



Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica

“AGUA PARA EL MAÑANA”



**VIII.SÍNTESIS
AMBIENTAL
VERSIÓN DEFINITIVA
FEBRERO 2017**

CONSORCIO ORDENAMIENTO CUENCA RIO OTÚN

Carrera 18 E Nro. 42 B 352, Local 5
(6) 3141728 Pereira (Risaralda)
pomcasrisaralda@gmail.com
@POMCASRisaraldayOtún
#POMCASRisaralda



MINAMBIENTE



MINHACIENDA



Fondo
Adaptación



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

..

TABLA DE CONTENIDO

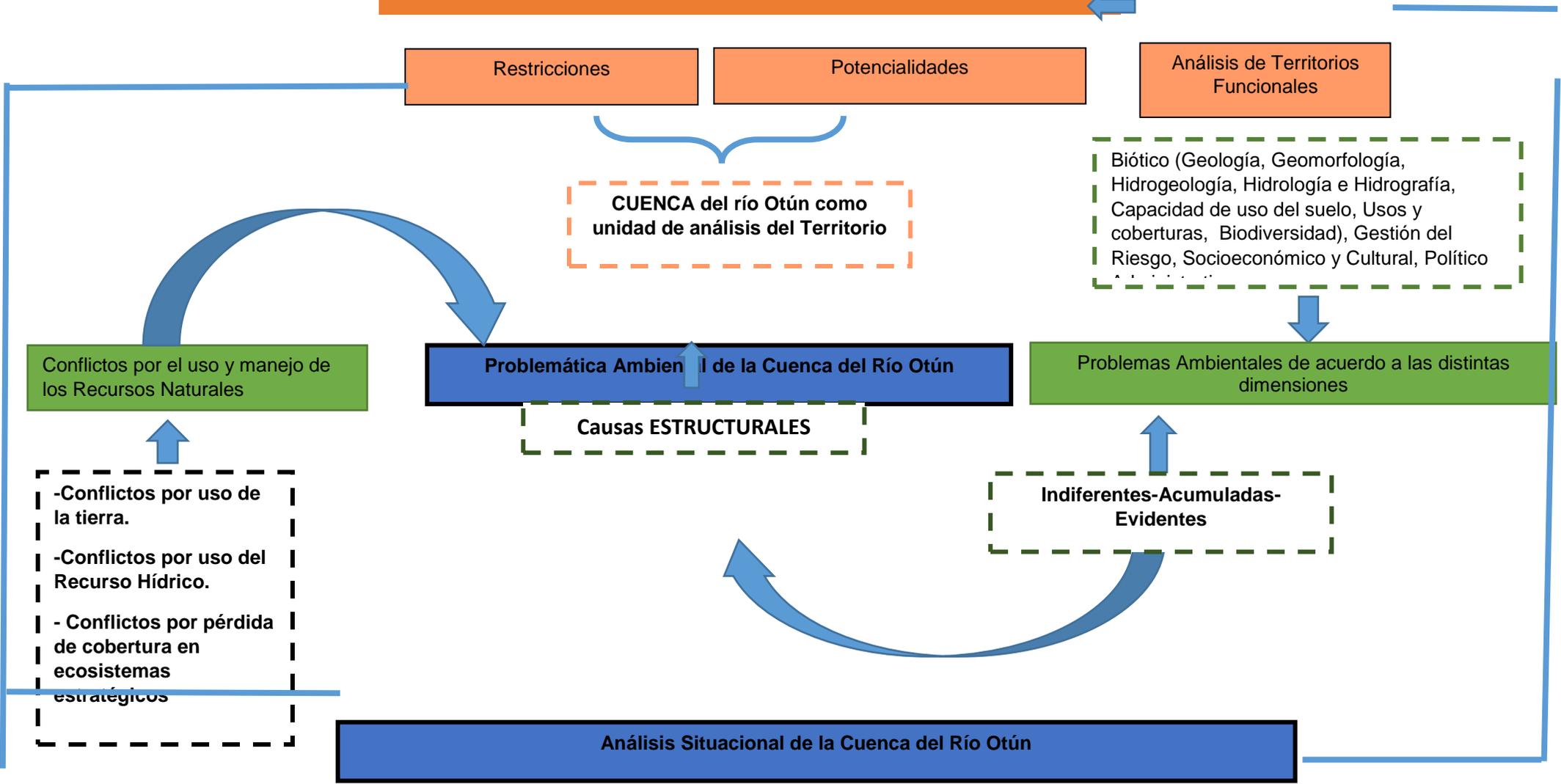
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS	5
3. DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS	11
3.1 ÁREAS CRÍTICAS MUY PRIORITARIAS	13
3.2 ÁREAS CRÍTICAS DE MEDIANA PRIORITARIDAD.....	14
3.3 ÁREAS CRÍTICAS DE POCA PRIORIDAD	15
4. CONSOLIDACIÓN DE LÍNEA BASE DE INDICADORES	16
5. BIBLIOGRAFÍA.....	81

1. INTRODUCCIÓN

El análisis integral de la situación actual de la cuenca, deberá permitir identificar, espacializar y priorizar los principales problemas y conflictos que afectan la disponibilidad y calidad de los recursos naturales renovables en la cuenca (causas, efectos y soluciones), así como determinar las áreas críticas en la cuenca y los asuntos y las variables clave que alimentarán los análisis prospectivos y de zonificación que se desarrollarán en la siguiente fase de la ajuste del POMCA.

Se presenta también la consolidación de la línea base de indicadores, a partir del análisis situacional, en el cual se identificaron y analizaron las potencialidades y las limitantes. Se estructura la síntesis ambiental sobre la cual se fundamentan el análisis integral de la situación actual de la cuenca de acuerdo a los resultados de la caracterización de los componentes biofísico, socioeconómico, administrativo y de gestión del riesgo.

DIAGRAMA SÍNTESIS AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

2. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS

Se identificó un número de problemas entre todos los componentes, los cuales fueron calificados de acuerdo a ocho (8) criterios para priorizar los problemas acumulados, indiferentes y evidentes:

Problemas Ambientales Indiferentes	Donde se ubican los problemas que no guardan relación con los alcances del POMCA	8-13
Problemas Ambientales Acumulados	Donde se localizan los problemas que a través de la historia se han configurado y también tienen incidencia actualmente en el territorio	14-19
Problemas ambientales Evidentes	Donde se encuentran los problemas concretos que develan en la actualidad la problemática y sobre los que es posible generar acciones de manejo	>19

- 1. Urgencia (U)** Denota si es imprescindible actuar de inmediato sobre el problema, si se puede esperar o si es indiferente actuar sobre éste.

Es imprescindible actuar ahora = 3	Se puede esperar = 2	Es indiferente = 1
------------------------------------	----------------------	--------------------

- 2. Alcance (A)** Evidencia la representatividad de su efecto sobre la población

Afecta a muchas personas = 3	A algunas personas = 2	A pocas personas = 1
------------------------------	------------------------	----------------------

- 3. Tendencia o evolución (T)** Muestra la evolución del problema; si la tendencia está orientada a empeorar, si es estable o podrá mejorar.

Tiende a empeorar = 3	Esta estable = 2	Tiende a mejorar = 1
-----------------------	------------------	----------------------

- 4. Gobernabilidad (G)** Grado de dificultad política del problema, es decir, si las posibles causas del problema están fuera o bajo el control de los actores.

No gobernable = 1	Gobernabilidad media = 2	Gobernabilidad alta = 3
-------------------	--------------------------	-------------------------

- 5. Medios disponibles para el manejo del problema (M)** Este criterio está relacionado con la gobernabilidad que tienen los actores sobre el problema ambiental, en cuanto representa el grado de coherencia entre

la disponibilidad de poder político; las capacidades organizativas, de coordinación, gestión; así como la capacidad instalada y los recursos económicos con los que cuentan para el manejo del problema.

Ninguno = 1	Poder político, capacidad organizativa o recursos económicos = 2	Todos = 3
-------------	--	-----------

6. Tiempo de ejecución de las posibles acciones para el manejo del problema (T) Está relacionado con los medios disponibles de los actores para el manejo del problema ambiental, puesto que trata de concretar el lapso de tiempo probable en el que se podrá mostrar un cambio significativo en el problema.

Fuera del período del POMCA = 1	Parte significativa dentro del período del POMCA = 2	Dentro del período del POMCA = 3
---------------------------------	--	----------------------------------

7. Valor político del problema ambiental para los actores (VP) Se refiere a la importancia atribuida al problema ambiental por los actores, de acuerdo a los efectos directos o indirectos que dicho problema tiene sobre el territorio.

Sin efectos = 1	Efectos indirectos = 2	Efectos directos = 3
-----------------	------------------------	----------------------

8. Contribución del POMCA sobre el problema (C) Este último criterio es de síntesis y obliga a pronosticar, con base a todos los criterios anteriores, el balance de contribución del POMCA sobre el problema ambiental.

Baja = 1	Media = 2	Alta = 3
----------	-----------	----------

De acuerdo a lo anterior se presenta en la siguiente tabla la clasificación de los problemas de acuerdo a su categoría de Estructurales, indiferentes y evidentes.

Problemas	U	A	T	G	M	Ti	V	CP	To tal	Categorización de los problemas
En la unidad de gestión hidrológica "Zona Alta" que hace referencia al área aferente de la bocatoma multipropósito Nuevo Libare, punto en el que se realiza la captación de agua para los municipios de Pereira y parte de Dosquebradas, se identificó un IUA MUY ALTO	3	3	3	3	3	3	3	3	24	Problemas Evidentes
Desarrollo de actividades económicas en la zona media y baja que impactan negativamente la calidad del agua	3	3	3	3	3	3	3	3	24	Problemas Evidentes
El río Otún recibe las descargas de aguas residuales del 41% de la ciudad de Pereira y el 211% del municipio de Dosquebradas	3	3	3	3	3	3	3	3	24	Problemas Evidentes
Extracción ilegal de biota silvestre	3	2	3	2	2	2	3	3	20	Problemas Evidentes
Ecosistemas estratégicos (humedales) sin identificar ni caracterizar y/o sin figuras de protección	3	2	3	3	3	3	3	3	23	Problemas Evidentes
Presencia de especies introducidas (exóticas e invasoras)	3	2	3	3	3	2	3	3	22	Problemas Evidentes
Se presenta una fragmentación extrema de coberturas naturales en la parte media de la cuenca	3	3	3	3	3	2	3	3	23	Problemas Evidentes
Contaminación de las aguas subterráneas captadas	3	3	3	3	3	3	3	3	24	Problemas Evidentes
Para el área de la cuenca el 64 % del territorio está asociado a relieves montañosos erosionales, cuyas geoformas son laderas en altas pendientes, influyendo en la alta incidencia de potenciales procesos de movimientos en masa y que determinan la alta incidencia en potenciales procesos que puedan generarse; adicionalmente este tipo de geoformas ha sido altamente intervenidas antropicamente con cambios de uso del suelo y/o aspectos constructivos que ocasionan modificación topográfica y variación en las condiciones actuales del sitio.	3	3	3	2	3	3	3	3	23	Problemas Evidentes
Los relieves asociados a geoformas de ladera tienen una alta intervención antrópica en relación a los cambios del uso del suelo y/o aspectos constructivos, que pueden generar movimientos masales que afectarían la infraestructura de servicios, movilidad, pérdida de ecosistemas estratégicos. Esta situación se evidencia en casi toda el área de la cuenca exceptuando la parte baja.	3	3	3	3	3	3	3	3	23	Problemas Evidentes
Tanto desde la observación como de los talleres participativos se percibe y evidencia un desconocimiento por parte de los habitantes de la real incidencia en la intervención en estos sitios para potenciales procesos erosivos y afectación de los elementos existentes.	3	3	3	3	3	3	3	3	23	Problemas Evidentes

Se identificaron un total de 51 procesos activos de los cuales predominan los rotacionales, flujos y desprendimientos asociados a cortes viales que podrían generar la interrupción de la comunicación al interior de la cuenca. Los sectores mas afectados por procesos activos estan asociados con al alto del Oso, Alto del Toro, Bananera-cedralito, Boqueron-aguazul-La cruz, Alto del nudo, y Combia.	3	3	3	3	3	2	3	3	23	Problemas Evidentes
El 27,7% del área de la cuenca es considerada como áreas inestables, que pueden afectar los sistemas productivos, movilidad, pérdida de infraestructura, pérdida de áreas de ecosistemas estratégicos. Estas áreas fueron determinadas por fenómenos antiguos (82%) y recientes (29%), además se incluyen el río Barbo, sector Este de la cuenca, sector de Cerritos y el sector de Estación Pereira	3	3	3	3	3	2	3	3	19	Problemas Acumulados
Las Areas protegidas de la cuenca que presentan un alto grado de fragilidad ecosistémica al estar expuestas a zonas críticas de alta susceptibilidad y que coinciden con una alta amenaza para la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa podrían generar pérdidas de biodiversidad y contribuir a la generación de avenidas torrenciales, principalmente en las zonas del Cedral hacia la parte alta de la cuenca.	3	3	3	3	3	2	3	3	19	Problemas Acumulados
De 73 veredas que conforman la cuenca, 57 de estas se encuentran en zonas de amenaza y susceptibilidad, siendo la vereda planadas la de mayor afectacion con un cubrimiento de 76,44% del total de la vereda, seguida de la vereda gaitan hacia el casco urbano de Dosquebradas con un 56,87%, que podría afectar al tejido urbano.	3	3	3	3	3	2	3	3	22	Problemas Evidentes
Amenaza alta para movimientos masales principalmente en bosques densos altos de tierra firme correspondiendo a la parte alta de la cuenca, con posibles pérdidas en fauna y flora	3	3	3	3	3	2	3	3	19	Problemas Acumulados
Amenaza entre media a baja en usos del suelo de cultivos de toda la cuenca, con afectación principalmente a los cultivos de café, cebolla, citricos, maiz y caña de azucar.	3	3	3	3	3	2	3	3	18	Problemas Acumulados
El 6,34% de las edificaciones identificadas en las áreas susceptibles a movimientos en masa, presentan una amenaza alta y el 91.72% presentan amenaza baja a movimientos masales, lo que genera afectación de las condiciones físicas de las edificaciones.	3	3	3	3	2	2	3	3	17	Problemas Acumulados
Las vías presentan una amenaza alta en un 33,43% y un 66,12% con amenaza baja a movimientos masales, situación que genera cortes para la comunicación vial principalmente en el sector La Romelia- El Pollo y en las vías secundarias y terciarias de la red vial de la cuenca.	3	3	3	3	3	2	3	3	16	Problemas Acumulados

El 83,3% de las bocatomas localizadas en la cuenca presentan una amenaza baja a fenomenos de remosi3n en masa, correspondientes a 47 estructuras de captacion especialmente en la bocatoma multiprop3sito Nuevo Libar3 y dem3s captaciones, lo cual podra generar interrupciones al servicio de abastecimiento de agua	3	3	3	3	3	2	3	3	16	Prob lemas Acumulados
La materializaci3n del riesgo para todos los escenarios a nivel general de la cuenca estar3 en funci3n del incremento del nivel fre3tico, inclusi3n del detonante s3smico, tipo de combustible, cobertura vegetal, incremento de lluvias, que elevan el riesgo a niveles medios en las zonas criticas (alta y media alta susceptibilidad), arrojando valores por debajo de la unidad para los factores de seguridad, generando afectaciones a vidas humanas, infraestructuras, ecosistemas, sistemas productivos, prestaci3n de servicios, entre otros.	3	3	3	3	3	2	3	3	19	Prob lemas Acumulados
Las condiciones actuales representadas por el escenario 3 (seco y sin sismo), evidencian todos los elementos en riesgo bajo, pero al incluir el detonante sismico se aumenta el nivel de riesgo a MEDIO para viviendas, puentes, bocatomas, vias y areas de cultivos produciendo un aumento de hasta el 31 % con respecto a las condiciones actuales	3	3	3	3	3	2	3	3	19	Prob lemas Acumulados
Las condiciones actuales representadas por el escenario 3 (seco y sin sismo), evidencian todos los elementos en riesgo bajo, pero al incluir el detonante sismico y saturacion parcial de humedad se aumenta el nivel de riesgo a MEDIO para viviendas, puentes, bocatomas, vias y areas de cultivos produciendo un aumento de elementos hasta del 61 % con respecto a las condiciones actuales	3	3	3	2	2	1	3	2	19	Prob lemas Acumulados
Las condiciones actuales representadas por el escenario 3, evidencian todos los elementos en riesgo bajo, pero al incluir el detonante sismico y saturacion total de humedad se aumenta el nivel de riesgo a MEDIO para viviendas, puentes, bocatomas, vias y areas de cultivos produciendo un aumento de elementos hasta del 75% con respecto a las condiciones actuales	3	3	3	2	2	1	3	2	17	Prob lemas Acumulados
Los PRAES y PRAU no se encuentran articulados con el proceso de ordenaci3n y manejo de la cuenca.	3	2	2	3	3	3	3	3	18	Prob lemas Acumulados
Ocupaci3n inadecuada en zonas forestales protectoras en 3reas rurales y urbanas para los municipios de Santa Rosa de Cabal, Pereira y Dosquebradas	3	3	3	2	2	1	3	2	16	Prob lemas Acumulados
Presi3n urbana sobre 3reas protegidas como el Alto del Nudo y microcuencas del corregimiento de Combia y ecosistemas estrat3gicos en el corregimiento de Cerritos.	3	3	3	2	2	1	2	2	17	Prob lemas Acumulados
En la parte baja de la cuenca (sector Estaci3n Pereira), existen viviendas en condicines de	3	3	3	1	2	1	2	2	18	Prob lemas Acumulados

Sobreexplotación del cauce del río Otún y la quebrada Dosquebradas, generando inundaciones por cambios del curso original del río, impacto visual, deforestación y la modificación del paisaje.	3	3	3	2	2	1	2	2	19	Problemas Acumulados
Profundización del cauce, pérdida del material duro de las playas y socavación de orillas por efectos de la sobreexplotación del cauce de los ríos Otún y la quebrada Dosquebradas	3	3	3	2	2	1	2	3	19	Problemas Acumulados
Ocupación irregular de las zonas forestales protectoras con la construcción de “cambuches” o campamentos que con el tiempo se convierten en permanentes y migran al uso residencial.	3	2	3	1	1	1	2	1	14	Problemas Acumulados
Enfermedades de la piel en areneros que explotan el material del río Otún y la quebrada Dosquebradas.	3	3	3	2	1	1	1	1	15	Problemas Acumulados
Desarticulación entre los planes, programas y proyectos ambientales de las diferentes instituciones de la cuenca	3	3	2	2	2	1	2	2	17	Problemas Acumulados
Muchos de los planes, programas y proyectos ambientales propuestos por las instituciones no obedecen a las problemáticas ambientales	3	3	2	3	3	3	1	2	20	Problemas Evidentes
Baja capacidad instalada para la gestión ambiental de las organizaciones de base para acceder a proyectos de carácter ambiental.	3	3	2	3	3	3	2	2	21	Problemas Evidentes

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

3. DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS

Para la determinación de las áreas críticas para la cuenca del río Otún se utilizaron los resultados obtenidos en el análisis situacional con respecto a los diferentes conflictos por el uso del agua, conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos, conflictos por los usos del suelo por sobreutilización, los cuales contienen las variables propuestas para esta definición. Este mapa también muestra las áreas críticas en función de las zonas de alta amenaza por movimientos de masa, incendios por cobertura vegetal y avenidas torrenciales.

Los resultados del cruce de la información de los diferentes conflictos se recategorizaron en función de grados de prioridad, obteniendo tres clases (muy prioritario, medianamente prioritario y de poca prioridad).

