

LA HUELLA HÍDRICA EN NUESTRAS CUENCAS

1. GUAYURIBA



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

Km 12 vía Puerto López – Vereda Barcelona
Tel. (57+8) 6616800 Ext. 130
Villavicencio (Meta) - Colombia
www.unillanos.edu.co

RECTOR

Oscar Domínguez González

DECANO

Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías

Elvis Miguel Pérez Rodríguez

DIRECTOR

Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombia (ICAOC)

Marco Aurelio Torres Mora

DIRECTORA

Maestría en Gestión Ambiental Sostenible

Sandra Liliana Parada Guevara

ECOPETROL S.A.

Carrera 13 # 36-24 Tel: (1) 2344000
Bogotá, Colombia
www.ecopetrol.com

Administrador del convenio 5211592

Jairo Centeno Amaya

Gestor técnico del convenio 5211592

Alexandra Patricia Chiquillo Olivieri

Fotografía

Equipo técnico convenio 5211592

Modelos cartográficos

Oscar Javier Díaz Celis y Marcio Baquero Galvis

Edición

Adriana Vásquez Cerón

Diseño y diagramación

María Morales H. y Susana Rudas Ll.

Cítese como:

Trujillo-González, J. M., Tovar-Hernández, N. A., Delgado-García, S. M., Vargas-Ahumada, D. A. y Torres-Mora, M. A. (2015). La huella hídrica en nuestras cuencas. 1. Guayuriba. Universidad de los Llanos, Ecopetrol S. A. 1ª ed. Villavicencio. Colombia. 80 pp.

ISBN 978-958-8927-04-6

1000 ejemplares • Impreso en Bogotá D.C., Colombia por Ediprint S.A.S.

La Huella hídrica en nuestras cuencas: 1. Guayuriba . Trujillo González, Juan Manuel (et al) : Bogotá, Ediprint, 2015

80 p. : il. 21 x 21 cm.

Incluye: bibliografías, glosario, mapas, tablas.

ISBN 978-958-8927-04-6

1. Cuencas Hidrográficas – Meta (Colombia). 2. Guayuriba (Río, Meta – Colombia). 3. Ríos – Meta (Colombia). I. Trujillo-González, Juan Manuel, II. Tovar-Hernández, Naisly Ada, III. Delgado-García, Sandra Milena, IV. Vargas-Ahumada, David Andrés, V. Torres-Mora, Marco Aurelio

CDD: 551.483 Ed. 21

Catalogación en la publicación – Biblioteca Universidad de los Llanos

® Universidad de los Llanos

® Ecopetrol S.A.

Derechos reservados según la Ley. Los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Este material se publica en el marco del convenio 5211592 suscrito entre Unillanos y Ecopetrol "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba, Ocoa y los caños Quenane-Quenanito de la cuenca alta del río Meta, Orinoco. Basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social".



Universidad
de los Llanos®



LA HUELLA HÍDRICA EN NUESTRAS CUENCAS

1. GUAYURIBA



TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	7
INTRODUCCIÓN	8
LA HUELLA HÍDRICA	9
Los colores de la huella hídrica	10
¿Cómo se evalúa la huella hídrica?	11
LA HUELLA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA	11
Área de estudio	14
Coberturas y uso del suelo en la cuenca	15
¿Cómo se cuantificó la huella hídrica?	15
HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR AGRÍCOLA	16
HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL	17
HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR DOMÉSTICO	18
Análisis participativo de la huella hídrica	18
RESULTADOS DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA	20
¿Cuál fue la huella hídrica de la cuenca del Guayuriba?	24

HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR AGRÍCOLA	32
HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR INDUSTRIAL	36
HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR DOMÉSTICO	38
ANÁLISIS PARTICIPATIVO DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA	49
<i>HOT-SPOTS</i> HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA	62
CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
LISTADO DE PARTICIPANTES EN EL COMPONENTE HUELLA HÍDRICA	65
ANEXO 1	66
ANEXO 2	68
ANEXO 3	69
ANEXO 4	71
ANEXO 5	73
ANEXO 6	77



Cuenca del río Guayuriba



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de los Llanos por el apoyo y respaldo que brindó a los investigadores que estuvieron al frente del desarrollo del convenio.

Al equipo de Ecopetrol S. A. por su gestión y apoyo para el desarrollo de las actividades técnicas del proyecto.

Al grupo administrativo y académico del Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC) por su apoyo al desarrollo de las actividades del proyecto.

A los actores de la cuenca del río Guayuriba (Juntas de Acción Comunal, productores agrícolas e industriales y autoridades ambientales) por su participación en los talleres realizados para la construcción de resultados.

Al Consejo de Cuenca del río Guayuriba por la disposición y acompañamiento en los procesos desarrollados en el proyecto.

Y a todos los estudiantes y profesionales que participaron como auxiliares de apoyo en la recolección de información necesaria para el desarrollo de las actividades.

INTRODUCCIÓN

Este documento, realizado por el equipo de huella hídrica del Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (Icaoc), de la Universidad de los Llanos, tiene como fin aportar una herramienta para la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Guayuriba. La investigación respondió a la necesidad de conocer el manejo de la cuenca que hace la comunidad, su consumo del recurso hídrico y las fuentes de contaminación, entre otros factores, considerándolos como información indispensable para la buena gestión del Concejo de cuenca y para los habitantes de la zona.

Todas las actividades humanas generan consumo y contaminación del agua. A nivel mundial la

mayor proporción de uso de agua se realiza en la producción agrícola, pero igualmente el sector industrial y el doméstico gastan grandes cantidades (World Water Assessment Programme [WWAP], 2006). En este sentido es importante tener presente que la producción de todos y cada uno de los bienes y servicios que a diario son usados requieren de agua en distintas cantidades.

El presente estudio hace una evaluación de la cuenca del río Guayuriba, a través del análisis de los sectores agrícola, doméstico e industrial, como insumo para la generación de estrategias que permitan una mejor gestión del recurso hídrico.

LA HUELLA HÍDRICA

El concepto de huella hídrica (HH) ha sido desarrollado como una aproximación al de huella ecológica de la que se habla desde la década de 1990 (Rees, 1992); la huella ecológica cuantifica el área necesaria para mantener la vida de una comunidad, mientras que la HH indica el agua necesaria para mantener una población (Allan, 1993).

En el 2002 Hoekstra y Hung, replantean la huella hídrica y la proponen como un indicador global del uso de agua dulce, no solo del uso directo de un producto o consumidor, sino también del uso indirecto. Así, la huella hídrica comienza a plantearse como el volumen de agua utilizada para producir algo, midiéndolo a lo largo de la cadena de suministro con una condición espacial y temporal explícita, expresada en unidades de volumen por unidades de tiempo ($m^3/año$) (Hoekstra, Chapagain, Aldaya y Mekonnen, 2009). Esta metodología ha llevado a identificar en muchos países y áreas geográficas el bajo nivel de sostenibilidad en la gestión del agua.



Tributario de la zona alta del río Guayuriba

Los colores de la huella hídrica

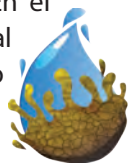


VERDE: hace referencia al volumen de agua lluvia o de la humedad del suelo, que es consumida o evaporada directamente por los cultivos (Hoekstra, Chapagain, Aldaya y Mekonnen, 2011).



AZUL: corresponde al volumen de agua superficial o subterránea consumida o evaporada en un proceso de producción o por una población (Hoekstra *et al.*, 2011).

GRIS: es el volumen de agua que se requiere para diluir una carga contaminante de un proceso en las concentraciones establecidas por la autoridad ambiental local (Hoekstra *et al.*, 2011). En el área de estudio la autoridad ambiental es la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena (Cormacarena).



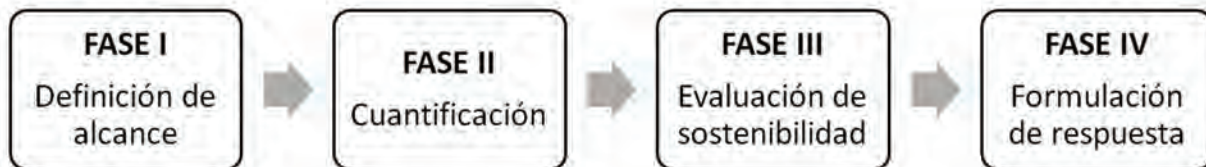


Recurso hídrico de la cuenca

¿Cómo se evalúa la huella hídrica?

La Water Footprint Network (WFN) propuso con su publicación *The Water Footprint Assessment Manual* (Hoekstra *et al.*, 2011), una metodología general que se aborda en cuatro fases:

Estas cuatro fases son la guía para desarrollar la evaluación de la HH. En la fase I se define como se realizará la evaluación (objetivos, alcances y límites); la fase II corresponde a la cuantificación (estimación numérica); en la fase III se analizan los resultados con factores como la oferta ambiental de agua y se realiza un análisis de sostenibilidad ambiental, lo cual permiten identificar los lugares y épocas con condiciones de escasez o estrés hídrico (*hot-spots*); finalmente en la fase IV se plantean las estrategias que se deben encaminar a disminuir la presión del recurso a través de prácticas de gestión ambiental.





LA HUELLA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA

Área de estudio

La cuenca del río Guayuriba tiene su origen en los parques nacionales naturales de Sumapaz y Chingaza, en donde nace el río que se conoce como Blanco-Negro-Guayuriba hasta su desembocadura en el río Metica. Sin embargo, el área de estudio para la evaluación de la HH de la cuenca del río Guayuriba en el marco de del Proyecto Cuencas, inicia desde el punto de confluencia entre el río

Negro y el río Blanco en el municipio de Guayabetal ($73^{\circ} 48' 43,3''$ W - $04^{\circ} 12' 21,2''$ N), en el departamento de Cundinamarca, a una altura de 905 m s.n.m., hasta la desembocadura en el río Metica en el municipio de Puerto López ($73^{\circ} 04' 58''$ W - $03^{\circ} 54' 45,2''$ N), departamento del Meta, a una altura de 165 m s.n.m. Esta sección abarca un área de 353.166,83 ha y una longitud de 118,45 km. Las condiciones

climáticas en la cuenca varían de acuerdo con los cambios altitudinales. La temperatura en el sector de Guayabetal tiene el siguiente comportamiento: 15 °C temperatura mínima, 22 °C temperatura media y 30 °C de temperatura máxima, mientras que en el sector de desembocadura, en el río Metica, la

temperatura mínima llega a 20 °C, la temperatura media a 26 °C y la temperatura máxima a 34 °C. Por su parte, la precipitación varía de los 2.400 mm/año en el sector bajo a 5.000 mm/año en la zona alta del área de estudio; así mismo la humedad relativa fluctúa entre 78 % y 86 % (Figura 1).

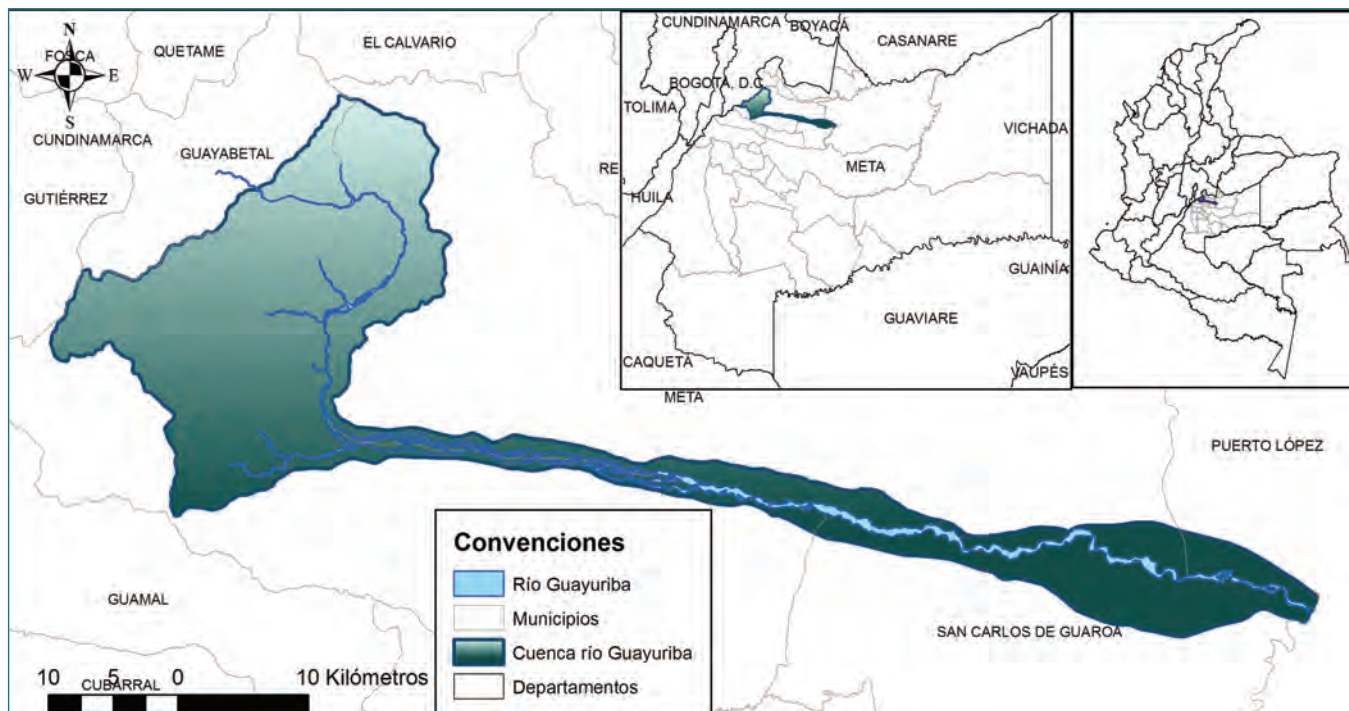


Figura 1. Área de estudio, cuenca del río Guayuriba.

El área de estudio abarca parcialmente los municipios de Villavicencio (26,3 %), Acacias (50,94 %), San Carlos de Guaroa (14,46 %), Puerto López (3,07 %) y Guayabetal (4,3%). Para el estudio esta área se dividió a través de la aplicación de un modelo digital de elevación de curvas a nivel de 30 metros y se generaron cuarenta y seis (46) unidades de estudio o subcuencas (Figura 2) presentadas en el anexo 1.



Canal de riego para cultivo de palma de aceite.

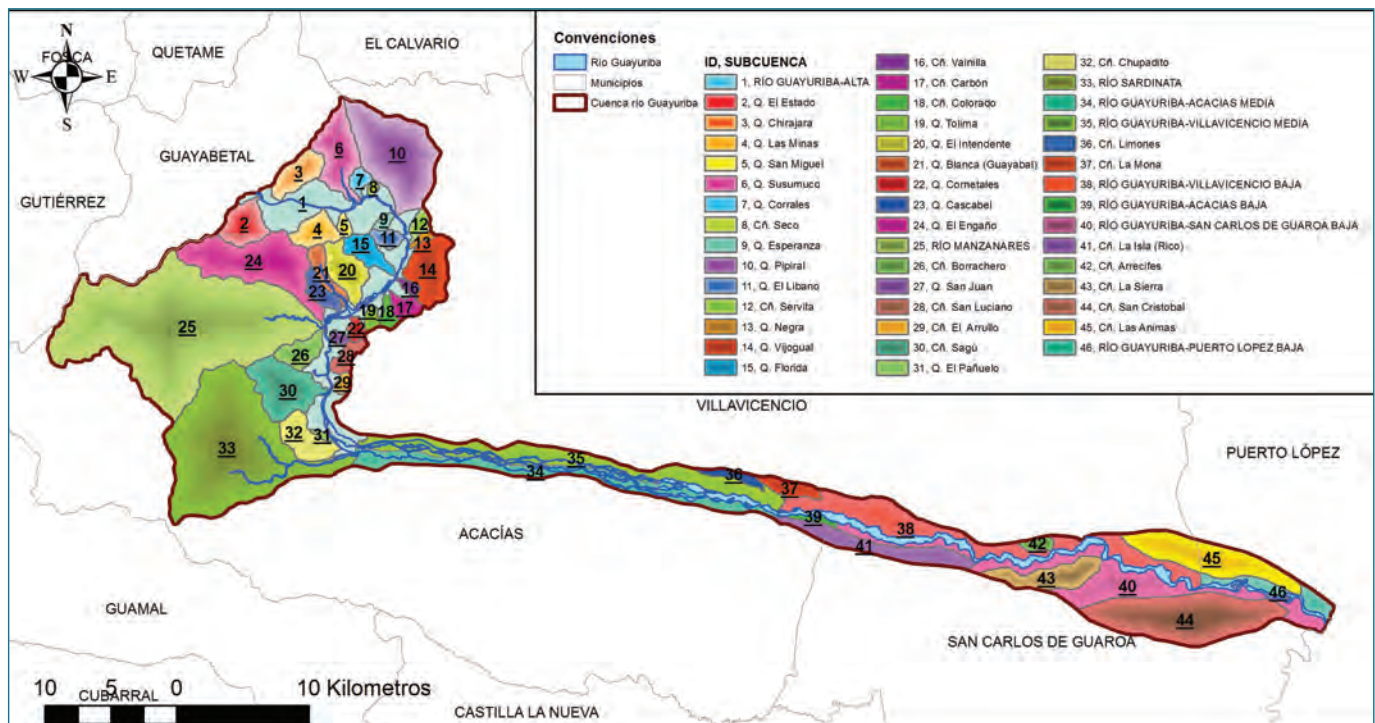


Figura 2. Unidades de estudio de la cuenca del río Guayuriba.



Ribera de la cuenca del río Guayuriba, zona baja.

Coberturas y uso del suelo en la cuenca

La espacialización de las coberturas de la zona de estudio tomó como base la metodología Corine Land Cover para Colombia, se trabajó a escala 1: 25.000, teniendo en cuenta las características fisiográficas de la zona de estudio. En el área se encuentran cinco tipos de coberturas básicas, 1. Áreas artificiales (0,21 %), 2. Áreas agrícolas (44,26 %), 3. Bosques y arbustales (48,16 %), 4. Superficies de agua (2,73 %) y 5. Suelos desnudos (4,64 %) (Figura 3).

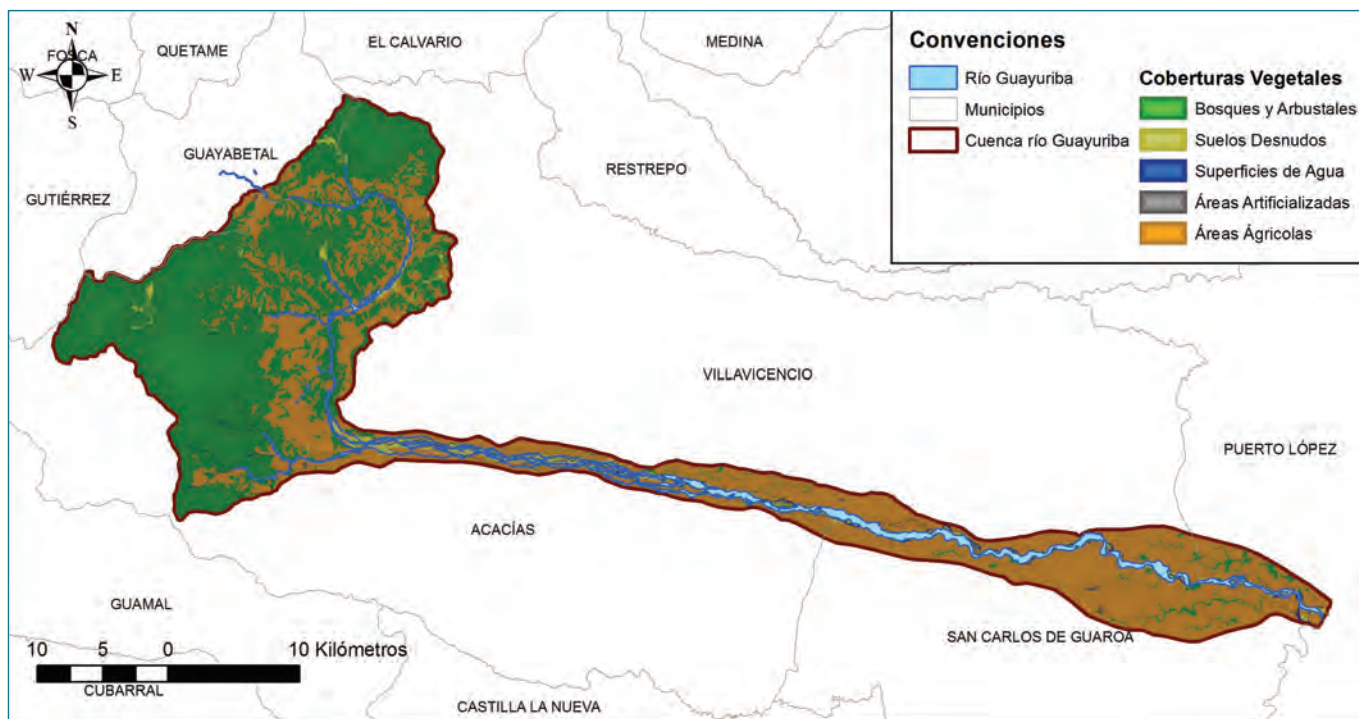


Figura 3. Coberturas y uso del suelo en la cuenca del río Guayuriba

¿Cómo se cuantificó la huella hídrica?

HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR AGRÍCOLA

Este sector representa la principal actividad económica en la zona de estudio, siendo los cultivos de palma de aceite y arroz los que ocupan la mayor parte del área. También se observan cultivos de menor extensión como cítricos, maíz, soya y pastos de corte. Todos los cultivos fueron considerados en la evaluación de la HH del sector, calculando dos componentes, verde, y azul. En el caso de los cultivos perennes se consideró el rendimiento medio anual durante el ciclo de vida del cultivo. En la tabla 1 se presentan las áreas sembradas de cada uno de los cultivos en el periodo del 2013, año analizado.

Tabla 1. Área de siembra de los cultivos en la cuenca del río Guayuriba.

Cultivo	Área en ha
Palma de aceite	5.020
Arroz	1.222
Soya	320
Pastos de corte	268
Maíz	195
Cítricos	65



La huella hídrica verde y azul

La HH verde de los cultivos (HH_{verde}) se calculó como el agua verde utilizada durante el periodo de vegetación para los cultivos semestrales y en el periodo de un año para los cultivos perennes. A esto también se le denomina como el requerimiento de agua del cultivo y que es multiplicado por el área del cultivo dentro de la cuenca. En caso de que el agua verde no llene estos requerimientos, será necesario aplicar riego y el volumen del riego será tomado como la HH azul.

¿Cómo se calcula el Requerimiento de Agua del Cultivo (RAC)?

Para calcular el RAC se empleó el modelo CROPWAT 8.0 (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2010), un software que utiliza el método de Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración (ET), los requerimientos de agua y el riego de los cultivos, a partir de información de clima, suelos y las características propias del cultivo.

Clima

Se utilizaron los datos de temperatura máxima y mínima, humedad relativa, viento e insolación, los cuales se obtuvieron de la estación Vanguardia que cuenta con estos parámetros; para la precipitación se consideraron las estaciones Acacias, Unillanos, La Libertad, Pompeya y Nare. Toda la información climática es administrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam).

Suelo

Los parámetros del suelo utilizados para la cuantificación fueron: agua disponible total (ADT), tasa máxima de infiltración, profundidad radicular máxima y agotamiento inicial de la humedad del suelo. Esta información se obtuvo con base en el "Estudio general de suelos y zonificación de tierras, departamento del Meta" realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) (2004).

Cultivo

Los datos que se tuvieron en cuenta son propios del cultivo según características reportadas en bibliografía; los parámetros fueron: coeficiente del cultivo (K_c) y fases de crecimiento, profundidad radicular, fracción de agotamiento crítico (p), factor de respuesta de la productividad del cultivo (K_y) y altura del cultivo (FAO, 2006).



HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para el componente industrial se calculó la HH azul para el año 2013; la HH verde no se contempla debido a que ninguna de las industrias en la cuenca aprovecha directamente la lluvia. La recolección de la información se realizó directamente en campo y de fuentes secundarias como informes y licencias ambientales. Las industrias identificadas en el área de estudio son extracción de material de arrastre, cementeras, de extracción de aceite de palma y producción de petróleo. En estas industrias la HH azul se relacionó con la evaporación generada en las piscinas de oxidación y de sedimentación.



HUELLA HÍDRICA EN EL SECTOR DOMÉSTICO

El sector doméstico en el área de estudio está conformado por población rural principalmente, distribuida en las veredas que conforman la cuenca del río Guayuriba. Para la cuantificación de la huella hídrica del sector doméstico, se tuvo en cuenta la HH azul para el año 2013, y se realizó una caracterización del manejo de las aguas residuales de la cuenca del río Guayuriba, debido a que en la zona de estudio existen diversos sistemas de vertimiento de aguas residuales, los cuales no cuentan con sistemas para medir las cargas contaminantes de las poblaciones.



La huella hídrica azul

Debido al carácter rural de la población y a la falta de sistemas de abastecimiento de agua con especificaciones técnicas, tal como la medición. En este sentido, se asumió que la HH azul del sector doméstico corresponderá al 10 % del volumen total del agua que ingresa a la vivienda (Arango, Martínez y Ríos, 2013), conforme a lo establecido por el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS) (2000), que la estima en 150 litros/habitante-día de acuerdo a la dotación neta máxima con un nivel bajo de complejidad del sistema. Para calcular el volumen de agua que entra al sector doméstico, se tuvo en cuenta el número de habitantes de cada subcuenca y se multiplicó por la dotación neta de agua (habitante-día).



Asentamientos humanos en la zona alta de la cuenca.



Vía de acceso a la vereda Palomas, zona baja de la cuenca.



Caracterización del manejo de las aguas residuales de la cuenca del río Guayuriba

Esta caracterización se realizó a través de una revisión teórica respecto a aguas residuales, para finalmente mostrar los sistemas de vertimiento utilizados a lo largo de la cuenca y la realidad de la misma respecto a la forma de disponer las aguas residuales. Esta caracterización se desarrolló de acuerdo a la información recolectada en las salidas de reconocimiento a la zona de estudio y a información secundaria.

Análisis participativo de la huella hídrica

En el análisis de la HH se consideraron dos vías; la primera relacionada con conocer las condiciones de oferta hidroclimática (oferta natural disponible y oferta regulada disponible) de cada una de la subcuencas que integran la cuenca del río Guayuriba, y la segunda, a través de la percepción de los actores que hacen uso del recurso hídrico en la zona (población, productores agrícolas e industriales), y con las entidades ambientales de los municipios que hacen parte de esta cuenca.



Vereda El Pañuelo



Río Guayuriba

RESULTADOS DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA

Para la estimación y posterior análisis de la HH en la cuenca del río Guayuriba se dividió en tres zonas organizadas en 46 subcuencas. Se consideraron como subcuencas las principales quebradas, caños y ríos que tributan al cauce principal, y áreas de desborde. Asimismo, en la estimación de la HH se contemplan la HH verde y la HH azul; la HH gris no es analizada debido a que se requiere información técnica, por ejemplo: concentraciones naturales de parámetros como DBO, DQO, nitrógeno, fósforo entre otros.

En la zona alta, el sector con mayor predominancia es el doméstico, allí la población es en su mayoría rural y se distribuye en las veredas. De igual manera, en esta zona se encuentra un punto de captación de agua que abastece la población del casco urbano del municipio de Acacías, Meta.

En el sector agrícola predominan los cultivos a pequeña escala, de pancoger o que abastecen los mercados locales. Finalmente, en el sector industrial se encuentra una empresa que extrae material pétreo del río.

Las subcuencas que integran esta zona son 33: Río Guayuriba parte alta, Quebrada El Estado, Quebrada Chirajara, Quebrada Las Minas, Quebrada San Miguel, Quebrada Susumuco, Quebrada Corrales, Caño Seco, Quebrada Esperanza, Quebrada Pipiral, Quebrada El Líbano, Caño Servitá, Quebrada Negra, Quebrada Vijogual, Quebrada Florida, Caño Vainilla, Caño Carbón, Caño Colorado, Quebrada Tolima, Quebrada El Intendente, Quebrada Blanca (Guayabal), Quebrada Corneales, Quebrada Cascabel, Quebrada El Engaño, Río Manzanarez, Caño Borrachero, Quebrada San Juan, Caño San Luciano, Caño EL Arrullo, Caño Sagú, Quebrada El Pañuelo, Caño Chupado y Río Sardinata (Figura 4).



Río Guayuriba



Zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

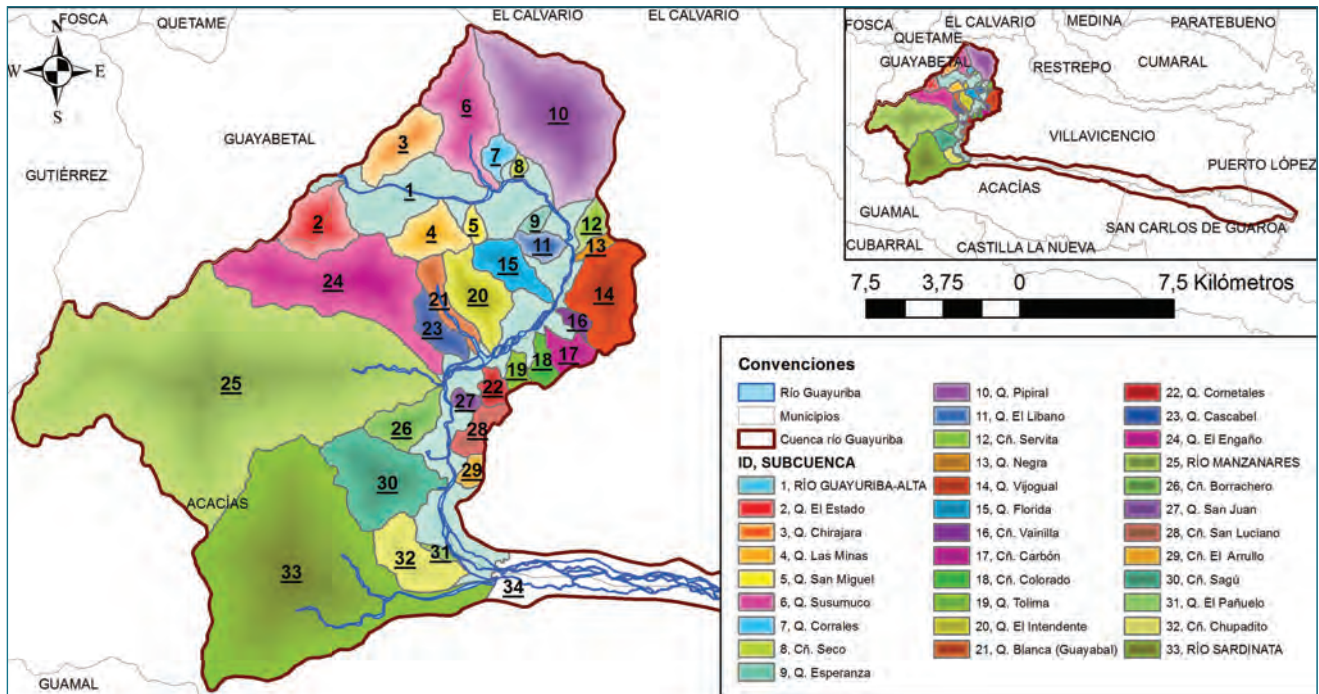


Figura 4. Subcuencas zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

La zona media está constituida por dos subcuencas, Río Guayuriba-Acacías media y Río Guayuriba-Villavicencio media. Esta zona presenta la mayor parte de las presiones antrópicas de la cuenca del río Guayuriba, como son: cultivos de arroz y palma de aceite, captaciones con destino a cultivos fuera de la cuenca, asentamientos humanos con mayor población y concentración de empresas que extraen material pétreo (Figura 5).

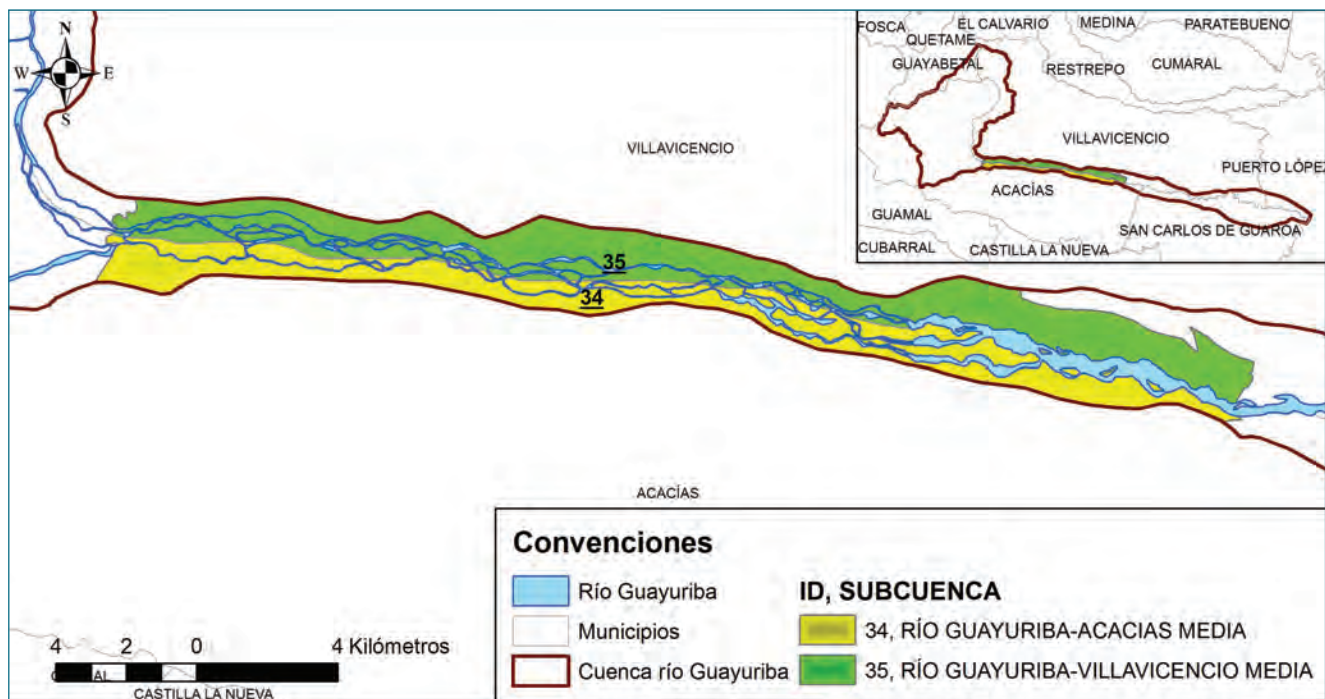


Figura 5. Subcuencas de la zona media de la cuenca del río Guayuriba.

La zona baja está integrada por once subcuencas: Caño Limones, Caño La Mona, Río Guayuriba-Villavicencio baja, Río Guayuriba-Acacias baja, Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja, Caño Rico, Caño Arrecifes, Caño La Sierra, Caño San Cristóbal, Caño Las Ánimas, Río Guayuriba-Puerto López baja). Aquí predominan actividades como cultivos de arroz y palma de aceite (Figura 6).

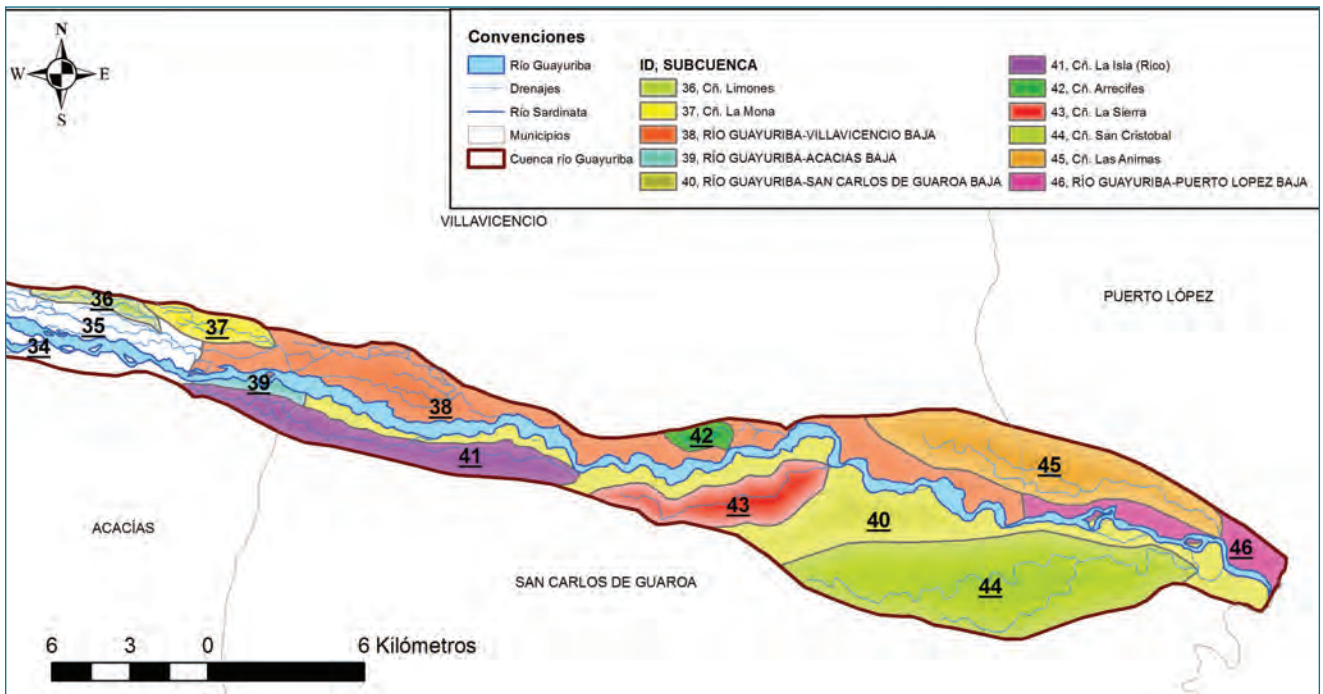


Figura 6. Subcuencas zona baja del río Guayuriba.



¿Cuál fue la huella hídrica de la cuenca del Guayuriba?

La HH de los sectores agrícola, doméstico e industrial en la cuenca del río Guayuriba para el año 2013, fue de 114'370.589 m³/año. Se discrimina de la siguiente manera: 55 % HH verde, equivalente a 63'330.426 m³/año y reflejada únicamente se reflejó en la agricultura; 45 % HH azul, de la cual

44'550.946 m³/año son del sector agrícola, 104.412 m³/año de la industria y 6'384.805 m³/año es el recurso que se demanda para uso doméstico (Figura 7 y Figura 8). Las figuras 9 y 10 representan el comportamiento mensual de la HH de la cuenca del río Guayuriba.



Figura 7. Huella hídrica azul y verde multisectorial de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

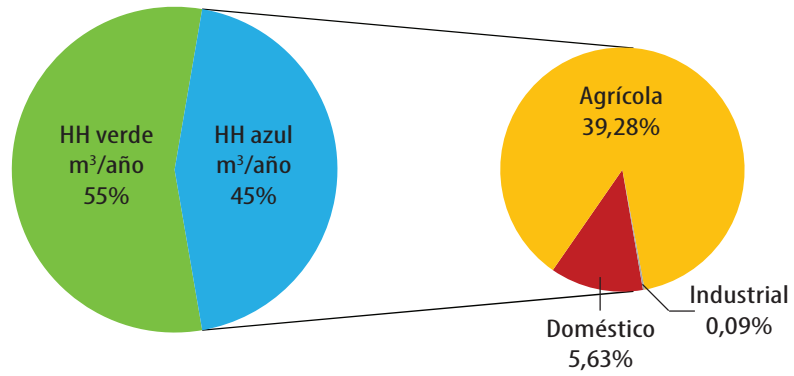


Figura 8. Distribución porcentual de la huella hídrica de la cuenca del río Guayuriba en los sectores estudiados.



Vista del río Guayuriba en zona alta de la cuenca.

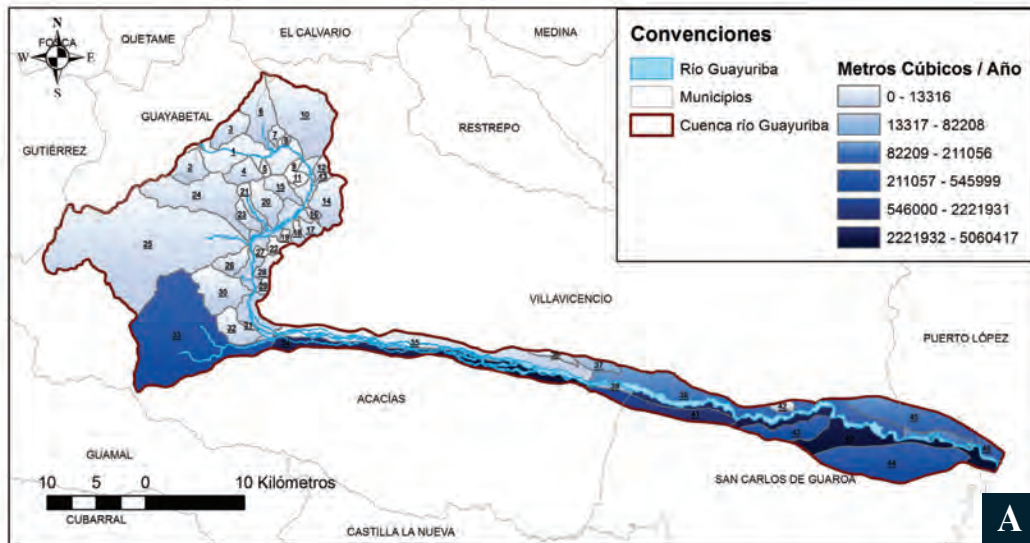


Figura 9a. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en enero.

