

---

**DINÁMICAS SOCIOECONÓMICAS Y LA PROTECCIÓN DE FUENTES DE  
ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA: REFLEXIONES A PARTIR DE LOS  
ESTUDIOS DE CASO DE RÍO MANSO (BELO HORIZONTE, BRASIL) Y  
CHINGAZA (BOGOTÁ, COLOMBIA)**

**Natalia Duarte Cáceres**

Instituto de Geociencias, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
duarte.caceres.natalia@gmail.com

**Brenner Maia Rodrigues**

Instituto de Geociencias, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
bhmrodrigues@gmail.com

**Antônio Pereira Magalhães Jr**

Instituto de Geociencias, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Recibido: 20 de enero de 2021; Devuelto para correcciones: 27 de enero de 2021; Aceptado: 14 de septiembre de 2021

---

**Dinámicas socioeconómicas y la protección de fuentes de abastecimiento de agua:  
reflexiones a partir de los estudios de caso de Río Manso (Belo Horizonte, Brasil) y  
Chingaza (Bogotá, Colombia) (Resumen)**

El crecimiento acelerado de las ciudades latinoamericanas implicó la necesidad de identificar nuevas fuentes de abastecimiento de agua ubicadas en áreas distantes de los límites municipales. Este artículo pretende analizar las amenazas a la calidad y disponibilidad hídrica en las cuencas contribuyentes de los embalses de Río Manso (Belo Horizonte, Brasil) y Chingaza (Bogotá, Colombia), identificando estrategias efectivas de protección ambiental. El análisis bibliográfico y la interpretación de imágenes RapidEye permitieron establecer relaciones entre el estado de las cuencas contribuyentes y la capacidad de las estrategias de protección para controlar las dinámicas socioeconómicas en dichas áreas. Se observó que la creación de áreas de conservación y la compra de terrenos pueden ser iniciativas efectivas de protección ambiental siempre que haya una real articulación con los instrumentos de regulación de uso y ocupación del suelo de los municipios donde están localizadas las cuencas contribuyentes.

**Palabras clave:** Cuencas contribuyentes, fuentes de abastecimiento, gestión territorial

---

**Socioeconomic dynamics and protection strategies for water supply sources:  
considerations about the case studies of Rio Manso (Brazil) and Chingaza (Colombia)  
(Abstract)**

The accelerated growth of Latin American cities led to the need for identifying new water supply sources located in areas beyond city boundaries. This article aims to analyze the existing pressures on the hydrographic basins of the Rio Manso (Belo Horizonte, Brazil) and Chingaza (Bogotá,

---

Colombia) reservoirs, as well as to identify effective environmental protection strategies in both areas. The literature review and RapidEye image interpretation allowed to establish relationships between the basins' conditions and the capacity of the protection strategies to control the socioeconomic dynamics. It was observed that the creation of conservation areas and land acquisition can be effective environmental protection initiatives as long as there is a real interaction with land use regulations and land-management plans from the municipalities where these basins are located.

**Key words:** Hydrographic basins, water supply sources, land management

---

## Introducción

América Latina es considerada la región más urbanizada del mundo, con una tasa estimada del 90% para el año de 2020 (ONU Habitat, 2012). El proceso de urbanización vino acompañado, a partir de la década de 1950, de la expansión del tejido urbano, conurbación y metropolización – tres dinámicas que, determinadas por el sector inmobiliario, representan varios desafíos en términos de gestión territorial y prestación de los servicios de saneamiento básico. Uno de estos desafíos es la gestión y prestación del servicio de abastecimiento público de agua en un contexto de expansión urbana acelerada y caracterizada, además, por el surgimiento constante de construcciones irregulares en áreas cercanas de los cuerpos de agua.

El crecimiento acelerado de las ciudades latinoamericanas creó “áreas de gran densidad poblacional e intensa presión sobre la disponibilidad hídrica, en términos de calidad y cantidad” (ONU Habitat, 2014). Esto, por su parte, implicó la inminente necesidad de identificar nuevas fuentes de agua capaces de abastecer a las grandes ciudades, atendiendo criterios de cantidad y calidad adecuados. Dado que la mayoría de las aguas urbanas superficiales se encuentra canalizada y/o contaminada por efluentes domésticos e industriales, varias metrópolis buscan fuentes de abastecimiento cada vez más distantes.

Un ejemplo de ello son las ciudades de Bogotá (Colombia) y Belo Horizonte (Brasil), cuyas principales fuentes de abastecimiento se encuentran localizadas fuera de los límites municipales. Bogotá, la capital de Colombia, posee aproximadamente 7.181.469 habitantes (DANE, 2018), sin considerar los municipios del área metropolitana. La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAAB), la empresa pública más importante de la ciudad, realiza la captación del agua en fuentes como los ríos Guatiquía y Chuza, entre otros, los cuales se encuentran ubicados en el Parque Nacional Natural Chingaza, a más de 50km de la capital.

Por su parte, el servicio de abastecimiento de la ciudad de Belo Horizonte es prestado por la Compañía de Saneamiento de Minas Gerais (COPASA), una sociedad mixta que opera a nivel estatal<sup>1</sup> y es responsable, igualmente, de los servicios de alcantarillado y residuos sólidos. Las cuencas contribuyentes de las principales fuentes de abastecimiento público de Belo Horizonte también se encuentran fuera de los límites del municipio, tal como ocurre con el Sistema Paraopeba, cuyos embalses Sierra Azul, Vargem das Flores y Río Manso están localizados a más de 50 km de la capital de Minas Gerais<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Brasil es un Estado federal compuesto por el Distrito Federal y 26 Estados, uno de los cuales es Minas Gerais.

<sup>2</sup> Belo Horizonte es la capital del Estado de Minas Gerais, localizado en la región sureste de Brasil.

A pesar de que ambas ciudades captan agua fuera de sus límites municipales, las dinámicas socioeconómicas en las cuencas contribuyentes continúan representando un desafío en términos de gestión territorial y, en algunos casos, constituyen una amenaza para la calidad y cantidad de agua necesaria para el abastecimiento público. Estas dinámicas son, muchas veces, incompatibles con las estrategias e instrumentos de protección ambiental, en general, y de las fuentes de abastecimiento público de agua, en particular.

En este sentido, el objetivo del presente artículo es analizar las principales amenazas y riesgos a la calidad y disponibilidad hídrica en las cuencas contribuyentes del Sistema de Río Manso (que abastece, parcialmente, el Área Metropolitana de Belo Horizonte) y del Sistema Chingaza (que abastece, parcialmente, la ciudad de Bogotá), identificando estrategias efectivas de protección ambiental. La idea es, entonces, contrastar las dinámicas socioeconómicas con las diferentes estrategias e instrumentos de gestión territorial en las áreas de estudio, analizando la efectividad de éstas últimas para contener – o no- los impactos de las interferencias antrópicas en las fuentes de agua.