De esta manera se muestra que para la cuenca, las zonas críticas de grado muy prioritarias presentan el 26,63 % del territorio que evidencian aproximadamente 15.137 hectáreas; las zonas críticas medianamente prioritarias tienen una extensión aproximada de 32.524 hectáreas con un 57,22 % de la cuenca; y por último para las áreas críticas de poca prioridad se estimaron aproximadamente 9,178 hectáreas con un 16,15 de la zona

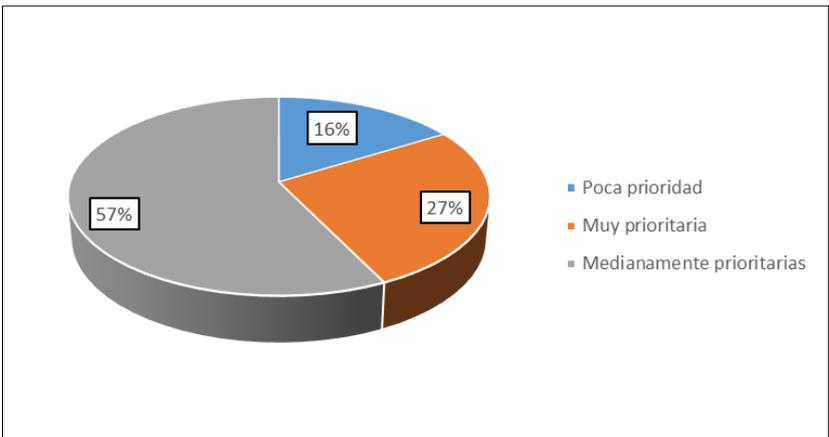


Figura 1 Áreas críticas según prioridad

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

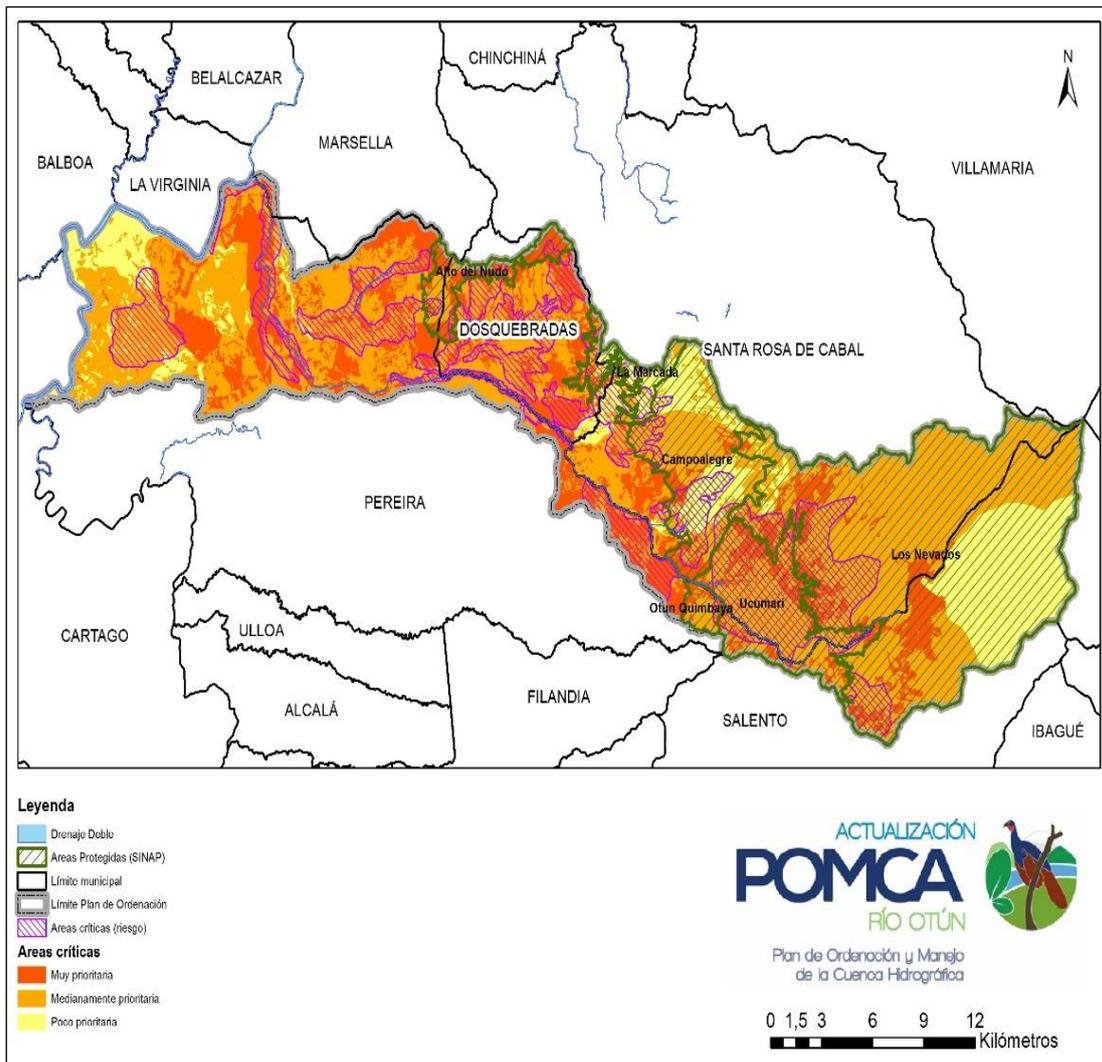


Figura 2 Mapa de Áreas Críticas

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

3.1 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 (Figura 3). Estas zonas se deberán tener en cuenta en las fases siguientes del Plan de Ordenación y Manejo para priorizar acciones de manejo.

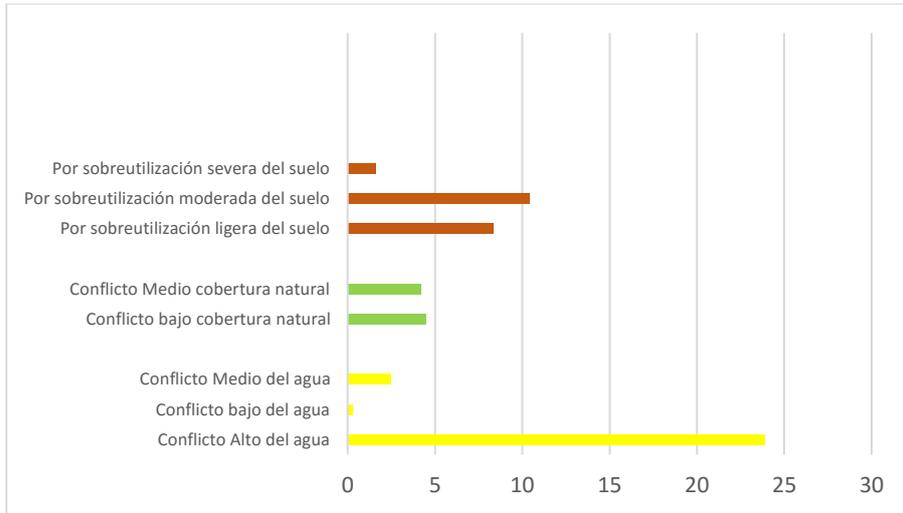


Figura 3 Áreas críticas muy prioritarias
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Otún, 2016

3.2 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%). Los conflictos por pérdida de coberturas naturales en ecosistemas estratégicos: Medio (0,18%) y Bajo (1,09%) y por conflictos de uso de la tierra por sobreutilización (11,35%), distribuidos en ligera, moderada y severa (Figura 4).

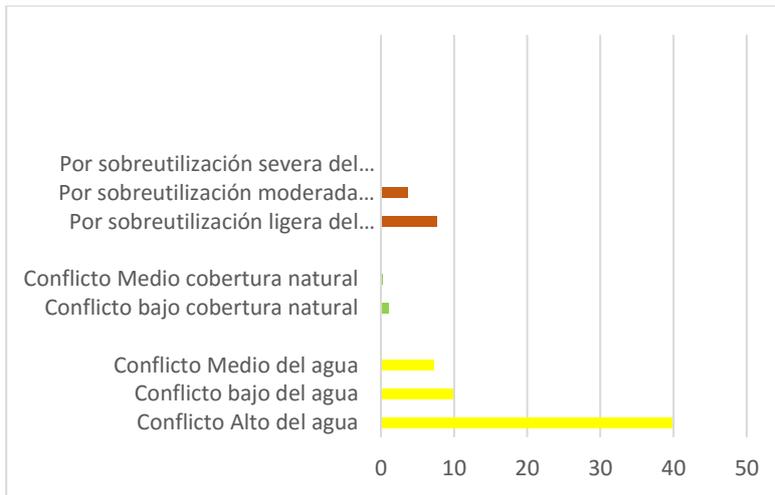


Figura 4 Áreas críticas de mediana prioridad
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Otún, 2016

3.3 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 (Figura 5).

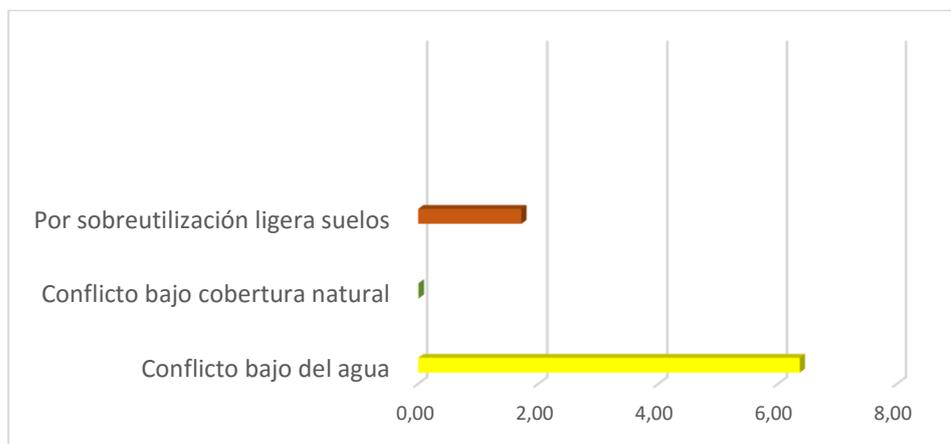
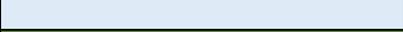


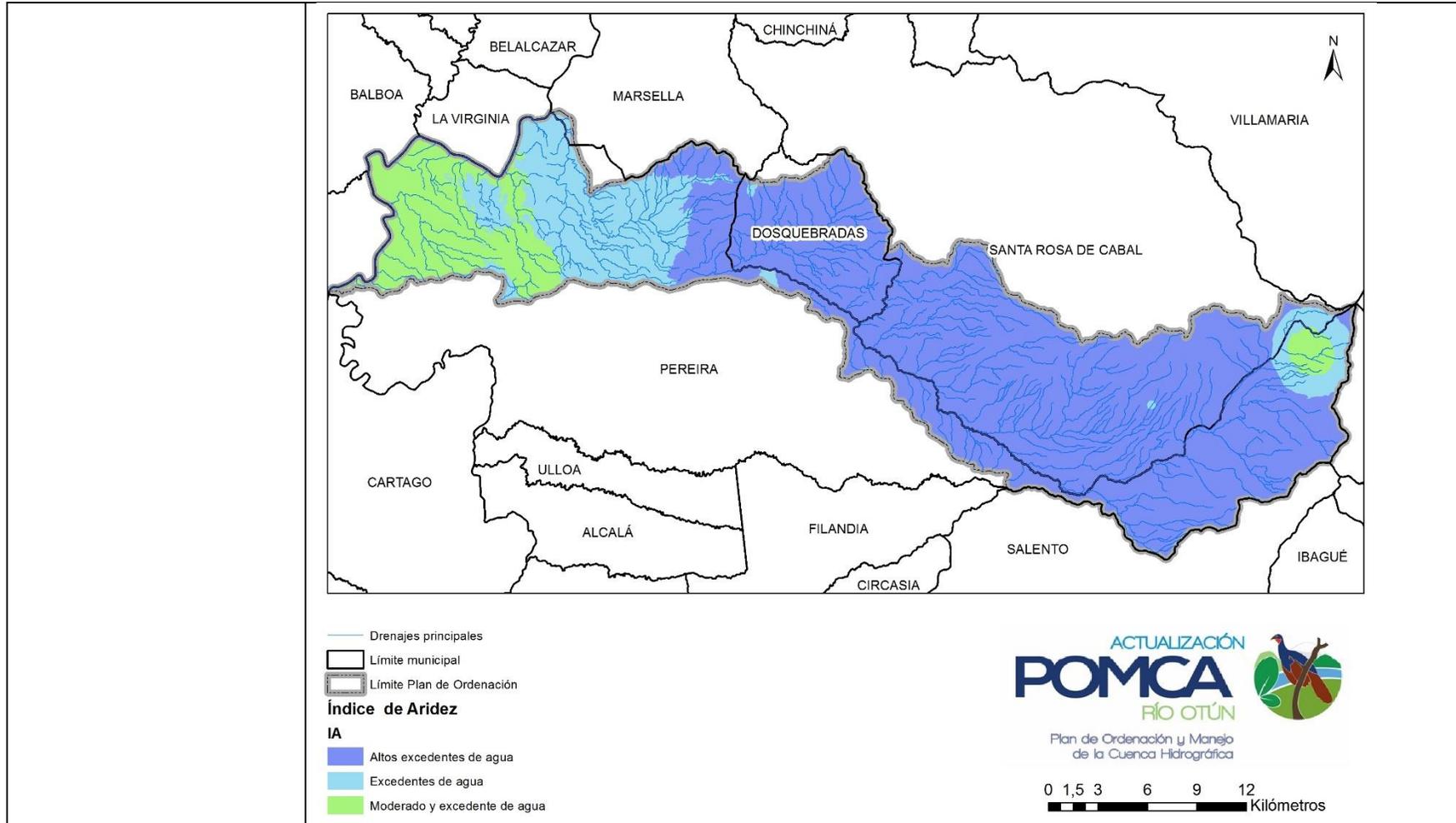
Figura 5 Áreas con prioridad baja

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

4. CONSOLIDACIÓN DE LÍNEA BASE DE INDICADORES

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO			
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA			
Elemento	DESCRIPCIÓN		
Nombre y sigla	Índice de Aridez (IA)		
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas		
Definición	Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM, 2010).		
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$		
Variables y Unidades	Donde: Ia: índice de aridez (adimensional) ETP: evapotranspiración potencial (mm) ETR: evapotranspiración Real (mm)		
Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas, adicionalmente para la cuenca se cuenta con información de estaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, La Central Hidroeléctrica de Caldas y la Red Hidrometeorológica del departamento de Risaralda.		
Interpretación de la calificación	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)	

Resultados y análisis	<p>En la siguiente figura se observa los resultados del Índice de Aridez (IA) en la cuenca del río Otún, se presentan tres tipos de calificación dentro de las categorías de este índice; para la parte alta (nacimiento del río Otún) área de influencia de la Laguna del Otún, se presentan excedentes de agua y moderados excedentes de agua, esto se puede deber a que es en la zona donde se presentan las precipitaciones más bajas de la cuenca. Posteriormente y toda el área restante correspondiente a la parte alta de la cuenca en donde se encuentran las subcuencas río Azul, río Barbo, río San José y quebrada Dosquebradas, es decir en cinco de las ocho subcuencas incluidas en la cuenca se presentan altos excedentes de agua, lo cual se puede atribuir a que en esta zona se presenta los mayores valores de precipitación, en lo que se denomina el óptimo pluviométrico.</p> <p>Hacia la parte media baja de la cuenca, en jurisdicción de la subcuenca Combia y desembocadura del río Otún al río Cauca, se presentan excedentes de agua, lo cual se puede atribuir a disminución del régimen de precipitación y de pendientes.</p> <p>Finalmente, el área adicional POMCA, que corresponde a directos al Cauca y en donde se encuentra la subcuenca Quebrada Grande y Hatoviejo, se presentan moderados y excedentes de agua.</p> <p>Se puede establecer entonces que la cuenca del río Otún presenta suficiencia de precipitación, para el sostenimiento de los ecosistemas que se desarrollan en dicha cuenca, adicionalmente y teniendo en cuenta que el carácter de la cuenca es de abastecimiento de agua, es muy importante que aguas arriba de la bocatoma no se presente déficit de agua.</p>
------------------------------	--



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Elemento	DESCRIPCIÓN			
Nombre y sigla	Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)			
Objetivo	Estimar la capacidad que tiene una cuenca para retener o regular el flujo de humedad			
Definición	El índice de regulación y retención hídrica fue definido en el estudio nacional del agua 2010 (IDEAM, 2010), como la capacidad que tiene una cuenca o subcuenca de retener o regular el flujo de humedad a través de esta.			
Fórmula	$IRH = VP/Vt$			
Variables y Unidades	Donde: IRH: Índice de retención y regulación hídrica VP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios			
Insumos	El principal insumo para el cálculo de este índice se basa en la curva de duración de caudales construida a partir de caudales medios diarios, realizando la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diario.			
Interpretación de la calificación		Rango de valores del indicador	Clasificación	Descripción
		>0,85	Muy Alto	Muy Alta Retención y Regulación de Humedad
		0,75-0,85	Alto	Alta Retención y Regulación de Humedad
		0,65-0,75	Moderado	Media Retención y Regulación de Humedad
		0,50-0,65	Bajo	Baja Retención y Regulación de Humedad
		<0,50	Muy Bajo	Muy Baja Retención y Regulación de Humedad
Resultados y análisis	Tabla: resultados del IRH, calculado para la oferta hídrica de caudales diarios históricos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.			
		ZONA HIDROGRÁFICA	IRH	CATEGORÍA
		F.H. Los Naranjos	0,62	Bajo
		F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	0,61	Bajo
		F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	0,60	Bajo

	F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	0,60	Bajo
	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	0,62	Bajo
	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	0,62	Bajo
	F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina	0,63	Bajo
	F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	0,63	Bajo
	F.H. Q. Manizales	0,61	Bajo
	F.H. Q. Tomineja	0,64	Bajo
	FH. Cauca	0,65	Bajo
	Q. Aguazul	0,68	Moderado
	Q. Bocachica	0,65	Bajo
	Q. Frailes	0,59	Bajo
	Q. Garrapata	0,66	Moderado
	Q. La Fría	0,62	Bajo
	Q. La Víbora	0,63	Bajo
	Q. Leticia	0,64	Bajo
	Q. Molinos	0,61	Bajo
	Q. Monos	0,61	Bajo
	Q. Pedregosa	0,62	Bajo
	Q. San Juan	0,62	Bajo
	Q. Volcanes	0,62	Bajo
	Quebrada Grande	0,65	Bajo
	Quebrada Hato viejo	0,66	Moderado
	Río Azul	0,66	Moderado
	Río Barbo	0,62	Bajo
	Río San José	0,61	Bajo

	Zona Alta	0,63	Bajo
	Zona baja	0,64	Bajo
	Zona media	0,64	Bajo

En los resultados que se muestran en las Tablas “IRH calculado para oferta hídrica de caudales diarios históricos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA” se evidencia que el Índice de retención hídrica permanece BAJO en la mayor parte de las zonas o franjas hidrográfica y MODERADO en las quebradas Aguazul, Garrapatos, Hato Viejo y en río Azul, esta situación obedece a las altas pendientes que presenta la Cuenca, a la alta intensidad de las lluvias en la zona de estudio, lo que hace que escorrentía directa se active casi de manera instantánea, haciendo que se presentes caudales picos con magnitudes altas y con bastante recurrencia, de esta manera si se evalúa el caudal medio en uno de los puntos de la red de monitoreo frente a la curva de duración de caudales este permanecería o sería superado más del cincuenta por ciento del tiempo, sin embargo esto también hace que el caudal ambiental este muy cerca del caudal promedio, lo cual para efectos de oferta hídrica superficial disponible hace que esta sea muy baja.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Elemento	DESCRIPCIÓN		
Nombre y sigla	Índice de Uso del Agua (IUA)		
Objetivo	Estimar la presión en cuanto a cantidad de agua, que ejercen los diferentes usos del recurso hídrico.		
Definición	Este índice identifica la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores y/o usuarios en un período determinado (<i>anual, mensual</i>) y unidad espacial de análisis (<i>área, zona, subzona</i>), en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales (IDEAM, 2010).		
Fórmula	$UA = \frac{Oh}{Dh} * 100\%$		
Variables y Unidades	Donde: Dh: Demanda hídrica, m3/s Oh: Oferta hídrica superficial disponible, m3/s		
Insumos	Para la determinación del IUA se requiere del cálculo de la demanda hídrica sectorial y la oferta hídrica disponible de cada una de las unidades hidrográficas de análisis.		
Interpretación de la calificación	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.												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ZONA HIDROGRÁFICA</th> <th>DEMANDA HÍDRICA</th> <th>OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MEDIOS</th> <th>IUA</th> <th>CATEGORÍA</th> <th>ÁREA (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuenca del río Otún</td> <td>15299,7</td> <td>13,8953</td> <td>110,1</td> <td style="background-color: red;">MUY ALTO</td> <td>49149</td> </tr> </tbody> </table>	ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA	OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MEDIOS	IUA	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	Cuenca del río Otún	15299,7	13,8953	110,1	MUY ALTO	49149
ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA	OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MEDIOS	IUA	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)								
Cuenca del río Otún	15299,7	13,8953	110,1	MUY ALTO	49149								
	<p>El indicador para la cuenca del río Otún está mostrando una MUY ALTA presión sobre el recurso, esto se puede explicar cómo se muestra en la tabla anterior, que la oferta y la demanda hídrica en la cuenca del río Otún es similar en el punto de cierre. Sin embargo en este escenario no se está teniendo en cuenta que al río Otún durante todo su recorrido retorna aproximadamente el 40% del agua que ha sido usada en el consumo humano, no se habla de un caudal de retronó del 90%, ya que, parte del agua que es extraída de la cuenca del río Otún, es transvasada o entregada en forma de aguas residual a la cuenca del río Consota; adicionalmente se debe tener en cuenta que en el cierre de la cuenca del río Otún los caudales de 7,2 y 4,5 m³/s concedidos para la generación de energía han sido retornados a esta fuente hídrica, al igual que el de 0,8 m³/s que es usado para la piscicultura.</p>												
	Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales mínimos en la cuenca del río Otún y los tributarios del río Cauca.												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ZONA HIDROGRÁFICA</th> <th>DEMANDA HÍDRICA</th> <th>OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MÍNIMOS</th> <th>IUA</th> <th>CATEGORÍA</th> <th>ÁREA (Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuenca del río Otún</td> <td>15299,7</td> <td>8,34928</td> <td>183,2</td> <td style="background-color: red;">MUY ALTO</td> <td>49149</td> </tr> </tbody> </table>	ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA	OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MÍNIMOS	IUA	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	Cuenca del río Otún	15299,7	8,34928	183,2	MUY ALTO	49149
ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA	OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE. CAUDALES MÍNIMOS	IUA	CATEGORÍA	ÁREA (Ha)								
Cuenca del río Otún	15299,7	8,34928	183,2	MUY ALTO	49149								
	<p>De acuerdo al ENA, 2014, en el anexo 2 “indicadores por subzonas hidrográfica” el río Otún y otros tributarios directos al río Cauca presenta un IUA de 5,71 BAJO, para año medio y de 15,18 MODERADO, para año seco, situación que difiere al hace un zoom en el área de estudio, tal como evidencia en los datos obtenidos en el presente estudio.</p>												

IUA de cada una de las zonas hidrográficas
Tabla. Resultados IUA calculado para la oferta hídrica de caudales medios en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA.