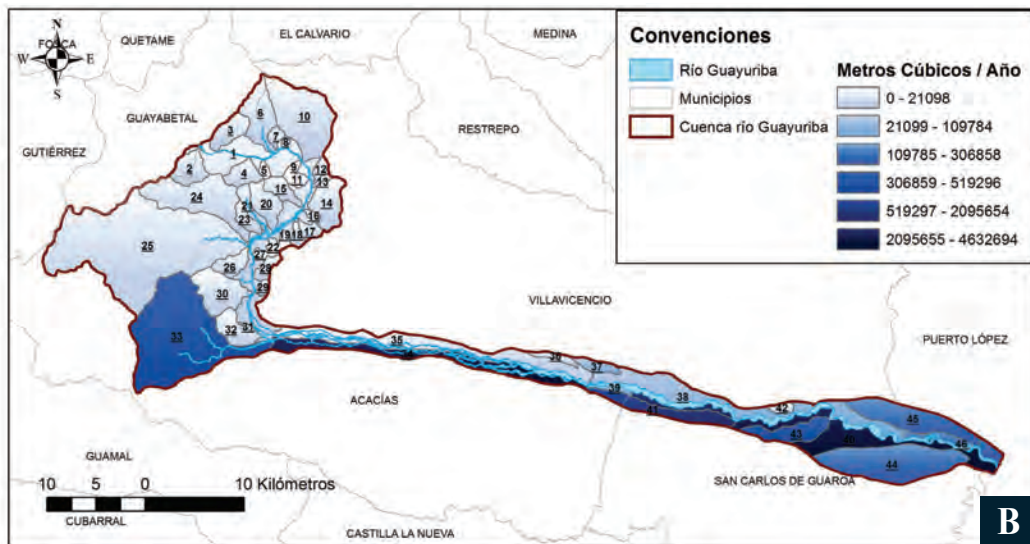


Figura 9b. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en febrero.

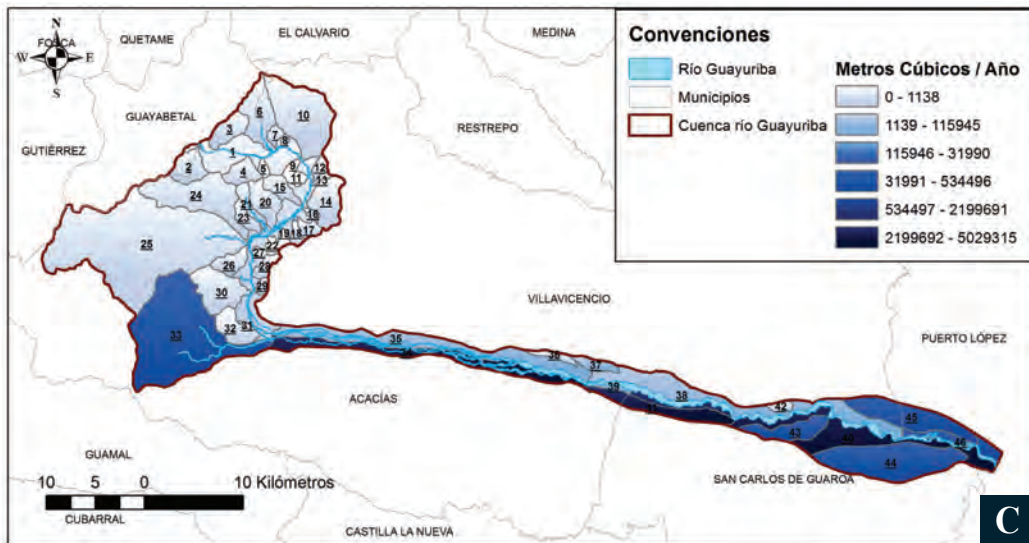


Figura 9c. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en marzo.



Figura 9d. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en abril.



Figura 9e. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en Mayo.



Figura 9f. Comportamiento mensual de la huella hídrica en las subcuencas del río Guayuriba en junio.

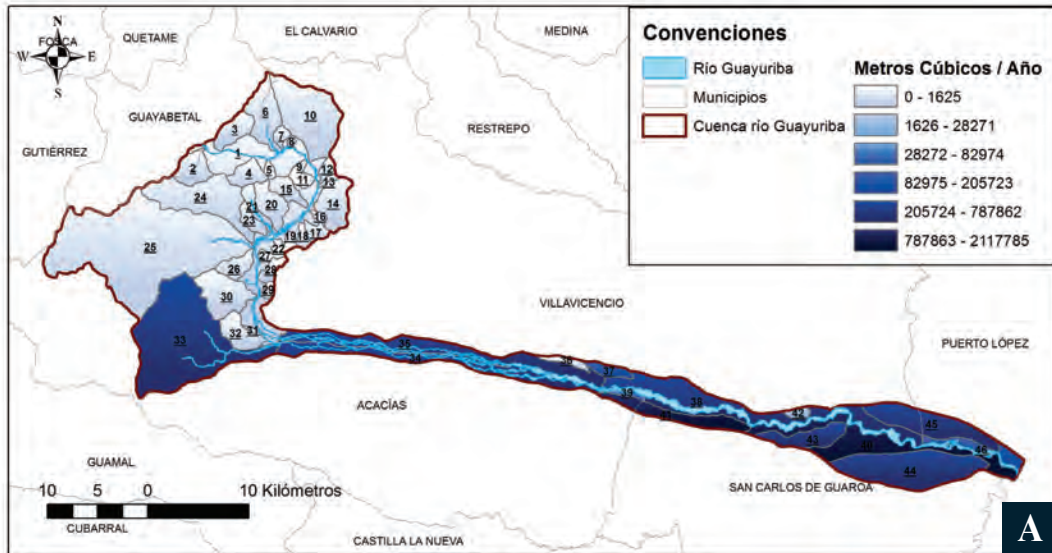


Figura 10a. Continuación del comportamiento mensual de la HH en las subcuencas del río Guayuriba en julio.

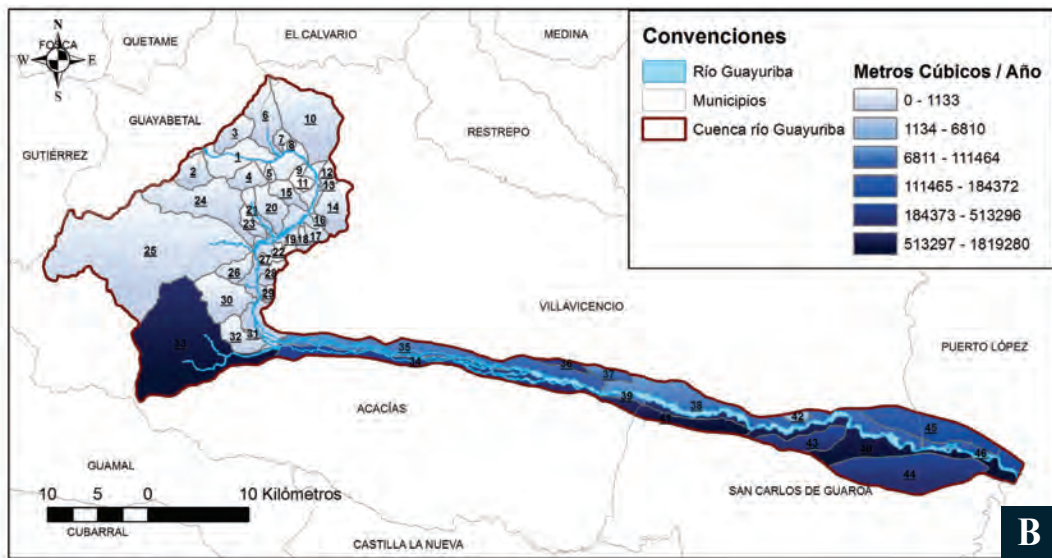


Figura 10b. Continuación del comportamiento mensual de la HH en las subcuencas del río Guayuriba en agosto.

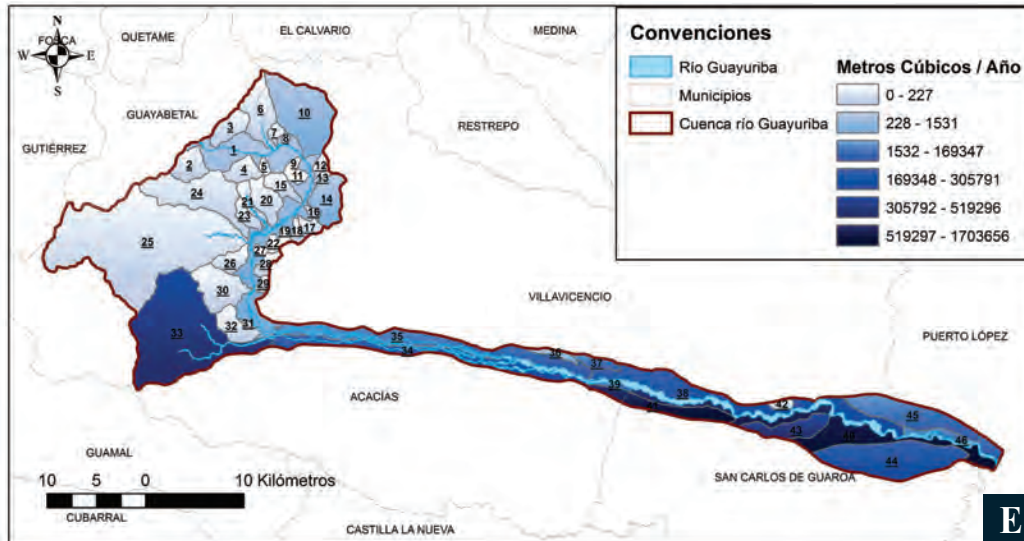


Figura 10e. Continuación del comportamiento mensual de la HH en las subcuencas del río Guayuriba en noviembre.



Figura 10f. Continuación del comportamiento mensual de la HH en las subcuencas del río Guayuriba en diciembre.

HUELLA HÍDRICA DEL SECTOR AGRÍCOLA



Cultivo de maíz.



Plantación de cítricos.



Cultivo espigado de arroz.



Primera etapa fenológica del cultivo de arroz.

El sector agrícola en la cuenca del río Guayuriba se caracteriza porque la dinámica productiva en la zona alta es muy diferente a la media y la baja. Las condiciones climáticas de la zona alta permiten la siembra de cultivos como granadilla, tomate de árbol, café y hortalizas en pequeñas parcelas, en la zona media y baja la dinámica es similar, se desarrollan cultivos perennes como palma de aceite y variedad de cítricos, y cultivos transitorios como pasto de corte, arroz, maíz y soya. A partir de esto, se determinó hallar la HH agrícola de la zona media y baja de la cuenca, donde se encuentran los sistemas agrícolas de mayor extensión y con mayores requerimientos del recurso. En la Figura 11 se observa que el cultivo con mayor extensión dentro de la cuenca es el de palma de aceite y el de menor extensión, los cítricos.

En el sector agrícola se halló que la HH azul y verde, para el año 2013 fue de 44'550.946 m³/año y 63'330.426 m³/año respectivamente, donde el 41 % representa la HH azul y se encuentra relacionado con el cultivo de palma de aceite, debido a que es el único que necesita de riego en la cuenca. La HH verde corresponde al 59 % y hace referencia al aprovechamiento de la precipitación en la producción de los cultivos (Figura 12).

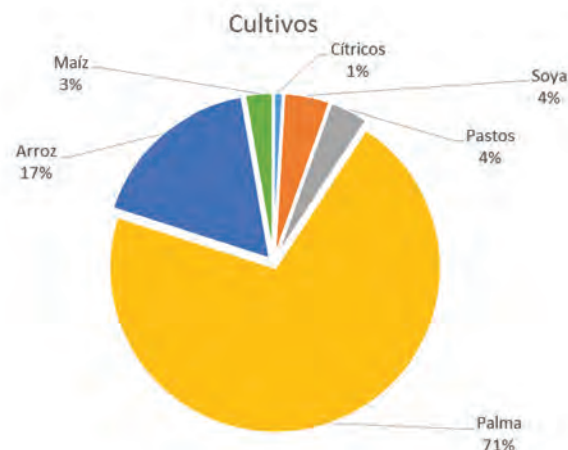


Figura 11. Porcentaje de participación de los cultivos en el sector agrícola.



Figura 12. Distribución porcentual de la huella hídrica verde y azul en el sector agrícola en la cuenca del río Guayuriba.



Zona media

En la zona media la HH azul presenta el mayor uso de agua con 71 % (15'890.512 m³/año) frente al 29 % (6'544.534 m³/año) de HH verde. Significando que en esta zona de la cuenca, la presión sobre el recurso hídrico superficial y subterráneo es mayor y está relacionado con la presencia de canales de riego que toman agua del cauce principal del río y la trasladan a cultivos ubicados fuera de la cuenca, sin garantizar que haya flujos de retorno, es decir que esto se convierte en transvase de cuenca (Figuras 13 y 14).

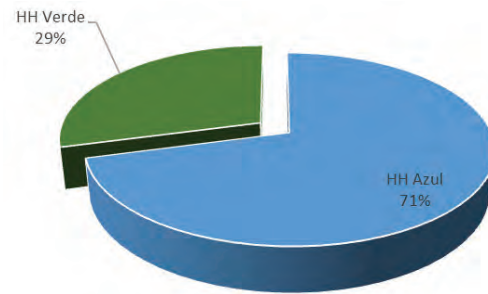


Figura 14. Huella hídrica azul y verde del sector agrícola en la zona media de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

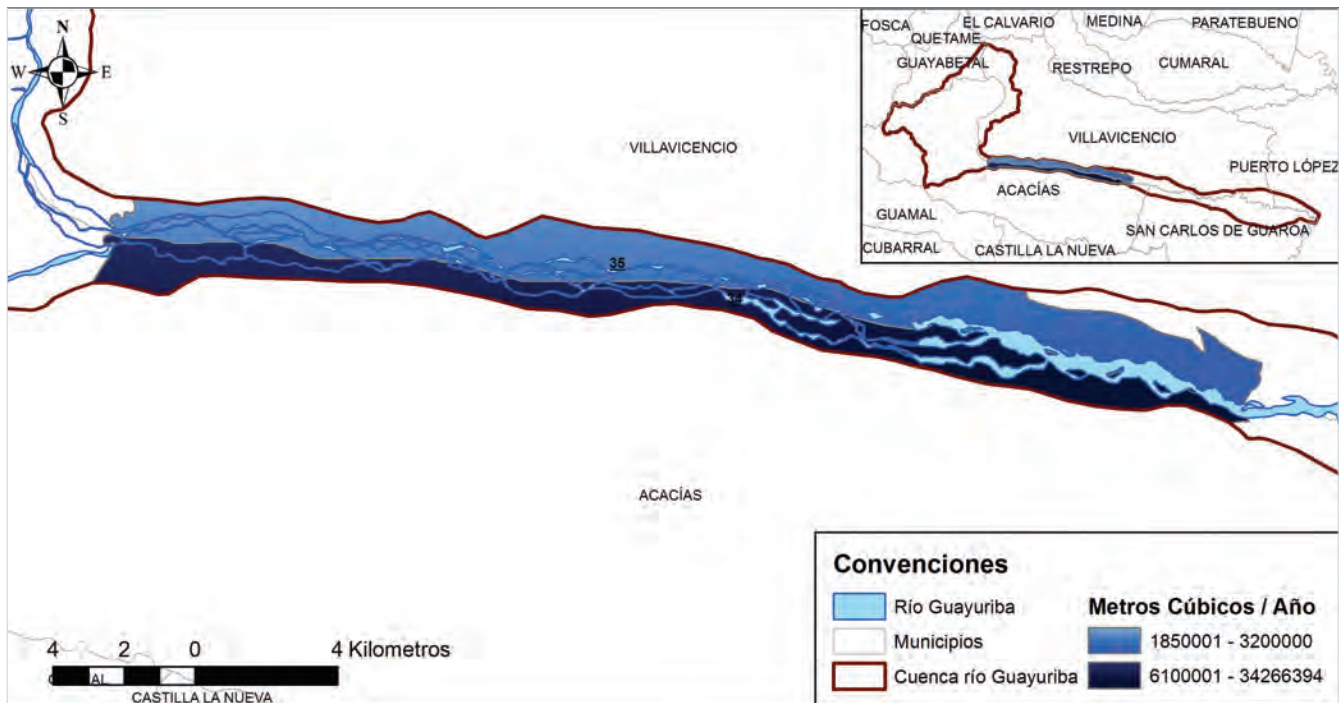


Figura 13. Distribución porcentual de la huella hídrica verde y azul del sector agrícola en la zona media de la cuenca del río Guayuriba.

Zona baja

En la zona baja alrededor del 40 % del área está sembrada con cultivos comerciales como palma de aceite, arroz, soya, maíz, entre otros. En esta zona la HH se distribuyó así: el 66 % verde (56'785.891 m³/año) aportando el 89,6 % de la HH de la cuenca, y 34 % azul (28'660.434 m³/año) representando el 64,3 % de la HH azul de la cuenca. En esta zona se aprovechan las condiciones agroclimáticas en los sistemas de producción, lo cual reduce la presión sobre los sistemas superficiales y subterráneos (Figuras 15 y 16).

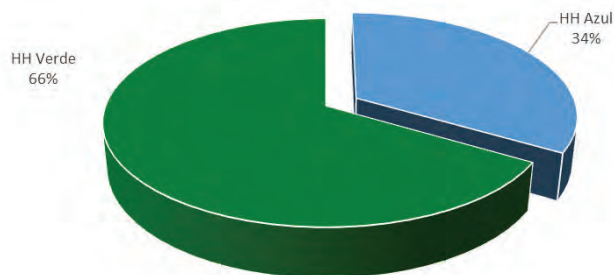


Figura 16. Huella hídrica azul y verde del sector agrícola en la zona baja de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

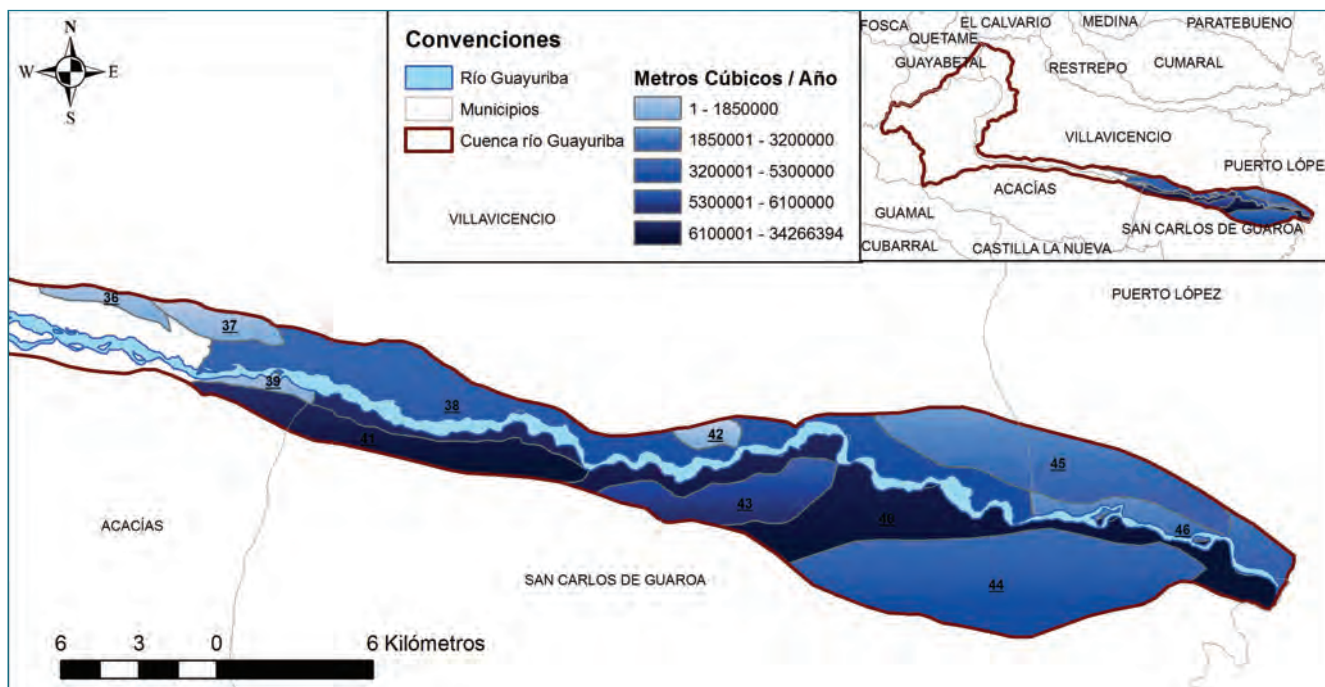


Figura 15. Distribución porcentual de la huella hídrica verde y azul del sector agrícola en la zona baja de la cuenca del río Guayuriba.

