

1. ANEXOS

1.1. Fresh Water Review

Groundwater Management	China	Technical report	2019	GRD/AM/EN A Strategic Approach to Groundwater Management	China	No	Decision makers and stakeholders	Technical Report	<p>The performing of a comprehensive approach for groundwater planning and management. Assessment of groundwater resources and management. Management of the amount of groundwater available for various uses. Description of factors for groundwater recharge and discharge. Analysis of the properties of the aquifer and the impact of the aquifer on the environment.</p>	<p>* A robust hydrogeological approach for groundwater planning and management. * Assessment of groundwater resources and management. * Management of the amount of groundwater available for various uses. * Description of factors for groundwater recharge and discharge. * Analysis of the properties of the aquifer and the impact of the aquifer on the environment.</p>	<p>Technical Report</p>	<p>Provide support to the planning and management of groundwater systems through a review of national approaches and the identification of suitable frameworks.</p>	<p>MOI, National and local governments, civil organizations.</p>	<p>This document analyzes the relationship between groundwater management and planning and policy system.</p>
Edwos	WWF Mexico	Technical report	2017	World Top 100 of water risk	World Water Outlook	No	Decision makers and stakeholders	Technical Report	<p>The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks. The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks. The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks.</p>	<p>* The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks. The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks. The water of water is a challenge for many countries, which present other water risks.</p>	<p>Technical Report</p>	<p>Highlight the most important threats to the groundwater resources in the world, promote dialogue and provide information to governments to take actions in time.</p>	<p>MOI, National and local governments, civil organizations.</p>	<p>This document analyzes the main threats to the world's groundwater resources and impacts in the hydrogeological domain.</p>
Edwos	WWF Mexico	Technical report	2018	Hydrological prioritization of the main water risks in Mexico	World Water Outlook	No	Decision makers and stakeholders	Technical Report	<p>The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico. The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico. The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico.</p>	<p>* The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico. The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico. The sustainable hydrological prioritization of the main water risks in Mexico.</p>	<p>Technical Report</p>	<p>Identify the hydrological conditions and prioritize areas of risk, data the production conditions and the hydrological conditions for sustainable management.</p>	<p>MOI, National and local governments, civil organizations.</p>	<p>This document focuses on the implementation of environmental hydrological conditions and the hydrological conditions for sustainable management.</p>
Edwos	WWF Mexico	Document	2010	The implementation of the environmental law in Mexico	World Water Outlook	No	Decision makers and stakeholders	Report	<p>The implementation of the environmental law in Mexico. The implementation of the environmental law in Mexico. The implementation of the environmental law in Mexico.</p>	<p>* The implementation of the environmental law in Mexico. The implementation of the environmental law in Mexico. The implementation of the environmental law in Mexico.</p>	<p>Document Report</p>	<p>Evaluate the impact of the environmental law in Mexico, and the implementation of the environmental law in Mexico.</p>	<p>MOI, National and local governments, civil organizations.</p>	<p>This document focuses on the implementation of environmental hydrological conditions and the hydrological conditions for sustainable management.</p>
Edwos	WWF Mexico	Thesis	2019	Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management	World Water Outlook	No	Decision makers and stakeholders	Thesis	<p>Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management. Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management. Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management.</p>	<p>* Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management. Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management. Environmental law in Mexico: a strategic approach for groundwater management.</p>	<p>Thesis</p>	<p>Evaluate the environmental law in Mexico, and the implementation of the environmental law in Mexico.</p>	<p>MOI, National and local governments, civil organizations.</p>	<p>This document determines the reference value of environmental law and its impact on the implementation of environmental law.</p>

- 1.2. Documento completo evaluación de riesgos hídricos desde la perspectiva de cuenca para el río Nare y la cuenca del río Bogotá.

EVALUACIÓN DE RIESGOS HÍDRICOS DESDE LA PERSPECTIVA DE CUENCA PARA EL RÍO NARE Y EL RÍO BOGOTÁ

Autores: Laura Castellanos y Jairo Guerrero

INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas son áreas territoriales delimitadas por un parteaguas, donde se unen diferentes caudales de orden menor, para generar un cauce principal, el cual desemboca en una misma salida; son las encargadas de la generación y regulación de caudales, los cuales son suministro de agua dulce para usos doméstico, agrícola e industrial y se consideran como la unidad territorial principal para la planeación y manejo de recursos naturales (Ferrer & Torrero, 2015). Estas son expuestas gradualmente a amenazas y presiones como el crecimiento poblacional, el cambio climático y el consumo desmedido de recursos naturales, ocasionando el aumento de la presión hacia ellas, generando conflictos en los recursos vitales como el agua dulce (secretaría de la conservación de Ramsar, 2010). Alrededor de 900 millones de personas en el mundo no cuentan con acceso al agua potable y más del 30% de ellas están ubicadas en cuencas que sufren desabastecimiento de este recurso un mes al año; Los altos riesgos hídricos también ocasionan que estas cuencas en varios países, amenacen los sectores productivos, provocando la baja del producto interno bruto (FAO, 2014).

En Colombia de acuerdo a la zonificación hidrográfica, se definen cinco macrocuencas, Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico (García et al., 2017). Estas son de gran importancia para el mantenimiento de ecosistemas, factores como el suelo, el agua y las coberturas vegetales depende entre sí, para generar un área equilibrada ecológicamente; también son de gran importancia en la creación de condiciones ideales para mantener su biodiversidad; crean equilibrio entre inundaciones y sequías, generando una regulación para disponer de una oferta necesaria, que cumpla los estándares de demanda, manteniendo el ecosistema y una buena calidad del agua (Ávalos et al., 2013).

Las cuencas representan un factor de vital importancia en las poblaciones y los sectores económicos, ya que dependen del suministro de agua para sus actividades, domésticas, agrícolas e industriales (Olguín & Pineda, 2015).