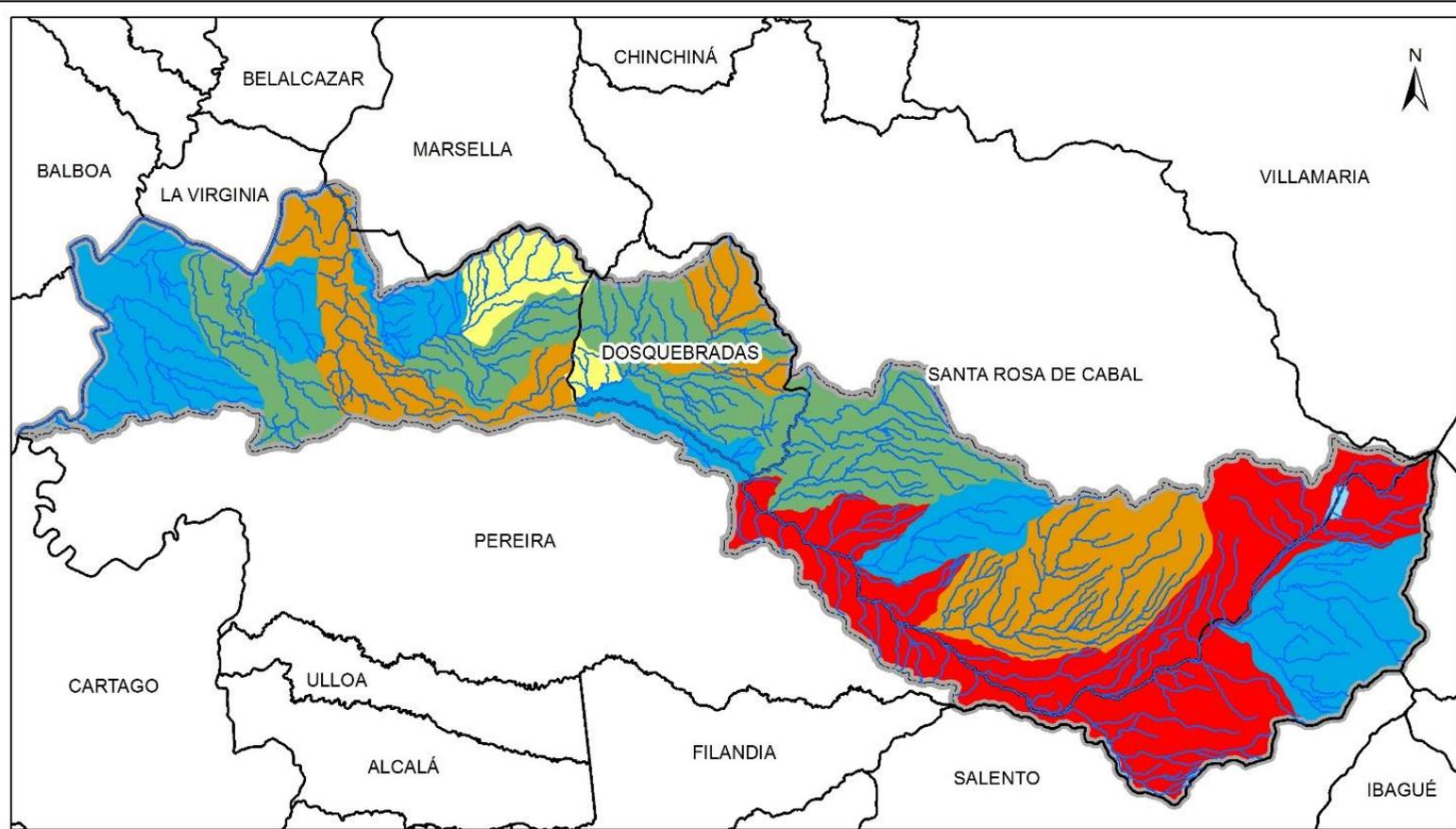
ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA (m3/s)	OFERTA HÍDRICA (m3/s) caudales medios	IUA	CATEGORÍA IUA	AREA_ha
F.H. Los Naranjos	0,0003	0,1692	0,0	MUY BAJO	564
F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	0,094595	0,489	19,3	MODERADO	1630
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	0	0,1713	0,0	MUY BAJO	571
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	0	0,0654	0,0	MUY BAJO	218
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	0,011756	0,1062	11,1	MODERADO	354
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	0	0,0435	0,0	MUY BAJO	145
F.H. Q. Gutierrez-Cristalina	0,00522	0,1725	3,0	BAJO	575
F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	0,0021	0,1842	1,1	BAJO	614
F.H. Q. Manizales	0,01543	0,1818	8,5	BAJO	606
F.H. Q. Tomineja	0,01377	0,2019	6,8	BAJO	673
FH. Cauca	0	0,3258	0,0	MUY BAJO	1086
Q. Aguazul	0,074258	0,3189	23,3	ALTO	1063
Q. Bocachica	0,004	0,1494	2,7	BAJO	498
Q. Frailes	0,02163	0,2286	9,5	BAJO	762
Q. Garrapata	0	0,339	0,0	MUY BAJO	1130

Q. La Fria	0,00799	0,1524	5,2	BAJO	508
Q. La Vibora	0,00517	0,1929	2,7	BAJO	643
Q. Leticia	0	0,4014	0,0	MUY BAJO	1338
Q. Molinos	0,03319	0,15	22,1	ALTO	500
Q. Monos	0,022891	0,2588	8,8	BAJO	1294
Q. Pedregosa	0,028	0,1226	22,8	ALTO	613
Q. San Juan	0,0004	1	0,0	MUY BAJO	2000
Q. Volcanes	0,00763	0,6111	1,2	BAJO	2037
Quebrada Grande	0,0061	0,4012	1,5	BAJO	2006
Quebrada Hato viejo	0	0,4182	0,0	MUY BAJO	2091
Río Azul	0	1,4031	0,0	MUY BAJO	4677
Río Barbo	0,87	1,8288	47,6	ALTO	6096
Río San Jose	0,00977	0,8214	1,2	BAJO	2738
Zona Alta	9,594155	8,6135	111,4	MUY ALTO	15082
Zona baja	4,50717	13,1951	34,2	ALTO	3659
Zona media	0,002275	0,3162	0,7	MUY BAJO	1054

Se determinó el IUA en las zonas hidrográficas del área en ordenación, para la oferta hídrica disponible en los periodos de caudales medios y mínimos, identificándose que el índice presenta categorías de MUY BAJA a MODERADA, en gran parte del área POMCA.

A excepción de la zona alta y baja del río Otún que arrojó un IUA MUY ALTO, este como consecuencia que en estas dos zonas se ubican las mayores captaciones realizadas en el cauce principal del río Otún. Estas captaciones son las de 2,35 m³/s para el abastecimiento del consumo humano de los municipios de Pereira y parte de Dosquebradas y la de 11,7 m³/s para generación de energía. Es de aclarar que el agua usada para la generación de energía se capta en dos lugares diferentes y retornan el agua al cauce principal sin modificar sus características fisicoquímicas.

Adicionalmente la captación de agua para la generación de energía se ha realizado históricamente en periodos hidrológicos donde el río presenta una oferta hídrica disponible alta. Sin embargo el índice está evidenciando que la oferta hídrica del río en estas áreas hidrográficas requiere de la priorización de usos o hasta la restricción de uno de ellos, sustentándose en el orden importancia de los usos estipulado en el decreto 3930 de 2010.



Leyenda

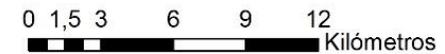
- Drenajes principales
- Limite municipal
- Limite Plan de Ordenación
- AREAS RAMSAR

Índice de Uso del Agua Superficial (medio)

- Muy alto = La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
- Alto = La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
- Bajo = La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
- Moderado = La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
- Muy bajo = La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.



Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica



Resultados IUA para la oferta hídrica de caudales mínimos en las áreas hidrográficas que conforman el área POMCA

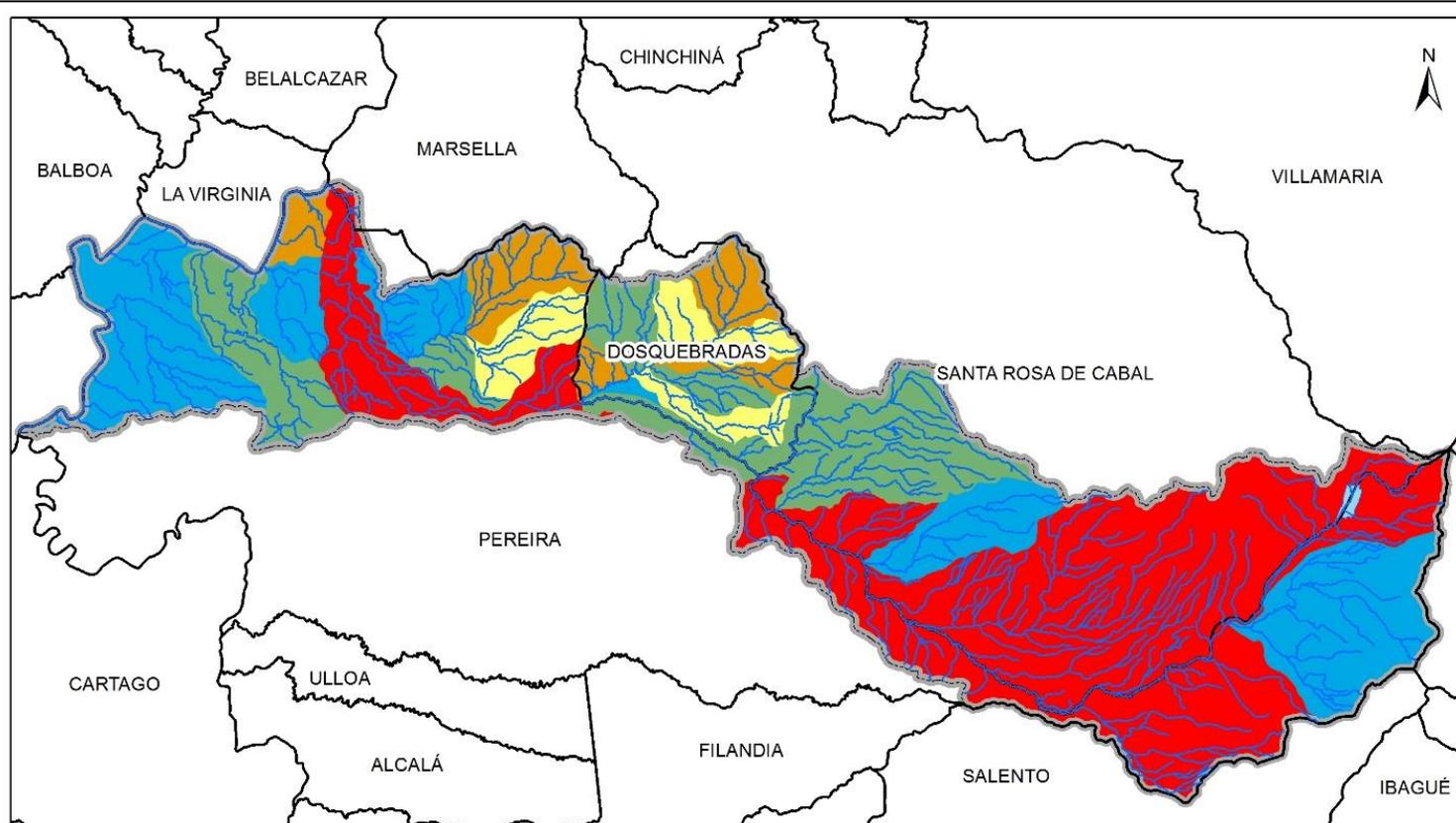
ZONA HIDROGRÁFICA	DEMANDA HÍDRICA (m3/s)	OFERTA HÍDRICA (m3/s) caudales mínimos	IUA	CATEGORÍA IUA	AREA_ha
F.H. Los Naranjos	0,0003	0,0846	0,0	MUY BAJO	564
F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	0,094595	0,2445	38,7	ALTO	1630
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	0	0,08565	0,0	MUY BAJO	571
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	0	0,0327	0,0	MUY BAJO	218
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	0,011756	0,0531	22,1	ALTO	354
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	0	0,02175	0,0	MUY BAJO	145
F.H. Q. Gutierrez- Cristalina	0,00522	0,08625	6,1	BAJO	575
F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	0,0021	0,0921	2,3	BAJO	614
F.H. Q. Manizales	0,01543	0,0909	17,0	MODERADO	606
F.H. Q. Tomineja	0,01377	0,10095	13,6	MODERADO	673
FH. Cauca	0	0,1086	0,0	MUY BAJO	1086
Q. Aguazul	0,074258	0,18071	41,1	ALTO	1063
Q. Bocachica	0,004	0,08466	4,7	BAJO	498
Q. Frailes	0,02163	0,12954	16,7	MODERADO	762
Q. Garrapata	0	0,113	0,0	MUY BAJO	1130
Q. La Fria	0,00799	0,08636	9,3	BAJO	508
Q. La Vibora	0,00517	0,10931	4,7	BAJO	643
Q. Leticia	0	0,22746	0,0	MUY BAJO	1338

Q. Molinos	0,03319	0,085	39,0	ALTO	500
Q. Monos	0,022891	0,1294	17,7	MODERADO	1294
Q. Pedregosa	0,028	0,0613	45,7	ALTO	613
Q. San Juan	0,0004	0,6	0,1	MUY BAJO	2000
Q. Volcanes	0,00763	0,4074	1,9	BAJO	2037
Quebrada Grande	0,0061	0,2006	3,0	BAJO	2006
Quebrada Hato viejo	0	0,2091	0,0	MUY BAJO	2091
Río Azul	0	0,79509	0,0	MUY BAJO	4677
Río Barbo	0,87	1,03632	84,0	MUY ALTO	6096
Río San Jose	0,00977	0,46546	2,1	BAJO	2738
Zona Alta	9,594155	5,40275	177,6	MUY ALTO	15082
Zona baja	4,50717	8,24068	54,7	MUY ALTO	3659
Zona media	0,002275	0,2108	1,1	BAJO	1054

Cuando se determina el IUA con las ofertas hídrica disponible generada por los caudales mínimos se evidencia que existen cinco franjas hidrográficas que presentan un indicador ALTO, presentando riesgo.

Zona hidrográfica	Demanda hídrica (m3/s)	Oferta hídrica (m3/s) caudales mínimos	IUA	Categoría IUA	Área (ha)
F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	0,094595	0,2445	38,7	ALTO	1630
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	0,011756	0,0531	22,1	ALTO	354
Q. Aguazul	0,074258	0,18071	41,1	ALTO	1063
Q. Molinos	0,03319	0,085	39,0	ALTO	500
Q. Pedregosa	0,028	0,0613	45,7	ALTO	613

La información anterior coincide con la problemática actual, tal es el caso de la F.H.Q Combia (Cuenca Alta), que en la actualidad cuenta con reglamentación de la corriente, situación que prioriza las captaciones otorgadas, ya que el recurso hídrico presenta déficit



Leyenda

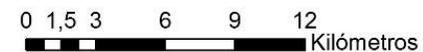
- Drenajes principales
- Límite municipal
- Límite Plan de Ordenación
- AREAS RAMSAR

Índice de Uso del Agua Superficial (mínimo)

- Muy alto** = La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
- Alto** = La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
- Bajo** = La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
- Moderado** = La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
- Muy bajo** = La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.



Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica



IUA en áreas de especial importancia

En la cuenca del río Otún se identifican dos puntos donde se realizan las mayores captaciones de agua, el primero en el orden descendente de la corriente es la bocatoma multipropósito o Nuevo Libare de donde se tiene otorgado por medio de concesión 9,55 m³/s, los cuales se reparten para los usos de consumo doméstico y generación de energía y el otro es la estación Belmonte donde se tiene concedido un caudal de 4,5 m³/s para la generación de energía.

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

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

Zona hidrográfica	Demanda hídrica	Oferta hídrica disponible. Caudales mínimos	IUA	Categoría	Área (ha)
Bocatoma multipropósito	9,550	5,86821	162,7	MUY ALTO	32630
Estación Belmonte	15,30	7,72998	197,9	MUY ALTO	44227

IUA priorizando usos del agua

En este caso se calculó el IUA en el punto de la bocatoma multipropósito con la oferta hídrica disponible para caudales medios y mínimos, suspendiendo la captación de agua para la generación de energía, con el propósito de analizar la variación del índice del uso del agua cuando se suspende este uso.