Huella hídrica del sector industrial



Extracción de material pétreo zona alta.

En la cuenca del río Guayuriba se identificaron cuatro tipos de actividades industriales: 1) explotación de material pétreo del río, 2) comercialización de concretos, 3) vertimientos de aguas de producción de hidrocarburos y 4) industria de aceite de palma.

El análisis de la HH se centró en el componente azul, que para el año 2013 fue de 104.704 m³, de los cuales la industria de extracción de aceite de palma fue la mayor consumidora con 82.328 m³/año, con un rango de consumo mensual entre 2.551 y 11.251 m³. Por su parte la industria de comercialización de concretos obtuvo el menor valor con 1.222 m³/año. Es de resaltar que sus actividades productivas se limitaron a los meses de noviembre y diciembre. En la industria de material pétreo la HH fue de 21.154 m³/año, este

volumen es generado por la evaporación del agua en las piscinas de sedimentación que tienen dentro de las plantas de triturado (Figura 17).

Finalmente, el sector de hidrocarburos vierte aguas de la producción en dos puntos del río Guayuriba ubicados en la zona media de la cuenca; a esta agua se le denomina Agua Fósil (AF), debido a que son aguas que están confinadas junto a las reservas de hidrocarburos y por esta razón no están contabilizadas en el ciclo hidrológico. Para objeto del análisis estos aportes de agua son sumados a la oferta natural de las subcuencas donde son adicionadas, en este caso los aportes en promedio del vertimiento Castilla (margen derecha del río) fueron de 32'198.256 m³/año, y de Suria (margen izquierda del río) de 3'279.744 m³/año.

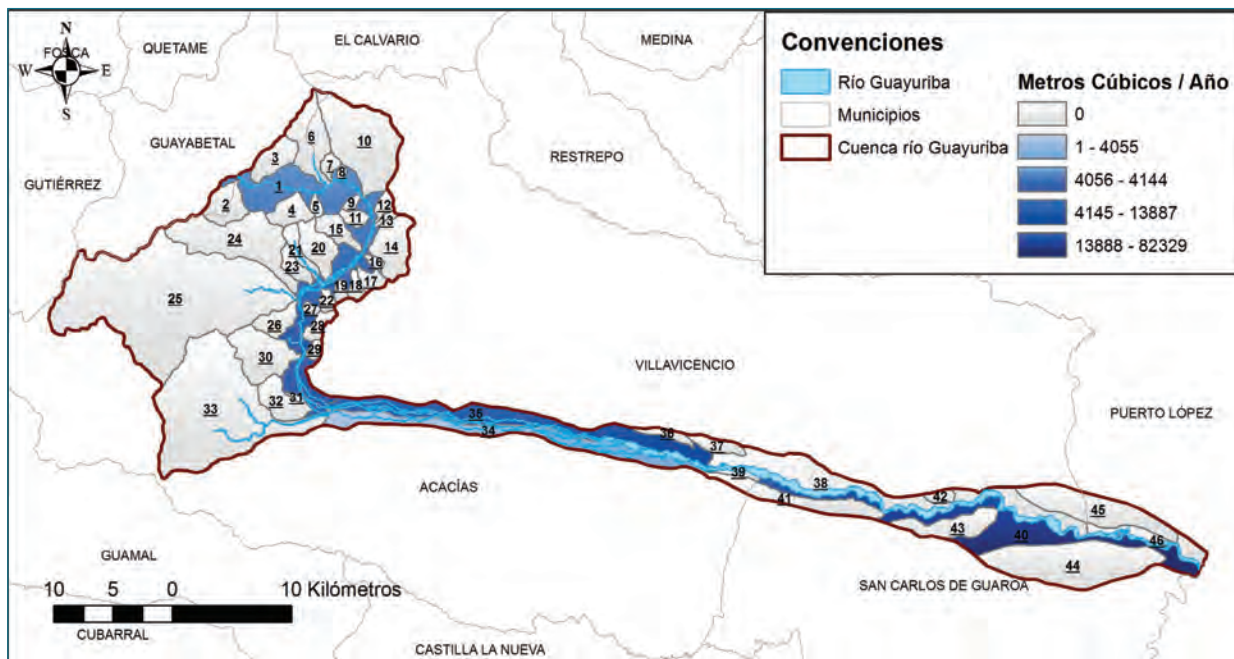


Figura 17. Huella hídrica azul del sector industrial en la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

Huella hídrica del sector doméstico





Zona alta de la cuenca

Las comunidades de la cuenca del río Guayuriba, utilizan diversos sistemas para la captación de agua de consumo en los hogares y para la disposición de sus aguas residuales. A lo largo de la cuenca se identificaron sistemas de captación por medio de aljibes, conexiones directas a nacederos, acueductos veredales o comunitarios (Figura 18), y dentro de los sistemas de vertimiento, alcantarillados veredales, pozos sépticos y disposiciones a campo abierto.

La HH azul del sector doméstico en la totalidad de la cuenca fue de 6'384.805 m³/año (Figura 19 y Tabla 2). Este valor fue estimado utilizando el RAS (2000) como referente para la dotación de agua por persona puesto que en la zona hay diferentes sistemas de captación, sin medición. En lo referente a las aguas residuales, se realizó una caracterización de los distintos sistemas.

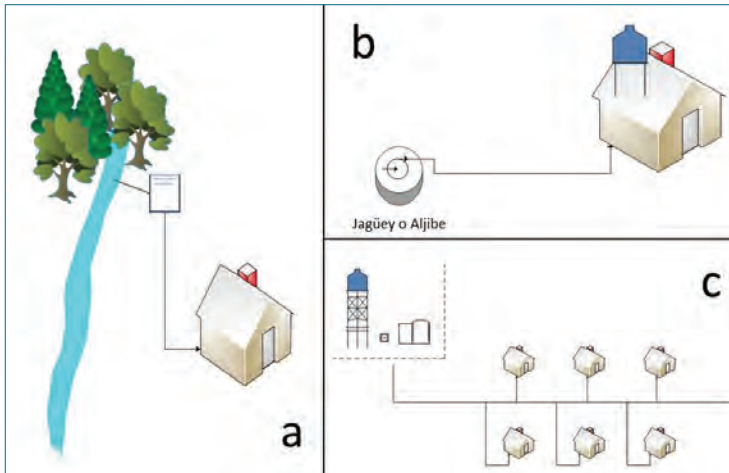


Figura 18. Sistemas de captación de agua del sector doméstico en la cuenca del río Guayuriba. a. Captación de nacedero. b. Captación de aljibe. c. Acueducto veredal.

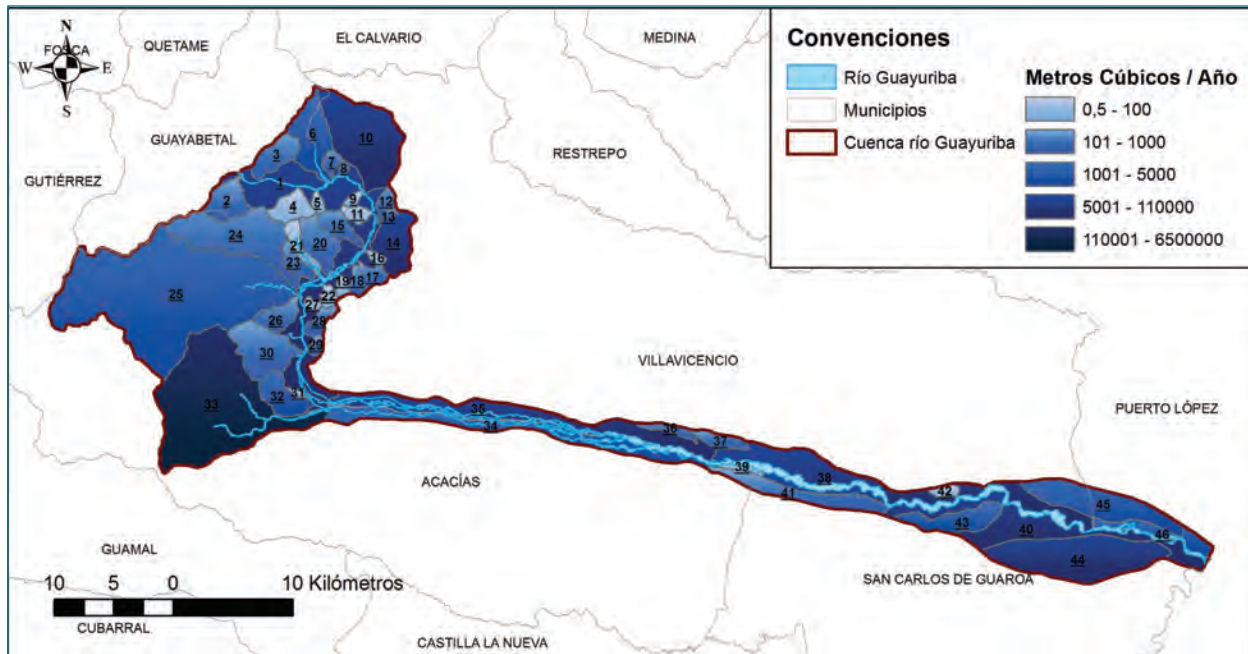


Figura 19. Mapa huella hídrica total sector doméstico de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

Tabla 2. Huella hídrica azul sector doméstico de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

ID	Subcuenca	HH m ³ /año	ID	Subcuenca	HH m ³ /año
1	Río Guayuriba parte alta	10.200	25	Río Manzanarez	2.721
2	Quebrada El Estado	821	26	Caño Borrachero	170
3	Quebrada Chirajara	580	27	Quebrada San Juan	5
4	Quebrada Las Minas	77	28	Caño San Luciano	104
5	Quebrada San Miguel	38	29	Caño El Arrullo	164
6	Quebrada Susumuco	2.310	30	Caño Sagú	942
7	Quebrada Corrales	476	31	Quebrada El Pañuelo	82
8	Caño Seco	153	32	Caño Chupado	1.259
9	Quebrada Esperanza	33	33	Río Sardinata	6.317.942
10	Quebrada Pipiral	7.161	34	Río Guayuriba-Acacías media	1.834
11	Quebrada El Líbano	60	35	Río Guayuriba-Villavicencio media	5.962
12	Caño Servitá	712	36	Caño Limones	235
13	Quebrada Negra	394	37	Caño La Mona	372
14	Quebrada Vijogual	5.415	38	Río Guayuriba-Villavicencio baja	6.986
15	Quebrada Florida	142	39	Río Guayuriba-Acacías baja	49
16	Caño Vainilla	99	40	Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja	5.595
17	Caño Carbón	241	41	Caño La Isla (Rico)	110
18	Caño Colorado	137	42	Caño Arrecifes	66
19	Quebrada Tolima	55	43	Caño La Sierra	1.522
20	Quebrada El Intendente	219	44	Caño San Cristóbal	5.437
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	85	45	Caño Las Ánimas	2.179
22	Quebrada Cornetales	16	46	Río Guayuriba-Puerto López baja	1.084
23	Quebrada Cascabel	104	TOTAL		6.384.805
24	Quebrada El Engaño				

Zona alta

Las captaciones de agua en la zona alta de la cuenca generalmente se realizan directamente de los nacedores. La HH del sector doméstico de la zona alta de la cuenca se estimó en 6'353.373 m³/año. El 99,55 % de este valor corresponde al trasvase que se realiza en la quebrada Las Blancas en la subcuenca Río Sardinata, el cual direcciona el agua para abastecer el casco urbano del municipio de Acacías; el restante 0,45 % es la HH de la población de esta zona (Figura 20 y Figura 21)

El agua de trasvase hace referencia al agua extraída en una cuenca hidrográfica y transportada a través de un sistema de acueducto para abastecer a determinado sector de otra cuenca, sin que regrese a la misma, tal como se presenta en esta zona. Según el decreto 1541 de 1978 esta agua extraída es principalmente para abastecer al sector doméstico, debido a que el ser humano tiene prioridad sobre el recurso hídrico ante cualquier otro sector que lo requiera con fines productivos.

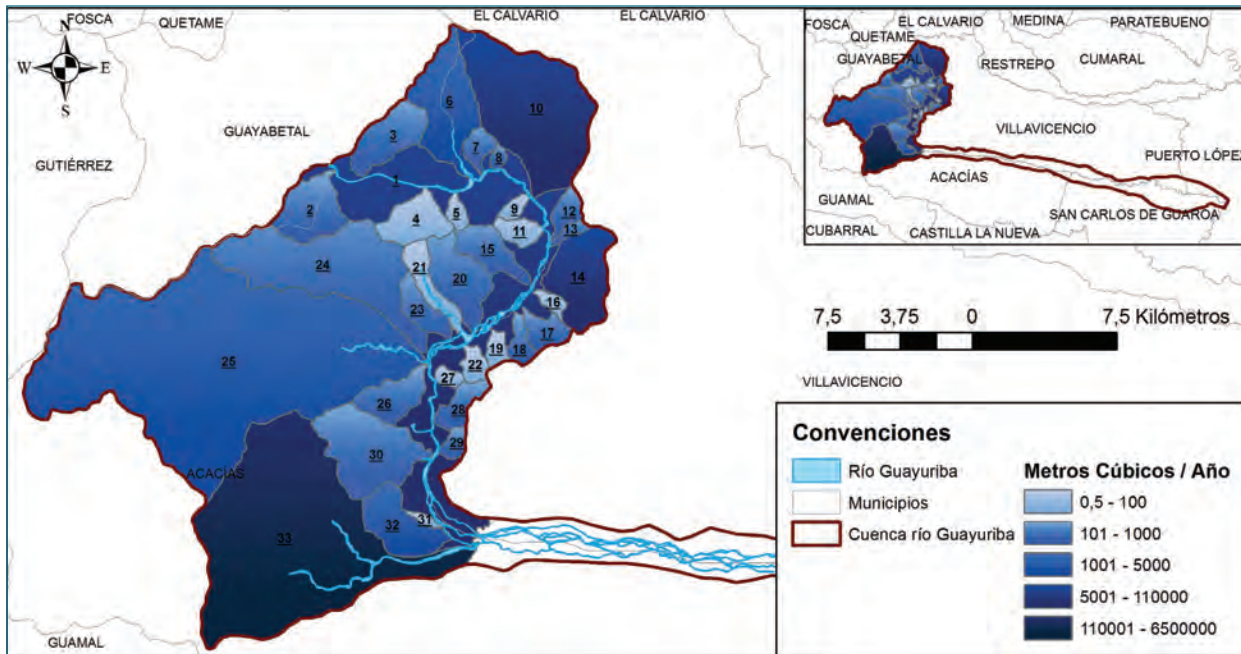


Figura 20. Mapa de la huella hídrica del sector doméstico en la zona alta de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

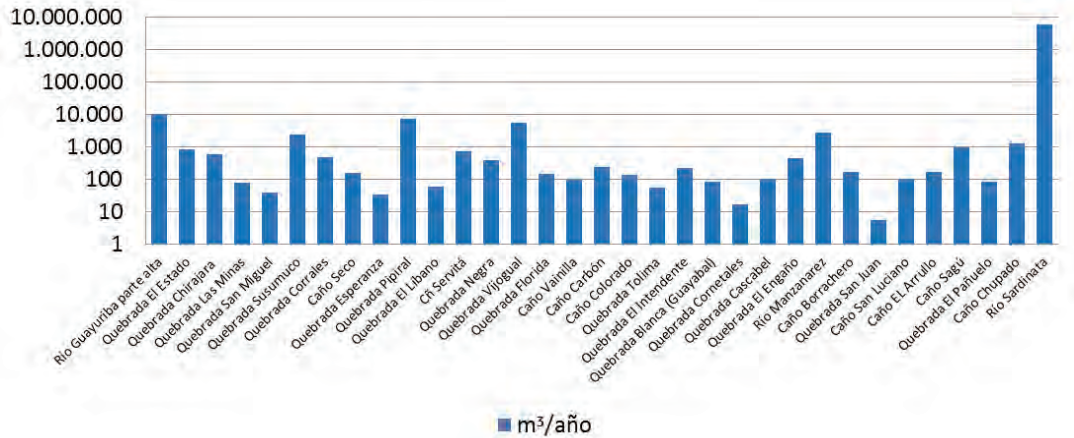


Figura 21. Huella hídrica azul doméstica de la zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

Zona media

El sector doméstico de la zona media de la cuenca se abastece del recurso por medio de aljibes en las viviendas, cuando estas son distantes unas de otras, o por acueductos veredales en las poblaciones que se encuentran aglomeradas. Esta zona tiene una HH de 7.796 m³/año, que representa el 0,12 % del total de la HH de la cuenca (Figura 22 y Figura 23).

Zona baja

La HH del sector doméstico de la zona baja es de 23.636 m³/año, que representa el 0,37 % de la HH

total de la cuenca. Las poblaciones que habitan esta zona de la cuenca del río Guayuriba se ven afectadas por problemas de escasez del recurso hídrico durante las épocas de sequía del año. En las veredas en donde las comunidades se encuentran aglomeradas se cuenta con acueductos comunitarios, en otras el abastecimiento de agua para uso doméstico se da a partir de captaciones en aljibes.

Las poblaciones que viven más cercanas al río deben recolectar agua del mismo para el uso doméstico (Figura 24 y Figura 25).

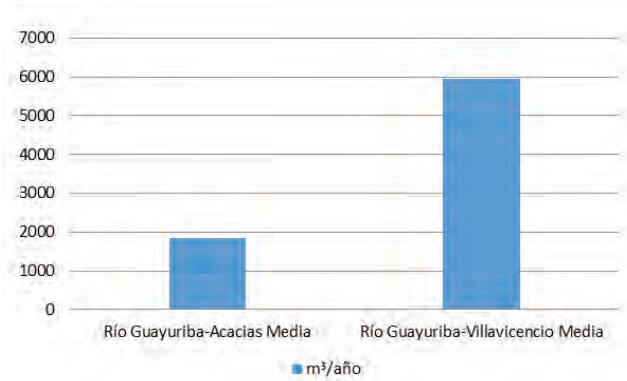


Figura 22. Huella hídrica azul doméstica de las subcuencas de la zona media de la cuenca del río Guayuriba.

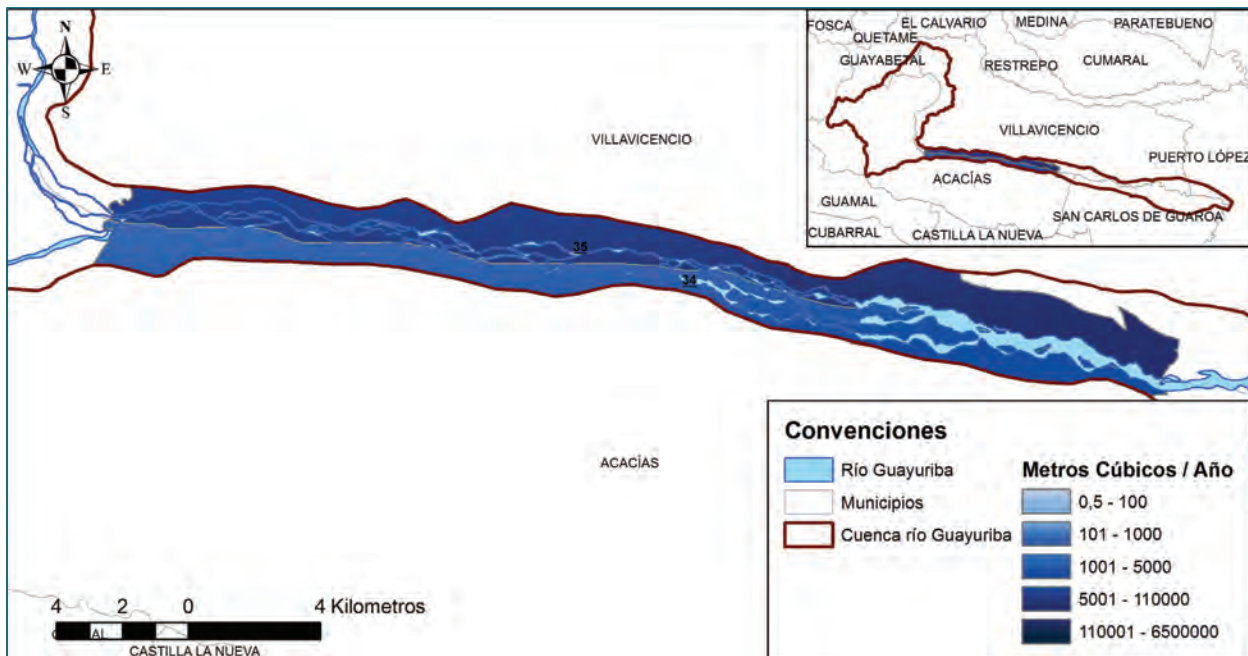


Figura 23. Mapa de la huella hídrica azul del sector doméstico de la zona media para el año 2013.