La decisión de centrar el trabajo en dos áreas de dos países diferentes resulta del interés de identificar propuestas de protección ambiental diversas que permitan un mayor cuidado y preservación de las áreas donde se encuentran localizadas las fuentes de abastecimiento. Adicionalmente, fueron elegidos dos países latinoamericanos debido a la semejanza en términos de dinámicas socioeconómicas y demográficas, características urbanísticas y desafíos de protección de los recursos hídricos.

La selección de las cuencas contribuyentes de Río Manso y Chingaza como áreas de estudio se debe a que, para entender las amenazas y riesgos sobre las fuentes de abastecimiento de agua, es necesario realizar un análisis integral sobre las dinámicas socioeconómicas del entorno cercano de los embalses. La protección de las fuentes de agua debe abordar los diferentes usos y formas de apropiación de los territorios donde éstas se encuentran ubicadas. Por lo tanto, cualquier tipo de estrategia en este sentido debe tener en cuenta que “el área de protección directa de una fuente de abastecimiento de agua debe ser comprendida como la cuenca hidrográfica superficial de contribución de ésta misma” (Magalhães et.al., 2016, 93).

El artículo está compuesto por cuatro partes principales, seguidas de una conclusión. La primera parte, describe los procedimientos metodológicos de la investigación, enunciando las fuentes bibliográficas analizadas y las técnicas de interpretación de imágenes. La segunda, realiza una breve descripción de las áreas de estudio, especificando su localización y sus características principales. La tercera, analiza los principales instrumentos de gestión territorial empleados en las áreas de estudio, bien como su posible impacto en la protección de las fuentes de abastecimiento de agua. La cuarta parte permite realizar la relación entre las estrategias de protección en los territorios analizados con los riesgos y amenazas que fueron identificados a través de la revisión bibliográfica y los análisis de uso y ocupación del suelo.

### **Procedimientos metodológicos**

Para identificar las amenazas y riesgos a la calidad y disponibilidad hídrica de las cuencas contribuyentes, fue efectuada una revisión bibliográfica referente a la caracterización socioeconómica de éstas. En el caso del sistema Chingaza, esta etapa implicó el levantamiento de informaciones generadas por fuentes como el Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos Alexander von Humboldt (lvH), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)<sup>3</sup>, el Sistema de Parques Nacionales Naturales y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

Del mismo modo, los principales instrumentos de gestión territorial del área de estudio permitieron determinar cuáles son las principales estrategias de protección ambiental en el área. Así, fueron analizados el Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Chingaza (en adelante, Parque Chingaza), el Plan de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas (POMCHA) y los Planes de Ordenamiento de los municipios localizados en las cuencas contribuyentes. La comparación entre los instrumentos de gestión territorial y las dinámicas socioeconómicas permitió la identificación de posibles conflictos y/o tensiones que pueden comprometer la protección de las fuentes de abastecimiento de agua.

Para el caso de Río Manso, fueron utilizadas informaciones de la Alcaldía Municipal de Belo Horizonte, la Secretaría Municipal de Obras e Infraestructura (SMOBI), la Superintendencia de Desarrollo de la Capital (SUDECAP), y de la empresa COPASA. En lo relativo a la gestión territorial, los instrumentos estudiados incluyen los Planes de Ordenamiento Municipales de áreas administrativas localizadas dentro de las cuencas contribuyentes, así como informaciones del Área de Protección Especial Estatal (APE) de la Cuenca Hidrográfica de Río Manso y del Área de Protección Ambiental (APA) de Río Manso.

Además de estas informaciones, se elaboró un mapa de uso y ocupación del suelo a partir de la interpretación de imágenes de satélite de media resolución RapidEye, con el soporte de mapeos previos que permitieron la creación de técnicas de interpretación y la identificación de porcentajes de áreas urbanas, minería, red vial, prados y áreas agrícolas. Estas características pueden constituir amenazas y riesgos en las cuencas contribuyentes de las fuentes de abastecimiento público analizadas.

Los datos obtenidos a partir de esta clasificación fueron articulados con las demás informaciones en un Sistema de Información Geográfica (SIG), por medio del software ArcGIS 10.2. De esta forma, fue posible analizar la distribución espacial de las amenazas y riesgos a la calidad y disponibilidad hídrica en las áreas de estudio, bien como relacionarlos con los instrumentos de gestión territorial.

Por último, la revisión y análisis bibliográfico posibilitaron la construcción de una matriz de factores de amenaza y riesgo, cuyo objetivo fue entender cómo determinadas estrategias e instrumentos de gestión territorial pueden influenciar el tipo de dinámicas socioeconómicas presentes en las cuencas contribuyentes.

### **Caracterización del área**

El sistema Río Manso es uno de los ocho que operan, de manera integrada, para abastecer la Región Metropolitana de Belo Horizonte<sup>4</sup>. La capital de Minas Gerais es abastecida por este sistema integrado y por pozos artesianos con una capacidad de producción de 19.110 L/s para la

---

<sup>3</sup> Las CAR son entes corporativos de carácter público cuya responsabilidad es la gestión del medioambiente en diferentes localidades territoriales (regiones) consideradas como geográfica, biológica e hidrográficamente semejantes. Entre algunas de las funciones de las CAR está la emisión de permisos de concesión de uso del agua.

<sup>4</sup> La Región Metropolitana de Belo Horizonte está compuesta por 34 municipios..

RMBH, de los cuales 7.252,35 L/s son destinados a Belo Horizonte. Inaugurado en 1991, el sistema Río Manso tiene una capacidad de producción de 5.800 L/s y presentó, en 2015, una producción promedio de 4.350,33 L/s, de los cuales 1.751,98 L/s (41,67%) fueron destinados a la capital de Minas Gerais (Alcaldía Municipal de Belo Horizonte, 2016).

La cuenca contribuyente del embalse de Río Manso posee un área de alrededor de 673,76km<sup>2</sup>, distribuidos en los municipios de Bonfim, Brumadinho, Crucilandia, Itatiaiuçu y Río Manso, todos los cuales están dentro de la Región Metropolitana de Belo Horizonte (figura 1), y cuya población estimada en 2020 fue de 6.006.091 personas (IBGE, 2020). A partir de los datos del censo de 2010, el último realizado en Brasil, se estima que la población residente en la cuenca contribuyente del embalse de Río Manso es de 21.728 personas, 72% de las cuales se encuentra en área urbana y 28% en área rural (IBGE, 2010).

Los límites de la cuenca contribuyente del embalse de Río Manso equivalen a los del Área de Protección Especial Estatal de la Cuenca Hidrográfica de Río Manso, creada por el decreto estatal no 27.928 del 15 de marzo de 1988, con la finalidad explícita de proteger la fuente de abastecimiento público de agua. A pesar de que esta área es reconocida por el gobierno estatal como un área de conservación, ésta no se encuentra enmarcada dentro del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SNUC, por sus siglas en portugués)<sup>5</sup>. El Área de Protección Especial Estatal de la Cuenca Hidrográfica de Río Manso se sobrepone, en parte, con los límites del Área de Protección Ambiental de Río Manso, un área de conservación de uso sostenible<sup>6</sup>, creada, también, en 1988.