Zona hidrográfica	Demanda hídrica (m3/s)	Oferta hídrica disponible. (m3/s)	IUA	Categoría	Área (ha)
Bocatoma multipropósito sin considerar el uso del agua para la generación de energía (caudal medio)	3,28	9,43	34,8	ALTO	392083
Bocatoma multipropósito sin considerar el uso del agua para la generación de energía (caudal mínimo)	3,28	5,86821	55,9	MUY ALTO	392083

El IUA para este punto se calculó sin la demanda para la generación de energía reflejando que la presión sobre el recurso hídrico es ALTA para los caudales medios y MUY ALTA para los mínimos, demostrando que la oferta hídrica actual está al límite de su disponibilidad, restringiendo futuras demandas.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

Elemento	DESCRIPCIÓN																														
Nombre y sigla	Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH)																														
Objetivo	Estimar la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua.																														
Definición	El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) mide la fragilidad del sistema para mantener una oferta adecuada para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como períodos largos de estiaje o eventos climáticos extremos, pueden generar riesgos de desabastecimiento.																														
Fórmula	N-A																														
Variables y Unidades	El IVH determina para cada unidad hidrográfica una categoría establecida mediante la interacción del IRH y el IUA por medio de una matriz de decisión. El IVH toma en cuenta de manera explícita la relación existente entre el volumen de agua requerido para los diferentes usos, así como las características físicas de las cuencas de interés que se reflejan en la capacidad de la misma para mantener un adecuado abastecimiento de agua.																														
Insumos	Se requiere como insumo el Índice de Regulación Hídrica y el Índice de Uso del Agua (IUA)																														
Interpretación de la calificación	<p style="text-align: center;">Tabla. Matriz que relaciona el IUA y el IRH</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)</th> <th>ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)</th> <th>ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Alto</td> <td>Muy Bajo</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Moderado</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Muy Bajo</td> <td>Muy bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Modera</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Alto</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Muy Bajo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>Alto</td> <td>Medio</td> </tr> </tbody> </table>	ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)	ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)	Muy Bajo	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	Moderado	Bajo	Muy Bajo	Bajo	Medio	Muy Bajo	Muy bajo	Medio	Bajo	Modera	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo	Medio	Moderado	Alto	Medio
ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA)	ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA (IVH)																													
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo																													
Muy Bajo	Moderado	Bajo																													
Muy Bajo	Bajo	Medio																													
Muy Bajo	Muy bajo	Medio																													
Bajo	Modera	Bajo																													
Bajo	Bajo	Bajo																													
Bajo	Alto	Medio																													
Bajo	Muy Bajo	Medio																													
Moderado	Alto	Medio																													

		Moderado	Modera	Medio	
		Moderado	Bajo	Alto	
		Moderado	Muy Bajo	Alto	
		Alto	Alto	Medio	
		Alto	Modera	Alto	
		Alto	Bajo	Alto	
		Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	
		Muy Alto	Alto	Medio	
		Muy Alto	Modera	Alto	
		Muy Alto	Bajo	Alto	
		Muy Alto	Muy Bajo	Muy Bajo	
Resultados y análisis	El Índice de Vulnerabilidad Hídrica, se calculó para las diferentes unidades hidrográficas determinadas en el Área POMCA del río Otún, tomando periodos de caudales medios y mínimos, obteniéndose los resultados que relacionan en Tablas "IVH para periodos de caudales medios" y "IVH para periodos de caudales mínimos"				
		Zona hidrográfica	Índice de uso del agua (IUA)	Índice de regulación hídrica (IRH)	Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH)
		F.H. Los Naranjos	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
		F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	MODERADO	Bajo	ALTO
		F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
	F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO	

	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	MODERADO	Bajo	ALTO
	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
	F.H. Q. Gutierrez-Cristalina	BAJO	Bajo	BAJO
	F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	BAJO	Bajo	BAJO
	F.H. Q. Manizales	MODERADO	Bajo	BAJO
	F.H. Q. Tomineja	BAJO	Bajo	BAJO
	FH. Cauca	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
	Q. Aguazul	ALTO	Moderado	ALTO
	Q. Bocachica	BAJO	Bajo	BAJO
	Q. Frailes	BAJO	Bajo	BAJO
	Q. Garrapata	MUY BAJO	Moderado	BAJO
	Q. La Fría	BAJO	Bajo	BAJO
	Q. La Víbora	BAJO	Bajo	BAJO
	Q. Leticia	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
	Q. Molinos	MODERADO	Bajo	ALTO
	Q. Monos	BAJO	Bajo	BAJO
	Q. Pedregosa	ALTO	Bajo	ALTO
	Q. San Juan	MUY BAJO	Bajo	MEDIO

	Q. Volcanes	BAJO	Bajo	BAJO
	Quebrada Grande	BAJO	Bajo	BAJO
	Quebrada Hato viejo	MUY BAJO	Moderado	BAJO
	Río Azul	MUY BAJO	Moderado	BAJO
	Río Barbo	ALTO	Bajo	ALTO
	Río San José	BAJO	Bajo	BAJO
	Zona Alta	MUY ALTO	Bajo	ALTO
	Zona Baja	ALTO	Bajo	ALTO
	Zona media	MUY BAJO	Bajo	MEDIO

Zona hidrográfica	Categoría IUA	Índice de regulación hídrica (IRH)	Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH)
F.H. Los Naranjos	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	ALTO	Bajo	ALTO
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	ALTO	Bajo	ALTO

F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina	BAJO	Bajo	BAJO
F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	BAJO	Bajo	BAJO
F.H. Q. Manizales	ALTO	Bajo	ALTO
F.H. Q. Tomineja	MODERADO	Bajo	ALTO
FH. Cauca	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
Q. Aguazul	ALTO	Moderado	ALTO
Q. Bocachica	BAJO	Bajo	BAJO
Q. Frailes	MODERADO	Bajo	ALTO
Q. Garrapata	MUY BAJO	Moderado	BAJO
Q. La Fría	BAJO	Bajo	BAJO
Q. La Víbora	BAJO	Bajo	BAJO
Q. Leticia	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
Q. Molinos	ALTO	Bajo	ALTO
Q. Monos	MODERADO	Bajo	ALTO
Q. Pedregosa	ALTO	Bajo	ALTO
Q. San Juan	MUY BAJO	Bajo	MEDIO
Q. Volcanes	BAJO	Bajo	BAJO
Quebrada Grande	BAJO	Bajo	BAJO
Quebrada Hato viejo	MUY BAJO	Moderado	BAJO
Río Azul	MUY BAJO	Moderado	BAJO

Río Barbo	MUY ALTO	Bajo	ALTO
Río San José	BAJO	Bajo	BAJO
Zona Alta	MUY ALTO	Bajo	ALTO
Zona baja	MUY ALTO	Bajo	ALTO
Zona media	BAJO	Bajo	BAJO

En 14 de las 31 unidades hidrográficas se obtuvo un IVH con categoría BAJA, en 8 el indicador fue MEDIO, para períodos de caudales medios y mínimos, mostrando que estas zonas presentan de poca a moderada vulnerabilidad por desabastecimiento, situación que obedece a la MUY BAJA o BAJA presión por el uso del agua, es decir, la oferta disponible no está siendo extraída o la fuente hídrica cuenta con una buena oferta disponible, como en el caso de las unidades hidrológicas de Frailes, La Fría, La Vibora, Tomineja y Manizales, en las que se reconocen demandas para consumo humano e industrial.

Otro aspecto a analizar en las unidades hidrográficas de la zona de estudio, es que no presentan un buen indicador de IRH, ya que, por las condiciones de alta pendiente, entre otras, permiten que la precipitación se convierta en escorrentía directa, disminuyendo la capacidad de la cuenca de retener y regular el agua que recibe. Para el restante número de unidades hidrográficas el Índice de Vulnerabilidad Hídrica es ALTO, demostrando que, aunado a la dificultad de nuestras unidades hidrográficas de retener y regular el agua, la demanda sobre el recurso hídrico es ALTA, coincidiendo con las 5 áreas destacadas en numeral del IUA, dado que precisamente sobre estas áreas se ubica la mayor cantidad de población y actividades que está demandando el recurso hídrico.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA

Elemento	DESCRIPCIÓN																		
Nombre y sigla	Índice de Calidad del Agua (ICA)																		
Objetivo	Determinar el estado de la Calidad de Agua en la cuenca																		
Definición	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas																		
Fórmula	<p>El índice de calidad del agua es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de varias variables. Para el nivel regional se propone calcular el ICA con siete variables, es decir, con inclusión de un parámetro microbiológico:</p> $ICA = \sum_{i=1}^{n} (w_i \cdot I_i)$ <p>Dónde: <i>I_i</i>: valor calculado de la variable <i>i</i> (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente) <i>w_i</i>: ponderación</p>																		
Variables y Unidades	<p>Tabla 1. Ponderación para cinco variables</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Unidad de medida</th> <th>Ponderación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oxígeno disuelto</td> <td>% Saturación</td> <td>0.16</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno</td> <td>mg/L</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Potencial de hidrogeno</td> <td>Unidades de pH</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Fecales</td> <td>UFC/100 ml</td> <td>0.14</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: ERA Nota: Las variables y pesos de importancia podrán ser modificados según lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua ERAS a ser publicados por el IDEAM</p>	Variable	Unidad de medida	Ponderación	Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14	Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14
Variable	Unidad de medida	Ponderación																	
Oxígeno disuelto	% Saturación	0.16																	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.14																	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14																	
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	0.14																	
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0.14																	
Insumos	Información primaria y secundaria sobre monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar																		

Interpretación de la calificación	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

Resultados y análisis
<p>En principio es necesario tener en cuenta que el ENA 2014 y la hoja metodológica para el cálculo del indicador publicada por el IDEAM, contemplan el cálculo con cinco y seis variables; a su vez los lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua del IDEAM (IDEAM, 2013) adiciona para el cálculo una variable. Con los parámetros monitoreados en el POMCA del río Otún se puede calcular el ICA con siete variables, sin embargo en el desarrollo de los cálculos y análisis de los resultados con base en el conocimiento que se tiene de la cuenca, se encontraron algunos aspectos no consistentes en los resultados, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La Conductividad Eléctrica refleja la mineralización (IDEAM 2016), sin embargo se observa que los pesos porcentuales respecto a la calificación de este parámetro son muy bajos y se relaciona con los valores reportados, es decir en estaciones históricas de buena calidad, donde no existen presiones ambientales, pero que reportan valores altos de conductividad el peso porcentual es muy bajo, lo cual afecta la calificación final del indicador, en este sentido se omitió en el cálculo del ICA la Conductividad Eléctrica. - Los análisis se realizaron en laboratorios diferentes para la primera y segunda campaña (de acuerdo con lo mencionado en el numeral 6.8 del presente informe, si bien los laboratorios contratados tienen Acreditación por el IDEAM (anexos 10 y 11), utilizan técnicas, equipos diferentes y por consiguiente varían los límites de cuantificación del ensayo; en este sentido el Nitrógeno Total arroja valores de límites de cuantificación para la primera campaña < 10 mg/L y para la segunda campaña de < 1.54 mg/L, por lo que se puede aducir concentraciones no detectables. Por las anteriores razones se decidió no utilizar este parámetro para el cálculo del indicador ya que no son consistentes los límites de cuantificación y esto podría afectar el cálculo del indicador. <p>De acuerdo con lo establecido se presentan los resultados del ICA para las campañas de monitoreo realizadas, con las ponderaciones y parámetros establecidos en la tabla 2, aclarando adicionalmente que se incluyó un punto no monitoreado que corresponde al nacimiento de la quebrada Aguazul, esto con el fin de tener un punto de referencia en el nacimiento de la quebrada Dosquebradas, se tomó para el cálculo del ICA en esta estación los resultados de los monitoreados realizados en el marco de la formulación del Plan de Ordenamiento del río Otún.</p>

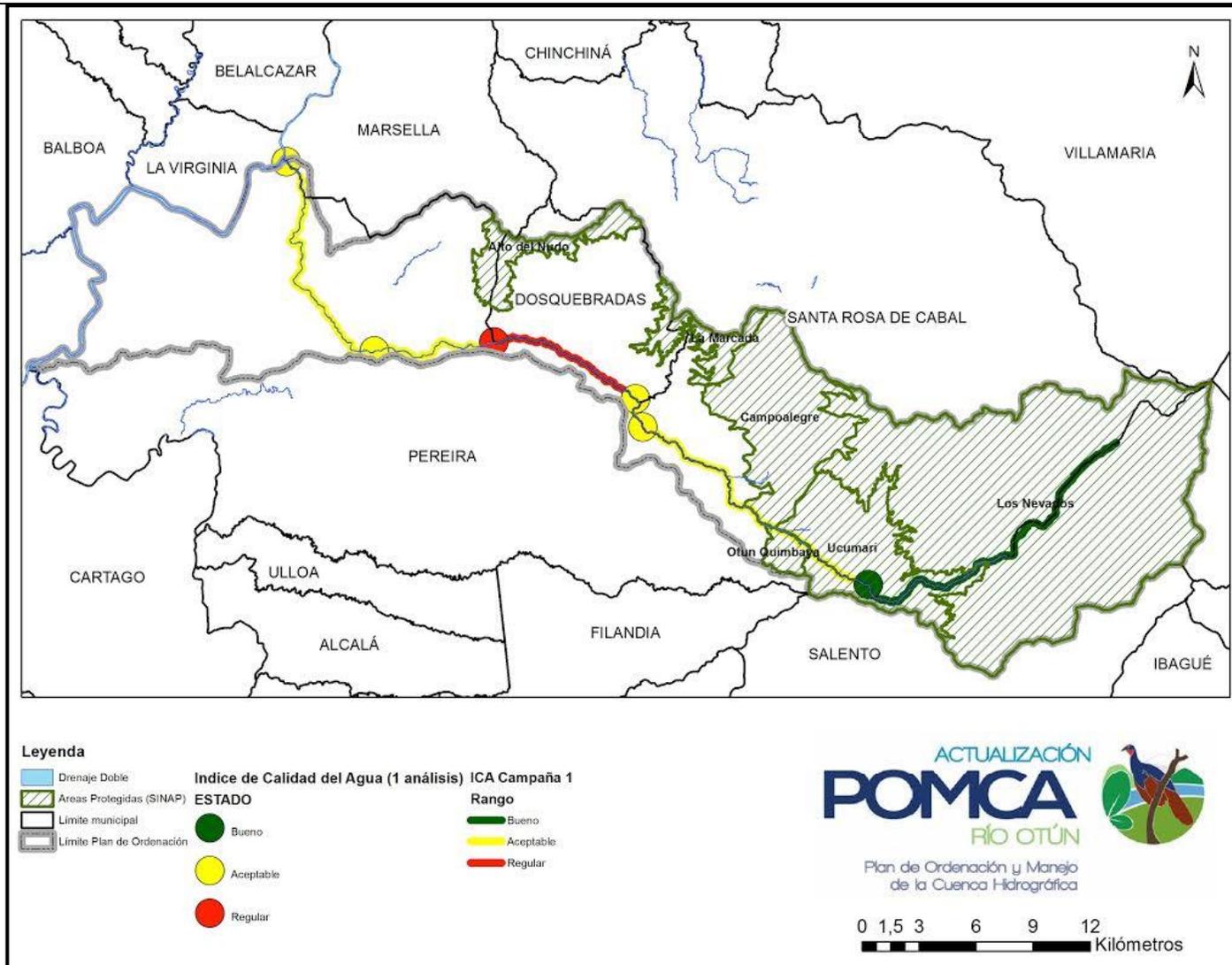
Tabla 2. Resultados ICA

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

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

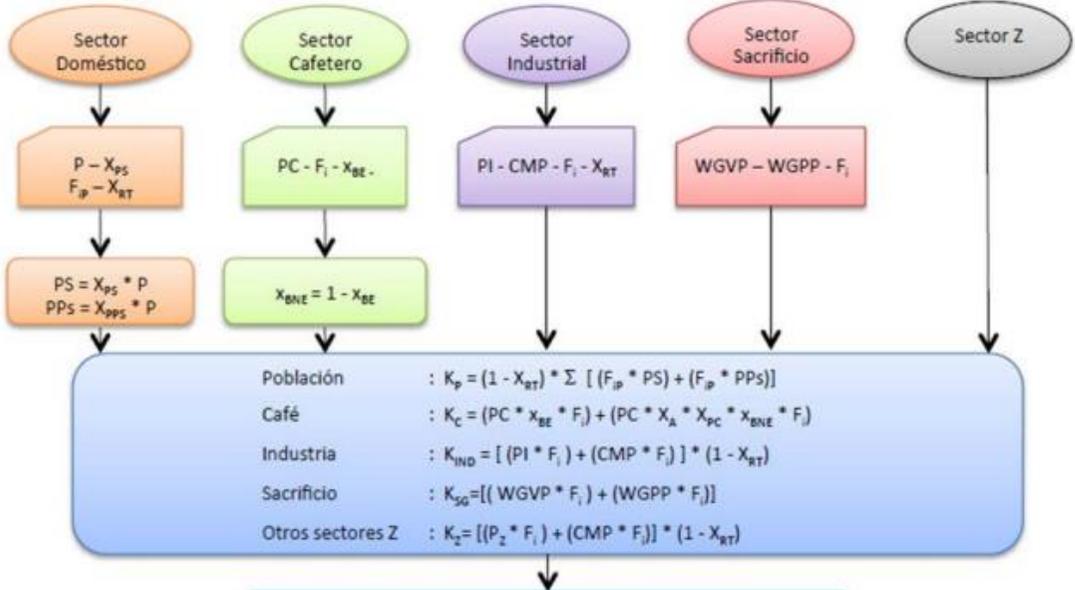
De la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede establecer que los resultados del ICA fueron coincidentes para las dos campañas de monitoreo, en donde se aprecia que la primera estación de monitoreo (El Cedral) parte alta de la cuenca presenta un ICA de calidad Buena, posteriormente la estación bocatoma Nuevo Libaré, que es metros antes de la captación multipropósito para abastecimiento de Pereira y parte de Dosquebradas presenta una calidad aceptable y lo mismo para la estación antes del casco urbano de Pereira (después de quebrada San José); la siguiente estación que ya corresponde a la parte final del tramo urbano de Pereira y Dosquebradas (Estación Belmonte) y la estación previa a la desembocadura al río Otún después de recibir todas las descargas de aguas residuales presenta una calidad Regular, con lo cual se puede inferir que el río Otún tiene condiciones de autodepuración y reairación.

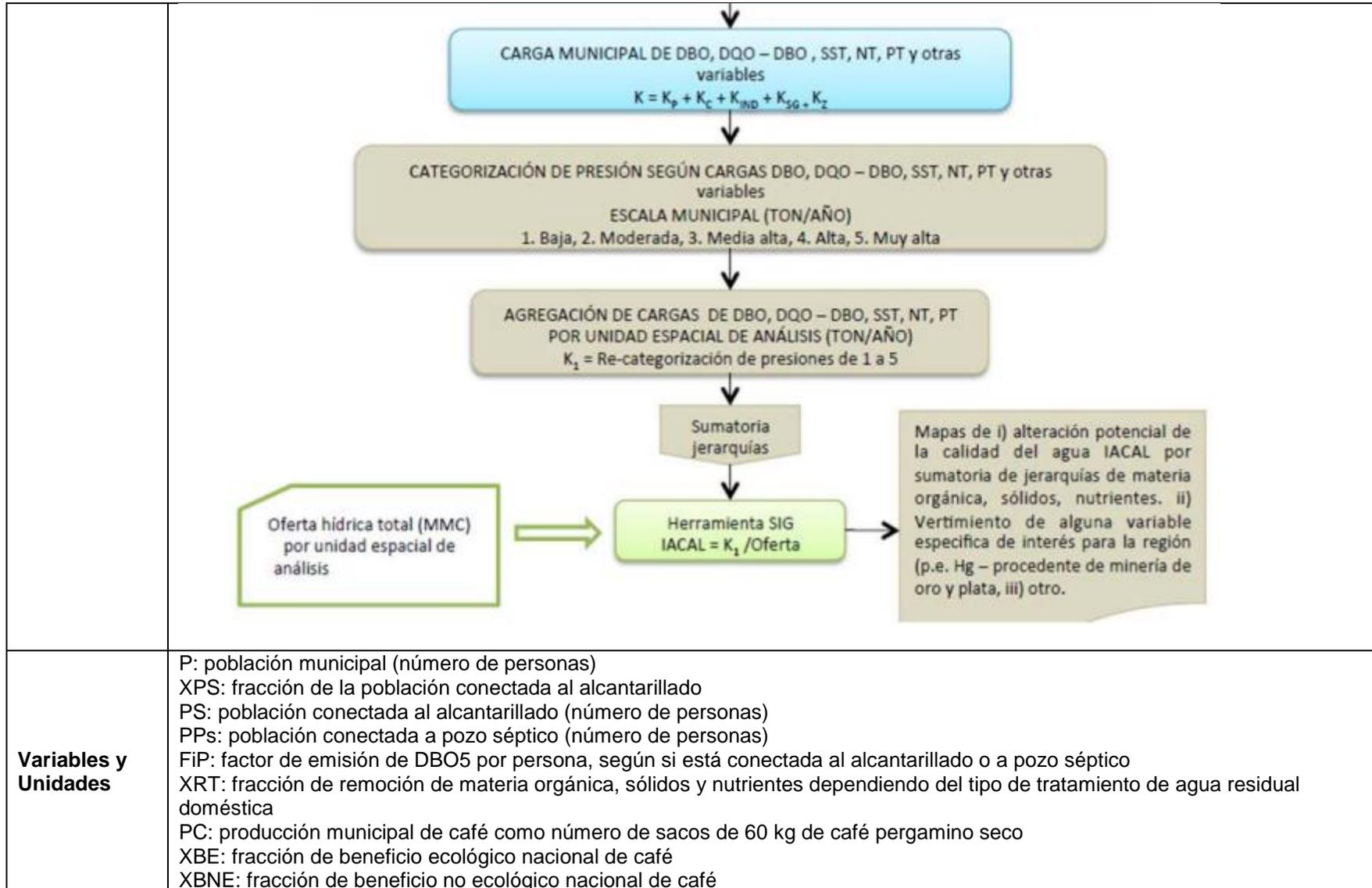
Para el caso de la quebrada Dosquebradas, en el presente proyecto, sólo se monitoreo una estación, que se localiza aguas arriba previas a la desembocadura al río Otún, presenta una calidad regular, sin embargo con el fin de poder tener un punto de referencia en el nacimiento de la quebrada Dosquebradas se incluyó la estación nacimiento de la quebrada Aguazul y se utilizaron los resultados del monitoreo realizado en el marco del PORH, para ésta estación el indicador el ICA es de calidad aceptable.