La sobreexplotación del recurso hídrico y el desabastecimiento de este, presenta desafíos directos en los sectores públicos y privados que hacen uso del recurso, lo que ocasiona que la rentabilidad de las empresas se puede ver afectada de forma directa o indirecta debido al agua, ya sea por eventos extremos de sequía e inundaciones o áreas afectadas por escasez, forzando la mala ejecución de los procesos productivos o el cierre de empresas, asegurando que la capacidad productiva de la empresa decaiga y exceda los factores limitantes de la naturaleza (Guerrero, J., & Tosse, Ó. 2020)

La planificación en la operación de una empresa, debe garantizar, que dentro de la cuenca los impactos generados sobre los recursos hídricos, estén en la capacidad de resiliencia del sistema y en la comprensión de los umbrales científicos que presentan las cuencas, a través de establecer objetivos corporativos por el agua necesarios para crear sistemas sociales, ambientales y económicos para una cuenca sostenible. De esta forma se establecen y desarrollan los cambios necesarios, tanto operativos como sociales, que permitirán mantener las capacidades naturales de las cuencas, bajo los límites establecidos (Dobson & Morgan, 2018).

Una manera de aplicar los principios del agua, para establecer que las cuencas puedan sustentar los ecosistemas, la sociedad y las empresas, son los objetivos hídricos basados en el contexto. Estos abordan los riesgos hídricos compartidos más relevantes, en busca de dar respuesta al desempeño necesario del área, dentro del suministro renovable de agua de la cuenca y la capacidad de asimilar contaminantes. Estos objetivos se establecen siendo la meta a proyectar, trabajando hacia un estado final que garantice la viabilidad comercial a largo plazo de las operaciones y las cadenas de suministro (Dobson & Morgan, 2018).

Este reporte evalúa los riesgos hídricos que enfrenta la cuenca del río Nare y la cuenca del río Bogotá, entorno a la exposición hídrica de sus actividades productivas más relevantes, para el río Nare se presenta la generación de energía y la producción agrícola en cultivos

de café y para la cuenca del río Bogotá la industria manufacturera y los cultivos de flores y caña panelera. Se espera convertir esta herramienta en una guía importante para la evaluación de riesgos, tanto en las comunidades que se pueden ver afectadas en la seguridad hídrica por el desarrollo de proyectos, como la evaluación de impactos negativos con relación al agua de diversos sectores productivos, asegurando una eficiencia colectiva en la capacidad renovable de los sistemas de agua dulce.

1. RIESGOS Y EXPOSICIÓN HÍDRICA

Las cuencas hidrográficas del país están condicionadas por variables climáticas, las cuales generan cambios en el clima, el uso del suelo, la regulación de caudales y las coberturas vegetales, ocasionando el desequilibrio ecológico y la baja disponibilidad de recursos naturales como el agua (Villamagua, 2012). Los problemas ambientales asociados a la gestión del recurso hídrico, generan vulnerabilidades en el manejo, déficit, excesos y uso del agua ocasionando los principales riesgos hídricos en las cuencas. Los riesgos hídricos se definen como la probabilidad de que una amenaza por el agua se convierta en un desastre; estos riesgos pueden ser físicos, causados por falta, exceso o contaminación del agua; reputacionales, como los conflictos con comunidades o medios de comunicación, ocasionados por la competencia por el agua; y los regulatorios evaluados por las nuevas políticas (Zapata, 2020).

Por otro lado, distintos sectores productivos se ven expuestos a estos riesgos hídricos, debido al uso del agua, a sus operaciones y problemas ambientales asociados. La exposición hace referencia a la afectación que provoca un evento catastrófico, a personas y bienes que se encuentren en un área aferente. Esta precisa la relación de la peligrosidad y la vulnerabilidad, la cual se determina mediante la interpretación cartográfica de usos del suelo, población vulnerable y áreas críticas. La exposición a riesgos hídricos que puede presentar una población, empresa o sector económico, hace referencia al producto de una amenaza por el recurso hídrico y a la vulnerabilidad que se presenta hacia este evento (Zapperi, 2018).

La evaluación y análisis de riesgos hídricos en cuencas hidrográficas estratégicas de Colombia, es de gran importancia para la planificación de los sectores productivos, el

manejo adecuado para la conservación, la gobernanza del recurso hídrico y la generación de medidas para mitigar los impactos. Para esto se determinaron dos subzonas hidrográficas de gran importancia en el país, por su gran valor en ecosistemas, biodiversidad y recurso hídrico y el creciente aumento de actividades productivas y sectores económicos. Se establecieron la cuenca del río Nare ubicada en el departamento de Antioquia y la cuenca del río Bogotá, ubicada en el departamento de Cundinamarca, de esta forma se evalúan los riesgos hídricos que presentan las cuencas y se presentan los sectores productivos expuestos a estos riesgos hídricos.

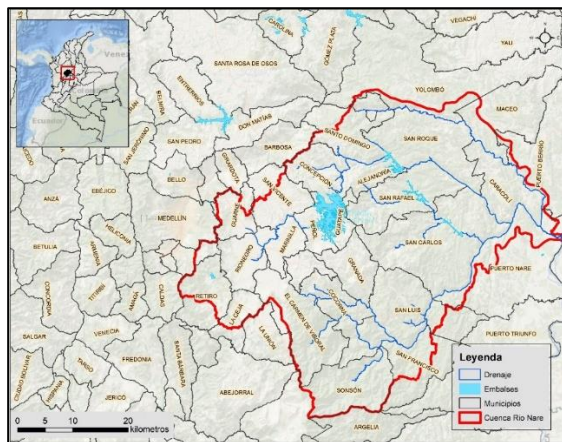
Para la evaluación de riesgos hídricos se implementó el Filtro de Riesgo de Agua (WRF por sus siglas en inglés), la cual es una herramienta en línea, desarrollada por WWF y la DEG (Sociedad alemana de inversión y financiación), en esta los usuarios tienen la opción de identificar, evaluar y manejar los riesgos hídricos que presenta su empresa, desde la ubicación específica en el mapa, hasta el análisis y posibles actividades para reducir estos riesgos. Se evalúa tanto la exposición al riesgo de la cuenca basado en la ubicación y los riesgos operacionales, basados en las actividades e impactos potenciales a la cuenca por el uso del agua. La implementación de esta herramienta contribuye a la mejora del conocimiento entorno a la sostenibilidad de las cadenas de suministro, procesos de producción y riesgos potenciales de las condiciones hídricas locales. Esta herramienta cuenta con la evaluación de 3 áreas de riesgos, físicos, regulatorios y reputacionales, distribuidos en 32 indicadores de riesgos sociales y ambientales enfocados en la información de las empresas, en donde los valores más cercanos a 5 presentan mayor riesgo hídrico y los cercanos a 1 menor riesgo. (WWF)

