



RESUMEN DE RESULTADOS

EVALUACIÓN DE LA **HUELLA HÍDRICA** EN LA CUENCA DEL RÍO PORCE MAYO 2013



HUELLA HÍDRICA CUENCA PORCE



La Evaluación de la **Huella Hídrica** en la cuenca del río Porce fue liderado por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, y hace parte de la iniciativa SuizAgua Colombia de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación – COSUDE –.

Este proceso se desarrolló de manera interinstitucional e interdisciplinaria, con la participación de instituciones públicas y privadas, como cofinanciadores y apoyo profesional. Estas 16 instituciones son: Secretaría de Medio Ambiente de la Alcaldía de Medellín, CORANTIOQUIA, CORNARE, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, COSUDE, CTA, EPM, Universidad de Antioquia, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Universidad de Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Tecnológico de Antioquia, Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales, Good Stuff International, WWF, Cátedra UNESCO de sostenibilidad Universidad Politécnica de Cataluña.

Dirección de proyecto (CTA)

Diego Arévalo Uribe y Claudia Campuzano Ochoa

Equipo técnico de proyecto de huella hídrica (CTA)

Edwin Builes, Sergio Moreno, Carolina Rodríguez, Natalia Cardona, Andrea Guzmán, Connie López, Catalina Restrepo, Juan Esteban González, Elmer Herrera, Jorge García, Juan Camilo de los Ríos, María Fernanda Monsalve. Agradecimiento especial a todo el equipo del CTA por su apoyo permanente al trabajo realizado.

Equipo técnico de proyecto de huella hídrica (Entidades participantes)

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá: Diana Castro, Martha Montoya, Raúl Alexander Cardona, Juan Esteban Jimenez.
- Cátedra UNESCO de sostenibilidad U. Politécnica de Cataluña: Oscar Flecha, Jordi Morató.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales - CNPMLTA: Carlos Toro, Gladis Sierra, Natalia Berrío, Carolina Álvarez.
- CORNARE: Julia Cadavid, Gloria Offir.
- CORANTIOQUIA: Edgar Vélez, Oscar Mejía, Diana Montoya.
- COSUDE: Diana Rojas, Sergio Perez, Walter Reithebuch.
- EPM: Elizabeth Calle, Natalia Posada, Winston Cuellar.
- Escuela de Ingeniería de Antioquia: María del Pilar Arroyave.
- Secretaría de Medio Ambiente Alcaldía de Medellín: Oscar Cárdenas.
- Tecnológico de Antioquia: Yaneth Daza, Jorge Montoya, Joe Sánchez.
- Universidad de Antioquia: Juan Camilo Villegas.
- Universidad de Medellín: Blanca Botero, Luis Javier Montoya, Verónica Valencia.
- Universidad Pontificia Bolivariana: José Adrián Ríos, Viviana Martínez, Gloria Velázquez, Ana María Bustamante, Paola Cuartas.
- WWF: Javier Sabogal.

Equipo de asesores internacionales (Good Stuff International)

Érika Zárate y Derk Kuiper

Diseño de logo

Creatividar SAS

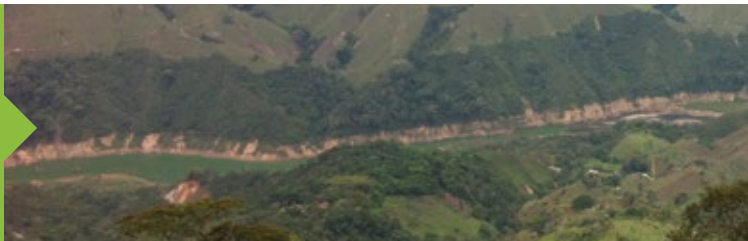
Diseño gráfico y diagramación

Adhouse

▶ AGRADECIMIENTOS

Asimismo, agradecemos por el tiempo de asesoría, suministro de información y apertura de espacios para socializar los avances parciales del proyecto a: Omar Vargas, Martha García y Consuelo Onofre (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM), Olga Tobón (Transform Ecoskandia), Felix Gnehm y Stuart Orr (WWF), Nicolas Franke (Water Footprint Network), Alberto Garrido y Barbara Willaarts (Observatorio del Agua de la Fundación Botín).

Agradecimiento especial a los profesionales que cedieron parte de su tiempo para atender las reuniones de presentación de resultados parciales de este estudio y que brindaron valiosos comentarios y recomendaciones para su desarrollo.



1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANTECEDENTES	8
3. OBJETIVO	9
3.1. General	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PORCE	10
4.1.1. Principales usos del agua en la cuenca	12
4.1.2. Marco socioeconómico	16
5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA	20
5.1. Fases de la Evaluación de huella hídrica en la cuenca del río Porce	22
6. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA A NIVEL DE CUENCA	24
6.1. FASE I - Definición del alcance general de evaluación	24
6.2. FASE II - Cuantificación de huella hídrica multisectorial	27
6.2.1. Huella hídrica por unidad productiva	27
6.2.2. Huella hídrica por subcuencas	32
6.2.3. Resultados cuantificación acumulados en sentido hidrológico en cuenca	40
6.3. FASE III - Análisis de sostenibilidad	43
6.3.1. Criterios de análisis	44
6.3.2. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Río Aburrá	50
6.3.3. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Río Grande	53
6.3.4. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Medio	57
6.3.5. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Río Guadalupe	60
6.3.6. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Medio - Bajo	63
6.3.7. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Río Mata	66
6.3.8. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Bajo	68
6.3.9. Resumen del análisis sostenibilidad cuenca Porce	71
6.4. FASE IV - Formulación de estrategia de respuesta	73
6.4.1. Líneas temáticas a escala cuenca río Porce	77
6.4.2. Líneas por subcuenca	81
7. CONSIDERACIONES FINALES Y PASOS A SEGUIR	87
REFERENCIAS PRINCIPALES	96
GLOSARIO DE SIGLAS	98

CUENCA DEL RÍO PORCE



Cuenca del río Porce

▶ 1. INTRODUCCIÓN

Colombia se encuentra ubicada en el puesto siete en el ranking de los países más ricos en recursos hídricos renovables del planeta (Figura 1), por lo que está en una posición estratégica frente a uno de los principales retos que afronta el mundo moderno: la gestión sostenible de los recursos naturales de su territorio, con miras a la visualización de la tierra como un planeta capaz de albergar vida, proveer y garantizar los recursos necesarios para mantener a una población creciente, que se desarrolla bajo un modelo económico que actualmente pone en duda nuestro propio futuro.

La gestión eficiente y sostenible de la riqueza natural es el reto al que se enfrenta Colombia y, en general, la mayor parte de los países y regiones de Suramérica, en cuanto a las políticas de desarrollo social y económico y modelos de gestión sostenible de los recursos naturales que se están implementando actualmente en la región. Centrando la atención en el agua como recurso natural prioritario para la vida, la Gestión Integral de los Recursos Hídricos – GIRH –, se plantea como un modelo de gestión del agua que es sostenible e incluyente, que promueve el diálogo y la concertación entre los principales interesados en la gestión del agua, en su unidad geográfica natural, la cuenca hidrográfica.

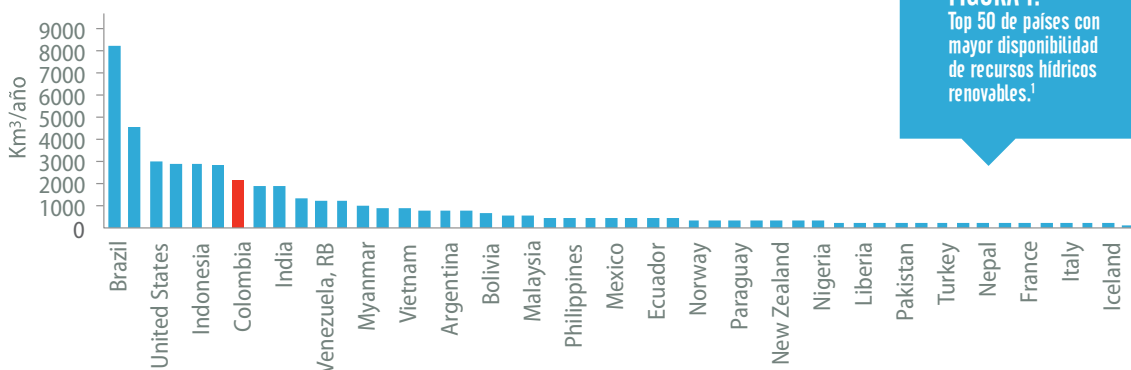


FIGURA 1.
Top 50 de países con mayor disponibilidad de recursos hídricos renovables.¹

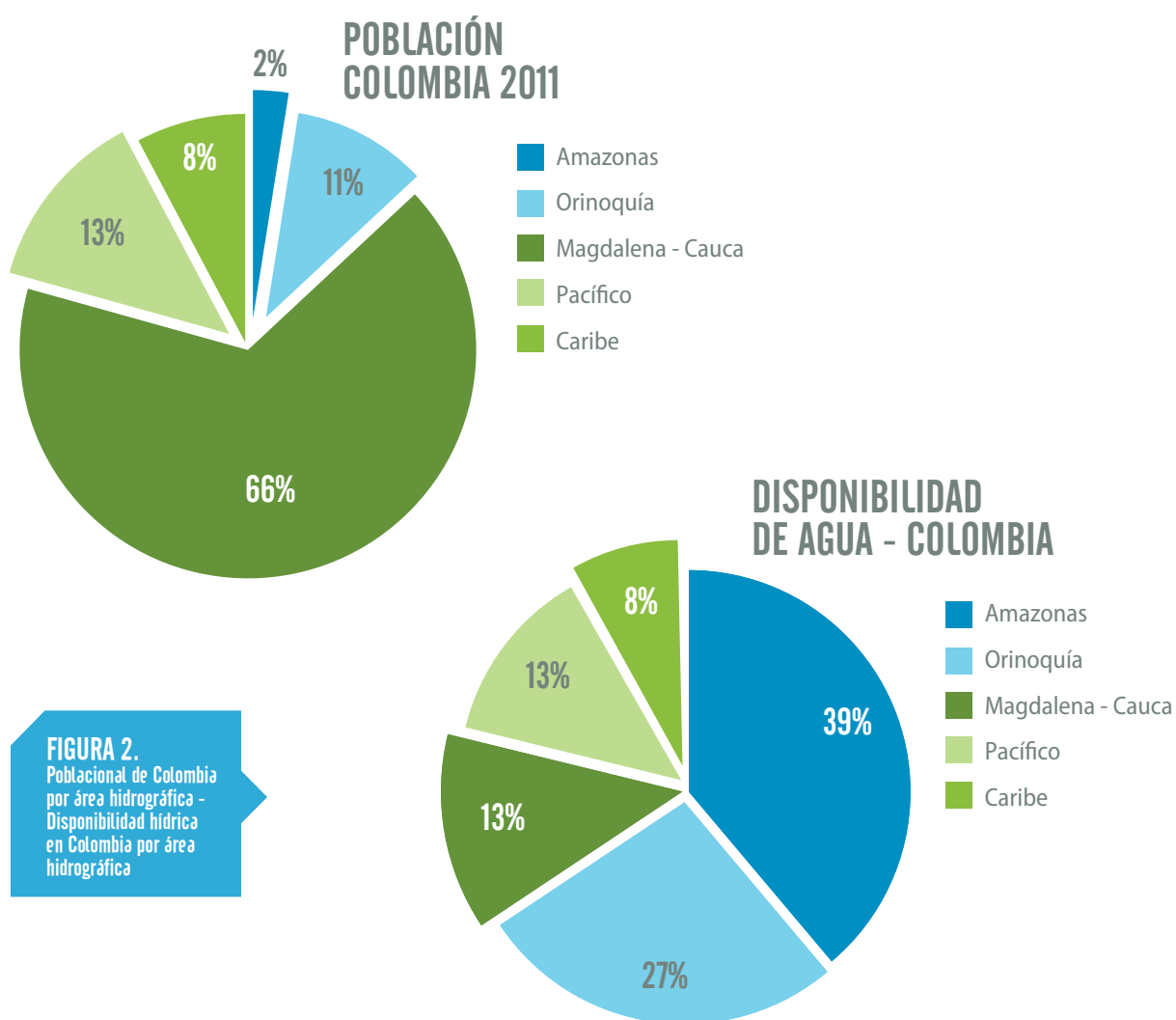
- Brazil
- Indonesia
- India
- Myanmar
- Argentina
- Malaysia
- Mexico
- Norway
- New Zealand
- Liberia
- Turkey
- France
- Iceland
- Russian Federation
- China
- Congo, Dem. Rep.
- Chile
- Papua New Guinea
- Australia
- Japan
- Madagascar
- Cameroon
- Guinea
- Romania
- Nicaragua
- Gabon
- United States
- Colombia
- Venezuela, RB
- Vietnam
- Bolivia
- Philippines
- Ecuador
- Paraguay
- Nigeria
- Pakistan
- Nepal
- Italy
- Canada
- Peru
- Bangladesh
- Congo, Rep.
- Greenland
- Cambodia
- Thailand
- Lao PDR
- Guyana
- Mozambique
- Serbia
- Sweden

¹. FAO – AQUASTAT. 2006

En Colombia, la zonificación hidrográfica consta de tres niveles²:

- 1) 5 áreas hidrográficas
- 2) 41 zonas hidrográficas
- 3) 309 subzonas hidrográficas.

A pesar del enorme potencial hídrico de Colombia, nuestro país no está exento de problemas y conflictos en torno a la gestión del agua, los cuales se originan especialmente en que la mayor disponibilidad de recursos hídricos no coincide con el área hidrográfica que alberga al mayor porcentaje de la población del país (Figura 2), y que por tanto es la receptora de la mayor presión por los recursos naturales y en especial por el agua³.



²Estudio nacional del agua ENA 2010 (IDEAM, 2011)

³Más del 65% del agua disponible está en las áreas hidrográficas que albergan menos del 15% de la población. En sentido opuesto, más del 65% de la población está asentada en el área hidrográfica de los ríos Magdalena y Cauca, que tiene una disponibilidad hídrica de menos del 15% del total nacional.

En este contexto e identificando a las actividades socioeconómicas como el principal factor de presión sobre los recursos naturales, se presenta la evaluación de huella hídrica como una herramienta de la GIRH, que permite identificar relaciones causa-efecto a nivel socioambiental. Este indicador ofrece una visión del agua complementaria a la convencional que incluye el agua consumida indirectamente y que fue requerida para la producción de bienes o servicios de consumo (en el caso de la aplicación de cuenca, solo se incluye el agua consumida indirectamente que afecta la disponibilidad dentro de la cuenca de estudio). De esta forma, esta metodología de evaluación informa sobre una situación específica, geográfica y temporalmente explícita, y aporta al aumento del conocimiento de nuestra situación actual frente al agua, permitiendo orientar los resultados para generar un cambio en la conceptualización de la relación agua – hombre y, por último, llegar a la formulación de estrategias dirigidas a reducir las huellas que dejamos sobre los recursos naturales que comprometen su sostenibilidad.



Cuenca río Porce. Municipio de Amalfi

► 2. ANTECEDENTES

El indicador de huella hídrica fue desarrollado por los investigadores A. Hoekstra y A. Chapagain en 2003⁴ y se basa en un desarrollo más amplio del concepto de agua virtual propuesto por J.A. Allan en 1993⁵. Estas fechas dan una idea de los pocos años que preceden este estudio, y los pocos ejemplos de aplicación que existen a nivel internacional, los cuales han incrementado su volumen de producción y estandarización a partir de 2009, con la publicación de la Metodología Estándar de Cálculo de huella hídrica⁶ y de 2011 con la publicación del Manual de Evaluación de huella hídrica⁷.

En el ámbito nacional se identifican dos antecedentes relevantes en el tema:

- El primero de ellos es el proyecto piloto Suizagua Colombia, coordinada por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación – COSUDE –, que comenzó en 2009 como una iniciativa pionera en la región en el tema de huella hídrica, haciendo un trabajo de medición en cuatro empresas suizas con operación en Colombia: Clariant, Nestle, Syngenta y Holcim. En 2012 se inició con la segunda fase de este proyecto, que abordó el trabajo en huella hídrica desde dos perspectivas diferentes: la primera de ellas continuó su trabajo con empresas, pero esta vez con siete empresas colombianas, la segunda se orientó a una aplicación geográfica de la huella hídrica en una cuenca prioritaria en Colombia, que se materializó en el presente proyecto de evaluación de huella hídrica en la cuenca del río Porce.
- Como segundo antecedente se tiene el estudio nacional de huella hídrica de Colombia⁸ (WWF, 2012), investigación que permitió priorizar un grupo de 21 subzonas hidrográficas basándose en los resultados de la cuantificación de la huella hídrica agrícola, que las propone como estudios especiales de caso para reducir la escala y profundizar la metodología. A partir de este resultado nacional, fue priorizada la cuenca del río Porce para la ejecución de un primer estudio de caso que permitiría profundizar en la aplicación metodológica de los conceptos de huella hídrica y ampliaría el alcance del estudio incluyendo otros sectores prioritarios de la economía.

Es importante resaltar que este estudio obtuvo sus fundamentos metodológicos en la aplicación de la metodología estándar y en las fases de evaluación descritas en el Manual de Evaluación de huella hídrica, sin embargo, presenta importantes aportes que se pueden resumir en los siguientes puntos:

⁴Hoekstra, A.Y. (2003) Virtual water trade between nations: A global mechanism affecting regional water systems. IGBP Global Change News Letter, No. 54, pp. 2-4.

⁵Allan, J. A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible, ODA, Priorities for water resources allocation and management, ODA, London.

⁶Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2009) Water footprint manual: State of the art 2009, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

⁷Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2011) The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK.

⁸Arévalo, D. et.al. (2012) Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. WWF 2012.

- Profundización frente a la aplicación metodológica detallada de la huella hídrica para sectores diferentes al agrícola y pecuario, incluyendo en el estudio los sectores doméstico, industrial, generación de energía hidroeléctrica y minería.
- Desarrollo de una metodología detallada de evaluación de sostenibilidad, incluyendo análisis económico y social, que involucran la aplicación de algunos conceptos de huella hídrica extendida⁹.
- Formulación de una respuesta orientada a lineamientos de política pública, obtenidos como resultado de un proceso participativo e incluyente en el que participaron los principales tomadores de decisión de la cuenca.

La situación anterior plantea un avance en términos cualitativos a partir de este proyecto, que consiguió salir de lo estrictamente académico para llegar a una escala política, operativa y concreta de aplicación, la cual fue concertada en todos los casos con los gestores del agua en la cuenca.

▶ 3. OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Realizar un ejercicio práctico de aplicación geográfica de evaluación de huella hídrica en la cuenca para los sectores prioritarios de la cuenca del río Porce: agropecuario, industrial, doméstico, generación de energía hidroeléctrica y minería.

3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la huella hídrica de los sectores priorizados en la cuenca del río Porce con resolución temporal mensual.
- Realizar la evaluación de sostenibilidad de la huella hídrica multisectorial de la cuenca, basada en un análisis ambiental, económico y social de los resultados de cuantificación.
- Formular propuestas y estrategias de orden multisectorial, incluyendo al sector público y al privado, orientadas a mejorar la sostenibilidad de los recursos hídricos en la cuenca estudiada.
- Identificar el potencial de los resultados como herramientas de política pública para la gestión integral del recurso hídrico.
- Generar una guía metodológica que facilite y oriente la réplica del ejercicio en otras cuencas.

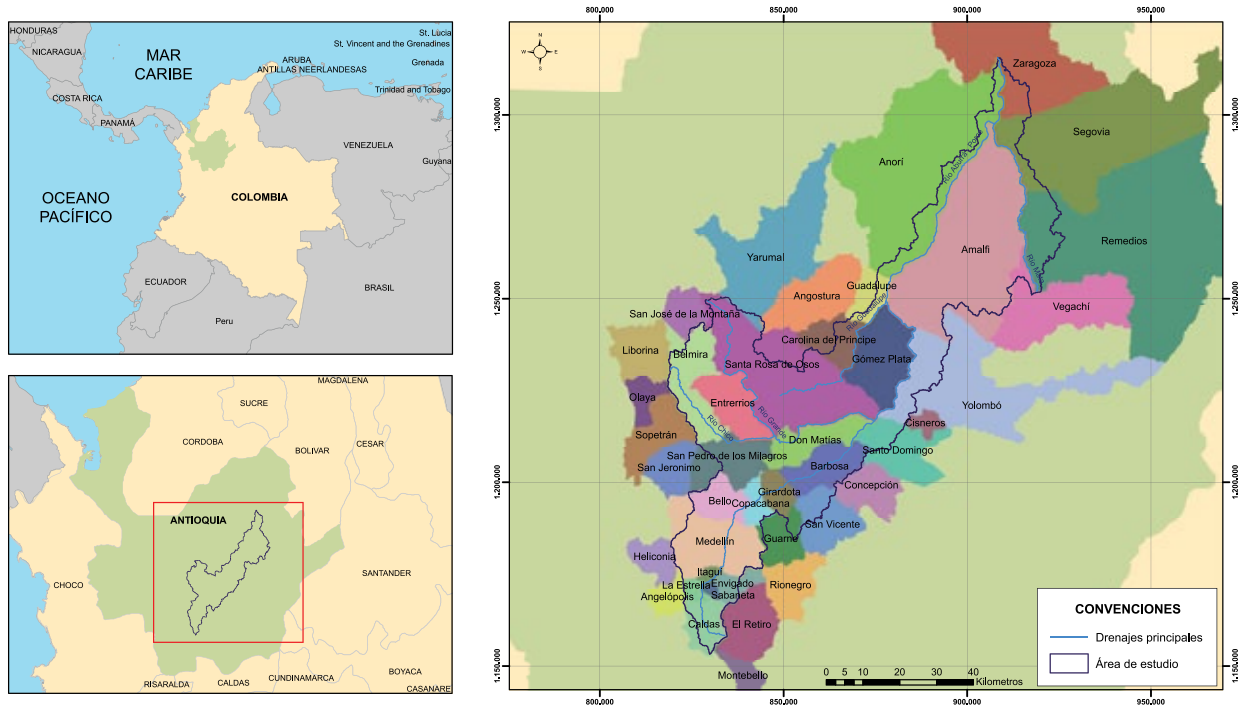
⁹Samoral et al., (2011) Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir. Observatorio del Agua de la Fundación Botín. España.

► 4. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PORCE

La cuenca del río Porce tiene un área de 5.248 km² y se encuentra localizada en el departamento de Antioquia, sobre la cordillera Central colombiana. El nacimiento de su cauce principal está definido por el río Aburrá, que nace en el alto de San Miguel en el municipio de Caldas, atraviesa diez municipios y se une al río Grande en Puente Gabino, cambiando de nombre a río Porce, el cual, tras un recorrido total de 252 km vierte sus aguas al río Nechí en el municipio de Zaragoza. La topografía de la cuenca es irregular y pendiente, con altitudes que oscilan entre los 80 y 3.340 msnm.

La división político – administrativa de la cuenca tiene 29 municipios, los cuales están total o parcialmente contenidos en la cuenca. (Figura 3 y Tabla 1).

FIGURA 3.
Localización de la cuenca del río Porce



Rango de %	Nombre municipio	Área total municipal	Área dentro de cuenca del río Porce	
		km ²	km ²	%
> 99	Donmatías	197,96	197,96	100,0
	Entrerriós	215,54	215,54	100,0
	Gómez Plata	326,02	326,02	100,0
	Itagüí	19,61	19,61	100,0
	Sabaneta	16,46	16,46	100,0
	Girardota	83,46	83,36	99,8
	Copacabana	68,35	68,15	99,7
	La Estrella	34,16	34,01	99,5
	Barbosa	205,06	203,64	99,3
90-95	Bello	139,59	138,40	99,1
	Amalfi	1.213,04	1.141,16	94,1
50-90	Belmira	297,88	269,85	90,6
	Medellín	373,58	315,49	84,4
	Santa Rosa de Osos	850,96	718,12	84,4
	Caldas	136,28	102,86	75,5
	San Pedro de los Milagros	244,04	174,01	71,3
	Envigado	79,03	46,57	58,9
20-50	Carolina del Príncipe	163,58	85,33	52,2
	Guadalupe	115,12	49,03	42,6
	San Vicente Ferrer	229,47	69,75	30,4
	Santo Domingo	274,28	77,08	28,1
	Guarne	152,49	34,89	22,9
1-20	Yolombó	942,48	201,98	21,4
	Anorí	1.418,77	232,00	16,3
	Remedios	1.990,09	194,36	9,8
	Segovia	1.238,84	101,66	8,2
	Zaragoza	1.052,16	78,46	7,5
	Vegachí	533,15	32,95	6,2
	Yarumal	732,67	13,66	1,9

TABLA 1.
Municipios incluidos
en la cuenca del río
Porce

En cuanto a la división hidrográfica, el área objeto de este estudio está compuesta por cuatro subcuencas independientes (río Aburrá, río Grande, río Guadalupe y río Mata) y por tres áreas hidrográficas diferenciables en el cauce central (Porce medio, Porce medio - bajo y Porce bajo). Estas cuencas y áreas fueron subdivididas en 31 zonas priorizadas correspondientes a cursos de agua de especial importancia y que drenan a alguno de los cauces principales (Figura 4).

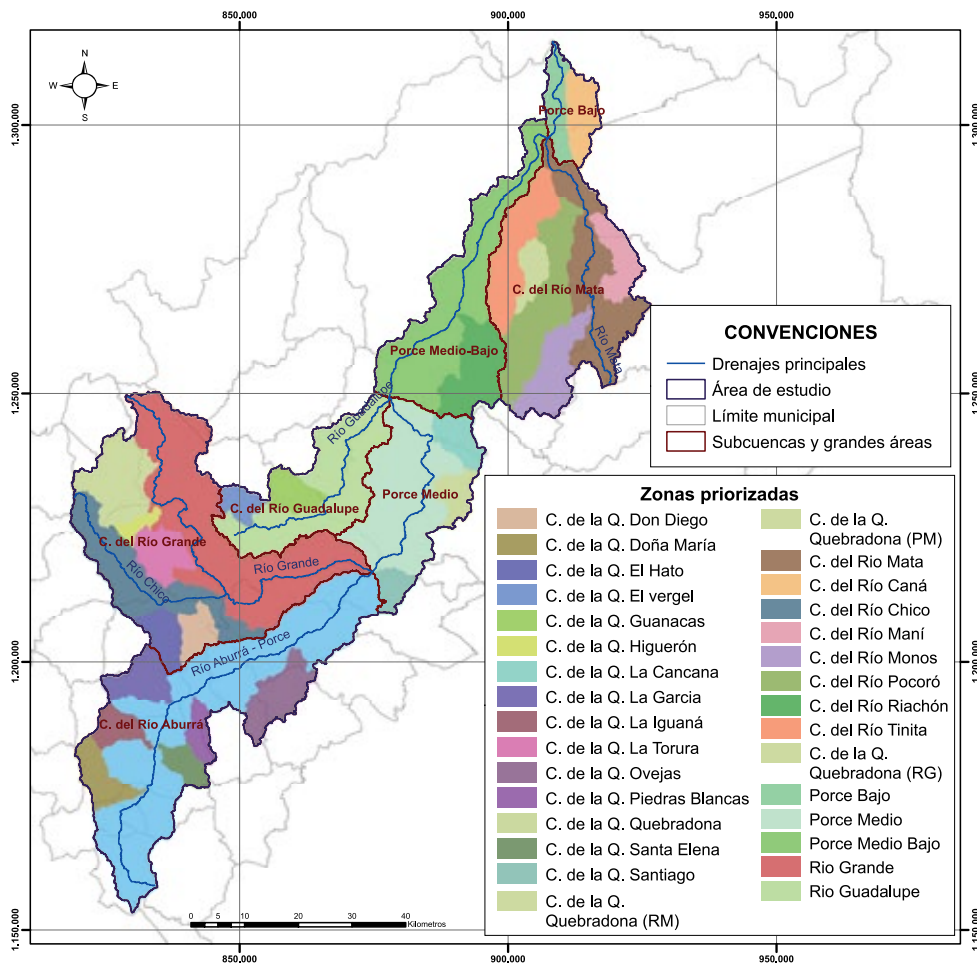


FIGURA 4.
Subcuencas y zonas priorizadas en la cuenca del río Porce

Las autoridades ambientales que tienen jurisdicción en esta cuenca son CORANTIOQUIA, CORNARE y AMVA.

4.1.1. Principales usos del agua en la cuenca

La cuenca del río Porce alberga una serie de actividades económicas y sociales que requieren el uso intensivo del agua para su desarrollo, lo que genera tensiones sociales en su interior y llevan a la necesidad de profundizar en el conocimiento de la situación actual, para aprovechar de la forma más eficiente y sostenible la riqueza natural de la cuenca.



CUENCA PORCE

Cuenca río Porce

La cuenca se puede dividir en tres tramos, en cada uno se presentan diferentes usos del agua de acuerdo a las actividades que se realizan en cada tramo y a las características propias del río. En la cuenca los usos actuales del suelo son: i) Tramo 1, se encuentra el Valle de Aburrá donde se concentra la industria, la mayor parte de la población y gran parte de las actividades comerciales¹⁰ii) Tramo 2, producción agropecuaria complementada con actividades agroindustriales, energéticas y siembra de bosque a modo de cercos vivos. iii). Tramo 3, de la cuenca; ganadería intensiva y agricultura y actividades mineras.

Tramo 1 (río Aburrá)

Desde el nacimiento del río Aburrá hasta el municipio de Barbosa, área donde se ubica la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá con una población de más de 3 millones de habitantes¹¹, las dinámicas propias de ciudad han generado el desarrollo de diferentes sectores económicos tales como el agropecuario, industrial (que en los últimos años generó una transformación hacia el sector servicios), minero (asociado a la extracción de materiales de construcción) y el consumo doméstico (en el que se concentra más del 80% de la población de la cuenca). En este tramo, tanto el río como sus afluentes, son principalmente usados como cuerpos receptores del vertimiento de las aguas residuales generadas en los procesos antrópicos que se desarrollan en la cuenca, teniendo una incidencia importante el sector doméstico por el aporte de DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno).

¹⁰Plan de desarrollo "Antioquia Manos a la obra 2008-2011"

¹¹Según Censo del DANE 2005, en el Valle de Aburrá hay 3.329.560 habitantes."

En relación con el uso del agua, desde la parte alta de la cuenca conocida como el alto de San Miguel hasta Ancón Sur (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011), se presentan captaciones de agua de estas fuentes para uso industrial, recreativo, protección de fauna y de flora, abastecimiento de acueductos rurales y para riego de cultivos, principalmente, en épocas de sequía.

Considerando que el río Aburrá es el principal receptor de las aguas residuales generadas en todo el Valle de Aburrá¹², para resolver este problema, se ha venido ejecutando un plan de saneamiento que complementa la operación actual de la planta de tratamiento San Fernando que recolecta las aguas residuales del sur del Valle de Aburrá (hasta el municipio de Itagüí). Actualmente se encuentra en fase de construcción la nueva planta en el municipio de Bello que tratará aguas residuales de Medellín. Con este plan de saneamiento se espera mejorar las condiciones del agua permitiendo a futuro que dicho afluente pueda ser utilizado en otras actividades.



Planta de tratamiento de aguas residuales San Fernando. Fuente: el Colombiano

Tramo 2 (incluye río Grande, Porce medio y río Guadalupe)

El segundo tramo, incluye la cuenca de río Grande y continúa desde el punto en el que el río Aburrá cambia su nombre por el de río Porce, inicia en el municipio de Barbosa hasta la desembocadura del río Guadalupe en el río Porce. En esta zona se evidencia una clara vocación agropecuaria en un ambiente rural y aumenta la capacidad de asimilación de los contaminantes que vienen desde el Valle de Aburrá por la incorporación de un caudal importante aportado por los ríos Grande y Guadalupe, asimismo, los embalses (Riogrande I y II, Troneras y Porce II) cumplen una función de retención de determinados contaminantes, lo cual también favorece al aumento en la capacidad de asimilación de los ríos.

¹²Para información más detallada de la calidad del río Aburrá y sus afluentes, se puede consultar los informes generados por la Red de Monitoreo Ambiental en la cuenca hidrográfica del río Aburrá Medellín y el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá (2007)

Esta situación favorece que los usos del agua en esta zona sean variados, incluyendo el uso energético (embalses Río grande y Troneras), abastecimiento de agua potable de las comunidades y Valle de Aburrá (trasvase del embalse de Río grande) y actividad pecuaria intensiva (bovino y porcícola) en municipios como Santa Rosa de Osos y San Pedro de los Milagros.



Actividades productivas en la cuenca del río Grande

Tramo 3. (incluye Porce medio – bajo, río Mata y Porce bajo)

Este tramo está comprendido entre el complejo hidroeléctrico de Porce III y el punto de descarga del río Porce en el río Nechí, corresponde a un área que tradicionalmente ha combinado sectores como el hidroeléctrico, el agropecuario y el minero. Este último, ha tomado mayor fuerza en años recientes ya que los precios internacionales del oro han generado un auge en la explotación, convirtiendo a esta zona en un importante productor de oro en Colombia, con un alto impacto sobre el recurso hídrico por el desarrollo de esta actividad.

La calidad del río Porce en este tramo mejora radicalmente en comparación con el río Aburrá, ya que se mantienen las condiciones de asimilación mencionadas a partir del tramo 2. El uso del agua en este tramo está asociado a la actividad agropecuaria, en especial a la ganadería bovina extensiva, que junto con algunos cultivos como cacao, caña de azúcar, café, representan los principales consumos de agua. En el caso del sector doméstico, la densidad demográfica es baja por lo que este no es un sector crítico de consumo de agua.

En relación al impacto generado en los afluentes por los sectores se debe resaltar la minería de oro (veta y aluvión). Esta actividad resalta por el uso de sustancias químicas como el mercurio, cianuro, y por el aporte de sólidos suspendidos totales, los cuales pueden generar fuertes cambios en la hidráulica de los afluentes y en las propiedades físico químicas y biológicas del agua. En el caso del sector pecuario, se genera un impacto ambiental importante a causa de la materia orgánica que aporta la crianza de bovinos, y por el lado de los cultivos el uso de agroquímicos también genera una incidencia en las condiciones químicas de los afluentes receptores.



Ganadería extensiva y extracción de oro

4.1.2. Marco socioeconómico

En el marco socio económico se consideraron las áreas político - administrativas de los 29 municipios que hacen parte de la cuenca.

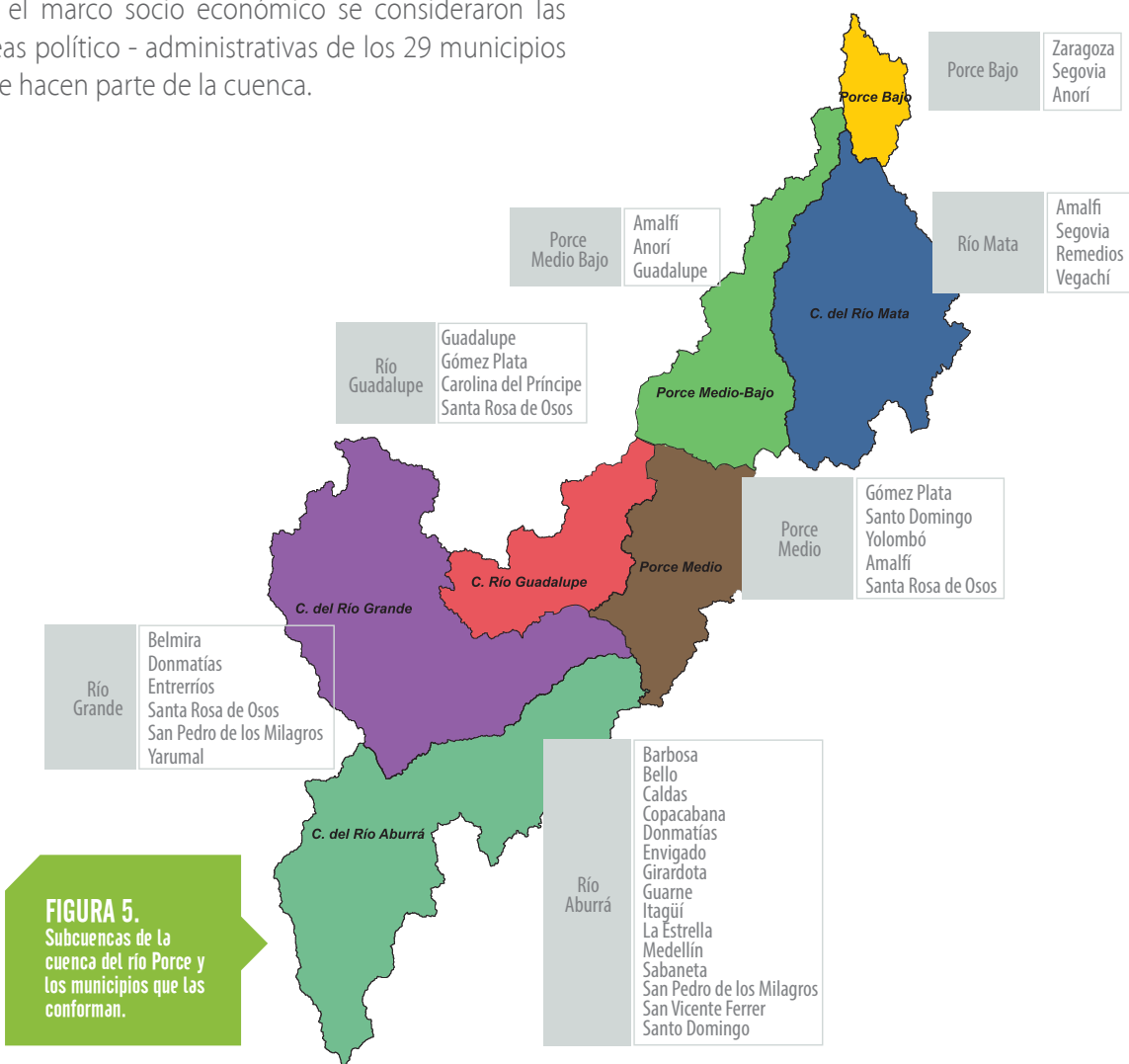


FIGURA 5. Subcuencas de la cuenca del río Porce y los municipios que las conforman.