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

COMPONENTE FÍSICO - BIÓTICO
TEMÁTICA: CALIDAD DE AGUA

Elemento	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua (IACAL)
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas.
Definición	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la Presión Ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico.
Fórmula	 <p>The flowchart illustrates the calculation of the IACAL index. It starts with five sectors: Doméstico, Cafetero, Industrial, Sacrificio, and Z. Each sector has specific variables and formulas leading to a final calculation box.</p> <p>Sector Doméstico: Variables: $P - X_{ps}$, $F_p - X_{RT}$. Formulas: $PS = X_{ps} * P$, $PPS = X_{pps} * P$.</p> <p>Sector Cafetero: Variables: $PC - F_i - X_{BE}$. Formula: $X_{BNE} = 1 - X_{BE}$.</p> <p>Sector Industrial: Variables: $PI - CMP - F_i - X_{RT}$.</p> <p>Sector Sacrificio: Variables: $WGVP - WGPP - F_i$.</p> <p>Sector Z: Variable: P_z.</p> <p>Final Calculation Box:</p> <ul style="list-style-type: none"> Población : $K_p = (1 - X_{RT}) * \Sigma [(F_{ip} * PS) + (F_{ip} * PPS)]$ Café : $K_c = (PC * X_{BE} * F_i) + (PC * X_A * X_{pc} * X_{BNE} * F_i)$ Industria : $K_{IND} = [(PI * F_i) + (CMP * F_i)] * (1 - X_{RT})$ Sacrificio : $K_{SO} = [(WGVP * F_i) + (WGPP * F_i)]$ Otros sectores Z : $K_z = [(P_z * F_i) + (CMP * F_i)] * (1 - X_{RT})$



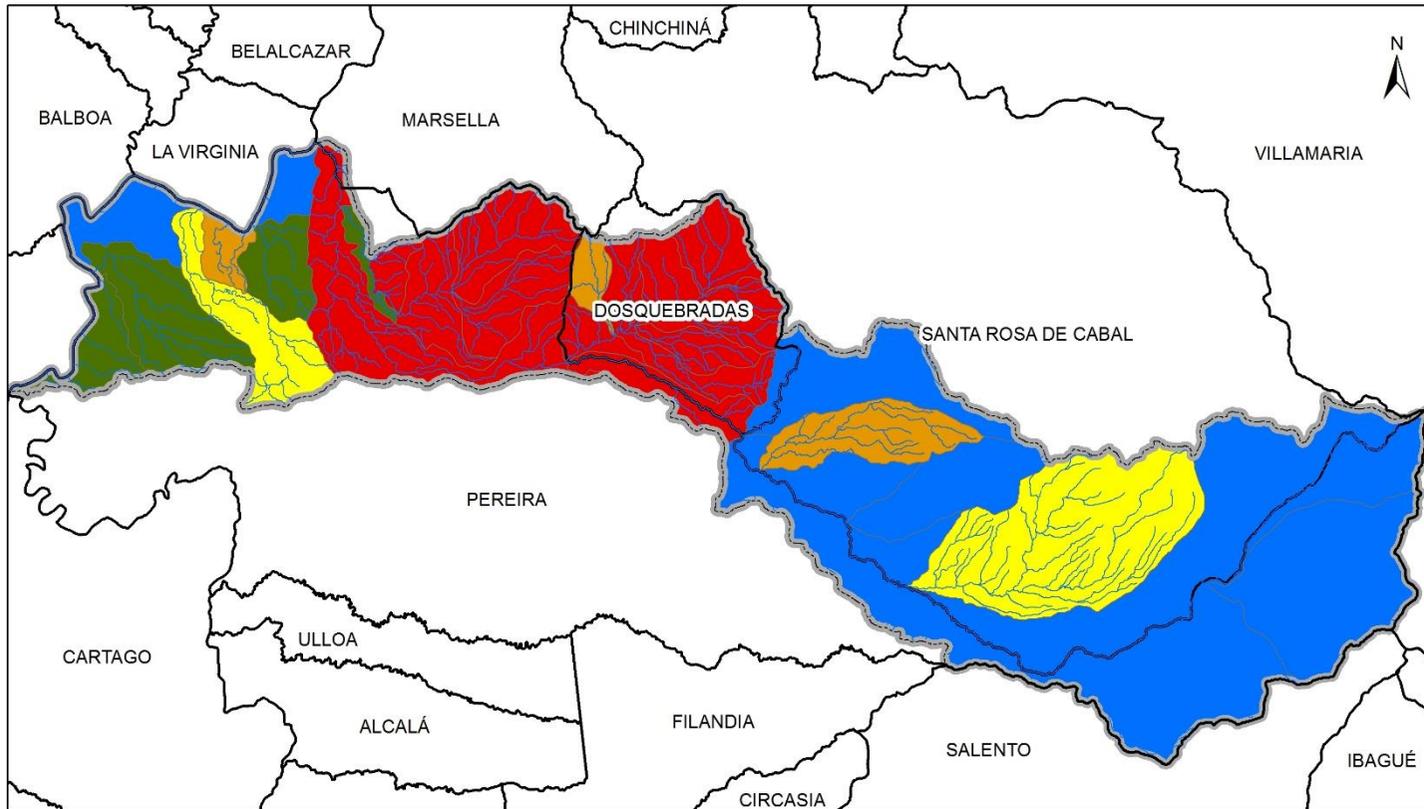
	<p>PI: producción industrial (cantidad) para las actividades económicas de interés de la unidad de análisis. CMP: consumo de materias primas para una industria determinada XRT: fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector Fi: factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida WGVP: tonelada de animal (vacuno) en pie WGPP: tonelada de animal (porcino) en pie KP: carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año KC: carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año KIND: carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año KsG: carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año K: carga municipal de DBO5 en ton/año KZ: carga de otra variable de interés de otras actividades económicas específicas de la unidad de análisis, en ton /año. p. ej., minería, etc.</p>
<p>Insumos</p>	<p>Sector doméstico: Entre las fuentes de información secundaria con contenidos referidos a los aspectos sociodemográficos requeridos en este documento de diagnóstico se contó con el Censo general 2005 y las proyecciones de población del DANE, y la base consolidada del Sisben a febrero de 2016.</p> <p>Para el censo general 2005 se realizaron consultas mediante Redatam a nivel de sector censal y se articuló la cartografía correspondiente con la de las microcuencas y zonas hidrográficas de estudio</p> <p>Sector Sacrificio de ganado: Para el cálculo de cargas se tuvo en cuenta la información suministrada por la corporación autónoma regional de Risaralda referente al cobro de tasa retributiva, en donde básicamente existe una centra del sacrificio para la cuenca y es el Frigorífico del Otún, que se localiza en la zona hidrográfica baja.</p> <p>Sector cafetero: Se utilizó la información de producción en los municipios de la cuenca suministrada por la Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda, así mismo se consultó bibliografía sobre el tema de cargas contaminantes del beneficio del café archivos de artículos publicados por CENICAFE.</p> <p>Sector Industrial: Se tuvieron en cuenta las cargas contaminantes para cobro de tasa retributiva, información suministrada por la corporación autónoma regional de Risaralda – CARDER y de las industrias que se tienen vertimientos directos.</p> <p>Los demás sectores como el de minería de oro, plata y cultivos ilícitos no se tuvieron en cuenta debido a que la zona objeto de estudio no presenta dichas actividades en las áreas de influencia.</p>

Interpretación de la calificación	PROMEDIO DE CATEGORÍA (DBO + SST)/2		
	Categoría	Valor	Color
	Baja	1	
	Moderada	2	
	Media alta	3	
	Alta	4	
Muy Alta	5		

Se aclara que si bien el indicador en la hoja metodológica publicada por el IDEAM y utilizada en el ENA 2010 y 2014, establece la estimación de cargas para cinco variables 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.

Área Hidrográfica	K DBO (TON/AÑO)	K SST (TON/AÑO)	Q AÑO SECO HM3/AÑO	Q AÑO MEDIO HM3/AÑO	CALIFICACIÓN DE PRESION IACAL AÑO SECO	IACAL AÑO MEDIO	CALIFICACIÓN DE PRESION IACAL AÑO MEDIO
Zona Alta	10.6	15.3	170.3	230.2	Baja	1.0	Baja
Zona media	1994.1	1673.7	188.6	237.5	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Zona baja	1192.7	1214.0	170.3	230.2	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Río San José	0.4	0.4	12.6	25.2	Baja	1.0	Baja
Q. San Juan	0.0	0.0	3.784	7.884	Baja	1.0	Baja
Río Barbo	37.7	111.8	31.536	56.7648	Media-alta	3.5	Media-alta
Q. Volcanes	15.6	16.9	3.784	7.884	Alta	4.0	Alta
Río Azul	0.0	0.0	44.150	22.075	Baja	1.0	Baja
F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina	50.0	53.9	2.523	3.154	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. Molinos	91.2	91.4	2.523	4.730	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. La Víbora	263.2	242.8	2.523	4.730	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. La Fría	8.1	8.7	2.523	3.154	Alta	4.0	Alta
Q. Frailes	151.2	151.7	4.100	6.938	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. Aguazul	73.2	81.6	2.523	3.154	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. Tomineja	91.3	93.3	3.154	6.307	Muy Alta	5.0	Muy Alta

F.H. Q. Manizales	127.3	128.1	2.838	5.676	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (mi)	28.6	28.7	0.631	1.261	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	27.6	29.8	1.577	3.154	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. Monos	107.0	115.8	3.784	7.884	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	118.3	127.9	7.569	15.137	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	12.0	12.9	0.631	1.261	Muy Alta	5.0	Muy Alta
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (mi)	0.2	0.2	1.041	2.050	Moderada	1.0	Baja
F.H. Q. Combia (Cuenca Baja) (md)	17.1	18.5	2.712	5.393	Muy Alta	4.0	Alta
F.H. Los Naranjos	43.4	46.9	3.784	7.884	Muy Alta	5.0	Muy Alta
Q. Bocachica	6.1	6.6	2.681	4.699	Alta	4.0	Alta
Total	5262.1	4827.7					



De acuerdo con lo establecido en la tabla 1 y figura 1, se presenta el IACAL para las 31 áreas hidrográficas definidas para la cuenca del río Otún. Hacia la parte alta de la cuenca, subcuencas río Azul, río San Juan, y río San José se presenta una calificación baja del indicador, esto es consecuente con el hecho de que no se desarrollan actividades socioeconómicas significativas que aporten cargas contaminantes, sin embargo, la subcuenca del río Barbo que se localiza en la parte alta presenta una calificación Media alta y se presume es debido a que allí se desarrolla una actividad piscícola a gran escala. Adicionalmente la microcuenca de la quebrada Volcanes que se localiza antes de la bocatoma multipropósito Nuevo Libaré presenta calificación Alta, que se atribuye al beneficio de café en la parte baja de dicha microcuenca y al bajo caudal de la corriente.

COMPONENTE FISICO BIOTICO
TEMATICA: COBERTURA Y USO DE LA TIERRA

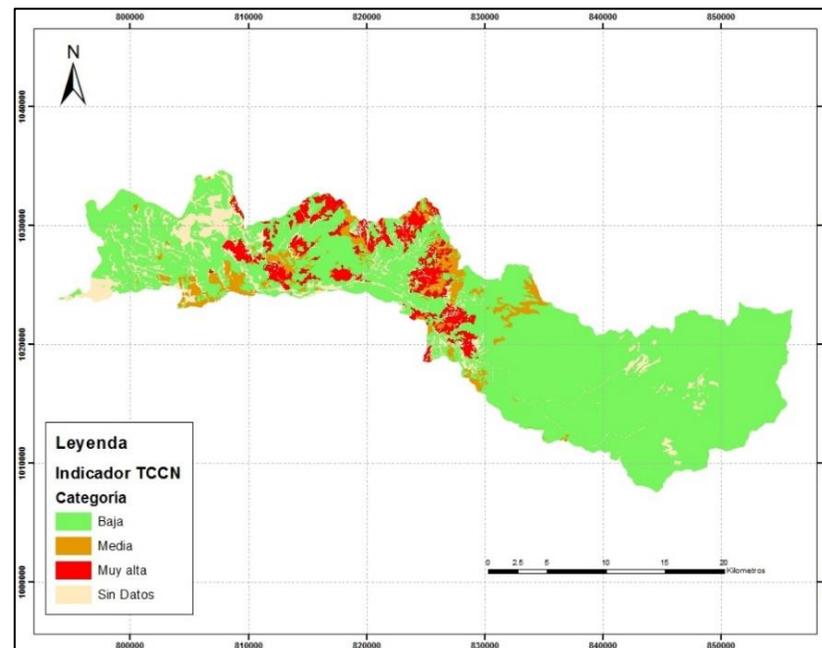
Elemento	DESCRIPCIÓN																		
Nombre y Sigla	Indicador de Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)																		
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.																		
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de																		
Fórmula	$TCCN = (Ln ATC2 - Ln ATC1) * 100 / (t2 - t1)$																		
VARIABLES Y UNIDADES	TCNN: Tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) ATC2: Área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC1: Área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) (t2 – t1): Número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2) Ln logaritmo natural																		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.																		
Interpretación de la calificación	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Categoría</th> <th style="width: 25%;">Descriptor</th> <th style="width: 50%;">Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Baja</td> <td style="text-align: center;">menor del</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">entre 11-20%</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Medianamente</td> <td style="text-align: center;">entre 21-30%</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">entre 31-40%</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muy alta</td> <td style="text-align: center;">mayor 40%</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Descriptor	Calificación	Baja	menor del	20	Media	entre 11-20%	15	Medianamente	entre 21-30%	10	Alta	entre 31-40%	5	Muy alta	mayor 40%	0
	Categoría	Descriptor	Calificación																
	Baja	menor del	20																
	Media	entre 11-20%	15																
	Medianamente	entre 21-30%	10																
Alta	entre 31-40%	5																	
Muy alta	mayor 40%	0																	
Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitaran cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.																		

Resultados y análisis

En relación al resultado del indicador de TCCN de las coberturas analizadas, se resalta la tendencia a valores menor al 10%, es decir, categoría baja con el 59% (23 coberturas), 5% (2 coberturas) en la categoría media, 3% (1 cobertura) en la categoría Muy Alta, 33% (13 coberturas) se clasifico como sin datos, teniendo en cuenta que no se logró calcular la tasa de cambio.

De acuerdo al análisis de las áreas se destaca que el 81% del área de la cuenca se clasifica en la categoría de Baja, 7% muy Alta, 3% media y 9% sin datos (Figura 1). Estos resultados evidencian una baja tasa de cambio de coberturas naturales, las coberturas en general se han mantenido durante el periodo evaluado entre 1997 y 2015, los cambios han sido poco significativos a pesar que algunas coberturas han presentado cambios importantes como el caso de la cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, que presento un valor de 48.0 en este indicador, para la cobertura de arbustal se presentó una perdida alta lo que resulto con un indicador de -13.4 y para el caso de la cobertura de Tejido urbano discontinuo su incremento fue positivo y el valor del indicador fue de 19.3.

Es importante mencionar que para el cálculo del indicador de tasa de cambio de coberturas naturales se presentó la limitante relacionada a que algunas coberturas naturales no se pudieron analizar debido a la falta de información del mapa de cobertura del año 1997, debido a que este insumo no se levantó con la metodología Corine Land Cover, lo cual fue necesario realizar su homologación, quedando algunas coberturas sin identificar.



Elemento	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Indicador Vegetación Remanente (IVR)		
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.		
Definición	El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).		
Fórmula	$IVR = (AVR / At) * 100$		
Variables y Unidades	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	NT: No transformado o escasamente transformado.	$IVR \geq 70\%$	20
	PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	$IVR \geq$ igual al 50% y < del 69%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	$IVR \geq$ a 30% y < del 49%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	$IVR \geq$ a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	$IVR < 10\%$	0
Observaciones	Categorías con condiciones de Muy transformado y Completamente Transformado se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		

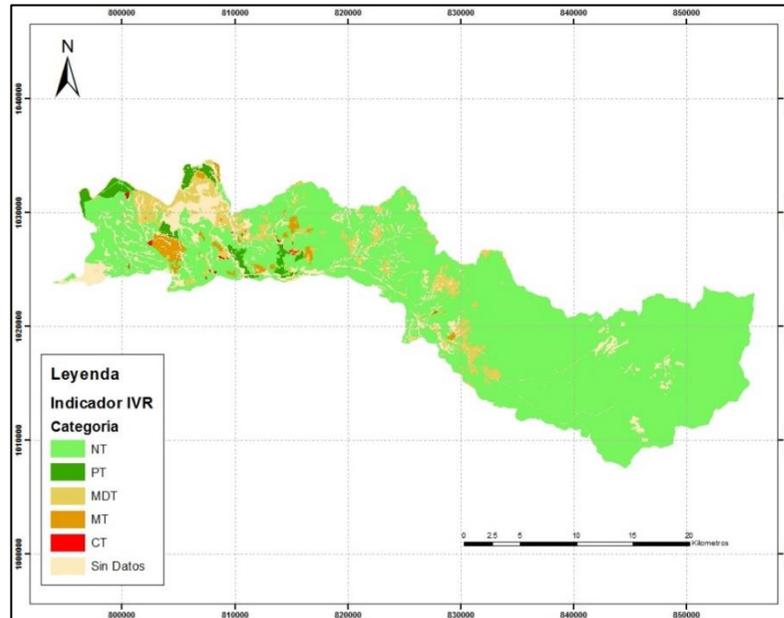
Resultados y análisis

De acuerdo a los resultados del cálculo del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), el 44% (17 coberturas) se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 8% (3 coberturas) en la categoría MDT: Medianamente transformado y la categoría PT: Parcialmente transformado al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar.

En relación a las áreas dentro de la cuenca, se evidencia que el 80.69% se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 6.39% en la categoría MDT: Medianamente transformado, 2.1% en la categoría PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar y 1.65% en la categoría MT: Muy transformado.

Teniendo en cuenta las coberturas naturales que obtuvieron el menor valor del indicador de vegetación remanente, es decir, tuvieron procesos de transformación significativa durante el periodo analizado y que ponen en riesgo su sostenibilidad, se destaca las coberturas como Arbustal (9.0 IVR), Mosaico de cultivos (24.0 IVR) y Hortalizas (29.4 IVR).

Para las áreas definidas como bosques y áreas seminaturales se destaca los resultados de la cobertura de Bosque denso (93.0 IVR) y Herbazal (91.1 IVR) que a pesar se encuentran en la categoría de No Transformado, estas coberturas presentaron mayor pérdida de áreas, 1175.6 ha y 994.0 ha respectivamente, sin embargo, todavía cuentan con áreas que garantizan su sostenibilidad.