1.1 Análisis del riesgo hídrico desde la perspectiva de cuenca para el río Nare y la cuenca río Bogotá.

Para la evaluación de riesgos hídricos de las cuencas, se empleó el filtro de riesgo de agua de WWF e información del uso del agua, se presentan los resultados y análisis de riesgos hídricos a continuación:

1.1.1 Cuenca río Nare

La subzona hidrográfica del río Nare está localizada en el departamento de Antioquia, hace parte del área hidrográfica de Magdalena Cauca y la zona hidrográfica de medio Magdalena, abarca un área de 5600 km², compuesta por las subcuencas del río Nare, Negro, Samaná norte y Nus. Presenta gran variedad de climas por la diferencia de rango altitudinal de 200-3340 m.s.n.m. La cuenca nace en el municipio de la Ceja, en el río Pantanillo, cuenta con una importante riqueza hídrica, determinada en redes de agua superficial y subterránea, contando con el 14% del volumen almacenado en embalses. Las actividades económicas más relevantes son la generación de energía, debido a su gran potencial hídrico, la agricultura, la minería y la ganadería extensiva (WWF, 2019).



Mapa 1. Cuenca del río Nare. Fuente: autores

Evaluación de riesgos hídricos

La evaluación de riesgos hídricos analiza la exposición que presenta la cuenca del río Nare, en lo cual se evidencian principalmente, el valor de la biodiversidad como riesgo reputacional, riesgos físicos de cantidad – inundación y contaminación entorno a la calidad y riesgos regulatorios en infraestructura y finanzas. Presentado un riesgo hídrico total de la cuenca de 2.9

El riesgo reputacional por importancia de la biodiversidad, expone un valor de 5.0, presentando el rango más alto en la evaluación de riesgos hídricos, esto debido a que la biodiversidad de agua dulce presenta un riesgo muy alto con valores de 8 -10 e

índices mayores a 100 especies removidos en la cuenca como riqueza de biodiversidad.

Para los riesgos físicos, en cantidad, inundación, se presenta un valor de 4.0 lo cual representa un riesgo alto, esto debido a una ocurrencia de inundaciones de 40 a 60 % más, respecto a años anteriores y una proyección de ocurrencia de estas inundaciones de riesgo medio. Para el riesgo por contaminación entorno a la calidad, se presenta un riesgo alto con un valor de 4.0, en una situación general elevada de contaminación del agua en la cuenca.

El riesgo regulatorio por infraestructura y finanzas, presenta un valor de 3.5, representando el más alto en esta área de riesgo, esto debido a que el acceso a agua potable por porcentaje de población representa un riesgo medio, el acceso a saneamiento mejorado presenta un riesgo alto de 60-80% y el acceso al crédito interno del sector privado por parte de los bancos presenta un rango medio con un rango de 59 a 70% del PIB.

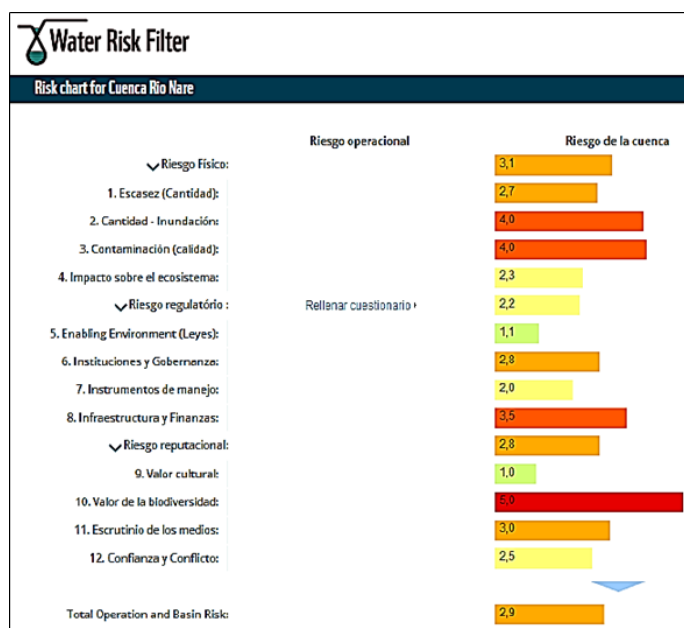


Figura 1. Resultado evaluación de Riesgos Hídricos para la cuenca del río Nare.

Tomado de: Filtro de riesgo del agua - waterriskfilter.panda.org

Riesgo físico

La cuenca presenta dos periodos de precipitaciones altas, en los meses de abril, mayo, junio y para el segundo semestre en los meses de septiembre a noviembre, este fenómeno natural provoca amenazas y vulnerabilidades significativas en la cuenca, los sistemas de control de inundaciones son deficientes, ocasionando movimientos de masa, planicies inundables y cambios en la estructura del suelo. La cuenca presenta una regulación hídrica moderada, altos procesos erosivos y alto porcentaje de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico, como también la infraestructura y obras afectan altamente la disponibilidad de agua subterránea.

Los diferentes cultivos y formas de riego, generan distintas dificultades y conflictos en la cuenca, ya que el uso irracional del agua, el vertimiento de agroquímicos y los diferentes usos del suelo, afectan significativamente la población de esta cuenca y los ecosistemas presentes. Las épocas de sequía, ocasionan que los suelos y coberturas vegetales se vean afectadas, ya que pierden propiedades y características esenciales que mantienen condiciones óptimas de humedad, retención e infiltración del recurso, generando una amenaza en la capacidad de oferta de los caudales de las cuencas.

Riesgo regulatorio

El riesgo regulatorio, va enfocado a las actividades y estrategias implementadas, por las autoridades ambientales que presentan jurisdicción en la cuenca, en este caso CORNARE y CORANTIOQUIA, para generar un uso del recurso sostenible. Estos riesgos hídricos, van relacionados con las leyes implementadas en el país, en la aplicación del marco legal relacionado con el agua y monitoreos por parte de las entidades, en la cual se señalan las inundaciones como problemática principal, esto ocasionada en este caso por la ocupación por parte de proyectos de las áreas naturalmente inundables. También se tienen en cuenta las instituciones y partes gobernantes, las cuales implementan medidas de prevención y mitigación del riesgo, manejo integral ante la ocurrencia de eventos y el fortalecimiento de la capacidad técnica y operativa de la zona, en lo cual el índice de corrupción es alto, y se presentan pocas plataformas para la evaluación de los actores involucrados.