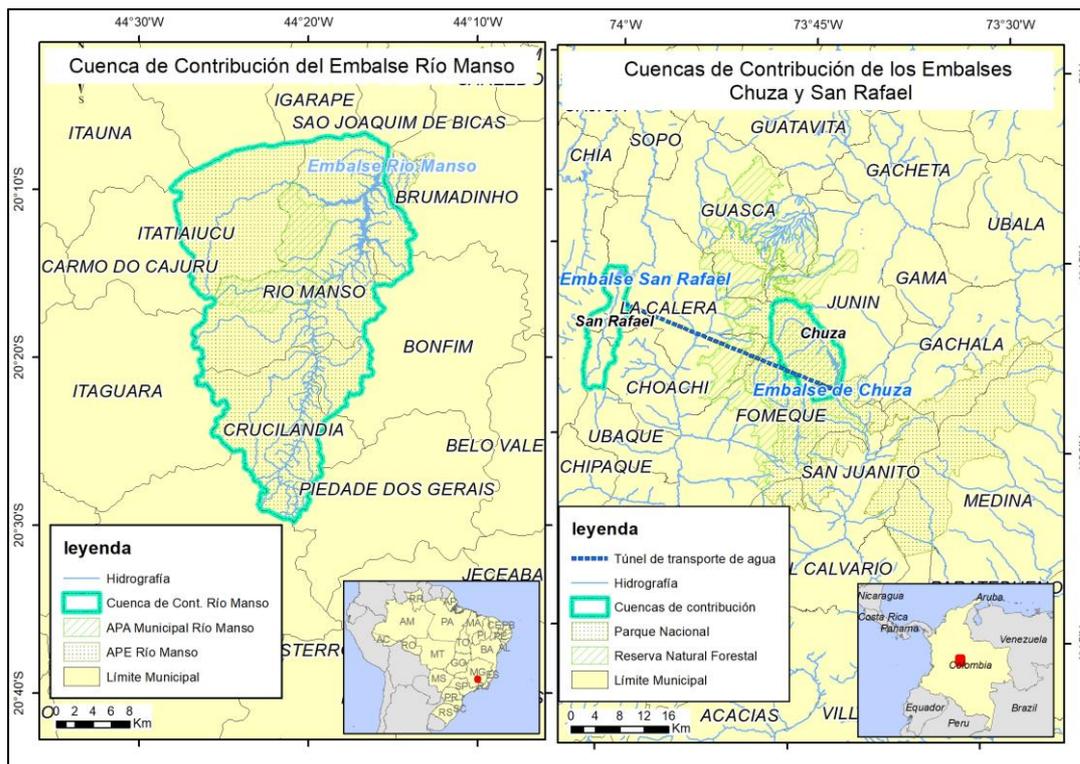
El sistema Chingaza, por su parte, entró en funcionamiento en 1983, y está compuesto por dos embalses principales, Chuza y San Rafael, así como por la planta de tratamiento Francisco Wiesner. Este sistema abarca un área de 212km<sup>2</sup> con sus cuencas contribuyentes, siendo que 129,4km<sup>2</sup> de este total corresponden al área de drenaje del embalse de San Rafael. El agua del embalse de Chuza, el cual tiene un área de 492 hectáreas y un volumen de 240 Mmc (IDEAM, 2015), es direccionada a través de un sistema de túneles para el embalse de San Rafael, o directamente para la planta de tratamiento Francisco Wiesner, ambos localizados en el municipio de La Calera (figura 1).

Según datos de 2015 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, el sistema Chingaza es responsable por la provisión de agua del 80% de la ciudad de Bogotá, así como de 10 municipios colindantes, aportando alrededor de 346 a 396 Mmc para el abastecimiento de la capital de Colombia (EAAB, 2015).

---

<sup>5</sup> Esto se debe a que la categoría de las APEs no fue prevista por la Ley Federal nº 9.985 del 18 de julio de 2000, la cual regula las áreas de conservación en el país

<sup>6</sup> El Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Brasil (SNUC, por sus siglas en portugués), prevé dos categorías de áreas de conservación: Las áreas de protección integral - cuyo objetivo principal es la preservación de la naturaleza y, por lo tanto, únicamente están permitidos los usos indirectos de los recursos naturales a través de actividades como el turismo, investigación, paisajismo— y las áreas de uso sostenible, cuyo objetivo es compatibilizar la conservación de la naturaleza con el uso sostenible de los recursos naturales.



**Figura 1.** Localización de los embalses que componen los sistemas Río Manso y Chingaza

Fuente: Elaboración propia

El sistema Chingaza es producto del trasvase de la cuenca del río Guatiquía, con un traslado de 440.3 Mmc para el abastecimiento de Bogotá (IDEAM, 2015). El embalse de Chuza, donde ocurre la producción y captación principal del agua para Bogotá, recoge agua de los ríos Blanco, Chuza, la Playa y quebrada Leticia, todos los cuales hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Guatiquía, el cual nace en el Parque Chingaza y desemboca en el río Meta, al oriente de Colombia. El embalse de Chuza se encuentra localizado en el municipio de Fómeque, dentro de la parte noroeste del Parque Chingaza, un área de conservación creada en 1977 por medio de la Resolución Ejecutiva 154.

Desde su inicio, la reglamentación de esta área de conservación - que prohíbe la práctica de actividades diferentes de la conservación, investigación, educación, recreación, cultura y recuperación ambiental - ya estipulaba la posibilidad de crear embalses de agua como fuentes alternativas para el abastecimiento de Bogotá (Parque Nacional Natural Chingaza, 2016).

El impacto de los instrumentos de gestión en la protección de las fuentes de abastecimiento agua Según un estudio de Islam et. al. (2011) que analiza estrategias para la protección de fuentes de agua, las amenazas y riesgos más comunes para la seguridad hídrica están asociados a la presión ejercida por la urbanización. Según estos autores, los riesgos en las fuentes de abastecimiento de agua están relacionados con siete variables, a saber, el uso del suelo, las aguas pluviales, la agricultura, los derrames de vehículos, los vertederos municipales, las carreteras y las industrias. En las áreas de estudio, las principales amenazas tienen ver con factores como la agropecuaria, urbanización, minería, sistema vial y turismo, elementos identificados a partir del mapeo de uso del suelo (cuadro 1). La cuenca contribuyente del embalse de Chuza se encuentra

en mejores condiciones en lo que se refiere a la protección de los recursos hídricos, con una menor presencia relativa de factores de amenaza que en los casos de las cuencas contribuyentes de los embalses de San Rafael y Río Manso (cuadro 1).