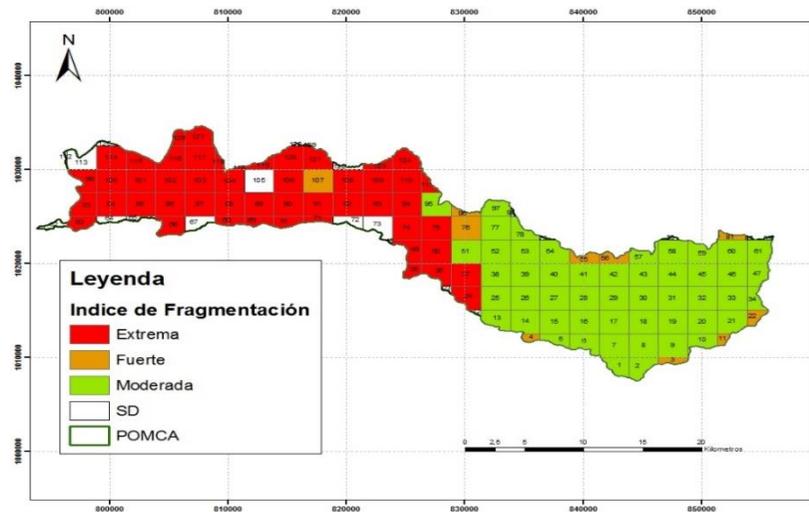


ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Fragmentación (IF)		
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.		
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 1991). Con el fin, de conocer el índice de fragmentación se aplicara la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad		
Fórmula	Índice de fragmentación= $psc / (ps/cs*16) * (ps/16)$ siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles. 16 es el número de grillas en estudio según artículo original.		
Variables y Unidades	Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	Mínima	<0.01	20
	Media	Entre 0.01 y 0.1	15
	Moderada	Entre 0.1 y 1	10
	Fuerte	Entre 1 y 10	5
	Extrema	Entre 10 y 100	0
Observaciones	índices de fragmentación con rangos de Fuerte y Extremo con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat		

Resultados y análisis

De acuerdo a los resultados del cálculo del índice de Fragmentación, se evidencio que en algunas celdas de cálculo no se obtuvo resultado del índice debido que no se encontraron celdillas sensibles o en algunos casos ninguna celdilla estaba conectada, por lo cual se calificó en estos casos como Sin Datos – SD, así mismo, se consideró Sin Datos las áreas ocupadas con igual o menor al 10% de la celda de cálculo, debido a que estos resultados podrían alterar el Índice de Fragmentación- IF para el área del POMCA. Se destaca que los resultados indican que el 49% del área tiene un índice de fragmentación moderada, 42% fragmentación extrema, 4% fragmentación fuerte y 4% se consideró como Sin datos.

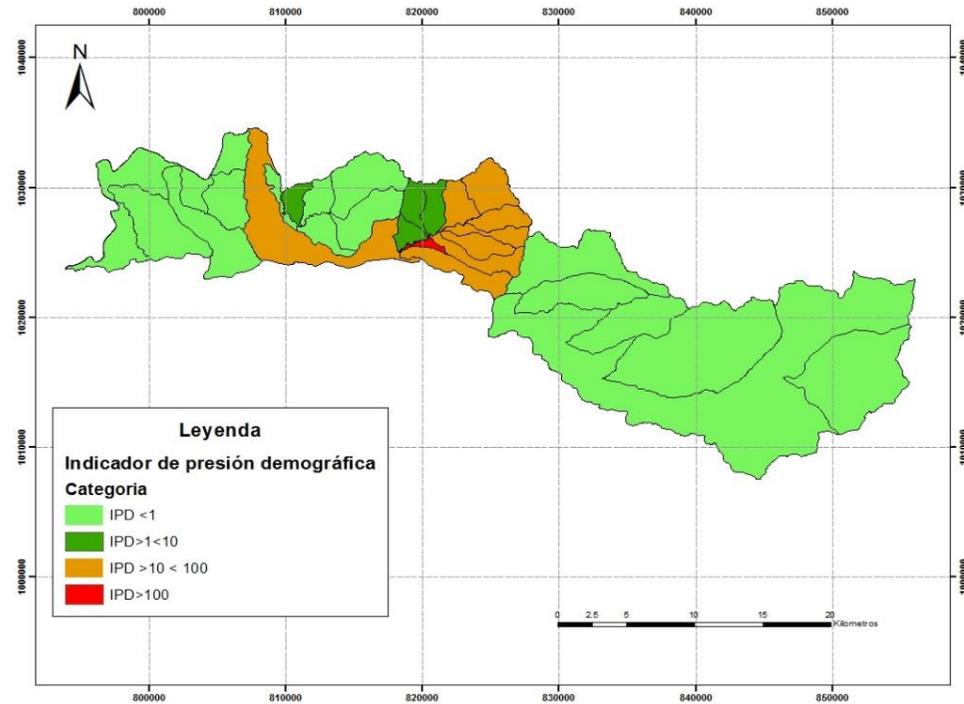
Los resultados del índice de fragmentación – IF indican que el sector ubicado en las microcuencas de Río Azul, Parte Alta y R. Barbo se encuentra con una fragmentación moderada, teniendo en cuenta la conservación de áreas boscosas y seminaturales y la baja intervención antrópica en esta zona de la cuenca. Por el contrario en el sector cercano a los cascos urbanos y principales asentamientos presenta una fragmentación extrema en donde las áreas boscosas y seminaturales se encuentran en pequeños parches rodeados de territorios artificializados y agrícolas.

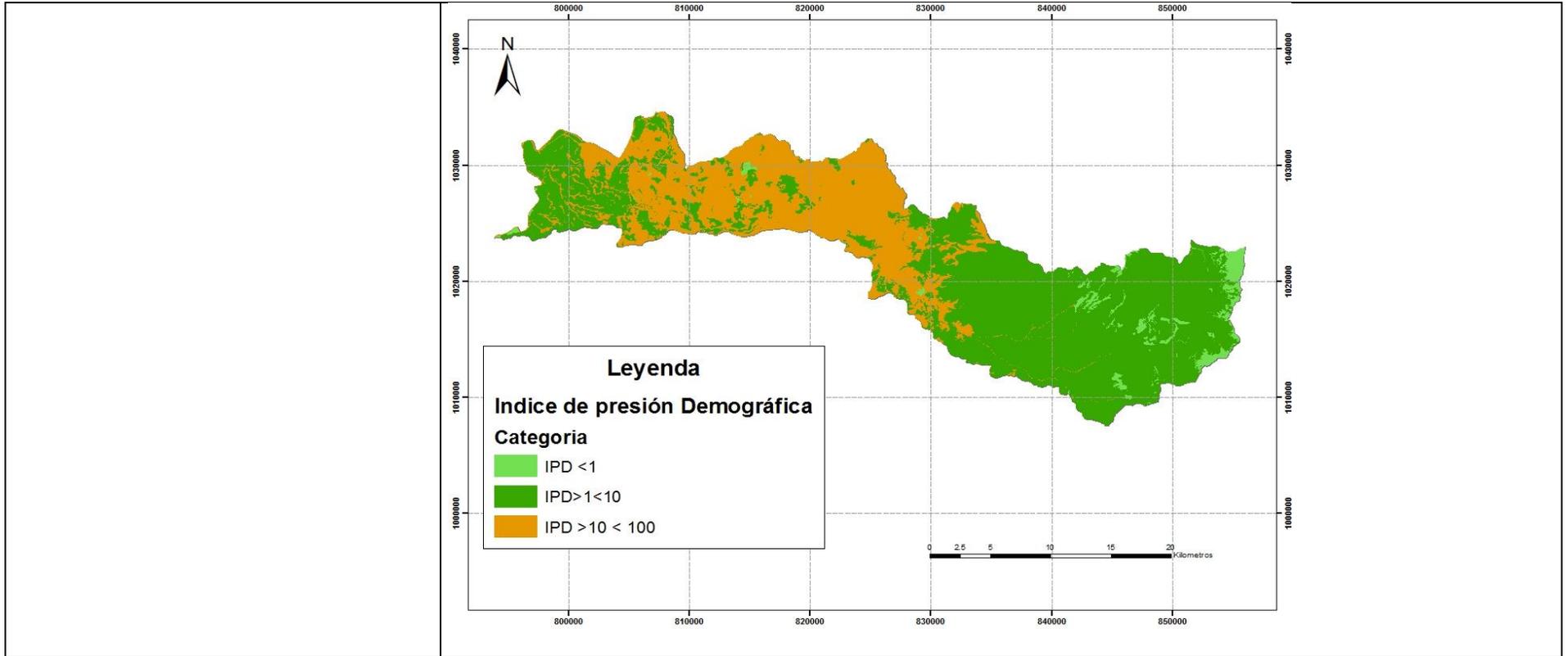


ELEMENTO	DESCRIPCIÓN										
Nombre y Sigla	Indicador Presión Demográfica – IPD										
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.										
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.										
Fórmula	IPD= d*r										
Variables y Unidades	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal)										
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.										
Observaciones	<p>Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional:</p> $N2=N1.ert$ <p>Donde: N1 = Población censo inicial N2 = Población censo final t = Tiempo transcurrido entre los censos</p>										
Interpretación de la calificación	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="719 879 875 951">Rango</th> <th data-bbox="875 879 2089 951">Descriptor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="719 951 875 1019">IPD <1</td> <td data-bbox="875 951 2089 1019">La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1019 875 1062">IPD>1<10</td> <td data-bbox="875 1019 2089 1062">Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1062 875 1118">IPD>10</td> <td data-bbox="875 1062 2089 1118">Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta</td> </tr> <tr> <td data-bbox="719 1118 875 1197">IPD> 100</td> <td data-bbox="875 1118 2089 1197">Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.</td> </tr> </tbody> </table>	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.
	Rango	Descriptor									
	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.									
	IPD>1<10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.									
	IPD>10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta									
IPD> 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.										

Resultados y análisis

Teniendo en cuenta que la unidad seleccionada para el análisis del indicador de presión demográfica fueron las microcuencas presentes en el área del POMCA del Río Otún, se evidencia que los resultados indican que el 80.6% del área de la cuenca se encuentra en la categoría $IPD < 1$, es decir, la presión de la población es baja y se presenta una sostenibilidad alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población durante el periodo estudiado censo 2005 y año 2016, el 15.9% del área de la cuenca se encuentra en la categoría de $IPD > 10 < 100$, relacionada a un crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, el 3.3% se encuentra con una población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media. Se realizó el cruce de información poblacional entre las áreas de microcuencas y las coberturas naturales identificadas para el año 2015, en vista que una cobertura presentó varios resultados del indicador de presión demográfica dependiendo de su localización en cada microcuenca, se procedió a promediar estos valores, para obtener un valor para cada cobertura. De acuerdo a los resultados de este análisis, se destaca que los valores que presentaron mayor valor en las áreas de bosques y seminaturales son la cobertura de bosque fragmentado (17.39) y bosque de galería y ripario (15.53), con los valores del IPD entre 10 a 100, es decir crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, se considera que estos bosques son los más afectados por las actividades humanas, mientras las coberturas con menor presión poblacional fueron Bosque abierto (-0.07), Zonas glaciares y nivales y Afloramientos rocosos (0.06).



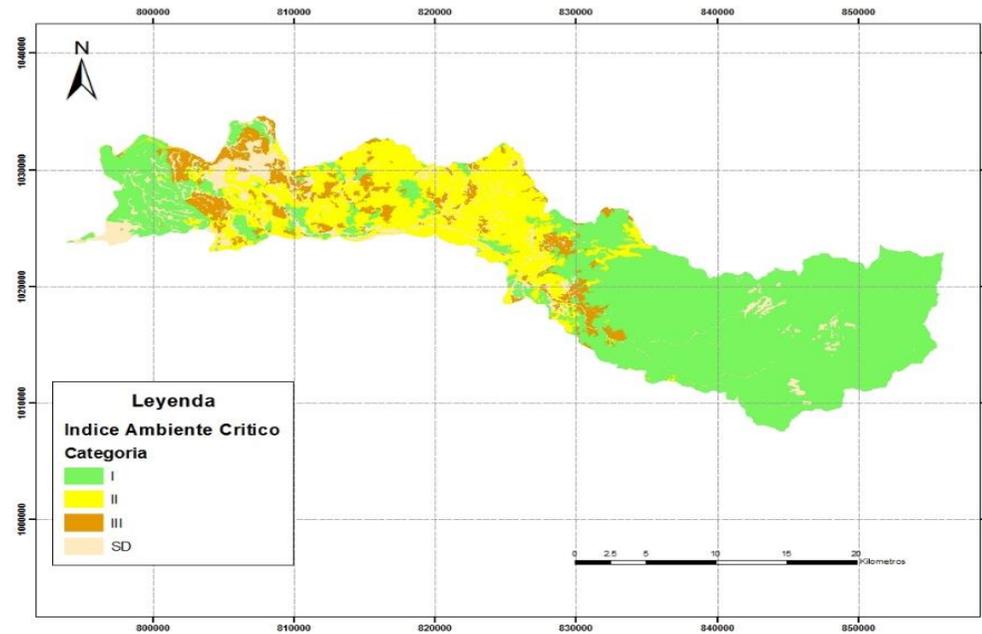


Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN				
Nombre y Sigla	Índice de ambiente crítico – IAC				
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica				
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por (Marquez, 2000) con modificación.				
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD				
Variables y Unidades	IVR e IPD				
Insumos	Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio.				
Interpretación de la calificación	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
	Indicador de Vegetación Remanente	Rango de densidad de población			
	Categorías	< 1	>1<10	>10<100	>100
	NT	I	I	II	II
	PT	I	I	II	II
	MDT	II	II	III	III
	MT	III	III	IV	IV
CT	III	III	IV	V	

	<p>NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado</p> <p>I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20)</p> <p>II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15)</p> <p>III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10)</p> <p>IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5)</p> <p>V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)</p>
Observaciones	
Resultados y análisis	<p>Se realizó el cruce de los resultados de los indicadores de vegetación remanente (IVR) y de presión demográfica, cabe mencionar que para efectos de obtener los resultados del índice de ambiente crítico (IAC) por coberturas naturales, se tuvo en cuenta el resultado del indicador de presión demográfica (IPD) obtenido por cada cobertura natural.</p> <p>Se destaca que el 60.1% del área se clasifica en la categoría I, es decir, son áreas relativamente conservadas y estables, 23.2% se clasifica en la categoría II, como áreas vulnerables, con amenazas moderadas y sostenible a mediano plazo, 7.7% se clasifica en la categoría III, como áreas en peligro, baja conservación, presiones fuertes, probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años y el 9% del área se clasifico sin datos, teniendo en cuenta que estas áreas no se lograron calcular el indicador de vegetación remanente por la ausencia de información de coberturas naturales anteriores.</p>

Se destaca que los resultados del índice de ambiente crítico según las coberturas naturales de áreas de bosques y seminaturales indican que existen áreas todavía conservadas y estables como el caso de las coberturas de bosque denso, afloramientos rocosos, herbazal (se relacionan al ecosistema de paramo), plantación forestal y zonas glaciares y nivales, por el contrario existen coberturas que se encuentran vulnerables y con presiones fuertes, como el caso de las coberturas bosque fragmentado, arbustal, tierras desnudas y degradadas, para el caso de tierras agrícolas se evidencia una presión fuerte en las coberturas Mosaico de cultivos, hortalizas y Pastos limpios y una conservación y estabilidad en las coberturas de Mosaico de pastos y cultivos, Cultivos permanentes herbáceos, y Cultivos permanentes arbóreos.



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

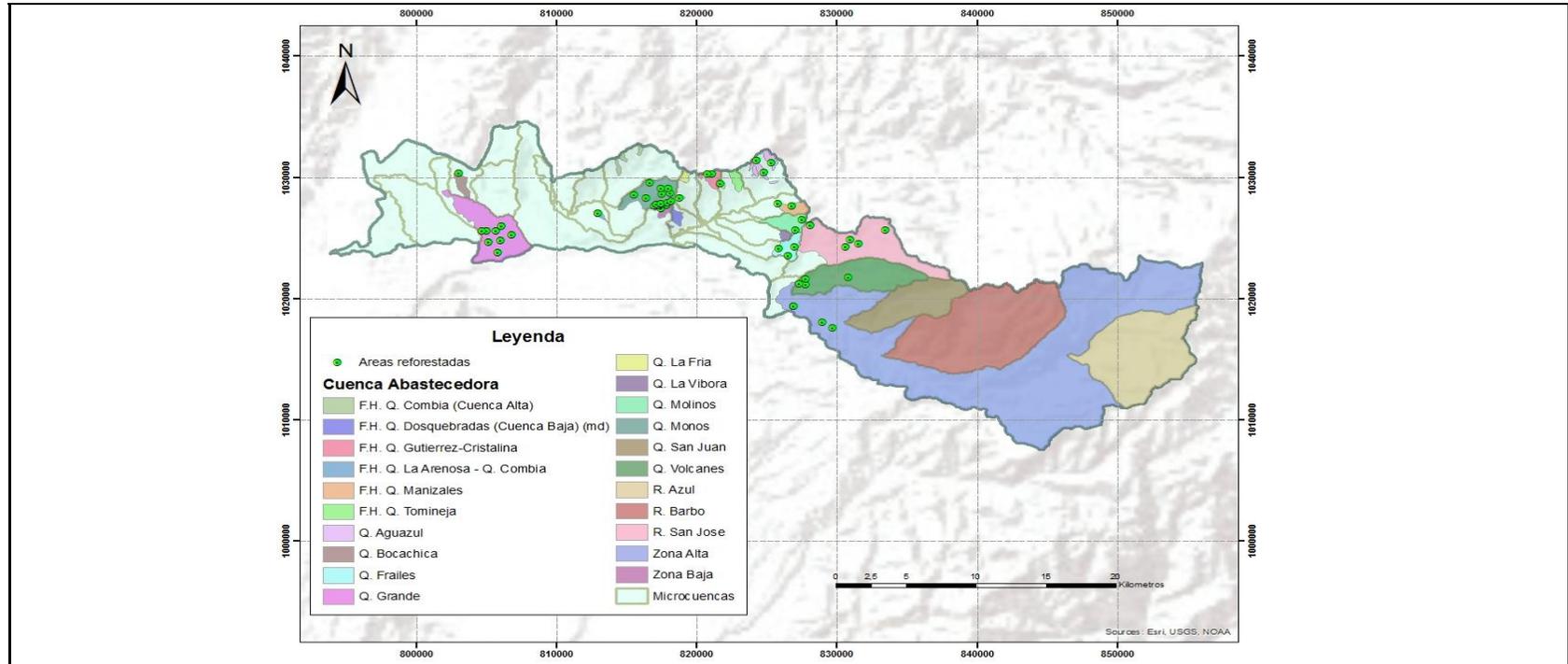
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN									
Nombre y Sigla	Porcentaje (%) de Área (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos.									
Objetivo	Cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos Municipales y/o rurales									
Definición	Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos Municipales y/o Rurales.									
Fórmula	$(\text{N}^{\circ} \text{ Ha restauradas en la cuenca abastecedora} / \text{total área cuenca abastecedora}) * 100$									
Variables y Unidades	Ha coberturas naturales área total (Ha) cuenca abastecedora.									
Insumos	Cartografía con la delimitación de las cuencas y subcuencas, mapas de división Político administrativa. Mapas e inventarios de áreas para manejo y restauración de la Corporación en la cuenca									
Interpretación de la calificación	Porcentaje de área (Ha)									
Observaciones										
Resultados y análisis	De acuerdo a la información obtenida se identificó que en el área de estudio del POMCA, se encuentran en total 20 cuencas abastecedoras de acueductos.									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="385 1187 439 1295">No</th> <th data-bbox="439 1187 949 1295">Cuenca Abastecedora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="385 1295 439 1342">1</td> <td data-bbox="439 1295 949 1342">F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)</td> </tr> </tbody> </table>	No	Cuenca Abastecedora	1	F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="949 1187 1008 1295">No</th> <th data-bbox="1008 1187 2051 1295">Cuenca Abastecedora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="949 1295 1008 1342">11</td> <td data-bbox="1008 1295 2051 1342">Q. La Fría</td> </tr> </tbody> </table>	No	Cuenca Abastecedora	11	Q. La Fría
	No	Cuenca Abastecedora								
1	F.H. Q. Combia (Cuenca Alta)									
No	Cuenca Abastecedora									
11	Q. La Fría									

2	F.H. Q. Dosquebradas (Cuenca Baja) (md)	12	Q. La Víbora
3	F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina	13	Q. Molinos
4	F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia	14	Q. Monos
5	F.H. Q. Manizales	15	Q. San Juan
6	F.H. Q. Tomineja	16	Q. Volcanes
7	Q. Aguazul	17	Río Azul
8	Q. Bocachica	18	Río Barbo
9	Q. Frailes	19	Río San José
10	Quebrada Grande	20	Zona Alta

Con la información de las áreas restauradas se identificó en que cuencas abastecedoras se encontraban con el fin de realizar el cálculo de este indicador, de acuerdo a la localización de estas áreas se identificó que 14 cuencas abastecedoras presentaron procesos de restauración mediante reforestaciones, principalmente en áreas de predios privados.

