde Venezuela y la Costa Atlántica (al norte), hasta Nariño y Ecuador (al sur). El tramo Pereira – La Victoria (54,49 Km) en la troncal de Occidente, fue desarrollado en doble calzada, y tuvo concepto previo favorable para prórroga o adición de los contratos de concesión vial hasta el año 2013 (Conpes 3535 de 2008). Es una de las vías más importantes, pues comunica la región con la vía al Puerto de Buenaventura.

Autopistas para la Prosperidad: es uno de los proyectos de infraestructura vial de Cuarta Generación más importantes para Colombia, que abarca gran parte de la región Noroeste del país interconectando los principales centros de producción de Sur a Norte como el Valle del Cauca, el Eje Cafetero, Antioquia, la Ruta del Sol, la Transversal de las Américas, la Costa Atlántica y el Pacífico.

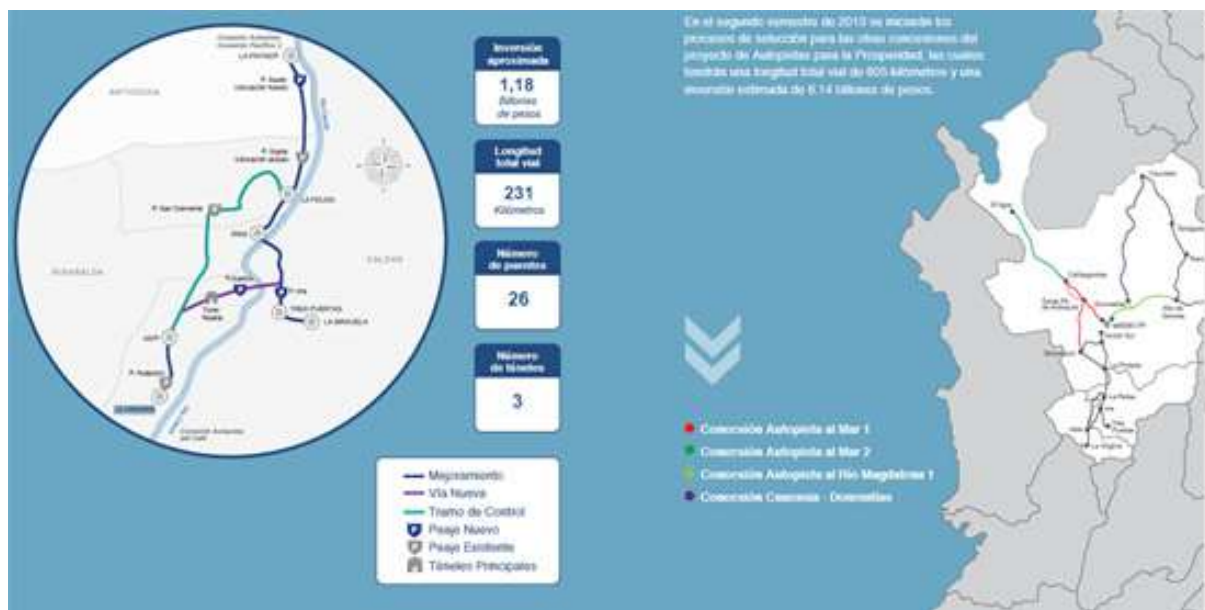


Ilustración 48. Autopista de la Prosperidad, tramo La Virginia-Irra-La Pintada. Fuente: Ministerio de Transporte, 2013.

El tramo La Virginia-Irra-La Pintada es la Concesión Autopista Conexión PACÍFICO III, que busca conectar los centros de insumos y producción del norte del país en Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre y Antioquia, con la Zona Cafetera, Valle del Cauca y el Pacífico (Ministerio de Transporte, 2013). Este tramo es de gran interés para la cuenca Otún, dado que permite la conexión vial con la carretera de la Zona Franca, la reducción del tiempo de viaje y los costos del transporte de carga.

La Autopista del Café: ruta nacional 29, concesión vial Armenia-Pereira-Manizales, con una extensión de 204,3 Km, otorgada a Autopistas del Café, S.A por 31 años, desde 1997 hasta el año 2027. Esta vía comunica a los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa en la cuenca, con Armenia (al sur) y Bogotá (al oriente), y con Manizales y Medellín (al norte), permitiendo en este último la conexión con la Troncal del Magdalena.

Túnel de La Línea y doble calzada Buenaventura – Buga: hacen parte del corredor de Comercio Exterior Buenaventura – Bogotá a través de la transversal del corredor Buenaventura – Puerto Carreño. Estos proyectos mejorarán el tiempo de viaje desde Pereira a Buenaventura, recortando la distancia de la vía Bogotá-Pereira.

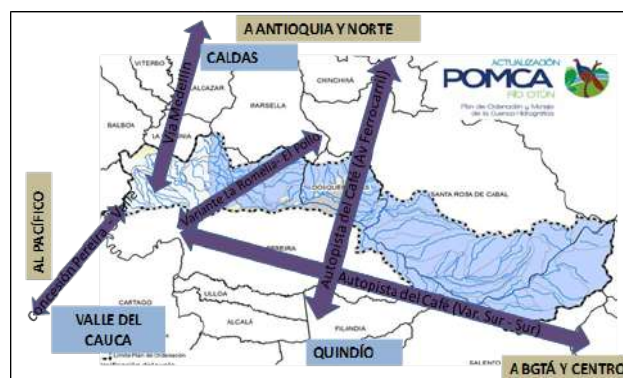


Ilustración 49. Red vial nacional con influencia en la cuenca. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Transversal del Pacífico: “Desde hace veinte (20) años se tiene la expectativa de la construcción de la carretera Panamericana Ramal Sur, que unirá a Nuquí (Chocó) con el interior del país, desde el corregimiento de Tribugá hasta Pereira. Aunque solo faltan 53 kilómetros aproximadamente para acabar la vía desde Pie Pató en el río Baudó, su construcción está paralizada desde 1992... En el momento existe una trocha que atraviesa el Baudó y comunica la costa con el interior”.

La construcción de la carretera Ánimas – Nuquí enlazaría directamente con la carretera Ánimas – Quibdó y mediante esta última, con las vías que conducen al interior del país, con Pereira (Las Ánimas – Tadó – Santa Cecilia – Apía – Asia), haciendo parte de la ruta nacional 50 (Consortio Vía al Mar, 2008). Este corredor uniría la región y la cuenca con el futuro puerto de Tribugá. Sin embargo, esta vía es de muy bajas especificaciones para ser considerada una vía para puerto, además presenta diversas limitaciones ambientales debido a las características y condiciones de la zona (Conpes 3611 de 2009).

3.5. Síntesis Ambiental

3.5.1. 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. En el mapa de la Ilustración 57 también muestran las áreas críticas en función de las zonas de alta amenaza por movimientos de masa, incendios por cobertura vegetal y avenidas torrenciales.

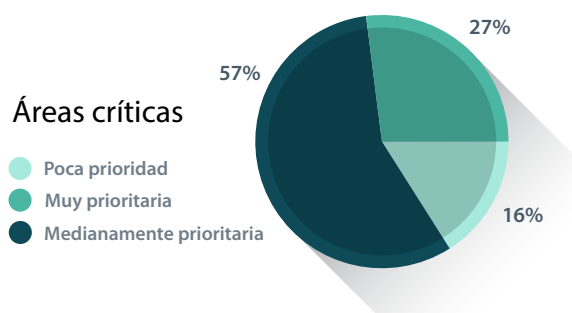


Ilustración 50. Áreas críticas según prioridad. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

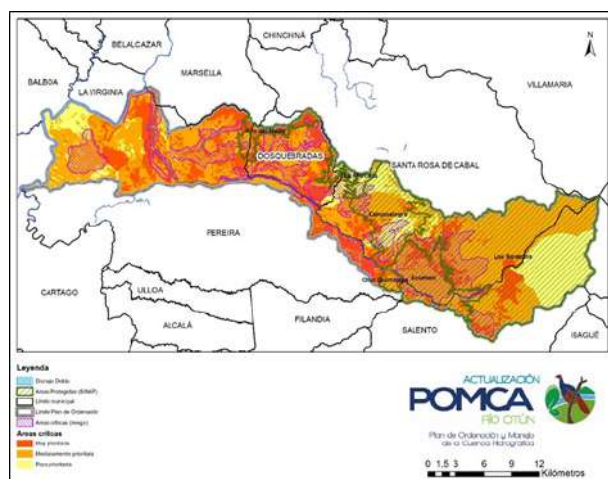


Ilustración 51. Mapa de Áreas Críticas. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.5.2. Áreas críticas muy prioritarias

Las áreas críticas de alta priorización están asociadas principalmente a los diferentes niveles de conflicto por el uso del agua: Alto (23,88%), medio (2,47%) y bajo (0,28%). Los conflictos asociados a la pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos: Medio (4,21%) y Bajo (4,47%) y por conflictos de uso de la tierra por sobreutilización (20,38%), tanto de grados ligero, moderado y severo (Ilustración 52). Estas zonas se deberán tener en cuenta en las fases siguientes del

Plan de Ordenación y Manejo para priorizar acciones de manejo.

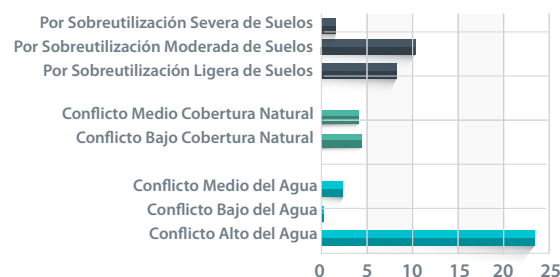


Ilustración 52. Áreas críticas muy prioritarias. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.5.3. Áreas críticas de mediana prioridad

En las áreas de mediana prioridad convergen conflictos por uso del agua: Alto (39,83%); Medio (7,23%) y Bajo (9,87%). Además, conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos: Medio (0,18%) y Bajo (1,09%), y conflictos de uso de la tierra por sobreutilización (11,35%), distribuidos en ligera, moderada y severa (Ilustración 53).

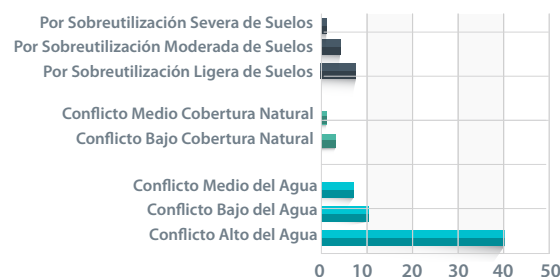


Ilustración 53. Áreas críticas de mediana prioridad. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.5.4. Áreas críticas de poca prioridad

En las áreas de poca prioridad convergen conflictos por uso del agua con categoría bajo, solamente, con un 6,37%; áreas con conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos con categoría bajo, solamente, con un 0,01%, y conflictos de sobreutilización del suelo, con un 1,72% con categoría ligero (Ilustración 54).

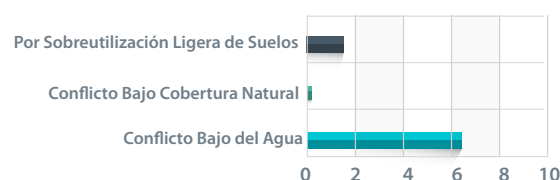


Ilustración 54. Áreas con prioridad baja. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.5.5. Consolidación de línea base de indicadores

Componente físico - biótico
Temática: Hidrología

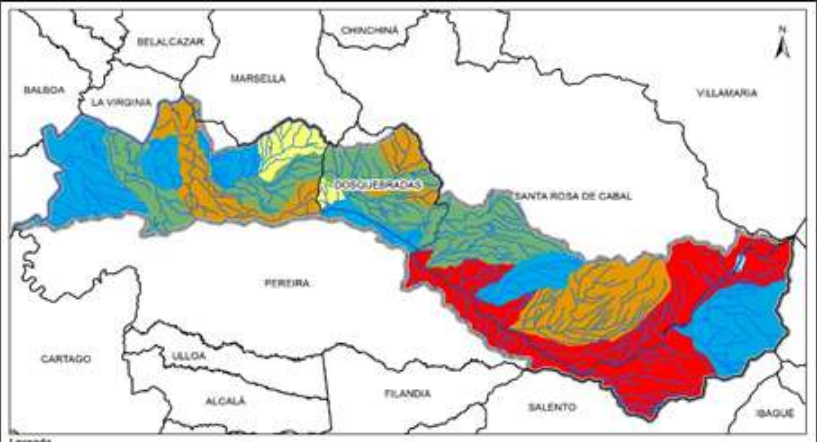
Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Índice de aridez (IA)		
Interpretación de la calificación	Calificador	Ámbito numérico	Color
	Altos excedentes de agua	(< 0.15)	
	Excedentes de agua	(0.15 – 0.19)	
	Moderado y excedente de agua	(0.20 – 0.29)	
	Moderado	(0.30 - 0.39)	
	Moderado y deficitario de agua	(0.40 - 0.49)	
	Deficitario de agua	(0.50 - 0.59)	
	Altamente deficitario de agua	(> 0.60)	
Resultado y análisis	En la siguiente Ilustración se observan los resultados del Índice de Aridez (IA) en la cuenca del río Otún, y 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 registran los mayores valores de precipitación, en lo que se denomina el óptimo pluviométrico.		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)		
Interpretación de la calificación	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.
Tabla: resultados del IRH, calculado para la oferta hídrica de caudales diarios históricos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.			
Resultados y análisis	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
	F.H. 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 hidrográficas, y MODERADO en las quebradas Aguazul, Garrapatas, Hato Viejo y en río Azul; esta situación obedece a las altas pendientes que presenta la Cuenca.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

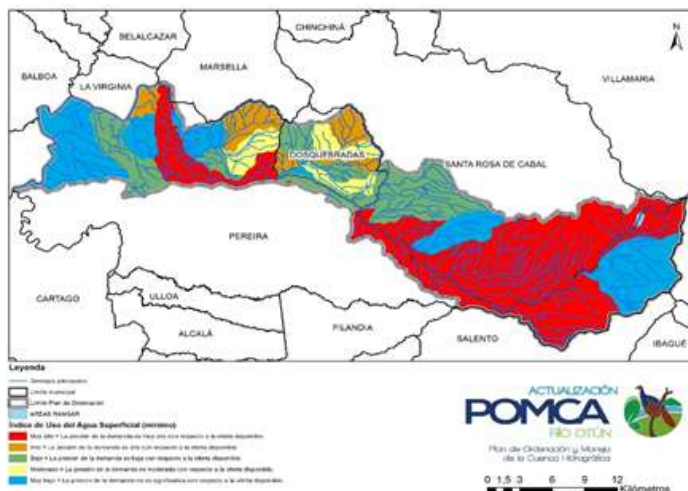
Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Índice de Uso del Agua (IUA)		
Interpretación de la calificación	Rango (Dh/Oh) * 100%	Categoría IUA	Explicación
	> 50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
	20.01- 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto 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
	Cuenca del río Otún	15299,7	13,8953
			IUA
Resultados y análisis			Categoría
			Muy alto
			Área (ha)
			49149
	A excepción de la zona alta y baja del río Otún que arrojó un IUA MUY ALTO como consecuencia de 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.		
Resultados y análisis			
	Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales mínimos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.		
			