4.1.2.1. Aspectos socioeconómicos

Para la cuenca del río Porce se estima una población aproximada de 4 millones de habitantes, de los cuales el 93 % corresponde a la población urbana y el 7 % a la población rural.

Aspectos socioeconómicos	Descripción
Poblamiento	El poblamiento en la cuenca corresponde a la dinámica de ocupación tradicional indígena, que posteriormente en la época de colonización española generó procesos de mestizaje, introducción de población negra y fundación de poblados dedicados a las actividades mineras y posteriormente agrícolas.
Cobertura en acueducto	El 90 % de la cuenca tiene cobertura en acueducto. Para la zona urbana, la cobertura es mayor al 95 %; sin embargo, en la zona rural el 52 % de los municipios de la cuenca poseen una cobertura menor al 50 %.
Cobertura en alcantarillado	La situación en alcantarillado anticipa mayores problemas, el 83 % de las cabeceras municipales de la cuenca tienen una cobertura mayor al 85 %. En las zonas rurales el 83 % cuenta con una cobertura menor del 50 %.

TABLA 2.
Datos socioeconómicos
para la cuenca río
Porce, departamento de
Antioquia¹³.

4.1.2.2. Indicadores socioeconómicos en la cuenca río Porce

Un indicador socioeconómico directamente relacionado con el acceso, la cobertura y la calidad del recurso hídrico, es el Índice de Calidad de Vida –ICV-; el cual ordena los hogares en niveles de pobreza y riqueza determinados por lo que es considerado institucionalmente como “buenas condiciones de vida”. Este indicador se define en una medición continua que varía de cero a cien. Para la cuenca del río Porce y según las cifras del DANE (2005), el 31 % de la cuenca tiene un ICV por encima de 80 puntos (muy buenas condiciones de vida), el 27 % de la cuenca tiene ICV entre 70.01 y 80 puntos (buenas condiciones de vida) y el 41 % de la cuenca tiene ICV entre 50.1 y 70 puntos (condiciones de vida regulares).

Los mejores índices están sobre los municipios de la subcuenca del río Aburrá, donde existe una alta concentración de la industria y de los servicios, por lo que la población tiene más facilidades de acceso a estos. La población con índices medios, es decir entre 70 y 80 puntos, son los ubicados en los municipios de Entreríos, Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, Barbosa, Donmatías y Carolina del Príncipe (Figura 5).

¹³Datos tomados a partir del Anuario Estadístico de Antioquia (Gobernación de Antioquia, 2010), y el Territorio Corantioquia: Atlas Geográfico (CORANTIOQUIA, 2011)

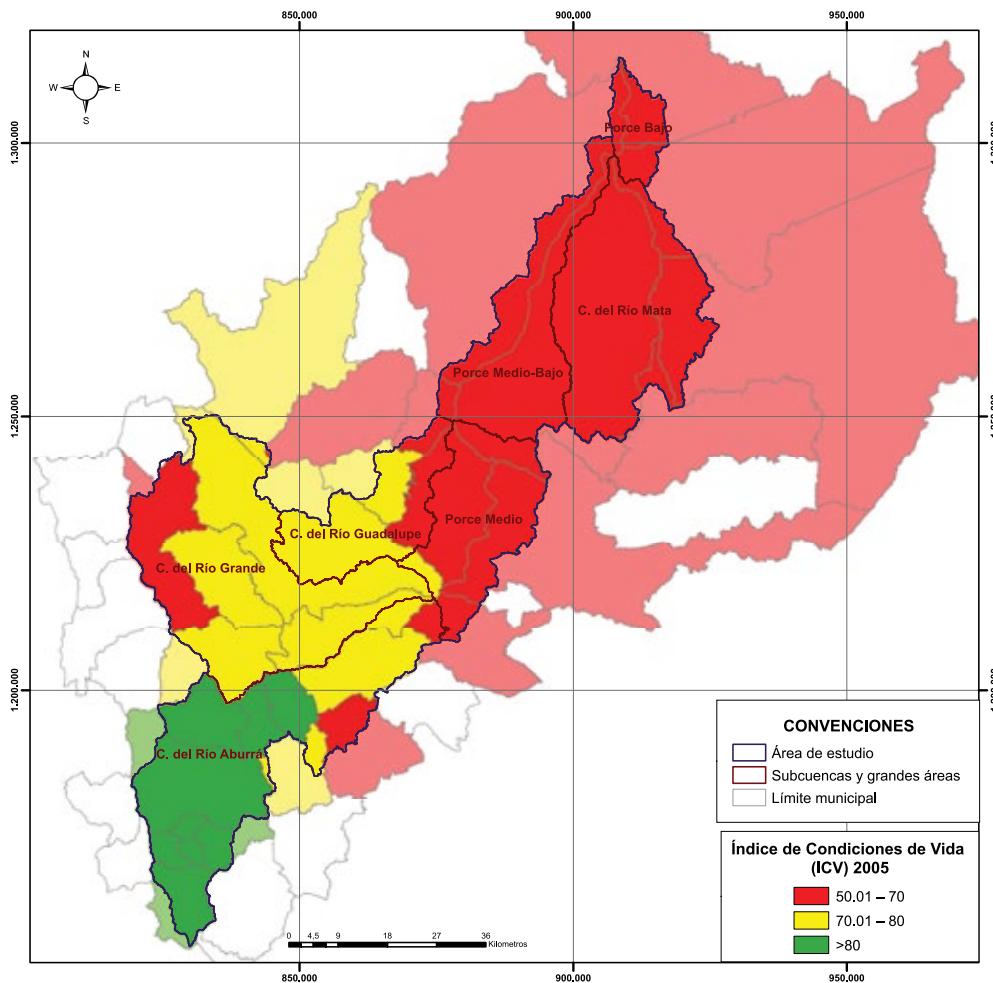


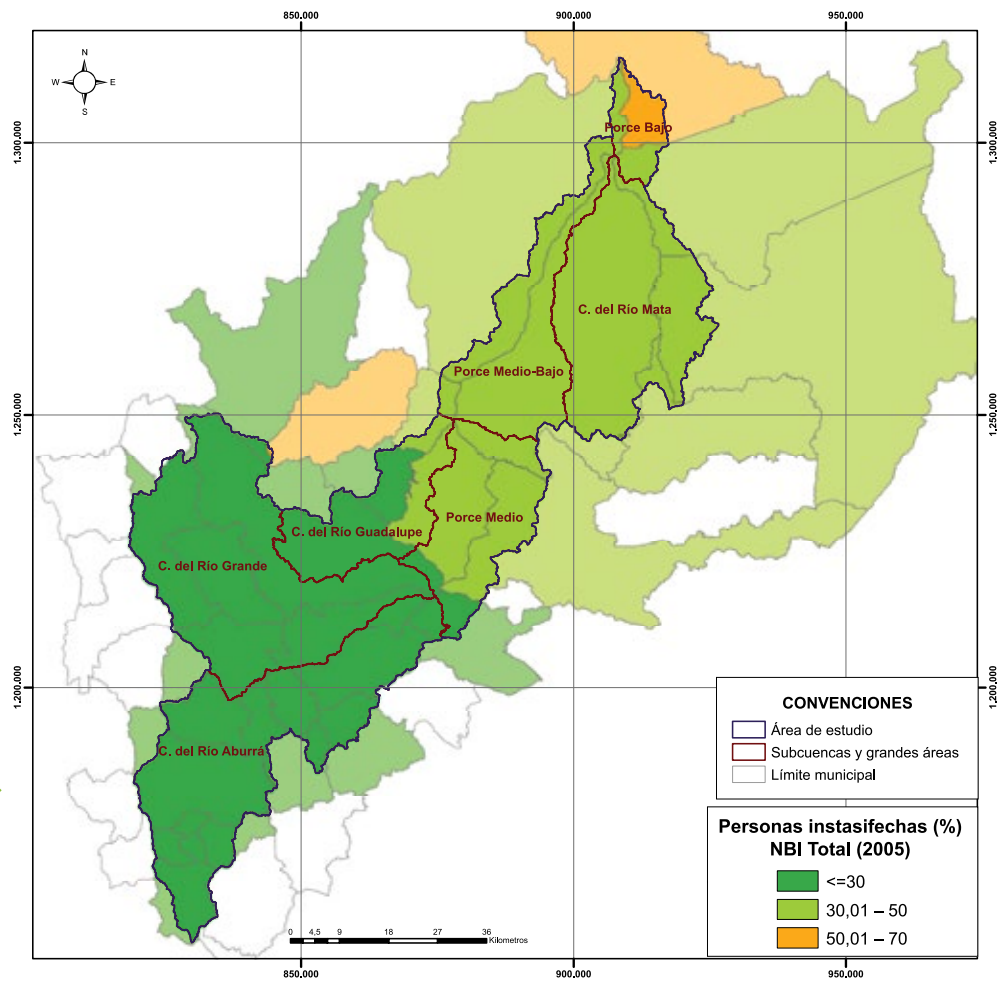
FIGURA 6.
Índice de calidad de vida-ICV- Censo -2005-Cuenca del río Porce

Otro indicador socioeconómico importante para el posterior análisis de las áreas críticas relacionadas con la huella hídrica, es el de Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI; que permite conocer el porcentaje de población que no tiene cubierta al menos una de las cinco necesidades definidas como básicas: vivienda con materiales adecuados, con servicios públicos de acueducto y alcantarillado adecuados, mínimo nivel de hacinamiento y bajo nivel de dependencia económica. Según el NBI, un hogar se considera pobre si presenta al menos una no cumplida de las cinco establecidas por este indicador (DANE, 2005).

En el caso de la cuenca del río Porce y a partir de las cifras del DANE (2005), el 70 % de la población de la cuenca tiene NBI menores o iguales a 30 puntos, es decir, que tienen una necesidad básica insatisfecha; el 27 % tiene NBI entre 30 y 50 puntos, entre dos y tres necesidades básicas insatisfechas; y el 3 % tiene NBI entre 50 y 70 puntos, entre cuatro y cinco necesidades básicas insatisfechas.

A partir de este indicador, se evidenció que la población asentada en las subcuencas del río Aburrá, río Grande y río Guadalupe, tienen condiciones menos críticas porque presentan índices NBI por debajo de 30 puntos, es decir, que carecen de una sola necesidad definida como básica, pero en el caso del municipio de Zaragoza, perteneciente a la subcuenca de Porce Bajo, la situación es diferente porque la población carece de tres y hasta cuatro necesidades definidas como básicas.

FIGURA 7.
Necesidades Básicas Insatisfechas-NBI-
Censo -2005- Cuenca
del río Porce





**CUENCA
PORCE**

Proyecto hidroeléctrico Porce II

► 5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

El concepto de huella hídrica permite considerar el uso del agua oculta a lo largo de la cadena de producción de bienes o de servicios de consumo, dando información de los efectos sobre el agua asociados a los hábitos de vida de las personas o poblaciones o de la producción de gremios o empresas. Este indicador multidimensional muestra los consumos de agua según su origen, y aporta información sobre la capacidad de asimilación de la contaminación generada. Los componentes de la huella hídrica son geográfica y temporalmente explícitos.

La huella hídrica tiene diversas aplicaciones que incluyen la visión desde el consumo o desde la producción: para una persona o para un grupo de personas, para un productor o para un grupo de productores, para un producto o para un grupo de productos o para un área geográficamente delimitada.

En este proyecto se hace referencia a un estudio de huella hídrica aplicada a un área geográfica delimitada (cuenca), analizando la producción de cinco sectores claves presentes en el territorio. Para este tipo de aplicación, se analizó la huella hídrica de los procesos que se llevan a cabo en la cuenca, buscando identificar los efectos sobre esta y no sobre productos, productores o personas (Figura 7).

Esquema del proceso de cálculo de la “Huella Hídrica”, considerando como elemento básico la “Huella Hídrica” de un proceso.

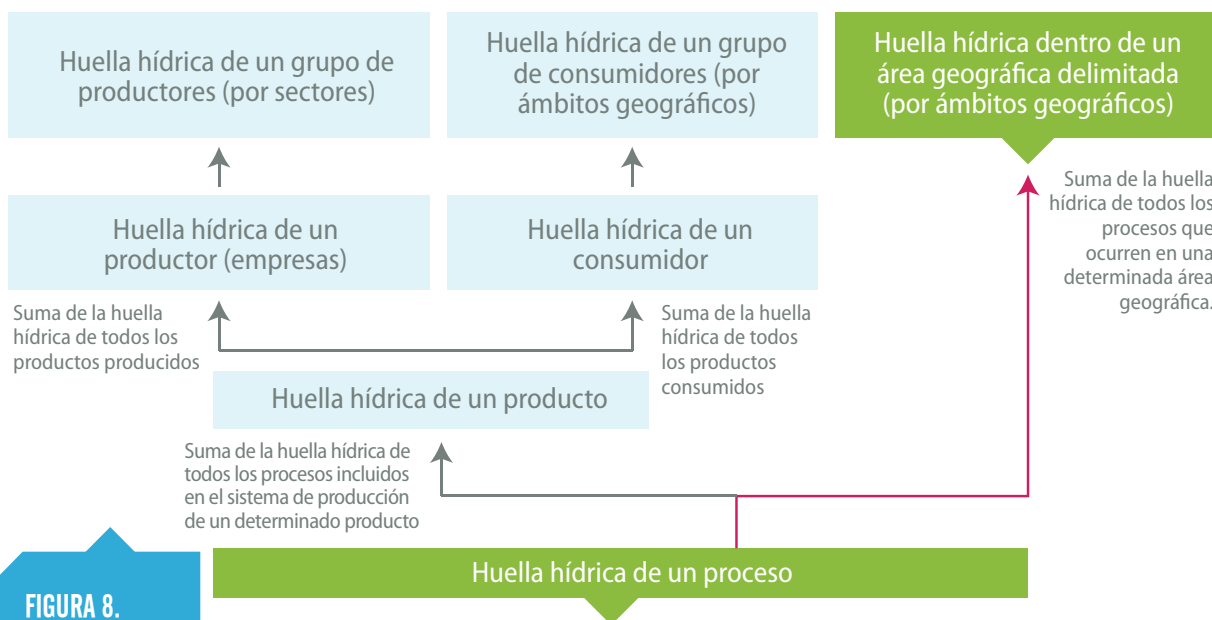


FIGURA 8.
Mapa conceptual de aplicaciones de huella hídrica (A. Hoekstra et al. 2011)

De esta forma la huella hídrica de la cuenca se calcula aplicando la siguiente fórmula

$$WF_{AREA} = \sum_q WF_{PROCESO}[q]$$

Para cada uno de los procesos, dependiendo de su naturaleza, fueron calculadas las tres componentes de la huella hídrica en los 5 sectores de estudio.



• **La huella hídrica verde:** Hace referencia al consumo de agua almacenada en el suelo proveniente de la precipitación, que no se convierte en escorrentía. Satisface una demanda sin requerir para ello de intervención humana.



• **La huella hídrica azul:** Hace referencia al consumo de agua, asociado a una extracción de fuente superficial y/o subterránea para satisfacer la demanda originada en un proceso. Requiere de intervención humana.



• **La huella hídrica gris:** Hace referencia como el volumen de agua dulce necesario para asimilar la carga de contaminantes por parte de un cuerpo receptor, tomando como referencia las normas de calidad ambiental, asociando los límites establecidos a una calidad buena del agua para el ambiente y para las personas.

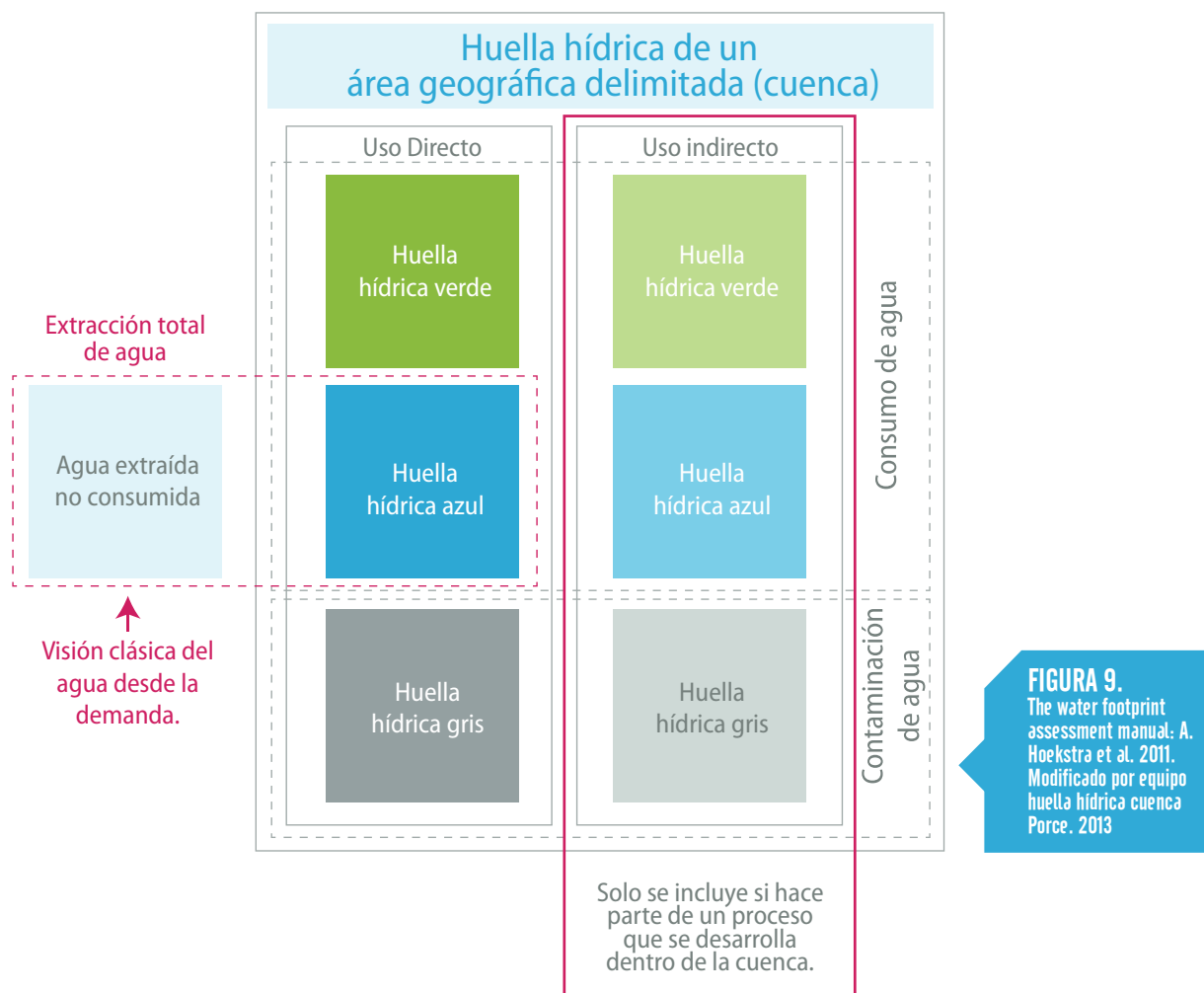


FIGURA 9.
The water footprint assessment manual: A. Hoekstra et al. 2011. Modificado por equipo huella hídrica cuenca Porce. 2013

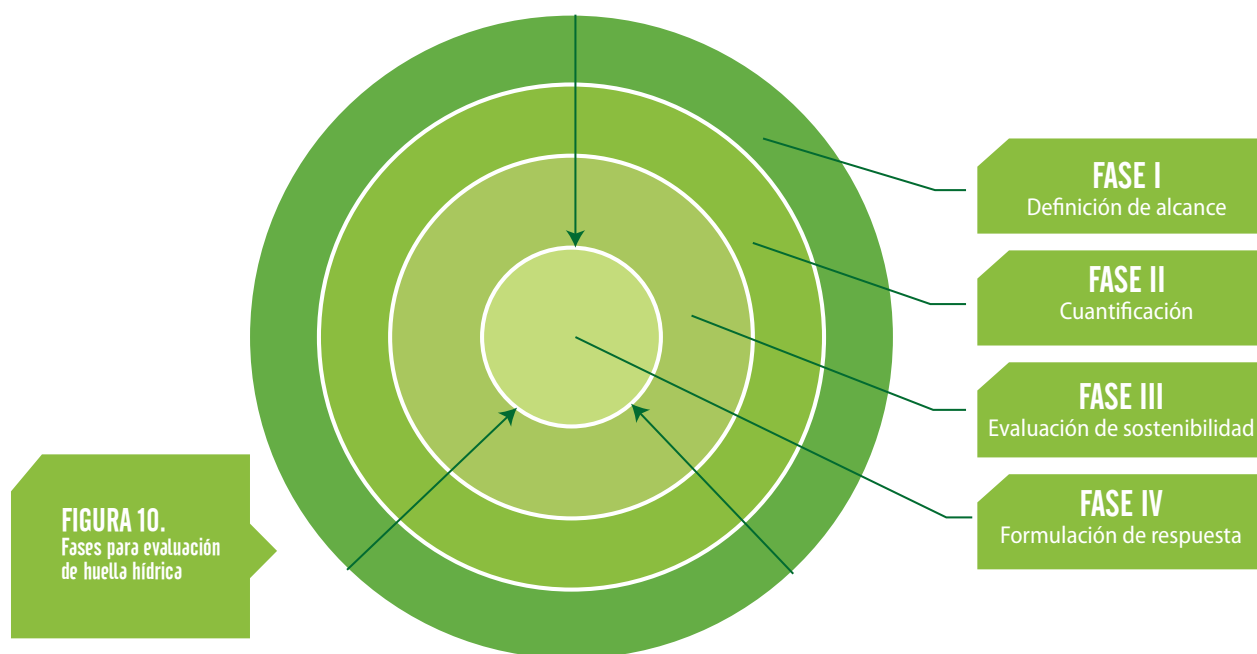
Según la metodología estándar y partiendo del concepto básico de huella hídrica, se incluye en la cuantificación, los usos directos e indirectos de los procesos identificados; no obstante, se debe hacer claridad de la peculiaridad que tiene la aplicación en una zona geográficamente delimitada, dado que en lo referente al consumo indirecto, solo se contabilizan los consumos que tienen relación directa con el territorio delimitado en el estudio (Figura 8).

5.1. Fases de la evaluación de huella hídrica en la cuenca del río Porce

La metodología seguida en este trabajo incluye las fases descritas en la publicación *The water footprint assessment manual*. (Hoekstra et al., 2011). Toda la metodología fue validada y en los casos donde se encontró necesario, fue particularizada, complementada y revalidada para permitir su aplicación en el contexto local y para los sectores y niveles de detalle incluidos en este estudio.

Según la metodología aplicada, la evaluación de la Huella hídrica se compone de cuatro fases:

- I. Establecimiento de objetivos y alcance del estudio.
- II. Cuantificación de la huella hídrica por unidad de estudio.
- III. Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica.
- IV. Formulación de estrategias de respuesta frente a los resultados de huella hídrica.



Como primera medida, se contempla la definición clara de objetivos buscados, alcance de la aplicación (ubicación geográfica, etapas y procesos, tipos de productos, cadenas de suministro incluidas y excluidas para el tipo de aplicación de huella hídrica de interés) y definición de los límites del estudio; lo anterior permite cuantificar de manera clara y concreta las diferentes componentes de la huella hídrica para los sectores y los procesos incluidos en el estudio. Con esto se abarcan las fases I y II de la evaluación.

El paso siguiente hace referencia al análisis de sostenibilidad de la huella hídrica en cada una de sus componentes, bajo un contexto específico ambiental, económico y social, cuyo resultado está asociado a las características geográfica y temporal del área de estudio y a los resultados de la cuantificación de la huella hídrica. Finalmente, se llega a la formulación de estrategias de respuesta que, para el caso específico de la cuenca del río Porce, estuvieron orientada a las propuestas de lineamientos de política pública, esperando convertirse en una herramienta de gestión y decisión en política ambiental.

► 6. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA A NIVEL DE CUENCA

A continuación se hace la descripción de la metodología desarrollada en el proyecto y se resumen los resultados claves para cada una de las cuatro fases de la evaluación.

6.1. FASE I - Definición del alcance general de evaluación

Se citan a continuación las conclusiones del proceso de definición del alcance del proyecto que marcó el desarrollo del mismo en cuanto a la metodología aplicada y los resultados esperados y obtenidos.

ALCANCE GEOGRÁFICO

- El alcance geográfico del estudio se estableció en la cuenca hidrográfica del río Porce. (Sub-zona hidrográfica 2701 / río Porce, Zona hidrográfica 27 / río Nechí, área hidrográfica 2 / Magdalena – Cauca)¹⁴.
- En lo referente a la definición de unidades de trabajo en el interior de la cuenca, que aportan mayor nivel de detalle a los resultados, se definieron las siguientes:
 - Se identificaron 29 unidades político-administrativas (municipios), parcial o totalmente incluidas en la cuenca. El hecho de la no coincidencia entre los límites administrativos y naturales de la cuenca hace descartar la subdivisión político – administrativa como unidad de trabajo en el interior de la cuenca.
 - Se identificaron siete zonas hidrológicamente diferenciables dentro de la cuenca del río Porce, las cuales se encuentran completamente contenidas en ésta, por lo que se adoptan como unidades básicas de trabajo a escala meso.
 - Se recopiló información relativa a la subdivisión interna de la cuenca utilizada por los organismos públicos con jurisdicción en esta área y se priorizaron los 31 cursos de agua prioritarios de los más de 200 cauces tributarios a los cursos de agua principales que definen las siete zonas hidrológicamente diferenciables en el interior de la cuenca. La escala micro de trabajo fueron las 31 subcuencas asociadas a las 31 quebradas prioritarias en la cuenca del río Porce.

ALCANCE DE INFORMACIÓN BASE

- Se incluyeron en el estudio los siguientes sectores:

¹⁴Estudio Nacional de Agua 2010. Colombia. IDEAM (2011)





- Agropecuario
 - Industrial
 - Doméstico
 - Generación de energía hidroeléctrica
 - Minero
- La base de información utilizada para el estudio fue información secundaria generada por fuentes oficiales (publicada por organismos públicos, universidades o centros de investigación de reconocida trayectoria), en su versión disponible y más reciente.
 - La información secundaria fue sometida a un proceso de validación y priorización para ser parcialmente complementada con información primaria recolectada mediante visitas de campo y encuestas de percepción (más de 1500 encuestas distribuidas y recopiladas en toda la cuenca y dirigidas a los sectores productivos, el sector público y la población).
 - Para la información recopilada que no hace referencia a las unidades hidrológicas de trabajo (la mayor parte de la información es levantada, sistematizada y publicada hace referencia a unidades geopolíticas), se tomaron los supuestos necesarios, debidamente documentados, argumentados y justificados, para hacer el traslado de la información a las unidades hidrológicas definidas para este estudio.
 - Se incluyó información relativa al uso del agua por parte de los sectores analizados en el estudio, contemplando fuentes de agua superficial y subterránea, así como trasvases entre cuencas.

ALCANCE TEMPORAL

- La base temporal de información recopilada fue desde el 2005 hasta el 2011, no obstante, para los casos donde la información no estuvo disponible o se encontró relevante modificar el periodo de estudio base, se tomó información para años diferentes, siempre que esto aportara a conocer la realidad del efecto de la presencia de los sectores incluidos, para el territorio de estudio.
- Se trabajó al menor nivel de agregación temporal de información disponible; sin embargo, en el caso en donde el nivel fue mayor al mensual, se tomaron los supuestos necesarios para presentar los resultados de manera homogénea en nivel de agregación temporal de datos mensuales.

ALCANCE METODOLÓGICO

- Se incluyeron las cuatro fases citadas por el Manual de Evaluación de Huella Hídrica (WFN, 2011) para los cinco sectores incluidos en el estudio.
- Se incluyó en la Fase II – Cuantificación, la estimación de la huella hídrica verde, azul y gris para los cinco sectores incluidos en el estudio.
- Se incluyó en la Fase III – Evaluación de sostenibilidad, el análisis ambiental, económico y social.
- Se incluyó en la evaluación de sostenibilidad económica, los conceptos asociados a la aplicación de la metodología de Huella Hídrica Extendida¹⁵.

¹⁵Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir. G. Salmoral et al. Observatorio del Agua - Fundación Botín – 2011.

- Se incluyó en la Fase IV – Formulación de respuesta, la formulación de estrategias y propuestas de lineamientos de política pública, las cuales fueron formuladas de manera concertada como resultado de un proceso participativo en el que participaron los principales actores con presencia en la cuenca.

PRODUCTOS FINALES

- Evaluación de la huella hídrica multisectorial en la cuenca del río Porce.
- Guía metodológica de aplicación geográfica de huella hídrica en una cuenca.

LIMITACIONES E INCERTIDUMBRE

Con el fin de reportar los resultados de manera transparente y clara, se hace a continuación una reflexión sobre las limitaciones que se detectaron en la metodología, así como la incertidumbre que se consideró aceptable para el estudio, dadas las características de la información base y el alcance definido para el proyecto.

Las fuentes de información secundaria utilizadas para el proyecto fueron documentos oficiales, publicados por organismos públicos locales, regionales o nacionales, y en los casos en los que se consideró necesario y fue posible, la información fue contrastada en campo mediante visitas, encuestas y entrevistas; no obstante, esto no ocurrió con todos los datos, dado el tamaño del territorio, las condiciones particulares de cada una de las zonas y el alcance definido para el proyecto.

A la información de base se asoció a la incertidumbre estadística que se incorporó al proyecto al trasladar a un espacio hidrológico (cuenca), la información alfanumérica reportada oficialmente para unidades geográficas político – administrativas (municipios) y la información geográfica disponible en sistemas de información geográfica representando las coberturas y usos del suelo (SIG). Esta incertidumbre se minimizó aplicando múltiples cruces de información y métodos estadísticos que redujeron la duda probable de los datos, antes de ser tratados.

En lo relativo a la información sectorial, se hace especial mención al sector de la minería informal de oro, que cuenta con poca información y escasa homogeneidad en la misma, a lo que se sumó el problema de orden público en las zonas priorizadas, por lo que no fue posible confrontar la información en campo. Dado lo anterior, no se pudo estimar la huella hídrica de esta actividad en la cuenca, presentándose los resultados para cada uno de los principales municipios productores de oro en la cuenca, y generándose resultados para cuatro posibles escenarios probables analizados, dada la diversidad de prácticas existentes en la zona para esta actividad.

En cuanto a la estimación de las huellas verde y azul, la metodología utilizada se basó en el uso del modelo CROPWAT, siendo este un modelo discreto que es mejorable mediante la aplicación de un modelo distribuido geográficamente, pero que permite tener una primera estimación válida. Para la estimación de la huella azul de los otros sectores, la información se basó, en algunos casos, en información autodeclarada, lo que también incorpora incertidumbre en los datos, no obstante, esta información es en muchos casos la única disponible. Por último, para la estimación de la huella gris, fueron considerados seis contaminantes para todos los sectores estudiados: Nitrógeno, Fósforo, Demanda Biológica de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Mercurio y Cianuro. No se incluyó la contaminación difusa generada por otros agroquímicos diferentes a la aplicación de fertilizante.

6.2. FASE II - Cuantificación de huella hídrica multisectorial

Para cada uno de los sectores se calcularon las huellas hídricas verde, azul y gris^{16,17}, siguiendo la metodología estándar, construida y particularizada para cada uno de los sectores y de los procesos contemplados en la cuenca, generando resultados básicos de dos tipos: huella hídrica por unidad de producto y huella hídrica total por unidad de tiempo.

	Sector agropecuario	Sector doméstico	Sector industrial	Sector hidroeléctrico	Sector minería
Huella hídrica por unidad productiva	m ³ /Ton	m ³ /hab, m ³ /m ³	m ³ /\$	m ³ /GJ	m ³ /Ton
Huella hídrica total por unidad de tiempo y región	m ³ /año y m ³ /mes				

TABLA 3.
Caracterización de resultados de cuantificación de huella hídrica.

Los resultados más relevantes se presentan a continuación en tres subcapítulos: huella hídrica por unidad productiva, huella hídrica total por sector y región, y huella hídrica total acumulada según sentido hidrológico de la cuenca.

6.2.1. Huella hídrica por unidad productiva

6.2.1.1. Huella hídrica del sector agropecuario

Para la cuantificación del sector agrícola, se trabajó con los 48 cultivos presentes en la cuenca, de los cuales fue priorizado un grupo de once cultivos que cuentan con más del 90 % de la producción total. La figura 11 presenta los resultados de huella hídrica verde, azul y gris de los cultivos que requieren mayor cantidad de agua por tonelada de producto en la cuenca. Es de resaltar el hecho de que un cultivo como el cacao, que tiene un valor de huella hídrica muy alto, no se encuentra dentro de los cultivos priorizados en la cuenca, dado que este resultado de cuantificación está condicionado por el bajo rendimiento del cultivo, no por su real impacto en la cuenca en términos de territorio.

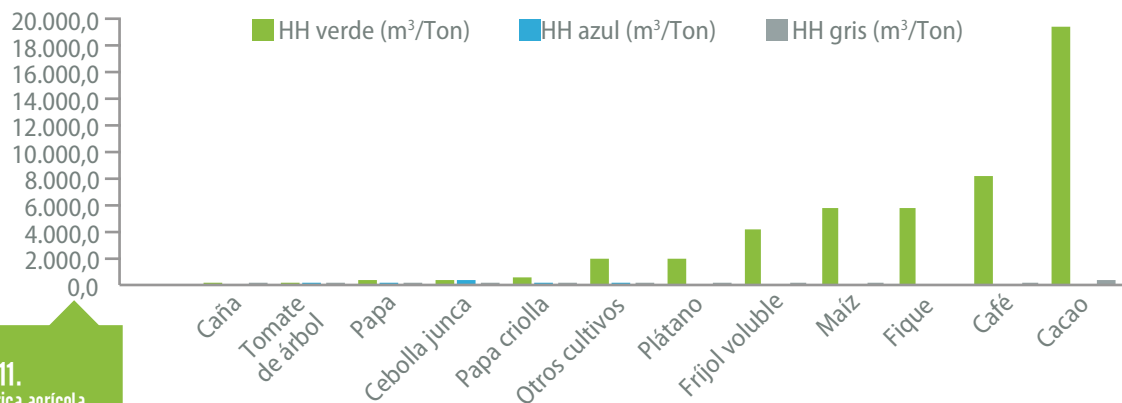
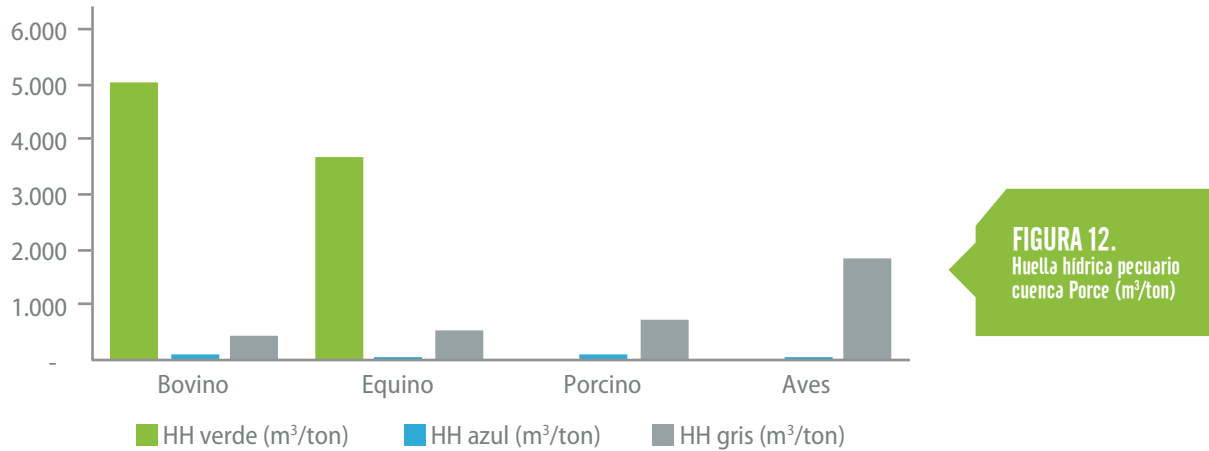


FIGURA 11.
Huella hídrica agrícola cuenca Porce (m³/ton)

¹⁶Para el caso particular del estudio en la cuenca del río Porce, se calculó la huella hídrica gris para Nitrógeno y Fósforo (sectores agrícola y pecuario), Sólidos Suspendedos Totales y DBO₅ (sectores doméstico, industrial y minero), Mercurio y Cianuro (sector minero), tomando el mayor valor como determinante de la capacidad de asimilación del cuerpo de agua.