| Tipo de Área         |                         | Área total ocupada por factores de riesgo y amenaza |               |         |                      |                 | Área total no ocupada por factores de riesgo y amenaza |
|----------------------|-------------------------|---|---------------|---------|----------------------|-----------------|--|
| Cuenca contribuyente |                         | Área de infraestructura turística                   | Áreas urbanas | Minería | Pastos y agricultura | Carretera* (km) | Vegetación natural                                     |
| Chuza                | Área (km <sup>2</sup> ) | 0,3   | 0             | 0       | 0                    | 38,8            | 129,1  |
|                      | %                       | 0,2%  | 0,0%          | 0,0%    | 0,0%                 | -               | 99,8%  |
| San Rafael           | Área (km <sup>2</sup> ) | 0   | 7,7           | 0,1     | 45,1                 | 245,4           | 29,7   |
|                      | %                       | 0,0%  | 9,0%          | 0,0%    | 55,0%                | -               | 36,0%  |
| Río Manso            | Área (km <sup>2</sup> ) | 0   | 13,5          | 15,3    | 507,8                | 221,4           | 122,7  |
|                      | %                       | 0,0%  | 2,0%          | 2,0%    | 77,0%                | -               | 18,6%  |

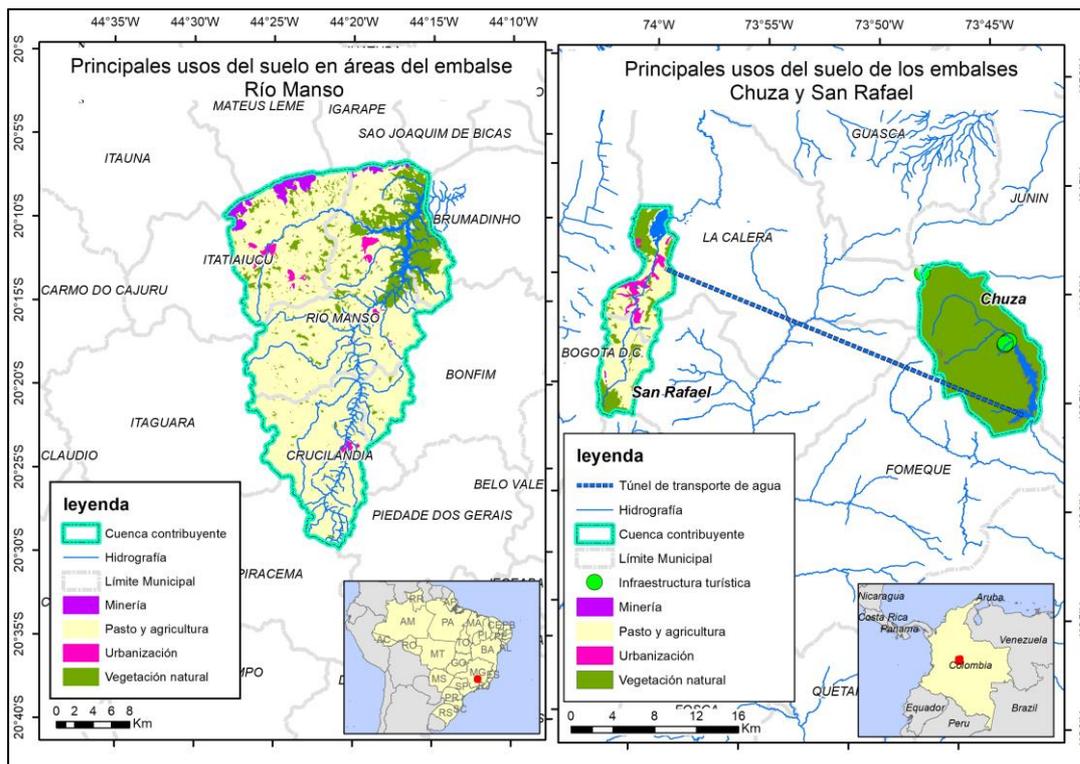
**Cuadro 1.** Factores riesgo y amenaza a cantidad y calidad hídrica en cuencas contribuyentes de los embalses de Chuza y San Rafael (Sistema Chingaza) y Río Manso.

\* Estimado a partir de datos lineales que no permiten el cálculo del área respectiva

Fuente: Elaboración propia con base en análisis y mapeo del uso del suelo.

Como la cuenca contribuyente del embalse de Chuza se encuentra dentro de un parque nacional, se pudo verificar que la mayor parte de su territorio está ocupada por vegetación natural. Las únicas estructuras antrópicas existentes en esta área son un mirador, un albergue, un área de camping y los 39km de vías no pavimentadas, utilizadas para la operación y manutención del Parque Chingaza, así como para la circulación de los turistas que visitan el parque. El área destinada para recibir a los turistas ocupa menos del 0,3% del área total de la cuenca del embalse (Parque Nacional Natural Chingaza, 2016). Estas características favorecen la calidad y disponibilidad del agua destinada al abastecimiento de la ciudad de Bogotá.

El embalse de San Rafael, que recibe el agua tanto de Chuza como del río Teusacá, se encuentra localizado fuera de los límites del Parque Chingaza y, por lo tanto, su situación difiere del embalse de Chuza en lo relativo a los tipos de factores de presión identificados. A partir del análisis e interpretación de imágenes, se pudo determinar que cerca del 64% del territorio de San Rafael se encuentra ocupado por actividades antrópicas que representan un riesgo para la calidad y cantidad del agua del embalse (figura 2). Entre estos factores de riesgo y amenaza se encuentran el pastoreo y las actividades agrícolas (55%), especialmente las relacionadas a los cultivos de papá, maíz y zanahoria.



**Figura 2.** Distribución espacial de principales usos del suelo en las cuencas contribuyentes de Río Manso y Chingaza

Fuente: Elaboración propia

La cuenca contribuyente del embalse de San Rafael también tiene el 9% de su territorio ocupado por áreas urbanizadas. Se trata de áreas que, en general, presentan un bajo grado de densificación y construcciones de alto estándar, con residencias de grandes dimensiones y conjuntos cerrados para población de altos ingresos. El análisis de imágenes de satélite evidencia el incremento de edificaciones en el área, especialmente en la última década. Las áreas urbanas son hot spots que promueven cambios a diferentes escalas. El consumo humano y la demanda de material de producción alteran el uso y cobertura del suelo, modificando, entre otros aspectos, los sistemas hídricos a nivel local y regional (Grimm et al., 2008).

Adicionalmente, la cuenca del embalse de San Rafael contiene cuatro canteras, representadas como áreas de minería, que ocupan el 0,1% del territorio. El tráfico de vehículos en 245,37 km vías construidas contribuye al aumento de la contaminación difusa y la movilización de sedimentos que pueden ser arrastrados hasta el área de drenaje, comprometiendo la calidad del agua del embalse.

Con respecto a la cuenca del embalse de Río Manso, el análisis del uso y ocupación del suelo revela que cerca del 81% del territorio está ocupado por actividades antrópicas que ejercen presión sobre los recursos hídricos (figura 2). Aunque no se identificó la presencia de grandes propiedades en el área, alrededor del 77% de ésta se encuentra ocupada por actividades agrícolas o pastoreo.