	Cuando se determina el IUA con la oferta hídrica disponible generada por los caudales mínimos, se evidencia que existen cinco franjas hidrográficas que registran un indicador ALTO, presentando riesgo.		

Zona hidrográfica	Demanda hídrica (m3/s)	Oferta hídrica (m3/s) caudales mínimos	IUA	Categoría IUA	(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.

Al realizar la sumatoria de las demandas en estos dos puntos, se obtuvo para la zona de cierre de la bocatoma multipropósito, la demanda de 9,55 m3/s, la oferta de 9,43 m3/s y el índice de uso del agua revela que la presión del recurso hídrico es MUY ALTA.

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.



IUA en áreas de especial importancia.

Zona hidrográfica	Demanda hídrica	Oferta hídrica disponible. Caudales medios	IUA	Categoría	Área (ha)
Bocatoma multi-propósito	9,550	9,43	101,3	Muy alto	32630
Estación Belmonte	15,30	12,55	114,7702658	Muy alto	44227
Bocatoma multi-propósito	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.

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

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH)		
Interpretación de la calificación	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	Moderado	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo
	Bajo	Alto	Medio
	Bajo	Muy Bajo	Medio
	Moderado	Alto	Medio
	Moderado	Moderado	Medio
	Moderado	Bajo	Alto
	Moderado	Muy Bajo	Alto
	Alto	Alto	Medio
	Alto	Moderado	Alto
	Alto	Bajo	Alto
	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo
	Muy Alto	Alto	Medio
	Muy Alto	Moderado	Alto
	Muy Alto	Bajo	Alto
	Muy Alto	Muy Bajo	Muy Bajo
Resultados y análisis	<i>Tabla. Matriz que relaciona el IUA y el IRH.</i> 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 se relacionan en Tablas "IVH para periodos de caudales medios" y "IVH para periodos de caudales mínimos"		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Componente físico - biótico
Temática: Calidad del agua

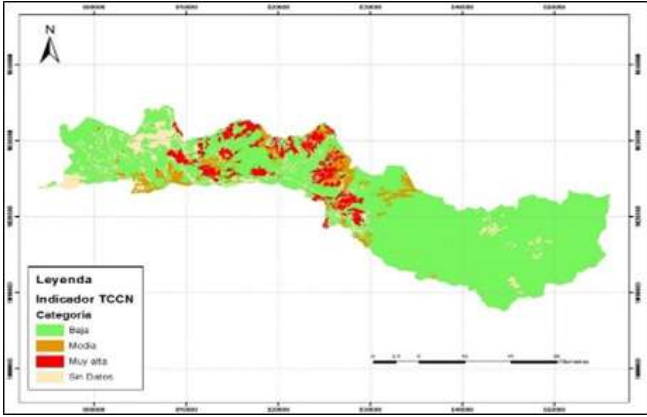
Elemento	Descripción																																												
Nombre y sigla	Índice de Calidad del Agua (ICA)																																												
Objetivo	Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca																																												
Interpretación de la calificación	<table><tr><th>Descriptores</th><th>Calificación</th><th>Color</th></tr><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></table>	Descriptores	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																										
	Descriptores	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																																											
Resultado y análisis	<table><tr><th rowspan="2">Nombre de estación</th><th colspan="2">Primera campaña</th><th colspan="2">Segunda campaña</th></tr><tr><th>Valor ICA</th><th>Clasificación</th><th>Valor ICA</th><th>Clasificación</th></tr><tr><td>R. Otún. El Cedral</td><td>0.93</td><td>Bueno</td><td>0.91</td><td>Bueno</td></tr><tr><td>R. Otún. Bocatoma Nuevo Libaré</td><td>0.75</td><td>Aceptable</td><td>0.79</td><td>Aceptable</td></tr><tr><td>R. Otún. Después de Q. San José</td><td>0.74</td><td>Aceptable</td><td>0.77</td><td>Aceptable</td></tr><tr><td>R. Otún Después Estación Belmonte.</td><td>0.70</td><td>Regular</td><td>0.69</td><td>Regular</td></tr><tr><td>R. Otún Desembocadura</td><td>0.71</td><td>Aceptable</td><td>0.76</td><td>Aceptable</td></tr><tr><td>Nacimiento Quebrada Aguazul</td><td>0.78</td><td>Aceptable</td><td>0.78</td><td>Aceptable</td></tr><tr><td>Q. Dosquebradas Desembocadura.</td><td>0.58</td><td>Regular</td><td>0.65</td><td>Regular</td></tr></table>	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 Libaré	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
	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 Libaré	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																																								
Tabla 2. Resultados ICA. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.																																													

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

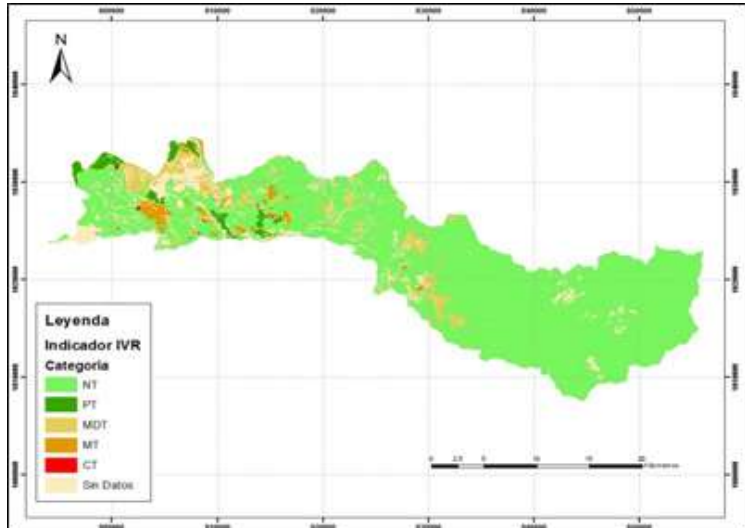
Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua (IACAL)		
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas.		
Interpretación de la calificación	Promedio de categoría (DBO + SST)/2		
	Categoría	Valor	Color
	Baja	1	
	Moderada	2	
	Media alta	3	
	Alta	4	
	Muy Alta	5	
Resultado y análisis	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 fisicoquímicas, 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.		
Ya hacía la parte media de la cuenca en los cascos urbanos de Pereira y Dosquebradas, aclarando que para las subcuencas Dosquebradas y Combia se realizó el análisis a nivel de microcuenca; se presenta una calificación Alta, 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; al ser objeto de cobro de tasa retributiva cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales.			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Componente físico - biótico
Temática: Cobertura y uso de la tierra

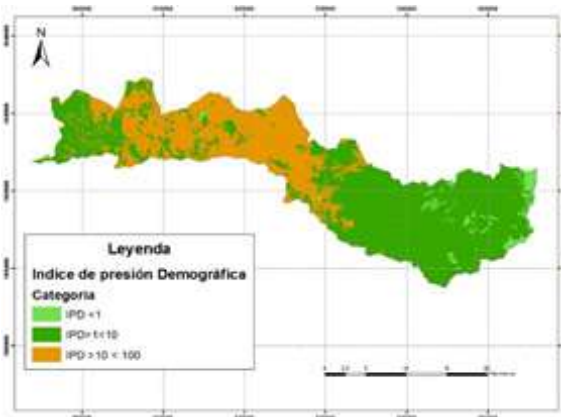
Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)		
Objetivo	Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca		
Interpretación de la calificación	Categoría	Descriptor	Calificación
	Baja	menor del 10%	20
	Media	entre 11% - 20%	15
	Medianamente alta	entre 21% - 30%	10
	Alta	entre 31% - 40%	5
	Muy alta	mayor 40%	0
Resultado y análisis	Es importante mencionar que para el cálculo del indicador de tasa de cambio de coberturas naturales se presentó la limitante relacionada con que algunas coberturas naturales no se pudieron analizar debido a la falta de información del mapa de cobertura del año 1997, porque este insumo no se levantó con la metodología Corine Land Cover, por lo cual fue necesario realizar su homologación, quedando algunas coberturas sin identificar.		
			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción																		
Nombre y sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)																		
Interpretación de la calificación	<table><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 ≥ 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 ≥ igual al 50% y < del 69%</td><td>15</td></tr><tr><td>MDT: Medianamente transformado.</td><td>IVR ≥ a 30% y < del 49%</td><td>10</td></tr><tr><td>MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja.</td><td>IVR ≥ 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 ≥ 70%	20	PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR ≥ igual al 50% y < del 69%	15	MDT: Medianamente transformado.	IVR ≥ a 30% y < del 49%	10	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja.	IVR ≥ a 10% y < 30%	5	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0
	Descriptor	Rango	Calificación																
	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR ≥ 70%	20																
	PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR ≥ igual al 50% y < del 69%	15																
	MDT: Medianamente transformado.	IVR ≥ a 30% y < del 49%	10																
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja.	IVR ≥ a 10% y < 30%	5																
CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0																	
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se definen cómo áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.																		
Resultado y análisis	De acuerdo con 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. 																		

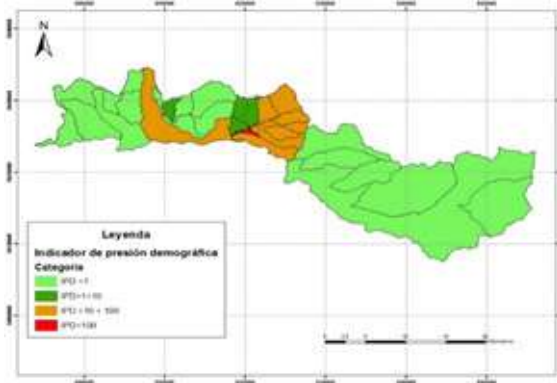
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción	
Nombre y sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD	
Interpretación de la calificación	Rango	Descriptor
	IPD < 1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
	IPD > 1 < 10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
	IPD > 10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta.
	IPD > 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se definen cómo áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.	



Leyenda
Índice de presión Demográfica
Categoría

- IPD < 1
- IPD > 1 < 10
- IPD > 10 < 100



Leyenda
Indicador de presión demográfica
Categoría

- IPD < 1
- IPD > 1 < 10
- IPD > 10 < 100
- IPD > 100

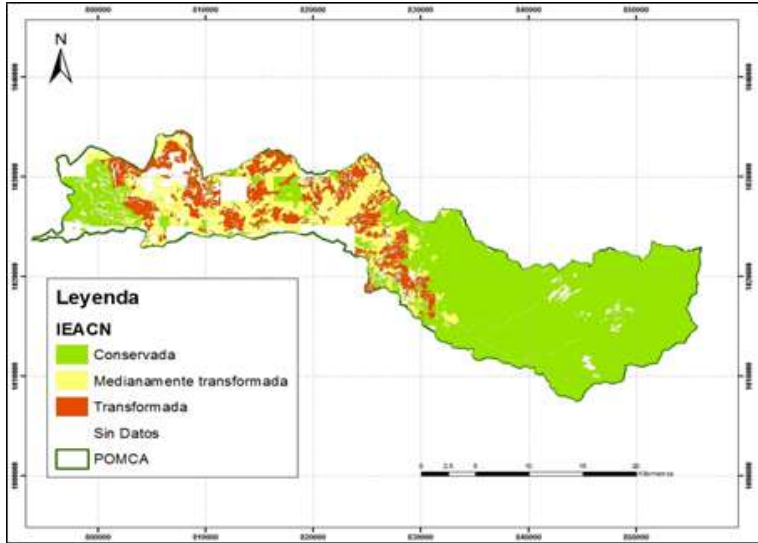
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción																																				
Nombre y sigla	Índice de ambiente crítico – IAC																																				
Interpretación de la calificación	<table><tr><th colspan="5">Matriz de calificación del índice de ambiente crítico</th></tr><tr><th>Indicador de Vegetación Remanente</th><th colspan="4">Rango de densidad de población</th></tr><tr><th>Categorías</th><th>< 1</th><th>>1< 10</th><th>> 10 < 100</th><th>> 100</th></tr><tr><td>NT</td><td rowspan="2">I</td><td rowspan="2">I</td><td rowspan="2">II</td><td rowspan="2">II</td></tr><tr><td>PT</td></tr><tr><td>MDT</td><td colspan="2">II</td><td colspan="2">III</td></tr><tr><td>MT</td><td colspan="2">III</td><td colspan="2">IV</td></tr><tr><td>CT</td><td colspan="2">III</td><td>IV</td><td>V</td></tr></table>	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico					Indicador de Vegetación Remanente	Rango de densidad de población				Categorías	< 1	>1< 10	> 10 < 100	> 100	NT	I	I	II	II	PT	MDT	II		III		MT	III		IV		CT	III		IV	V
	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico																																				
	Indicador de Vegetación Remanente	Rango de densidad de población																																			
	Categorías	< 1	>1< 10	> 10 < 100	> 100																																
	NT	I	I	II	II																																
	PT																																				
	MDT	II		III																																	
	MT	III		IV																																	
	CT	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).																																					