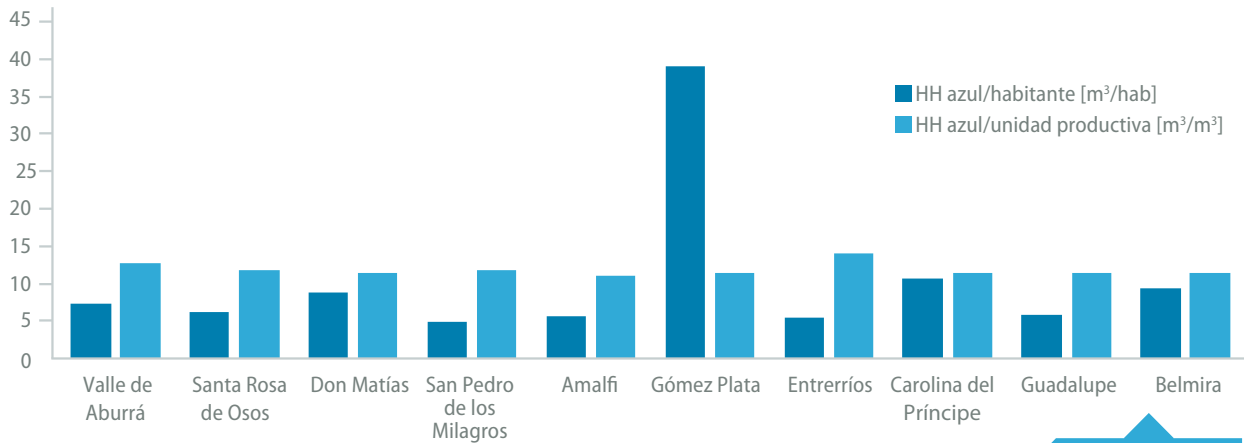
¹⁷Para el cálculo se tomaron los límites de calidad permisibles o metas de calidad propuestos por las autoridades ambientales locales, lo cual fue complementado con el cálculo de huella hídrica gris basado en parámetros de normas internacionales recopilados y sistematizados por la comunidad de LCA. Se presentan como resultados condicionantes los asociados a los límites permisibles que garantizan una calidad del agua buena para el ambiente y las personas.

La figura 12 presenta los resultados de las huellas hídricas verde, azul y gris del sector pecuario en la cuenca. Este sector incluye las actividades bovina (carne y leche), porcícola, avícola (carne y huevos) y equina. Es de resaltar el alto valor de huella hídrica verde asociado al consumo de pastos por parte de bovinos y equinos.



6.2.1.2. Huella hídrica del sector doméstico

Para el sector doméstico se presentan los resultados del cálculo de huella hídrica azul en m³/hab y m³/m³ (Figura 13), para los 19 municipios priorizados en la cuenca¹⁸. La clara anomalía en el comportamiento de la huella hídrica azul por habitante en el municipio de Gómez Plata, se debe al valor reportado de pérdidas por parte del organismo gestor del agua potable en este municipio, el cual genera un consumo cercano a los 400 l/hab/día, valor superior al doble del recomendado por la norma vigente en Colombia (150 a 170 l/hab/día).



Para el análisis de la huella gris, se evaluaron las contribuciones de cada una de las concentraciones de los contaminantes DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales) y NT (Nitrógeno Total), resultando predominante el primero (DBO₅). Para la huella hídrica gris se presentan en la figura 14 los resultados Mm³/año/municipio y en m³/habitante/año.

¹⁸El Valle del río Aburrá está compuesta por 10 municipios. Si se menciona al Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA –, se hace referencia a la entidad pública que cumple funciones de autoridad ambiental en el valle del río Aburrá y que tiene jurisdicción en 9 de los 10 municipios del valle, Envigado no hace parte del área de jurisdicción del AMVA.

Al igual que en el gráfico anterior, se identificó un comportamiento singular en el valor de la huella hídrica gris por habitante, en los municipios de Belmira y Carolina del Príncipe; esto se debe a que estos municipios no cuentan con un sistema de depuración de aguas, por lo que vierten directamente al medio natural y generan un alto impacto sobre el cuerpo de agua receptor. En términos de huella hídrica gris total, el resultado presentado es el esperado, donde el aporte relevante que la cuenca recibe, en términos de contaminación, está asociado a los sectores doméstico e industrial del Valle de Aburrá.

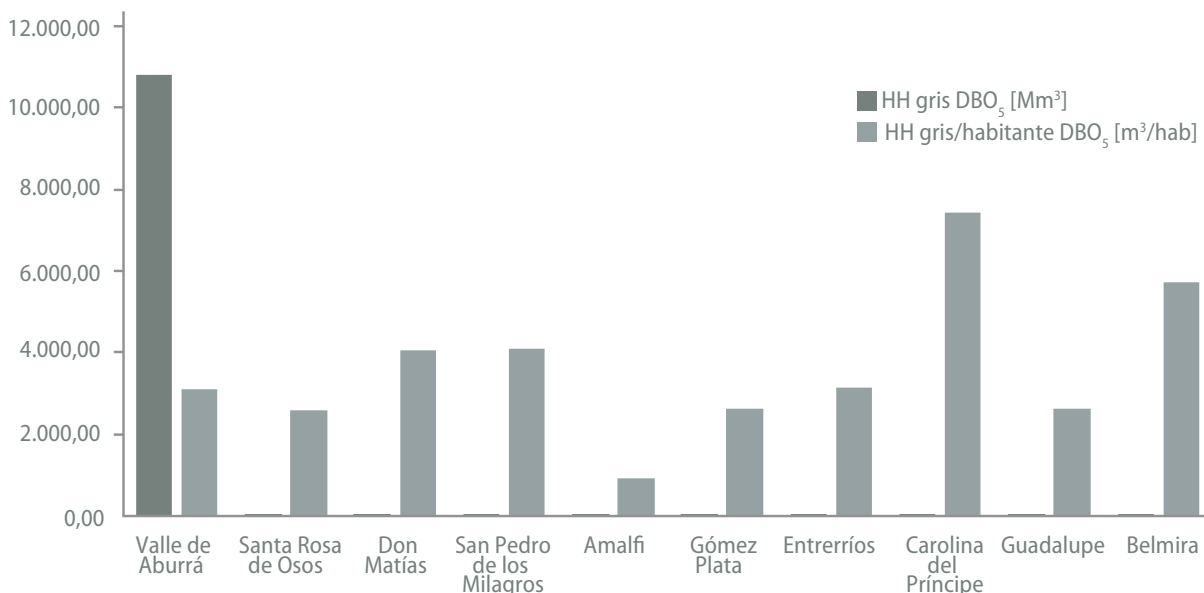


FIGURA 14.
Huella hídrica gris doméstica cuenca Porce (Mm³/año) y (m³/hab)

6.2.1.3. Huella hídrica del sector Industrial

Para el estudio del sector industrial se tomó una muestra representativa de 342 empresas de un universo inicial de aproximadamente 10.000, que posteriormente quedó reducido a cerca de 1.000 industrias, pertenecientes a 63 subsectores agrupados conforme a la categoría CIU de cuatro dígitos (CIU Rev.3.0 A.C). La naturaleza de este sector hizo que no fuera posible unificar los resultados en un solo producto o grupo de productos para la cuantificación de la huella hídrica por unidad productiva, motivo por el cual este sector se fue excluido de la presentación de resultados en este apartado.

Es importante resaltar que, para el análisis económico de los sectores, fue evaluado el sector industrial y los otros sectores, en términos económicos (USD\$/m³), expresado en el indicador de productividad aparente del agua (APW). Este resultado está incluido en el apartado correspondiente al análisis económico de la evaluación de sostenibilidad (Fase III).

6.2.1.4. Huella hídrica del sector hidroeléctrico

El sector hidroeléctrico presenta los resultados en m³/GJ, para los cinco embalses analizados en la cuenca: embalses Riógrande I, Riógrande II, Troneras, Porce II y Porce III. Como resultado relevante se encontró el valor más alto de la huella

hídrica para el sistema embalse – central de generación, más antiguo y menos eficiente, Riógrande I, de forma que se halló como la huella hídrica para el sector de la generación de energía evidencia sus resultados en términos de eficiencia del sistema.

Para el sector hidroeléctrico, solo se evaluó la huella hídrica azul de los embalses, asociada a la reducción de volumen de agua disponible de la cuenca, a causa de las pérdidas por evaporación del espejo de agua en función al nivel del embalse. (Figura 15).

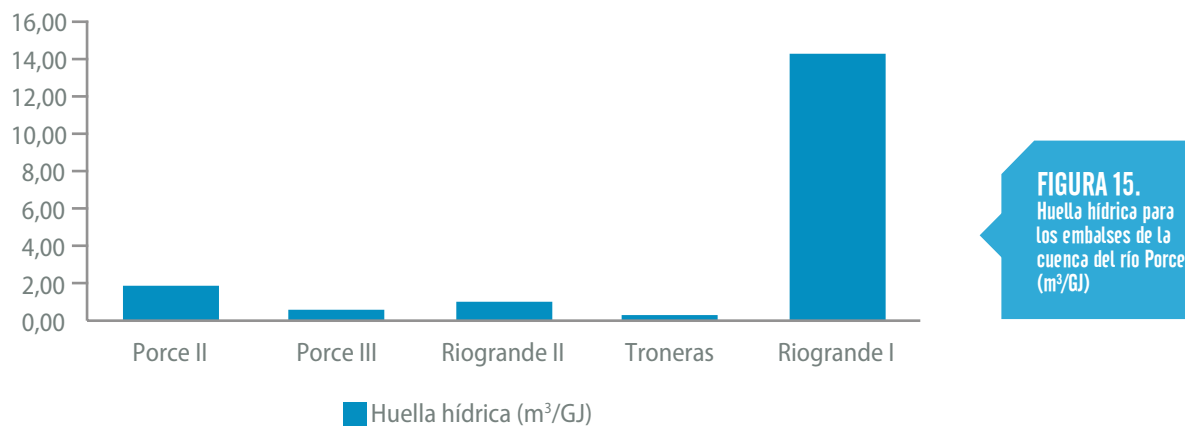


FIGURA 15.
Huella hídrica para los embalses de la cuenca del río Porce (m³/GJ)

6.2.1.5. Huella hídrica del sector minero

En términos de cuantificación en el sector de minero, se muestra en este resumen lo relativo al cálculo de las huellas hídricas azul y gris para minería de oro de veta (minería que utiliza el mercurio y cianuro en el proceso de beneficio).

La cuenca del río Porce cuenta con varios de los sitios más afectados por la minería de oro, no solo en Colombia sino en el mundo. En la cuantificación se trabajó con los datos de cinco de los municipios parcialmente incluidos en la cuenca del río Porce (Amalfi, Anorí, Remedios, Segovia y Zaragoza), los cuales concentran un importante porcentaje de la producción de oro del departamento.

El resultado promedio de la huella hídrica azul es 58,7 m³/kg oro producido, siendo este resultado poco relevante frente al resultado de la huella hídrica gris que permitió evidenciar el principal problema asociado a la minería: la contaminación de fuentes de agua.

En lo relativo a la huella hídrica gris, por la diversidad de prácticas en el beneficio del oro y la dificultad en el acceso a información confiable de esta actividad, no fue posible estimar la huella hídrica gris del mercurio y del cianuro para la cuenca del río Porce; no obstante, si fueron calculados los valores de huella hídrica gris por municipio y por unidad productiva para cuatro posibles escenarios de recuperación de mercurio en el proceso: E1 - Recuperación Hg 50 %, E2 - Recuperación Hg 80 %, E3 - Recuperación Hg 20 %, E4 – No Recuperación Hg. (Figura 16)

Adicionalmente, se contó con información que afirma que el mayor impacto de esta actividad sobre las fuentes hídricas se presenta fuera de la cuenca, ya que el proceso de beneficio del oro se practica, en su mayoría, en los centros poblados, que para estos municipios se encuentran a pocos kilómetros fuera de la divisoria de aguas que determina la cuenca; no obstante lo anterior, se tiene también información de que el proceso de extracción y beneficio si se efectúa dentro de la cuenca del río Porce, por lo que el impacto en la cuenca por parte de este sector no es despreciable, pero en la situación actual y con la información disponible es difícilmente cuantificable con un grado de certidumbre admisible.

Por lo anterior, el resultado de la huella hídrica por unidad productiva se considera uno de los resultados más relevantes del estudio, dado que evidencia una situación crítica a nivel ambiental, que por su situación no se evidencia en los resultados territoriales de la cuenca.

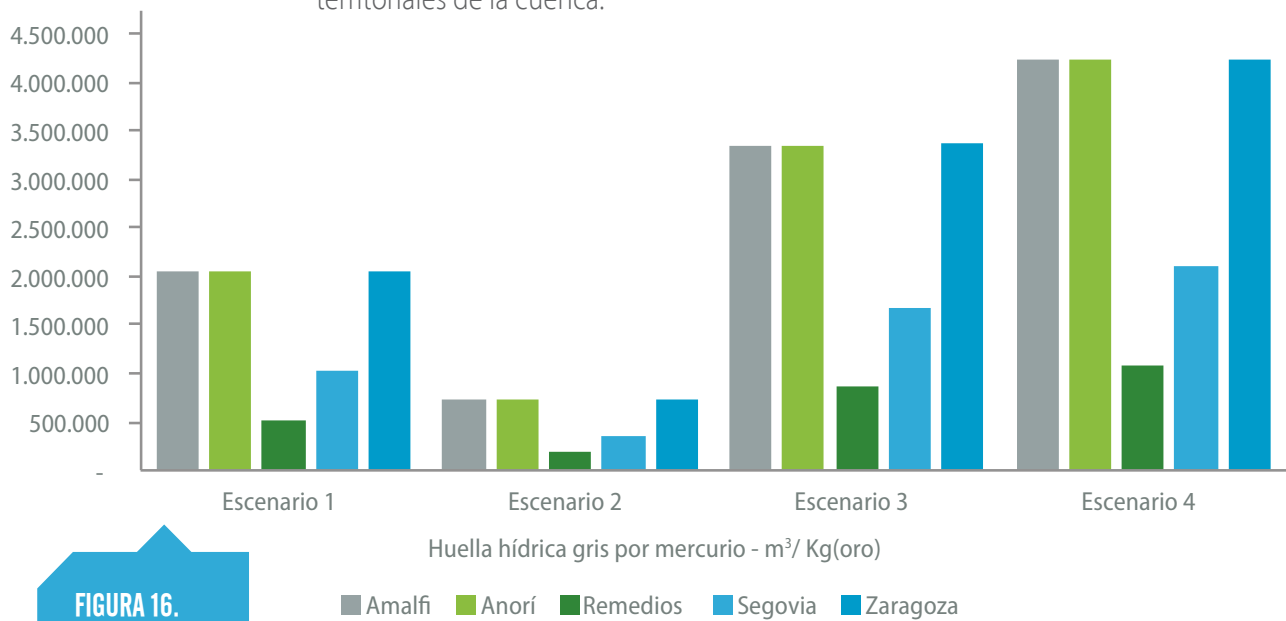


FIGURA 16.
Huella hídrica para asimilar la contaminación por mercurio (m³/kg oro)

La conclusión final es que el valor de la huella hídrica gris por mercurio para la minería de oro, permite estimar un valor promedio aproximado de 1.500.000 m³ de agua limpia requeridos para asimilar la contaminación generada por la producción de 1kg de oro, bajo condiciones de recuperación del 50 % del mercurio y tomando los datos disponibles y con alto grado de confiabilidad de los cinco municipios citados.

En el caso de los materiales de construcción, las arenas – gravas, se estimó una huella hídrica azul que superó los 3 millones de m³/año y de huella gris ligeramente inferior a los 3 millones de m³/año (el contaminante crítico son los sólidos suspendidos totales). Para la arcillas se estimó una huella hídrica azul de aproximadamente 60.000 m³/año.

6.2.2. Huella hídrica por subcuencas

SECTORES CON PRESENCIA DISTRIBUIDA EN TODA LA CUENCA

Sector agrícola: 48 cultivos de los cuales fueron priorizados once.

HH verde (Mm³/año) = 230 HH azul (Mm³/año) = 14 HH gris (Mm³/año) = 5 (N)*

Sector pecuario: Bovino (carne y leche), Porcino (carne), Aves (carne y huevos) y Equinos.

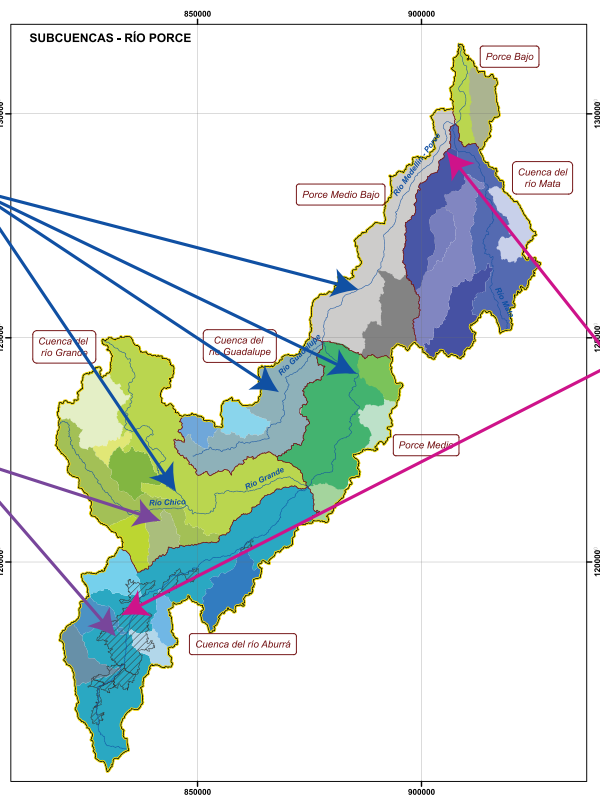
HH verde (Mm³/año) = 470 HH azul (Mm³/año) = 12 HH gris (Mm³/año) = 220 (N)*



SECTOR LOCALIZADO

Sector hidroeléctrico: ●
Cinco embalses incluidos.
HH azul (Mm³/año) = 24

Sector industrial: ● ●
Incluidos 63 subsectores
cuatro dígitos (CIU Rev.3.0
A.C).
HH azul (Mm³/año) = 8
HH gris (Mm³/año) = 4.000
(DBO₅)*



SECTOR LOCALIZADO

Sector minero: ● ●
Minería de oro y materiales
de construcción analizados.
HH azul (Mm³/año) = 4
HH gris (Mm³/año) = 2.800
(SST)*

Nota. La diversidad de prácticas en el beneficio del oro y la dificultad de en el acceso a información confiable de esta actividad en la cuenca, no fue posible estimar la huella hídrica gris del mercurio y cianuro; no obstante, si fueron calculados los valores de la huella hídrica gris por municipio, para diferentes escenarios probables

SECTORES CON PRESENCIA DISTRIBUIDA EN TODA LA CUENCA

Sector doméstico:

Priorizados 19 municipios que tienen el 100 % de su cabecera municipal contenida en la cuenca.

HH azul (Mm³/año) = 29 HH gris (Mm³/año) = 12.000 (DBO₅)*

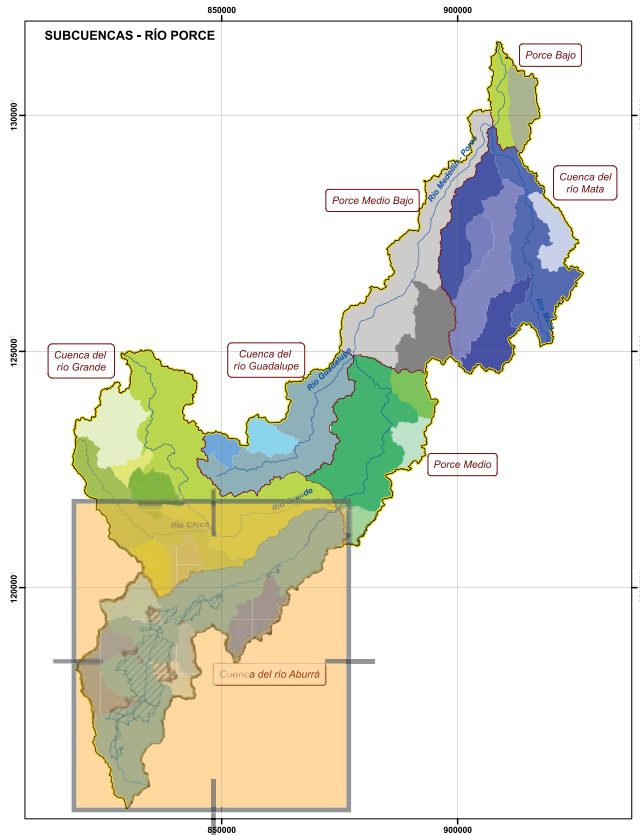


*Cada una de las huella hídricas grises hacen referencia al contaminante crítico con el cual fueron calculados: Sólidos suspendidos totales (SST), Nitrógeno (N) o Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅).

*Mm³/año = Millones de metros cúbicos por año.

FIGURA 17.
Distribución geográfica de la huella hídrica total en la cuenca del río Porce.

CUENCA RÍO ABURRÁ



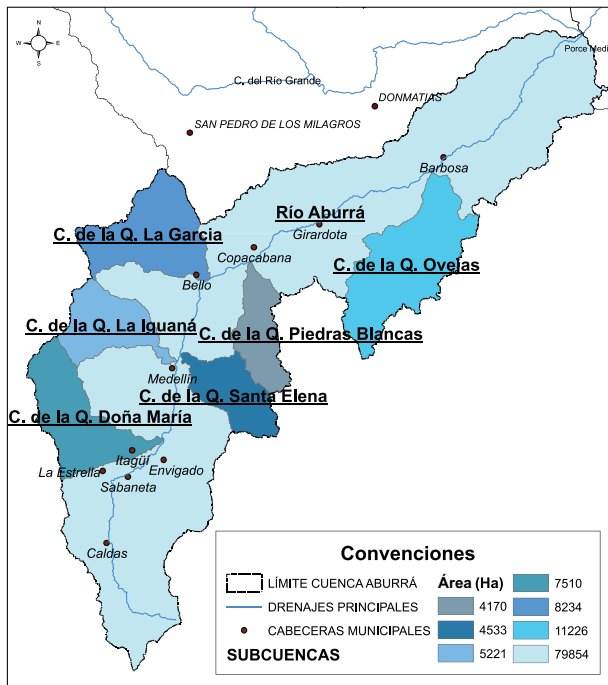
La cuenca del río Aburrá cuenta con tres características que la hacen condicionante del análisis de toda la cuenca del río Porce.

I. Alberga a la población de los diez municipios que conforman el área metropolitana del Valle de Aburrá (Medellín uno de ellos). Cuenta con más del 80 % de la población y más del 90 % de la industria de la cuenca.

II. Coincide con el nacimiento del río Porce, por lo que todo lo que ocurre en esta cuenca, condiciona la cantidad y la calidad del agua hasta la desembocadura final del río Porce en el río Nechí.

III. Recibe dos trasvases de agua: el primero es de fuera de la cuenca del río Porce (río Nare – Embalse de la Fe) y un segundo trasvase del interior de la cuenca del Porce (cuenca de río Grande – embalse Riógrande II), los cuales tienen como destino el abastecimiento de agua a la población del Valle de Aburrá.

Cuenca del río Aburrá



Los resultados de la cuantificación multisectorial son:

HH verde (Mm³/año) = 283 - 62 % Pecuario

HH azul (Mm³/año) = 47 - 56 % Doméstico

HH gris (Mm³/año) = 15.300 (DBO₅) - 74 % Doméstico

CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA CUENCA DEL RÍO ABURRÁ

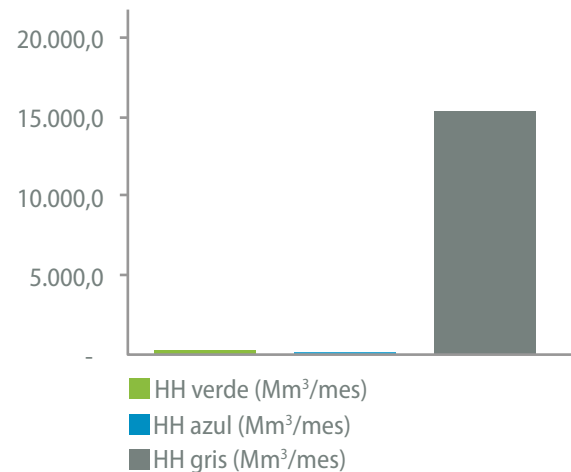


FIGURA 18.
Ficha de cuantificación cuenca río Aburrá.

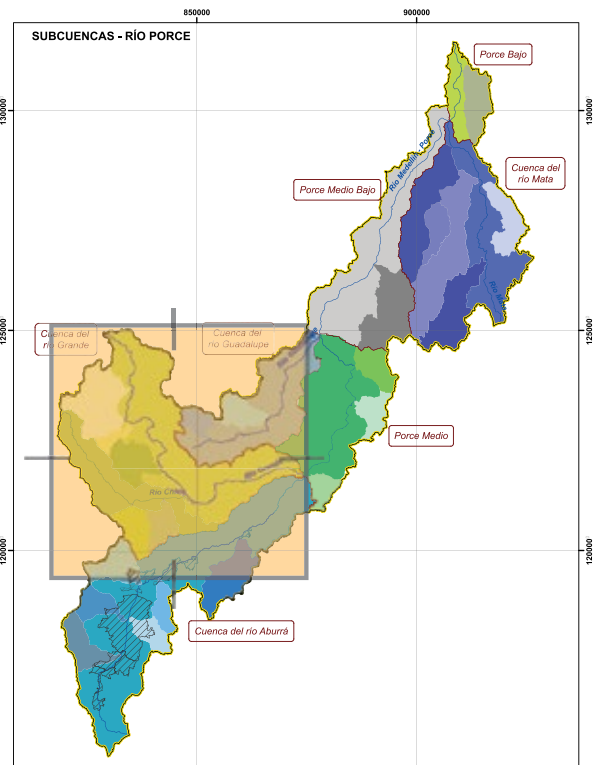
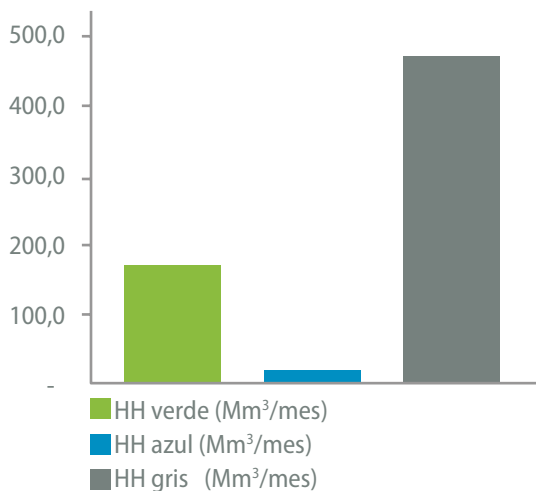
CUENCA RÍO GRANDE

La cuenca del río Grande está definida por el segundo curso de agua independiente que genera al río Porce. Se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca y cuenta con una vocación claramente agropecuaria. Como sector importante en la cuenca, se encuentra también el de generación de energía hidroeléctrica que cuenta con dos embalse en la cuenca, Río grande I y II.

El embalse de Río grande II convierte a la cuenca de río Grande en una zona estratégica para su desarrollo, pues este cuerpo artificial de agua cumple el doble propósito de generar energía hidroeléctrica y abastecer parcialmente, mediante un trasvase de cuenca, a la población asentada en el Valle de Aburrá (más del 80 % del total de la población de la cuenca).

Los resultados de la cuantificación multisectorial son:
 HH verde (Mm³/año) = 169 - 75 % Pecuario
 HH azul (Mm³/año) = 19 - Igual aporte para sectores agrícola, pecuario y E. Hidroeléctrica (31 %)
 HH gris (Mm³/año) = 467 (DBO₅) - 73 % Doméstico

CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA CUENCA DEL RÍO GRANDE



Cuenca río Grande

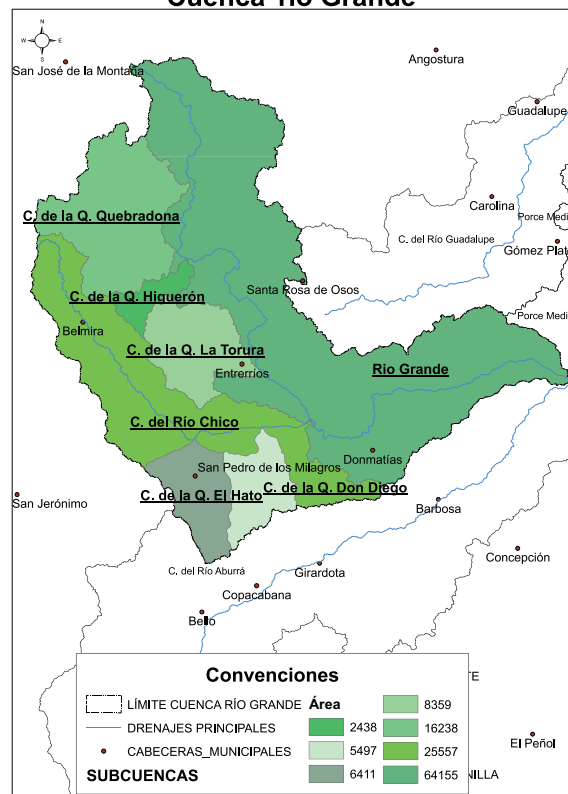
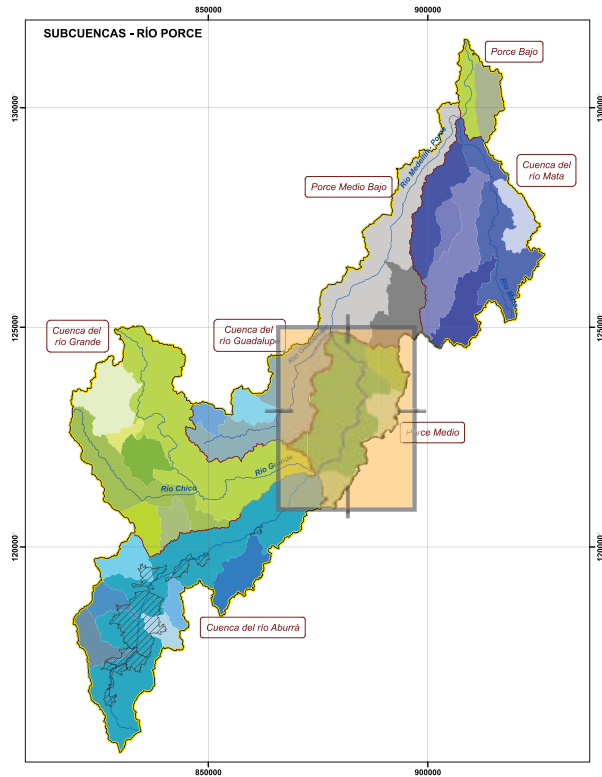


FIGURA 19.
 Ficha de cuantificación
 cuenca río Grande

PORCE MEDIO



Esta zona intermedia de la cuenca se encuentra definida desde el punto de confluencia de los ríos Aburrá y Grande y la posterior desembocadura del río Guadalupe. Esta zona tiene una vocación agropecuaria y presenta en su interior el primer embalse de la cadena Porce (Porce II) que se encuentra regulado por un embalse anterior y que recibe los aportes de la zona más densamente poblada de la cuenca.

La presencia del embalse Porce II da una clara vocación energética a esta parte de la cuenca y es de resaltar que, al ser el primero que recibe el aporte del río Aburrá, genera un efecto barrera que hace que varíen notablemente las condiciones del río antes y después del embalse, en términos de cantidad y de calidad.

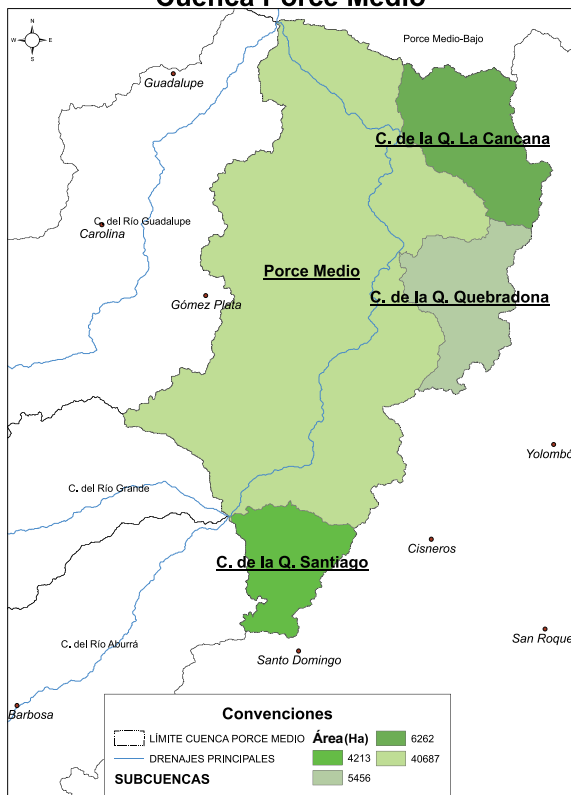
Los resultados de la cuantificación multisectorial son:

HH verde (Mm³/año) = 71 - 58 % Pecuario

HH azul (Mm³/año) = 12 - 92 % E. Hidroeléctrica

HH gris (Mm³/año) = 29 (DBO₅) - 100 % Doméstico

Cuenca Porce Medio



CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA PORCE MEDIO

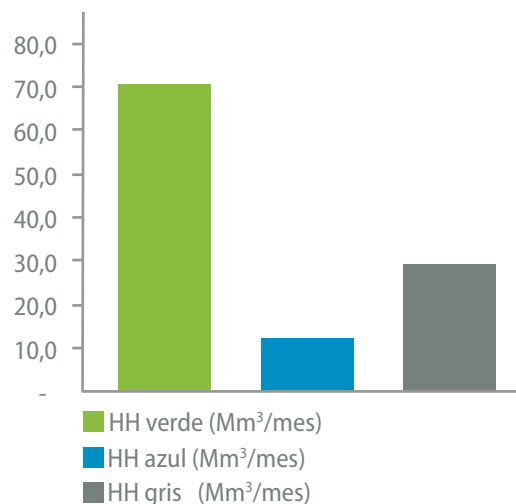


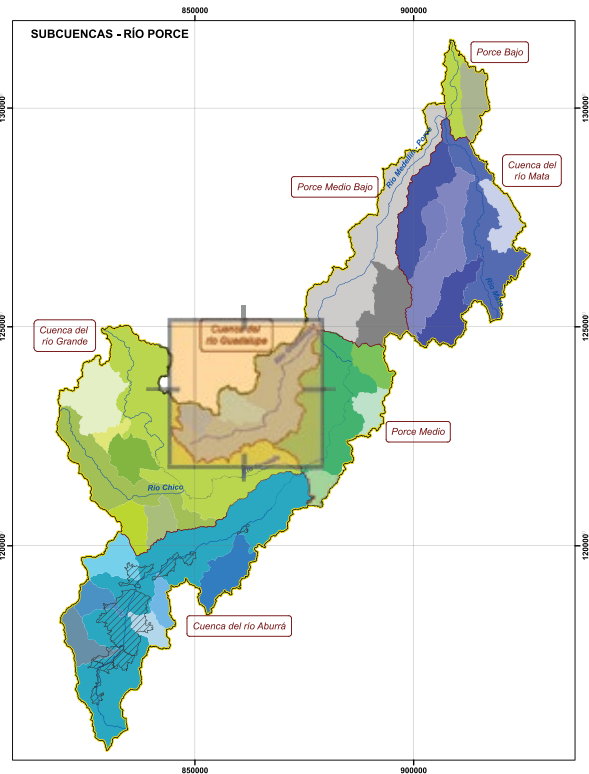
FIGURA 20.
Ficha de cuantificación
Porce Medio.

CUENCA RÍO GUADALUPE

La cuenca del río Guadalupe está definida por el tercer curso de agua independiente que tributa al río Porce tras los ríos Aburrá y Grande. Se encuentra ubicada en la parte media - alta de la cuenca y cuenta con una vocación claramente agropecuaria. Como sector importante en la cuenca, se encuentra también el sector de generación de energía hidroeléctrica que cuenta con el embalse de Troneras.

La cuenca del río Guadalupe es receptora de un trasvase de fuera de la cuenca del río Porce (trasvase desde el río Nechí), que tiene como finalidad la generación de energía hidroeléctrica.