Ahora bien, como la legislación en Minas Gerais solo prevé la necesidad de un permiso de concesión de uso del agua para consumos superiores a 1L/s para dicha área, la irrigación dentro de estas propiedades rurales es considerada como de “uso insignificante” por la normatividad

vigente<sup>7</sup>. A pesar de esta denominación, el conjunto de pequeños usuarios del agua puede disminuir la disponibilidad hídrica en la cuenca, reduciendo así, la cantidad de agua disponible para abastecer la RMBH. Aun así, no existe un valor estimado sobre el volumen de agua utilizado para esta actividad y no hay estrategias de manejo claras capaces de minimizar los impactos acarreados por ésta. Tampoco existen directrices específicas que incentiven o controlen el uso de agroquímicos en el territorio.

Igualmente, se constató que alrededor del 2% de la cuenca está ocupada por actividades relacionadas con la minería, concentradas, además, en el interfluvio norte de ésta, región conocida como Sierra Azul. Esta área, asociada a la extracción de hierro, ocupa una extensión inferior a las actividades agropecuarias. No obstante, la explotación de este mineral se realiza a cielo abierto, lo que implica la disminución significativa de vegetación y la instalación de depósitos de material estéril y represas de desechos.

La minería en la cuenca contribuyente de Río Manso ha estado asociada a fuertes alteraciones ambientales, como disminución de la cobertura vegetal, contaminación química del agua por vertimiento de las aguas residuales, reducción de la disponibilidad hídrica en las microcuencas por uso de dinamita e incremento en la turbidez de los cuerpos de agua como consecuencia de una mayor presencia de sedimentos (Braga, et.al., 2007). La explotación mineral a cielo abierto, con la implantación de represas de desechos, también ha sido causante de fuertes desastres socioambientales en el área de estudio, tal como ocurrido con la ruptura de la represa de Brumadinho el 25 de enero de 2019, enterrando 297,28 hectáreas de tierra con desechos altamente contaminantes, donde 51% de las áreas afectadas correspondían a vegetación nativa (Pereira et.al., 2019).

A pesar de que la minería representa un factor de riesgo y amenaza significativo sobre los recursos hídricos en términos de calidad y cantidad del agua, y de que esta área es de gran relevancia para el abastecimiento público de la población de Belo Horizonte, la legislación y los organismos ambientales no realizan ningún tipo de diferenciación en términos de requisitos y fiscalización de la implantación y operación de estas actividades.

De hecho, la operación de emprendimientos mineros demanda una gran cantidad de agua. Fueron identificadas, a través de la interpretación de imágenes, tres concesiones de agua para empresas de minería en esta área, cuyos volúmenes suman un total de 53L/s, lo que equivale al 3% de la producción de agua de la planta de tratamiento del sistema de Río Manso. Cabe subrayar, además, que existen otros procesos de concesión de agua en puntos cercanos al interfluvio de la cuenca, un área donde la actividad de minería ya está bastante avanzada. En este sentido, existe la posibilidad de que la dinámica de los acuíferos locales se vea alterada en función de la extracción del agua y la ocupación de las zonas de recarga por actividades relacionadas con esta actividad.

Asimismo, el 2% de la cuenca contribuyente está ocupada por áreas urbanas, entre las cuales se encuentran las sedes de los municipios de Itatiaiuçu, Río Manso y Crucilândia, así como las localidades de Santa Terezinha de Minas, Souza, Cachoeira dos Antunes, Mato Dentro y Seio de Abraão. Estas áreas urbanas poseen diferentes niveles de densificación poblacional, pero la

---

<sup>7</sup> Deliberación normativa del Consejo Estatal de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG), del 16 de junio de 2004.

mayoría cuenta con infraestructuras como estaciones de gasolina, cementerios e industrias, las cuales pueden llegar a comprometer la disponibilidad hídrica del embalse.

A partir de los datos del censo demográfico de 2010, se calcula que alrededor de 21.728 personas residen en el área de la cuenca (IBGE, 2010). Esta población genera demandas por servicios de abastecimiento de agua y saneamiento básico, por lo que la urbanización puede ser considerada como un importante factor de presión sobre la disponibilidad y calidad hídrica de la región. De hecho, los datos del censo demográfico indican que cerca del 78,8% de la población local tiene acceso al servicio de alcantarillado y que el 82,5% cuenta con servicio de recolección de basura y limpieza (IBGE, 2010). Fueron identificadas, además, cinco concesiones de agua para el abastecimiento de esta población cuyos volúmenes son de 70L/s, alrededor del 4% de la cantidad de agua tratada en la planta de tratamiento del sistema de Río Manso.

### **La relación entre estrategias de protección y factores de riesgo y amenaza**

La matriz de factores de riesgo y amenaza retrata la situación contrastante entre las condiciones de las cuencas contribuyentes de los diferentes embalses (cuadro 1). Si, por un lado, el embalse de Chuza se ve afectado por mínimos impactos de actividades humanas, por otro, el embalse de Río Manso enfrenta mayores presiones como consecuencia de la minería, agropecuaria y expansión urbana.

El análisis de las dinámicas socioeconómicas en las cuencas contribuyentes estudiadas permite levantar algunas reflexiones al respecto de los instrumentos de gestión que son aplicados en cada área, bien como sobre la capacidad de éstos para controlar o mitigar los impactos en los sistemas de abastecimiento público de agua. En el caso colombiano, el grado de protección de la cuenca puede ser explicada por las medidas e instrumentos de gestión allí empleados, siendo la creación del Parque Nacional Natural Chingaza y el Plan de Manejo de éste unos de los principales. No obstante, estos instrumentos no aplican para el caso del embalse de San Rafael, el cual se encuentra en una situación semejante a la de Río Manso.

La creación del Parque Chingaza, en 1977, fue promovida por la EAAB, la cual identificó esta área como un punto estratégico para la captación de agua. La delimitación y los objetivos originales del parque coincidieron con la necesidad de proteger los cuerpos hídricos que serían utilizados posteriormente en el abastecimiento de la capital y de 10 municipios vecinos.

La construcción del sistema Chingaza y la declaración del área como un área de conservación fueron acciones paralelas y complementarias, lo que acabó otorgándole a la EAAB un papel central en la regulación y gobernanza del territorio. El Plan de Manejo actual reconoce la importancia estratégica del Parque Chingaza para la provisión de agua de la capital y constata que:

Entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (E.A.A.B) y Parques Nacionales Naturales de Colombia han existido acuerdos formales desde 1976 que han buscado preservar y conservar integral y coordinadamente los ecosistemas de Chingaza, llegando así a crear el área protegida Parque Nacional Natural Chingaza (Parque Nacional Natural Chingaza, 2016, 114).

A través de la zonificación del parque en cinco áreas con objetivos de conservación y protección ambiental diferentes, el Plan de Manejo actual especifica las estrategias de acción que deben ser

aplicadas en cada área, así como el tipo de actividad permitida. La mayor parte del área de conservación (91,65%) está clasificada como zona intangible (figura 3), abarcando la cuenca contribuyente del embalse de Chuza.

Además de la zona intangible, se encuentran, también, áreas de alta densidad de uso, ocupando 1,9% del parque; las áreas primitivas, que representan 0,6% del parque y corresponden a los puntos más altos y significativos del área de conservación; y las áreas de recuperación natural. Éstas últimas abarcan el 5,7% del área y están situadas en los límites y en el centro del parque, donde se identificaron transformaciones o pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de la antropización (Parque Nacional Natural Chingaza, 2016, 192).