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

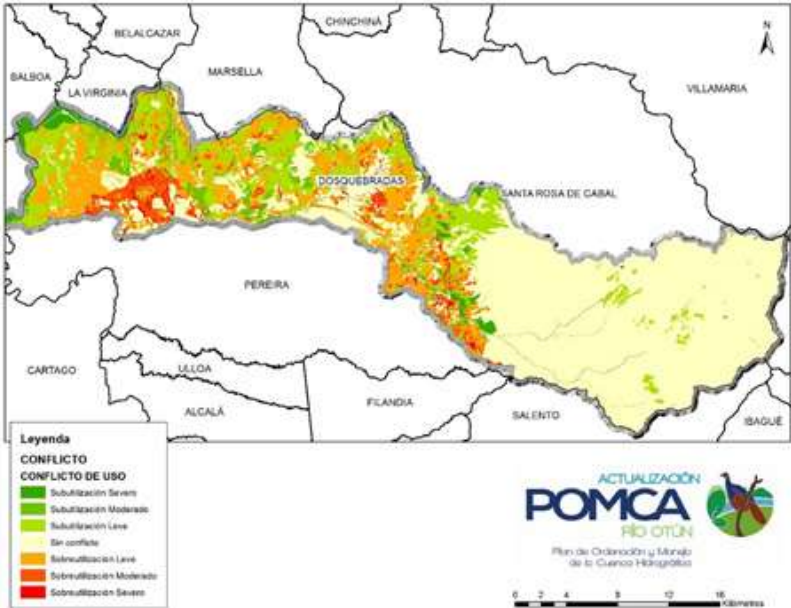
Elemento	Descripción																																									
Nombre y sigla	Porcentaje (%) de Áreas (ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos.																																									
Interpretación de la calificación	Porcentaje de área (ha).																																									
Resultados y análisis	De acuerdo con la información obtenida se identificó que en el área de estudio del POMCA, se encuentran en total 20 cuencas abastecedoras de acueductos.																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th><th>Cuenca Abastecedora</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)</td></tr> <tr><td>2</td><td>F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)</td></tr> <tr><td>3</td><td>F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina</td></tr> <tr><td>4</td><td>F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia</td></tr> <tr><td>5</td><td>F.H. Q. Manizales</td></tr> <tr><td>6</td><td>F.H. Q. Tomineja</td></tr> <tr><td>7</td><td>Q. Aguazul</td></tr> <tr><td>8</td><td>Q. Bocachica</td></tr> <tr><td>9</td><td>Q. Frailes</td></tr> <tr><td>10</td><td>Quebrada Grande</td></tr> <tr><td>11</td><td>Q. La Fría</td></tr> <tr><td>12</td><td>Q. La Víbora</td></tr> <tr><td>13</td><td>Q. Molinos</td></tr> <tr><td>14</td><td>Q. Monos</td></tr> <tr><td>15</td><td>Q. San Juan</td></tr> <tr><td>16</td><td>Q. Volcanes</td></tr> <tr><td>17</td><td>Río Azul</td></tr> <tr><td>18</td><td>Río Barbo</td></tr> <tr><td>19</td><td>Río San José</td></tr> <tr><td>20</td><td>Zona Alta</td></tr> </tbody> </table>	No	Cuenca Abastecedora	1	F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	2	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	3	F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina	4	F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	5	F.H. Q. Manizales	6	F.H. Q. Tomineja	7	Q. Aguazul	8	Q. Bocachica	9	Q. Frailes	10	Quebrada Grande	11	Q. La Fría	12	Q. La Víbora	13	Q. Molinos	14	Q. Monos	15	Q. San Juan	16	Q. Volcanes	17	Río Azul	18	Río Barbo	19	Río San José	20
No	Cuenca Abastecedora																																									
1	F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)																																									
2	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)																																									
3	F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina																																									
4	F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia																																									
5	F.H. Q. Manizales																																									
6	F.H. Q. Tomineja																																									
7	Q. Aguazul																																									
8	Q. Bocachica																																									
9	Q. Frailes																																									
10	Quebrada Grande																																									
11	Q. La Fría																																									
12	Q. La Víbora																																									
13	Q. Molinos																																									
14	Q. Monos																																									
15	Q. San Juan																																									
16	Q. Volcanes																																									
17	Río Azul																																									
18	Río Barbo																																									
19	Río San José																																									
20	Zona Alta																																									

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción												
Nombre y sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales.												
Interpretación de la calificación	<table><tr><th>Rango</th><th>Categoría</th></tr><tr><td>Mayor de 60</td><td>Conservada</td></tr><tr><td>Entre 41 y 59</td><td>Medianamente transformada</td></tr><tr><td>Entre 21 y 40</td><td>Transformada</td></tr><tr><td>Entre 1 y 20</td><td>Altamente transformada</td></tr><tr><td>0</td><td>Completamente transformada</td></tr></table>	Rango	Categoría	Mayor de 60	Conservada	Entre 41 y 59	Medianamente transformada	Entre 21 y 40	Transformada	Entre 1 y 20	Altamente transformada	0	Completamente transformada
	Rango	Categoría											
	Mayor de 60	Conservada											
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada											
	Entre 21 y 40	Transformada											
Entre 1 y 20	Altamente transformada												
0	Completamente transformada												
Resultados y análisis	De acuerdo con 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 Altamente Transformada. 												

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Componente físico - biótico
Temática: Edafología

Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo		
Variables y unidades	Capacidad de uso y coberturas de la tierra.		
Interpretación de la calificación	Conflicto	Grado	Color
	Adecuado		
	Subutilizado	Ligero	
		Moderado	
		Severo	
	Sobreutilizado	Ligero	
		Moderado	
		Severo	
Información	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%
			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción			
Nombre y sigla	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local			
Variables y unidades	Capacidad de uso y coberturas de la tierra.			
Resultado	Estrategia de conservación		Nombre	
			Área	
			ha	%
	AICA		23069,0	0,4
	RAMSAR		6579,0	0,1
			Complejo de Humedales Laguna del Otún.	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Componente físico - biótico
Temática: Ecosistemas estratégicos

Elemento	Descripción		
Nombre y sigla	Porcentaje y área (ha) de áreas protegidas del SINAP		
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%.		
Resultado	Área protegida	Área	
		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
	Ucumarí	3968,5	7,0
	Total	30132,6	53,0

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción
Nombre y sigla	Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%.
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 98).

Ecosistema Estratégico		Coberturas/Ecosistemas Presentes	Área		
Tipo	Nombre	Tipo	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
Distrito de Conservación de Suelos	La Marcada	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
		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	64,64	9,67
		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
		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	97,17	1,36
		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	Ucumarí	Bosque abierto	29321,35	0,07	0,01
		Bosque denso	38500197,28	97,01	12,78
		Bosque fragmentado	203772,04	0,51	0,07
		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

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Componente socio - económico
Temática: Sistema social

Elemento	Descripción	Resultado		
Nombre y sigla	Densidad Poblacional – DP	Densidad Poblacional Municipios en Cuenca	Hab/ha	Densidad Poblacional Cuenca
		Pereira	7,7	7,5
		Dosquebradas	28,3	
		Santa Rosa de Cabal	0,2	
		Marsella	2,8	
Interpretación de la calificación	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 de la 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 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.			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

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	0,7
		Dosquebradas	1,1	
		Santa Rosa de Cabal	0,3	
		Marsella	0,8	
Interpretación de la calificación	Para la cuenca, la tasa de crecimiento 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.			
	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, solo 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.			

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción	Resultado
Nombre y sigla	Seguridad Alimentaria – SA	75%
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.	
Observaciones resultado	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 las estadísticas oficiales del país. 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 pueden establecer dos tipos de información referente a la seguridad alimentaria. Dentro de los productos procesados, cerca del 50% se obtiene 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; el resultado dice que 27 de los 36 productos se producen en la cuenca.	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción	Resultado	
Nombre y sigla	Porcentaje de Área de Sectores Económicos		
	Cultivos permanentes	6,9	%
	Cultivos transitorios	0,3	%
	Áreas agrícolas heterogéneas	17,2	%
	Pastos	8,3	%
	Total sector agrícola	32,3	%
Observaciones resultado	El Indicador se construyó a partir del análisis de coberturas de la tierra realizado por el equipo del Consorcio Ordenación POMCA Otún, 2016.		
Interpretación de los resultados	A partir de estas coberturas se estableció el porcentaje de cada una de ellas sobre el total del área de la cuenca. El indicador muestra que el 32,3% del área se destina al sector agrícola; las áreas agrícolas heterogéneas abarcan más de la mitad, donde se mezclan principalmente cultivos de hortalizas, aromáticas y frutas con plátano y con pastos. La representatividad de cultivos transitorios es casi nula, mientras que los cultivos permanentes ocupan casi el 7% del área de la cuenca. Las áreas en pastos por su parte, que representan alrededor del 8,3% del área total de la cuenca, se discriminan en este caso para tener un indicio general del área que hipotéticamente se estaría destinando a la ganadería, asociando esta cobertura en particular con dicha actividad. Es importante señalar que el sector comercio, industria y demás considerados por el DANE, aunque son bastante representativos en la cuenca, desde el análisis de coberturas no se puede establecer exactamente qué porcentaje de las áreas artificializadas corresponden a uno u otro sector; no obstante, su participación en la cuenca se analiza desde otros indicadores económicos dentro del documento.		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

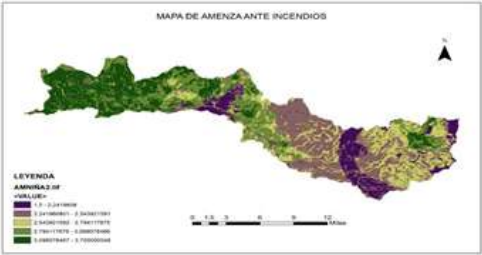
Elemento	Descripción	Resultado
Nombre y sigla	Seguridad Alimentaria – SA	75%
Observaciones	Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, inocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo, se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región.	
Interpretación de la calificación	• <i>Muy alta: Más del 60% de los productos se producen en la región.</i> • <i>Alta: Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región.</i> • <i>Media: Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región.</i> • <i>Moderada: Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región.</i> • <i>Baja: Menos del 25% de los productos se producen en la región.</i>	
Observaciones resultado	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 las estadísticas oficiales del país. 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 pueden establecer dos tipos de información referente a la seguridad alimentaria. Dentro de los productos procesados, cerca del 50% se obtiene 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; el resultado dice que 27 de los 36 productos se producen en la cuenca.	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

Elemento	Descripción	Respuesta
Nombre y sigla	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto.	98.72%
Interpretación de los resultados	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. Las empresas prestadoras son las encargadas de prestar el servicio de agua, como se describe en el cuadro de cobertura, y en las zonas rurales son los acueductos comunitarios, o por concesiones que tiene 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 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 incide en los índices de calidad de vida, ya que, al no poder acceder a agua con calidad, la salud humana se ve afectada. 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 de campo y que fue corroborado por la población en el marco de los talleres participativos.	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

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.
Resultados y análisis	Con respecto a los niveles de amenaza, estos se midieron con diferentes metodologías según el tipo de evento, para concluir dentro de los planes de manejo y ordenamiento de las cuencas, en particular la cuenca del río Otún, qué 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 análisis; es importante aclarar que de las 56840.59 ha que representan el 100% de la cuenca, solo en una fracción se observan niveles de amenaza de baja a alta, la otra fracción y las áreas que no se muestran en la tabla representan niveles de amenaza muy bajos.  

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

3.6. Metodología general de la fase prospectiva

El proceso de prospectiva del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Otún, utilizó algunas herramientas propuestas en la guía técnica para la formulación de POMCAS (MADS, 2014), de la siguiente manera:

a) Clasificación de variables (indicadores):

Para la identificación de variables clave o indicadores clave de la línea base se utilizó la metodología análisis estructural MIC-MAC (Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada a una Clasificación), analizando entre el grupo de profesionales del Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, cada indicador en una matriz de poder que relaciona dependencia - influencia.

b) Construcción de escenarios tendenciales para los indicadores de línea base:

Se proyectó a 20 años la tendencia de los indicadores de línea base y se analizaron los resultados por cada indicador, así como su relación con el sistema funcional de la cuenca. El resultado de los indicadores proyectados se consolidó en el mapa de áreas críticas modelado a 2036, resultado de la sobreposición de los mapas de conflictos de uso del suelo, conflictos por uso del agua, conflictos por pérdidas de coberturas y los escenarios de nuevas configuraciones de riesgo a 2036.

La construcción de escenarios se socializó con el equipo de profesionales de CARDER para su retroalimentación y aprobación, y se presentó al Consejo de Cuenca y actores claves para la construcción de los escenarios deseados.

c) Construcción participativa de los escenarios deseados:

Partiendo de la socialización de los resultados de los escenarios tendenciales, se procedió a construir con los actores del Consejo de Cuenca y otros actores, los escenarios deseados al año 2036 para la cuenca del río Otún.

d) Construcción de escenarios apuesta:

Como resultado de la interacción de los escenarios antes desarrollados, se dieron los procesos e interacciones para la zonificación ambiental de la guía técnica para la formulación de POMCAS (MADS, 2013), y el análisis de elementos para la aplicación de categorías de ordenación y usos, conjuntamente entre los profesionales del Consorcio y de CARDER.

3.6.1. Diseño de escenarios prospectivos

3.6.1.1 Variables clave e indicadores de línea base

Utilizando como base los indicadores propuestos para análisis prospectivos de la guía general de POMCAS

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013), el equipo interdisciplinario de profesionales del consorcio procedió a evaluar la interrelación de los indicadores en una matriz de impacto cruzado, aplicando la metodología MIC MAC (Ver Tabla 51). Antes de iniciar la evaluación conjunta e interdisciplinaria de la influencia y dependencia entre los indicadores, cada profesional indicó las variables utilizadas para la construcción de los mismos y los principales resultados en la cuenca del río Otún; lo anterior, para el conocimiento e interacción del equipo de profesionales en la calificación.

Para el análisis de los indicadores se desarrollaron los siguientes pasos:

3.6.2. Definición de niveles de influencia

Se identificaron los grados de influencia o dependencia para calificar los indicadores, de la siguiente manera:

- Sin influencia o dependencia: cero (0)
- Con influencia o dependencia débil: uno (1)
- Con influencia o dependencia media: dos (2)
- Con influencia o dependencia fuerte: tres (3)

Posteriormente se procedió a calificar cada indicador en una matriz de 2*2, relacionando todos los indicadores entre sí según la influencia o dependencia de unos respecto a otros.

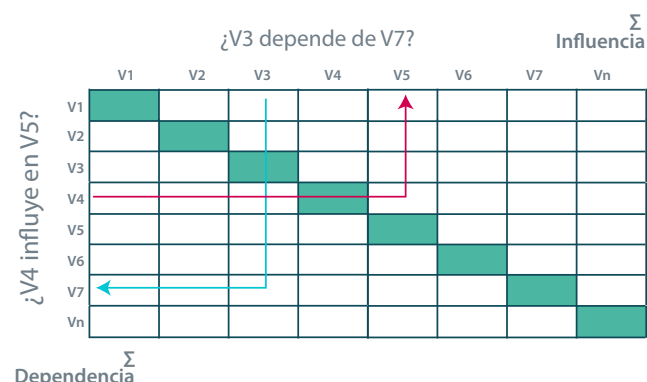


Ilustración 55. Matriz indicadora de influencia y dependencia para la aplicación de la metodología MIC MAC. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016, adaptado de Godet, 2007.