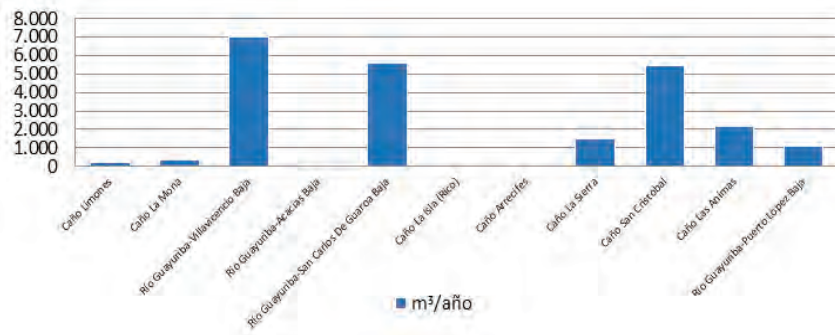


Figura 24. Huella hídrica azul doméstica de las subcuencas de la zona baja de la cuenca del río Guayuriba.

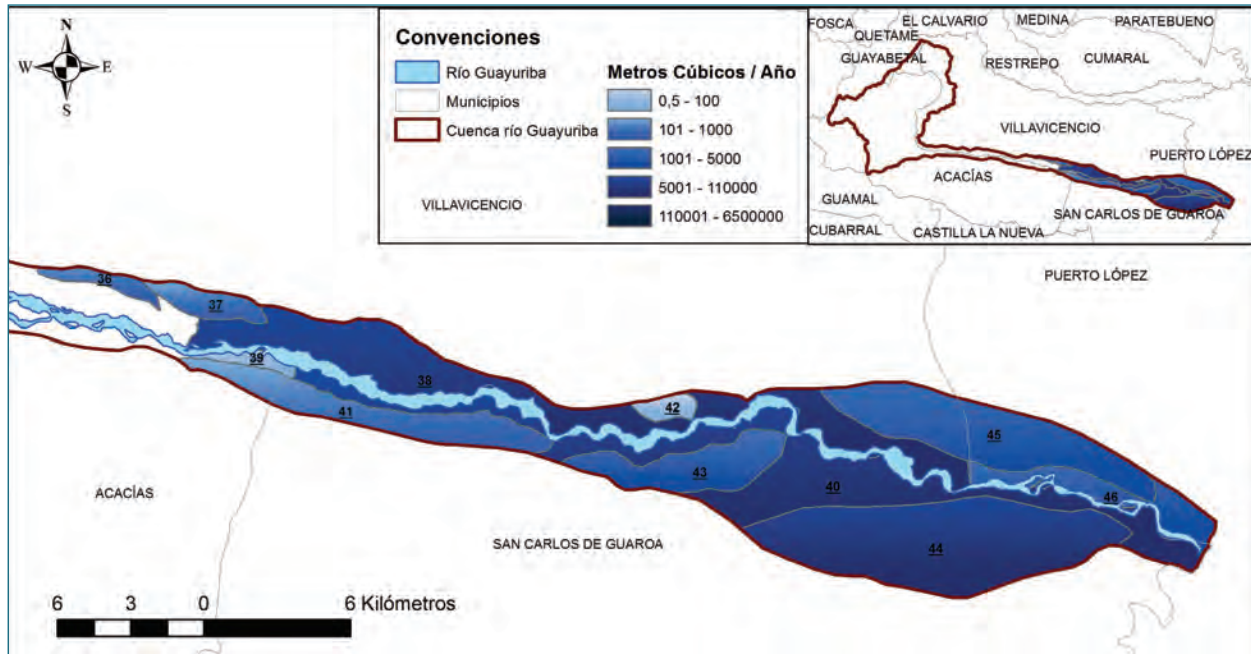


Figura 25. Mapa de la huella hídrica azul del sector doméstico de la zona baja de la cuenca del río Guayuriba para el año 2013.

Manejo de las aguas residuales del sector doméstico

Según la definición del RAS (2000), las Aguas Residuales Domésticas (ARD) son los desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones. Las aguas residuales son canalizadas a un lugar de disposición que puede ser una fuente hídrica, pozo séptico o potrero.

Por otro lado el conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las ARD y/o aguas lluvias, se denomina alcantarillado. A partir de esta definición, se referirán los sistemas de vertimientos encontrados en la zona. Cabe aclarar que en los sistemas descritos solo se considera el manejo de las aguas domésticas, discriminando las aguas lluvias.

Las ARD se componen de las provenientes del área sanitaria (baño, ducha), el área de cocina (preparación de alimentos, lavado de loza) y el área de patio (lavado de ropa). Las condiciones de salida del agua de la vivienda en cuanto a las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua residual de cada vereda varía de acuerdo a factores externos como: localización, temperatura, origen del agua captada, entre otros; y a factores internos como la población, el desarrollo socioeconómico, los hábitos alimentarios, el tipo de tecnología de los aparatos sanitarios y grifería (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2002).

Por otro lado el inadecuado manejo del agua de baja calidad para consumo, está estrechamente relacionado con enfermedades que afectan la salud

de los seres humanos, en especial en zonas rurales. Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable como la esquistosomiasis, que tiene parte de su ciclo de vida en el agua; la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua, y otras enfermedades diarreicas. En su mayoría la transmisión de estas enfermedades se debe a ingesta directa de agua contaminada o de la utilizada en el procesamiento de alimentos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2014).

Los sistemas de vertimiento que se presentan más adelante, probablemente presentan filtraciones debido al inadecuado manejo y deficiente mantenimiento de la red de alcantarillado, causando contaminación subterránea en fuentes hídricas. Por esto se vuelve indispensable la implementación de un sistema eficiente de tubería de alcantarillado, que evite la contaminación y propagación de enfermedades diarreicas que generalmente afectan a la población más vulnerable, niños y personas mayores de bajos estratos.

En general, las aguas residuales contienen aproximadamente un 99,9 % de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia

carbonácea, proteínas y grasas (Covarrubias, De la Garza y Colunga, 2011).

Las aguas residuales domésticas se pueden clasificar como: aguas negras, que proceden de los inodoros, son aguas con sólidos, elementos en suspensión y elevada carga orgánica (Covarrubias *et al.*, 2011) y las aguas servidas, también conocidas como aguas grises, que proceden de las descargas sanitarias como lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos;

son aguas con carga orgánica media (Domínguez y Salazar, 2008; RAS, 2000).

Las aguas residuales del sector doméstico de la cuenca del río Guayuriba, tienen diferentes puntos de disposición final, tales como, sistemas de canalización a fuentes hídricas y potreros, sistema común de alcantarillado veredal y pozo séptico. También es común encontrar en la cuenca que no se realiza ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales antes de ser vertidas (Figura 26).

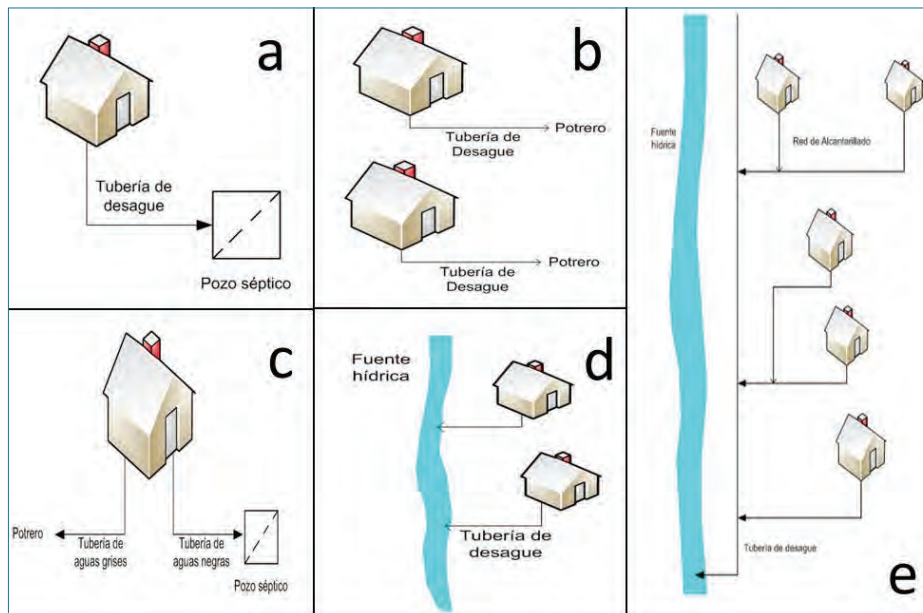


Figura 26. Sistemas de vertimiento de Aguas Residuales Domésticas (ARD) en la cuenca del río Guayuriba. a. Vertimiento de ARD a pozo séptico. b. Vertimiento de ARD a potrero. c. Vertimiento de ARD a pozo séptico y a potrero. d. Vertimiento de ARD a fuente hídrica. e. Vertimiento de ARD a red de alcantarillado veredal.



Tanque de distribución de agua para uso doméstico.

A continuación se realiza una caracterización en donde se describen los sistemas de vertimiento de aguas residuales empleados por el sector doméstico de la cuenca:

Vertimiento de ARD a pozo séptico: las ARD en este sistema de vertimiento, están dirigidas a un pozo séptico, el cual puede estar elaborado en tierra, en cemento o en plástico por medio de tanques enterrados.

Vertimiento de ARD a potrero: este sistema consiste en el vertimiento tanto de aguas negras como aguas grises, a un potrero cercano a la vivienda. Este sistema es el más común usado en la zona alta de la cuenca. Las aguas son vertidas a fuentes cercanas a la vivienda.

Vertimiento de ARD a pozo séptico y a potrero: este sistema realiza la separación de las aguas

negras las cuales son vertidas a un pozo séptico y las aguas grises al potrero más cercano a la vivienda. Las aguas negras son separadas con el fin de tener un mayor control sobre materia orgánica.

Vertimiento de ARD a fuente hídrica: en este sistema, las ARD son vertidas directamente a una fuente hídrica, generalmente es usado en las viviendas que se encuentran cercanas a un río, caño o quebrada.

Vertimiento de ARD a red de alcantarillado veredal: este sistema consiste en la recolección, transporte y disposición final de las aguas de cada una de las viviendas de una vereda y es comúnmente utilizado en las poblaciones que se encuentran concentradas en una misma área, a través de una red de alcantarillado en donde normalmente la disposición final es en una fuente hídrica.

ANÁLISIS PARTICIPATIVO DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA

El análisis de la HH tuvo dos componentes: el primero basado en el balance de la oferta natural disponible de agua azul vs. la HH azul; es decir, se revisó cuánta agua está naturalmente disponible de forma superficial y se comparó con la cantidad de agua demandada por los tres sectores. En este sentido se pudo conocer en qué épocas del año y en qué subcuencas se presentan puntos críticos sobre el recurso. Asimismo, se realizaron conversatorios con los principales actores que hacen uso del recurso hídrico de la cuenca, con el fin de dar a conocer los resultados del estudio y de recoger sus percepciones acerca de la evolución del agua en los últimos años.

A continuación se presentan los balances hídricos de cada una de las subcuencas que componen la cuenca del río Guayuriba organizadas por zona alta, media y baja, incluyendo las percepciones de los actores.

Zona alta

Como se puede observar en los balances de oferta y demanda del recurso hídrico de cada una de las treinta y tres subcuencas de la zona alta, en ningún momento del año se presentan problemas por escasez del recurso, a pesar de la disminución de la oferta natural en el periodo de sequía (diciembre–marzo) (Figura 27). Esta situación obedece principalmente a dos factores; primero, la cobertura vegetal boscosa que favorece la dinámica del agua; y segundo, la demanda o el uso del agua destinado principalmente al sector doméstico con

predominancia rural, con excepción de la subcuenca Río Sardinata de donde se abastece la población del casco urbano del municipio de Acacías.

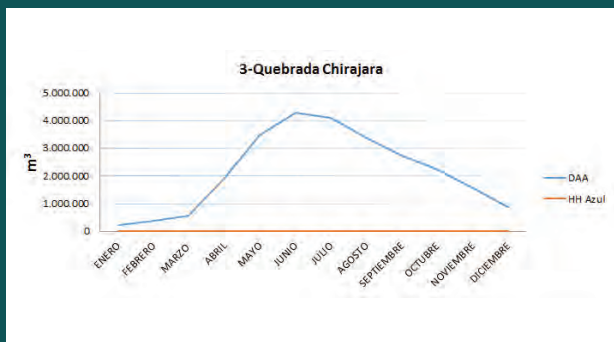
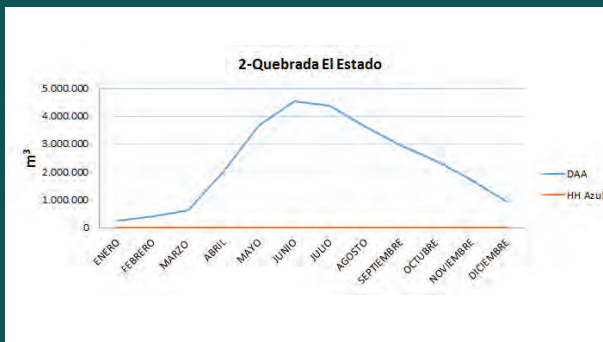
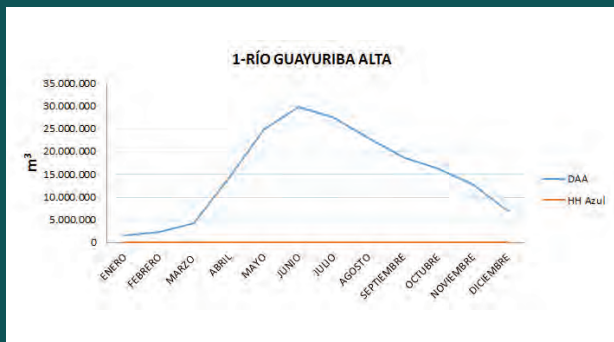
Por otro lado, el sector agrícola está relacionado principalmente con producción de pancoger y cultivos comerciales a pequeña escala que abastecen la mayor parte los mercados locales, y el sector industrial, representado por la extracción de material pétreo.

Según la percepción de las comunidades de la zona alta el recurso hídrico es *abundante y de buena calidad*, a pesar de que cada vez llegan más personas y de las grandes obras civiles, como la construcción de la doble calzada Bogotá-Villavicencio. En este sentido, consideran que se debe prestar mayor atención y regulación a las concesiones de agua, así como generar procesos de educación ambiental frente al cuidado del recurso. Los representantes del sector industrial mencionan que los pocos cambios que se han generado son producto de la dinámica natural y señalan la importancia del control para la conservación del recurso.

Finalmente, a partir del análisis realizado, basado en el concepto de la HH, se concluye que la zona alta de la cuenca del río Guayuriba, tiene la capacidad de abastecer las necesidades de los sectores domésticos, industriales y agrícolas, y que sus comunidades son conscientes del recurso con el que cuentan y de la importancia de generar procesos en procura de su conservación.

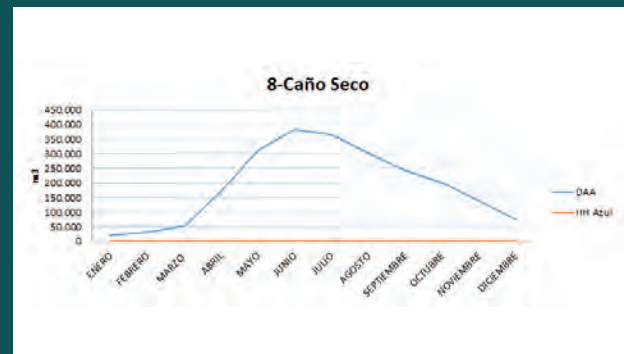
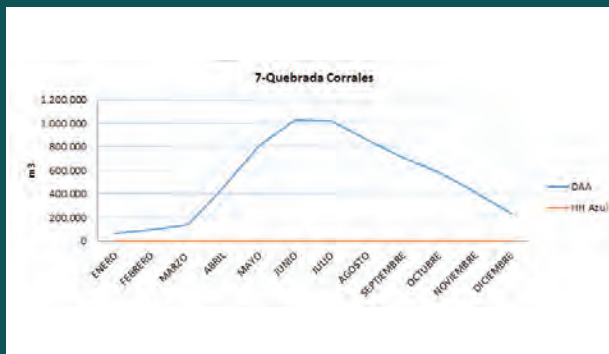
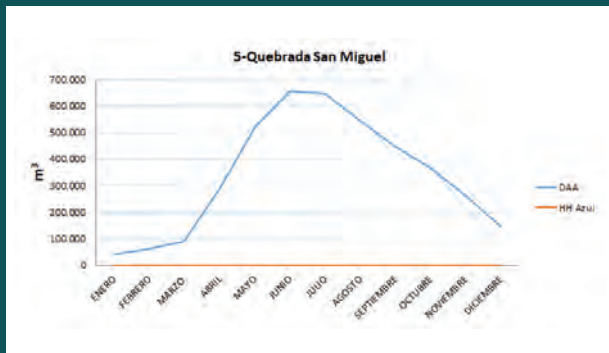
Figura 27. Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



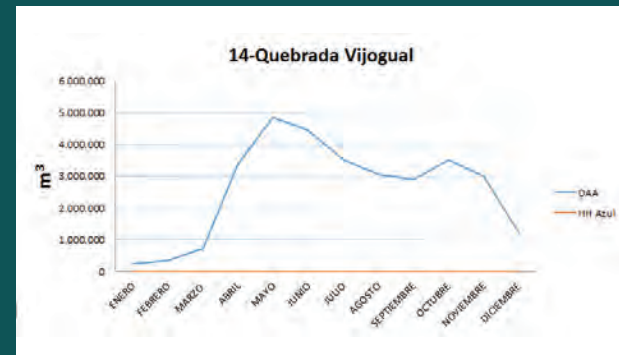
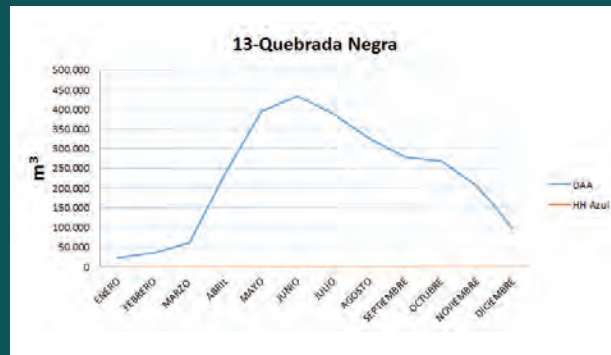
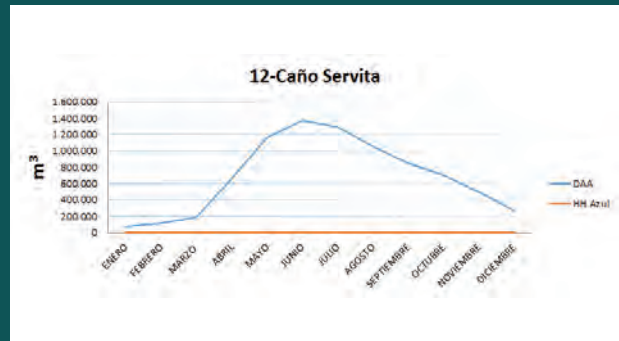
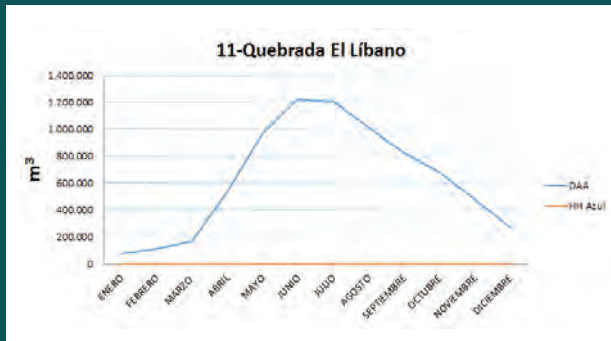
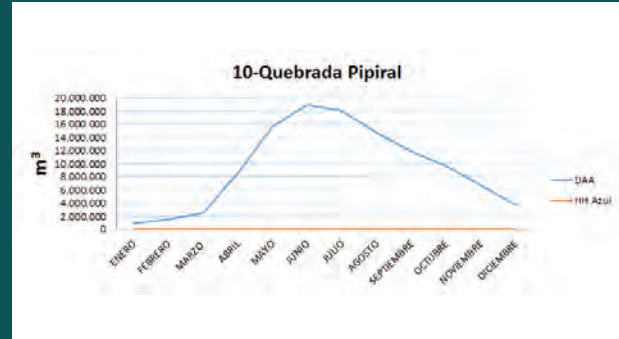
Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