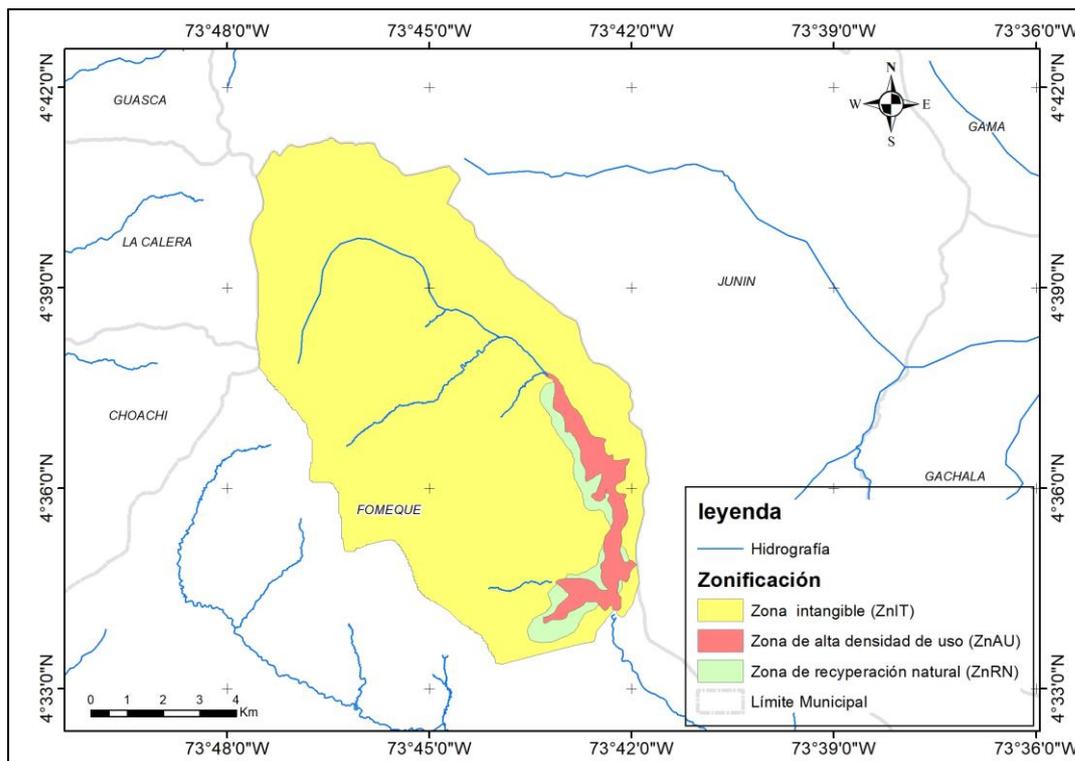
Únicamente están permitidas las actividades de investigación, recreación, recuperación y cultura dentro de los límites del Parque Chingaza. Las únicas áreas consideradas de alta densidad de uso comprenden los puntos de operación y captación de la EAAB, bien como algunas vías sin pavimentar que permiten el paso y desplazamiento de la población de los municipios dentro del área de conservación (figura 3).

El Plan de Manejo del sistema Chingaza, creado en 2003 por la EAAB para el área de influencia de los embalses de Chuza y San Rafael, también constituye un instrumento de gestión que favorece la protección de las fuentes de abastecimiento de agua. La implementación y monitoreo de las medidas previstas en el Plan de Manejo del sistema se realizan de manera conjunta con los funcionarios del parque, lo que evidencia las relaciones históricas entre ambas entidades.

Un ejemplo de este trabajo conjunto es la compra de terrenos localizados en la cuenca contribuyente de las fuentes de agua y, en particular, en las áreas adyacentes al embalse de Chuza. La compra de terrenos es efectuada tanto por la administración del parque, para garantizar la protección del área de conservación, como por la EAAB, con el objetivo de disminuir las presiones ambientales sobre las fuentes de agua.

En el caso de la EAAB, la compra de terrenos es una exigencia legal prevista en el artículo 216 de la Ley 1.450 de 2011, la cual prevé que:

Todo proyecto que requiera licencia ambiental y que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad, deberá destinar no menos del 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación, conservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El beneficiario de la licencia ambiental deberá invertir estos recursos en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la respectiva cuenca hidrográfica, de acuerdo con la reglamentación vigente en la materia (Art. 216, Ley 1450 DE 2011).



**Figura 3.** Zonificación del área del Parque Nacional Natural Chingaza dentro de la cuenca contribuyente del embalse de Chuza

Fuente: Adaptación propia del Parque Nacional Natural Chingaza, 2016

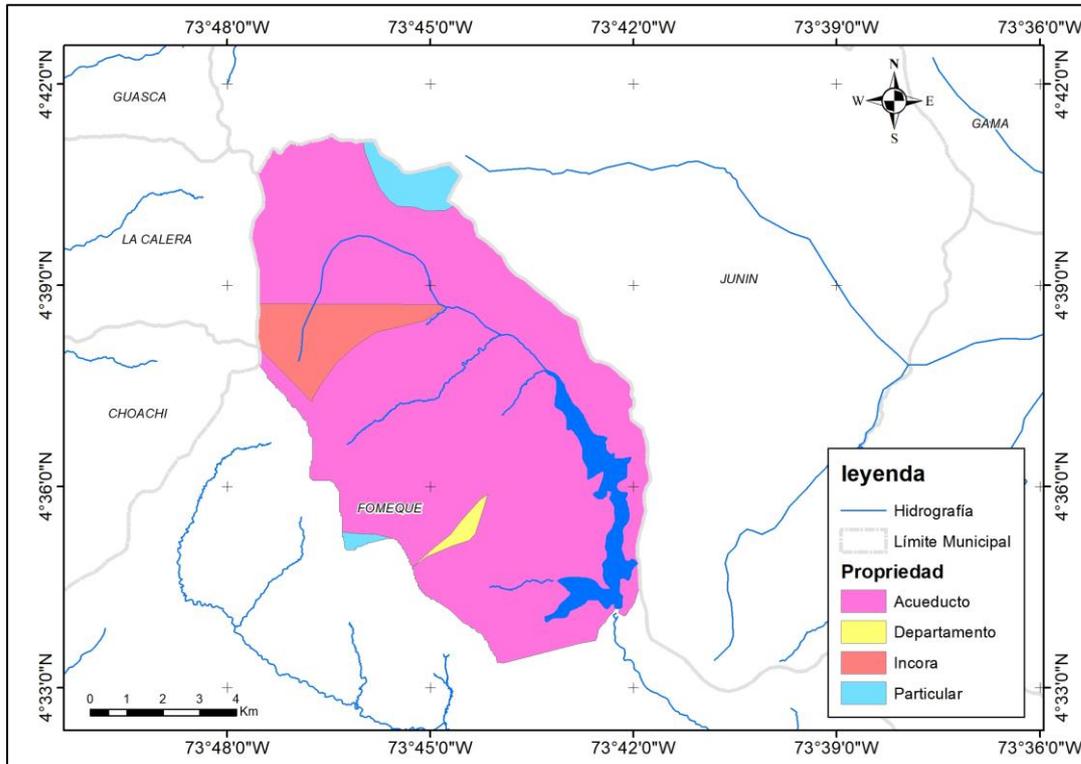
Conforme lo establecido por el IGAC y el Plan de Manejo del parque, de los 209 terrenos identificados y registrados, 28 le pertenecen a la EAAB, lo que equivale a un total de 15.319 hectáreas (153,19km<sup>2</sup>) localizadas dentro del parque o en su zona de amortiguación. El resto de las propiedades son administradas y/o le pertenecen a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR y Corpoguavio), a las empresas de cemento Samper y Cemex, al Estado, a los municipios, al antiguo Instituto Nacional para la Reforma Agraria (INCORA) y a particulares (Parque Nacional Natural Chingaza, 2016).