3.6.3. Calificación de los indicadores

En trabajo interdisciplinario, conociendo previamente las variables de los indicadores y los resultados de los mismos para la cuenca del río Otún, se procedió a aplicar las calificaciones antes mencionadas, obteniendo la siguiente matriz:

3.6.4. Escenario tendencial consolidado

Teniendo en cuenta los escenarios antes planeados, se consolida un escenario tendencial donde se interrelacionan todos los factores y se describe el

Total eje X	23	27	18	17	13	11		36	33	41	33	30	40	36	26	39	29	51	9	19	42	27	
Porcentajes de niveles de amenaza (alta y media) por inundación (...)	3	1	3	1	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	50	
Porcentaje de áreas de sectores económicos	1	2	1	2	1	0	0	1	0	1	1	0	2	2	2	1	3	3	3	1		28	
Porcentaje de población con acceso al agua por acueducto	2	3	2	3	3	1	0	2	0	3	2	3	1	1	1	2	0	3	0		35		
Seguridad alimentaria - SA	1	1	0	1	2	1	0	0	0	2	2	0	1	1	1	3	3	3		25			
Tasa de crecimiento - R	1	3	2	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		19				
Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo	2	0	0	0	0	0	3	3	1	3	2	1	2	2	2	3		32					
Índice de estado actual de las coberturas naturales	1	0	1	1	0	0	3	3	3	3	3	2	3	3	3		39						
Porcentaje de áreas de ecosistemas estratégicos presentes	0	2	0	1	0	0	3	3	1	2	3	2	3	3		31							
Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación (...)	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1	3		15								
Porcentaje y área (ha) de áreas protegidas del SINAP	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	1	1		14									
Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación	0	2	0	1	0	0	3	2	1	2	2		27										
Índice de ambiente crítico - IAC	0	2	0	0	0	0	3	1	3	3		31											
Indicador presión demográfica - IPD	0	2	0	0	0	0	3	2	3		19												
Índice de fragmentación (IF)	1	0	0	0	0	0	3	3		31													
Indicador vegetación remanente (IVR)	0	0	0	0	0	0	3		31														
Indicador de tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCEI)	0	0	0	0	0	0		1	3	0	3	3	1		0								
Índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL)	3	3	2	2	0		0	1	2	2	2	1	1	1	1	3	1	3	0	2	3	1	34
Índice de calidad del agua (ICA)	1	3	1	2		3	0	2	1	2	2	3	3	3	1	2	2	3	0	2	3	3	42
Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)	3	3	3		1	1	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	39
Índice de retención y regulación hídrica (IRH)	1	0		1	0	1	0	2	2	3	2	3	3	3	2	2	1	0	0	1	1	2	30
Índice de uso de agua superficial (IUA)	3		3	1	3	3	0	1	1	1	2	1	3	3	1	2	1	3	0	3	3	2	40
Índice de aridez (IA)		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Fuente: Consorcio
Ordenamiento Cuenca
Otún, 2016.

siguiente escenario consolidado.

La cobertura del suelo que mayor crecimiento mostró es el tejido urbano discontinuo, que aumentó 36 veces más de 1997 a 2016 y tiende a crecer el doble, es decir, al año 2036 esta cobertura tiende a ser de 2.944 hectáreas; el crecimiento del tejido urbano discontinuo conlleva a una articulación con el tejido urbano continuo y a la ampliación a su vez de este último.

Criterio	Descripción para la Cuenca Otún
Probabilidad de ocurrencia (Po)	Los cambios tendenciales en la cobertura del suelo afectando más del 68% de los bosques en la franja inferior a los 2000 msnm, pueden aumentar la susceptibilidad a movimientos en masa y la capacidad de retención de agua disminuye, lo cual aumenta la torrencialidad de las aguas en temporada de altas precipitaciones, que incrementan a su vez en los escenarios de cambio climático. Sumado a lo anterior, el crecimiento urbano es exponencial en la cuenca e incluye ocupaciones inadecuadas en la franja de inundación torrencial del río Otún y Quebrada Dosquebradas.
Exposición a eventos amenazantes (EEA)	Las zonas de expansión urbana de los municipios de Pereira y Dosquebradas tienen porcentajes entre el 6 y el 12%, expuestos a inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa; también se encuentran expuestos a incendios forestales y quemas agrícolas, afectando la calidad del aire. Los macroproyectos de desarrollo, como la zona franca y las áreas de desarrollo comercial, se encuentran expuestos a amenazas por movimientos en masa e inundaciones, pero el desarrollo de los mismos no aumenta las amenazas (desde el análisis a escala 1:25.000) aunque sí aumenta el riesgo por la exposición de sí mismos.
Aspectos que contribuyen a la generación de amenazas (ACA)	Los principales aspectos contribuyentes a la generación de amenazas por incendios forestales son: quemas agrícolas y pecuarias, ausencia de regulación y control de visitantes en el Santuario de fauna y flora Otún Quimbaya y Los Nevados, y aumento de la temperatura en los escenarios de cambio climático de IDEAM. Los principales aspectos contribuyentes a la generación de amenazas por movimientos en masa son: el cambio de usos de suelo, cortes inadecuados de taludes y aumento de las precipitaciones en los escenarios de cambio climático de IDEAM. Los principales aspectos contribuyentes a la generación de amenazas por incendios forestales son: quemas agrícolas y pecuarias, ausencia de regulación y control de visitantes en el Santuario de fauna y flora Otún Quimbaya y Los Nevados, y aumento de la temperatura en los escenarios de cambio climático de IDEAM.
Índice de daño (ID)	En amenazas y riesgos se estiman pérdidas aproximadas de 7 mil millones de pesos en el caso de presentarse eventos en la zona con amenaza alta y media por movimientos en masa; por incendios forestales las pérdidas se estiman en más de 18 mil millones, y de 3 billones de pesos si se presentan inundaciones en la zona con amenaza media y alta.

Tabla 51. Análisis tendencial de riesgos para la cuenca del río Otún al omitir medidas para la reducción del riesgo de desastres. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

De otra parte, para el año 2036 se espera una pérdida de la cobertura de bosques hasta de un 68% en la franja por debajo de los 1000 msnm y hasta del 40% en la franja entre los 1000 a 2000 msnm; asimismo, tienden a crecer los cultivos de café y los mosaicos de pastos y cultivos en alturas mayores a los 2000 msnm.

Así, se registra un crecimiento en las áreas industriales y comerciales (de grandes superficies), estimando para el 2036 un crecimiento que puede llegar a 54 hectáreas de esta cobertura.

A su vez, la población dentro de la cuenca tiende a crecer de 363.326 en 2016, a 423.526 a 2036 habitantes.

Por su parte, la cobertura de agua por acueducto tiende a aumentar al 100%. En este momento, las empresas de acueducto están brindando su servicio no solo al suelo urbano, sino a las zonas suburbanas y de vivienda campestre.

En cuanto al Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua – IACAL, tiende a mantenerse para el año 2036, pero aumenta en año seco para las microcuencas de Q. Volcanes, Quebrada Garrapata, Bocachica, y para año medio tiende a aumentar en la Q. Bocachica y de baja a Alta en la unidad hidrográfica F.H. Q. Combia.

El índice de uso del agua – IUA, se estima que para el año 2035 aumente al 91,16% en el consumo del sector residencial, en el 4,84% del sector comercial, 2,6% del sector industrial y del 1,42% del sector oficial (institucional). De los acueductos comunitarios, se estima que con la población a 2036 el consumo de agua pasará de 65,01 l/s a 77,3 l/s.

En amenazas y riesgos se estiman pérdidas aproximadas de 7 mil millones de pesos en el caso de presentarse eventos en la zona con amenaza alta y media por movimientos en masa; por incendios forestales, las pérdidas se estiman en más de 18 mil millones de pesos, afectando principalmente el gasoducto. Finalmente, por inundaciones torrenciales se estiman pérdidas por más de 3 billones de pesos, siendo los eventos con más capacidad de daño y pérdida en la cuenca del río Otún; lo anterior se agrava ante el aumento de elementos expuestos o viviendas construidas en zonas de ronda hídrica y amenaza alta por inundaciones torrenciales.

El anterior escenario se consolidó también bajo el análisis tendencial de los conflictos de uso del suelo, conflictos por uso del agua, conflictos por pérdida de cobertura y nueva configuración de riesgos, integrando estos conflictos en el mapa de áreas críticas a 2036, el cual se obtuvo, aplicando la siguiente tabla de valores:

Elementos evaluados	Peso	Nivel crítico
Vivienda campestre en susceptibilidad alta	3	Alto
Vivienda campestre en susceptibilidad media	2	Medio
Producción sostenible en susceptibilidad alta	3	Alto
Producción sostenible en susceptibilidad media	2	Medio
Producción sostenible en susceptibilidad baja	1	Bajo
Expansión en susceptibilidad alta	3	Alto
Expansión en susceptibilidad media	2	Medio
Expansión en susceptibilidad baja	1	Bajo
IACAL muy alta año seco	3	Alto
IACAL moderada año seco	3	Alto
IACAL media alta año seco	2	Medio
IACAL baja año seco	1	Bajo
IACAL muy alta año medio	3	Alto
IACAL moderada año medio	2	Medio
IACAL media alta año medio	2	Medio
IACAL alta año medio	3	Alto
IACAL baja año medio	1	Bajo
Sin conflicto	0	No Crítico
Sobre utilización leve	2	Medio
Sobre utilización moderada	3	Alto
Sobre utilización severo	3	Alto
Sub utilización leve	1	Bajo
Sub utilización moderado	1	Bajo
Sub utilización severo	2	Medio

Tabla 52. Pesos para determinar el mapa de escenario crítico tendencial. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016.

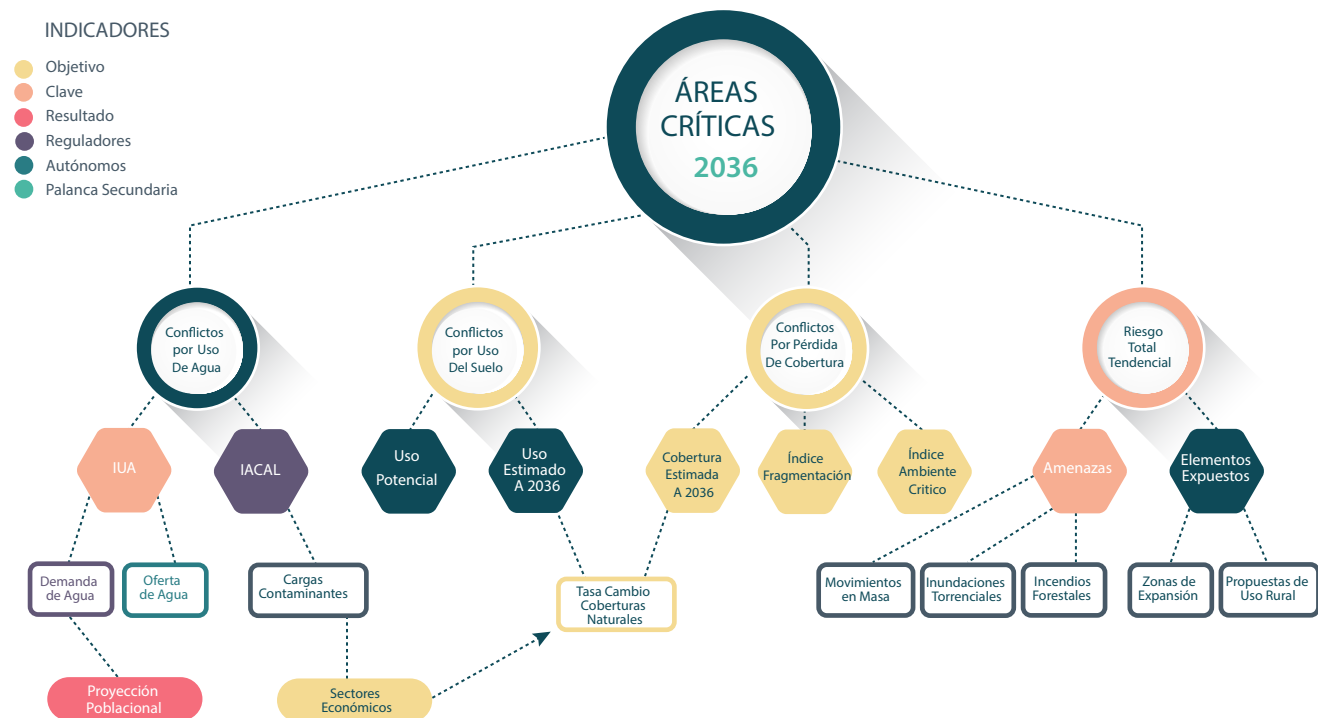


Ilustración 56. Modelo cartográfico para la construcción del mapa de áreas críticas tendenciales.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

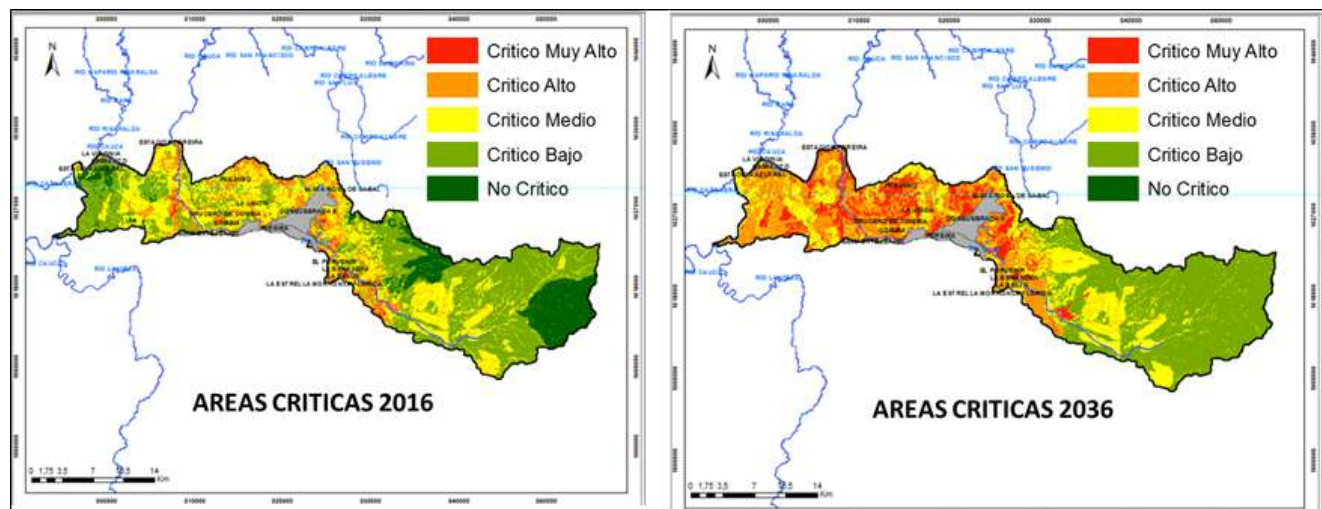


Ilustración 61. Áreas críticas tendenciales a 2036.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

3.6.5. Escenarios deseados

3.6.5.1. Selección y priorización de los escenarios tendenciales

En concordancia con la guía general de POMCAS (MADS, 2014) para la construcción de los escenarios deseados, se utilizaron los siguientes insumos:

- Escenarios tendenciales.
- Documentos y mapas síntesis de conflictos y potencialidades del diagnóstico.
- Cartografía temática del diagnóstico.