Los resultados de la cuantificación multisectorial son:
 HH verde (Mm³/año) = 54 - 68 % Pecuario
 HH azul (Mm³/año) = 5 - 42 % E. Hidroeléctrica
 HH gris (Mm³/año) = 103 (DBO₅) - 100 % Doméstico



Cuenca río Guadalupe

CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA CUENCA DEL RÍO GUADALUPE

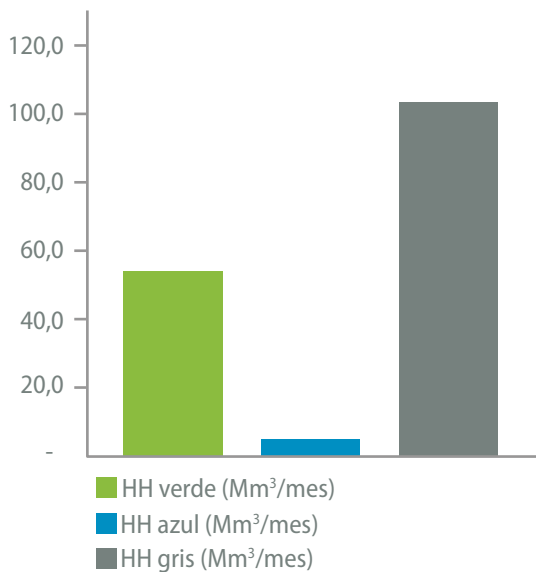
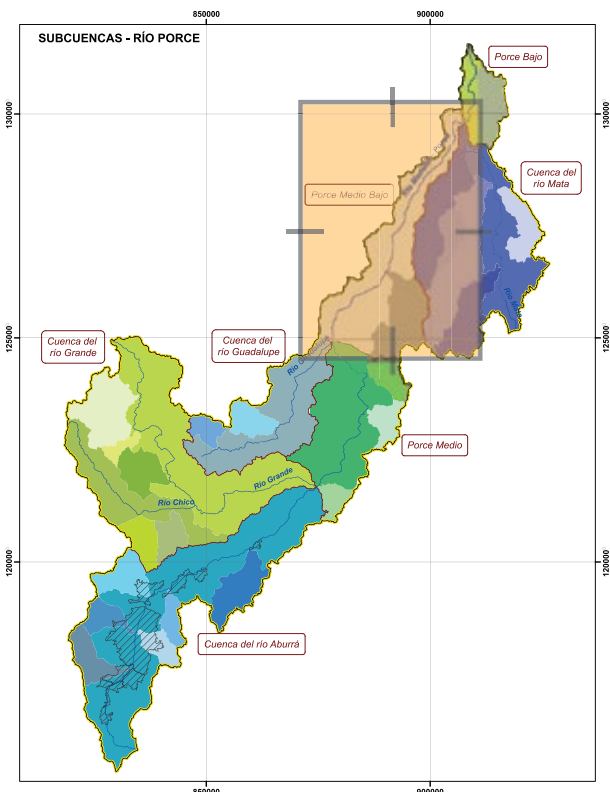
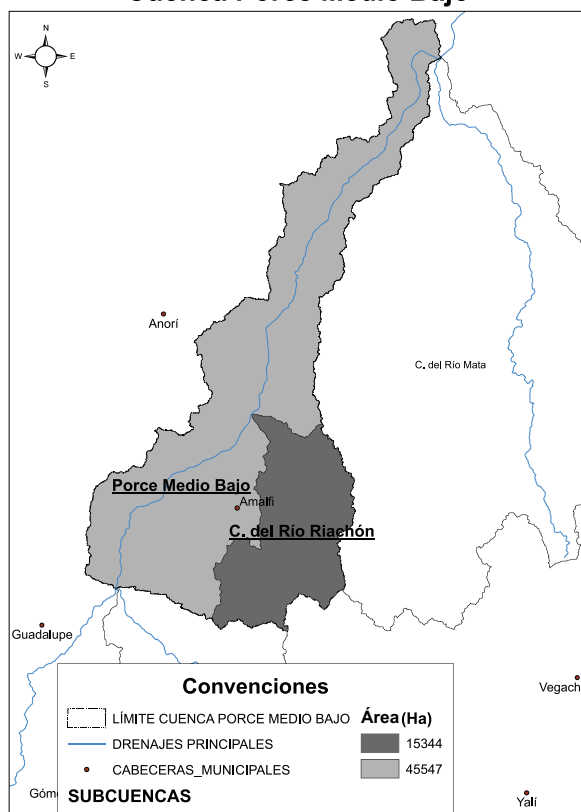


FIGURA 21.
Ficha de cuantificación río Guadalupe.

PORCE MEDIO – BAJO



Cuenca Porce Medio Bajo



Esta zona intermedia -baja de la cuenca se encuentra definida desde el punto de confluencia de los ríos Porce y Guadalupe hasta la confluencia del río Mata con el río principal. Esta zona tiene vocación agropecuaria y presenta en su interior el segundo embalse del río Porce y último embalse de la cadena de regulación hídrica del río Porce (Porce III).

La presencia del embalse Porce III da una clara vocación energética a esta parte de la cuenca y es de resaltar que este embalse, al ser el último de la cadena se encuentra completamente regulado en sus apórtaciones.

Los resultados de la cuantificación multisectorial son:
 HH verde (Mm³/año) = 43 - 66 % Pecuario
 HH azul (Mm³/año) = 6 - 92 % E. Hidroeléctrica
 HH gris (Mm³/año) = 20 (DBO₅) - 100 % Doméstico

CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA PORCE MEDIO BAJO

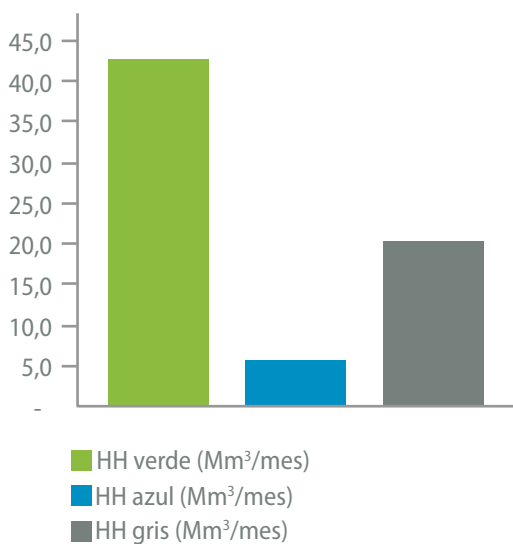


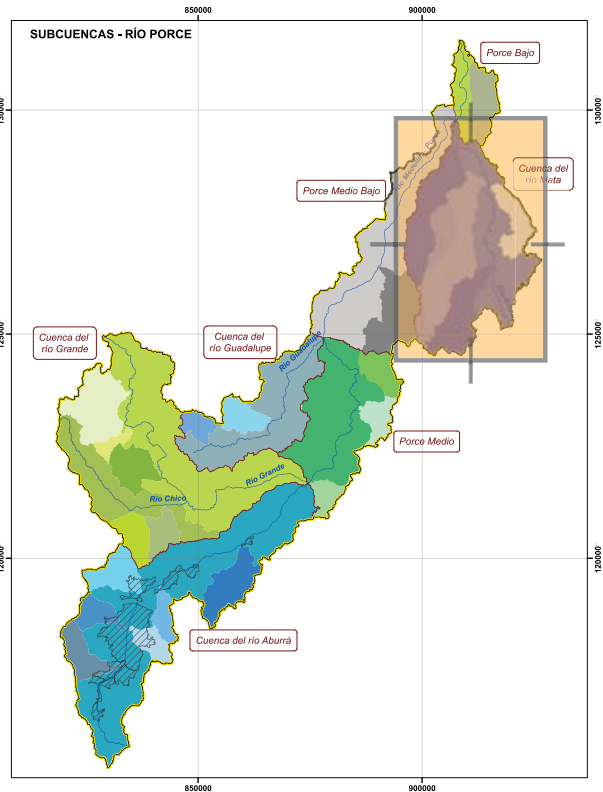
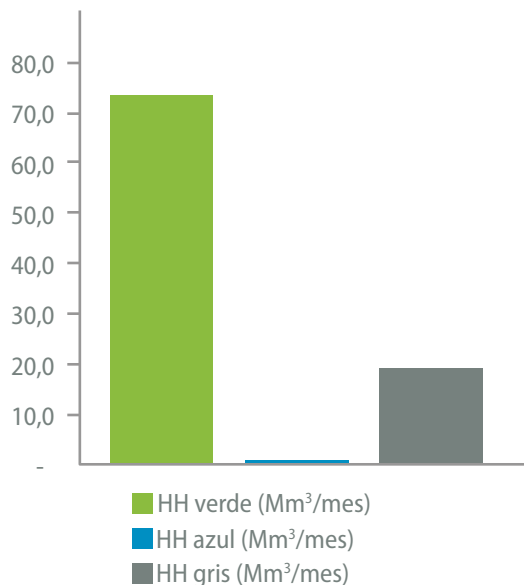
FIGURA 22.
 Ficha de cuantificación
 Porce Medio - Bajo.

CUENCA RÍO MATA

La cuenca del río Mata está definida por el cuarto y último curso de agua independiente que tributa al río Porce tras los ríos Aburrá, Grande y Guadalupe. Se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca y cuenta con una vocación agropecuaria y parcialmente minera (minería de oro); no obstante, se reporta que, aunque existen explotaciones de oro dentro de la cuenca (minería de veta), el beneficio del oro que involucra procesos que utilizan mercurio y cianuro se desarrolla en los cascos urbanos de los municipios parcialmente incluidos en esta zona de la cuenca: Segovia, Remedios, Vegachi y Amalfi, de forma que la mayor parte del efecto de contaminación sobre las fuentes hídrica se encuentra fuera del ámbito geográfico de este proyecto.

Los resultados de la cuantificación multisectorial son:
 HH verde (Mm³/año) = 74 - 71 % Pecuario
 HH azul (Mm³/año) = 1 - 86 % Pecuario
 HH gris (Mm³/año) = 19 (DBO₅) - 100 % Doméstico

CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA CUENCA DEL RÍO MATA



Cuenca río Mata

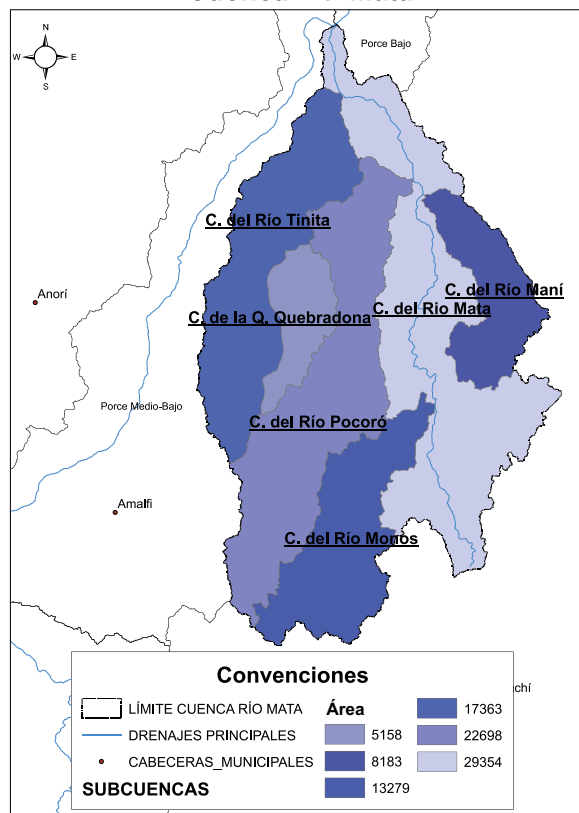
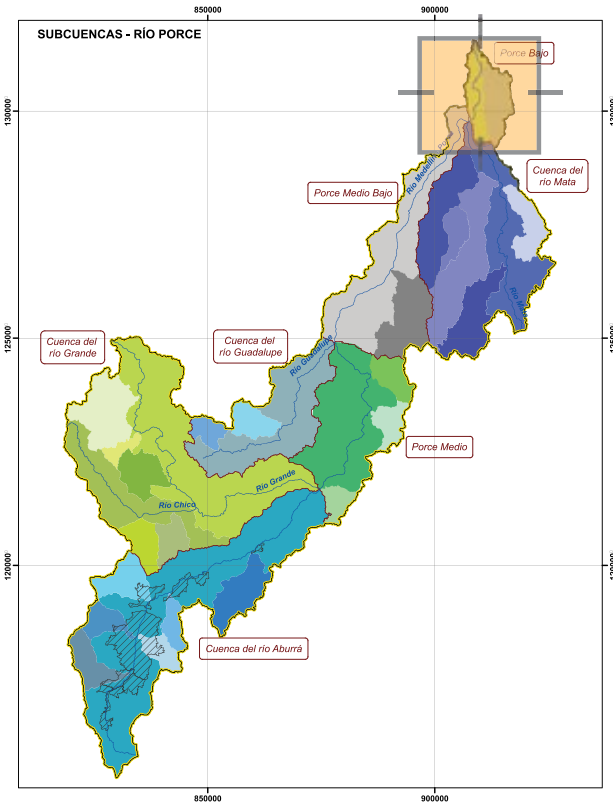


FIGURA 23.
 Ficha de cuantificación
 río Mata.

PORCE BAJO



Esta zona baja de la cuenca se encuentra definida desde el punto de confluencia de los ríos Porce y Mata hasta la unión del río Porce con el río Nechí. Esta zona tiene vocación agropecuaria y parcialmente minera, replicando la situación descrita para la cuenca del río Mata.

Incluye el punto final del cauce del río Porce donde vierte la totalidad de sus aguas incorporándose de esta forma al área hidrográfica de los ríos Magdalena y Cauca.

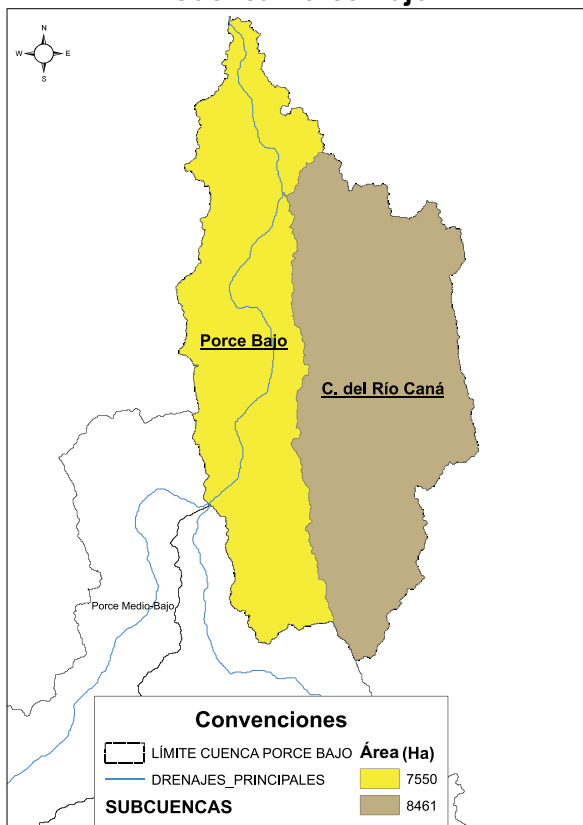
Los resultados de la cuantificación multisectorial son:

HH verde (Mm³/año) = 5 - 93 % Pecuario

HH azul (Mm³/año) = 0,1 - 83 % Pecuario

HH gris (Mm³/año) = 6 (DBO₅) - 100 % Doméstico

Cuenca Porce Bajo



CUANTIFICACIÓN MULTISECTORIAL DE HUELLA HÍDRICA PORCE MEDIO BAJO

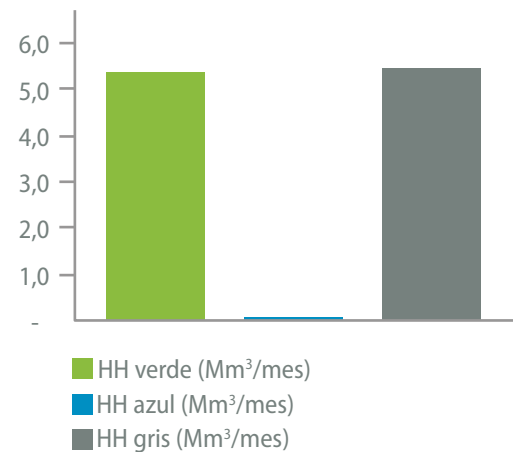


FIGURA 24.
Ficha de cuantificación
Porce Bajo.

6.2.3. Resultados cuantificación acumulados en sentido hidrológico en cuenca

6.2.3.1. Resultados acumulados en términos de agua de consumo: Cantidad

Se presentan a continuación los resultados gráficos de la cuantificación multisectorial de las componentes de consumo de la huella hídrica (HH Verde y HH Azul)

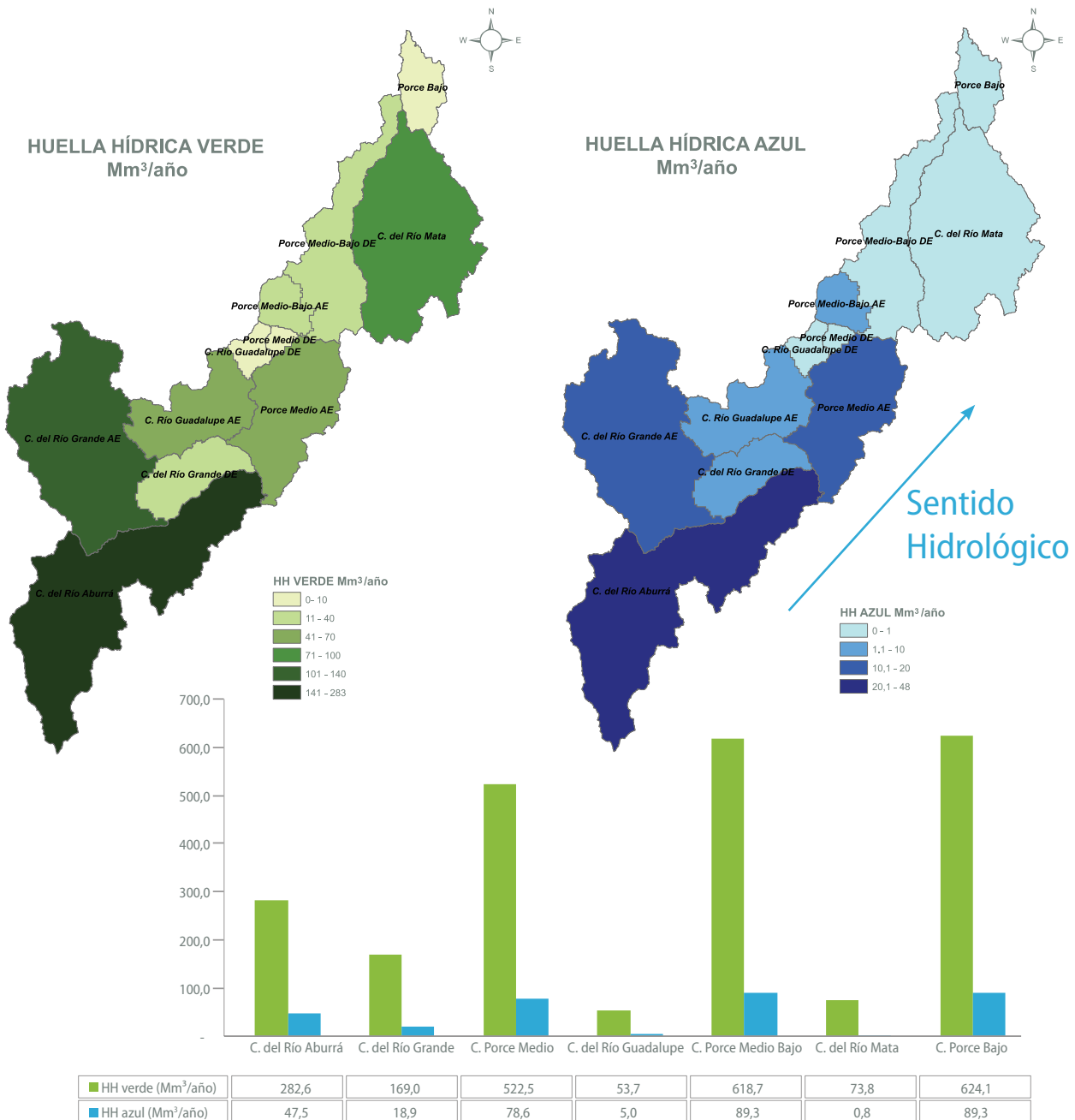


FIGURA 25.
Cuantificación huella hídrica verde y azul por unidades hidrológicas de cuenca río Porcine.

La huella hídrica azul representa los consumos asociados a una extracción de una fuente superficial o subterránea, por lo que modifica la oferta total aguas abajo del punto de consumo. De esta forma, para analizar el resultado en términos de oferta restante en cada punto de la cuenca, la huella hídrica azul se evalúa adicionalmente como una acumulación de consumos en sentido hidrológico en la cuenca.

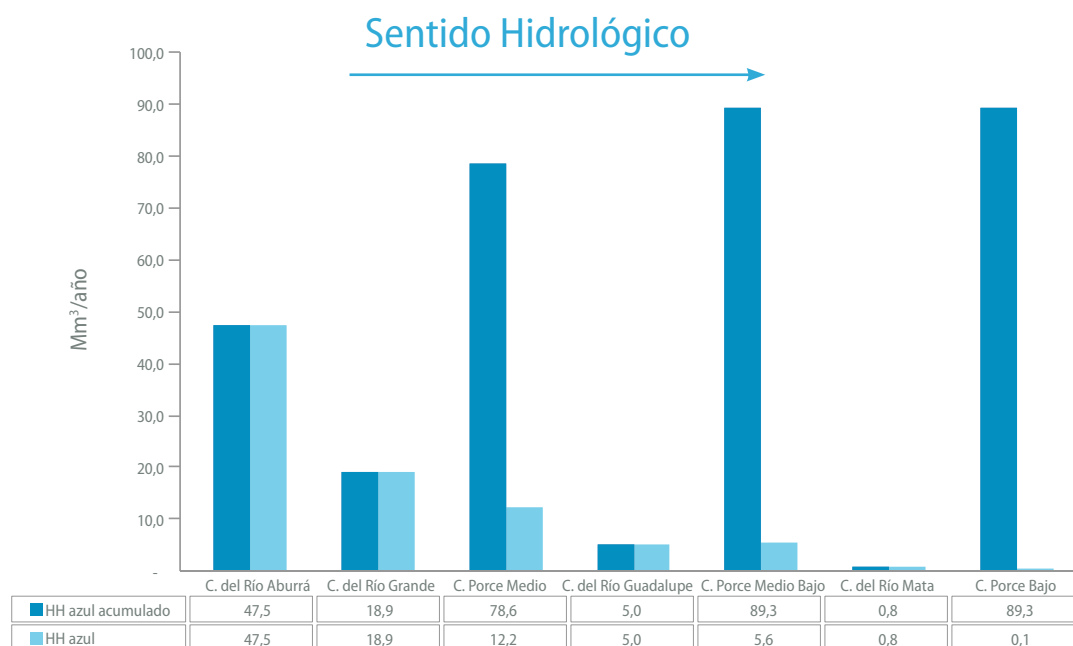


FIGURA 26.
Huella hídrica azul y acumulación en sentido hidrológico en cuenca río Porcine

6.2.3.2. Resultados acumulados en términos de agua contaminada: Calidad

En términos de contaminación generada por procesos que se llevan a cabo en la cuenca, se hace mucho más evidente la pertinencia en cuanto a la evaluación del efecto acumulado, dado que la capacidad de asimilación se reduce de manera progresiva contando siempre con una condición de calidad de entrada al proceso que no necesariamente corresponde a la condición de calidad natural.

Para el caso específico de la cuenca del río Porcine, se hizo evidente la afectación generada en toda la cuenca en términos de calidad, a causa de los vertimientos en la cabecera que coincide en este caso con la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá, y se visualiza cómo, pese al aumento de caudal y a la regulación del caudal de la cuenca, el problema de calidad generado en la parte alta de la cuenca condiciona la capacidad de asimilación en todo el recorrido del río.

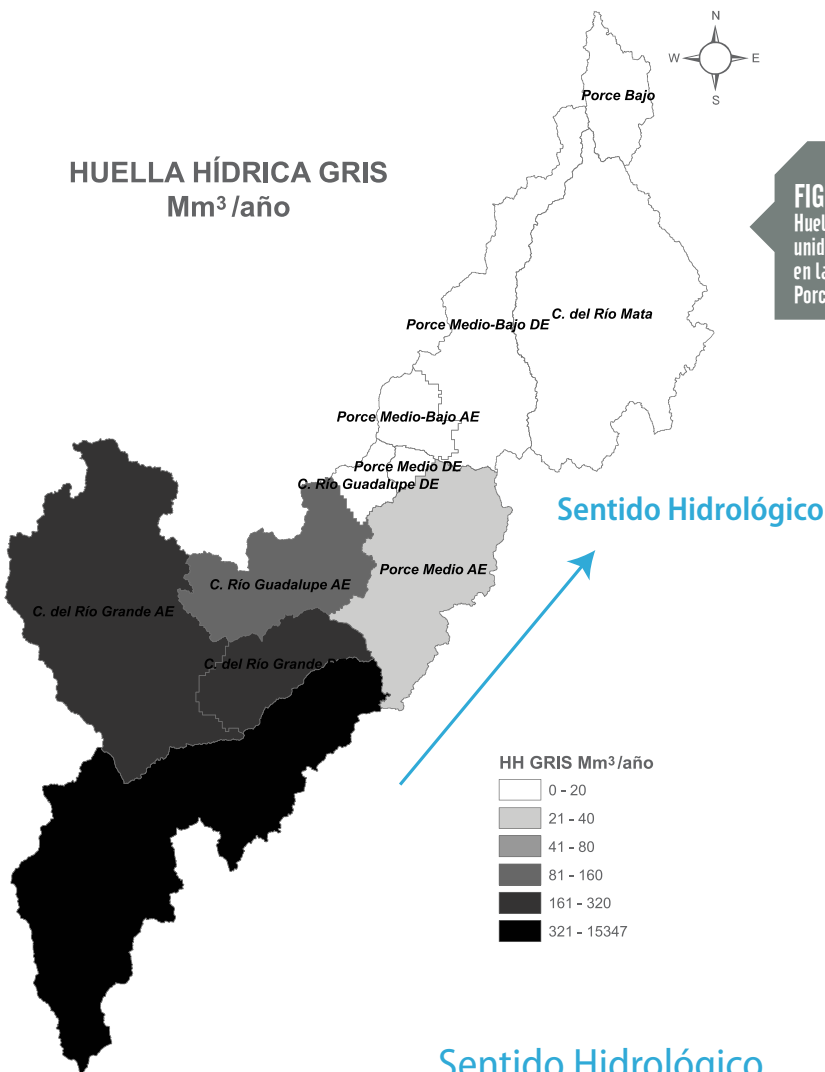


FIGURA 27.
Huella hídrica gris por unidades hidrológicas en la cuenca del río Porce

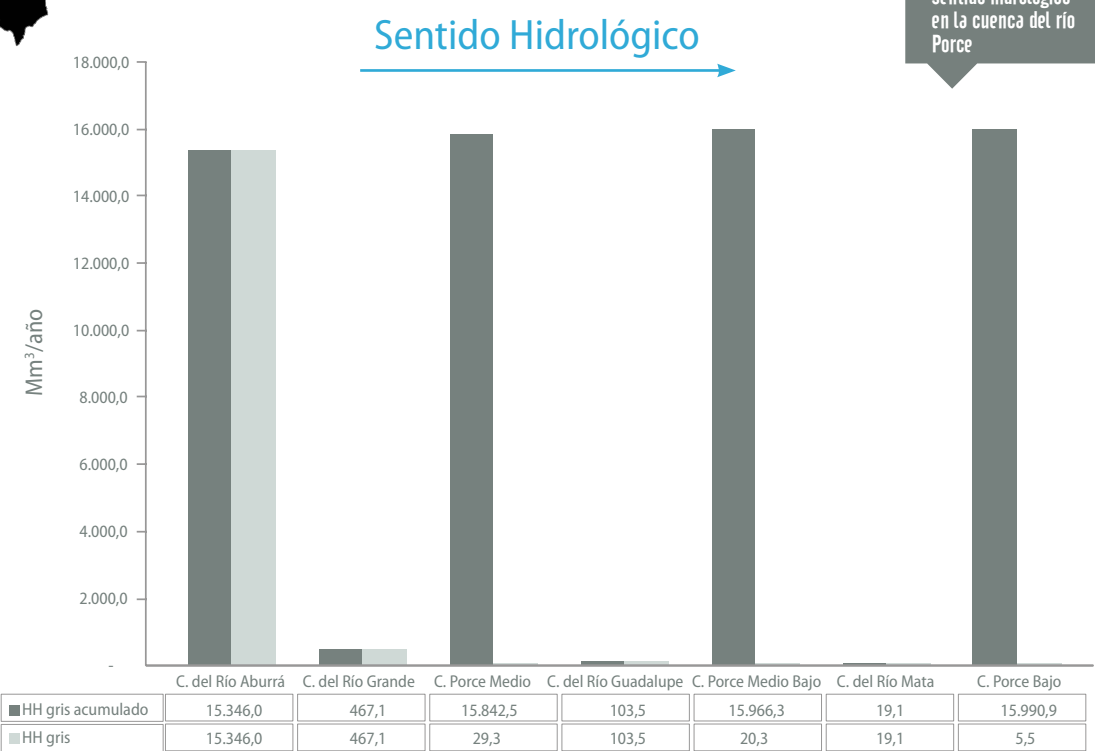
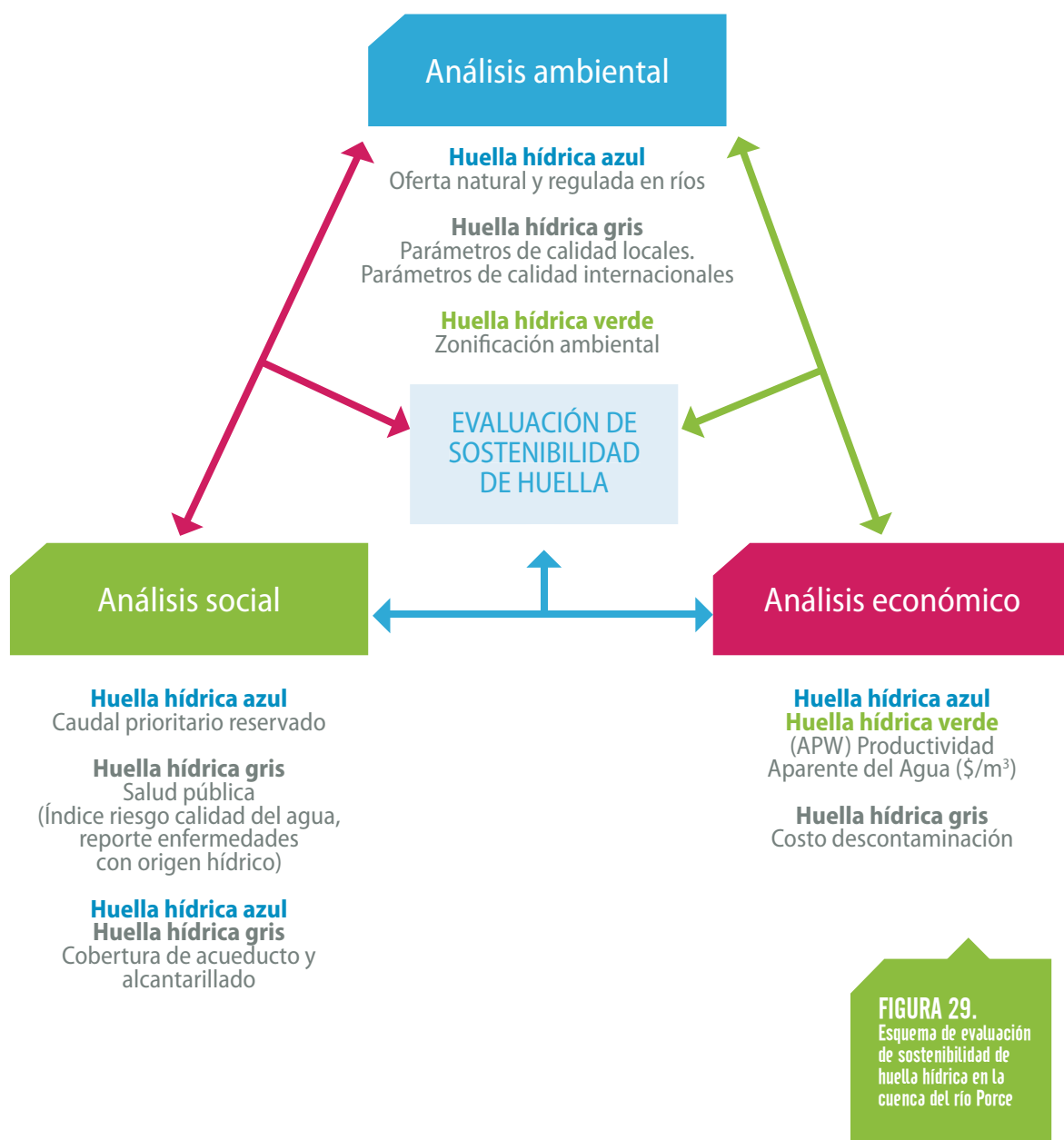


FIGURA 28.
Huella hídrica gris y acumulación en sentido hidrológico en la cuenca del río Porce

6.3. FASE III - Análisis de sostenibilidad de la huella hídrica

A partir de los resultados de cuantificación (Fase II) se procedió a hacer la evaluación de sostenibilidad, para lo cual fue incluido un análisis ambiental, social y económico, evaluando varios criterios en cada uno de ellos, para finalmente conseguir establecer la condición de sostenibilidad compuesta en cada una de las zonas de estudio del proyecto. En la figura 29 se presenta un esquema del trabajo en la Fase III del proyecto.



6.3.1. Criterios de análisis

La metodología fue aplicada en las 31 subcuencas y en siete unidades hidrológicas en las que fue dividida la cuenca del río Porce.

Se comparan las tres huellas hídricas obtenidas en la cuantificación (incluyendo un análisis sectorial y multisectorial) con las características en el territorio asociadas al significado de cada una de ellas. Este trabajo estuvo enmarcado en los diferentes escenarios actuales, posibles y deseados, según los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas y las metas de conservación y protección ambiental establecidas para los ríos y para las quebradas por parte de las autoridades ambientales que tienen jurisdicción en la cuenca.

Con los tres análisis (ambiental, social y económico) de las tres huellas (verde, azul y gris), en las 31 subcuencas y todos a nivel mensual (12 meses por año), se consiguió analizar un gran número de variaciones y situaciones especiales en toda la cuenca, con lo que se obtuvo, finalmente, la identificación de los puntos claves, temporal y geográficamente explícitos, que pudieran ser utilizados para la toma de decisión efectivas, concretas y localizadas en el espacio y en el tiempo.

6.3.1.1. Análisis ambiental

Se comparó la huella hídrica azul multisectorial a nivel mensual, con la oferta natural disponible (inalterada, sin contar con trasvases, regulación o extracción / consumo y restado el caudal mínimo ecológico) y la oferta regulada disponible de la cuenca (situación realista actual que incluye trasvase, regulación y restado el caudal mínimo ecológico). Si en algún mes la huella hídrica azul multisectorial (sumados los cinco sectores para el mismo periodo de tiempo y unidad geográfica), supera la oferta natural o regulada, significa que se identifica un punto clave en la cuenca de insostenibilidad ambiental.

Se comparó la huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual (los sectores agrícola y pecuario tienen huella hídrica verde) con la disponibilidad de agua verde mensual (DAV). Para este análisis fue estimada la DAV¹⁹ para el escenario de uso del suelo actual realista y para el escenario de uso del suelo deseable según la zonificación ambiental incluida en los planes de ordenamiento vigentes y que estima un área de conservación requerida para la provisión de servicios ecosistémicos de manera adecuada. En los casos en donde se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual mayor a la DAV en los dos escenarios contemplados, evidenció que los sectores agrícola y pecuario establecen una competencia por el agua verde con el medio ambiente, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales.

¹⁹Diferencia entre la evapotranspiración real (ETR) de toda el área geográfica de estudio (subcuenca) y la Etr de la vegetación natural y de las zonas no productivas

Se comparó la huella hídrica gris multisectorial²⁰ a nivel mensual con la oferta total actual de la cuenca, como caudal disponible para asimilar la contaminación generada por los sectores. Cuando la huella hídrica gris multisectorial supera en uno o varios meses al volumen total de oferta actual del río, se identifica que el cuerpo de agua tiene copada y superada su capacidad de asimilación y se identifica un punto clave de no sostenibilidad en términos de calidad.