Riesgo reputacional

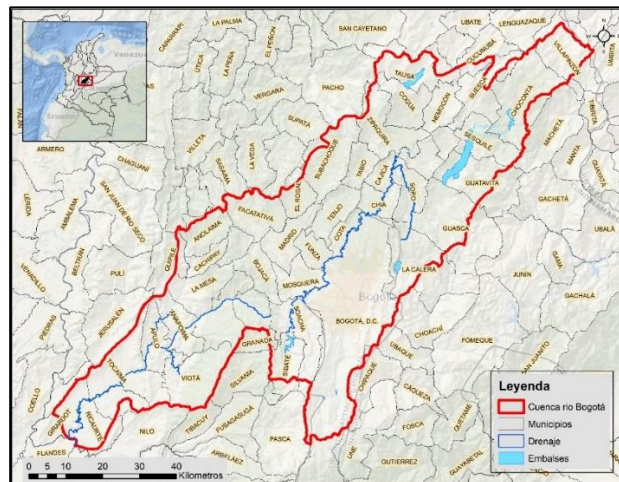
Las autoridades ambientales exponen algunos riesgos sobre la consulta y participación de comunidades étnicas en la toma de decisiones; los medios de comunicación también juegan un papel importante, ya que su cobertura se ve enfocada en informar basados en críticas y posibles problemas del agua, generando un riesgo alto en la confianza y conflicto en la cuenca. Algunos riesgos reputacionales que afectan directamente el uso del agua en la cuenca, es el deterioro del relacionamiento con las comunidades y conflictos sociales en contra de los proyectos o sistemas productivos.

Pérdidas económicas

Los riesgos hídricos de la cuenca del río Nare, pueden generar pérdidas económicas entorno a la infraestructura, vulnerabilidades y amenazas hacia las comunidades, proyectos y sectores productivos, ya que su alto valor por remoción de masa, genera afectaciones monetarias significativas en los procesos de captación, funcionamiento y producción de los sectores económicos. Otra causa importante que puede generar pérdidas económicas a los sectores productivos dentro de la cuenca son los factores climáticos, como el fenómeno de La Niña, el cual provoca consecuencias económicas directas, en las inundaciones se ven afectadas las áreas cultivadas, ocasionando la pérdida parcial o total de los cultivos, como también las fuertes heladas que afectan directamente las plantas. Las temporadas de sequías, ocasionan consecuencias en el déficit del agua, afectando directamente los caudales de las cuencas, llevándolos a su límite máximo y amenazando los valores mínimos de caudales ambientales que mantienen en equilibrio el ecosistema, lo que ocasiona a largo plazo generar mayor desabastecimiento por lo tanto no suplir la oferta hídrica del cultivo, generando pérdidas económicas.

1.1.2 Cuenca del río Bogotá

La subzona hidrográfica cuenca del río Bogotá está ubicada en el departamento de Cundinamarca, hace parte de la zona hidrográfica del alto Magdalena y al área hidrográfica Magdalena-Cauca, abarca un área de 589.143 hectáreas, es conformada por 45 municipios y el distrito capital, representando más del 30 % de la superficie del departamento, la red hídrica está conformada por los ríos Bogotá, Balsillas, Apulo, Tunjuelito, Teusacá, Calandaima y Frio. Su corriente principal abarca un total de 308 kilómetros desde su nacimiento en el páramo de Guacheneque en el municipio de Villapinzon, subcuenca alta del río Bogotá y desemboca en el río Magdalena en el municipio de Girardot, subcuenca baja del río Bogotá. La cuenca presenta un rango de precipitación de 400 a 2200 milímetros por año, la mayor precipitación se registra en el oriente de la cuenca en el río Teusacá. Las actividades económicas que se desarrollan en la cuenca conllevan el 26% de las realizadas a nivel nacional, priorizando la producción agrícola, en cultivos de caña panelera, hortalizas y agroindustriales en cultivos de flores; actividades pecuarias e industrias manufactureras, seguidas por sectores mineros y de construcción (Alcaldía de Bogotá, 2014).



Mapa 2. Cuenca del río Bogotá. Fuente: autores

Evaluación de riesgos hídricos

La evaluación de riesgos hídricos nos muestra la exposición que presenta la cuenca del río Bogotá, en la cual se exponen principalmente, el valor de la biodiversidad y el

valor cultural como riesgo reputacional y riesgos físicos de cantidad – inundación y contaminación entorno a la calidad. Presentado un riesgo hídrico total de la cuenca de 3.1

Los riesgos reputacionales por importancia de la biodiversidad y de la cultura, presentan un valor de 5.0, esto debido a que el estado de biodiversidad de agua dulce presenta un riesgo muy alto con valores de 8 -10 e índices mayores a 100 especies captados en la cuenca como riqueza de biodiversidad y el estado de importancia cultural presenta un riesgo muy alto debido a que el agua es considerada muy importante por la cultura y religión local.

Para los riesgos físicos, en cantidad- inundación, se otorga un valor de 5.0 lo cual representa un riesgo muy alto, esto debido a una ocurrencia de inundaciones mayor a 60 % y una proyección de ocurrencia de estas inundaciones de riesgo medio. Para el riesgo por contaminación entorno a la calidad, se presenta un riesgo muy alto con un valor de 5.0, en una situación general elevada de contaminación del agua alrededor de los cultivos.