Para la priorización de escenarios tendenciales, en mesas de trabajo del equipo de profesionales de la consultoría se analizaron las variables clasificadas, aplicando la metodología MICMAC. Posteriormente se analizó cada indicador en relación con la construcción de conflictos a través del análisis del modelo cartográfico.

Con base en lo anterior, se simuló un escenario tendencial de áreas críticas a 2036, que suma la tendencia de: conflictos por uso del agua, conflictos por uso del suelo, conflictos por pérdida de cobertura y las amenazas naturales, con nuevos escenarios de riesgos. Con dicha información se buscó establecer un escenario tendencial que evalúa la integridad del sistema en el mapa síntesis ambiental de las áreas críticas a 2036. Así, los escenarios tendenciales priorizados son los conflictos antes señalados y frente a cada conflicto se configuró un escenario deseado.



Ilustración 57. Modelo de priorización de escenarios tendenciales para construir escenarios deseados.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

3.7. Zonificación ambiental final

Para la zonificación final, adicional a la información del paso 5, se incorporaron en la metodología inicial, como se mencionó en la Tabla 50, dos zonas: de Protección de Servicios Públicos y el Área Minera. Esta información se basó en la desarrollada en los talleres, como resultado de los escenarios tendencial, deseado, y los resultados reflejados en el escenario apuesta (zonificación preliminar).

La información permitió identificar tres áreas sobre la cuenca asociadas a los conflictos socio ambientales principales: área destinada para el saneamiento hídrico que se encuentra espacializada por el área destinada por el POT de Pereira (Acuerdo 35 de 2016) para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; un área para la disposición de residuos sólidos equivalente a la zona reservada para el relleno sanitario actual y su vigencia; y un área de desarrollo minero, la cual se determinó utilizando el mapa de cobertura de la tierra, para aquellas explotaciones mineras legalmente constituidas.

En el mapa de zonificación final se adiciona como información relacionada (superpuesta) la clasificación del suelo (Suelo urbano y de expansión urbana, Ley 388 de 1997), la categoría del suelo suburbana, el área de Paisaje Cultural Cafetero (UNESCO) y el mapa de amenaza compuesta (Salida gráfica DBF-30 Indicador de Porcentaje de Niveles de Amenaza).

Como resultado, se observa que el 84,75% del área total de la cuenca del río Otún y los afluentes directos al Cauca, se encuentran en la categoría de Conservación y Protección Ambiental, frente a un 15,25 % de áreas en categorías de uso múltiple. Este resultado si bien asume una gran área de protección, fue avalado al presentarse ante los consejeros de cuenca y actores clave.

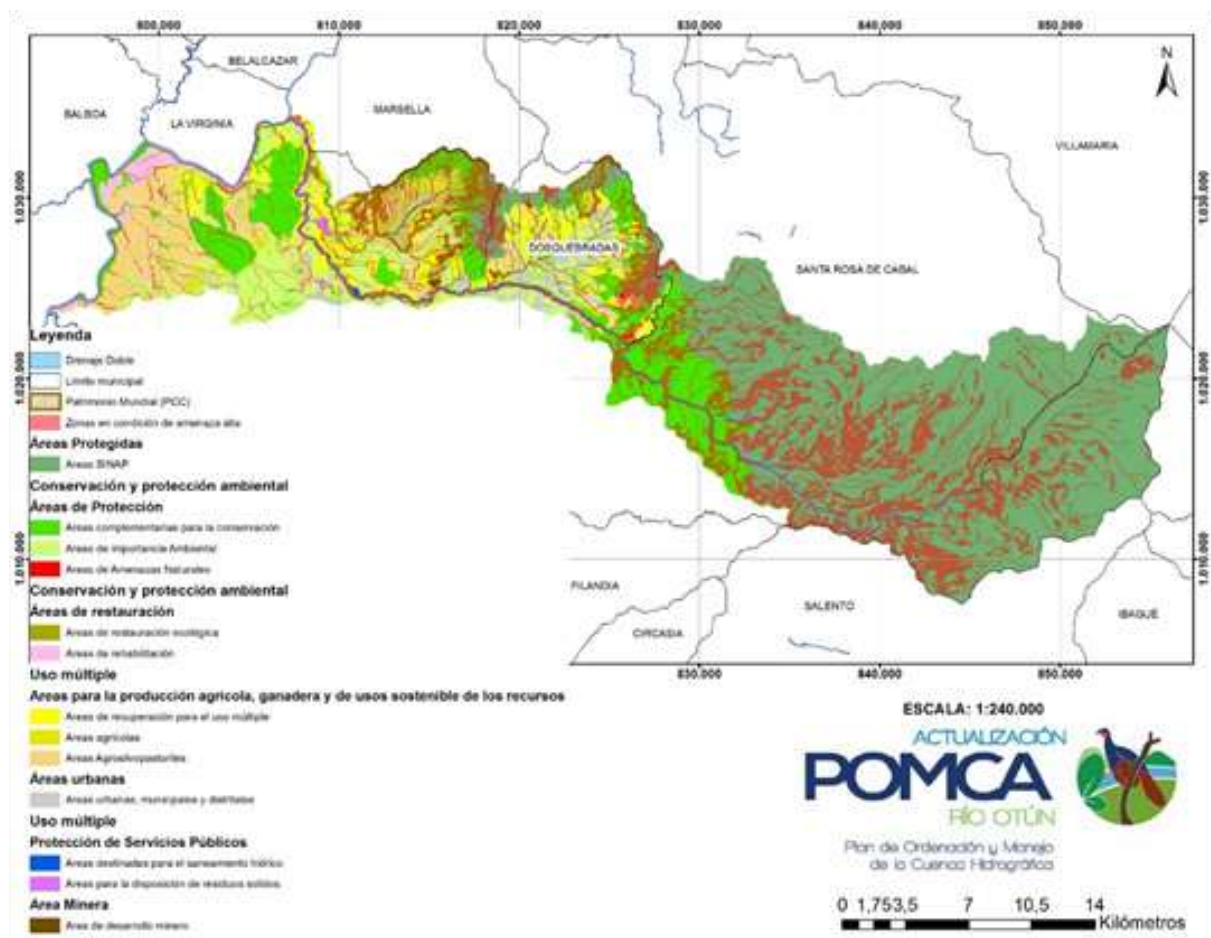


Ilustración 62. Zonificación Ambiental Final.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

Categoría de Ordenación	Zona de uso y manejo	Subzona de uso y manejo	ha	%
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de Protección	Áreas complementarias para la conservación.	10667,33	18,77
		Áreas de Amenazas Naturales.	815,90	1,44
		Áreas de importancia Ambiental.	6418,18	11,29
	Áreas de restauración	Áreas de restauración ecológica.	136,67	0,24
		Áreas Protegidas	30132,60	53,01
Uso Múltiple	Área Minera	Área de desarrollo minero.	21,68	0,04
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales	Áreas agrícolas.	339,81	0,60
		Áreas Agrosilvopastoriles.	2057,64	3,62
		Áreas de recuperación para el uso múltiple.	4148,00	7,30
	Áreas Urbanas	Áreas urbanas, municipales y distritales.	2031,76	3,57
		Protección de Servicios Públicos	16,11	0,03
		Áreas para la disposición de residuos sólidos.	54,99	0,10
	Total		56840,69	100

Tabla 53. Consolidado de áreas para las zonas y subzonas de uso y manejo en la zonificación ambiental de la cuenca del río Otún. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

3.8. Formulación

El objetivo de la Fase de Formulación en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca es garantizar un modelo de ocupación del territorio y uso sustentable de la cuenca, en este caso el río Otún, para mantener la oferta de servicios ecosistémicos en función de sus potencialidades y restricciones.

Los principios orientadores deben entenderse desde una concepción de transversalidad en los programas y proyectos que se implementen, y se enuncian a continuación:

- *Trabajo interinstitucional para una gestión articulada e integral en la cuenca.*
- *Armonización de instrumentos de planificación y gestión ambiental.*
- *Generación y difusión de la información para el manejo sustentable de la cuenca.*
- *Participación e inclusión social.*
- *Corresponsabilidad de las intervenciones en pro del mejoramiento de las condiciones bióticas, económicas y sociales.*

El tiempo de ejecución del POMCA es de corto, mediano y largo plazo, períodos que se han asociado a las acciones operativas, tácticas y estratégicas en la Tabla 55.

La temporalidad se definió en función de dos criterios: el primero relacionado con el seguimiento a la inversión del plan, el cual se orienta a las inversiones realizadas por los entes territoriales, la Corporación Autónoma Regional y los demás actores de la cuenca, por tanto, esta se realizará en los tiempos preestablecidos por cada uno de ellos (planes de desarrollo, planes de acción, entre otros). El segundo criterio está dado en poder observar los cambios en el modelo de ocupación del territorio en función del escenario apuesta establecido (zonificación ambiental). Para tal fin, es necesario establecer tres momentos específicos: el primero asociado a los cambios precisos que se deben dar en la institucionalidad y en los actores para poder implementar el nuevo modelo de ocupación; igualmente, exige solucionar los problemas puntuales de más gravedad identificados en la fase de diagnóstico; esto se ha establecido como las líneas operativas.

Terminado este proceso, se iniciarán los proyectos que generarán los cambios del modelo de ocupación necesarios para cumplir las metas del POMCA, para lo cual se determinan dos momentos: el primero asociado a las líneas tácticas (de 5 a 10 años) en las que se inician los procesos que permitirán la transformación del territorio, y posterior a esta se ejecutarán las líneas estratégicas (de 10 a 20 años), que consolidan el modelo de ocupación propuesto.

Temporalidad	Descripción
Corto Plazo (Operativo)	Este periodo de tiempo corresponde a la implementación de proyectos en un horizonte de 1 a 5 años (2018-2022), y está asociado a las acciones que permitirán solucionar problemas puntuales (síntomas de la problemática de la cuenca), así como los cambios en las instituciones y los agentes sociales con el fin de prepararlos para las modificaciones necesarias en función del escenario apuesta.
Mediano Plazo (Táctico)	En el mediano plazo se incluyen los proyectos cuyo tiempo de ejecución será de 6 a 10 años (2023-2027). Aquí se incluyen las acciones iniciales que permitirán generar los cambios fundamentales para ir llegando al modelo de ocupación apuesta.
Largo Plazo (Estratégico)	El largo plazo corresponde a los proyectos que deberán ejecutarse entre 11 a 20 años (2028-2037). En este periodo se desarrollan las acciones que se han realizado desde lo táctico y que consolidan el escenario apuesta, corresponden a las acciones que materializan el modelo de ocupación propuesto.

Tabla 54. Temporalidad del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca. Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

3.8.1. Medidas de administración de los recursos naturales

A continuación, la Tabla 56 compila las 21 medidas de administración y manejo para los recursos naturales de la cuenca del río Otún, indicando la categoría subcategoría, tipo de medida e instrumentos de planificación y gestión ambiental asociados a cada medida.

Categoría	Subcategorías	Nivel	Tipo	Instrumento
Conservación y Protección Ambiental	Áreas protegidas, Áreas SINAP, Parque Nacional Natural Los Nevados.	Nacional	Planificación	Plan de Manejo Parque Nacional Natural Los Nevados.
		Municipal		Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira. Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Santa Rosa de Cabal.
	Áreas Protegidas, Áreas SINAP, Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya.	Regional		Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya.
		Municipal		Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira.
	Áreas Protegidas, Áreas SIDAP, Parque Regional Natural Ucumarí.	Regional		Plan de Manejo del Parque Regional Natural Ucumarí.
		Municipal		Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira.
		Regional		Plan de manejo Distrito de Conservación de Suelos El Nudo.
	Áreas Protegidas, Áreas SIDAP, Distritos de conservación de suelos La Marcada, El Nudo y Campoalegre.	Regional		Plan de Manejo Distrito de Conservación de Suelos Campoalegre.
		Regional		Plan de Manejo Distrito de Conservación de Suelos La Marcada.
		Municipal		Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira y Dosquebradas y Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Santa Rosa de Cabal y Marsella.
	Áreas de protección, Áreas complementarias para la conservación	Municipal		Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira y Dosquebradas y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial de Santa Rosa de Cabal y Marsella.

Tabla 55. Medidas de administración de los recursos naturales POMCA río Otún.

Categoría	Subcategoría	Nivel	Tipo	Instrumento
Conservación y Protección Ambiental	Áreas de protección, Áreas complementarias para la conservación.	Municipal	Planificación	POMCA Río Otún 2008.
	Áreas de protección, Áreas de importancia ambiental (Acuíferos),	Regional		POMCA Río Otún 2017 Plan de manejo de aguas subterráneas.
	Áreas de protección, Áreas de importancia ambiental.			POMCA Río Otún 2017.
	Áreas de protección, Áreas de amenazas naturales.			
	Áreas de restauración, Áreas de rehabilitación.			
Uso Múltiple	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales, Áreas de recuperación para el uso múltiple.	Internacional	Cultural	Plan de Manejo del Paisaje Cultural Cafetero.
	Área para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales, Áreas agrícolas.	Internacional		Plan de Manejo del Paisaje Cultural Cafetero.
	Área para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales, Áreas agrosilvopastoriles.			Plan de Manejo del Paisaje Cultural Cafetero.
	Áreas urbanas, Municipales y Distritales.	Local	Planificación	POT de Pereira.
	Áreas mineras, Área de desarrollo Minero.	Municipal		POT de Dosquebradas.
				Licencia minera.
	Protección de servicios públicos, Áreas para la disposición de residuos sólidos.	Regional		Restricción de área y tiempo del relleno sanitario en el POT de Pereira.