La figura 4 resalta el hecho de que la cuenca contribuyente está bajo el control y fiscalización de la EAAB y de las autoridades ambientales con jurisdicción en el área (las CAR), así como la fuerte presencia de la empresa en las áreas adyacentes. La compra de terrenos facilita la regulación de las actividades desarrolladas en el área. Sin embargo, esta estrategia, por sí sola, no constituye una medida efectiva para la protección de las fuentes de abastecimiento de agua, dado que su capacidad para contener la antropización del área depende, igualmente, de dos variables.

La primera, es la creación e implementación de medidas complementarias, tales como la movilización y sensibilización de las comunidades locales y, especialmente, de la compensación económica a los propietarios que perdieron áreas productivas debido a la delimitación del parque. En este sentido, la EAAB ejecuta un programa de reconversión productiva en las propiedades rurales situadas en las zonas de amortiguación del área de conservación.

El objetivo del programa es movilizar a las comunidades en favor de la protección del ecosistema, promoviendo la sustitución de algunas actividades productivas que representan un factor de presión en y para el parque – como el ganado y el cultivo extensivo de papa – por alternativas

“eco-eficientes”, como denominadas por la EAAB. La empresa realiza un trabajo de acompañamiento y capacitación en técnicas de agroecología sostenible, buscando garantizar, simultáneamente, el bienestar de las familias participantes y la protección de las áreas circundantes a las fuentes de abastecimiento de agua.



**Figura 4.** Propiedad de los terrenos en la cuenca contribuyente del embalse de Chuza

Fuente: Parque Nacional Natural Chingaza, 2016

La segunda variable está relacionada con la articulación entre la estrategia de compra de terrenos y las acciones efectuadas por otras entidades con jurisdicción en el parque, tales como las CAR y los municipios donde se encuentran los embalses. Sin una aplicación y reconocimiento locales, la compra de terrenos se enfrentaría a impasses como la construcción ilegal, la caza y el despeje ilegal de áreas para el pastoreo, por ejemplo.

Es por esto que los Planes de Ordenamiento de los municipios representan, también, un instrumento de gestión ambiental importante para garantizar la calidad del agua de los embalses. En el caso de Chuza, la zonificación y las acciones propuestas en los dos Planes de Manejo mencionados son reconocidos explícitamente por los Planes de Ordenamiento de la mayor parte de los municipios comprendidos dentro del Parque Chingaza. Esta articulación permite efectivizar las estrategias de gestión y protección del área de conservación, en general, y de las fuentes de abastecimiento de agua, en particular.

Fómeque, el municipio donde se encuentra el embalse de Chuza, principal punto de captación del Sistema Chingaza, incorporó de manera integral las medidas del Plan de Manejo del Parque Chingaza dentro del Plan de Ordenamiento del municipio, construyendo sus estrategias y objetivos de gestión territorial con base en las regulaciones y restricciones previstas en la zonificación del área de conservación.

En su Plan de Ordenamiento, el municipio de Fómeque se declara como protector y productor de servicios ambientales y menciona repetidamente, a lo largo del documento, términos como “oferta ambiental”, “oferta de servicios ecosistémicos”, “áreas protegidas” y “manejo sostenible de la naturaleza”.

En este orden de ideas, el artículo 6° del Plan de Ordenamiento afirma que la conservación, preservación, recuperación y uso sostenible de la naturaleza son algunos de los principales objetivos de la planeación territorial rural del municipio. Igualmente, el artículo 9o propone, como estrategia general de la gestión municipal, la “armonización de la demanda social con la oferta ambiental, en forma tal que se contribuya de la mejor manera posible al mejoramiento de la calidad de vida de la población, a partir del manejo sostenible de la naturaleza” (Municipio de Fómeque, Art. 6° y 9°, 2000).

Las medidas e instrumentos de gestión analizados permiten entender el bajo grado de antropización de la cuenca contribuyente del embalse de Chuza. Los instrumentos de gestión aplicables en esta área se articulan de manera armónica, buscando alcanzar el objetivo común de protección del área de conservación donde se encuentra la principal fuente de abastecimiento de agua de Bogotá.

En contraposición, el sistema Río Manso tiene como principales instrumentos de protección el Área de Protección Especial Estatal de la Cuenca Hidrográfica de Río Manso y, parcialmente yuxtapuesta a ésta, el Área de Protección Ambiental de Río Manso. No obstante, como las APes no son consideradas como una categoría dentro de las áreas de conservación previstas por el SNUC, éstas no cuentan con instrumentos de gestión específicos y, por consiguiente, su institucionalización no tiene ninguna efectividad en términos del control de uso y ocupación del suelo (Magalhães et al., 2014).

En efecto, las APes no cuentan con Planes de Manejo, criterios de caracterización y zonificación, instrumentos de gestión, ni con una normatividad clara que defina qué debe ser considerada, en la práctica, un área de protección especial. Estos vacíos en la legislación impiden que los propios gestores y el poder público entiendan cómo delimitar un APE, cómo y por qué diferenciarla de un área de conservación y qué hacer para restringir los usos dentro de ésta.

COPASA, la concesionaria de agua responsable de la operación del sistema Río Manso, es propietaria de un área de 9.000 ha (90km<sup>2</sup>), incluyendo, dentro de ésta, el embalse de Río Manso y su entorno (Magalhães, Lemos y Macedo, 2014). Es esta área la que, precisamente, presenta mayor concentración de cobertura vegetal, contribuyendo para la minimización de los factores de presión sobre los recursos hídricos.

Como mencionado anteriormente, esta estrategia de adquisición de terrenos en las cuencas contribuyentes de las fuentes de abastecimiento de agua también es adoptada por la EAAB, en Colombia. Sin embargo, mientras que COPASA es propietaria de aproximadamente 14% del área de la cuenca del embalse de Río Manso, la EAAB posee más del 70% del área de la cuenca del embalse de Chuza. Esta diferencia evidencia la dificultad de intervención y control por parte de la COPASA en lo que se refiere al uso y ocupación del suelo.