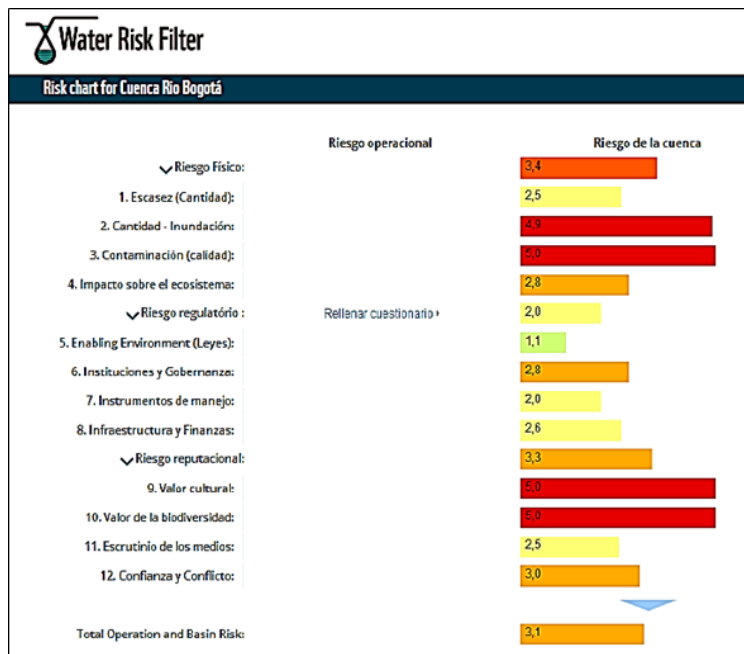


Figura 2. Resultado evaluación de Riesgos Hídricos para la cuenca del río Bogotá.

Tomado de: Filtro de riesgo del agua - waterriskfilter.panda.org

Riesgo físico

Los diferentes riesgos hídricos, ocasionan dificultades y conflictos en la población y el ecosistema, generados por el uso irracional del agua, los sectores industriales y los diferentes usos del suelo. Las épocas de sequía en la cuenca, ocasionan que la productividad baje y que se consideren tiempos de clausura o cierres industriales; Los suelos transformados evidencian déficit en sus funciones y estructura, generando mala productividad, baja capacidad de filtración, desabastecimiento de nutrientes y déficit en el almacenamiento del agua para las plantas. El drenaje natural del suelo, que contribuye al desagüe en fenómenos de inundaciones, se ve afectado por cambios en las características físicas y modificaciones en la estructura del terreno y en la remoción de coberturas vegetales. Fenómenos como la escasez, la inundación y variantes en la calidad del agua representan inversiones económicas significativas para la implementación de sistemas de tratamiento para el uso del agua.

Riesgo regulatorio

El riesgo regulatorio, va enfocado a las actividades y estrategias implementadas, por las autoridades ambientales que presentan jurisdicción en la cuenca en este caso la CAR que tiene como objetivo la implementación de las políticas, planes y programas sobre medio ambiente y recursos renovables. Estos riesgos hídricos, van relacionados con las leyes implementadas en el país, en la aplicación del marco legal relacionado con el agua y monitoreos por parte de las entidades, en la cual se señalan las inundaciones como problemática principal, esto ocasionada en este caso por la reducción o eliminación de coberturas vegetales, alterando la dinámica fluvial de la red hídrica. También se tienen en cuenta las instituciones y partes gobernantes, las cuales implementan medidas de prevención y mitigación del riesgo, manejo integral ante la ocurrencia de eventos y el fortalecimiento de la capacidad técnica y operativa

de la zona, en lo cual el índice de corrupción es alto, y se presentan pocas plataformas para la evaluación de los actores involucrados.

Riesgo reputacional

La cuenca del río Bogotá, se ve expuesta al riesgo hídrico reputacional por las disputas asociadas al riego, en su mayoría por la demanda desmedida de agua y los factores entorno a la calidad de agua que presenta la cuenca. La afectación principal de los riesgos ocasionados, se refiere al consumo de agua, ya que, en algunos casos, las estrategias o actividades implementadas para la reducción del consumo de agua industrial, son deficientes o no son implementadas de forma adecuada. El sector agrícola se realza como una de las actividades más dinámicas de la economía colombiana, esto hace que su entorno reputacional sea de agrado y con un conflicto medio.

Pérdidas económicas

Las pérdidas económicas de la cuenca, se pueden dar en alta probabilidad por factores climáticos, como el fenómeno de La Niña, la cual presenta consecuencias económicas directas, con las inundaciones en la que se ven afectadas las áreas cultivadas, ocasionando la pérdida parcial o total de cultivos, como también las fuertes heladas que afectan directamente las plantas. Las temporadas de sequías aumentadas por El Niño, ocasionan consecuencias en el déficit del agua, afectando directamente los caudales de las cuencas, llevándolos a su límite máximo y amenazando los valores mínimos de caudales ambientales que mantienen en equilibrio el ecosistema, lo que ocasiona a largo plazo generar mayor desabastecimiento por lo tanto no suplir la oferta hídrica, generando pérdidas económicas.

1.2 Sectores productivos expuestos al riesgo hídrico en la cuenca del río Nare

- **Sector hidroeléctrico**

De acuerdo con el reporte, los principales riesgos que se presentan en la cuenca son deslizamientos e inundaciones; la causa principal se determina por la susceptibilidad natural de los terrenos, las prácticas económicas y el aprovechamiento del suelo.

El desarrollo de proyectos hidroeléctricos, en la cuenca del río Nare, afecta mayormente la regulación de caudales, la fragmentación de redes fluviales y la pérdida de zonas de importancia social, biótica y económica, es por esto que, en el diseño y construcción de estos escenarios, es necesario contemplar aspectos bióticos, físicos e hidráulicos, precisando los impactos específicos y el grado de acumulación de estos (Consortio POMCAS, 2017).

Los tres cuerpos de agua de esta cuenca, que desembocan en el río Magdalena, presentan caudales inferiores a $650 \text{ m}^3/\text{s}$ y superiores a $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Los ríos Guatapé y Calderas, se encuentran regulados debido a los proyectos hidroeléctricos, mientras que el río Nus mitiga la regulación hídrica dado que este efluente no cuenta con la implementación de estos proyectos, determinando que los caudales máximos son regulados con la existencia de los proyectos hidroeléctricos y los caudales mínimos, son constantes debido al río Nus (IDEAM, 2018).

En el estudio nacional del agua de 2018, el índice hídrico de retención y regulación hídrica, obtuvo valores de la cuenca, en dos áreas aferentes, el área de mayor cobertura obtuvo un rango moderado (0,65-0,75), es decir, presenta una media retención y regulación de humedad y el área de menor cobertura presenta un índice alto (0,75-0,85), lo que representa una capacidad promedio de la cuenca para la retención de humedad con base en las series de caudales. Para el índice de aridez, se presentan altos excedentes de agua con un valor $<0,15$, valores de 0,20 - 0,29 moderados para excedentes de agua y 0,15 – 0,19 para excedentes de agua, lo que indica un grado moderado de suficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas (IDEAM, 2018).