6.3.1.2. Análisis económico

Para conocer como la huella hídrica puede informar sobre la sostenibilidad económica, se definieron dos criterios económicos que están relacionados con el recurso hídrico y las principales actividades económicas en la cuenca:

- Ingreso económico en relación con el uso del agua
 - Productividad aparente del agua azul (APW azul)

El concepto se toma a partir del estudio “Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir” (Samoral et al., 2011), y se ha utilizado en el caso de la agricultura pues estima el valor de producción a precios corrientes por unidad de agua consumida.

$$APW \text{ azul} = \frac{\text{Precio de mercado (\$)}}{\text{Huella hídrica azul (m}^3\text{)}}$$

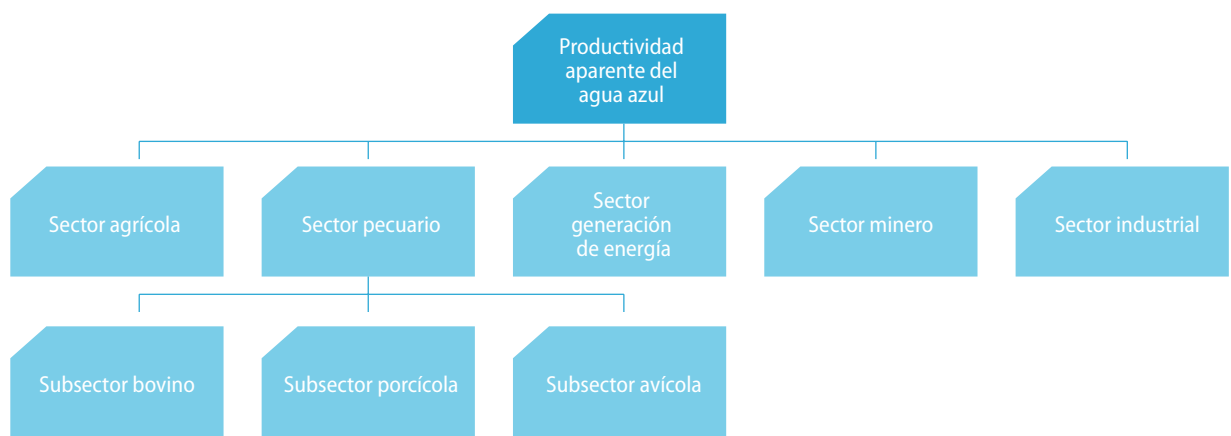


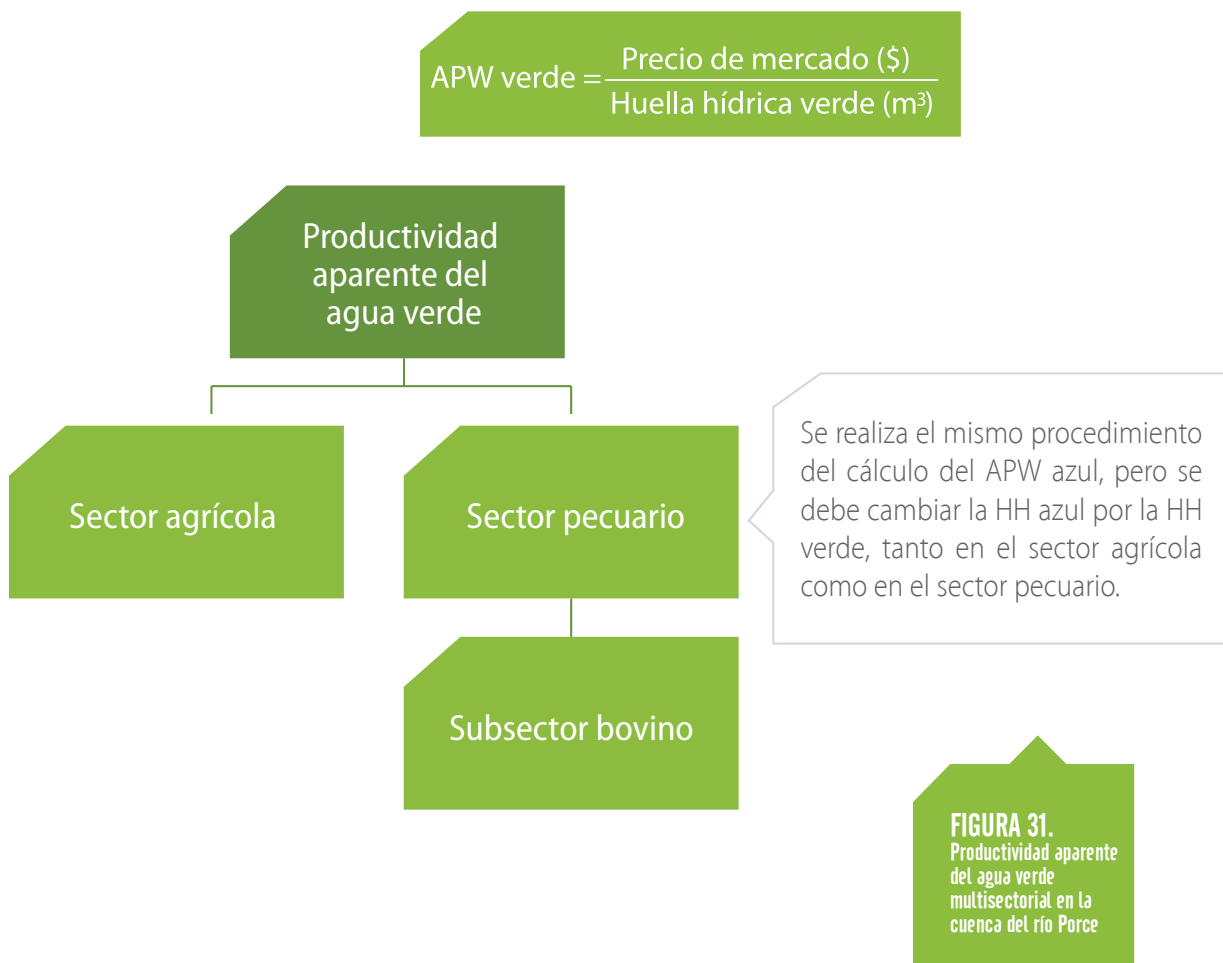
FIGURA 30.
Productividad aparente del agua azul multisectorial en la cuenca del río Porce

²⁰ La huella hídrica gris multisectorial se obtiene como la suma de las huellas hídricas grises de los sectores sólo cuando se haga referencia a un mismo contaminante.

En el caso de una cuenca, este indicador se utilizó para analizar los cinco sectores de estudio, aplicando una metodología diferente para cada uno de ellos, lo que permitió incorporar las variables económicas de precio de mercado para todos los productos finales transables asociados a los sectores incluidos. Se evaluaron los precios de mercado²¹ de los productos obtenidos con agua azul o su proporción equivalente (en el caso de productos agrícolas que consumen riego), dividido por la huella hídrica azul (consumo real de fuente superficial o subterránea por proceso productivo) asociada a esa producción.

- Productividad aparente del agua verde (APW verde)

Este indicador es similar a la productividad aparente del agua azul, pero la diferencia radica en que hace referencia a un recurso que no es cobrado por su apropiación humana y que está disponible en el medio ambiente, es decir que no tiene un costo económico real pero que implica un consumo de agua humano que genera beneficio económico por su apropiación.



²¹ Se contemplan los precios de mercado al productor y no al consumidor, de forma que se elimine el valor agregado asociado a uno o varios procesos industriales y de comercialización existentes entre la materia prima en bruto y el producto transable comercialmente dirigido a consumo masivo.

En el caso de una cuenca, APW verde se emplea en los sectores agrícolas y pecuarios al ser los únicos que tienen huella hídrica verde. En este caso se realizó el mismo procedimiento de la APW azul, pero tomando la huella hídrica verde expresada en m^3/ton para el sector agrícola y la huella hídrica verde asociada a los pastos y expresada en $m^3/año$ para el sector pecuario (Bovino). Esta asociación a los pastos, se realizó a partir de los productos finales del sector pecuario como son: carne y leche.

- Productividad aparente de la tierra (APL)

Este indicador representa el valor económico a precios constantes por hectárea de tierra cultivada, por lo cual aplica solo para el sector agrícola. Este indicador es importante porque incluye dentro del análisis el factor de producción de la tierra, y se calcula multiplicando el precio de mercado del producto (precio de mercado, \$/ton) por su rendimiento (ton/ha). Se estima tanto para los cultivos con riego como de secano.

- Costos de la descontaminación del agua

Dentro de este criterio se toma la huella hídrica gris como indicador de calidad del recurso hídrico y se compara con los costos de tratamiento asociados al principal efecto de la contaminación identificado sobre el medio ambiente (por ejemplo, eutrofización de embalses como efecto principal de la contaminación difusa generada por la fertilización de campos de cultivo y el aumento natural en la concentración de nutrientes -nitrógeno y fósforo- en el agua) o los costos por descontaminación del principal contaminante (por ejemplo, el costo de remoción de DBO_5 o SST como parte de un tratamiento de aguas servidas de origen urbano).

Este indicador evalúa la viabilidad económica de involucrar a los actores corresponsables de la contaminación en el costo de la remediación y mitigación de los efectos secundarios de su actividad y toma esto como un factor de sostenibilidad económica.

6.3.1.3. Análisis social

El análisis social se elabora bajo el marco conceptual según el cual la sostenibilidad social se percibe como un elemento central de la sostenibilidad integral, debido a que busca principalmente construir y mantener la calidad de vida de las personas. La sostenibilidad económica y ambiental son factores de gran importancia, pero ambas pueden ser concebidas como medios, más que como fines en sí mismos, ya que al trabajar hacia la sostenibilidad económica y ambiental se trabaja hacia una sostenibilidad de la sociedad.

El análisis social incluye criterios propios tales como la protección de la salud física y mental, el trato justo de todos los grupos de interés en un territorio, el empoderamiento comunitario y la provisión de servicios esenciales (McKenzie, 2004).

Por tanto, la evaluación de un territorio en búsqueda de una sostenibilidad social debe:

- Proteger el bienestar mental y la salud física de todos los actores.
- Fomentar la participación.
- Promover el trato justo.
- Proveer de servicios esenciales a toda la población.

No obstante, al vincular dicho análisis social a la escala de la cuenca, se evidencia tres niveles de priorización para la asignación del recurso hídrico: un primer nivel corresponde al agua para las funciones de los ecosistemas y necesidades humanas; un segundo nivel asigna el agua a la población en estado de pobreza, y finalmente un nivel para las actividades productivas (IWMI, 2007). Este enfoque aplicado al análisis de la huella hídrica debe brindar elementos para la toma de decisiones sobre la asignación del recurso hídrico en la cuenca e identificación de áreas críticas en niveles de calidad de vida directamente relacionados con el recurso hídrico; igualmente, reconoce las limitaciones para dar cuenta de una sostenibilidad social pero sí reconoce la capacidad para informar sobre ésta en la cuenca.

En este sentido, a partir de este enfoque y con el propósito de explorar que tanto el análisis de la huella hídrica puede informar acerca de la condición social de una cuenca, fueron seleccionados para el proyecto criterios sociales relacionados con el recurso hídrico y que, además, permitieran la articulación con los análisis económicos y ambientales. Los criterios definidos fueron:

Criterios sociales	Descriptor
Protección de la salud	Salud: Índice de riesgo por calidad de agua y reporte de enfermedades de origen hídrico y transmitidas por vectores.
Trato equitativo	Indicadores socioeconómicos de calidad de vida y de pobreza.
Provisión de servicios esenciales	Caudal prioritario reservado Coberturas en acueducto y alcantarillado

Los descriptores corresponden a análisis realizados para dar cuenta de los criterios sociales y comprender el contexto social de la cuenca y su interacción con los componentes económicos y ambientales.

TABLA 4.
Criterios sociales para evaluación de huella hídrica

Para el análisis social de la cuenca fueron tenidos en cuenta tres criterios:

- Caudal prioritario reservado

Se hizo un análisis equivalente al realizado con la huella azul en el análisis ambiental, pero en este caso, la huella hídrica azul se comparó con la oferta natural disponible (oferta natural menos el caudal mínimo ecológico y menos el caudal de dotación para abastecimiento humano) y la oferta regulada disponible de la cuenca (oferta regulada menos el caudal mínimo ecológico y menos el caudal de dotación para abastecimiento humano). Identificando para estas situación posibles puntos geográfica y temporalmente explícitos donde se presente estrés hídrico.

- Salud pública (IRCA, enfermedades)

Fueron identificados en la cuenca los puntos que reportan casos de enfermedades de origen hídrico y los puntos en donde estas se han detectado y se informa que hay un riesgo por consumo de agua (índice de riesgo a la calidad del agua para consumo humano). Estos puntos fueron cruzados con los resultados geográficos de huella hídrica gris buscando identificar potenciales corresponsables de la situación reportada por las autoridades, de forma que se identificaran puntos claves de insostenibilidad social.

- Cobertura (acueducto y alcantarillado)

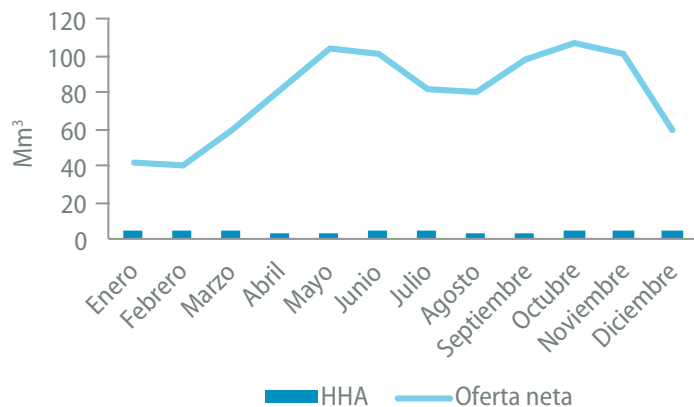
Se evaluó la situación del territorio de la cuenca en términos de cobertura de servicios básicos domiciliarios de agua.

El primero de ellos fue el abastecimiento de agua potable que se comparó con los resultados de huella hídrica azul, de forma que se pudieran identificar zonas con baja cobertura y alta huella hídrica azul. Esto implicaría competencia por el recurso entre el sector productivo y la población. También se identificaron zonas con baja cobertura, baja huella hídrica azul y alta disponibilidad de agua. Según este análisis social estos puntos se identificaron como claves desde el punto de vista político, dado que se hallaron problemas que no tienen ninguna razón natural para existir, por lo que el resultado se asocia con una deficiencia en la gestión política y administrativa.

Por último, se evaluó la cobertura de saneamiento básico y se comparó con la huella hídrica gris, identificando zonas con baja capacidad de asimilación, especialmente asociada a falta de sistemas de saneamiento que dependen de la voluntad política y la gestión pública.

6.3.2. Resumen del análisis ambiental, social y económico – río Aburrá

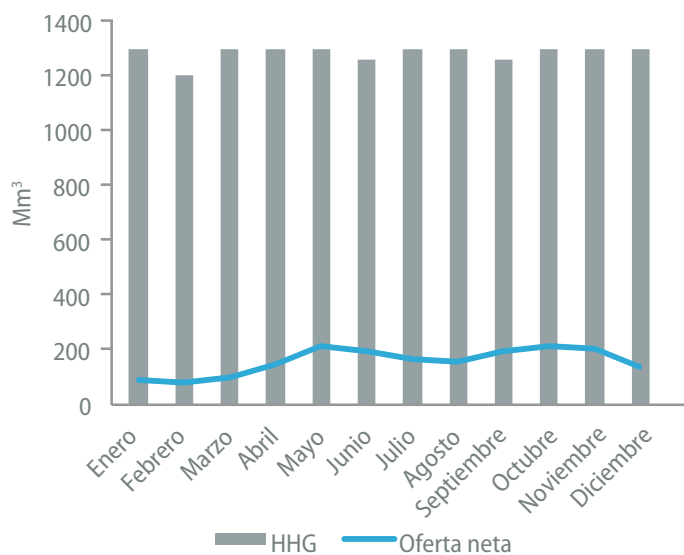
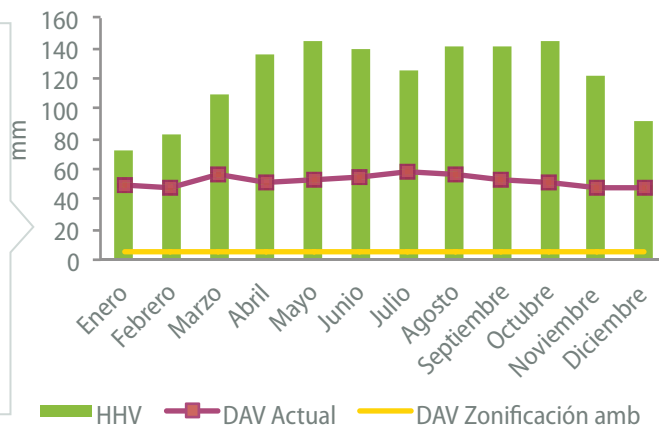
• Análisis ambiental



Se identificó una huella hídrica azul multisectorial que es muy baja frente a la oferta de la cuenca.

Con este análisis se concluyó que la cuenca del río Aburrá no presenta conflictos asociados a la cantidad de agua.

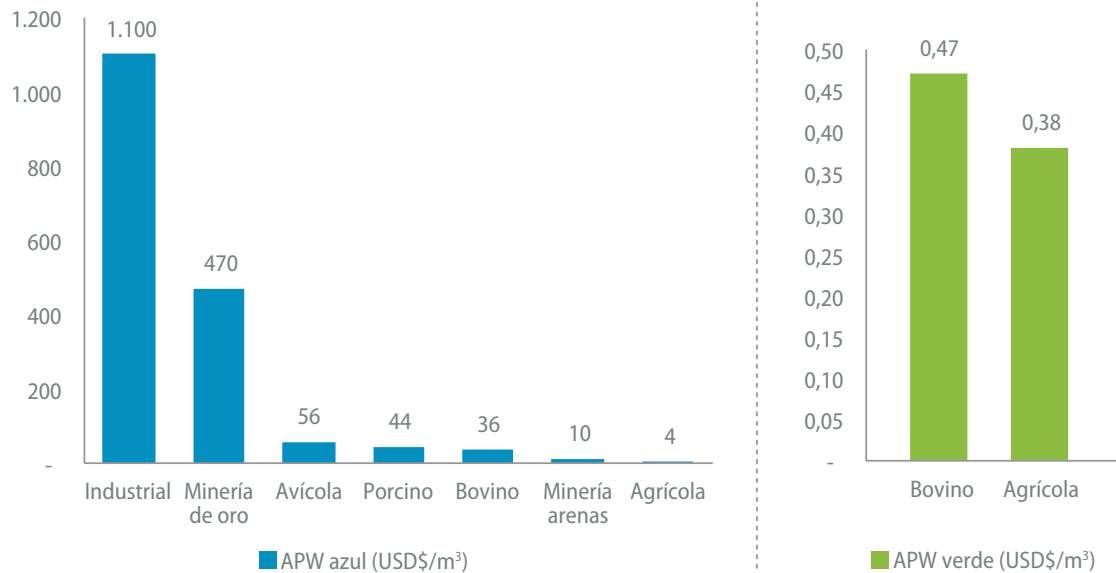
Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que supera ampliamente la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante todos los meses del año en los dos escenarios contemplados. Con este análisis se concluye que la cuenca del río Aburrá presenta problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.



Se identificó una huella hídrica gris multisectorial a nivel mensual que supera ampliamente la capacidad de asimilación de contaminantes en la cuenca, durante todos los meses del año, para todos los escenarios contemplados. Con este análisis, se concluyó que la cuenca del río Aburrá presenta graves problemas de calidad, los cuales, dada la configuración de la cuenca, se trasladan afectando a gran parte de las otras cuencas (Ver figura 28).

FIGURA 32.
Ficha análisis ambiental
cuenca río Aburrá

• Análisis económico



A partir del indicador de la APW azul, pudo observarse que el sector más productivo es el industrial, donde por cada m³ consumido por esta actividad, se perciben cerca de USD\$ 1.100. En torno a la actividad industrial, la cuenca de río Aburrá concentra el 67 % del PIB departamental y cerca del 70 % de la actividad industrial y de servicios.

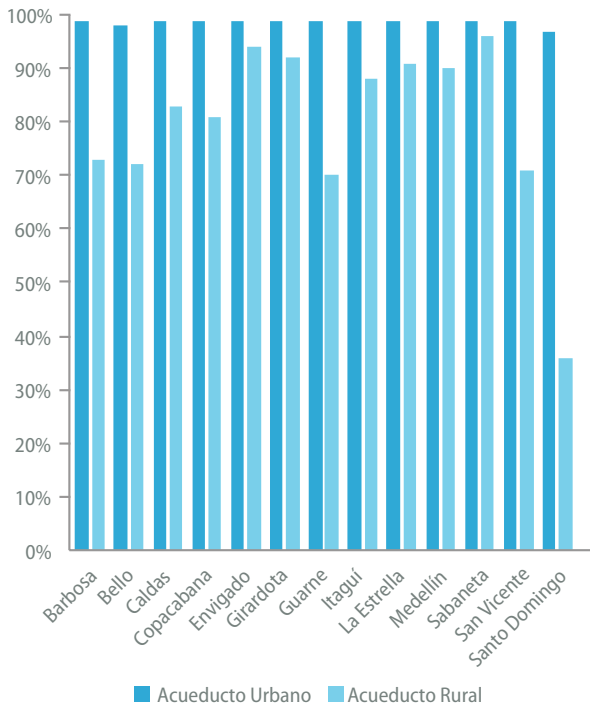
El siguiente sector con la mayor APW azul es la minería de oro con USD\$ 470 por m³. Es importante aclarar que en esta cuenca la producción minera de oro no es representativa, siendo predominante la de materiales de construcción. Los demás sectores presentan productividades aparentes del agua azul inferiores a USD\$ 60.

La APW verde tiene un orden de magnitud diferente a la APW azul, asociado al gran volumen de consumo de agua verde de estos sectores, dado que solo hay huella azul como resultado de una condición de restricción o escasez de agua verde. La situación anteriormente descrita las hace no comparables en términos de productividad aparente del agua.

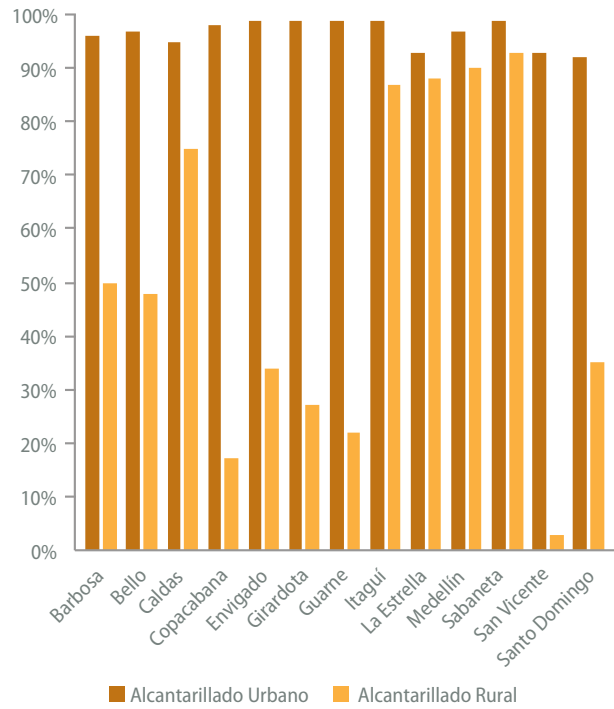
FIGURA 33.
Ficha análisis económico
cuenca río Aburrá

• **Análisis social**

**COBERTURA EN SERVICIO DE ACUEDUCTO
CUENCA DEL RÍO ABURRÁ**



**COBERTURA EN SERVICIO DE ALCANTARILLADO
CUENCA DEL RÍO ABURRÁ**



Reporte de enfermedades:

Enfermedades de origen hídrico:
Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

E. Transmitidas por vectores (ETV):
Malaria y Dengue.

Municipios:
Medellín, Copacabana y Bello.

Punto clave socioambiental

No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua .

Baja cobertura de alcantarillado y no hay capacidad de asimilación: Q. La García, Q. La Iguaná y Q. Piedras Blancas.

Punto clave político

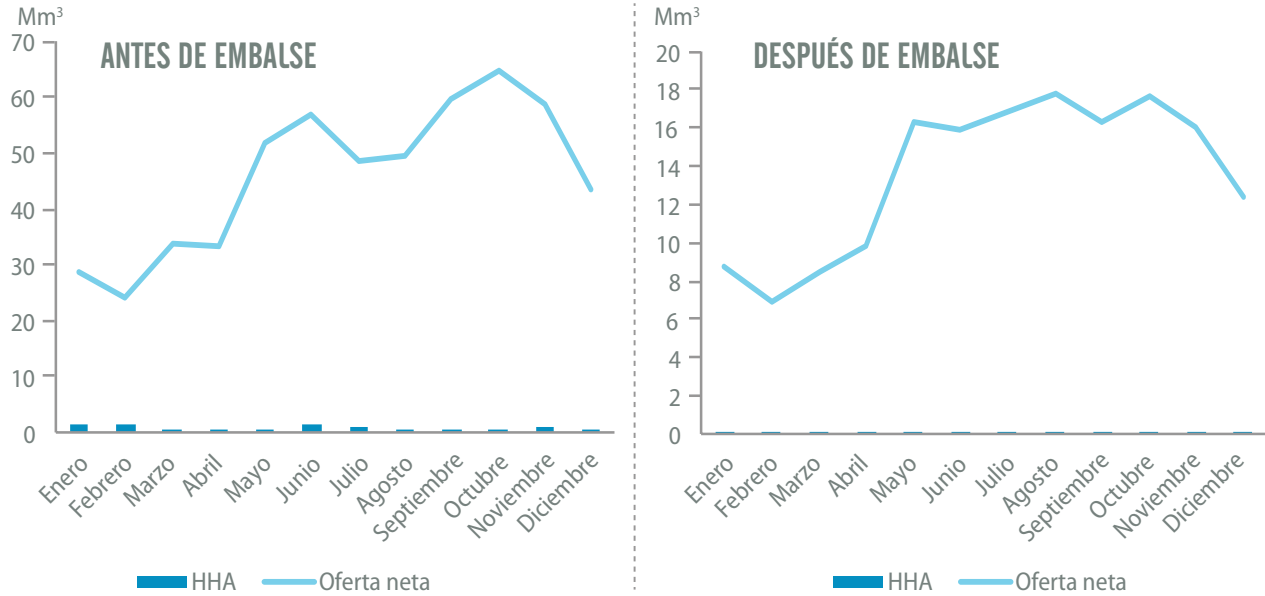
No se presenta escasez en la oferta de agua pero hay baja cobertura de acueducto: Q. Guanacas y Q. El Vergel.

Baja cobertura de alcantarillado y hay capacidad de asimilación: Q. Guanacas, Q. Ovejas y Q. El Vergel.

FIGURA 34.
Ficha análisis social
cuenca río Aburrá

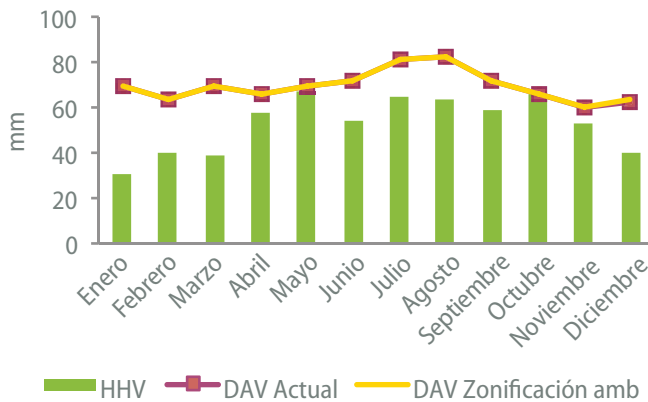
6.3.3. Resumen del análisis ambiental, social y económico – río Grande

• Análisis ambiental



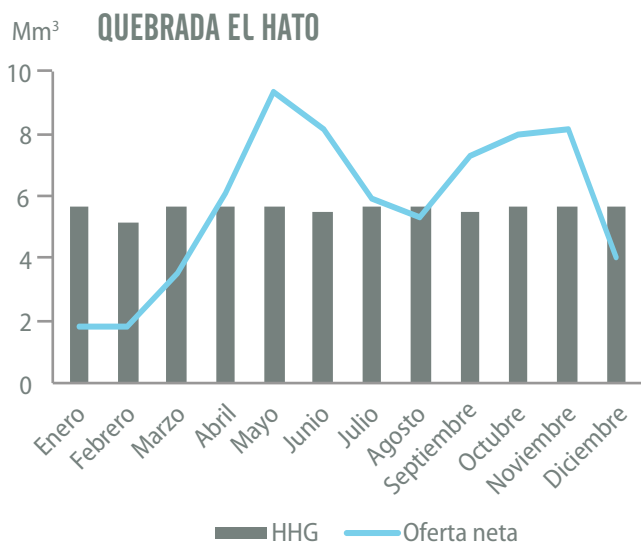
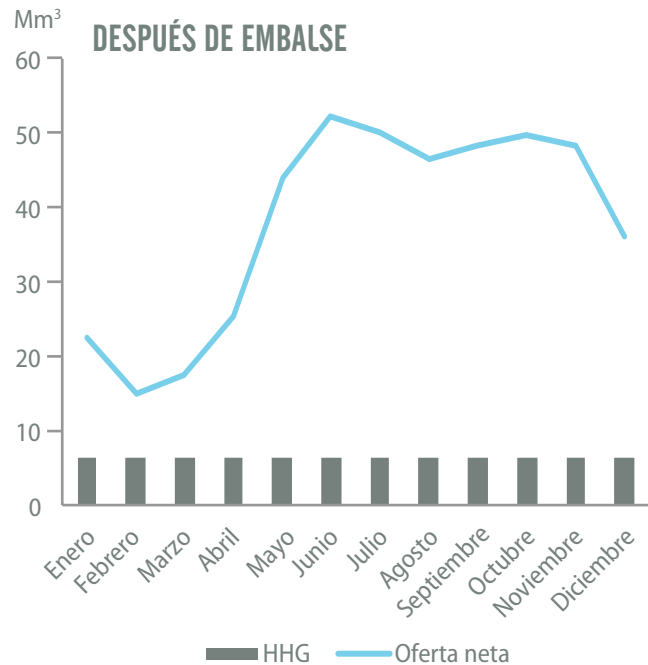
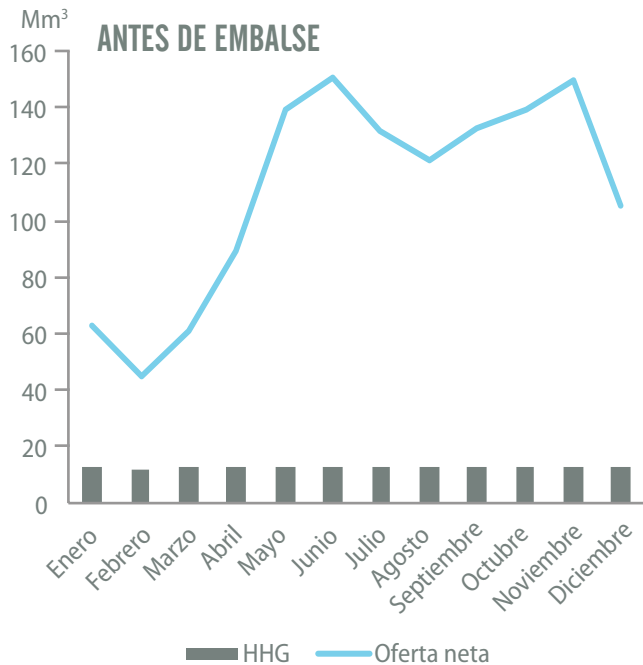
Se identificó una huella hídrica azul multisectorial baja frente a la oferta de la cuenca, situación que se presenta en las cuencas de río Grande y río Aburrá, y que se repite en toda la cuenca.

Con este análisis se concluye que la cuenca del río Porce y sus subcuencas no presentan conflictos asociados a la cantidad de agua, en ninguna de sus zonas evaluadas. Los puntos críticos identificados en la cuenca hacen referencia a la reducción de la disponibilidad por alteración de la calidad.



Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que llega al límite de la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante dos meses del año, para el escenario más crítico que es el actual. Con este análisis, se concluyó que la cuenca del río Grande se encuentra en el límite y puede comenzar a presentar problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

FIGURA 35.
Ficha análisis ambiental
cuenca río Grande –
Parte 1



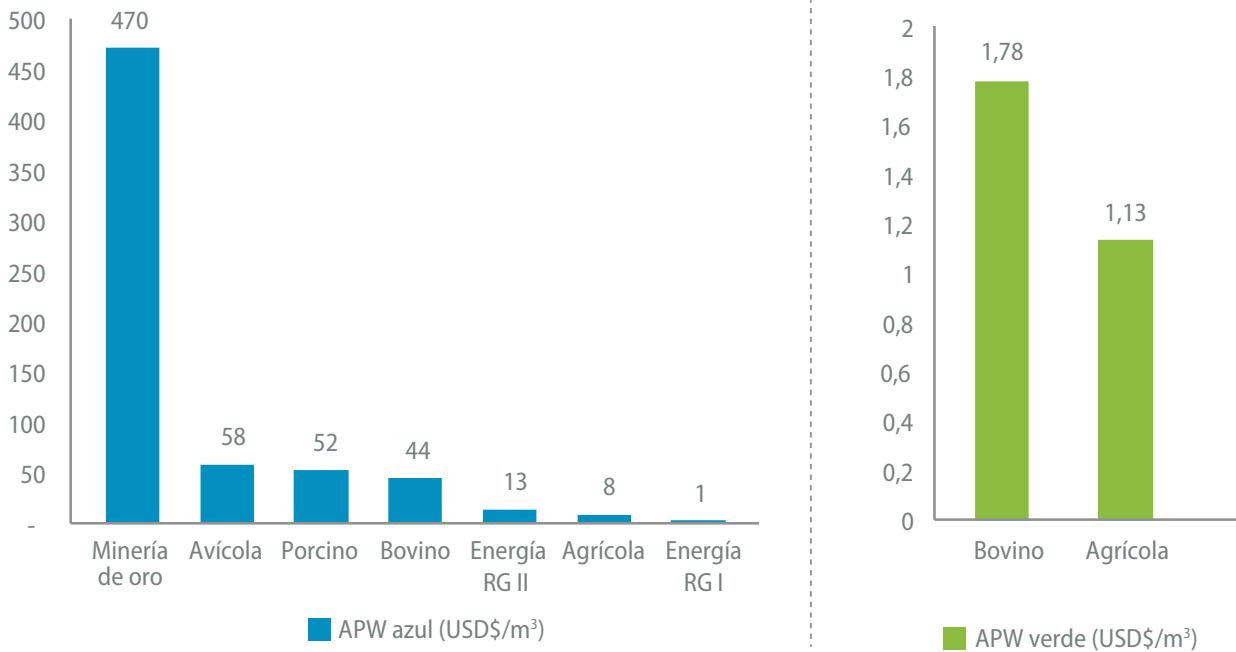
En términos de toda la cuenca de río Grande, se identificó una huella hídrica gris multisectorial a nivel mensual menor que la capacidad de asimilación de la cuenca. No obstante lo anterior se visualizan meses del año donde la situación se acerca a limitar con la capacidad de asimilación natural de la cuenca.

Es de resaltar que este resultado se presenta desde la metodología de huella hídrica y contando con un análisis que incluyó cinco contaminantes (N, P, DBO₅, SST, Hg, CN), con lo que no invalida ni contradice otro estudio ni otra metodología que reporte problemas de contaminación local en esta cuenca.

Este es un ejemplo de la pertinencia que tiene las subcuenca, pues al analizar un área grande pueden quedar enmascaradas situación relevantes en el ámbito local. Este es el caso de la quebrada El Hato, que es una de las 31 subcuencas de la cuenca del río Porce y que como se ve en la gráfica, supera su capacidad de asimilación en varios meses del año, lo que permite identificar a esta cuenca como un punto clave en términos de sostenibilidad ambiental por contaminación.

FIGURA 36.
Ficha análisis ambiental
cuenca río Grande –
Parte 2

• Análisis económico



Desde la mirada de la APW azul, se encontró que el sector más productivo es el de la minería de oro con USD\$ 470 por m³; sin embargo, esta actividad no es intensiva en esta subcuenca. En el caso de los sectores avícola, porcícola y bovino, se perciben USD\$ 58, 52 y 44 por m³ respectivamente (ver Figura 34).

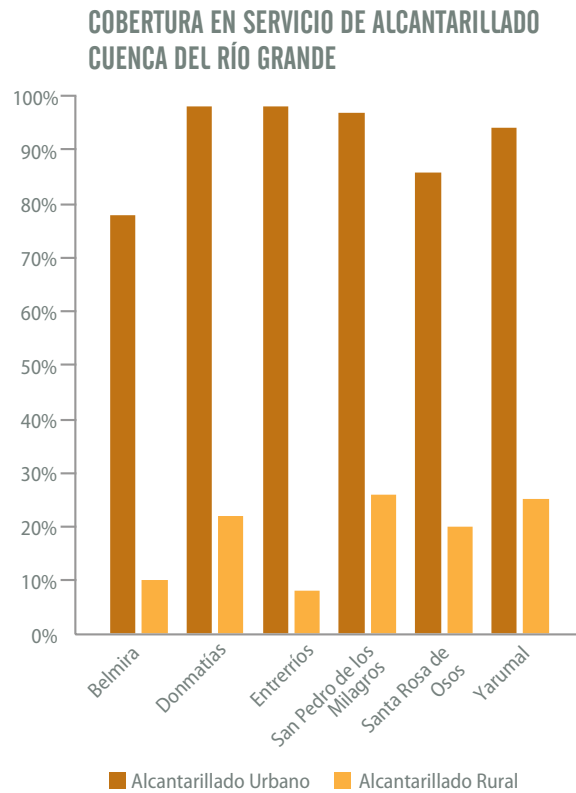
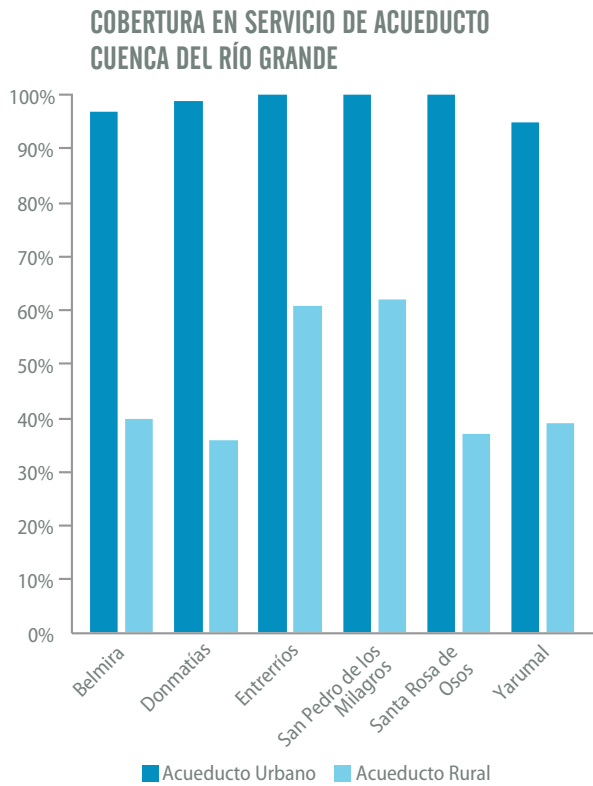
En el sector avícola de la subcuenca percibe USD \$58 por cada m³ invertido. Esta actividad es importante dentro de la subcuenca puesto que concentra cerca del 18% de las aves de postura y carne de toda la cuenca Porce. Este sector concentra el 2 % del agua azul de la subcuenca.