Categoría	Subcategoría	Nivel	Tipo	Instrumento
Conservación y protección ambiental - Uso Múltiple	Áreas destinadas para la protección del recurso hídrico y Áreas urbanas. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH.	Local	Administrativa	Normativo.
	Áreas destinadas para la protección del recurso hídrico y Áreas Urbanas – Reglamentación de usos del agua.			
	Áreas destinadas para la protección del recurso hídrico y Áreas urbanas – Declaratoria de agotamiento.			Reglamentación de vertimientos.
	Áreas destinadas para la protección del recurso hídrico y Áreas urbanas – Reglamentación de vertimientos.			
	Áreas destinadas para la protección del recurso hídrico y Áreas urbanas. Conservación de la calidad del agua del río Otún y garantizar su uso humano y doméstico.			Normativo.

Tabla 56. Medidas de administración de los recursos naturales POMCA río Otún (continuación).

3.8.2. Componente programático

Previo a la consolidación del componente programático, fue necesario realizar algunos planteamientos concebidos desde las fases de diagnóstico y prospectiva que dan soporte y fundamento a la estructura de cada uno de los programas y proyectos. De la definición de áreas críticas obtenida como principal resultado en la síntesis ambiental del diagnóstico, se observó que el 80% del territorio de la cuenca se encuentra en áreas de alto y medio nivel de prioridad. Si se relacionan las áreas críticas con la sectorización de la cuenca, se encuentra que la parte Alta presenta un 42.4% con nivel medio de prioridad y un 2.1% con alto, mientras que la parte Media registra un 9.4% y 2.5% respectivamente. No obstante, en la parte Alta hay un 13% con baja prioridad en función de las figuras de conservación presentes que han garantizado una adecuada sostenibilidad ambiental; mientras que la parte Media tiene 0.2% en esta misma categoría. Adicionalmente, debe tenerse presente que en ese 12.1% del territorio que hace parte del sector Medio, se encuentran las cabeceras urbanas de Pereira y Dosquebradas, razón por la cual allí se encuentran los principales problemas y conflictos ambientales ocasionados en las relaciones sociedad-naturaleza.

La primera Línea estratégica (Ilustración 58. Línea estratégica 1) es fundamental para la ejecución del resto de las líneas estratégicas, dado que la gobernabilidad busca promover un nuevo modo de gestión pública fundamentado en una eficiente coordinación y cooperación desde los entes públicos y privados, en articulación con la gestión de los actores sociales.

La gobernanza permite a una administración pública concretar sus planes y políticas de gobierno, porque existe por parte de la sociedad una aceptación de su legitimidad y reconocimiento en su orientación.

Lo anterior también debe propender por fortalecer las instituciones que hacen presencia en la cuenca para superar una visión parcializada del territorio y alcanzar una gestión compartida y efectiva para el buen desarrollo y ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca.

La Línea estratégica 2 (Ilustración 59) resalta la importancia de la cultura ambiental y la participación de los actores para la apropiación social de la cuenca, no solo desde los mecanismos necesarios para una adecuada articulación interinstitucional, sino para el proceso de ejecución, seguimiento y evaluación del POMCA.

En la Cuenca del río Otún, los agentes sociales han adquirido una pertenencia importante de su territorio; a su vez, estos actores llevan a cabo acciones que contribuyen a la fase de ejecución; esta línea estratégica pretende consolidar procesos y hacer partícipes más activos a los agentes sociales desde la cultura ambiental. Para tal fin, se pretende consolidar un grupo de vigías en los diferentes sectores de la Cuenca y la articulación del POMCA con los PRAES, PRAUS y PROCEDAS, como estrategias para la apropiación social por parte de la sociedad civil, incluyendo los estudiantes de los diferentes centros educativos ubicados en la Cuenca.

Estas acciones están encaminadas también hacia el fortalecimiento de la protección del patrimonio arqueológico de la Cuenca y el mantenimiento de los atributos identificados dentro de la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero.

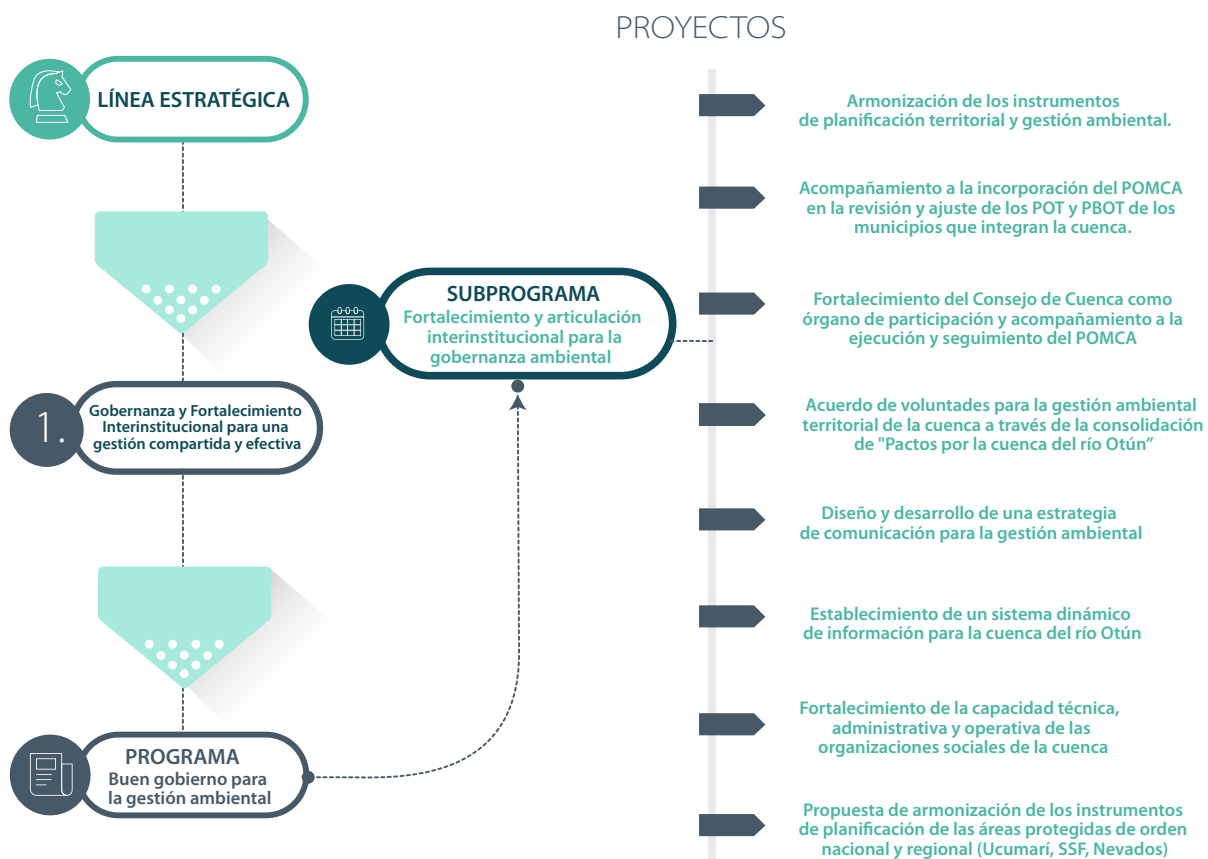


Ilustración 58. Línea estratégica 1.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

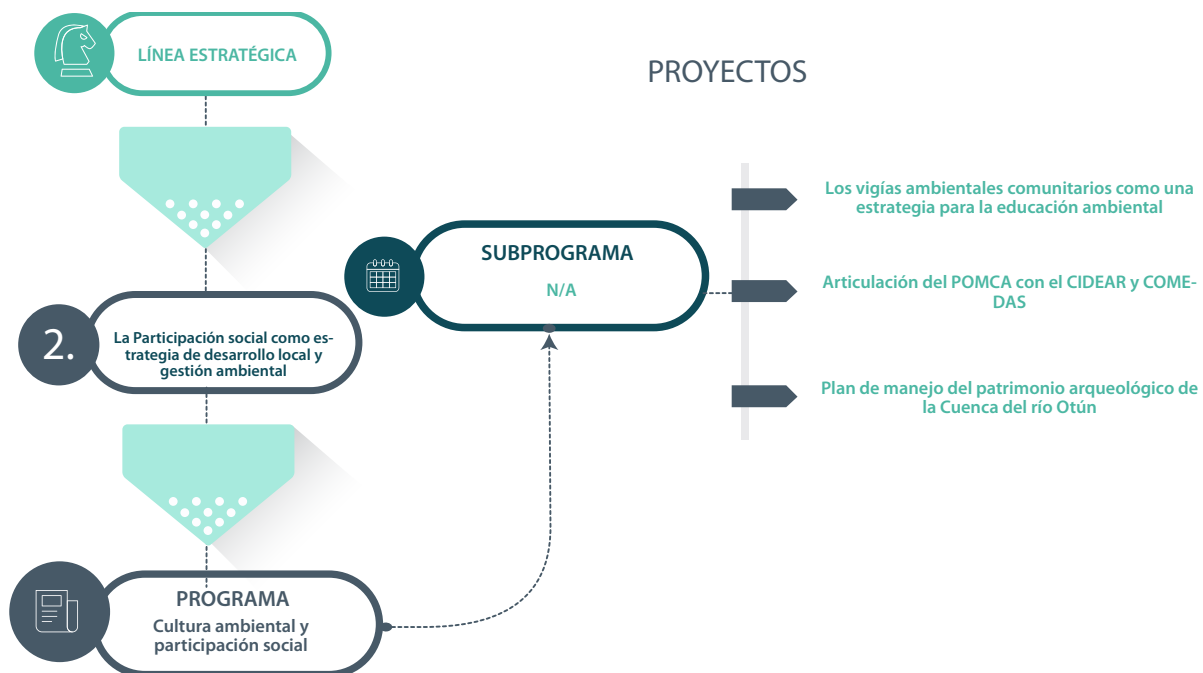


Ilustración 59. Línea estratégica 2.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

A través de la línea de gestión del conocimiento e investigación (Línea estratégica 3), en la cuenca se busca establecer una dinámica de articulación de las instituciones encargadas de la producción de conocimiento, para la materialización de un trabajo coordinado que aúne esfuerzos y permita enfocar el propósito de un adecuado modelo de ocupación de la cuenca (Ilustración 60).

determinados en la fase del diagnóstico, así como los procesos de transferencia tecnológica eficientes para la Cuenca.

La gestión de la cuenca desde una mirada integral del patrimonio hidrológico que corresponde a la Línea estratégica 4 (Ilustración 61, Ilustración 62), debe constituirse en el eje fundamental del ordenamiento territorial que busca garantizar las condiciones de calidad

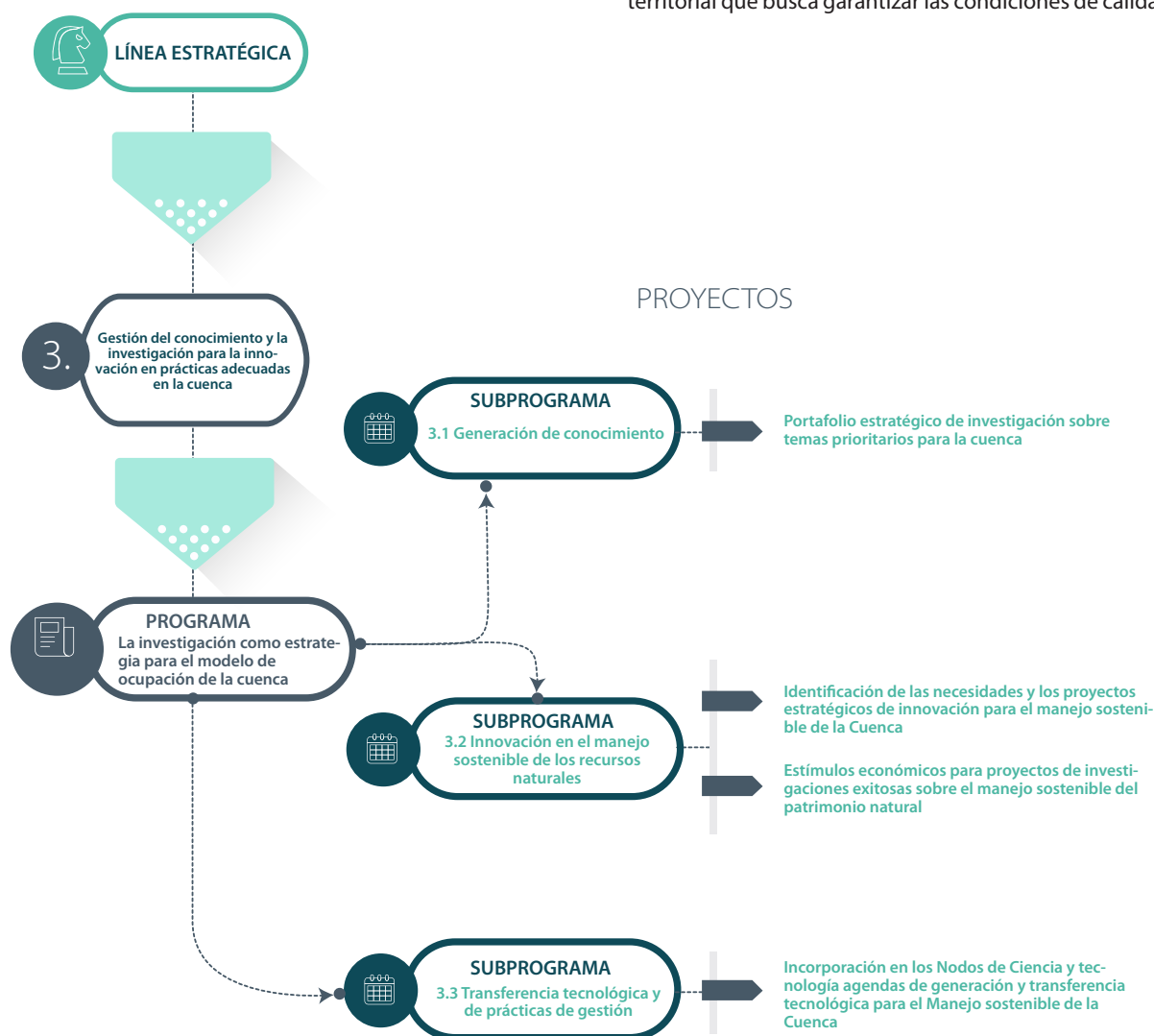


Ilustración 60. Línea estratégica 3.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

En la Cuenca del río Otún se han realizado procesos muy importantes para la generación de conocimiento; sin embargo, este no siempre responde a las necesidades de la Cuenca, razón por la cual es necesario establecer un portafolio de investigaciones en función del modelo de ocupación para la Cuenca y consolidar una red de investigadores. Es importante que las investigaciones tengan un componente de innovación tecnológica en las técnicas de manejo de los recursos naturales, más apropiadas para la oferta ambiental y que permitan frenar de forma efectiva los procesos de degradación

y cantidad requeridas para la demanda de los usos actuales y potenciales. Adicionalmente, incluye dentro del componente de saneamiento ambiental el manejo integral de los residuos sólidos.