Con la información de las áreas restauradas y el área de la cuenca abastecedora, se procedió al cálculo de este indicador, destacando que existe un porcentaje de **0.68%** de área restaurada en comparación al área total de cuencas abastecedoras de acueductos, lo que indica un valor muy bajo de áreas reforestadas.

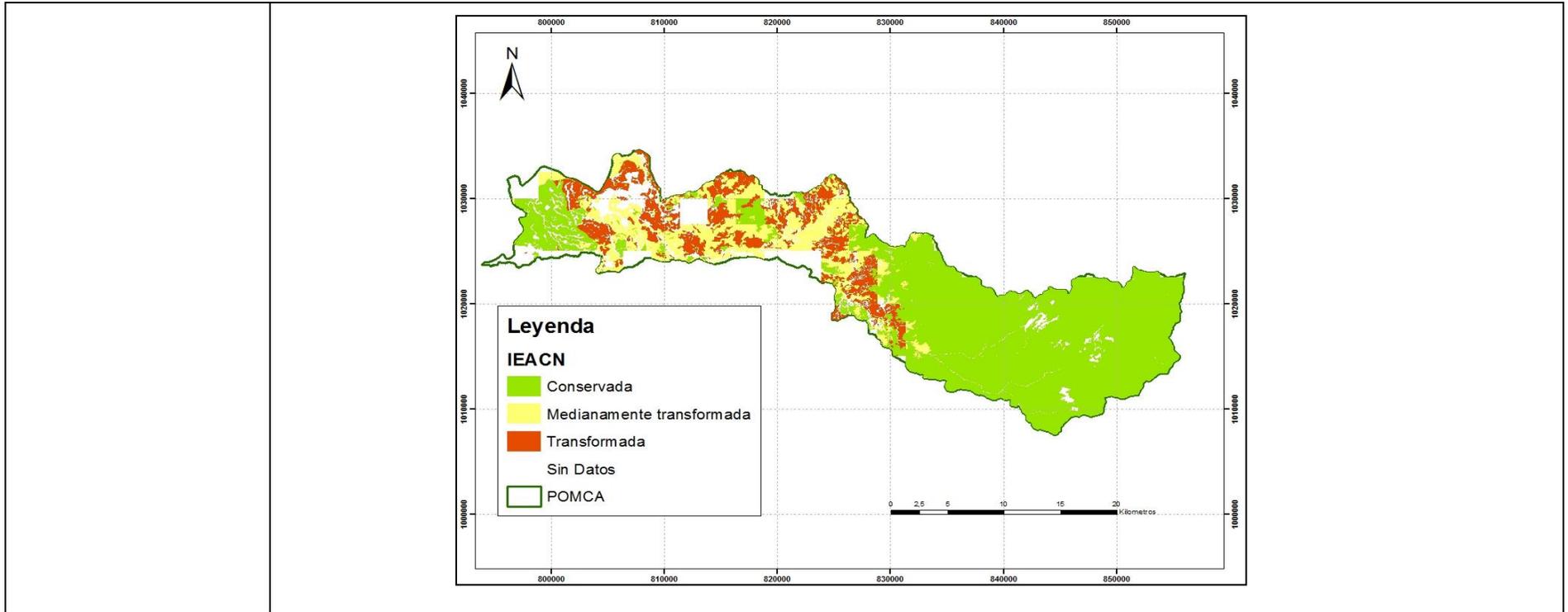
La cuenca abastecedora F.H. Q. La Arenosa - Q. Combia presenta el mayor porcentaje de área restaurada con el 22.03%, seguido de la Q. Frailes con 14.60% y F.H. Q. Gutiérrez-Cristalina con 6.60%. Por el contrario se evidenció porcentaje muy bajo de restauración en la cuenca Zona Alta con 0.01%, Q. Los Molinos con 0.14% y Q. Volcanes con 0.18%.



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN												
Nombre y Sigla	Índice del estado actual de las coberturas naturales												
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico												
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra												
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80												
Variables y Unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absolute												
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico												
Interpretación de la calificación	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Rango</th> <th style="width: 75%;">Categoría</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mayor de 60</td> <td>Conservada</td> </tr> <tr> <td>Entre 41 y 59</td> <td>Medianamente transformada</td> </tr> <tr> <td>Entre 21 y 40</td> <td>Transformada</td> </tr> <tr> <td>Entre 1 y 20</td> <td>Altamente transformada</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Completamente transformada</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Categoría	Mayor de 60	Conservada	Entre 41 y 59	Medianamente transformada	Entre 21 y 40	Transformada	Entre 1 y 20	Altamente transformada	0	Completamente transformada
	Rango	Categoría											
	Mayor de 60	Conservada											
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada											
	Entre 21 y 40	Transformada											
	Entre 1 y 20	Altamente transformada											
0	Completamente transformada												
Observaciones													

<p>Resultados y análisis</p>	<p>De acuerdo a los resultados del índice del estado actual de coberturas naturales, se destaca que el 59% del área se encuentra en la categoría de conservada, 15% en la categoría de medianamente transformada, 13% en la categoría de Transformada y 13% se definió como Sin Datos, debido a que los resultados de algunos índices o indicadores presentaron este valor, por lo tanto, no se logró aplicar la sumatoria de las calificaciones en estos casos.</p> <p>El resultado de este índice permite evidenciar que en general el estado de conservación de las coberturas naturales es relativamente bueno (59% del área en la categoría conservada), principalmente en el sector de las microcuencas R. San José, Q. Volcanes, Q. San Juan, R. Barbo, Zona Alta y R. Azul, estas microcuencas se encuentran en la parte alta de la cuenca, así mismo, se identificó que en la parte baja de la cuenca, la microcuenca Q. Hatoviejo se encuentra en un buen estado de conservación, sin embargo este resultado está relacionado a los pocos cambios que ha sufrido la cobertura presente en esta microcuenca.</p> <p>El análisis de los resultados del Índice del Estado Actual De Coberturas - IEACN, indica que unas áreas se encuentran bajo la categoría de Sin Datos, esto se debe a los resultados de los indicadores de tasa de cambio, vegetación remanente y los índices de fragmentación y ambiente crítico, que por falta de información o la no aplicación de la fórmula (caso del índice de fragmentación) se procedió a dejar estas zonas con esta categoría, por lo anterior, al calcular el Índice de estado actual de coberturas naturales - IEACN, donde el resultado de cualquiera de estos indicadores fuera sin datos, se estableció dejar con esta categoría dicho índice. Se destaca que el 28% del área de estudio, presenta algún grado de transformación, principalmente en la parte media de la cuenca, donde se encuentran los principales asentamientos y áreas de cultivos, se identifica la pérdida a gran escala de coberturas de bosques y áreas seminaturales, quedando pequeños parches de estas coberturas que afectan la movilización de especies de fauna silvestre y poblaciones de flora principalmente.</p> <p>La pérdida de coberturas boscosas, afecta el ciclo hidrológico que presenta la cuenca, ya que aumenta el riesgo de avenidas torrenciales y procesos de erosión en laderas con fuerte pendiente, así mismo, la disminución de los caudales de las fuentes hídricas presentes en la parte media de la cuenca.</p>
------------------------------	---



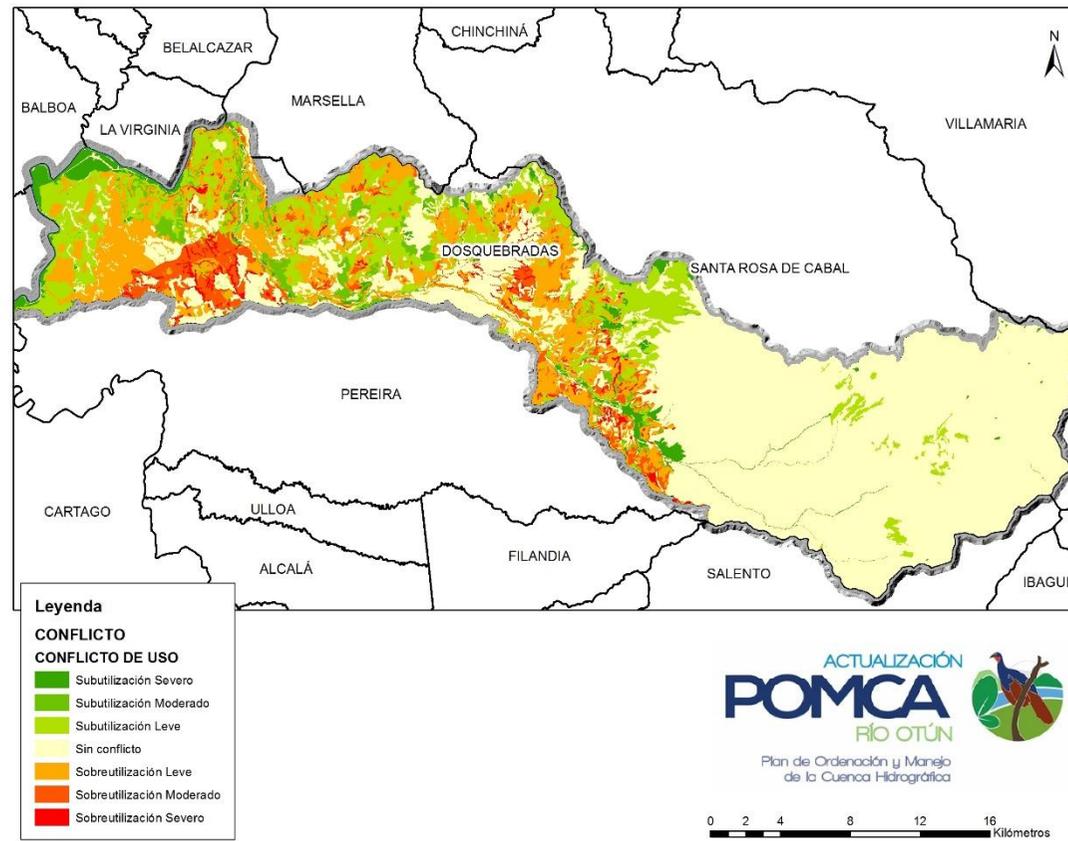
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO
TEMATICA: EDAFOLOGÍA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Porcentaje de las áreas con conflictos de uso del suelo		
Objetivo	Evaluar las áreas con conflictos de uso del suelo en la cuenca		
Definición	Análisis y comparación entre las coberturas de la tierra y las unidades de capacidad de uso.		
Fórmula	$(\text{cobertura de uso de la tierra}) \cap (\text{cobertura con capacidad de uso de la tierra}) = \text{Mapa de conflictos de Uso de la Tierra.}$		
Variables y Unidades	Capacidad de uso y coberturas de la tierra.		
Interpretación de la calificación	Conflicto	Grado	Color
	Adecuado		
	Subutilizado	Ligero	
		moderado	
		Severo	
	Sobre utilizado	Ligero	
		Moderado	
		Severo	

Información	Tipos de Conflictos			ha	%
	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado			32728,5563	57,58%
	Por sobreutilización leve			8988,46311	15,81%
	Por sobreutilización moderada			2544,82313	4,48%
	Por sobreutilización severa			816,274131	1,44%
	Por subutilización leve			8580,88057	15,10%
	Por subutilización moderada			1536,31128	2,70%
	Por subutilización severa			1644,72276	2,89%
	Total General			56840,031	100%
Insumos	Estudio de suelo, puntos de muestreo, mapas de cobertura y capacidad de uso				
Observaciones	Este es un indicador que se construye a partir de análisis y superposiciones cartográficas en donde se determina las zonas que poseen conflictos de uso de acuerdo a su capacidad o potencial de uso y el actualmente implantado en la cuenca.				

Mapa



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
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas i dentro de un área de interés h.
Fórmula	$PAPih = [ATEih]/Ah \times 100$ (h = 1, 2 r)
Variables y Unidades	<p>PAPih = porcentaje de áreas protegidas i en un área de interés h</p> <p>ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h</p> <p>Ah = superficie total del área de interés h (ha)</p> <p>r = número de áreas de interés</p>
Insumos	Mapa de áreas protegidas del SINAP
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	<p>Rango : $0 < PAPih < 100$</p> <p>Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés</p>

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
	Otun Quimbaya	420,3	0,7
	Ucumari	3968,5	7,0

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN														
Nombre y Sigla	Porcentaje de áreas con otra estrategia de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local														
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés														
Definición	PAEC ih representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas del nivel regional y local i dentro de un área de interés h.														
Fórmula	$PAEC\ ih = [ATEih]/Ah \times 100$ (h = 1, 2 r)														
Variables y Unidades	ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés														
Insumos	Mapa de áreas protegidas del nivel internacional, nacional, regional y local.														
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%														
Observaciones	Rango : $0 < PAECih < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés														
Resultado	<p>Para este índice se aclara que el área presentada es una estimación, dado que el polígono de estos sitios no se encuentra delimitado con claridad.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Estrategia de conservación</th> <th rowspan="2">Nombre</th> <th colspan="2">Área</th> </tr> <tr> <th>ha</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AICA</td> <td>Bosques del Oriente de Risaralda</td> <td>23069,0</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>RAMSAR</td> <td>Complejo de Humedales Laguna Del Otún</td> <td>6579,0</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Estrategia de conservación	Nombre	Área		ha	%	AICA	Bosques del Oriente de Risaralda	23069,0	0,4	RAMSAR	Complejo de Humedales Laguna Del Otún	6579,0	0,1
Estrategia de conservación	Nombre			Área											
		ha	%												
AICA	Bosques del Oriente de Risaralda	23069,0	0,4												
RAMSAR	Complejo de Humedales Laguna Del Otún	6579,0	0,1												

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.
Fórmula	$PE_{ih} = [ATE_{ih}] / A_h \times 100$ (h = 1, 2 r)
Variables y Unidades	ATE _{i h} = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h A _h = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango : 0 < PE _{ih} < 100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés
Resultado	Se excluyen de las estimaciones de este índice el AICA “Bosques del Oriente de Risaralda” y el área RAMSAR “Complejo de Humedales Laguna Del Otún” dado que el polígono de estos sitios, y por consiguiente la cobertura y ecosistemas presentes, no se encuentran delimitados con claridad. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos presentes

Ecosistema Estratégico		Coberturas/Ecosistemas Presentes			
Tipo	Nombre	Tipo	Área		
			m ²	% AP	% Cuenca
Distrito de Conservación de Suelos	La Marcada	Arbustal	7356,07	0,07	0,00
		Bosque abierto	33569,77	0,31	0,01
		Bosque de galería y/o ripario	156951,81	1,45	0,05
		Bosque denso	1553113,74	14,40	0,52
		Bosque fragmentado	2960868,15	27,45	0,98
		Mosaico de cultivos y espacios naturales	2,04	0,00	0,00
		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	423953,87	3,93	0,14
		Mosaico de pastos y cultivos	150912,53	1,40	0,05
		Pastos enmalezados	45458,33	0,42	0,02
		Pastos limpios	1639024,76	15,19	0,54
		Plantación forestal	3757730,72	34,83	1,25
		Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	50707,03	0,47	0,02
		Ríos (50 m)	7705,50	0,07	0,00
	Total	10787354,31		1,90	
	Alto del Nudo	Bosque de galería y/o ripario	929380,14	7,09	0,31

Distrito de Conservación de Suelos		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	Otun 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	Ucumari	Bosque abierto	29321,35	0,07	0,01
		Bosque denso	38500197,28	97,01	12,78
		Bosque fragmentado	203772,04	0,51	0,07
		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	
Objetivo	Expresar la forma en que está distribuida la población a nivel municipal			
Definición	Se refiere a la relación existente entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo.			
Forma de medición	$Dp = Pt / Ha$			
Unidades	Pt: Población Total; Ha: Hectáreas			
Insumos	Censo DANE 2005 y mapa de división político administrativo			
Observaciones	Esta fórmula se presenta de forma simple solo expresa a groso modo la densidad poblacional que se puede dar en un lugar determinado, para poder introducir otras variables y hacer un análisis con más profundidad se puede revisar la página del instituto de estudios urbanos de Bogotá en el siguiente link: http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0144.htm			

Interpretación de la calificación	<p>La cuenca posee una densidad poblacional de 7,5 hab/ha , la cual guarda correspondencia con la densidad de algunas ciudades intermedias de la región como Manizales con 8,3 hab/ha; sin embargo la densidad de la cuenca se puede considerar baja comparada con ciudades como Bucaramanga que posee una densidad poblacional de 34,2 hab/ha y al mismo tiempo podría considerarse alta comparada con ciudades como Ibagué que posee 3,8 hab/ha (DNP, 2015). Es importante resaltar la densidad poblacional del Municipio de Dosquebradas (28,3 hab/ha), considerado como uno de los municipios con mayor densidad poblacional del país. De otro lado, la baja densidad poblacional de Santa Rosa de Cabal refleja el caracter rural de la porción de este municipio dentro del a cuenca Otún, mientras que la participación territorial de Marsella, que si bien es rural, corresponde a una vereda con connotaciones asociadas más a "centro poblado" rural. En este contexto la cuenca refleja comportamientos muy propios de centros intermedios y de ciudades conurbadas con presiones urbanísticas importantes, principalmente asociadas con las dinámicas de los municipios de Pereira y Dosquebradas que podrían significar entre otras cosas, presiones sobre el territorio y sobre la oferta de recursos naturales y de servicios ecosistémicos, que realiza la población.</p>
-----------------------------------	--

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
		Dosquebradas	1,1
		Santa Rosa de Cabal	0,3
		Marsella	0,8
		0,7	
Fórmula	$r = ((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones} + \text{Migr. Neta}) / \text{Población Total}) \times 100$	<p>La tasa de crecimiento anual, tanto de los municipios, como para la cuenca, se obtuvo teniendo como base a las proyecciones poblacionales DANE. La fórmula planteada incluye el indicador de migración neta, no obstante, y a pesar de haber demostrado ampliamente la migración existente en la cuenca, no se cuenta con información suficiente y de carácter oficial que permita construir dicho indicador. Por esta razón, se calculó la tasa de crecimiento poblacional, mediante la fórmula: $r = ((\text{raiz enésima de } (P_f / P_o)) - 1) * 100$</p> <p>Donde r: Tasa de crecimiento promedio anual. Pf: Población Final. Po: Población Inicial. n=número de años entre Pf y Po.</p>	
VARIABLES Y UNIDADES	N= Nacimientos en un periodo determinado D= Defunciones en un momento determinado Migr. Neta: Migración neta Población Total		
INSUMOS	Censo (DANE, 2005), Planes de desarrollo Municipal, 2016. Estudio de Tendencias Demográficas (Osorio, 2012).		
OBSERVACIONES	Las limitantes de este indicador, radican en que no permite observar de manera diferenciada entre la población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE.		
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	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, sólo cuenta con una pequeña porción del territorio, correspondiente a la vereda Estación Pereira, con características de vulnerabilidad desde el punto de vista socioeconómico, lo que amerita una mirada especial desde el POMCA con el fin de prevenir un crecimiento desmedido de esta población, con el consecuente incremento de sus problemáticas.		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBSERVACIONES RESULTADO
Nombre y Sigla	Seguridad Alimentaria – SA	75%	El indicador se obtuvo teniendo en cuenta el listado de los productos de la canasta básica alimentaria de Colombia que se maneja desde el DANE para la producción de las estadísticas oficiales del país.
Objetivo	Determina el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca		Es necesario tener en cuenta además que esta canasta contempla productos procesados (49 productos) y productos frescos (36 productos), a partir de lo cual se puede establecer dos tipos de información referente a la seguridad alimentaria.
Definición	Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de CBA.		
Forma de medición	$SA = \frac{PCBA}{CBA} * 100$		Dentro de los productos procesados se tiene que cerca del 50% se obtienen dentro de la cuenca, no obstante, en términos de seguridad alimentaria, se tomó para el desarrollo de la fórmula el listado de productos frescos de la canasta básica, obteniendo así que 27 de los 36 productos se producen en la cuenca.
Unidades	PCBA: productos de la canasta básica alimentaria CBA: Canasta básica alimentaria		
Insumos	Diagnósticos departamentales o municipales, DANE, Listado de productos de la canasta básica, talleres participativos POMCA Otún		En este sentido, el resultado de hacer la operación simple definida por la fórmula es de 75%, sin embargo, las limitaciones de reducir un indicador de esta envergadura a una simple operación porcentual en términos de número de productos, no necesariamente da cuenta del estado real de la seguridad alimentaria en el territorio. Bajo este contexto y en aras de iniciar procesos encaminados a fortalecer la seguridad alimentaria en la cuenca, se deben revisar situaciones como el cambio de usos del suelo originado por fenómenos de "suburbanización" en algunos sectores, que ha desplazado los cultivos agrícolas por otro tipo de usos no consecuentes con la vocación del suelo.
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.		Por otro lado, el poco apoyo a la producción rural y en general al sector primario de la economía y el privilegio que se ha dado al sector terciario en la cuenca, hacen que la seguridad alimentaria deba fortalecerse aprovechando las oportunidades existentes en términos de ubicación, infraestructura y oferta institucional.
	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.		