La actividad porcícola en la subcuenca de río Grande, es la primera a nivel de la cuenca concentrando el 54 % de los porcinos de la cuenca y generando por cada m³ invertido, cerca de USD\$ 52. Aunque es una actividad que en comparación con la avícola tiene una productividad aparente del agua azul menor, es importante dentro de la economía de la subcuenca. Esta actividad concentra el 5.5 % del agua azul.

Como se explicó para la subcuenca del río Aburrá, la APW verde no es comparable con la APW azul; no obstante, sí son comparables las productividades aparentes del agua verde en dos áreas diferentes en la misma cuenca, calculadas para un mismo periodo de tiempo. En este caso se estiman valores de APW verde para río Grande que son superiores a los valores de APW verde para río Aburrá. Este fenómeno se debe a un mayor nivel de eficiencia y productividad en la cuenca donde se obtienen valores más altos, lo cual se evidencia en la cuenca del río Porce por la vocación agropecuaria natural que tiene la subcuenca de río Grande.

FIGURA 37.
Ficha análisis económico
cuenca río Grande

• **Análisis social**



Reporte de enfermedades:

Enfermedades de origen hídrico:
Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

Municipios:
San Pedro, Belmira y Santa Rosa de Osos.

Punto clave socioambiental

No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua.

Baja cobertura de alcantarillado y no hay capacidad de asimilación: Q. El Hato.

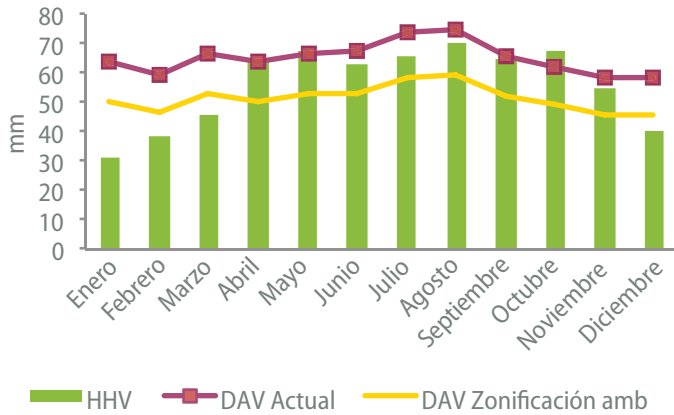
Punto clave político

Baja cobertura de acueducto y de alcantarillado, a pesar de que no hay problemas de escasez del recurso y existe capacidad de asimilación: cuenca río Grande.

FIGURA 38.
Ficha Análisis social
cuenca río Grande

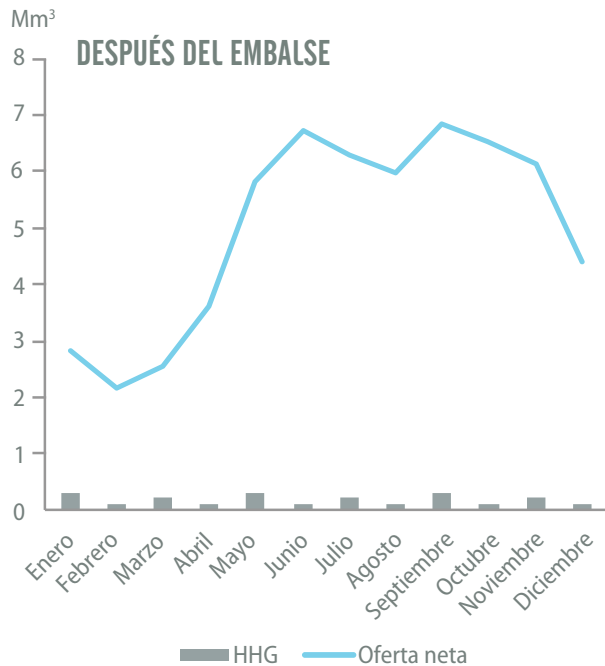
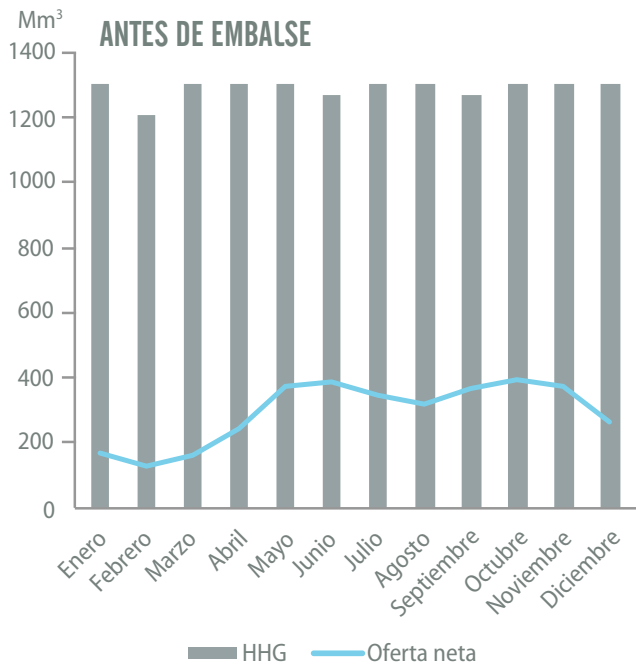
6.3.4. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Medio

• Análisis ambiental



Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que llega al límite de la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante varios meses del año, para el escenario más crítico actual.

Con este análisis, se concluyó que la zona de Porce Medio se encuentra en el límite y puede comenzar a presentar problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

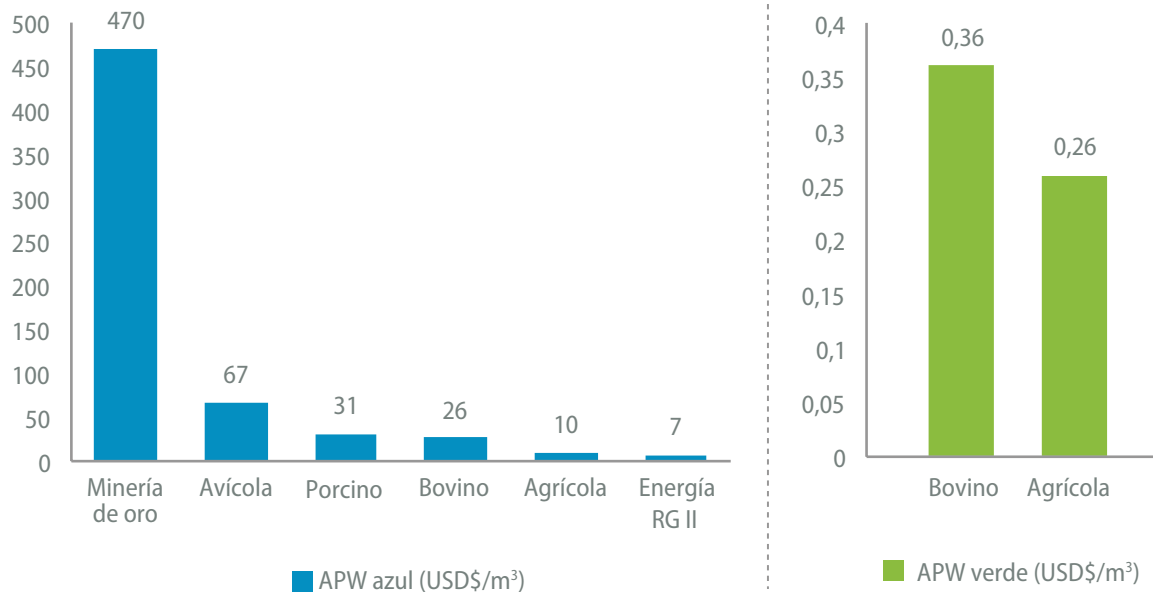


En este punto se encuentra ubicado el tercer embalse de la cuenca (antes hay dos en la cuenca de río Grande) y es el primero ubicado en el cauce principal del río Porce (Porce II), lo que cambia radicalmente las condiciones del río en términos de cantidad y de calidad a partir de este punto.

Dado lo anterior, se hizo el análisis de huella hídrica gris acumulada antes y después del embalse, bajo la hipótesis de regulación hídrica tomada, se evidencia matemáticamente la situación de cambio radical de la calidad del río a partir de esta estructura. Lo anterior se explica por el fenómeno de retención generado por el primer gran obstáculo al flujo y al arrastre, que genera un efecto barrera que modifica la capacidad de asimilación del río Porce. De este punto en adelante se puede decir que el río Porce cuenta con capacidad de asimilación suficiente para el contaminante crítico identificado: DBO_5 .

FIGURA 39.
Ficha análisis ambiental
Porce Medio

• Análisis económico



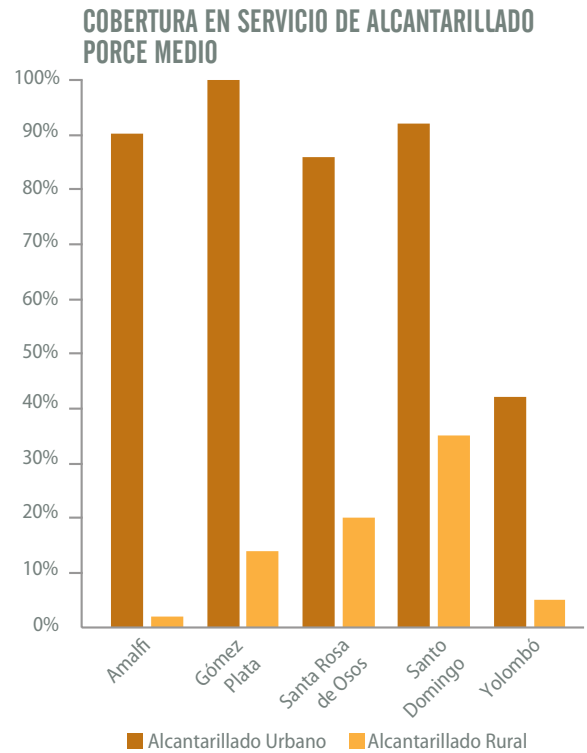
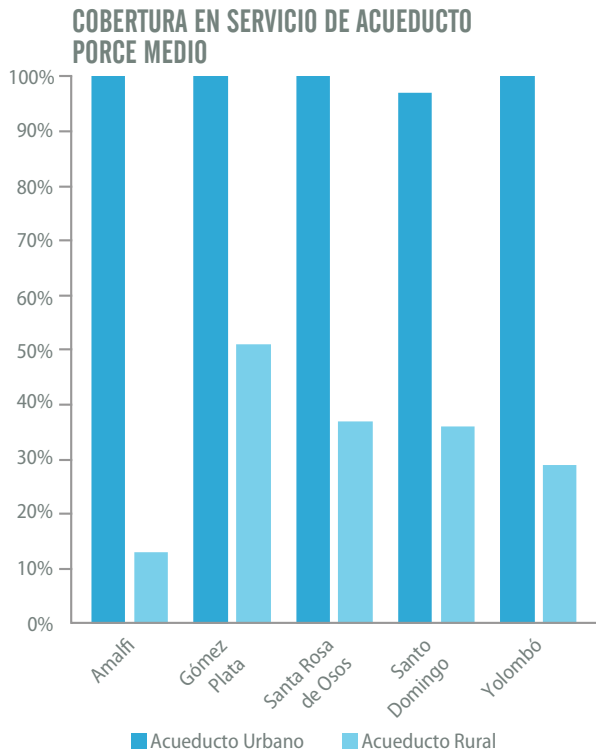
Desde la mirada de la APW azul, se encontró que el sector más productivo es el de la minería de oro, en donde por cada m³ destinado a esta actividad se perciben USD\$ 470, valor mucho mayor en comparación con las demás actividades; sin embargo, la minería no es intensiva en esta zona.

En Porce Medio, por cada m³ destinado a la actividad avícola, se perciben USD\$67. El sector como tal que concentra cerca del 1.15 % de las aves de postura y de engorde de toda la cuenca Porce y el 2.22 % del agua azul de esta zona.

Los demás sectores presentan APW azul inferiores a USD\$ 40. En el caso del porcícola, la subcuenca concentra el 2 % de animales a nivel de la cuenca río Porce. Por cada m³ destinado a este sector, se perciben 31 dólares aproximadamente. Esta actividad concentra el 5 % del agua azul en esta zona. Aunque en comparación con la avícola tiene una APW azul menor, el consumo de agua azul es el doble.

FIGURA 40.
Ficha Análisis
económico Porce
Medio

• **Análisis social**



Reporte de enfermedades:
 Enfermedades de origen hídrico:
 Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

Municipios:
 Santa Rosa de Osos y Gómez Plata.

Punto clave socioambiental
 No se identificaron zonas críticas por escasez en la oferta de agua.
 Baja cobertura de alcantarillado y no hay capacidad de asimilación: Porce Medio antes del embalse.

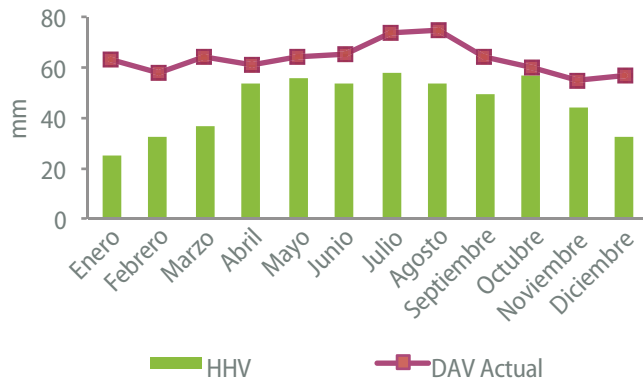
Punto clave político
 Se presenta baja cobertura de acueducto a pesar de que no hay escasez de agua: Porce Medio.

Se presenta baja cobertura de alcantarillado a pesar de que hay capacidad de asimilación: Porce Medio después del embalse.

FIGURA 41.
 Ficha análisis social
 Porce Medio

6.3.5. Resumen del análisis ambiental, social y económico – río Guadalupe

• Análisis Ambiental



Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que se aproxima al límite de la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante varios meses del año, para el único escenario evaluado en esta cuenca.

Con este análisis se concluyó que la subcuenca de río Guadalupe se encuentra cerca al límite y en caso de superarlo, podría presentar problemas asociados al uso del suelo y de la provisión de servicios ecosistémicos.

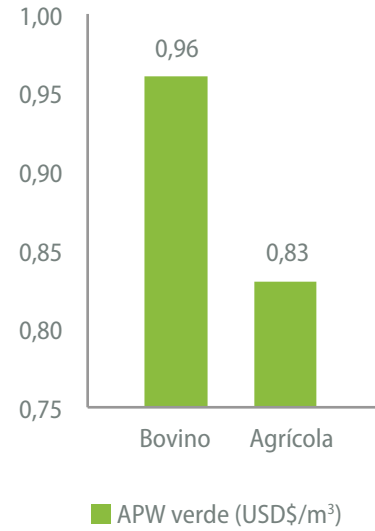
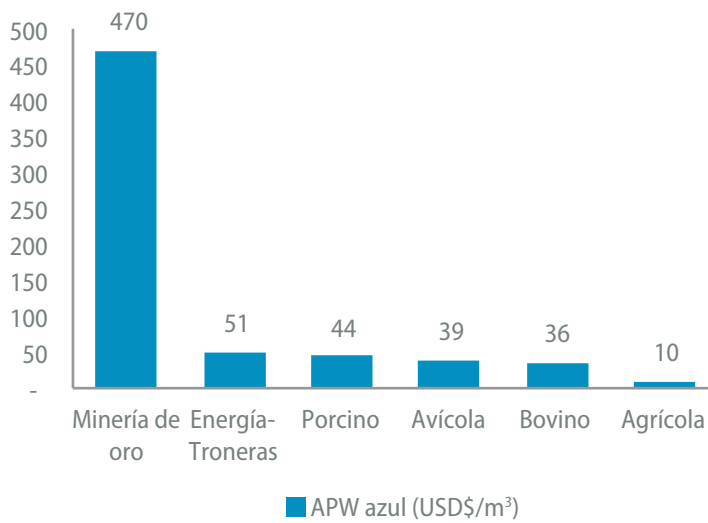
Bajo la metodología de huella hídrica, la subcuenca del río Guadalupe no presenta problemas frente a la capacidad de asimilación del contaminante identificado como crítico: DBO_5

FIGURA 42.
Ficha análisis ambiental
río Guadalupe



Cuenca de río Guadalupe

• **Análisis económico**



Desde la mirada de la APW azul, se encontró que el sector de minería de oro presenta la mayor productividad con USD\$ 470 por m³; sin embargo, esta productividad no es intensiva en esta cuenca.

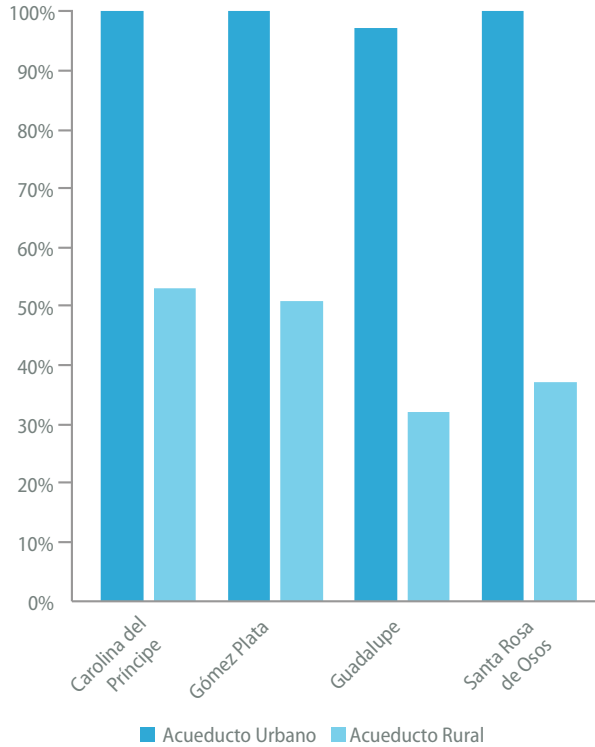
En el caso del sector hidroeléctrico, se evidenció en la subcuenca que el embalse Troneras, tiene una productividad de USD\$ 51 por cada m³. Esta productividad se debe en parte al bajo consumo de agua azul, con 900 m³/año.

En el caso del sector bovino, por cada m³ destinado a esta actividad se perciben USD\$ 36. El sector representa un alto consumo de agua azul, concentrando el 40% del agua consumida y siendo la subcuenca con el mayor número de animales, con 10 % del total en la cuenca del río Porce. El bovino, desde el punto de vista de la APW azul, no es tan productivo como la minería de oro o la energía; sin embargo, tiene gran importancia dentro de la economía local de la cuenca.

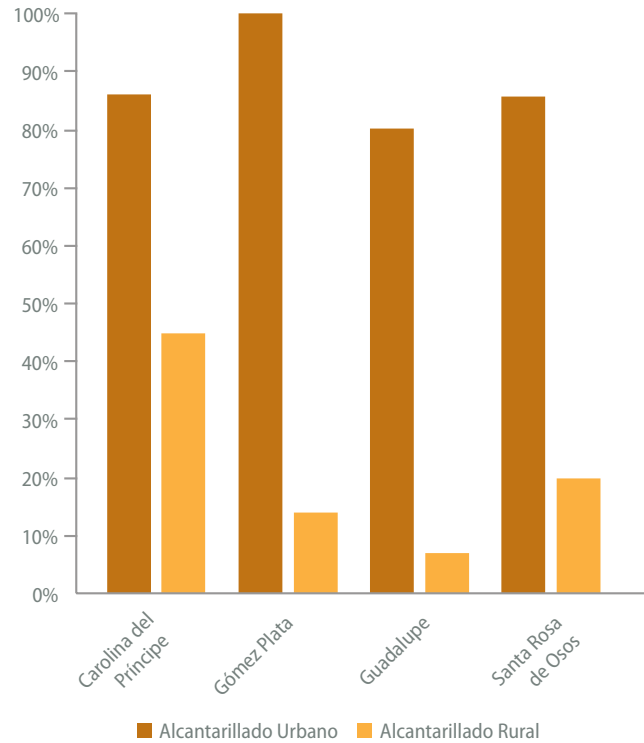
FIGURA 43.
Ficha análisis económico
río Guadalupe

• **Análisis Social**

**COBERTURA EN SERVICIO DE ACUEDUCTO
CUENCA RÍO GUADALUPE**



**COBERTURA EN SERVICIO DE ALCANTARILLADO
CUENCA DEL RÍO GUADALUPE**



Reporte de enfermedades:

Enfermedades de origen hídrico:
Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

Municipios:
Santa Rosa de Osos, Gómez Plata y
Guadalupe.

Punto clave socioambiental

No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua; además, existe capacidad de asimilación.

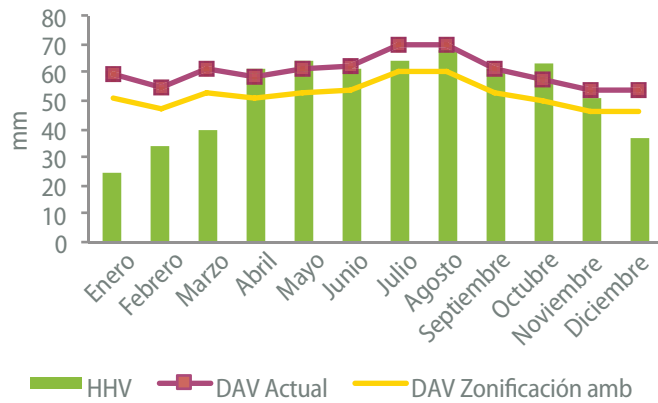
Punto clave político

Baja cobertura de acueducto y de alcantarillado a pesar de que no hay escasez del recurso hídrico y existe capacidad de asimilación: subcuenca río Guadalupe.

FIGURA 44.
Ficha análisis social
río Guadalupe

6.3.6. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Medio - Bajo

• Análisis Ambiental



Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que llegó al límite de la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante varios meses del año, para ambos escenarios contemplados.

Con este análisis se concluyó que la zona de Porce Medio - Bajo se encuentra en el límite y presenta problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

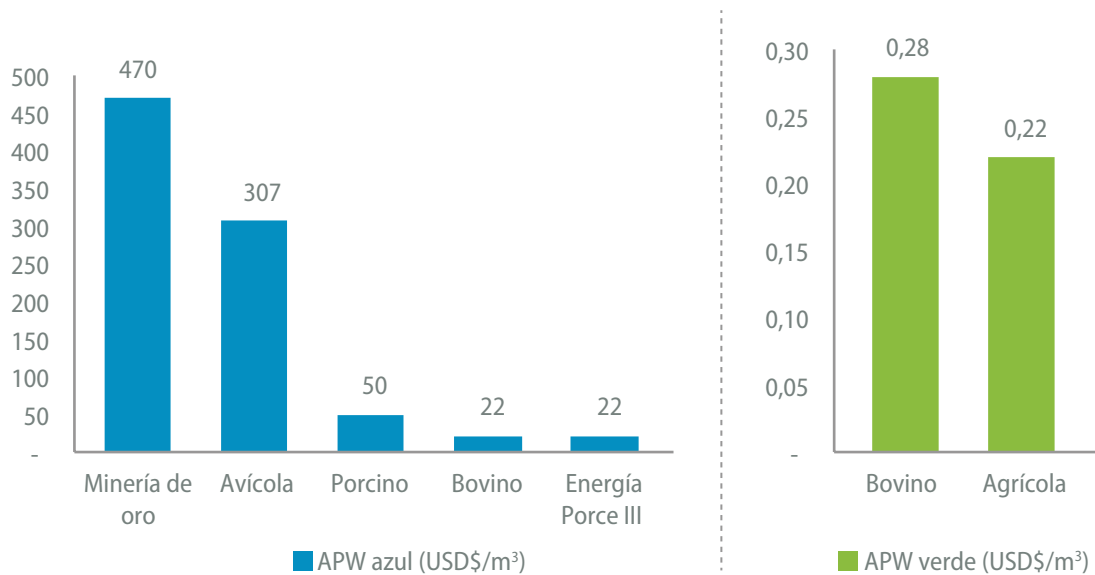
Bajo la metodología de huella hídrica, la zona de Porce Medio - Bajo no presenta problemas frente a la capacidad de asimilación del contaminante identificado como crítico: DBO_5

FIGURA 45.
Ficha análisis ambiental
Porce Medio - Bajo



Río Porce en el municipio de Anorí. Fuente: EPM

• **Análisis económico**



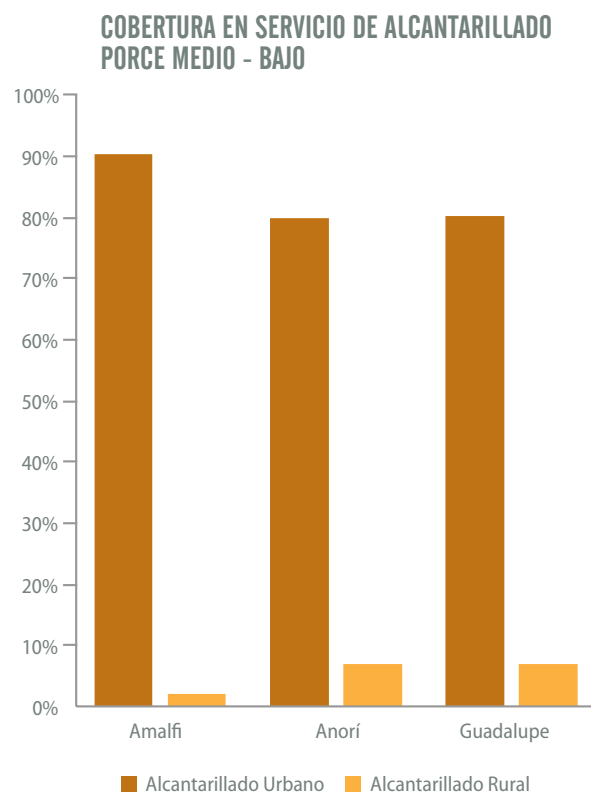
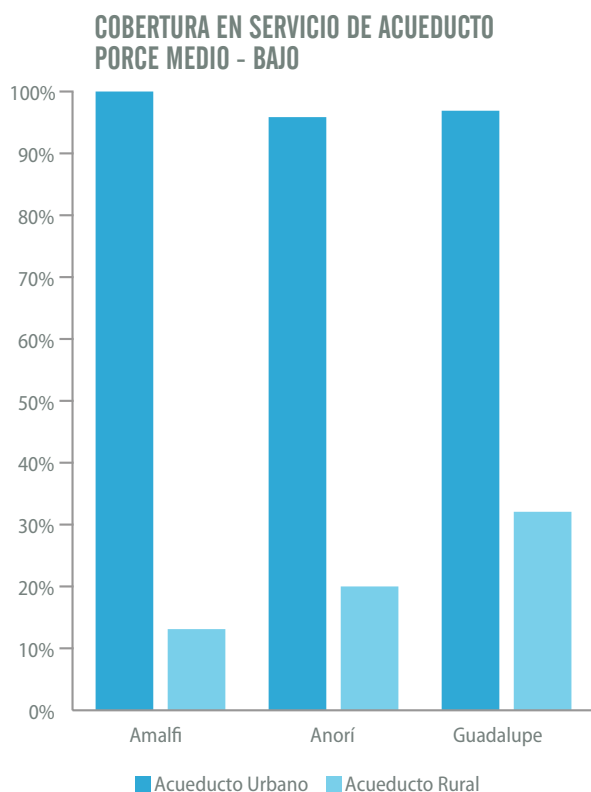
Desde la mirada de la APW azul, se encontró que el sector más productivo es el de la minería de oro, en donde por cada m³ de agua destinada a esta actividad, se perciben USD\$ 470.

En el sector avícola de la subcuenca, por cada m³ de agua destinado a esta actividad, se perciben USD\$ 307. El sector concentra cerca del 0.05 % de las aves de postura y de engorde de toda la cuenca Porce y concentra el 0.20 % del agua azul en esta zona. La APW azul del sector avícola es mayor con respecto a las otras actividades y tiene un bajo consumo de agua azul. Los demás sectores, presentan APW azul inferiores a USD\$ 50.

En el caso del sector porcícola, esta zona concentra el 0.3 % de los animales a nivel de la cuenca del río Porce. Por cada m³ de agua invertido en esta actividad, se perciben USD\$ 50 aproximadamente. Esta actividad concentra el 0.9 % del agua azul en esta zona. Aunque es una actividad que en comparación con el avícola tiene una productividad aparente menor, el consumo de agua azul es mucho mayor.

FIGURA 46.
Ficha análisis económico
Porce Medio - Bajo

• **Análisis social**



Reporte de enfermedades:
 Enfermedades de origen hídrico:
 Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

Municipio:
 Anorí.

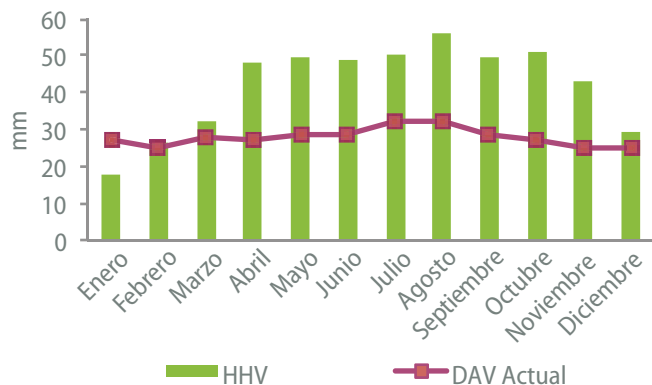
Punto clave socioambiental
 No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua y además existe capacidad de asimilación

Punto clave político
 Baja cobertura de acueducto y de alcantarillado a pesar de que no hay escasez del recurso hídrico y existe capacidad de asimilación: zona Porce Medio – Bajo.

FIGURA 47.
 Ficha análisis social
 Porce Medio - Bajo

6.3.7. Resumen del análisis ambiental, social y económico – río Mata

• Análisis ambiental



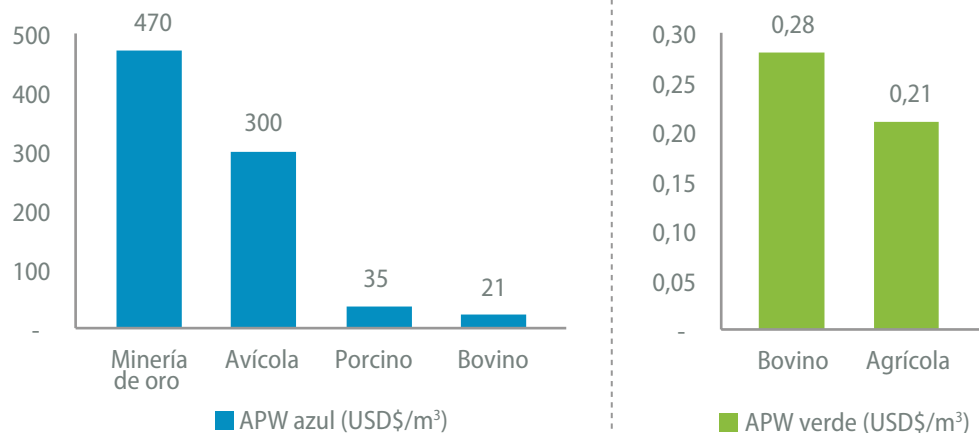
Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que supera la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante varios meses del año, para el escenarios contemplados.

Con este análisis se concluyó que la cuenca del río Mata presenta problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

Bajo la metodología de huella hídrica, la cuenca del río Mata no presenta problemas frente a la capacidad de asimilación del contaminante identificado como crítico: DBO₅

FIGURA 48.
Ficha análisis ambiental
río Mata

• Análisis económico

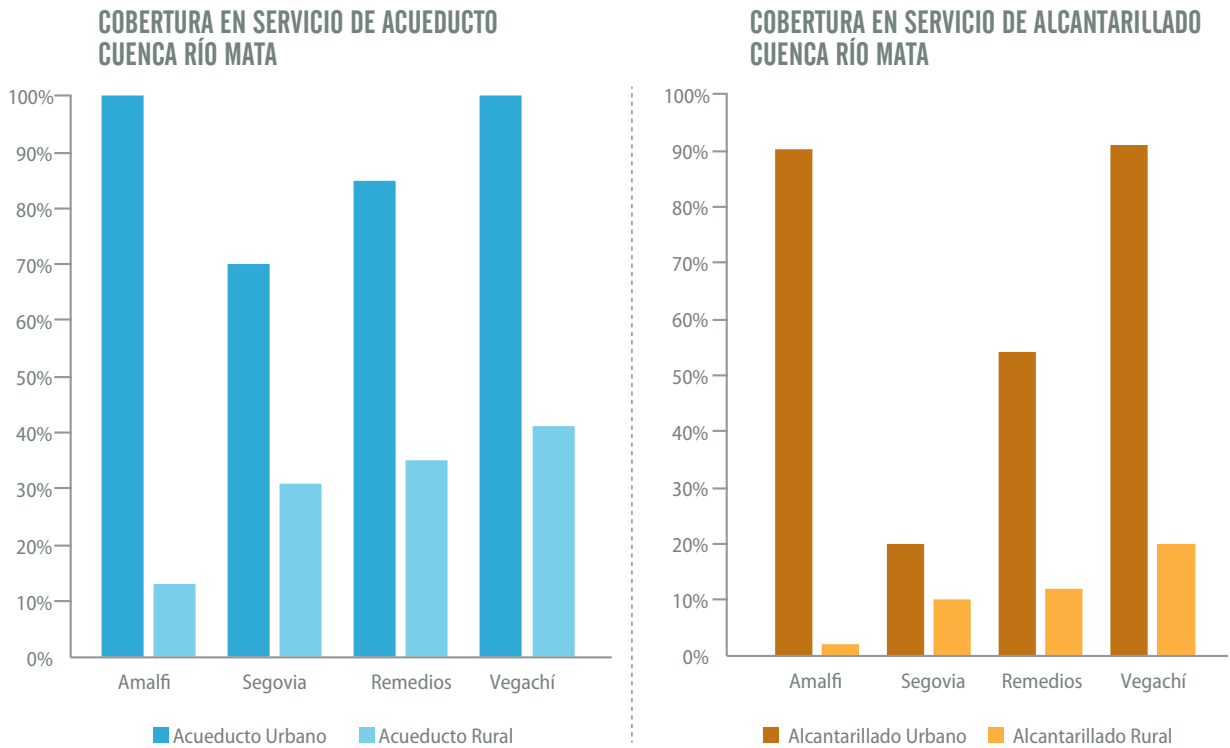


Desde la mirada de la APW azul, se encontró que el sector más productivo es el de la minería de oro, donde por cada m³ usado en esta actividad se perciben USD\$ 470. Esta productividad es muy importante dentro de la economía de la subcuenca.

Después de la minería, se encuentra el sector avícola, en donde por cada m³ de agua usado para esta actividad se perciben USD\$ 300. Este sector concentra cerca del 0.08 % de las aves de postura y de carne de toda la cuenca del río Porce y concentra el 0.18 % del agua azul de esta cuenca. Esta alta productividad puede explicarse por el bajo consumo de agua azul que realiza esta actividad. Los demás sectores presentan APW azul inferiores a USD\$ 40.

FIGURA 49.
Ficha análisis
económico río Mata

• **Análisis social**



Reporte de enfermedades:

Reportes de intoxicación por Mercurio:
Municipios mineros: Segovia, Remedios, Anorí, Zaragoza y Amalfí.

Municipios:
Segovia y Remedios.

Punto clave socioambiental

No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua; además, existe capacidad de asimilación.

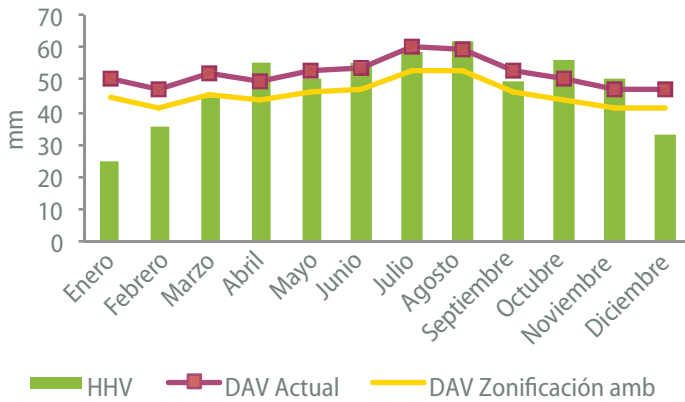
Punto clave político

Baja cobertura de acueducto y de alcantarillado a pesar de que no hay escasez del recurso hídrico y existe capacidad de asimilación: cuenca río Mata.

FIGURA 50.
Ficha análisis social
río Mata

6.3.8. Resumen del análisis ambiental, social y económico – Porce Bajo

• Análisis ambiental



Se identificó una huella hídrica verde multisectorial a nivel mensual que llega al límite de la disponibilidad de agua verde en la cuenca, durante varios meses del año, para los escenarios contemplados.

Con este análisis se concluyó que la zona de Porce Bajo se encuentra en el límite y comienza a presentar problemas asociados al uso del suelo que ponen en riesgo la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.