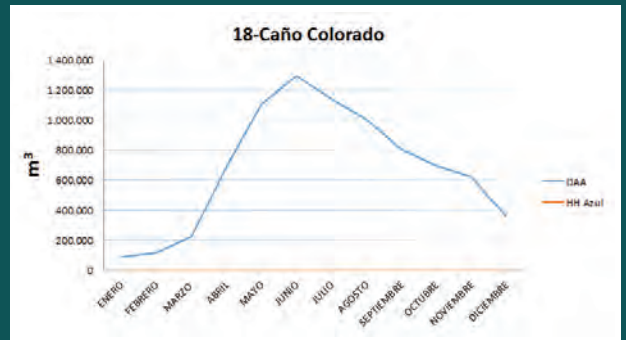
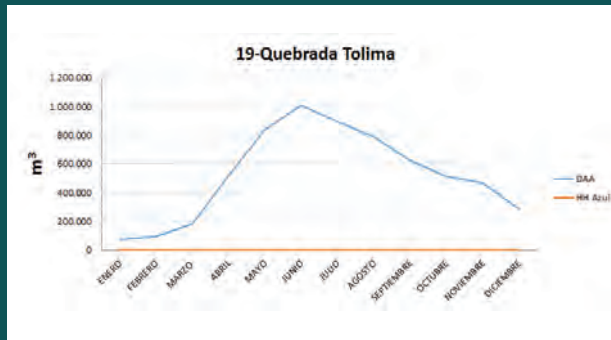
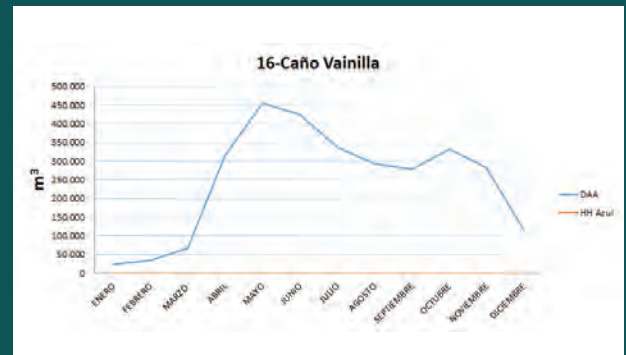
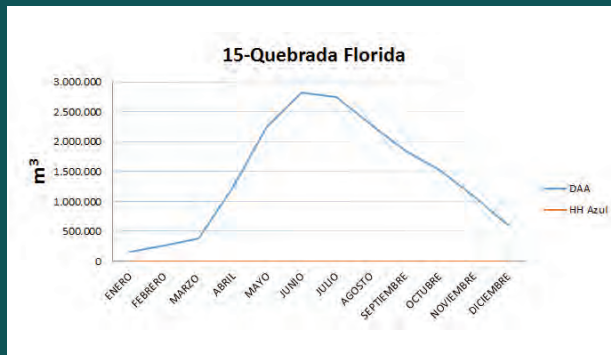
Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



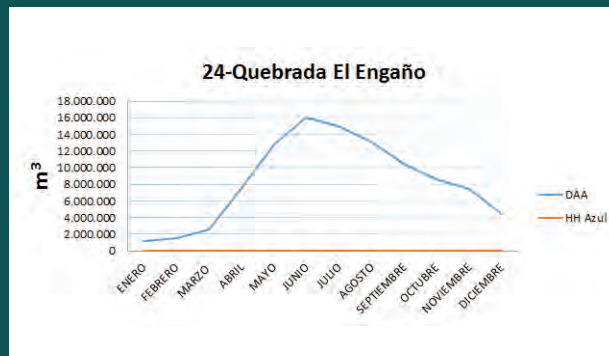
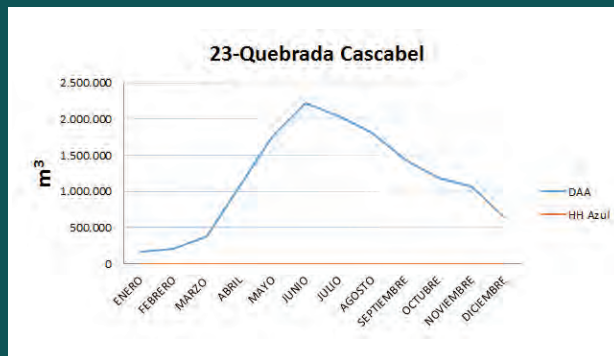
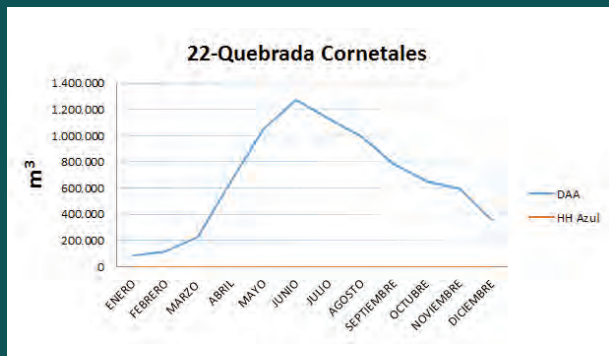
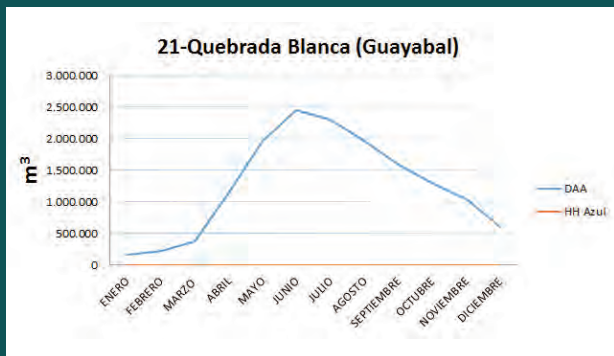
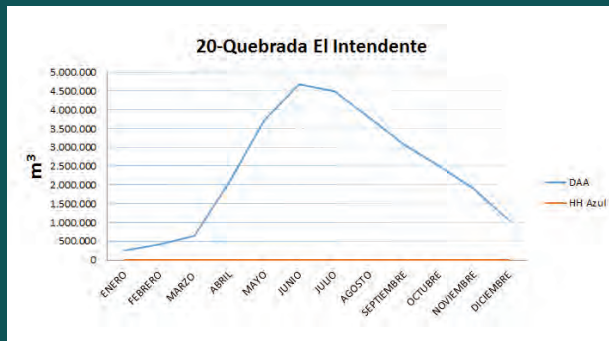
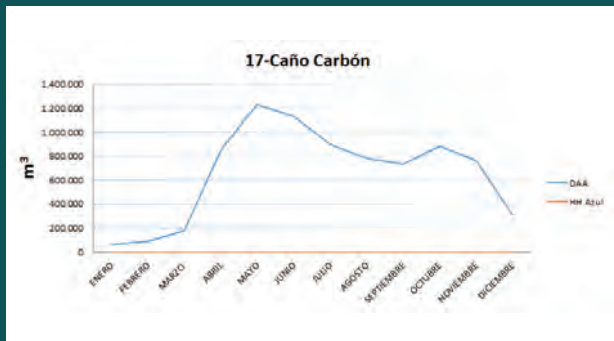
Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



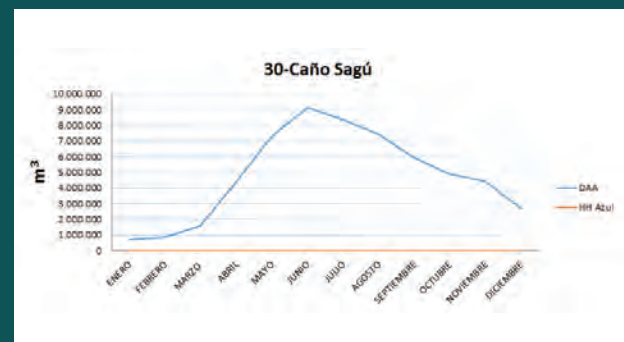
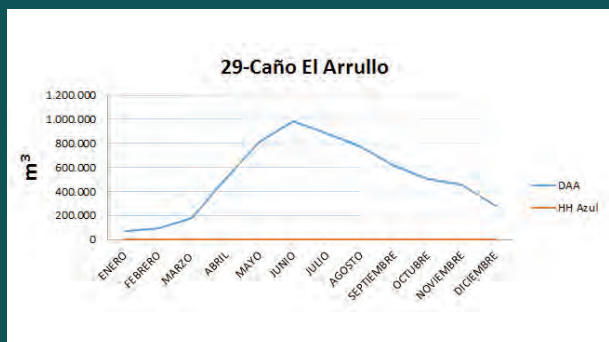
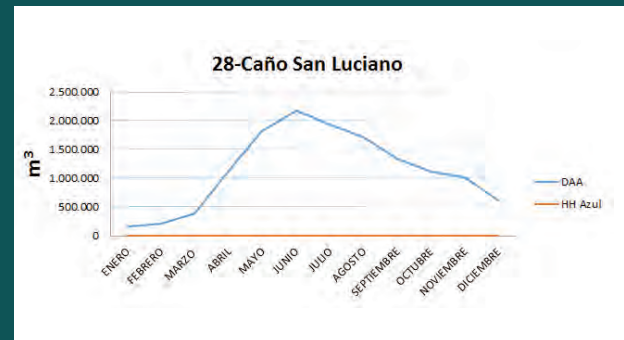
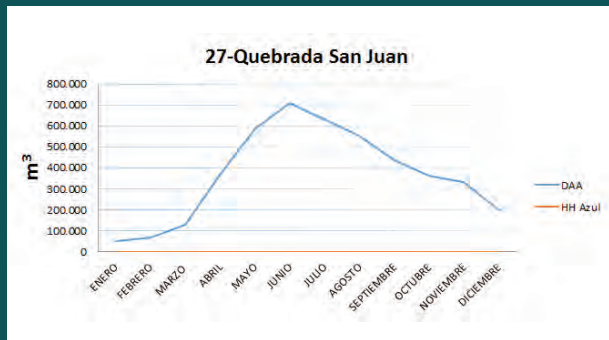
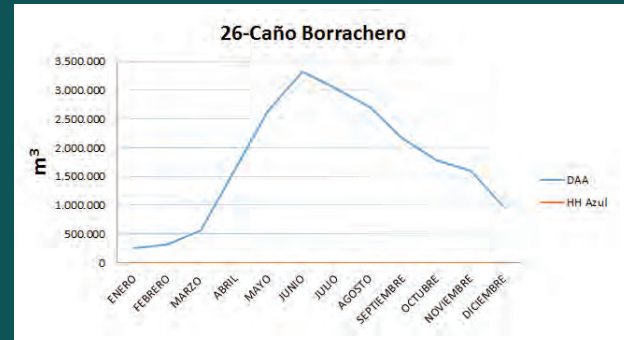
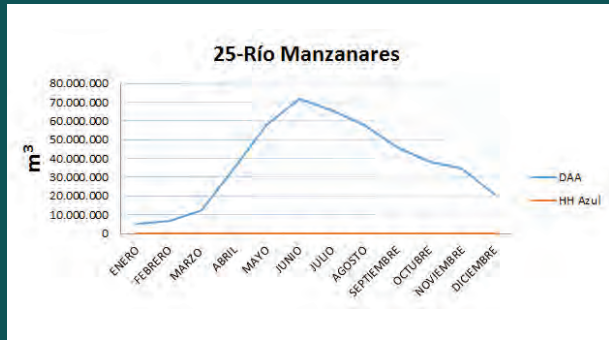
Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



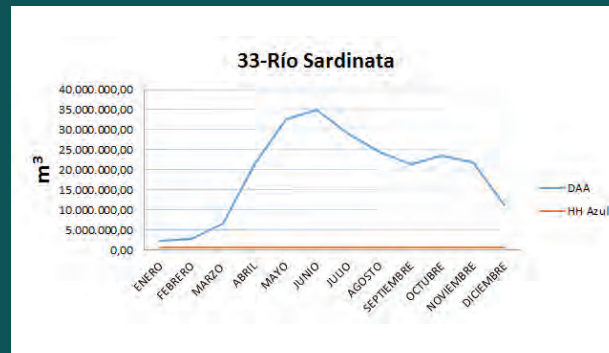
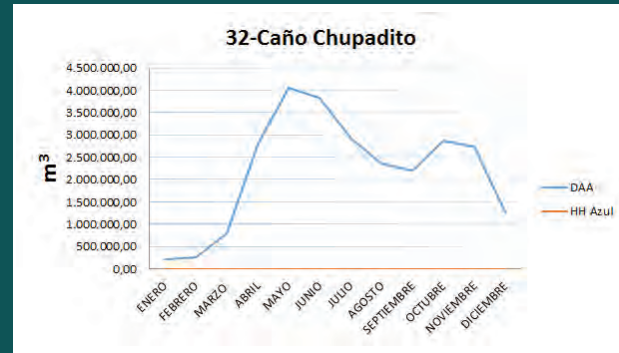
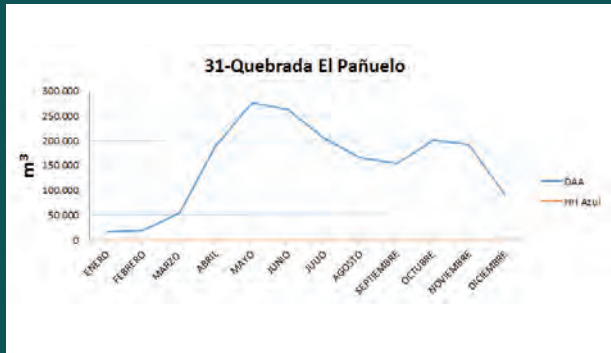
Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



Cont. **Figura 27.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona alta.

Zona alta



Zona media

La zona media de la cuenca está conformada por subcuencas denominadas Río Guayuriba-Acacías media y Río Guayuriba Villavicencio media; allí se desarrolla la actividad industrial representada principalmente por la extracción de material pétreo y los vertimientos del agua que provienen de la producción de hidrocarburos. En el sector agrícola los cultivos ocupan las siguientes áreas: palma de aceite (355 ha), arroz (701 ha), cítricos (2 ha) Maíz (2 ha), soya (15 ha) y pastos (44 ha). De acuerdo con FAO (2011), el sector agrícola consume más del 70 % del agua total extraída por el hombre. En cuanto al sector doméstico, se identifican centros poblados y caseríos con una población de 1.424 personas.

En la subcuenca Río Guayuriba-Acacías Media se identificó estrés hídrico en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, donde la disponibilidad del agua está por debajo de la HH o demanda de agua, asimismo, que el sector agrícola es el mayor demandante de agua para sustentar los cultivos, sumado a un canal que trasvasa agua para cultivos en otra cuenca sin que haya flujo de retorno. Por otro lado, el aporte de aguas de producción petrolera que hace el vertimiento Castilla, aumenta la disponibilidad del recurso en esta subcuenca, sin embargo, el déficit del recurso en los meses de enero, febrero y marzo se mantiene. Por su

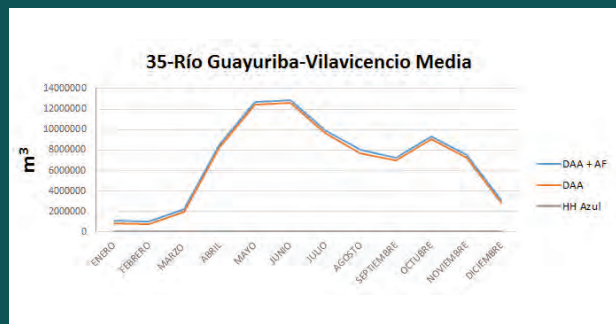
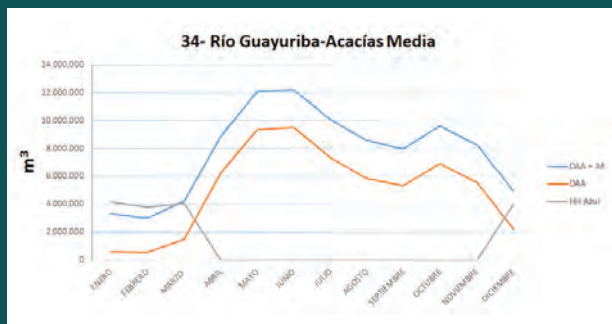
parte, en la subcuenca Río Guayuriba Villavicencio media la HH no supera en ninguna época del año la disponibilidad del recurso que también tiene aportes del vertimiento Suria.

Para efectos del balance hídrico se considera de forma positiva el volumen de agua que ingresa a las subcuencas por los aportes de agua de producción de hidrocarburos, debido a que aumenta la disponibilidad del recurso. Sin embargo, en este caso no se realiza otro análisis de la condición físico-química que permita emitir otros conceptos.

De acuerdo con la percepción de las comunidades que integran la zona media de la cuenca, el recurso hídrico era abundante y no disminuía en la época seca, sin embargo, esto dejó de suceder cuando llegaron los grandes cultivos como la palma de aceite y el arroz, así como las empresas de extracción de material pétreo y los vertimientos de aguas de producción de petróleo. Además, mencionan que los factores que han desencadenado los problemas de escasez actuales han sido la disminución de los bosques y la vegetación ribereña, y la industria, que en sus inicios no tenía control de las autoridades. Por otro lado, mencionan que en la zona alta se han presentado manejos inadecuados que afectan en la zona media y baja de la cuenca.

Figura 28. Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona media.

Zona media



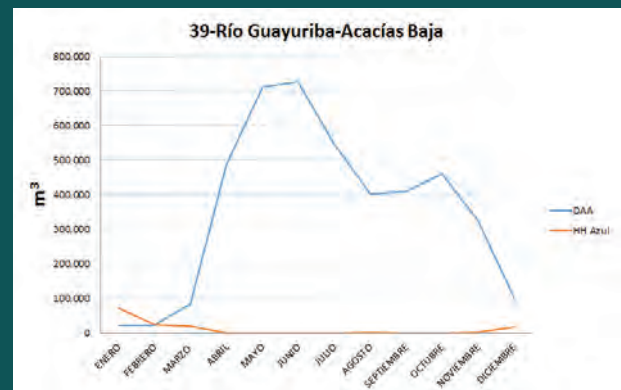
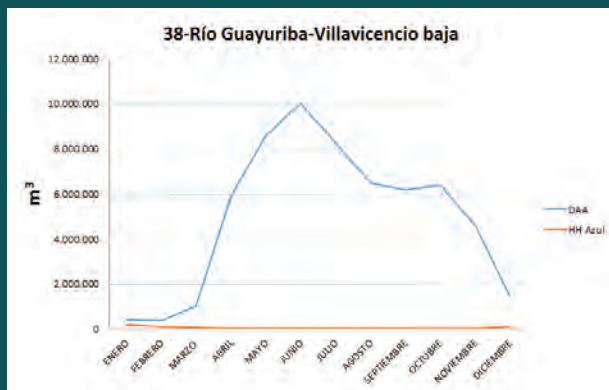
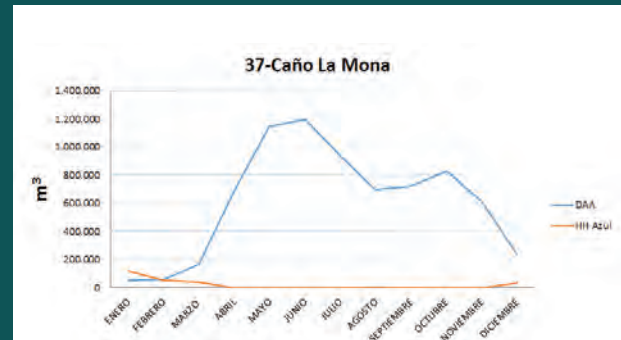
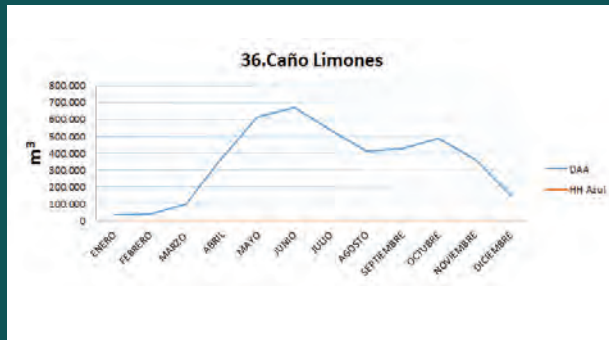
Zona baja

En la zona baja de la cuenca del río Guayuriba se encuentran la mayor cantidad de subcuencas con déficit hídrico principalmente en la época de sequía (Caño La Mona, Río Guayuriba-Acacias baja, Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja, Caño la Isla, Caño la Sierra, Río Guayuriba-Puerto López baja). En estas subcuencas la agricultura se destaca como la actividad económica que demanda la mayor cantidad de agua, con valores que van de 132.084 m³/año a 34'266.394 m³/año en Caño Arrecifes y Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja respectivamente, sin embargo, todas las subcuencas presentan procesos agrícolas. Por su parte, el sector industrial demanda en total para esta zona 82.328 m³/año y el doméstico 23.636 m³/año.