Para el indicador hídrico por intervención antrópica, el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico, representa una situación homogénea de condiciones medias, donde la probabilidad de desabastecimiento es baja, por lo que la oferta para el abastecimiento de agua no se ve gravemente afectada ante amenazas antrópicas. Para el análisis de vulnerabilidad a eventos torrenciales, evidencia una probabilidad muy baja ($<10^\circ$). Con respecto al componente hidrogeológico, que comprende el agua

subterránea, las hidroeléctricas cuentan con obras subterráneas, como túneles, bóvedas entre otros, que presentan un potencial de generar impactos ambientales significativos sobre este componente (IDEAM, 2018).

- **Sector agrícola**

La cuenca del río Nare es considerada la más importante en la producción de alimentos, ya que abastece al 18% de la población colombiana. Presenta áreas aferentes a cultivos de café, plátano y caña panelera (Consorcio POMCAS, 2017).

Para el sector agrícola, se cuenta con una oferta total anual en año medio de 12.867 Mm³, con un caudal de 408 m³/seg y un rendimiento promedio de 73 L/seg/Km² y para el año seco se contó con una oferta total anual de 6.556 Mm³, con un caudal de 208 m³/seg y un rendimiento promedio de 16 L/seg/Km². La cuenca del río Nare según la ocurrencia de sequías por fenómeno del niño, y los impactos en la disminución de caudal por estos eventos, presenta una exposición de sequía severa (IDEAM, 2018).

Para la estacionalidad de las cuencas se destacan dos periodos de precipitaciones altas en los meses de abril, mayo, junio en el primer semestre y para el segundo semestre en los meses de septiembre a noviembre. Debido a sus características morfológicas, topográficas y paisajistas, la climatología cuenta con determinantes que relacionan la abundancia hídrica, lo que con lleva a un desarrollo económico importante. El rendimiento hídrico en la cuenca para el año húmedo presenta valores desde 20 -200 L/Seg/km², para el año seco se determinan rangos desde los 0 - 100 L/seg/Km² (IDEAM, 2018).

El porcentaje de las explotaciones agrícolas que tienen acceso a agua es superior a 60% para todos los municipios, la oferta hídrica es muy baja en una cantidad considerable de municipios. Adicional a ello, los municipios de algunas subregiones presentan dificultades en el uso del agua para el desarrollo de actividades agrícolas, alcanzando en algunos casos porcentajes inferiores a 30% (Consorcio POMCAS, 2017).

1.3 Sectores productivos expuestos al riesgo hídrico en la cuenca del río Bogotá

- **Sector agrícola**

La cuenca abarca un área de producción agrícola de 349.216 hectáreas, distribuidas en 96.960 unidades productivas agrícolas. El sector agrícola representa el 86% de unidades productivas, distribuida en cultivos de caña panelera y cultivos agroindustriales florales; presentando conflictos de uso mayormente por subutilización, algunas excepciones de sobreutilización severa (CAR, 2020).

Para el periodo seco se presenta una oferta de 134.89 m³/s, con un índice de aridez alto y en el periodo húmedo una oferta de 205.85 m³/s, con un índice de aridez medio a medio alto; para una relación de demanda en el sector agrícola de 34.31 m³/s. Los recursos hídricos subterráneos son limitados, con capacidades inferiores a 0,01 L/seg/m, representando una muy baja productividad (IDEAM, 2018).

La calidad de agua se ve afectada por vertimientos de aguas residuales, domésticas y agrícolas, también se presentan fuentes difusas de contaminación generada de residuos sólidos y actividades agropecuarias, aportando una alta concentración de carga orgánica, nutrientes y contaminación bacteriana. La cuenca del río Bogotá presenta un régimen de precipitación tipo bimodal, con valores bajos de precipitación durante los meses de enero, febrero, junio a diciembre y valores altos de precipitación durante los meses de marzo, abril, mayo, octubre y noviembre (CAR, 2020).

El índice de uso del agua superficial presenta valores altos a lo largo de toda la cuenca, por lo que se evidencia la alta presión que existe de la demanda con respecto a la oferta disponible. Para el índice de regulación hídrica, se observa que el área de mayor cobertura presenta un valor bajo de retención y regulación de humedad (0,50-0,65) y en la parte sureste presente un área aferente a un rango moderado (0,65-0,75) (IDEAM, 2018).

La producción agrícola más importante se centra en cultivos de caña panelera en un (62,4%) siendo el primer productor nacional en esta rama y los cultivos de flores y follajes en un (9,4%). Los cultivos de flores y capullos representan un valor agregado

importante para el sector agrícola, dado que contribuye a la económica como factor clave de exportación del país. La presencia de diferentes tipos de cultivo, varían de acuerdo a las condiciones climáticas, edáficas y tradicionales, algunos cultivos industriales como las flores, requieren microclimas controlados. La agricultura en la cuenca del río Bogotá presenta una demanda hídrica de 100 a 200 millones de m³ (IDEAM, 2018).

- **Sector manufacturero**

La industria manufacturera representa el 10,4% del producto interno bruto de la región, este departamento es un importante productor de textiles, en prendas de vestir, cuero y calzado, alimentos y bebidas, el cual representa el 6% de demanda de agua en Mm³ (Alcaldía de Bogotá, 2014).

El recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá representa un factor importante en las posibilidades productivas y las relaciones económicas, lo que significa mayor demanda hídrica. Los cambios en la precipitación modifican los rangos de escurrimiento lo cual afecta directamente el caudal de aguas superficiales, alimentadoras de quebradas y ríos, las cuales son la base para el aprovechamiento industrial; se determina para la zona alta de la cuenca, una reducción de precipitaciones con un clima más cálido y más lluvioso y en la zona baja será observará periodos anormales de lluvias y climas medios. La regulación hídrica, se ve amenazada por la disminución de volúmenes mensuales de precipitación en temporada seca, ya que oscilan entre 20 a 60 %, lo que también ocasiona el aumento de incendios en la zona oriental de la cuenca, aumentando el riesgo y vulnerabilidad de los sectores productivos ubicados allí (CAR, 2020).