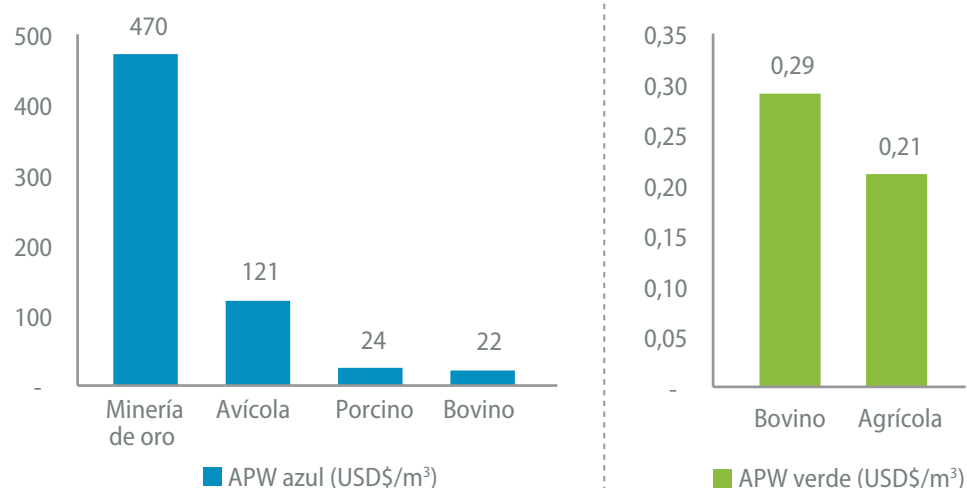
Bajo la metodología de la huella hídrica, la zona de Porce Bajo no presenta problemas frente a la capacidad de asimilación del contaminante identificado como crítico: DBO_5

FIGURA 51.
Ficha análisis ambiental
Porce Bajo



Municipio de Zaragoza en el bajo Cauca. Autor Carlos José Álvarez. Licencia Creative Commons

• Análisis económico

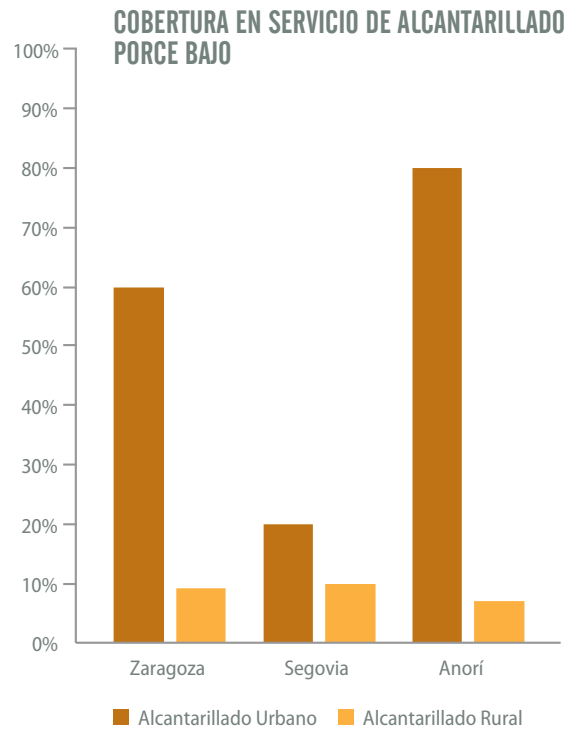
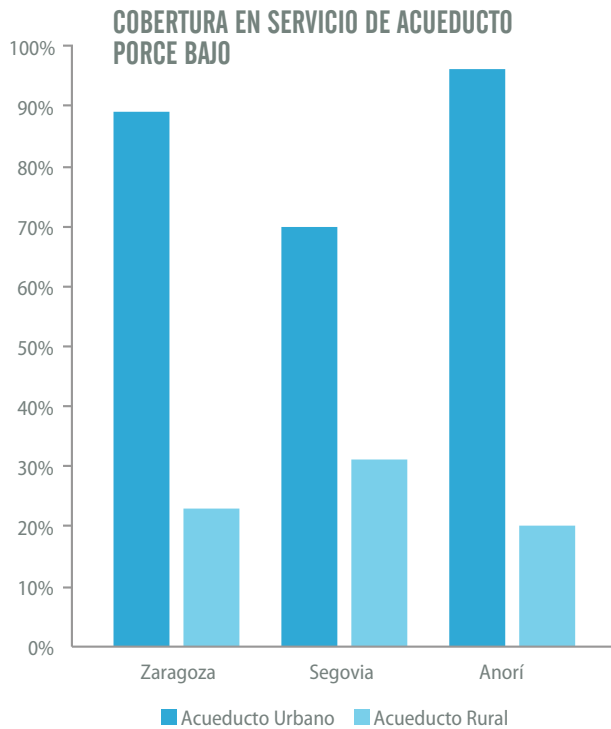


Desde la mirada de la APW azul, se encuentra que el sector más productivo es el de la minería de oro, en donde por cada m^3 de agua destinado a esta actividad, se perciben USD\$ 470. Esta zona concentra cerca del 84 % de la producción de oro de la cuenca Porce y el 88 % del agua azul disponible internamente. Aunque la minería de oro tiene una APW azul mayor con respecto a las otras actividades, presenta un alto consumo de agua azul y además es un sector donde su principal impacto se presenta en el vertimiento de sustancias tóxicas como el mercurio y el cianuro en el proceso de beneficio del oro y en el aporte de sólidos suspendidos totales en la minería de aluvión principalmente.

En el sector avícola, por cada m^3 de agua azul que se destine a esta actividad, se perciben USD\$ 80. Esta actividad concentra cerca del 0.01 % de las aves de postura y engorde de toda la cuenca Porce, por lo que podría considerarse como una actividad muy poco relevante sobre el territorio pese a tener una APW muy alta.

FIGURA 52.
Ficha análisis económico
Porce Bajo

• **Análisis Social**



Reporte de enfermedades:

Enfermedades de origen hídrico:
Hepatitis A, Cólera y Fiebre Tifoidea.

Enfermedades Transmitidas por vectores (ETV):
Malaria y Dengue.

Reportes de intoxicación por Mercurio:
Municipios:
Zaragoza, Segovia y Remedios.

Punto clave socioambiental

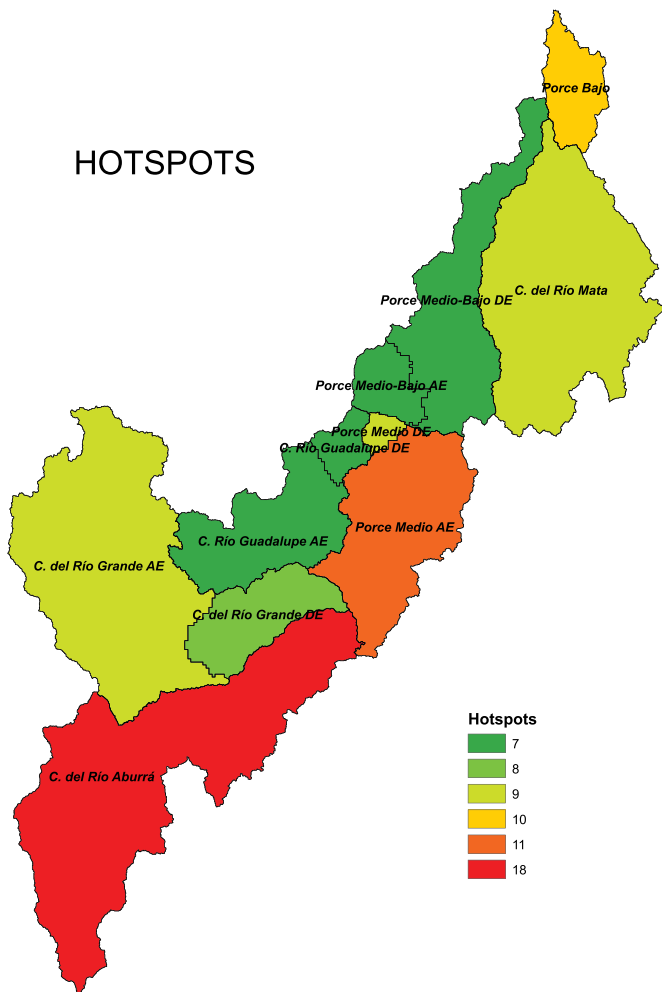
No se identifican zonas críticas por escasez en la oferta de agua; además, existe capacidad de asimilación.

Punto clave político

Baja cobertura de acueducto y de alcantarillado a pesar de que no hay escasez del recurso hídrico y existe capacidad de asimilación: zona Porce Bajo.

FIGURA 53.
Ficha análisis social
Porce Bajo

6.3.9. Resumen del análisis sostenibilidad cuenca Porce



Como resultado final de los análisis ambientales, económicos y sociales, a nivel mensual, para cada una de las siete cuencas y zonas hidrográficas internas y 31 subcuencas priorizadas en la cuenca del río Porce, se obtuvo un panorama multicriterio que permitió identificar más de 100 puntos clave en la cuenca siguiendo los siguientes aspectos:

AMBIENTAL: Puntos donde la huella azul o verde superó la oferta de agua azul o verde. Puntos donde se identificó excedida la capacidad de asimilación de la cuenca.

ECONÓMICO: Puntos con baja APW relativa a otros usos competitivos del recurso.

SOCIAL: Zonas con bajos niveles de calidad de vida (indicadores socioeconómicos) y zonas donde se identificaron problemas asociados a la voluntad política, pues existen recursos suficientes, pero se presentan problemas de acceso al agua y al saneamiento; además, de la incidencia de enfermedades de origen hídrico y transmitidas por vectores.

FIGURA 54.
Identificación puntos clave en la cuenca río Porce

Tramo Cuenca río Porce	Identificación Hotspots			Total
	Económico	Social	Ambiental	
C. del río Aburrá	1	5	12	18
C. del río Grande AE	3	5	1	9
C. del río Grande DE	3	5	0	8
Porce Medio AE	4	4	3	11
Porce Medio DE	4	4	1	9
C. río Guadalupe AE	3	4	0	7
C. río Guadalupe DE	3	4	0	7
Porce Medio-Bajo AE	3	3	1	7
Porce Medio-Bajo DE	3	3	1	7
C. del río Mata	3	3	3	9
Porce Bajo	3	5	2	10
TOTAL	33	45	24	102

Nota:

AE
DE

Aguas arriba del embalse
Aguas abajo del embalse

TABLA 5.
Identificación
puntos clave en la
cuenca río Porce

6.4. FASE IV - Formulación de estrategias de respuesta

Esta última fase describe el proceso de construcción gradual y colectiva de las acciones necesarias para aportar a la solución de las problemáticas identificadas en la cuenca del río Porce, y que fueron el resultado de la evaluación de la huella hídrica en el territorio. Este proceso contó con la participación de diferentes instituciones públicas, académicas, económicas, comunitaria y organizaciones no gubernamentales que aportaron su conocimiento y su experiencia durante todo el proceso.



Taller de formulación de estrategias de respuesta – 15/03/2013

La propuesta de lineamientos se formula desde dos enfoques integrales y territoriales: un primer enfoque dirigido a reconocer y actuar sobre las categorías del uso del agua para la gestión integral del recurso hídrico, donde se deben trabajar áreas estratégicas e interdependientes sociales, económicas, ambientales, institucionales, tecnológicas y de conocimiento; el segundo enfoque, propone estrategias por subcuenca que apuntan a reconocer las particularidades y formular acciones concretas para puntos críticos del territorio.

Como insumos para la formulación de los lineamientos de política se consideraron los eventos de participación realizados durante la ejecución de las fases del proyecto, que permitieron conocer las condiciones para cada territorio desde las perspectivas de los actores que los habitan y complementar esa visión con la información proporcionada por la evaluación de la huella hídrica. Cada uno de estos eventos de participación articulado a la información obtenida permitió priorizar las problemáticas presentes desde cada sector y vincularlas a todo el territorio de la cuenca del río Porce.

Sector	Problemáticas
Agrícola y Pecuario	<ul style="list-style-type: none"> -Uso excesivo de abonos orgánicos y químicos que generan contaminación de las fuentes hídricas y efectos nocivos sobre la salud. -Reducción de las áreas protegidas y de retiro de fuentes hídricas debido a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria. -Altos costos de producción y bajos rendimientos de los cultivos.
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> -Alta dependencia hídrica de otras cuencas para abastecimiento humano. -Falta de cobertura en agua potable y alcantarillado. -Vertimientos directos a fuentes de agua, con alta carga contaminante. -Falta de mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura asociada a los acueductos y alcantarillados. Altos niveles de fugas y pérdidas de agua. -Conflictos asociados al orden público en zonas estratégicas de la cuenca.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de infraestructura de tratamiento de efluentes. -Falta gestión sobre el recurso hídrico subterráneo. -Contaminación potencial del agua subterránea. -Alta contaminación orgánica aportada en los afluentes. -Falta caracterización de parámetros de interés sanitario y de sustancias tóxicas. -Falta de acceso a tecnologías para el mejoramiento de procesos.
Minero	<ul style="list-style-type: none"> -Carencia de reportes oficiales del sector minero. -Dificultades para ejercer control sobre la actividad debido a condiciones difíciles de orden público. -Escasa formación de la población en prácticas mineras pertinentes. -Condiciones socioeconómicas precarias de la población asentada en las subcuencas donde la actividad económica minera se localiza. -Competencia con otros sectores que afectan la productividad del sector.
E. Hidroeléctrica	<ul style="list-style-type: none"> -Modificación de los procesos naturales de la dinámica del río (sedimentos, regímenes de descarga). -Potencial conflicto en su relación multisectorial (población, pesca, minería).

La propuesta de lineamientos de política fue elaborada a partir de los resultados de la evaluación de la Huella hídrica. Posteriormente, fue socializada, validada y consolidada en dos talleres, en los cuales se contó con la participación de las entidades públicas y privadas. A continuación, se presenta el esquema de la construcción de los lineamientos de política pública.

TABLA 6.
Identificación
problemática
sectorial en la
cuenca río Porce

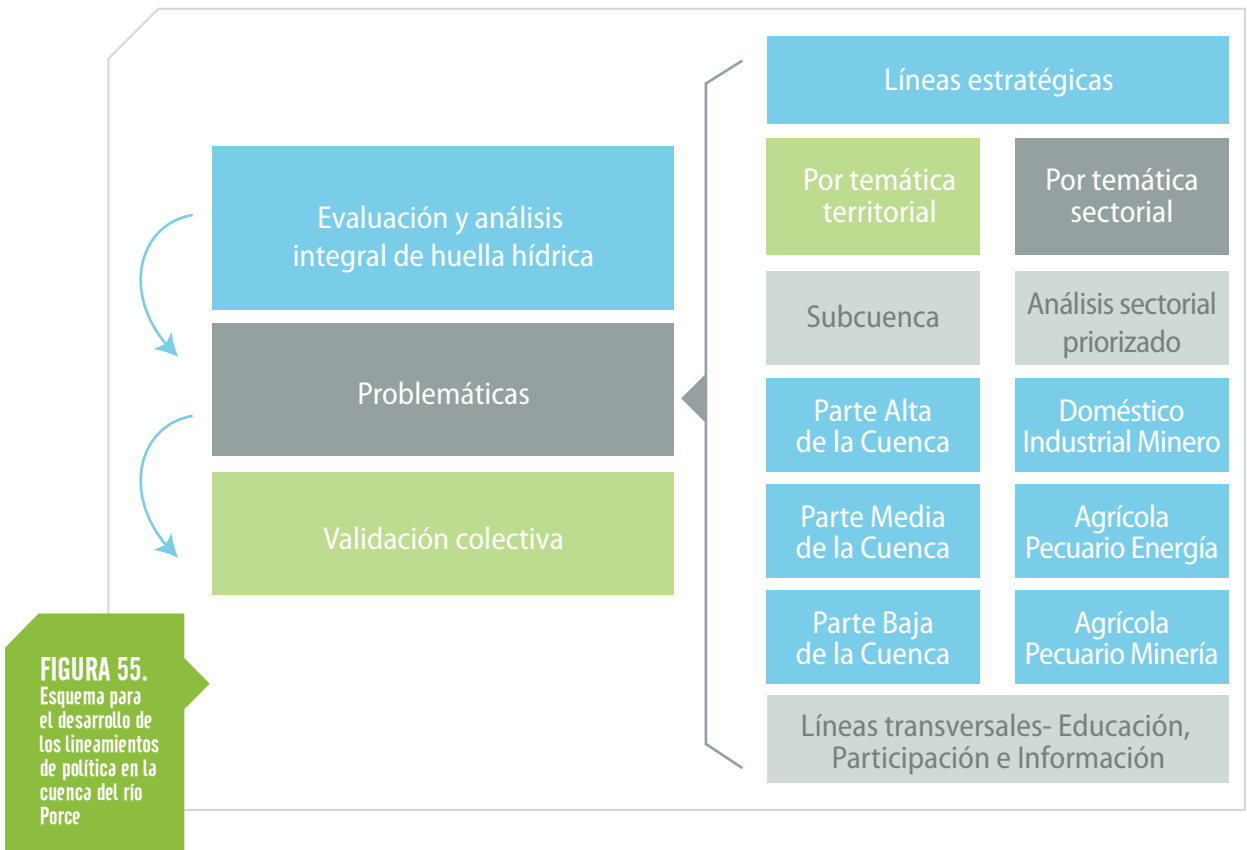
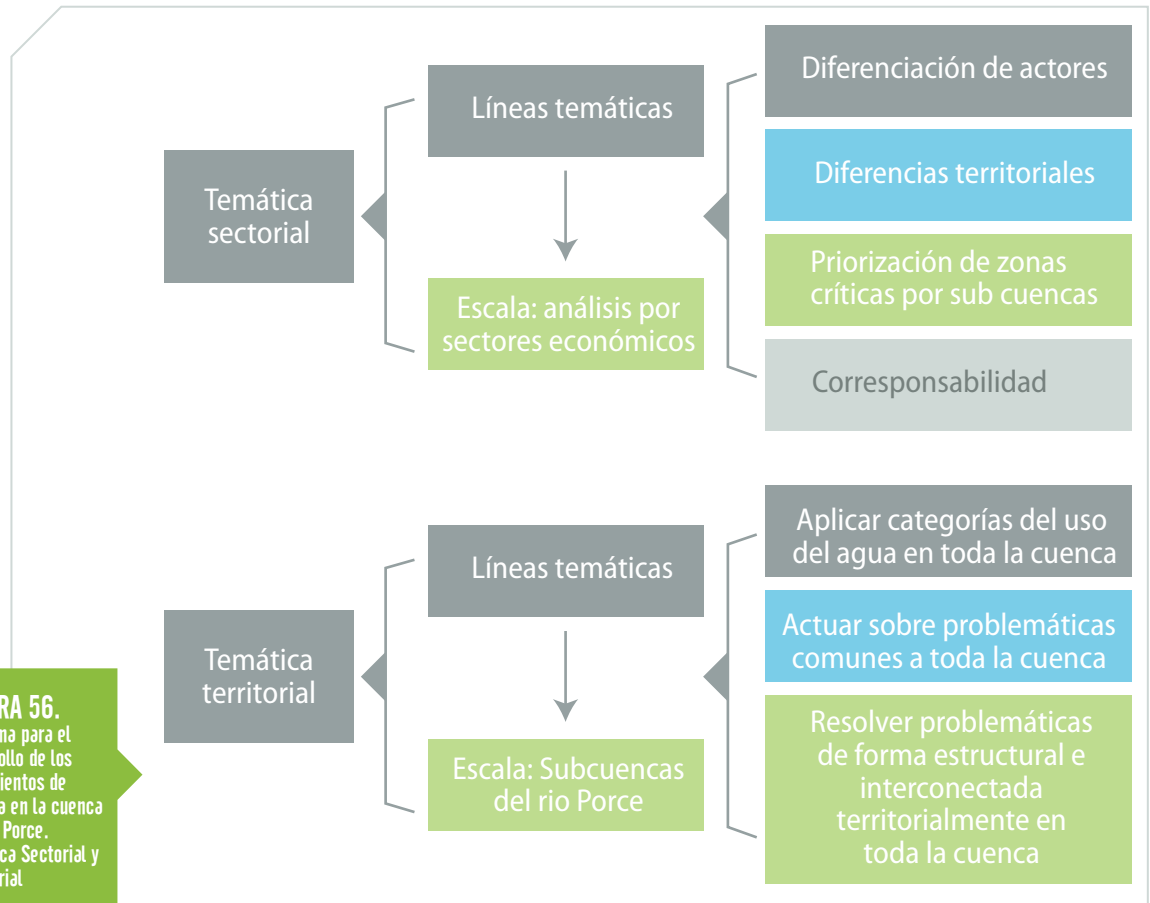
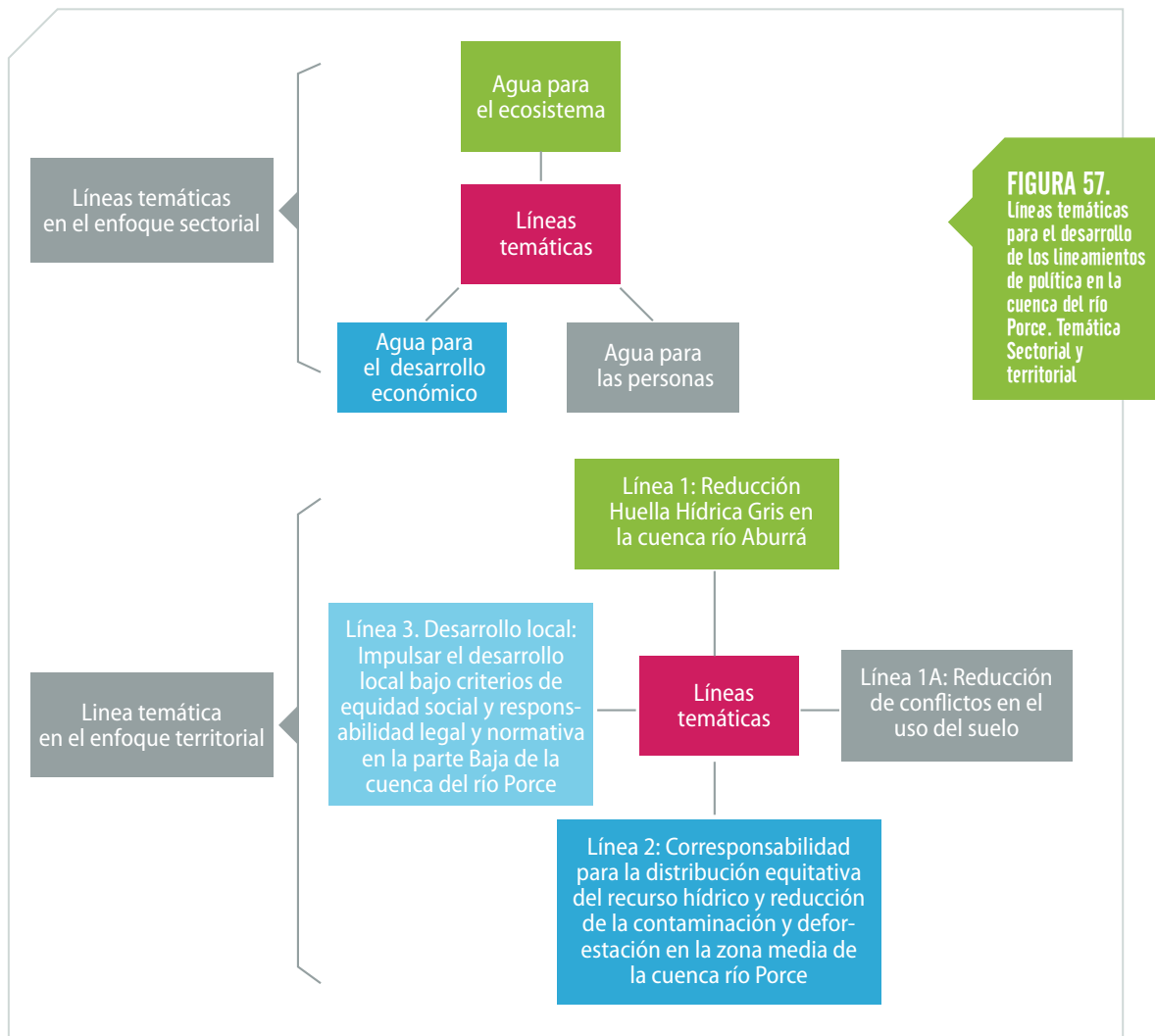


FIGURA 56. Esquema para el desarrollo de los lineamientos de política en la cuenca del río Porce. Temática Sectorial y territorial





La siguiente propuesta de lineamientos se construyó para dar respuesta a las problemáticas identificadas a partir de los resultados de la evaluación de la huella hídrica para la cuenca del río Porce, con el propósito de viabilizar el conocimiento, el control, el monitoreo y la solución de estas y mejorar las condiciones ecológicas, sociales y económicas en el territorio.

El eje de partida para la formulación de los lineamientos es reconocer la diferencia de escalas y de complejidad que posee el territorio en el cual se enmarca la cuenca. Por tal razón los lineamientos se elaboraron desde dos enfoques:

- Escala cuenca: referida a definir líneas temáticas para dar respuesta a problemáticas presentes en todo el territorio y que se dirigen a mejorar los usos actuales que se hacen del agua para los ecosistemas, las personas y el desarrollo económico.

• Escala subcuenca-sector: este enfoque reconoce las particularidades presentes en cada una de las subcuencas y formula líneas estratégicas sectoriales para establecer las medidas necesarias para ejecutar, con la vinculación de los sectores productivos que hacen uso del agua, y mejorar la sostenibilidad de la cuenca. A partir de este enfoque y teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de la huella hídrica, se definieron tres territorios de acción:

- a. Cuenca del río Aburrá – sectores doméstico, industrial y minero.
- b. Cuencas del río Grande, río Guadalupe y Porce Medio - sectores agropecuario y energía.
- c. Cuencas del río Mata, Porce Medio Bajo y Porce Bajo – sectores agropecuario y minero.

Por otro lado, se definió que todos los lineamientos deben poseer unas líneas de acción transversales que estarán presentes para ambos enfoques. Estas líneas están dirigidas a generar acciones que promuevan la participación, la educación y la investigación.

A continuación se detallan los lineamientos definidos desde cada enfoque:

6.4.1. Líneas temáticas a escala cuenca río Porce

Las líneas temáticas se elaboran como método para reconocer las categorías del uso del agua en toda la cuenca, definir acciones que para actuar sobre problemáticas comunes a toda la cuenca, de modo que se dé respuesta a problemáticas de forma estructural e interconectada territorialmente a escala Cuenca río Porce.

6.4.1.1. Línea agua para el ecosistema

Estrategia 1: Fortalecimiento de la protección, el control y la prevención de las zonas estratégicas para provisión de agua en toda la cuenca.

Acciones

- a. Vincular el indicador de huella hídrica para fortalecer los procesos de planeación del territorio, especialmente en la identificación y conservación de zonas de especial interés hídrico.
- b. Promover e implementar los planes de ordenación y manejo de las subcuencas que hacen parte de la cuenca del río Porce, buscando atender el conflicto entre la zonificación ambiental y el uso actual del suelo.
- c. Determinar el agua necesaria para mantener las funciones ecosistémicas con el fin de conocer la cantidad de recurso hídrico disponible para el beneficio y la apropiación de las comunidades.
- d. Fortalecer la implementación de instrumentos económicos para la protección y conservación de las zonas estratégicas para el manejo del agua acordes con las condiciones propias de la cuenca.

Estrategia 2: Generación de alianzas interinstitucionales para establecer un sistema de monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas.

Acciones

- a. Implementar alianzas público-privadas, y consolidar las existentes, fortaleciendo las capacidades del sector público para afrontar y orientar soluciones concretas frente a la gestión del recurso hídrico en la cuenca.
- b. Transferir programas de control y de monitoreo de calidad para toda la cuenca (Ejemplo: Red Río como iniciativa existente para el río Aburrá).
- c. Promocionar proyectos de investigación en torno a la implementación de monitoreos de las aguas subterráneas en el territorio.

Estrategia 3: Control, seguimiento y mapeo de las fuentes contaminantes del recurso hídrico, así como los plazos temporales para su solución.

Acciones

- a. Establecer acciones para el monitoreo de la evolución de la huella hídrica gris en la cuenca. Consolidando la información existente en la cuenca para la generación de indicadores de control, de seguimiento y de mapeo de las fuentes contaminantes del recurso hídrico en la cuenca.
- b. Homogenizar los objetivos de calidad y de límites permisibles, que permita realizar seguimientos y control a la contaminación del agua en toda la cuenca.
- c. Promover actividades investigativas en torno a la creación de una base científica y un sistema de información suficiente, como insumo, para la gestión del recurso hídrico.
- d. Promover programas de sensibilización dirigido a los principales núcleos contaminantes del recurso hídrico identificados, con temáticas orientadas a la reducción, el control de la contaminación y la gestión de riesgos asociados.



Cuenca río Guadalupe

6.4.1.2. Línea agua para las personas

Estrategia 1: Aumentar y garantizar el acceso de agua apta para consumo humano y condiciones de higiene con una adecuada disposición de vertimientos y de residuos .

Acciones

a. Implementar acciones concretas para el desarrollo de obras de infraestructura que permitan regular la oferta del recurso hídrico para atender los requerimientos de la población de toda la cuenca.

b. Promover el derecho al mínimo vital para las zonas con problemas de acceso al recurso hídrico.

Estrategia 2: Diseño, mantenimiento y legalización de sistemas de abastecimiento que incorporen las diferencias territoriales, el conocimiento tradicional y los esquemas no convencionales, reconociendo el desarrollo local.

Acciones

a. Desarrollar sistemas de abastecimiento viables a nivel técnico-económico y contextualizados para el territorio.

b. Promover mecanismos de concertación, espacios de diálogo y análisis con los distintos estamentos de cada territorialidad, en aras de una planificación acorde con sus requerimientos y una adecuada gestión del recurso hídrico.

c. Promover espacios comunitarios coordinados a nivel de subcuenca, para el mantenimiento y el seguimiento de los pequeños y medianos acueductos.

Estrategia 3: Continuación, extensión y actualización de los procesos educativos en la población rural y urbana enfocada a la gestión del recurso hídrico.

Acciones

a. Fortalecer la realización de actividades lúdicas, investigativas y educativas que permitan estructurar y fortalecer una cultura del agua.

b. Promocionar actividades educativas en torno al comportamiento físico natural de los recursos hídricos y su importancia para la aplicación de un manejo integral de los recursos naturales: suelo-agua-vegetación-territorio.

c. Implementar procesos educativo-ambientales para la sensibilización y concientización en la corresponsabilidad en torno al manejo adecuado del recurso hídrico, enfocado a la población.

6.4.1.3. Línea agua para el desarrollo económico

Estrategia 1: Desarrollo de mecanismos innovadores e instrumentos económicos para la protección y la conservación del recurso hídrico.

Acciones

a. Fortalecer y realizar seguimientos a la implementación efectiva de mecanismos económicos: tasas retributivas por vertimientos puntuales, de compensación, de aprovechamiento forestal y tasas por el uso del agua.

b. Diseñar e implementar mecanismos innovadores coordinados con la realidad local del territorio.

c. Articular los instrumentos jurídicos, ambientales, económicos, administrativos y de inversión en torno a la gestión e implementación de mecanismos innovadores para la gestión del recurso hídrico en la cuenca.

d. Fomentar y fortalecer las articulaciones interinstitucionales entre las organizaciones público privadas de la cuenca y la cooperación internacional para la implementación y seguimiento de instrumentos económicos.

e. Fomentar y realizar seguimiento y control a los instrumentos económicos identificados en la cuenca en el marco de la GIRH.

Estrategia 2: Promoción de economías locales, prácticas tradicionales y actividades sostenibles con altas productividades aparentes del agua (APW).

Acciones

a. Identificar patrones de producción y de consumo caracterizados por un uso eficiente del recurso hídrico para un mejor uso del agua de la cuenca.

b. Fomentar y fortalecer programas y proyectos en torno al incremento de la eficiencia y la producción más limpia.

c. Vincular criterios asociados a la productividad aparente del agua en iniciativas relacionadas con seguridad alimentaria, productividad, eficiencia, producción limpia y empleo.

d. Promover enfoques integrales del uso del agua para la provisión de alimentos en la cuenca.

e. Promover el estudio de otros indicadores complementarios a la Productividad Aparente del Agua (APW) acordes a la dinámica del territorio en cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico.



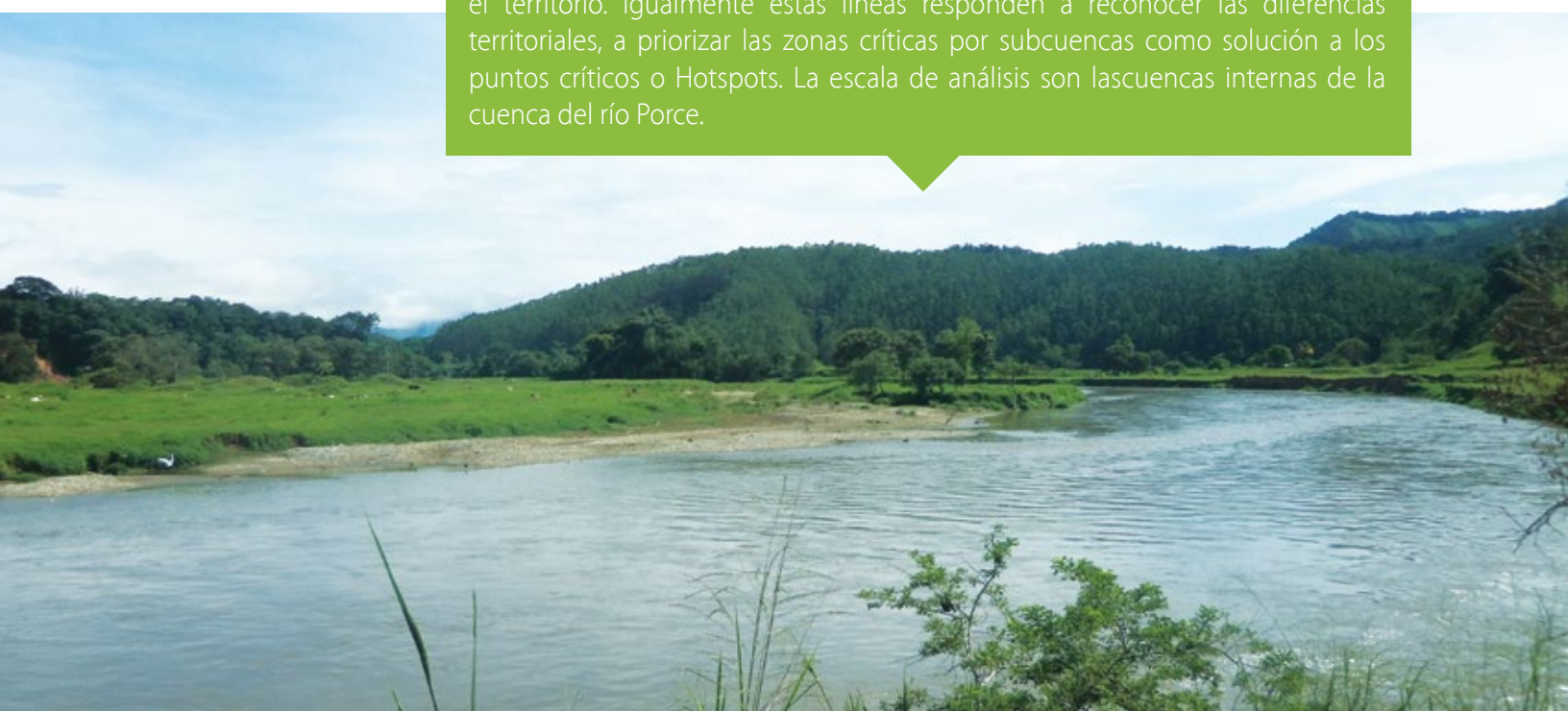
Estrategia 3: Apoyo jurídico y técnico para la reconversión tecnológica y cumplimiento de la normatividad ambiental.

Acciones

- a. Promover mecanismos de financiación para la adquisición de tecnología apropiada para la reducción de las huellas hídricas azul y gris y hacer un uso más eficiente del agua verde.
- b. Fomentar desde del ámbito jurídico la implementación de mejores tecnologías en la cadena productiva.
- c. Fortalecer las capacidades de comprensión y de aplicación de la normatividad ambiental.
- d. Articular iniciativas de desarrollo tecnológico con las universidades
- e. Fortalecer alianzas público-privadas en el ambito nacional y de cooperación internacional para promover reconversiones tecnológicas.

6.4.2. Líneas por subcuenca

Las líneas estratégicas por subcuenca se elaboraron con el propósito de hacer una diferenciación de actores en toda la cuenca; además, de proponer acciones coherentes a la realidad territorial donde se observó que no es visible una concentración del recurso hídrico por parte de un solo actor o sector en el territorio. Igualmente estas líneas responden a reconocer las diferencias territoriales, a priorizar las zonas críticas por subcuencas como solución a los puntos críticos o Hotspots. La escala de análisis son las cuencas internas de la cuenca del río Porce.



Río Porce

*6.4.2.1. Línea 1: Mejoramiento ambiental en la cuenca río Aburrá -
Reducción huella hídrica gris en la cuenca río Aburrá*

Estrategia 1: Fortalecimiento en la captación y depuración de vertimientos domésticos e industriales orientados a la protección ambiental.