Según la percepción de las comunidades, los cambios en el río Guayuriba se han generado debido a la llegada de las grandes plantaciones de palma de aceite, "Antes no se presentaba dificultad por el agua", de igual manera reconocen que las plantaciones los benefician con el empleo. En la época de sequía aparecen las dificultades para abastecerse de agua y es necesario realizar grandes recorridos en busca de una fuente de agua "segura"; por otro lado, aquellos que viven de la pesca se ven afectados debido a que el nivel del río y la cantidad de peces cambian, además de su "sabor"; esto modifica la dinámica socioeconómica de los pobladores que tiene el río como su modo de vida.

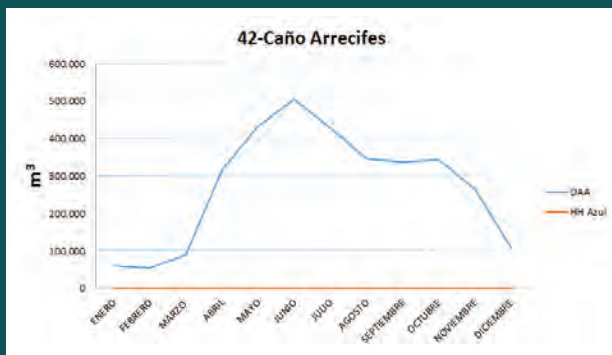
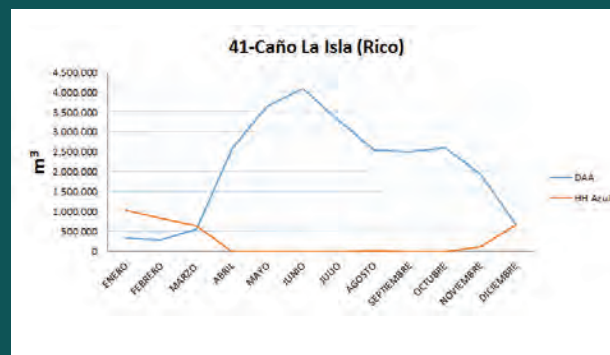
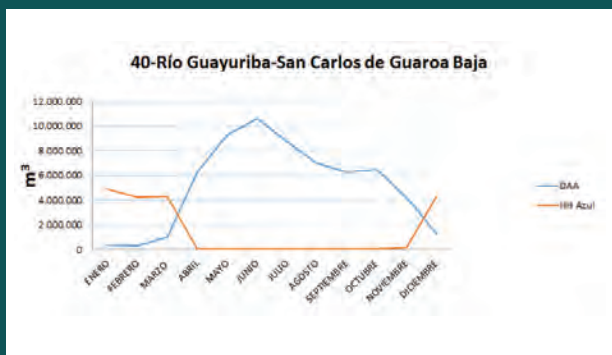
Figura 29. Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona baja.

Zona baja



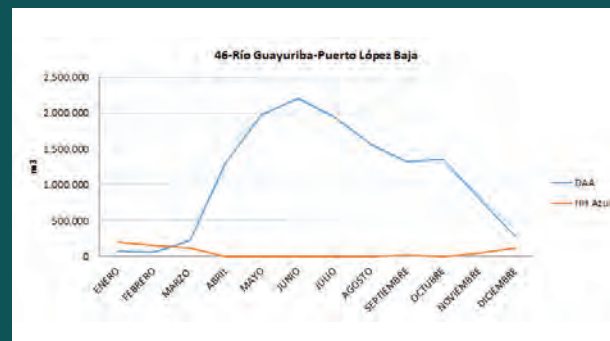
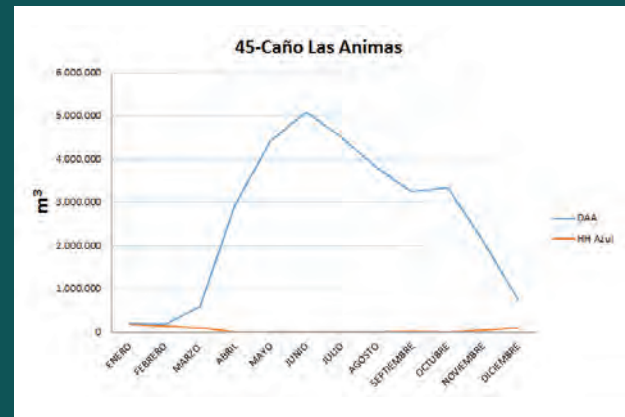
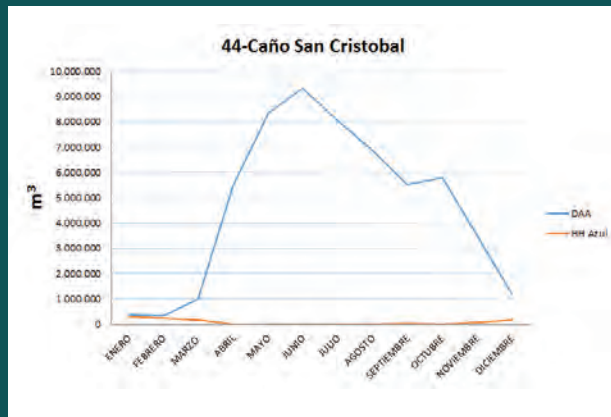
Cont. **Figura 29.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona baja.

Zona baja



Cont. **Figura 29.** Balance de oferta y demanda del recurso hídrico por subcuenca, zona baja.

Zona baja



HOT-SPOTS HÍDRICOS EN LA CUENCA

Un *hot-spot* es un punto crítico donde se identifica que la HH es mayor que la oferta hídrica y puede darse en un momento particular del año, en una subcuenca específica. En tal punto, se producen problemas de escasez de agua, contaminación u otros conflictos. En la cuenca del río Guayuriba se determinó que siete de la subcuenzas presentan *hot-spot* y que estos están influenciados por el sector agrícola y dentro de este, por el cultivo de palma de aceite. A continuación se listan las subcuenzas con

hot-spot, en orden descendente de mayor a menor déficit: Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja, Río Guayuriba-Acacías media, Caño La Isla (Rico), Caño La Sierra, Río Guayuriba-Puerto López baja, Caño La Mona, Río Guayuriba-Acacías baja. Aunque esta última recibe aportes de aguas provenientes de la producción de hidrocarburos, sigue presentando escasez hídrica. En general el periodo de déficit se presenta entre los meses de diciembre y marzo, correspondiente con la época de sequía (Figura 27).

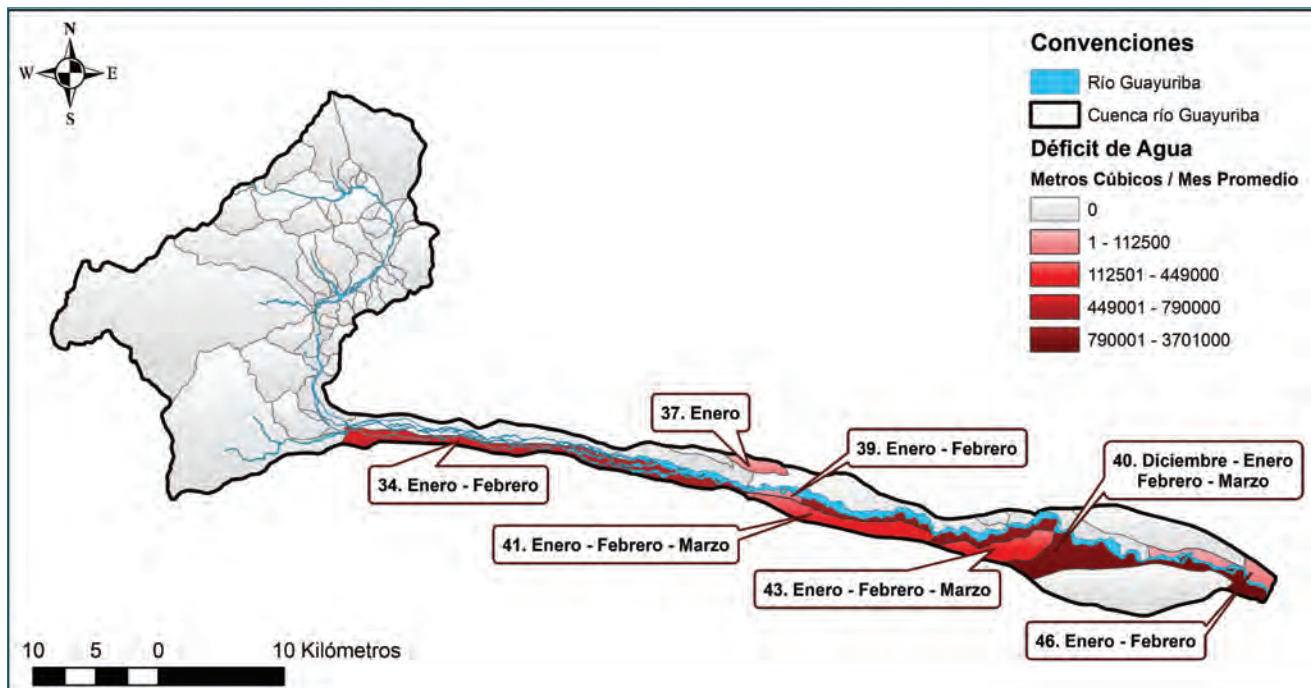


Figura 27. Ubicación geográfica de los *hot-spots* en la cuenca del río Guayuriba.

CONCLUSIONES

A través del indicador de HH se determinó que de los sectores estudiados, el agrícola es el que demanda mayor cantidad de agua, con una HH azul del 87,3 %, seguido del doméstico 12,5 % e industrial con 0,2 %. En el caso de la HH verde este sector es responsable del 100 %.

En la zona baja de la cuenca del río Guayuriba, donde se presenta la mayor extensión de cultivos destacando el de palma de aceite, la HH o demanda de agua es superior a la oferta natural del recurso.

Asimismo, en esta zona se identificaron seis de los siete *hot-spots* hídricos determinados en la cuenca.

El indicador de HH se convierte en una herramienta de gestión del recurso hídrico, debido a que permite establecer balances e identificar situaciones de presión sobre el mismo, en un lugar y tiempo determinado, así como visibilizar la actividad que la genera, para establecer sinergias sectoriales en procura de optimizar dicha gestión.



Talleres con la comunidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, J. (1993). *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro political futures would be impossible*. London: ODA.

Arango, J., Martínez, V., Ríos, J. (2013). *Determinación de la Huella Hídrica del Sector Doméstico en la Cuenca del río Porce*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Covarrubias, Y., De la Garza, L. M. y Colunga, E. M. (2011). Manejo de aguas residuales domésticas descargadas a fosas sépticas. *Ciencia Abierta* (28).

Domínguez, A., y Salazar, M. L. (2008). Panorama de la utilización de aguas residuales, aguas grises y lodos en la agricultura, acuicultura, industrias y edificaciones en el Brasil. *REGA*, 5(1), 13-24.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2010). *CROPWAT 8.0 Model*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, Recuperado de: <http://www.fao.org/nr/water/infores/databases/cropwat.html>.

Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M. y Mekonnen, M. (2009). *Water Footprint Manual. State of the art*. 2009 Water Footprint Network. Recuperado de: <http://purl.utwente.nl/publications/77211>

Hoekstra, A. Y. y Hung, P. Q. (2002). *Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series No 11*. Netherlands: UNESCO-IHE, Delft. Recuperado de: www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf

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

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2004). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento del Meta*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MVDT). (2002). *Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales*. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2014). *Obtenido de Agua, Saneamiento y Salud (ASS)*. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/es/.

Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and urbanization* 4(2). Recuperado de: <http://eau.sagepub.com/content/4/2/121.full.pdf+html>

Reglamento Técnico del sector de Agua potable y Saneamiento Básico - RAS. (2000). *Sistema de Recolección y Evaluación de Aguas Residuales Domésticas y Pluviales*. Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico.

WWAP (World Water Assessment Programme). (2006). *The United Nations World Water Development Report 2: Water: A Shared Responsibility*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, and New York: Berghahn Books.

LISTADO DE PARTICIPANTES EN EL COMPONENTE HUELLA HÍDRICA

Nombre	Formación	E-mail
Juan Manuel Trujillo González	Ingeniero Agrónomo	jtrujillo@unillanos.edu.co
Naisly Ada Tovar Hernández	Ingeniero Agrónomo	naislytovar@gmail.com
Sandra Milena Delgado García	Licenciada en Producción Agropecuaria	sandra.delgado@unillanos.edu.co
Marco Aurelio Torres Mora	Biólogo	mtorres38@gmail.com
Ángel Horacio Rodríguez Pérez	Estudiante de Ingeniería Agronómica	angelrodriguez1087@gmail.com
Camilo Castañeda Cardona	Estudiante de Ingeniería Agronómica	camilocastanedac@gmail.com
Cluadia Tatiana Sierra	Estudiante de Ingeniería Agronómica	tatianasierra2331@gmail.com
David Andrés Vargas	Ingeniero Agrónomo	dava82@live.com
David Mauricio Amaya	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	mauricioamayap@hotmail.com
Eliana Marín Álvarez	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	elis.1414@hotmail.com
John Jairo Rincón	Ingeniero Agrónomo	rincon.jairo83@gmail.com
Juan David Mahecha Pulido	Ingeniero Agrónomo	jdmahechap@gmail.com
Julio Andrés Castaño Arboleda	Conductor	
Marcio Baquero Galvis	Geógrafo	baquero.marcio@gmail.com
Oscar Iván Vargas Pineda	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	bambam3004@hotmail.com
Oscar Javier Díaz Celis	Ingeniero Electrónico	oscardiazcelis@gmail.com
Oscar Javier Gutiérrez Oviedo	Estudiante de Ingeniería Agronómica	ing.javier@hotmail.es
Sergio Alejandro Martínez Díaz	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	ingmartinezdiaz@hotmail.com
Sindy del Pilar Guzmán	Estudiante de Ingeniería agronómica	pilar.guzman@hotmail.com

ANEXO 1. Características morfométricas de las subcuencas.

ID	Nombre	Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce (km)	Altura máxima del cauce (m.s.n.m.)	Altura mínima del cauce (m.s.n.m.)
1	Río Guayuriba alta	60,511	125,171	-	-	-
2	Quebrada El Estado	9,211	13,969	5,418	2.338	951
3	Quebrada Chirajara	8,387	12,665	5,329	2.424	946
4	Quebrada Las Minas	6,872	11,61	3,908	1.996	887
5	Quebrada San Miguel	1,473	5,078	1,921	1.708	876
6	Quebrada Susumuco	16,085	21,512	4,524	2.563	858
7	Quebrada Corrales	2,360	6,651	2,324	1.873	849
8	Caño Seco	0,754	3,485	1,307	1.527	843
9	Quebrada Esperanza	1,256	4,704	1,708	1.449	750
10	Quebrada Pipiral	35,879	26,482	16,775	3.402	746
11	Quebrada El Líbano	2,710	6,879	2,363	1.528	727
12	Caño Servitá	2,549	7,475	2,51	1.035	727
13	Quebrada Negra	1,016	5,364	2,392	1.077	709
14	Quebrada Vijogual	13,268	16,077	4,518	1.123	691
15	Quebrada Florida	5,958	11,919	4,482	1.575	688
16	Caño Vainilla	1,268	5,603	2,115	1.083	686
17	Caño Carbón	3,314	8,762	3,291	1.062	684
18	Caño Colorado	2,294	7,334	3,766	1.060	673
19	Quebrada Tolima	1,665	5,653	2,314	1.095	645
20	Quebrada El Intendente	9,678	14,926	5,675	1.841	643
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	4,780	13,313	5,02	1.653	640
22	Quebrada Cornetales	2,105	6,24	2,427	1.153	639
23	Quebrada Cascabel	4,233	10,181	4,283	1212	638

ID	Nombre	Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce (km)	Altura máxima del cauce (m.s.n.m.)	Altura mínima del cauce (m.s.n.m.)
24	Quebrada El Engaño	31,605	33,233	13,565	2023	632
25	Río Manzanares	132,720	61,279	25,06	3549	628
26	Caño Borrachero	6,256	11,659	4,565	1305	627
27	Quebrada San Juan	1,171	4,456	1,612	971	625
28	Caño San Luciano	3,615	9,452	4,367	1166	587
29	Caño El Arrullo	1,654	5,262	1,177	849	574
30	Caño Sagú	17,355	18,964	7,076	1567	556
31	Quebrada El Pañuelo	0,706	4,509	2,302	698	517
32	Caño Chupadito	9,524	13,951	6,071	885	516
33	Río Sardinata	83,421	47,284	16,421	2322	501
34	Río Guayuriba - Acacias media	30,048	69,033	-	-	-
35	Río Guayuriba - Villavicencio media	39,328	71,515	-	-	-
36	Caño Limones	2,465	11,509	5,885	333	308
37	Caño La Mona	4,507	11,426	5,421	310	288
38	Río Guayuriba - Villavicencio baja	43,797	78,13	-	-	-
39	Río Guayuriba - Acacias baja	2,465	9,892	-	-	-
40	Río Guayuriba - San Carlos de Guaroa baja	45,187	100,13	-	-	-
41	Caño La Isla (Rico)	15,564	32,499	17,905	299	246
42	Caño Arrecifes	2,143	6,562	3,506	237	232
43	Caño La Sierra	12,365	20,826	10,251	243	221
44	Caño San Cristóbal	41,857	33,907	20,889	227	194
45	Caño Las Ánimas	25,227	30,54	14,96	213	191
46	Río Guayuriba - Puerto López baja	9,421	26,787	-	-	-

ANEXO 2. Huella hídrica azul del sector industrial (m³/mes).

ID	Nombre subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	Guayuriba parte alta	290,8	275,2	287,5	250,6	248,3	235,6	256,5
34	Río Guayuriba Acacias media	362,0	367,9	369,1	320,3	311,1	291,4	314,2
35	Río Guayuriba Villavicencio media	1.258,5	1191,0	1.244,4	1.084,5	1.074,7	1.019,5	1.110,0
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	10.458,5	5633,8	3.285,8	9.320,9	11.250,8	7.737,3	9.327,0

ID	Nombre subcuenca	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Guayuriba parte alta	282,6	285,4	275,3	680,3	775,5
34	Río Guayuriba Acacias media	346,2	355,0	346,2	328,3	342,4
35	Río Guayuriba Villavicencio media	1.223,2	1.235,0	1.191,4	1.105,0	1.148,9
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	9.646,3	3.110,1	4.429,1	5.577,8	2.551,1

ANEXO 3. Huella hídrica azul del sector agrícola (m³/mes).