El río Bogotá en 2019 y 2020 presento una disminución del 40% del caudal en año seco, el cual se presenta no solo por el déficit hídrico por el aprovechamiento del recurso, si no por la alteración de suelos y ecosistemas importantes para su equilibrio en el ciclo hidrológico. En la parte noroccidental de la cuenca presenta valores más altos de déficit hídrico, la regulación hídrica se ve afectada por procesos significativos de erosión, deforestación y pérdida de suelos, ocasionando mayor riesgo hídrico por

inundaciones, sequias, deslizamientos y desertización. La cuenca del río Bogotá, está calificada con valores altos de vulnerabilidad frente al desabastecimiento hídrico, lo que presenta riesgos sobre las actividades productivas desarrolladas (CAR, 2020).

2. CUSTODIA DEL AGUA

Las estrategias de gobernanza y custodia del agua crean diálogos y relación entre los actores prioritarios de una cuenca, para la coordinación de la gestión integral del recurso hídrico. Los recursos hídricos presentan riesgos por los efectos del cambio climático, el aumento de la población y el crecimiento económico, por lo que se busca generar intereses, acciones, actividades y responsabilidades sociales, económicas, políticas y técnicas para la gobernanza eficiente del recurso hídrico, asegurando criterios de equidad e integridad de la cuenca (Guerrero & Tosse, 2020).

Se determinaron como cuencas estudio la cuenca del río Nare y la cuenca del río Bogotá, al presentar características hídricas, ecosistémicas y de biodiversidad de gran relevancia en la zona y por exponer gran porcentaje de áreas productivas, desarrolladas por diferentes sectores productivos que presentan como insumo base para su sistema el uso del agua. Este estudio se desarrolla en el marco del eslabón 2 de los diálogos para la custodia del agua, en los cuales se establece el conocimiento de las afectaciones, se conocen y determinan los riesgos e impactos generados a el ecosistema y las organizaciones, en busca de la sostenibilidad de la cuenca, de esta forma las compañías tienen una comprensión detallada de su impacto y el de sus proveedores, incluyendo la huella y riesgo hídrico.



Figura 3. Riesgos hídricos de las cuencas en relación a la custodia del agua

Fuente: autores

CONCLUSIONES

El factor climático con mayor influencia sobre las cuencas del río Nare y el río Bogotá, es el fenómeno de La Niña, estos meses de fuertes lluvias generan altas inundaciones, que afectan el uso del agua, los sectores industriales, el ecosistema y las poblaciones.

Este reporte evidencia el alto estado de degradación hídrica de las cuencas, el limitado trabajo por parte de las autoridades ambientales y la baja sostenibilidad ambiental y económica que presentan. Las estrategias y métodos implementados para contribuir a la mejora ecológica y funcional de la cuenca, son escasos, las zonas que presentan mayor presión no cuentan con los esfuerzos suficientes de alivio y los impactos ambientales generados por parte de las agroindustrias, no generan las acciones y compensaciones necesarias para su mitigación.

Las cuencas del río Nare y el río Bogotá, presentan altos valores en problemas ambientales, enfocados en las pérdidas de cobertura vegetal, biodiversidad y conflictos en el uso del suelo; vulnerabilidades y amenazas entorno a las inundaciones y la

contaminación presente del recurso hídrico. Esto se evidencia en pérdidas económicas directas en los sectores productivos, por bajas en la producción y afectaciones ambientales directas.

Los riesgos hídricos evaluados por medio de la herramienta Filtro de Riesgo de Agua (WRF por sus siglas en inglés), indican un nivel de riesgo medio a nivel de cuenca. Los riesgos hídricos físicos cuantifican un nivel muy alto, destacándose los indicadores de exceso de agua y contaminación entorno a la calidad del recurso, ocasionando impactos en los ecosistemas. Los riesgos regulatorios evidencian un rango aceptable de riesgo, en el cual se presenta una gobernabilidad y estrategias débiles y los riesgos reputacionales en contexto de medios de comunicación sobre la insostenibilidad, la pérdida de valor cultural y biodiversidad, en épocas de inundaciones y sequías.

La ubicación de las cuencas del río Nare y del río Bogotá proponen un pronóstico de vulnerabilidad hacia el cambio climático, donde se pueden presentar cambios en la temperatura y el clima, sujeto a mayores amenazas por fenómenos de variabilidad climática interanual como son El Niño y La Niña.

RECOMENDACIONES

En su recomendación principal, este reporte propone la creación de una plataforma de diálogos, coordinación y concertaciones entre los actores involucrados, los sectores productivos, autoridades ambientales y la población, que aporte a la planificación y gobernanza del agua. De esta forma se planea conformar de forma integral acciones entorno a la correcta discusión de necesidades y prioridades de manejo, que incluyan diferentes áreas entorno a la cuenca, como los ecosistemas, la población, futuros escenarios de cambio climático, demanda económica y sistemas productivos.

Con base a la información y datos suministrados, se plantean recomendaciones basadas en acciones de restauración, donde se disminuyen factores que alteran la disponibilidad y uso del agua en las cuencas. La restauración ecológica entorno a ecosistemas degradados

por sistemas productivos, industrias y poblaciones, cumple funciones de mejora, en la estructura productiva de los suelos, y aumenta el porcentaje de coberturas vegetales, dando paso a la mejora paralela de la oferta hídrica que puede presentar la zona.

El establecer lineamientos y bases estructuradas en los planes de ordenamiento tanto de cuencas hidrográficas como del recurso hídrico, mejorara y condicionara considerablemente el uso y actividades productivas en las cuencas, mejorando el estado de salud hídrica y promoviendo la creación de espacios destinado solamente a la conservación de recursos naturales, haciendo de esto, áreas sostenibles ambiental y económicamente.

Una de las recomendaciones más importantes para el análisis y toma de decisiones a partir de este reporte, se basa en las capacitaciones y conservatorios a ofrecer a los actores estratégicos más relevantes, como lo son las comunidades, las autoridades ambientales y el sector económico participante, de esta forma se genera y crea una educación basada no solo en la parte productiva, si no en tomar una cuenca como un conjunto simbiótico, que se maneja de forma integral, donde se contempla cada uno de los factores determinantes que la componen y se toma el recurso hídrico como un eje central de la toma de decisiones.