Acciones

- a. Establecer metas de descontaminación más restrictivas.
- b. Implementar estrategias de reconversión tecnológica y procesos de producción más limpia.
- c. Definir e implementar estrategias de financiación, desde el sector industrial, para la descontaminación del río Aburrá.
- d. Incluir las metas de promoción de una cultura del agua en la planeación empresarial.
- e. Establecer espacios para la organización, la capacitación y la formación de la sociedad civil sobre la reducción de la huella hídrica gris.

Estrategia 2: Implementación de mecanismos y de acciones para la reducción del aporte de SST desde el sector de materiales de construcción (arenas, gravas y arcillas).

Acciones

- a. Adoptar técnicas y tecnologías de extracción que reduzcan el aporte de SST.
- b. Construir sistemas de tratamiento conformados por una red de drenaje para el transporte de aguas residuales a tanques sedimentadores.
- c. Implementar estrategias para la recirculación del agua utilizada en la extracción y beneficio de los materiales de construcción.
- d. Implementar los planes de cierre de las canteras, incluyendo acciones de revegetalización y control de la erosión.



6.4.2.2. Línea 2: *Mejoramiento ambiental en la cuenca río Aburrá - Reducción de conflictos en el uso del suelo en la cuenca río Aburrá*

Estrategia 1: Consolidación de alianzas entre los gremios, el estado y el sector académico.

Acciones

a. Fortalecer las capacidades en la interpretación de la evaluación multisectorial de la huella hídrica.

b. Implementar la huella hídrica como indicador de apoyo para la toma de decisiones, bajo la visión participativa de la gestión integral de los recursos hídricos.

Estrategia 2: Refuerzo en la implementación de sistemas agrosilvopastoriles y procesos técnicos de aumento de la eficiencia en el uso del suelo y del recurso hídrico.

Acciones

a. Promover la implementación de sistemas de suministro de agua más eficientes para actividades productivas, especialmente las de tipo agrícola.

b. Generar un mayor control sobre la planificación y el desarrollo de actividades productivas que usan intensivamente el recurso hídrico.

c. Ampliar los programas de capacitación en buenas prácticas ambientales agropecuarias.

d. Fomentar las actividades agrosilvopastoriles ecoeficientes en la cuenca del río Aburrá para aumentar la sostenibilidad en provision de servicios ecosistemicos, amenazados por la competencia entre los ecosistemas y el sector agropecuario.

Río Medellín. Fuente: Jorge Gómez. Bajo licencia Creative Commons



6.4.2.3. Línea 3: Corresponsabilidad en las subcuencas del río Grande, río Guadalupe y Porce Medio

El objetivo de esta línea es motivar procesos de corresponsabilidad para la distribución equitativa del recurso hídrico y reducción de la contaminación y de la deforestación en la zona media de la cuenca del río Porce.

Estrategia 1: Reducción la presión sobre el recurso hídrico por extracción, vertimientos y deforestación de áreas protegidas.

Acciones

a. Establecer metas de reducción de consumos en los sectores agropecuario y energético, principalmente.

b. Determinar metas de reconversión a prácticas limpias en el sector agropecuario para reducir el uso de agroquímicos, control del uso de abonos orgánicos y conservación de áreas protectoras de fuentes hídricas.

Estrategia 2: Diseño y ejecución de planes de mejoramiento y mantenimiento de infraestructura de abastecimiento de aguas domésticas y agropecuarias.

Acciones

a. Promover mecanismos que fomenten mayores niveles de asignación y de ejecución de los recursos municipales y otras fuentes de financiación para el manejo del agua.

b. Fortalecer y apoyar la capacitación en el mantenimiento y la operación de la infraestructura de acueductos rurales y comunitarios, así como de sistemas de riego.

c. Implementar programas de capacitación en buenas prácticas ambientales para los sectores agropecuario y doméstico.



Impacto sobre el territorio de la cuenca. Deforestación de laderas, ganadería extensiva y uso de fertilizantes en campos agropecuarios.

Estrategia 3: Descentralización de la gestión del recurso hídrico mediante el establecimiento de mecanismos que permitan la participación de la población en la toma de decisiones, el control, la vigilancia y la ejecución de recursos.

Acciones

a. Promover la identificación de un marco normativo local adecuado para el manejo, distribución y participación en torno al recurso hídrico acorde con las particularidades socioeconómicas locales.

b. Promover y consolidar espacios de participación comunitaria orientada a la toma de decisiones, control, vigilancia y ejecución de los recursos destinados al recurso hídrico.

Estrategia 4: Desarrollo de acciones que permitan ampliar la base de información para la toma de decisiones sobre la gestión del recurso hídrico en el sector energía.

Acciones

a. Promover actividades investigativas y de articulación con el sector público – privado, para la creación de una base científica y de un sistema de información suficiente, como insumo para la gestión del recurso hídrico.

b. Cuantificar la huella hídrica con información primaria que permita identificar la situación del sector de generación de energía hidroeléctrica en la cuenca, incluyendo tanto la huella hídrica azul como la gris.

Estrategia 5: Promoción de actividades económicas complementarias que permitan aumentar la productividad de la cuenca.

Acciones

a. Incorporar en la zona de embalses actividades económicas, como la piscicultura, el ecoturismo y el aprovechamiento forestal en las zonas de amortiguamiento.

6.4.2.4. Línea 4: Desarrollo local en las cuencas río Mata, Porce Medio Bajo y Porce Bajo

El propósito central de esta línea es impulsar el desarrollo local bajo criterios de equidad social y responsabilidad legal y normativa en la parte baja de la cuenca del río Porce.

Estrategia 1: Fortalecimiento y extensión de los programas de legalidad en actividades mineras y predios con áreas protectoras del recurso hídrico.

Acciones

a. Implementar alternativas para la legalización de los usuarios no formales del recurso hídrico.

b. Ampliar los programas de capacitación en buenas prácticas ambientales, dirigidos especialmente a los sectores minero y agropecuario.

c. Capacitación a los empresarios mineros en aspectos de legalización de la actividad.

Estrategia 2: Promoción y consolidación de veedurías ciudadanas en cuanto al cumplimiento de planes de desarrollo municipales relacionados con el acceso al agua, salud, educación y equidad.

Acciones

a. Crear y poner en funcionamiento los comités de desarrollo y control social en torno a la gestión, veeduría y control del recurso hídrico.

Estrategia 3: Desarrollo de acciones que permitan ampliar la base de información para la toma de decisiones sobre la gestión del recurso hídrico y su relación con el sector minero.

Acciones

a. Promover actividades investigativas para la creación de una base científica y de un sistema de información suficiente, como insumo para la gestión del recurso hídrico y las practicas mineras que se desarrollan en el territorio de la cuenca.

b. Evaluar la huella hídrica de la minería con información primaria que permita identificar el impacto real sobre el recurso hídrico en la cuenca.

Estrategia 4: Fortalecimiento de la fiscalización sobre las áreas de titulación minera en la cuenca.

Acciones

a. Generar alianzas interinstitucionales a diferente nivel (gobierno local, gobierno departamental, autoridad ambiental y gobierno nacional), para hacer efectivos los controles de áreas de minería formales y el reporte de actividades informales dentro de títulos mineros.

b. Promover instrumentos económicos para la implementación de los procesos de fiscalización y control ambiental, generando garantía de continuidad en el tiempo.

c. Brindar acompañamiento por parte de las instituciones públicas y privadas en la cuenca a grupos organizados de minería legal.



Río Porce

▶ 7. CONSIDERACIONES FINALES Y PASOS A SEGUIR

Uno de los principales logros del proyecto lo constituyó el proceso multidisciplinario e interinstitucional desarrollado, que contó con la participación de entidades públicas y privadas y principales actores sociales con presencia en la cuenca (autoridades ambientales y territoriales con jurisdicción en la cuenca, empresas y cooperativas prestadoras de servicios públicos, universidades, organizaciones no gubernamentales, ciudadanos y comunidades), que de manera voluntaria, unieron sus esfuerzos y trabajaron en la construcción y desarrollo colectivo de este proyecto para obtener un resultado común, que permite tener una mirada multisectorial del uso del agua (alteración de la disponibilidad en términos de cantidad y calidad) en un territorio compartido.

El proyecto de evaluación de la huella hídrica en la cuenca del río Porce se presenta como una herramienta para informar en el proceso de toma de decisiones para la gestión integrada del agua y, según el conocimiento de los autores de este estudio, representa un avance en cuanto al estado del arte de la huella hídrica, luego de ser desarrollado bajo un enfoque de trabajo participativo que incorpora a los tomadores de decisión de la cuenca, tanto en el desarrollo operativo como para el diseño y formulación de estrategias de reducción de la huella hídrica.

Aunque existen varios estudios en el ámbito internacional sobre la evaluación de la huella hídrica en cuencas, el presente estudio se diferencia de ellos por poseer un fuerte componente de involucramiento y de socialización de resultados con los actores más representativos de la cuenca. La participación de otros sectores diferentes al académico, sobre todo en la última fase de la evaluación (formulación de estrategias), es parte fundamental de la gestión integrada de recursos hídricos y aumenta las probabilidades de movilización hacia un cambio tangible a mediano plazo en la cuenca. La huella hídrica ha probado ser una herramienta robusta para comunicar resultados comprensibles para todos los sectores y los actores presentes en la cuenca. Los resultados y conclusiones del estudio (a nivel de la cuenca) muestran que son complementarios con los resultados obtenidos en otras aplicaciones de la evaluación de huella hídrica (aplicación corporativa, nacional y global), y apuntan a convertirse en una herramienta que apoya otros indicadores diseñados para la gestión integral de recursos hídricos, en los contextos local y nacional.

Una recomendación central planteada durante el desarrollo del proyecto y las jornadas de discusión, fue el mantener el enfoque de cuenca como unidad de análisis básica de la huella hídrica, siendo este el estudio base que complementa y se complementa con otras aplicaciones de la huella hídrica, micro (empresa o producto) y macro (país o escala geográfica superior). Para el caso particular de la aplicación corporativa, se instó a la reflexión para que las empresas contextualicen sus resultados de huella hídrica y orienten sus acciones de respuesta, como actores proactivos dentro de la cuenca, teniendo presente el lugar donde se genera su impacto por usos del agua e incluyendo a los actores presentes en las mismas, con quienes se comparten recursos, riesgos y desafíos frente a la sostenibilidad.

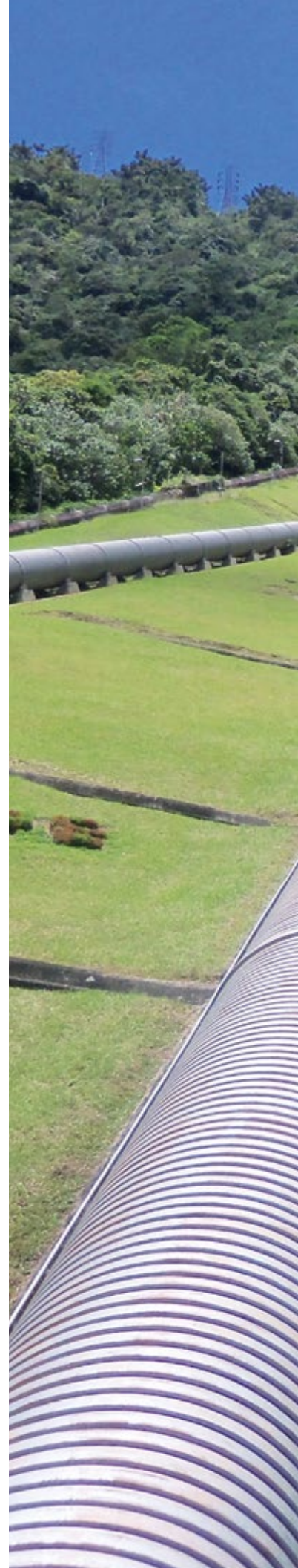
Como resultado final de la última fase de evaluación, se llegó a la formulación de propuestas de lineamientos de política pública, para lo cual se identificaron líneas generales y acciones específicas orientadas a mejorar la gestión del agua.

Se resaltan los siguientes lineamientos de política generales para la cuenca:

- El agua para el ecosistema como base del análisis ambiental de las huellas hídricas establece una relación concreta entre el análisis del agua verde, la huella hídrica verde representada en los consumos efectivos del sector agropecuario y las políticas de conservación de ecosistemas y áreas estratégicas (que también requieren agua verde para su subsistencia) generadas desde el ordenamiento y manejo de las cuencas. La evaluación de huella hídrica verde permitió estimar la competencia existente por este recurso hídrico verde asociado al territorio y su relación con la sostenibilidad, tanto de los ecosistemas como de los sectores que requieren de este recurso.

Asimismo, la distribución y disponibilidad de agua azul, frente a la asignación y consumo real evidenciado con la estimación de la huella hídrica azul multisectorial, presenta importantes retos frente a la sostenibilidad del ecosistema, haciéndose evidente la necesidad de reservar un recurso prioritario asociado a garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos, indispensables para el bienestar y el desarrollo de la población y sus actividades.

- El agua para el desarrollo económico como base del análisis económico de las huellas hídricas propone acciones orientadas a la promoción de instrumentos jurídicos, ambientales, económicos, administrativos y de inversión, en torno a la gestión ambiental y gestión de recursos hídricos, en términos de mejora en la asignación, en la optimización del consumo y en la reducción de la contaminación generada por la actividad humana.





Se recomienda fuertemente utilizar un enfoque multisectorial en el que se vinculen sectores público y privado, asumiendo cada uno su rol, desde la corresponsabilidad en la gestión del recurso hídrico en la cuenca, abordando de manera conjunta los problemas identificados y sus riesgos asociados. Las comunidades locales se identificaron como actores centrales para la efectiva gestión del agua, requiriéndose acciones de promoción de economías locales, basadas en el fortalecimiento y mejora de prácticas tradicionales. Además, se identificaron actividades con una alta productividad aparente del agua (APW), que complementada con la evaluación y el análisis ambiental y social, permiten visualizar opciones a potenciar que pueden aportar a la mejora de las condiciones y el nivel de vida de las comunidades locales.

- El agua para las personas como base del análisis social de las huellas hídricas, se centra en los aspectos a mejorar frente a la evaluación de la huella hídrica azul y las variaciones en la disponibilidad y de la oferta de agua para abastecer a la población. Se propone incrementar y fortalecer las acciones orientadas a suplir el déficit en infraestructura, mejorar los aspectos de formalización y de reconocimiento legal a los gestores comunitarios del agua y fortalecer las iniciativas de educación y de sensibilización, en torno al manejo integral de los recursos naturales: suelo; agua; vegetación; territorio, dirigida a la población de la cuenca.

Del mismo modo, se analizó la reducción de disponibilidad de agua para la población a causa de la alteración en la calidad generada por la actividad antrópica y se evidenció la necesidad de fortalecer la gestión del recurso hídrico desde la corresponsabilidad de los sectores, orientando acciones a abordar los principales problemas identificados, siendo la contaminación en el río Porce y sus afluentes, el principal problema ambiental identificado en la cuenca, el cual afecta la sostenibilidad ambiental del territorio y hoy se constituye en un factor de riesgo para los actores presentes en este territorio, afectando el uso prioritario del agua para la población.

Cuenca de Guadalupe

El presente estudio analizó la situación de los diferentes sectores en la cuenca, informando sobre la corresponsabilidad existente en torno a la gestión del recurso hídrico y del territorio. Con base en este análisis, se obtuvieron las siguientes conclusiones dirigidas a los sectores generales representados en el estudio:

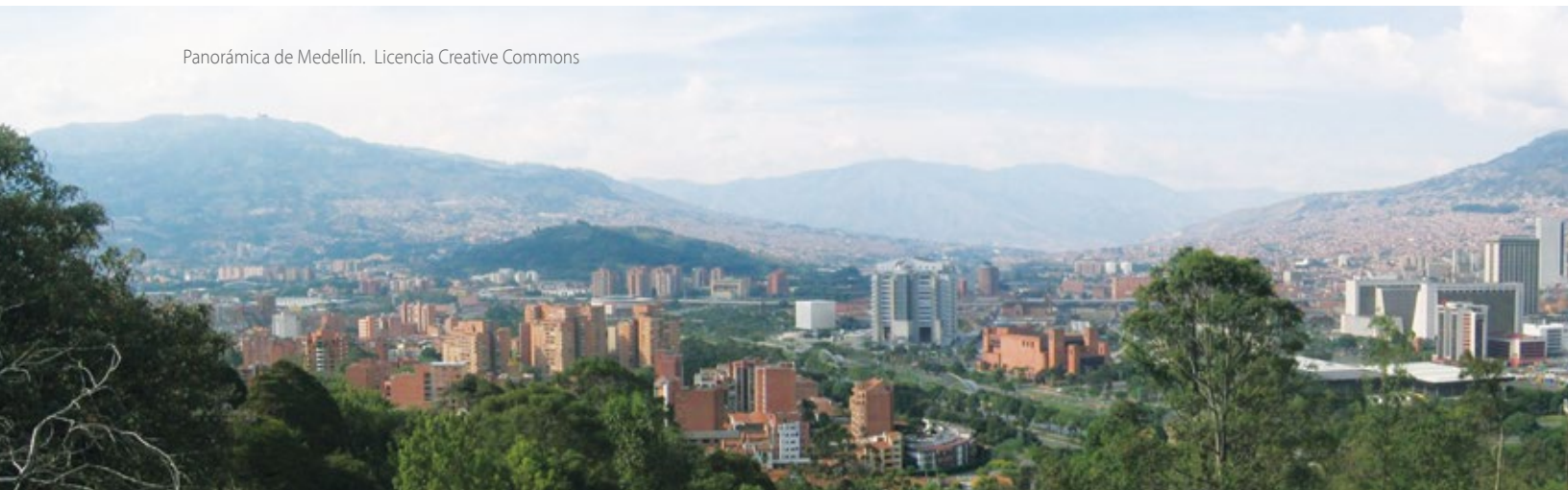
• SECTOR PÚBLICO

Las propuestas de lineamiento de política pública fueron formuladas como el resultado de una construcción colectiva que contó con la participación de los principales organismos públicos con jurisdicción en la cuenca, que estuvieron involucrados, de manera activa, en el desarrollo del proyecto. Se identificaron problemas claros e intereses inmediatos de los actores en la cuenca, orientados a complementar iniciativas y políticas que actualmente se encuentran proyectadas o se están ejecutando, para fortalecer y nutrir su implementación. El objetivo de este trabajo es convertir los resultados teóricos en aplicaciones prácticas para mejorar la gestión del agua en la cuenca.

Como ejemplo de este complemento y apoyo desde los resultados de este proyecto, se identificaron en el ámbito local las iniciativas de política y proyectos dirigidos, desde la Alcaldía de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a la recuperación del río Aburrá y su entorno, como eje central del desarrollo social de la ciudad de Medellín y municipios del valle de Aburrá, bajo los principios de equidad, inclusión e integración para la población²². Los resultados del proyecto aportan nueva información que ayuda a tener una visión más concreta y con mayores elementos de juicio para generar política regulatoria en términos del principal problema identificado en el río Aburrá: la contaminación, y ayudará a generar una mayor y mejor apropiación del río por parte de la sociedad, evidenciando la pertinencia y la necesidad de la participación de todos los sectores, incluido el social, en la solución de las amenazas complejas a las que se enfrenta el río en esta parte de la cuenca.

También, las autoridades ambientales con un espectro de acción más amplio en el territorio, CORANTIOQUIA y CORNARE, tienen en los resultados del proyecto una visión amplia de las amenazas y los orígenes de estas, en términos de variación geográfica y temporal. Esta información sirve de manera inmediata para incorporarse en el grupo de herramientas que se usan como base y sustento para la toma de decisiones proactivas, en términos de regulación orientada a prevenir posibles escenarios adversos, y toma de decisiones reactivas desde la

²²Proyecto Parque del río Medellín, lanzado oficialmente el 21 de Marzo de 2013 por la Alcaldía de Medellín. El proyecto se enfocará en la recuperación urbana y del río en un trayecto de más de 23 kilómetros, con el fin de conectar la ciudad de forma eficiente con la movilidad y el espacio público asociado al río.



vigilancia, control, cumplimiento y ejecución de la reglamentación vigente en la cuenca, teniendo nuevos resultados que corroboran y dan una mirada diferente frente a los problemas existente, que aunque están en su mayoría plenamente identificados, cambian y se transforman, consiguiendo persistir y en algunos casos acentuarse en el tiempo.

Por último se hace referencia a EPM, como la empresa pública proveedora de servicios públicos más grande de la cuenca y con mayor presencia en el territorio, la cual tiene, en los resultados del estudio de evaluación de huella hídrica, una nueva herramienta de soporte y relacionamiento con otros actores presentes en sus zonas prioritarias: subcuencas tributarias a embalses para abastecimiento humano y generación de energía hidroeléctrica y zonas en las cuales es proveedor de servicios públicos domiciliarios a la población. En este sentido se identifica la aplicación que tendrán los resultados de este estudio, desde el efecto multisectorial sobre el territorio, en la iniciativa del Fondo del Agua de Medellín, que será lanzada oficialmente en 2013 y mediante la cual se crea una herramienta financiera de naturaleza público – privada, que servirá como plataforma de inversión en proyectos ambientales orientados a la conservación de las fuentes de agua de los municipios del Valle de Aburrá, una de ellas es la cuenca de río Grande en el interior de la cuenca del río Porce.

• **SECTOR PRODUCTIVO**

La visión del proyecto de cuenca, desde el sector productivo (industria manufacturera, generación de energía, minería, agricultura y ganadería), permitió incorporar una visión sectorial a un estudio cuyo fin es evaluar la sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca basada en una mirada del territorio en su conjunto. Desde las visiones y aplicaciones de la huella hídrica se plantea una clara diferenciación entre la aplicación geográfica y la corporativa. Una de las conclusiones de este estudio se centra en la complementariedad existente y necesaria entre ambas visiones, sin sacrificar para ninguna de ellas la independencia, tanto metodológica como temporal.

La participación del sector productivo en el proyecto, como proveedor principal de información para varios de los sectores analizados, es evidencia clara de su compromiso frente a la corresponsabilidad con la cual se plantea abordar las amenazas y los riesgos del recurso hídrico en un espacio común para los actores en la cuenca. Este estudio informa a los actores sobre los puntos críticos identificados, sin señalar ni culpabilizar a ninguno de los actores en específico, invitando a participar a todos desde sus ámbitos de actuación específicos, para generar un cambio concreto y efectivo que cuente con la participación de los reales interesados en garantizar la sostenibilidad ambiental de la cuenca.

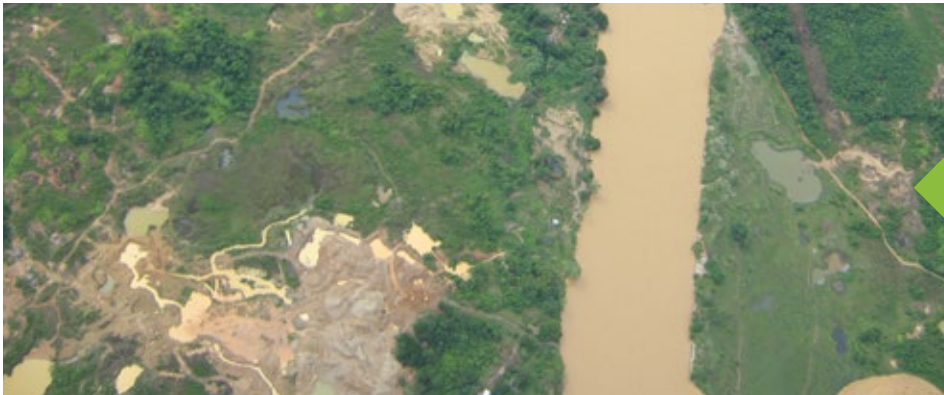


Se identificaron zonas de la cuenca con problemas característicos y actores de diferentes sectores que conforman grupos de alto interés para la formulación de acciones orientadas a mejorar la situación crítica, especialmente, en términos de calidad del agua del río.

Como ejemplo de lo anterior se identifica la cuenca del río aburrá como la que presenta mayor grado de criticidad en términos ambientales, estando este resultado claramente asociado a la contaminación doméstica e industrial generada en los municipios del Valle de Aburrá. Muchas de las industrias ubicadas en esta zona aportan a la generación de este problema ambiental, pero a la vez, son víctimas del mismo, pues se encuentran asentadas en una zona que demuestra ser altamente vulnerable ante esta amenaza y tienen cada una de ellas altos niveles de riesgo de tipo regulatoria, reputacional, financiero y físico, asociado a este problema. En este sentido, se invita a las empresas a emprender acciones de responsabilidad social empresarial con fines ambientales, con una mirada interinstitucional, y una visión amplia del territorio y sus actores, que están ampliamente justificadas y sustentadas desde el análisis de los resultados de huella hídrica para todos los actores.

Además, se hace referencia a otro de los resultados resaltables del proyecto que se centró en el análisis socioeconómico de la cuenca y su población, encontrando zonas y poblaciones con muy bajo nivel de calidad de vida (medido en términos de necesidades básicas insatisfechas, índice de calidad de vida y cobertura de servicios públicos), que se encuentran ubicadas en un territorio con una enorme riqueza natural, la cual está siendo utilizada por diferentes sectores productivos y cuyo aprovechamiento económico no se ve reflejado en el nivel de vida de su población.

Como ejemplo concreto se identifica la actividad minera, en especial la minería de oro, que genera altos niveles de riqueza y se encuentra concentrada en una zona de la cuenca con los indicadores socioeconómicos y ambientales más bajos del territorio. En este sentido, el llamado se centra en la importancia que tiene la inclusión social en el aprovechamiento económico de los recursos naturales, como medio natural de mitigación del riesgo de conflictos sociales, económicos y ambientales, permitiendo un desarrollo amigable con la sociedad y con el ambiente.



Minería en municipios Porce - Bajo

• **ACADEMIA, INVESTIGADORES**

Con los resultados del estudio se abre un amplio espectro de profundización, investigación y difusión, fortalecido con una fuerte conexión con redes de conocimiento internacionales. Uno de los fines de la investigación asociada se refiere a la puesta en marcha de acciones concretas basadas en el análisis e interpretación de resultados del estudio, generando un análisis complementario que incluya iniciativas existentes y proyectadas. El fin último del avance en investigación consiste en identificar beneficios concretos, efectivos e innovadores, que en términos ambientales, económicos y sociales, generen un cambio positivo a partir de la aplicación de la metodología de evaluación de huella hídrica en una cuenca.

La sofisticación de los modelos de estimación de las huellas hídricas verde y azul, la profundización en la aplicabilidad sectorial y la estimación y análisis de resultados de huella hídrica gris o el análisis y el enriquecimiento de los análisis ambiental, económico y social que sirven como base de la evaluación de sostenibilidad territorial, son temas que quedan planteados para continuar con el trabajo de investigación desde la academia, trabajo en el que toman relevancia las instituciones educativas que participaron del desarrollo de este proyecto.

PASOS A SEGUIR – A CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO

Finalmente, se hace un ejercicio de prospectiva respecto de los resultados finales del proyecto de evaluación de huella hídrica en la cuenca del río Porce, con el fin de identificar el plan de acción que permitirá alcanzar la sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca.

• **A CORTO PLAZO**

Se han identificado inicialmente intereses, manifestados por parte de actores públicos en el ámbito local, con jurisdicción en distintas zonas de la cuenca, y en el ámbito nacional por parte de algunos de los principales actores involucrados en la implementación de la política nacional de gestión integral de recursos hídricos, respecto a la interpretación, la utilidad y el uso de los resultados del proyecto.

Se continúa trabajando en la identificación, definición y formulación de acciones concretas para la reducción de huellas hídricas cuyo análisis indicó que no son sostenibles, así como sus impactos y el monitoreo de su evolución. En particular, se proponen acciones de corto plazo orientadas a las zonas y temas especialmente críticos en la cuenca, como lo son:

- Reducción de la contaminación industrial y doméstica aportada por la cuenca del río Aburrá y que, por encontrarse en la cabecera, afecta a la mayor parte de la cuenca del río Porce.

- Control y seguimiento frente a los usos del suelo y la competencia identificada en varias zonas de la cuenca por el uso del agua verde, comprometiendo la sostenibilidad de los ecosistemas y del sector productivo agropecuario. Esta situación es crítica en la cuenca del río Aburrá y está en estado límite en algunas de las cuencas de quebradas y ríos priorizados en el interior de la cuenca del río Porce, como río Grande, río Guadalupe, quebrada Santiago, río Mani, río Cana y varios de los tramos del cauce principal del río Porce.

Se continúa en el trabajo con los actores en la profundización de aplicación de la evaluación de huella hídrica como herramienta para la gestión integral de recursos hídricos, en los contextos local y nacional.

• A MEDIO PLAZO

Se espera conseguir, mediante la sensibilización de los sectores, implementación de acciones de responsabilidad social corporativa asociadas a la gestión del agua que pueda contribuir con la reducción de los impactos, no solo en lo corporativo, ni en lo sectorial, sino bajo una mirada integral e integradora de cuenca.


Asimismo, se espera incorporar la huella hídrica como una herramienta que aporta no solo a un mejor conocimiento de los usos del agua, sino también a formular medidas claras y monitoreables, que pueden ser orientadas a las metas de sostenibilidad, de gestión de riesgos y de planes de negocios corporativo, sin dejar de lado los conceptos de inclusión y trabajo multisectorial requerido para los resultados esperados a nivel de cuenca.

Por último, con la guía metodológica de aplicación de huella hídrica en cuenca, generada como resultado del proyecto, se produce un insumo técnico que servirá para abordar estudios similares en otras cuencas prioritarias en Colombia y en otros países, orientado a cuencas donde resulte pertinente evaluar la huella hídrica de manera local.

• A LARGO PLAZO

Se continuarán fortaleciendo las redes de investigación y conocimiento sobre huella hídrica, en los ámbitos local, nacional e internacional, de forma que se sigan generando y multiplicando impactos en las diferentes esferas del conocimiento sobre la sostenibilidad ambiental.





Finalmente, con el fin de desarrollar acciones concretas en la cuenca con efectos tangibles sobre sus huellas hídricas y su sostenibilidad, es necesario pasar a una etapa de elaboración de “conceptos de proyecto”, basada en la lista de estrategias propuestas. Esta elaboración de conceptos de proyecto consiste, en primer lugar, en la selección de unas pocas estrategias entre las planteadas, en conjunto con los principales actores de la cuenca. Esta selección depende de su efectividad y del grado de factibilidad según la situación real de la cuenca. En segundo lugar, en el desarrollo de la estrategia como proyecto: planteamiento de alcance, cronograma, resultados esperados, participantes y presupuesto. En tercer lugar, en la búsqueda de recursos financieros para desarrollar el proyecto. Esta última etapa no estuvo contemplada dentro del alcance del presente proyecto, pero los autores del mismo la reconocen como una etapa futura necesaria para generar el cambio deseado.

ECOSISTEMA DE PÁRAMO

CUENCA ALTA DE RÍO GRANDE

► REFERENCIAS PRINCIPALES

- Acueductos y Alcantarillados Sostenibles S.A. E.S.P. (2011). Informa de gestión área comercial Santa Rosa de Osos.
- Acueductos y Alcantarillados Sostenibles S.A. E.S.P. (2011). Informe de gestión área comercia San Pedro de los Milagros 2011.
- Aldaya, M.M., Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y, Mekonnen, M.M. (2009). Water Footprint Manual, State of the Art 2009.
- Aldaya, M.M., Llamas, M. (2010). Water Footprint Analysis (Hydrologic and Economic) of the Guadania River Basin.
- Alcaldía de Medellín. (2010). Plan de Parques Minero Industriales para el Municipio de Medellín. Medellín.
- Allan, John (1998) A. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits. En Ground Water, Vol. 36.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2011). Red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del río Aburrá - Medellín en jurisdicción del Área Metropolitana - Fase III. Medellín.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare, Corantioquia, & Universidad Nacional de Colombia. (2007). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Boulay, A., Bulle, C., Deschenes, L., & Margni, M. (2011). LCA Characterization of freshwater use on human health and through compensation. Berlín: Springer.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2004). Water footprints of nations. Volumen 1 y 2.
- CORANTIOQUIA. (2003). Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Guadalupe. Medellín.
- CORANTIOQUIA. (2005). Plan de Ordenación y Manejo de las cuencas de los ríos Grande y Chico, incluido todo su sistema de drenaje hasta su desembocadura en el río Porce . Medellín.
- CORANTIOQUIA. (2011). Territorio Corantioquia: Atlas Geográfico (p. 105). Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- CORANTIOQUIA, Tecnológico de Antioquia. (2011). Informe de monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico en las cuencas de influencia del sector eléctrico. Medellín.
- Cordy, P., Veiga, M., Salih, I., Al Saadi, S., Console, S., García, O., y otros. (2011). Mercury contamination from artisanal gold mine in Antioquia, Colombia: The world's highest per capita mercury pollution. Science of the total Environment, 154-160.
- Chow, V. (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá: McGraw-Hill.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). Estimaciones de población 1985 - 2005 y proyecciones de población 2005 - 2020 TOTAL municipal por área.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2011). Banco de Datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento Nacional de Planeación-DNP-. (2011). Índice de Pobreza Multidimensional (IPM- Colombia) 1997-2008 y meta del PND.
- El colombiano. (s.f.). El colombiano. Recuperado el 15 de Diciembre de 2012, de El Colombiano: <http://www.elcolombiano.com>
- Empresas Públicas de Medellín. (2002). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Porce III. Medellín.
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO.
- Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A. Y., and Van der Meer, T. H. 2009. The water footprint of bioenergy, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 106, 10219–10223.
- Gobernación de Antioquia. (2006). Diagnóstico para la implementación de sistemas de gestión ambiental en el distrito minero Segovia - Remedios. Medellín.
- Gobernación de Antioquia. (2009a). Perfil de la subregión del Bajo Cauca. Medellín.
- Gobernación de Antioquia. (2009b). Perfil Subregional Norte Antioqueño. (D. A. de Planeación, Ed.). Medellín: Gobernación de Antioquia.
- Gobernación de Antioquia. (2010). Anuario estadístico de Antioquia. (D. A. de Planeación, Ed.). Medellín: Gobernación de Antioquia.

- Gobernación de Antioquia. (2010). Formulación de los lineamientos de ordenación minero ambiental para los materiales de construcción en la cuenca del río Aburrá. Medellín.
- Gobernación de Antioquia. (s.f.). Aplicativo Plan Departamental de Agua - PDA. Recuperado el 2012, de <http://app-pda.aula.com.co/pda/>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The water footprint network assessment manual: Setting de global standard. London: Earthscan.
- Herath, I., M. Deurer, D. Horne, R. Singh, and B. Clothier. 2011. The water footprint of hydroelectricity: a methodological comparison from a case study in New Zealand. *Journal of Cleaner Production* 19: 1582-1589.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2011). Estudio nacional del agua 2010. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2010). Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2010). Mapa de Zonificación hidrográfica de Colombia. Escala 1:500.000.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2007). Base cartográfica del Mapa físico-político.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2008-2010). Registro Único Ambiental – RUA. Plataforma Área Metropolitana del Valle de Aburrá y CORANTIOQUIA.
- Mekonnen, M., & A.Y. Hoekstra. (2010). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Volumen 1 y 2.
- Mekonnen, M. & A.Y. Hoekstra. (2010). The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volumen 1 y 2.
- Mekonnen, M. & A.Y. Hoekstra. (2011). National Water Footprint accounts. The green, blue and grey water footprint of production and consumption. Volumen 1 y 2.
- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011) The water footprint of electricity from hydropower, Value of Water Research Report Series No. 51, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Resolución 1433.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Título D. Bogotá.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). RAS 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Bogotá, Colombia.
- Municipio de Carolina del Príncipe. (2010). Estudios y diseños para el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.
- Municipio de Entreríos. (2012). Plan de Desarrollo Entreríos: “Mejorando de Verdad” 2012-2015. Antioquia.
- Municipio de Guadalupe. (2006). Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
- Ramírez, M. I. (2008). Sostenibilidad de la explotación de los materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Samoral et al. (2011). Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir”. Observatorio del agua, Fundación Botín. Madrid, España.
- Superintendencia de Servicios Públicos. (2005). Historia del SUI. Recuperado el 2012, de http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/historia_sui
- Veiga, M. (2010). Antioquia, Colombia: the world's most polluted place by mercury: impressions from two field trips. University of British of Columbia.
- WWAP. (2009). The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris, and Earthscan, London: WWAP, UNESCO Publishing.
- WWF, (2009). UK Water Footprint: the impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources.
- WWF, (2009). Understanding water risks. A primer on the consequences of water scarcity for government and business.
- WWF, (2010). Planeta Vivo. Informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo.
- WWF. (2010). Water footprint in Portugal.
- WWF, (2011). Belgium and its water footprint.
- WWF, (2011). Shared risk and opportunity in water resources: Seeking a sustainable future for Lake Naivasha.
- WWF - SDC, (2012). The Swiss Water Footprint Report. A global Picture of Swiss Water Dependence.

► GLOSARIO DE SIGLAS

- AMVA – Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- CNPMLTA – Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales
- CORNARE – Corporación Autónoma Regional de los ríos Negro y Nare
- CORANTIOQUIA - Corporación Autónoma Regional del centro de Antioquia
- COSUDE - Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
- CTA – Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia
- EPM – Empresas Públicas de Medellín
- WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wide Fund for Nature)
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales



**CUENCA DEL RÍO
PORCE**







HUELLA HÍDRICA CUENCA PORCÍA



Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



Alcaldía de Medellín



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN



Naciones Unidas
Organización Educativa,
Científica y Cultural



Cátedra UNESCO de Sostenibilidad



Centro Nacional de
Producción Más Limpia