La 5ª Línea estratégica (Ilustración 63) se soporta en los procesos de la gestión del riesgo que establecen la importancia de implementar programas y proyectos orientados a la generación de conocimiento del riesgo y las medidas y acciones para la reducción y el manejo del riesgo como ejes fundamentales en la consolidación de un territorio seguro.

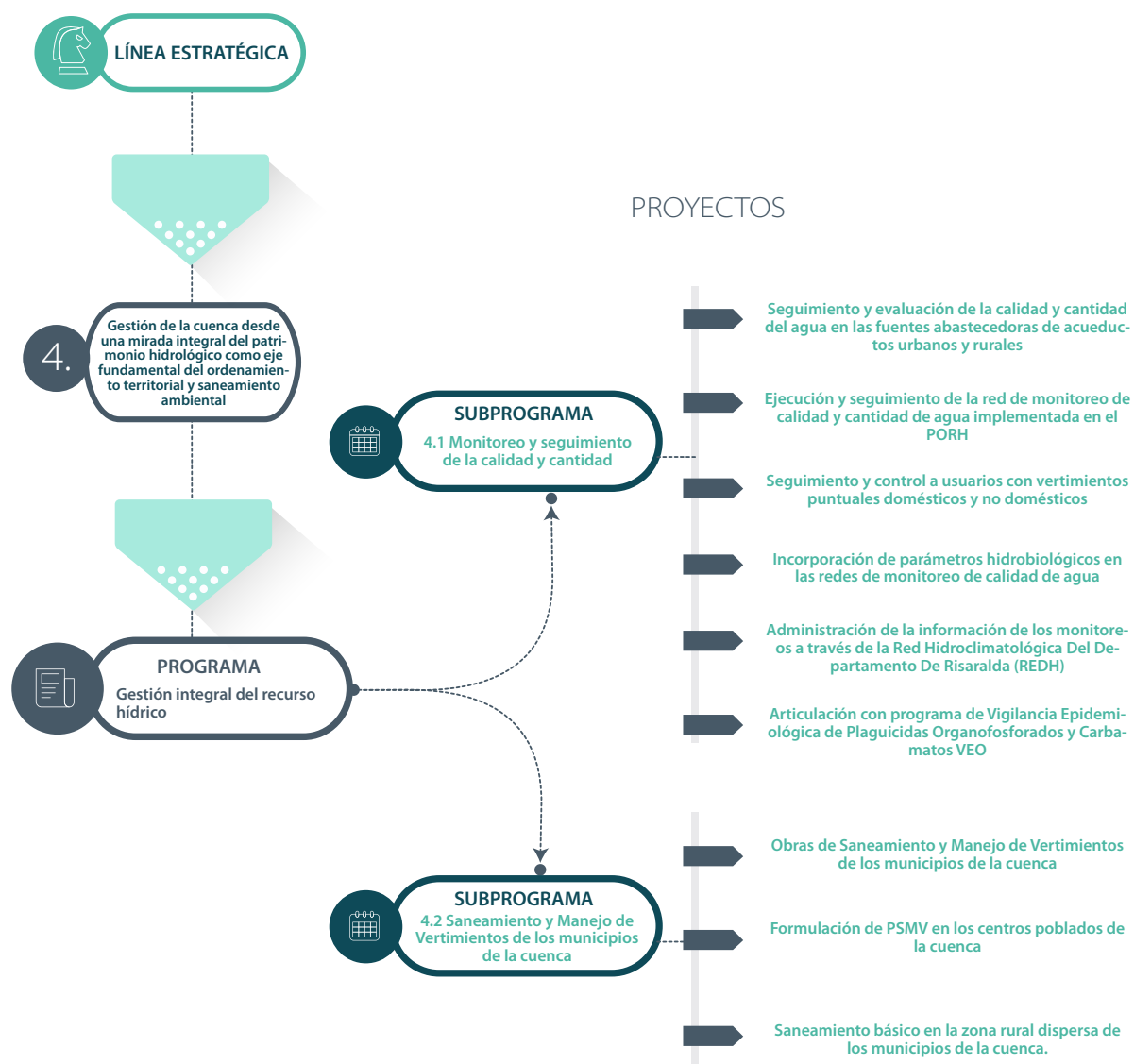


Ilustración 61. Línea estratégica 4.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

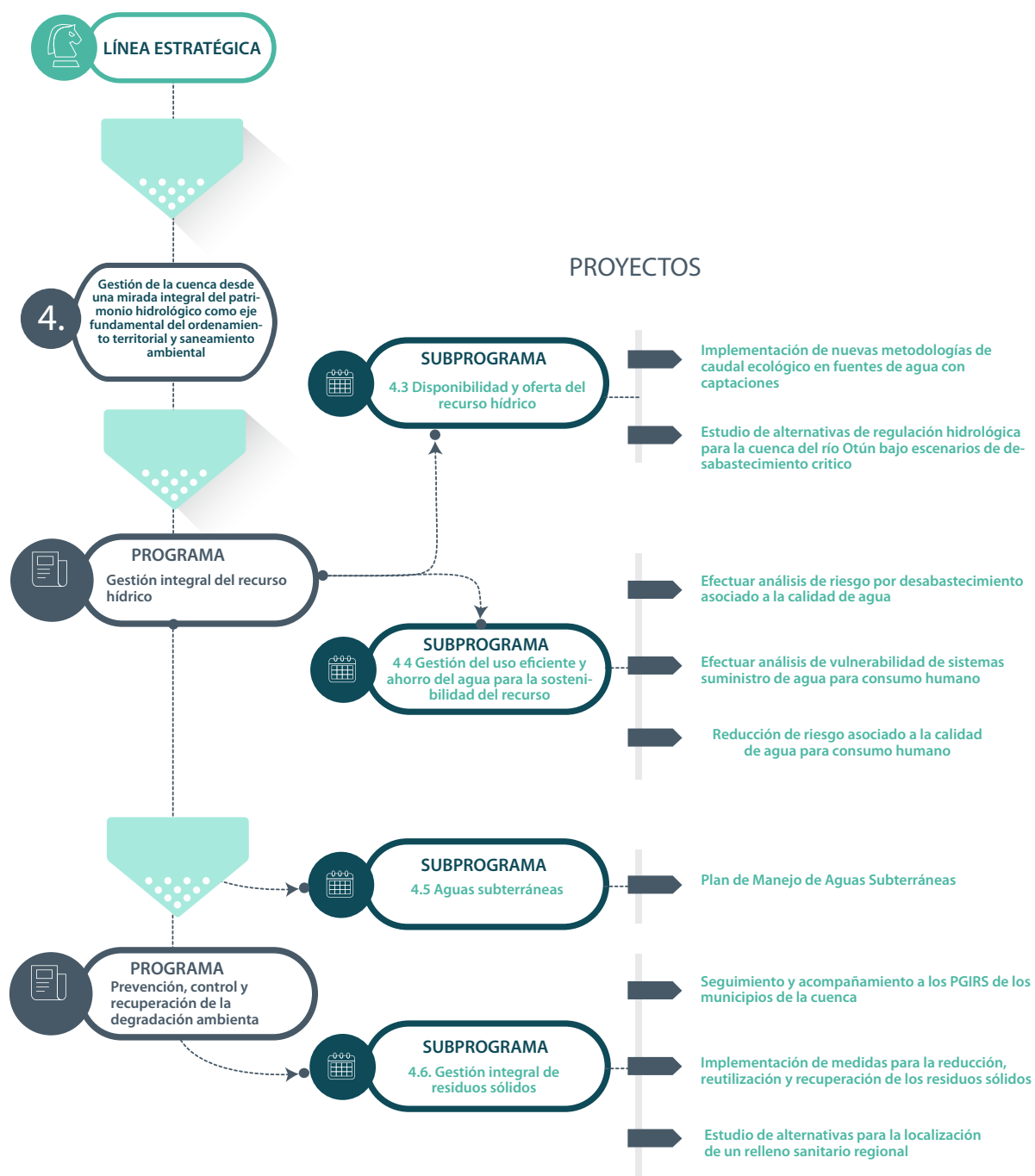


Ilustración 62. Línea estratégica 4 (continuación).
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

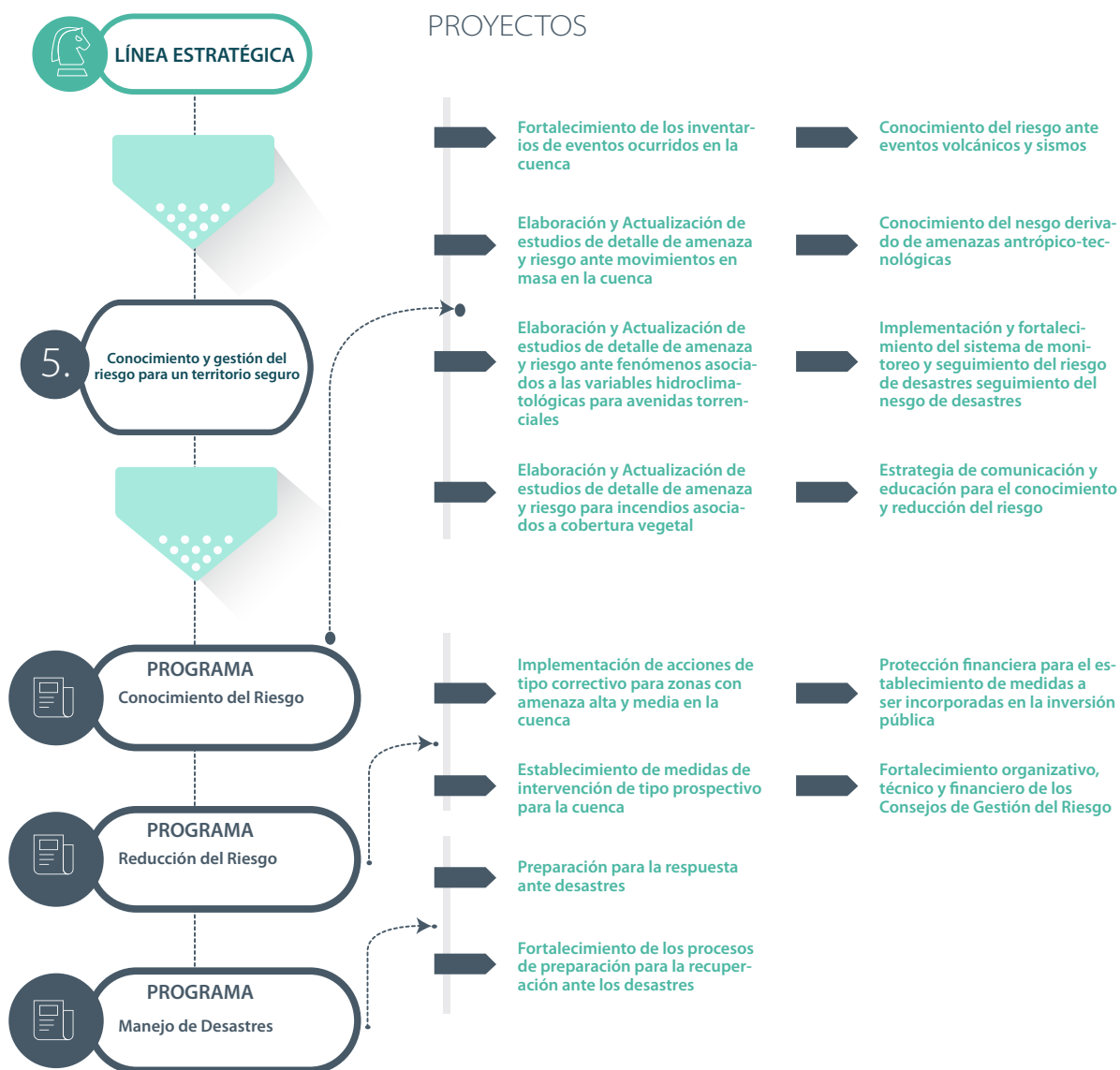


Ilustración 63. Línea estratégica 5.
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

La Estrategia 6 se encamina a los procesos de conservación y protección de la biodiversidad, como mecanismo que permitirá garantizar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos indispensables para la calidad de vida de la población de la cuenca (Ilustración 65).

El modelo de ocupación apuesta plantea que el 80% del territorio de la Cuenca debe estar representado en uso destinado a la conservación, lo cual induce a consolidar una línea estratégica muy fuerte en este tema. Para su cumplimiento se debe construir un modelo eficiente para la prestación de los servicios ecosistémicos, principalmente asociados a la regulación hídrica.