REFERENCIAS

Alcaldía de Bogotá. (2014). Aproximación a las implicaciones del fallo del consejo de estado sobre el rio Bogotá en el ordenamiento territorial regional. *Secretaria Distrital De Planeación*, 11–33.

ANLA. (2019). Reporte de alertas cuencas hidrográficas. Porce, Nechí, Nare y Bajo Cauca. *Subdirección De Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales*, 20–41.

Ávalos, H., Galindo, A., González, I., Pineda, F., & Ríos, E. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. *Cuadernos De Divulgación Ambiental*, 22–31.

- CAR. (2020). Estado del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá, en términos de calidad y cantidad. *Dirección Recursos Naturales*, 19–32.
- Consortio POMCAS. (2017). POMCA río Nare. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica. *Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 30–36.
- Dobson, R., & Morgan, A. (2018). Context-Based Water Targets: Why should business care. *WWF*.
- FAO. (2014). Afrontar la escasez de agua: un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. *Informa Sobre Temas Hídricos*, 25–34.
- Ferrer, V., & Torrero, M. (2015). Manejo integrado de cuencas hídricas: cuenca del río Gualjaina, Chubut, Argentina. *Instituto De Investigaciones Jurídicas*, 615–643.
- García, P., Méndez, J., & Zarate, F. (2017). Delimitación de regiones hidrológicas en Colombia. *Ingeniería y Desarrollo*, 35, 11–20.
- Guerrero, J., & Tosse, Ó. (2020). Perspectivas actuales de la planificación de cuencas en Colombia. *Encuentros Por El Agua*, 8, 22–23.
- IDEAM. (2015). Principios básicos para el conocimiento y monitoreo del agua en Colombia. *Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 24–36.
- IDEAM. (2018). Estudio Nacional del Agua. *Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 452.
- Olguín, J. L., & Pineda, R. (2015). Importancia de la priorización hidrológica en la toma de decisiones de manejo en la subcuenca del río Ayuquila, Jalisco, México. *Revista Ciencia e Investigación*, 1–10.
- Secretaria de la conservación de Ramsar. (2010). Manejo de cuencas hidrográficas: integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. *Manuales Ramsar Para El Uso Racional De Los Humedales*, 9, 54–62.

Villamagua, G. (2012). Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH). *Unión Internacional Para La Conservación*, 9–22.

WWF. (2019). Cuencas de los ríos Nare y Porce. *Encuentros Por El Agua. Conservatorio Medellín*, 2–13.

Zapata, D. (2020). Conocimiento para la gestión compartida de riesgos hídricos. *Encuentros Por El Agua*, 8, 17.

Zapperi, P. (2018). Análisis de la incorporación del riesgo de inundación en la normativa de ordenamiento territorial. *Investigaciones Geográficas*, 70, 71–90.

1.3. Global custodia del agua asociflores



Custodia del agua

La Estrategia de Custodia del Agua, es un modelo conformado por 3 pasos, que inicia en la generación de conciencia sobre la importancia del recurso hídrico y finaliza con la incidencia de los actores en la toma de decisiones en los entes gubernamentales, generando un proceso de gobernanza del recurso hídrico en un determinado territorio.



Microcuenca la Pereira

Logo custodia del agua asociflores



La cuenca del río Negro se ubica al oriente de la ciudad de Medellín en lo que se denomina el Oriente cercano, en total hacen parte de esta cuenca nueve municipios de los cuales solo dos están totalmente incluidos en la cuenca, Risueño y Medellín.

El proceso para determinar la microcuenca a la cual se le aplicará la estrategia de Custodia del Agua, como como insumo de priorización la actividad floricultora. De acuerdo a esto, se definió que la microcuenca La Pereira, que hace parte de la cuenca del río Negro, presenta los valores más altos en el número de fincas y áreas floricultoras; adicionalmente, ASOCIFLORES verificó que el mayor número de fincas agremiadas se ubicaran en esta microcuenca.



Análisis de indicadores hídricos

El IDEAM en sus diferentes estudios y publicaciones ha venido consolidando un banco de indicadores que dan cuenta del estado del recurso hídrico. Estos indicadores informan sobre posibles problemas que se pueden presentar en la disponibilidad del recurso hídrico (efecto) causados por lo que se convierten en herramientas para la toma de decisiones.

Plan de acciones colectivas por el agua

Busca determinar las intervenciones, proyectos o actividades que se deben implementar con los actores en la cuenca para garantizar un equilibrio entre la disponibilidad del recurso hídrico y las actividades económicas que en ella se desarrollan.



Plan de acciones, Microcuenca la Pereira

Microcuenca río Balsillas



La cuenca del río Bogotá se ubica en el departamento de Cauca y abarca la zona conocida como la Sabana de Bogotá. En la cuenca se abarca 37 municipios que se encuentran total o parcialmente incluidos. Tener conocimiento de los límites político-administrativos no necesariamente coinciden con los límites de las cuencas hidrográficas, por tal motivo es importante tener georreferenciada toda la información relacionada a concesiones de agua, ubicación de la actividad floricultora, áreas de importancia ambiental, entre otros, con el fin de garantizar que la información utilizada se encuentre al interior de la cuenca.

El proceso para determinar la microcuenca a la cual se le aplicará la Estrategia de Custodia del Agua, usó como insumo de priorización la actividad floricultora. De acuerdo a esto, se definió que la microcuenca río Balsillas, que hace parte de la cuenca del río Bogotá, presenta los valores más altos en el número de fincas y áreas floricultoras; adicionalmente, ASOCIFLORES verificó que el mayor número de fincas agremiadas se ubicaran en esta microcuenca.

Análisis de indicadores hídricos

En el POMCA de la cuenca del río Bogotá se reportan algunos indicadores hídricos que dan cuenta del estado de la cuenca del río Balsillas en términos de oferta cantidad y calidad del agua.



Plan de acciones colectivas por el agua

Busca determinar las intervenciones, proyectos o actividades que se deben implementar con los actores en la cuenca para garantizar un equilibrio entre la disponibilidad del recurso hídrico y las actividades económicas que en ella se desarrollan.



Plan de acciones, Microcuenca Balsillas