ID	Nombre subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
34	Río Guayuriba Acacías media	4.202.328,1	3.764.038,8	4.052.458,7	0	0	0
35	Río Guayuriba Villavicencio media	910,0	706,3	447,5	0	0	0
36	Caño Limones	0	0	0	0	0	0
37	Caño La Mona	121.87,6	50.891,7	38.707,4	0	0	0
38	Río Guayuriba Villavicencio baja	152.531,9	81.317,9	63.068,8	0	0	0
39	Río Guayuriba Acacías baja	71.667,8	25.446,2	19.354,0	0	0	0
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	4.908.478,0	4.240.250,8	4.297.988,5	0	0	0
41	Caño Rico	1.037.723,4	824.773,0	646.274,7	0	0	0
42	Caño Arrecifes	0	0	0	0	0	0
43	Caño La Sierra	492.837,4	391.908,7	307.439,7	0	0	0
44	Caño San Cristóbal	294.581,1	236.949,5	169.495,5	0	0	0
45	Caño Las Ánimas	175.783,5	141.158,5	100.436,3	0	0	0
46	Río Guayuriba Puerto López baja	192.870,7	152.526,8	109.105,9	0	0	0

Cont. ANEXO 3. Huella hídrica azul del sector agrícola (m³/mes).

ID	Nombre subcuena	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
34	Río Guayuriba Acacías media	0	552,9	0	0	0	3.994.090,3
35	Río Guayuriba Villavicencio media	0	0	0	0	0	518,6
36	Caño Limones	0	0	0	0	0	0.0
37	Caño La Mona	0	3.267,1	0	0	2.721,9	36.656,0
38	Río Guayuriba Villavicencio baja	0	0	0	0	10.197,4	65.338,8
39	Río Guayuriba Acacías baja	0	1.633,6	0	0	1.361,0	18.328,3
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	0	26.098,6	0	0	180.868,4	4.321'688,4
41	Caño Rico	0	16.091,8	0	0	119.971,7	662.769,0
42	Caño Arrecifes	0	0	0	0	0	0
43	Caño La Sierra	0	8.496,6	0	0	5.881,2	314.932.4
44	Caño San Cristóbal	0	0	35.790,6	0	66.896,2	180.215,9
45	Caño Las Ánimas	0	0	20.162,6	0	39.009,2	107.285,7
46	Río Guayuriba Puerto López baja	0	0	23.038.7	0.0	43.061,8	116.006,8

ANEXO 4. Huella hídrica verde del sector agrícola (m³/mes).

ID	Nombre subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
34	Río Guayuriba Acacias media	67.106	111.138	227.561	459.265	546.878	462.081
35	Río Guayuriba Villavicencio media	10.650	18.703	38.065	445.446	487.537	468.586
36	Caño Limones	83	168	298	655	1.455	1.341
37	Caño La Mona	14.626	31.615	57.262	180.200	217.223	200.466
38	Río Guayuriba Villavicencio baja	56.378	27.884	52.294	964.304	1.048.841	1.036.751
39	Río Guayuriba Acacias baja	9.062	23.333	41.349	41.850	50.554	46.614
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	170.037	386.343	727.574	2.326.718	2.454.116	2.434.207
41	Caño Rico	225.589	512.563	965.276	2.611.741	2.743.812	2.721.553
42	Caño Arrecifes	0	0	0	22.406	37.963	37.539
43	Caño La Sierra	53.034	120.500	226.929	729.566	219.881	760.241
44	Caño San Cristóbal	31.834	69.455	150.041	635.396	668.923	668.190
45	Caño Las Ánimas	19.185	41.858	90.424	472.860	489.414	488.877
46	Río Guayuriba Puerto López baja	21.341	44.709	96.583	252.634	261.375	261.089

Cont. ANEXO 4. Huella hídrica verde del sector agrícola (m³/mes).

ID	Nombre subcuenca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
34	Río Guayuriba Acacias media	360.555	330.168	394.918	425.217	304.993	200.459
35	Río Guayuriba Villavicencio media	378.220	60.497	63.841	96.638	66.631	22.404
36	Caño Limones	1.008	292.847	193	422	307	116
37	Caño La Mona	150.856	58.774	89.330	122.457	87.977	30.393
38	Río Guayuriba Villavicencio baja	780.055	110.881	225.183	375.654	267.621	85.799
39	Río Guayuriba Acacias baja	35.024	66.690	77.217	87.147	63.326	23.984
40	Río Guayuriba San Carlos de Guaroa baja	1.831.628	1.363.765	1.464.401	1.596.267	1.122.014	314.627
41	Caño Rico	2.047.842	1.803.178	1.942.829	2.117.775	1.488.581	417.417
42	Caño Arrecifes	28.265	6.804	0	0	0	0
43	Caño La Sierra	572.046	423.913	456.744	497.873	349.954	98.131
44	Caño San Cristóbal	526.264	292.407	226.842	296.074	176.977	66.784
45	Caño Las Ánimas	385.038	172.529	136.709	178.432	106.657	40.248
46	Río Guayuriba Puerto López baja	205.632	184.281	153.924	211.118	126.195	47.621

ANEXO 5. Huella hídrica azul del sector doméstico (m³/mes).

ID	SubCuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	Río Guayuriba parte alta	866	782	866	838	866	838
2	Quebrada El Estado	70	63	70	68	70	68
3	Quebrada Chirajara	49	45	49	48	49	48
4	Quebrada Las Minas	7	6	7	6	7	6
5	Quebrada San Miguel	3	3	3	3	3	3
6	Quebrada Susumuco	196	177	196	190	196	190
7	Quebrada Corrales	40	37	40	39	40	39
8	Caño Seco	13	12	13	13	13	13
9	Quebrada Esperanza	3	3	3	3	3	3
10	Quebrada Pipiral	608	549	608	589	608	589
11	Quebrada El Líbano	5	5	5	5	5	5
12	Caño Servitá	60	55	60	59	60	59
13	Quebrada Negra	33	30	33	32	33	32
14	Quebrada Vijogual	460	415	460	445	460	445
15	Quebrada Florida	12	11	12	12	12	12
16	Caño Vainilla	8	8	8	8	8	8
17	Caño Carbón	20	18	20	20	20	20
18	Caño Colorado	12	11	12	11	12	11
19	Quebrada Tolima	5	4	5	5	5	5
20	Quebrada El Intendente	19	17	19	18	19	18
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	7	6	7	7	7	7
22	Quebrada Cornetales	1	1	1	1	1	1
23	Quebrada Cascabel	9	8	9	9	9	9
24	Quebrada El Engaño	39	35	39	37	39	37

Cont. ANEXO 5. Huella hídrica azul del sector doméstico (m³/mes).

ID	Subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
25	Río Manzanarez	231	209	231	224	231	224
26	Caño Borrachero	14	13	14	14	14	14
27	Quebrada San Juan	0	0	0	0	0	0
28	Caño San Luciano	9	8	9	9	9	9
29	Caño EL Arrullo	14	13	14	14	14	14
30	Caño Sagú	80	72	80	77	80	77
31	Quebrada El Pañuelo	7	6	7	7	7	7
32	Caño Chupado	107	97	107	104	107	104
33	Río Sardinata	536.592	484.664	536.592	519.283	536.592	519.283
34	Río Guayuriba-Acacías media	156	141	156	151	156	151
35	Río Guayuriba-Villavicencio media	506	457	506	490	506	490
36	Caño Limones	20	18	20	19	20	19
37	Caño La Mona	32	29	32	31	32	31
38	Río Guayuriba-Villavicencio baja	593	536	593	574	593	574
39	Río Guayuriba-Acacías baja	4	4	4	4	4	4
40	Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja	475	429	475	460	475	460
41	Caño La Isla (Rico)	9	8	9	9	9	9
42	Caño Arrecifes	6	5	6	5	6	5
43	Caño La Sierra	129	117	129	125	129	125
44	Caño San Cristóbal	462	417	462	447	462	447
45	Caño Las Ánimas	185	167	185	179	185	179
46	Río Guayuriba-Puerto López baja	92	83	92	89	92	89

ID	Subcuenca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Río Guayuriba parte alta	866	866	838	866	838	866
2	Quebrada El Estado	70	70	68	70	68	70
3	Quebrada Chirajara	49	49	48	49	48	49
4	Quebrada Las Minas	7	7	6	7	6	7
5	Quebrada San Miguel	3	3	3	3	3	3
6	Quebrada Susumuco	196	196	190	196	190	196
7	Quebrada Corrales	40	40	39	40	39	40
8	Caño Seco	13	13	13	13	13	13
9	Quebrada Esperanza	3	3	3	3	3	3
10	Quebrada Pipiral	608	608	589	608	589	608
11	Quebrada El Líbano	5	5	5	5	5	5
12	Caño Servitá	60	60	59	60	59	60
13	Quebrada Negra	33	33	32	33	32	33
14	Quebrada Vijogual	460	460	445	460	445	460
15	Quebrada Florida	12	12	12	12	12	12
16	Caño Vainilla	8	8	8	8	8	8
17	Caño Carbón	20	20	20	20	20	20
18	Caño Colorado	12	12	11	12	11	12
19	Quebrada Tolima	5	5	5	5	5	5
20	Quebrada El Intendente	19	19	18	19	18	19
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	7	7	7	7	7	7
22	Quebrada Cornetales	1	1	1	1	1	1
23	Quebrada Cascabel	9	9	9	9	9	9
24	Quebrada El Engaño	39	39	37	39	37	39
25	Río Manzanarez	231	231	224	231	224	231
26	Caño Borrachero	14	14	14	14	14	14

Cont. ANEXO 5. Huella hídrica azul del sector doméstico (m³/mes).

ID	Subcuenca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
27	Quebrada San Juan	0	0	0	0	0	0
28	Caño San Luciano	9	9	9	9	9	9
29	Caño EL Arrullo	14	14	14	14	14	14
30	Caño Sagú	80	80	77	80	77	80
31	Quebrada El Pañuelo	7	7	7	7	7	7
32	Caño Chupado	107	107	104	107	104	107
33	Río Sardinata	536.592	536.592	519.283	536.592	519.283	536.592
34	Río Guayuriba-Acacias media	156	156	151	156	151	156
35	Río Guayuriba-Villavicencio media	506	506	490	506	490	506
36	Caño Limones	20	20	19	20	19	20
37	Caño La Mona	32	32	31	32	31	32
38	Río Guayuriba-Villavicencio baja	593	593	574	593	574	593
39	Río Guayuriba-Acacias baja	4	4	4	4	4	4
40	Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja	475	475	460	475	460	475
41	Caño La Isla (Rico)	9	9	9	9	9	9
42	Caño Arrecifes	6	6	5	6	5	6
43	Caño La Sierra	129	129	125	129	125	129
44	Caño San Cristóbal	462	462	447	462	447	462
45	Caño Las Ánimas	185	185	179	185	179	185
46	Río Guayuriba-Puerto López baja	92	92	89	92	89	92

ANEXO 6. Oferta hídrica natural disponible (m³/mes).

ID	Subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	Río Guayuriba parte alta	5.255.892	5.725.629	8.030.473	17.954.287	28.534.172	33.352.745
2	Quebrada El Estado	749.715	851.445	1.115.048	2.491.553	4.146.653	5.016.063
3	Quebrada Chirajara	648.165	749.600	997.499	2.316.993	3.897.850	4.684.826
4	Quebrada Las Minas	633.968	693.518	863.591	1.746.884	2.812.431	3.435.892
5	Quebrada San Miguel	133.738	147.041	184.264	377.917	611.841	747.028
6	Quebrada Susumuco	1.272.854	1.439.804	1.883.721	4.197.429	7.004.618	8.509.587
7	Quebrada Corrales	218.496	238.825	297.085	599.590	964.419	1.178.302
8	Caño Seco	58.822	67.835	89.977	207.677	348.900	419.875
9	Quebrada Esperanza	107.238	119.938	153.478	329.192	541.787	659.196
10	Quebrada Pipiral	2.621.817	3.092.208	4.211.370	10.215.026	17.311.544	20.608.092
11	Quebrada El Líbano	240.425	265.887	335.614	699.171	1.138.793	1.389.099
12	Caño Servitá	178.172	213.054	297.665	752.358	1.271.365	1.484.164
13	Quebrada Negra	68.727	76.764	107.745	284.285	440.733	478.031
14	Quebrada Vijogual	729.816	788.833	1.203.720	3.856.579	5.362.510	4.942.047
15	Quebrada Florida	503.605	565.133	726.082	1.570.553	2.592.059	3.150.858
16	Caño Vainilla	71.501	76.932	115.635	361.274	504.082	470.395
17	Caño Carbón	183.443	198.368	303.121	971.097	1.350.385	1.249.863
18	Caño Colorado	227.723	242.788	367.057	827.973	1.246.071	1.431.803
19	Quebrada Tolima	181.324	192.864	290.491	624.726	946.101	1.112.133
20	Quebrada El Intendente	887.937	974.415	1.276.048	2.690.930	4.349.582	5.282.875
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	473.778	510.535	690.872	1.441.964	2.284.134	2.761.438
22	Quebrada Cornetales	230.040	244.606	368.127	791.072	1.198.184	1.408.857
23	Quebrada Cascabel	512.722	528.569	726.137	1.408.166	2.124.057	2.566.048
24	Quebrada El Engaño	3.625.076	3.776.253	5.098.472	9.976.434	15.250.522	18.483.767
25	Río Manzanarez	15.898.074	16.441.630	22.945.473	45.216.872	68.313.680	82.237.762
26	Caño Borrachero	762.777	785.466	1.083.063	2.100.576	3.163.134	3.818.411

Cont. ANEXO 6. Oferta hídrica natural disponible (m³/mes).

ID	Subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
27	Quebrada San Juan	127.588	135.742	204.589	440.266	666.674	783.485
28	Caño San Luciano	393.892	418.961	631.029	1.357.075	2.055.192	2.415.866
29	Caño El Arrullo	182.195	193.035	287.744	612.459	928.930	1.095.956
30	Caño Sagú	2.109.605	2.169.219	2.994.077	5.808.362	8.731.992	10.516.967
31	Quebrada El Pañuelo	52.808	52.032	91.562	224.060	313.222	299.031
32	Caño Chupado	658.660	658.423	1.232.664	3.202.127	4.500.305	4.252.212
33	Río Sardinata	7.724.242	7.685.790	12.115.974	26.652.980	38.181.573	40.250.512
34	Río Guayuriba-Acacias media	1.635.286	1.455.390	2.503.809	7.216.080	10.380.405	10.522.079
35	Río Guayuriba-Villavicencio media	2.052.656	1.803.756	3.153.888	9.430.005	13.606.006	13.783.250
36	Caño Limones	107.971	104.465	173.481	444.909	690.618	739.836
37	Caño La Mona	137.069	132.902	249.984	762.145	1.225.450	1.279.987
38	Río Guayuriba-Villavicencio baja	1.127.453	1.022.432	1.759.360	6.623.057	9.350.331	10.709.146
39	Río Guayuriba-Acacias baja	49.181	45.703	108.562	513.814	738.325	752.858
40	Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja	992.052	887.020	1.647.687	6.897.409	9.921.467	11.191.770
41	Caño La Isla (Rico)	355.657	319.918	596.419	2.609.446	3.678.158	4.127.866
42	Caño Arrecifes	59.900	54.338	88.108	316.319	432.575	504.195
43	Caño La Sierra	275.835	243.552	449.948	2.054.582	2.829.049	3.220.803
44	Caño San Cristóbal	926.272	851.567	1.569.496	6.032.762	8.918.090	9.876.561
45	Caño Las Ánimas	679.656	620.656	1.064.386	3.406.334	4.882.119	5.551.364
46	Río Guayuriba-Puerto López baja	188.213	167.142	348.981	1.420.507	2.099.975	2.312.557

ID	Subcuenca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Río Guayuriba parte alta	31.200.494	26.706.763	22.363.723	20.021.069	16.384.696	10.593.973
2	Quebrada El Estado	4.877.173	4.127.544	3.417.528	2.901.325	2.183.047	1.437.379
3	Quebrada Chirajara	4.523.072	3.797.812	3.128.582	2.646.554	1.967.236	1.277.249
4	Quebrada Las Minas	3.420.952	2.957.390	2.495.483	2.144.808	1.643.811	1.122.256
5	Quebrada San Miguel	741.638	639.039	537.687	461.236	352.318	239.267
6	Quebrada Susumuco	8.321.027	7.044.382	5.815.383	4.919.615	3.683.246	2.425.372
7	Quebrada Corrales	1.173.726	1.015.230	857.073	736.873	565.063	386.113
8	Caño Seco	405.970	341.257	281.364	238.147	177.246	115.332
9	Quebrada Esperanza	648.100	552.798	461.136	393.306	297.328	198.581
10	Quebrada Pipiral	19.708.838	16.434.213	13.461.843	11.343.330	8.359.646	5.348.067
11	Quebrada El Líbano	1.374.483	1.180.038	989.788	847.277	644.809	435.330
12	Caño Servitá	1.402.881	1.164.690	955.741	815.553	601.999	376.236
13	Quebrada Negra	434.865	372.697	323.637	313.625	249.917	144.133
14	Quebrada Vijogual	4.018.173	3.556.174	3.386.200	4.015.172	3.491.301	1.718.308
15	Quebrada Florida	3.091.975	2.632.517	2.192.709	1.868.323	1.409.749	938.658
16	Caño Vainilla	385.959	341.833	324.088	379.476	329.086	164.728
17	Caño Carbón	1.016.865	901.007	854.987	1.007.634	876.064	432.686
18	Caño Colorado	1.281.488	1.142.748	938.274	833.605	757.546	497.663
19	Quebrada Tolima	1.003.945	897.349	726.295	624.198	575.146	392.579
20	Quebrada El Intendente	5.120.571	4.412.290	3.669.636	3.132.606	2.476.460	1.671.692
21	Quebrada Blanca (Guayabal)	2.623.774	2.288.635	1.891.769	1.617.158	1.348.136	918.732
22	Quebrada Cornetales	1.272.070	1.137.065	920.405	791.039	728.845	497.621
23	Quebrada Cascabel	2.390.797	2.161.305	1.782.179	1.542.348	1.410.168	996.263
24	Quebrada El Engaño	17.441.785	15.598.033	12.930.626	11.154.703	9.867.456	6.921.820

Cont. ANEXO 6. Oferta hídrica natural disponible (m³/mes).

ID	Subcuenca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
25	Río Manzanarez	76.087.743	68.705.615	56.401.316	48.750.790	44.797.129	31.493.280
26	Caño Borrachero	3.549.209	3.213.290	2.646.452	2.291.262	2.105.243	1.488.184
27	Quebrada San Juan	707.148	632.038	511.518	439.605	405.074	276.433
28	Caño San Luciano	2.180.855	1.949.300	1.577.723	1.355.938	1.249.384	852.798
29	Caño El Arrullo	992.100	887.438	719.221	618.330	569.430	390.038
30	Caño Sagú	9.766.757	8.839.612	7.294.972	6.346.870	5.833.920	4.114.098
31	Quebrada El Pañuelo	240.866	202.132	189.884	238.386	228.407	126.403
32	Caño Chupado	3.374.579	2.809.781	2.624.323	3.311.973	3.163.170	1.696.186
33	Río Sardinata	34.522.885	30.027.407	26.750.911	28.971.422	27.249.792	16.630.204
34	Río Guayuriba-Acacías media	8.342.957	6.878.608	6.304.744	7.917.948	6.558.664	3.203.061
35	Río Guayuriba-Villavicencio media	10.851.145	8.909.389	8.140.823	10.271.309	8.384.211	3.996.882
36	Caño Limones	612.174	484.649	495.867	559.835	437.421	220.533
37	Caño La Mona	1.016.210	776.844	797.625	912.390	692.656	319.249
38	Río Guayuriba-Villavicencio baja	8.965.297	7.192.757	6.883.495	7.124.817	5.266.109	2.144.867
39	Río Guayuriba-Acacías baja	573.661	428.541	436.051	486.716	349.398	126.255
40	Río Guayuriba-San Carlos de Guaroa baja	9.399.304	7.650.208	6.878.810	7.103.340	4.867.768	1.943.320
41	Caño La Isla (Rico)	3.337.615	2.584.862	2.532.177	2.639.104	1.960.995	723.389
42	Caño Arrecifes	426.766	344.701	336.645	343.313	262.509	107.678
43	Caño La Sierra	2.619.404	2.039.465	1.984.865	2.028.443	1.507.382	537.205
44	Caño San Cristóbal	8.605.043	7.407.373	6.089.881	6.347.867	4.009.320	1.760.683
45	Caño Las Ánimas	4.988.793	4.288.393	3.709.595	3.826.413	2.574.199	1.234.148
46	Río Guayuriba-Puerto López baja	2.061.339	1.684.087	1.435.728	1.469.428	925.217	403.728



Este material se publica en el marco del Convenio 5211592 suscrito entre Unillanos y Ecopetrol "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y los caños Quenane y Quenanito de la cuenca alta del río Meta, Orinoco, basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social".