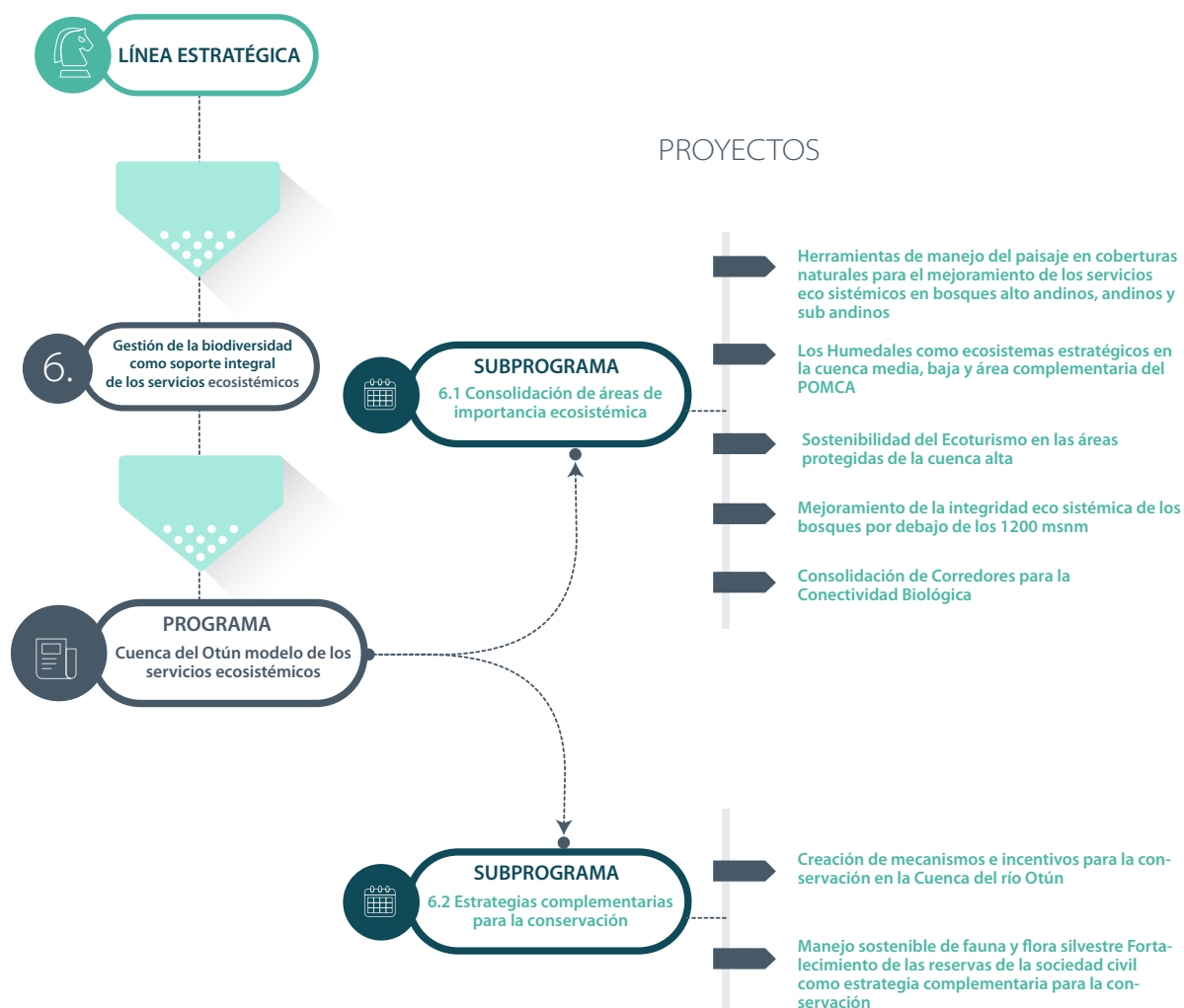


Ilustración 64. Línea estratégica 6.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

Por su parte, la Línea estratégica 7 (Ilustración 65) pretende consolidar las áreas de importancia ecosistémica en las diferentes figuras existentes y el establecimiento de estrategias complementarias para la conservación, que permitan la construcción de la estructura ecológica principal y garantizar la prestación de estos servicios, además de convertirse en un modelo para las Cuencas similares a la del río Otún.

La gestión del desarrollo rural (Línea estratégica 7) para el crecimiento verde en la cuenca, abarca todas las actividades que se dan en el contexto rural, incluyendo la consolidación de sistemas de producción sostenible, lo cual debe estar determinado por la oferta y la restricción ambiental del territorio, con miras a la implementación de un modelo de ocupación sostenible que garantice, por una parte, la adecuada producción y, por otra, el mantenimiento de la base natural (Ilustración 65).

De otro lado, los procesos de conservación de la biodiversidad y los procesos productivos no son procesos aislados, a pesar de que la Cuenca del río Otún no presenta tierras con capacidad de uso para actividades productivas intensivas, es más, tiene restricciones fuertes, es importante desarrollar modelos de producción acordes con esta realidad.

Para la Línea 8 (Ilustración 66), Gestión para la Adaptación y Mitigación a la variabilidad y Cambio Climático, se tuvieron en cuenta Los planes de Acción de CARDER Y CORPOCALDAS en los Programas de Gestión para la Adaptación y Mitigación a la variabilidad y Cambio Climático.

Finalmente, en el desarrollo de las 8 líneas estratégicas que se definieron en el contenido programático, se han plasmado los 66 proyectos necesarios para consolidar un modelo de ocupación del territorio articulado a las restricciones y potencialidades ambientales propias de la cuenca del río Otún, garantizando la sostenibilidad de las relaciones sociedad-naturaleza para los próximos 20 años.

Este modelo de ocupación reconoce como función principal la provisión de servicios ecosistémicos, entre ellos el abastecimiento de agua para consumo humano de los municipios de Pereira y parte de Dosquebradas, pues en el caso de este último también se trae agua en bloque desde Santa Rosa; aunado a ello, las acciones de conservación históricas que se vienen adelantando desde la década de los años 50, que hoy se evidencian en la presencia de diversas figuras de protección, tanto del Sistema Nacional, como del Sistema Departamental de Áreas Protegidas.

En términos de territorio, la apuesta en esta actualización del POMCA es tener un 86% de la cuenca destinada a la conservación y protección ambiental, para lo cual se deberán seguir protegiendo predios con presencia de ecosistemas estratégicos como el páramo y los humedales altoandinos, al igual que adelantar acciones de restauración en sus diferentes alcances, en predios que hoy tienen un uso productivo predominantemente en cultivo y pastos. La condición de incrementar el porcentaje de suelo en categorías de conservación tiene también una relación directa con brindar respuesta al 80% de las áreas críticas definidas con prioridad alta y media en función de los conflictos por uso del suelo, recurso hídrico, biodiversidad, alta susceptibilidad y amenaza del territorio a movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios. En este último caso, se parte del principio de abordar la gestión del riesgo con un enfoque prospectivo, donde la atención de los eventos se acompañe de una adecuada labor de prevención.

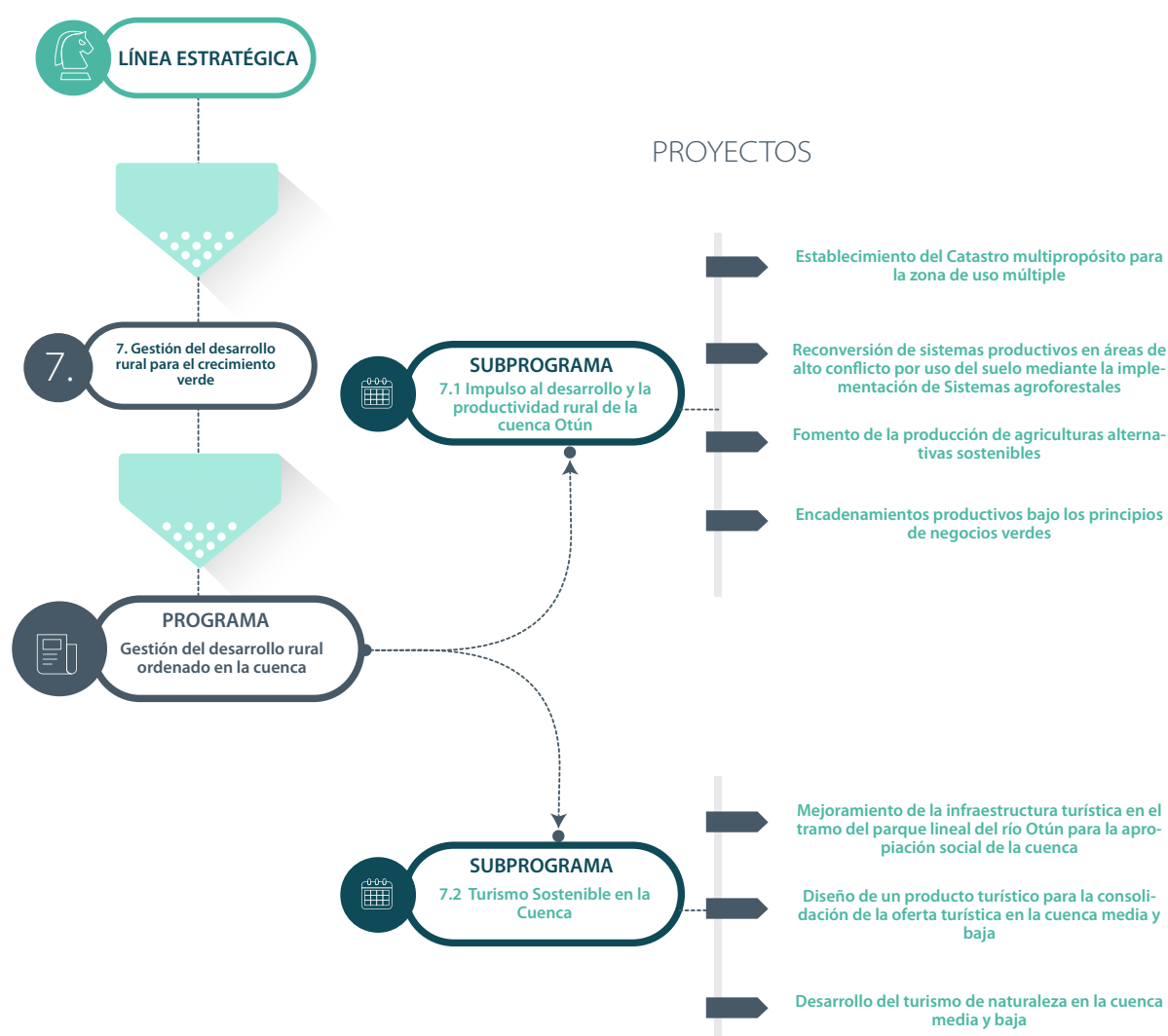


Ilustración 65. Línea estratégica 7.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

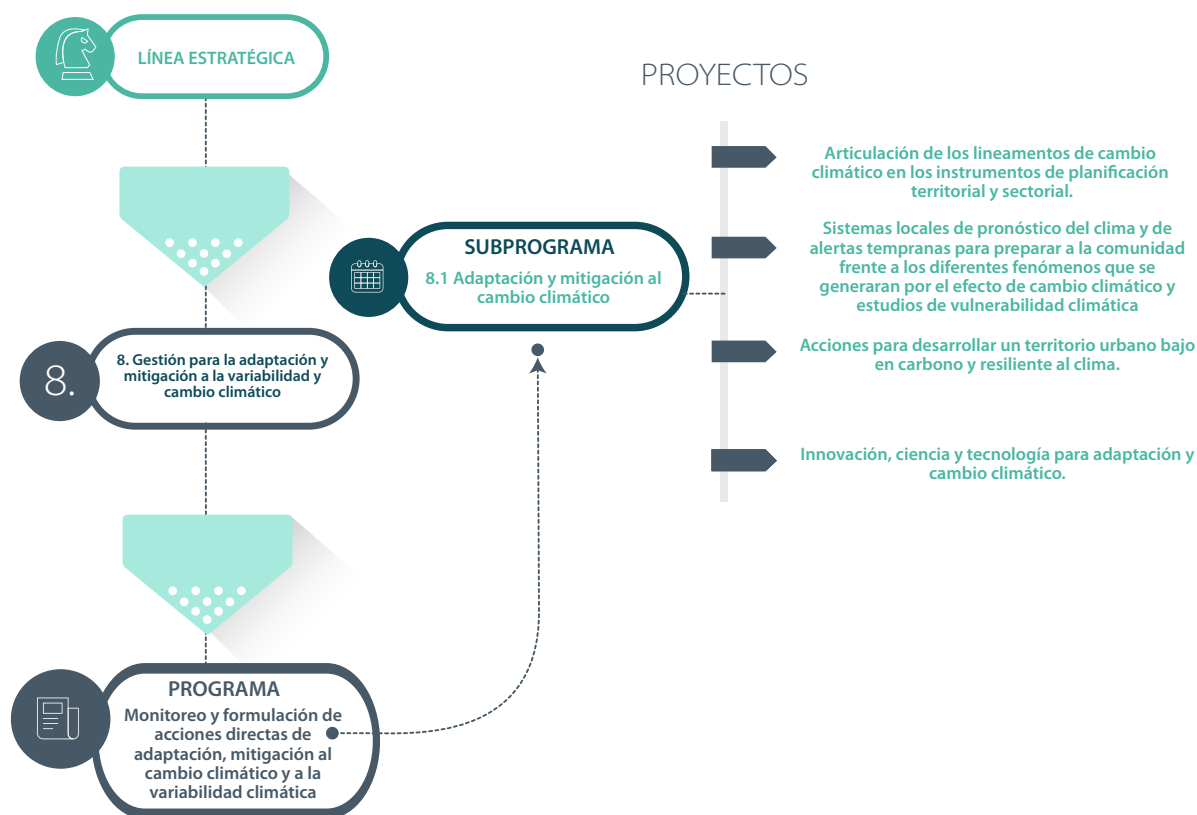


Ilustración 66. Línea estratégica 8.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2017.

La siguiente tabla (Tabla 57) resume el componente programático definido para la cuenca del río Otún y el presupuesto asignado para cada línea en porcentaje.

Línea Estratégica	Número de Proyectos	% Presupuesto
Gobernanza y fortalecimiento interinstitucional para una gestión compartida y efectiva	8	2,98%
La participación social como estrategia de desarrollo local y gestión ambiental	3	0,76%
Gestión del conocimiento y la investigación para la innovación en prácticas adecuadas para la cuenca	4	0.77%
Gestión de la cuenca desde una mirada integral del patrimonio hidrológico como eje fundamental del ordenamiento territorial y saneamiento ambiental	18	36.25%
Conocimiento y gestión del riesgo para un territorio seguro	14	46.64%
Gestión de la biodiversidad como soporte integral de los servicios ecosistémicos	8	3.60%
Gestión del desarrollo rural para el crecimiento verde	7	7.77%
Gestión para la adaptación y mitigación a la variabilidad y cambio climático	4	1.24%
Total	66	100%

Tabla 57. Presupuesto fase formulación POMCA Otún.

Referencia:

- *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013).
Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.
Bogotá D.C.*
- *CARDER, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún (2017).
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún. En línea.
Disponible en <http://siae.carder.gov.co/planificacion-y-ordenamiento-territorial>*



Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún
Libro Técnico

www.carder.gov.co

ISBN: 978-958-8487-47-2



9 789588 487472