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO		OBSERVACIONES RESULTADO
Nombre y Sigla	Porcentaje de Área de Sectores Económicos			El Indicador se construyó a partir del análisis de coberturas de la tierra realizado por el equipo del Consorcio Ordenación POMCA Otún, 2016.
	Cultivos permanentes	6,9	%	
	Cultivos transitorios	0,3	%	
	Áreas agrícolas herogéneas	17,2	%	
	Pastos	8,3	%	
	Ttotal sector agrícola	32,3	%	
Objetivo	Determinar las áreas con incidencia directa de los diferentes sectores económicos presentes en la cuenca a partir del análisis asociado al uso de la tierra.			
Definición	Según el análisis desarrollado para la determinación de las coberturas de la tierra se puede asociar un uso a estas y a la vez se puede asociar un sector económico determinado a dichas unidades dependiendo de la actividad desarrollada.			
Forma de medición	$\% \text{ Área SE}_j = (\text{Área SE}_j / \text{At}) * 100$			
Unidades	Dónde: SE _j = cantidad de hectáreas asociadas al sector económico j. j va desde 1.....n At = área total de la cuenca.			
Insumos	Mapa de coberturas de la tierra, análisis económico de la cuenca con análisis de sectores y actividades económicas.			
Observaciones	Los sectores económicos a considerar son los reconocidos por el DANE, dentro de los que se tiene agricultura, industria y servicios.			
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 total de la cuenca estpa destinada al sector agrícola, donde 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, asociado esta cobertura en particular con esta actividad.

Es importante señalar que el sector comercio, industria y demás sectores 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

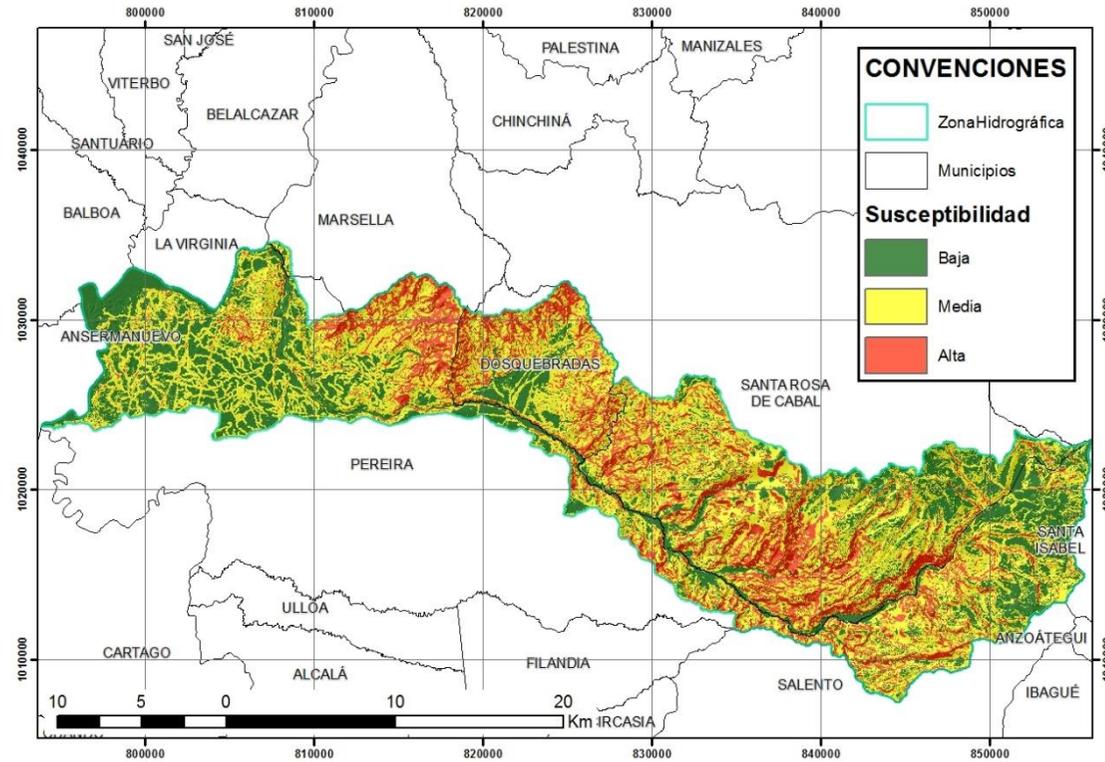
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	RESPUESTA
Nombre y Sigla	Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto.	98.72%
Objetivo	Cuantificar de la población que tiene acceso a este servicio.	
Definición	Número de personas que pueden obtener agua con razonable facilidad, expresado como porcentaje de la población total. Es un indicador de la capacidad de los usuarios de la cuenca de conseguir agua, purificarla y distribuirla.	
Fórmula	(Nº Individuos con acceso al agua por acueducto/Población total del área en estudio) *100	(418.992,66/424.425,31) *100=98.72
Variables y Unidades	Población total asentada en el Cuenca en Ordenación N° individuos con acceso al agua: En las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una canilla a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días en ir a buscar agua. El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga.	
Insumos	DANE, diagnósticos departamentales o municipales	
Observaciones	La población con acceso a este recurso se cuantificará, sin tener en cuenta o evaluar si las condiciones de calidad son aptas para consumo humano o no Porcentaje de población con acceso al	
Interpretación de los resultados	<p>Con relación a la prestación del servicio de Acueducto, la cobertura para todos los municipios de la Cuenca es buena, se encuentra en más del 90%, en las zonas urbanas. La prestación del servicio es dada por empresas prestadoras, como se describe en el cuadro de cobertura, y en las zonas rurales por los acueductos comunitarios, o por concesiones que tienen la gente particularmente en sus predios. En otros casos la población simplemente toma el agua directamente de las quebradas conectándose por manguera y llevando el agua a su vivienda. En las zonas rurales de la Cuenca Otún, de acuerdo con los talleres participativos, ningún poblador debe de trasladarse para llevar el agua hasta la vivienda, el servicio llega a la vivienda.</p> <p>El indicador de porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto, da a conocer que casi la totalidad de la Cuenca se abastece de agua por acueducto. De acuerdo con el componente de recurso hídrico en los centros poblados o las cabeceras municipales de la cuenca el IRCA (índice de riesgo y calidad de agua) cumple con los estándares del decreto 2015 del 2007. La población urbana se abastece de agua con calidad apta para el consumo humano. A diferencia de las áreas rurales donde la calidad del agua presenta un riesgo alto, para el consumo humano de acuerdo con los IRCA, por la falta de potabilización en la mayoría de los acueductos rurales. Este factor índice en los índices de calidad de vida, ya al no poder acceder a agua con calidad la salud humana se ve afectada.</p> <p>En casos puntuales de las veredas del sur de Santa Rosa de Cabal (Volcanes, Cedralito, La María), algunos hogares simplemente toman el agua directamente de las quebradas conectándose por tubería de PVC y llevando el agua a su vivienda, lo que se pudo evidenciar en los recorridos en campo y que fue corroborado por la población en el marco de los talleres participativos. En las zonas rurales de la Cuenca Otún, de acuerdo con los talleres participativos, ningún poblador debe de trasladarse para llevar el agua hasta la vivienda, ya que el servicio llega hasta esta.</p>	

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

COMPONENTE GESTIÓN DEL RIESGO
TEMÁTICA: AMENAZAS

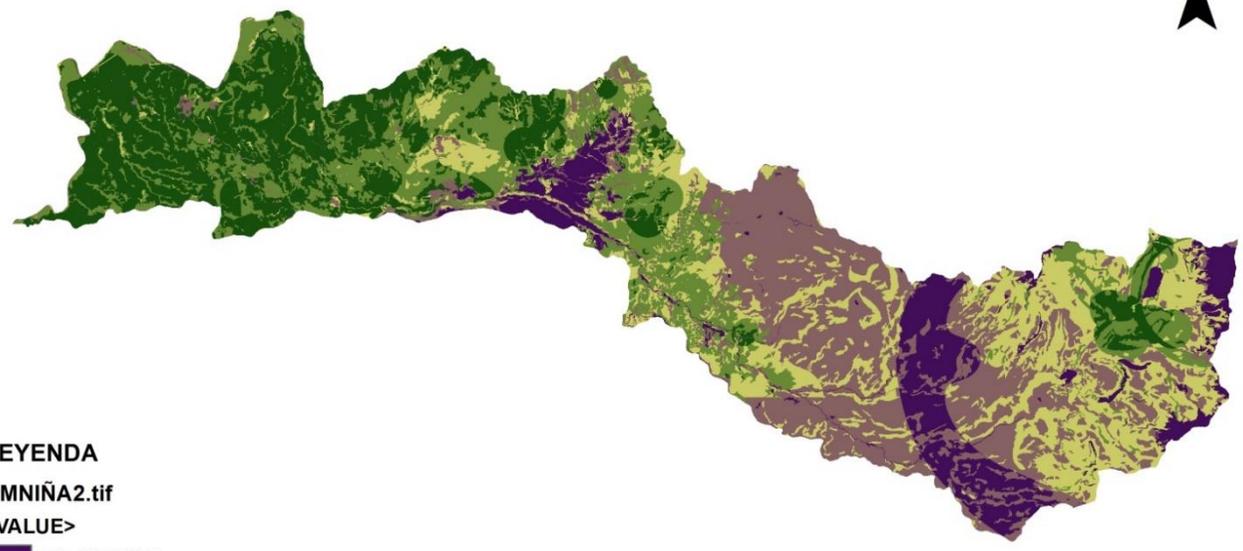
Elemento	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Porcentaje de Niveles de Amenaza (Alta y Media) por Inundación, Movimientos en Masa e Incendios forestales
Objetivo	Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta y media en la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa e incendios forestales.
Definición	Define el área de incidencia por tipo y nivel de amenaza que puedan presentarse en la cuenca hidrográfica
Fórmula	$PH\beta = (PPi / Pu) * 100$
Variables y Unidades	Donde: PH β = porcentaje de área en nivel de amenaza (i) por tipos de amenazas PP i = área en nivel de amenaza alta y media (i) Pu = área de la cuenca
Insumos	Mapas de amenaza de inundación, movimientos en masa e incendios forestales.

SUSCEPTIBILIDAD MOVIMIENTOS EN MASA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OTÚN





MAPA DE AMENZA ANTE INCENDIOS



LEYENDA

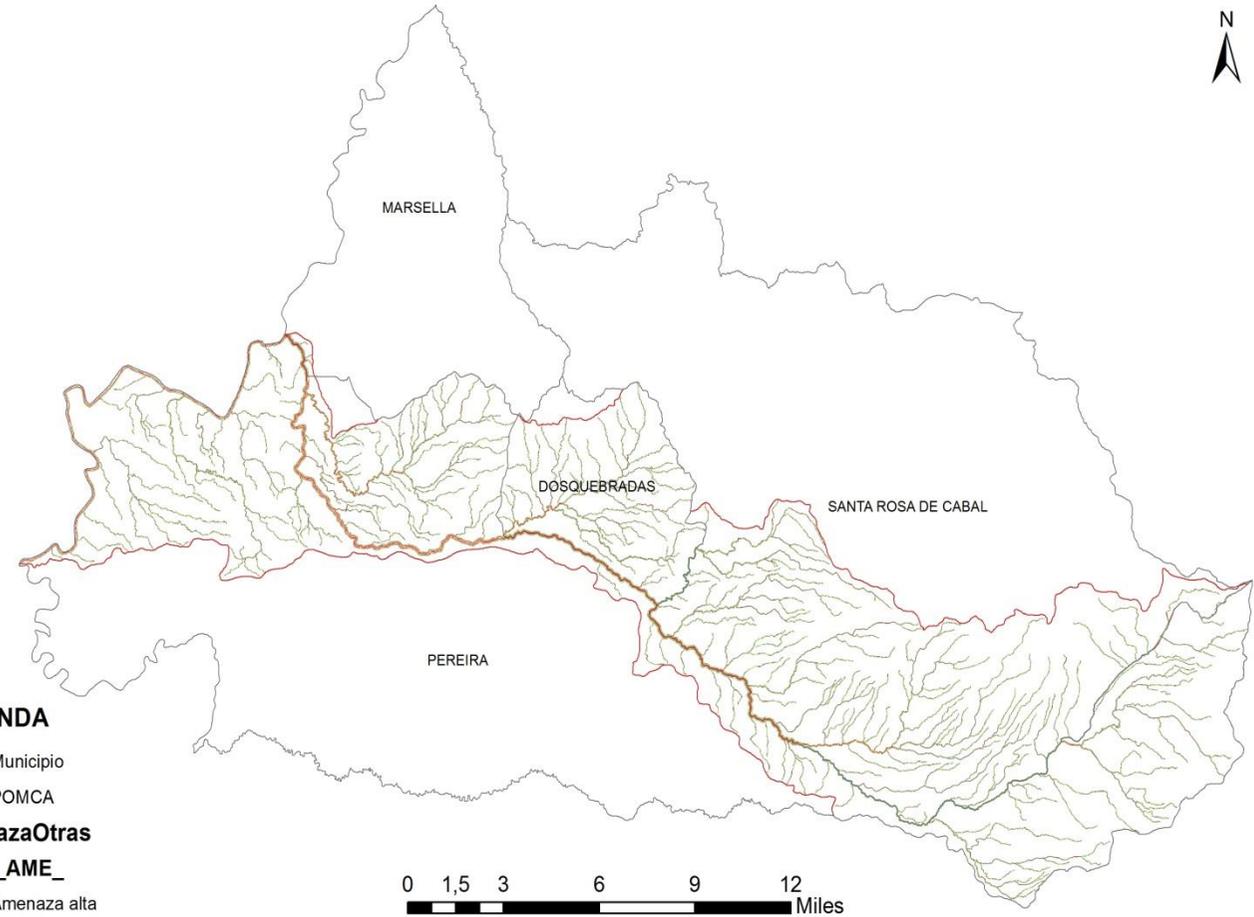
AMNIÑA2.tif

<VALUE>

-  1,5 - 2,2419608
-  2,241960801 - 2,543921591
-  2,543921592 - 2,794117675
-  2,794117676 - 3,096078466
-  3,096078467 - 3,700000048



MAPA DE AMENAZA ANTE INUNDACIONES



- LEYENDA**
- Municipio
 - POMCA
 - AmenazaOtras**
 - GRAD_AME_**
 - Amenaza alta
 - Amenaza baja
 - Amenaza media

observaciones	nivel de amenaza/evento	inundaciones	%/nivel	%/cuenca	incendios	%/nivel	%/cuenca	movimientos en masa	%/nivel	%/cuenca
	alto	11392	20	1,96	7,95	0,06	0,01	4518,17	53,84	7,95
	medio	31304	55	1,61	2490,63	19,02	4,38	2257,50	26,90	3,97
	bajo	14144	25	6,16	10593,47	80,92	18,64	1616,63	19,26	2,84
	sumatoria	56840		9,73	13092,05		23,03	8392,30		14,76
	área de cuenca	56840,59		100,00	56840,59		100,00	56840,59		100,00

Resultados y análisis	<p>Con respecto a los niveles de amenaza, estos fueron tomados por diferentes metodologías según el tipo de evento que se esté analizando, para así concluir dentro de los planes de manejo y ordenamiento de las cuencas y en específico la cuenca del río Otún, que áreas presentan niveles de amenaza alta, media y baja. Como se observa en la tabla, se muestran las áreas de afectación en hectáreas para los tres eventos amenazantes, para los diferentes niveles que se toman como analisis, es de aclarar que de las 56840.59Ha que representa el 100% de la cuenca, solo una fracción de esta área presenta niveles de amenaza baja a alta, la otra fracción y las cantidades areales que no se muestran en la tabla representan niveles de amenaza muy bajo.</p> <p>A continuación se hará un analisis de cada uno de los eventos amenazantes sobre la cuenca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones: la mayor parte de la cuenca, representa una amenaza media a alta representados en un 36.73% con respecto a las áreas de analisis (áreas susceptibles) y un 3.57% con respecto al área total de la cuenca, principalmente sobre el cauce del rio Otun hacia el sector centro occidente y en específico hacia el sector de la bananera y la florida donde se han registrado eventos históricos, como también hacia el sector de la desembocadura del rio otun en el sector de estación Pereira, donde por una avenida torrencial de fuerte impacto se llevó el puente ferroviario; hacia el sector de rio barbo y valle de san Juan, se han evidenciado eventos torrenciales de magnitud alta, con arrastre de material siendo desde cantos hasta bloques, y que a su vez han bajado por el cauce afectando principalmente tejido urbano discontinuo en el sector. • Incendios: la mayor densidad de amenaza ante este fenómeno, se encuentra hacia el sector occidente, de la cuenca, parte baja representados por la Virginia, Caimalito, puerto caldas y zona de expansión urbana cerritos, indicando una amenaza baja a media, representados en un 99.94% con respecto a las áreas susceptibles ante este evento y un 23.02% con respecto al área total de la cuenca, esto influenciado por el tipo y cobertura del suelo presentes en la zona, como cultivos heterogéneos, condiciones climáticas fuertes y tejido urbano discontinuo. • Movimientos en masa: representados en un 55% de amenaza alta con respecto a las áreas susceptibles, con base en eventos históricos y con datos de campo, principalmente hacia el sector de combia-convencion, aguazul-boqueron, alto del nudo y alto de toro, es necesario aclarar que hacia la parte alta de la cuenca sector de la vereda el cedral, como hacia la parte baja de la cuenca, sector de puerto caldas, Caimalito, se está evidenciando una amenaza alta debido a las condiciones tectono-
-----------------------	--

	<p>estructurales de la zona, ya que se presentan lineamientos representativos en relación directa sobre la tectónica regional de la zona. Hacia la parte baja de la cuenca en el sector de cerritos, representadas en un 25% (14144 Ha) presentan una amenaza baja.</p>
--	---

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Otún, 2016

5. BIBLIOGRAFÍA

- DANE. (2005). *Censo*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- Departamento Nacional de Planeación. (10 de Abril de 2015). *Fichas de caracterización territorial*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/Paginas/Fichas-de-Characterizacion-Regional.aspx>
- DNP. (2014). *Una Política Nacional Para Consolidar el sistema de ciudades en Colombia*. Bogotá.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá.
- IDEAM. (2013). *La Evaluación Regional del Agua Lineamientos Conceptuales y Metodológicos*. Bogotá.
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá.
- IDEAM. (2016). *Evaluación Regional del agua*. Bogotá.
- Marquez, G. (2000). *Sistema de Indicadores Municipales*. Bogotá.
- Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto Número 3930*. Bogotá.
- Osorio, O. (2012). *Estudio de tendencias demográficas*. Pereira.