Además de que COPASA es propietaria de apenas una pequeña porción del área de la cuenca, ésta no posee la autoridad ni la competencia para aplicar los instrumentos de gestión que permitirían el control del uso del suelo y, por lo tanto, la protección del embalse. La ausencia de una regulación y Planes de Manejo propios para las APes favorece la presencia de actividades

que ejercen presión sobre los recursos hídricos- tales como la minería, la agricultura, la pecuaria y la urbanización- y pueden comprometer el agua para abastecimiento público en términos de calidad y cantidad.

Las APAs, por su parte, son categorías de conservación previstas dentro del SNUC. No obstante, el Área de Protección Ambiental de Río Manso, creada a través de la Ley nº523 del 15 de diciembre de 1998, aún no posee Plan de Manejo ni otro tipo de instrumento de gestión que permita alcanzar los objetivos para los cuales ésta fue creada.

Además de las áreas de conservación, también se destacan como herramientas de gestión los instrumentos de planeación municipal y regional que rigen los territorios político-administrativos comprendidos por la cuenca del embalse de Río Manso, tales como los Planes de Ordenamiento Municipal y los Planes Metropolitanos. Algunos ejemplos de instrumentos de gestión metropolitana creados en la última década por la Secretaría de las Ciudades e Integración Regional, Política Urbana y Gestión Metropolitana (SEDRU) son el Plan de Desarrollo del Vector Norte de Belo Horizonte (2009), el Plan de Ordenamiento de Desarrollo Integrado de la RMBH (2009-2011), la Macrozonificación de la RMBH (2013-2015) y los Lugares de Urbanidad Metropolitana/LUMES (2014-2015). Todos estos tienen una relación, directa o indirecta, con la gestión de fuentes de abastecimiento público de agua.

En concreto, la Macrozonificación de la RMBH, producto final de uno de los programas del Plan de Ordenamiento de Desarrollo Integrado de la RMBH (PODI-RMBH), tiene como objetivos garantizar el abastecimiento de agua en toda la región metropolitana para las generaciones futuras, promover corredores ecológicos y preservar las fuentes de agua, entre otros.

En efecto, uno de los instrumentos de la Macrozonificación es la definición de Zonas de Interés Metropolitano (ZIM), es decir, territorios delimitados en los que el interés metropolitano prevalece sobre el interés local. Este es, precisamente, el caso de la ZIM de Río Manso, la cual:

Corresponde a la cuenca de captación del embalse de Río Manso y donde se identifican conflictos entre el interés de la preservación de la fuente de abastecimiento metropolitano de agua y los impactos de las actividades agrícolas convencionales y de ocupaciones irregulares. Ésta presenta, como principales funciones públicas de interés común, la protección y gestión de los recursos naturales, con la reducción de presiones de actividad antrópica sobre el medio ambiente y desarrollo socioeconómico (Macrozoneamiento – Región Metropolitana de Belo Horizonte, 2017).

Las ZIM y la macrozonificación metropolitana son instrumentos de gestión considerados como innovadores para el contexto brasileño debido a que éstos buscan articular la planeación entre los diferentes municipios de la RMBH, rompiendo con las políticas de planeación que, hasta entonces, estaban restringidas a la escala municipal. El Proyecto de Ley Complementario (PLC) nº 74 de 2017, por medio del cual se instituye el Plan de Ordenamiento de Desarrollo Integrado de la RMBH, prevé que los Planes de Ordenamiento municipal sean reformulados a partir de las directrices de las nuevas macrozonificaciones propuestas.

El proyecto de macrozonificación de la RMBH propuso la creación de siete macrozonas para los municipios de la región metropolitana, definiendo parámetros urbanísticos para cada una de éstas, tales como el Coeficiente de Aprovechamiento Mínimo, el Coeficiente de

Aprovechamiento Básico, la Tasa de Permeabilidad y el Lote Mínimo (cuadro 2 y figura 5). Estos parámetros buscan contribuir al ordenamiento territorial integrado y a la protección de las fuentes de abastecimiento público de agua.

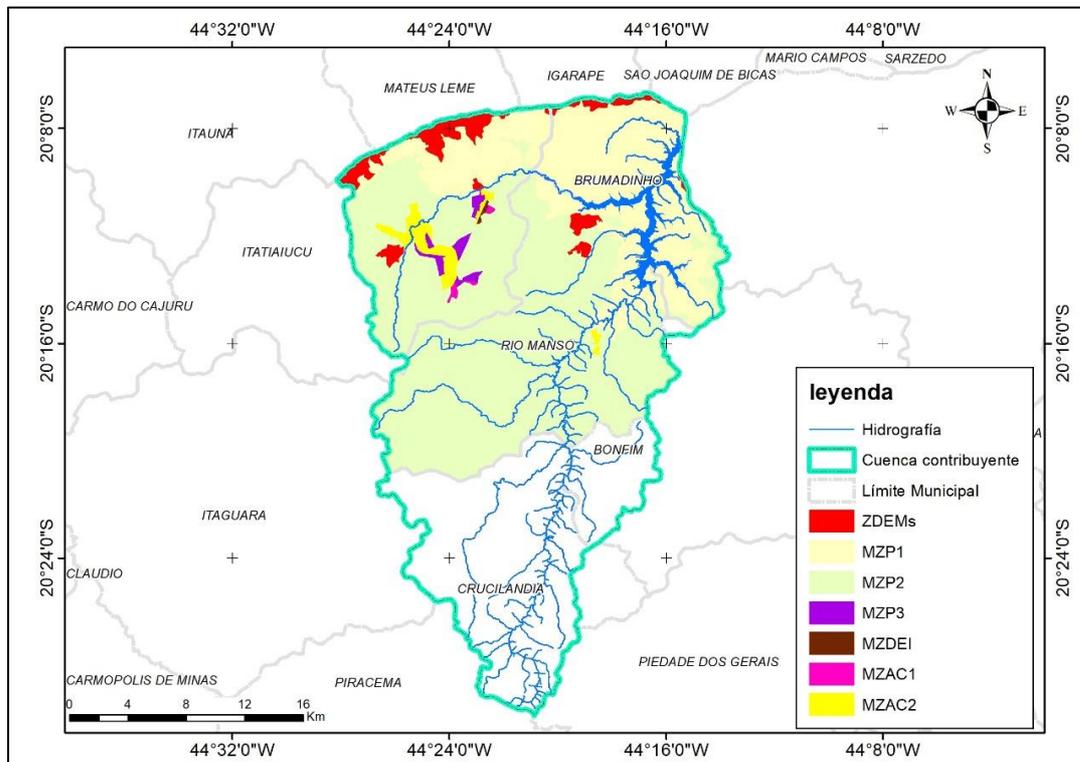


Figura 5. Macrozonas en la ZIM Rio Manso

Fuente: Adaptación del PLC 74, 2017

| Código | Macrozona                           | Descripción  |
|--------|-------------------------------------|--|
| MZP1   | Macrozona de Protección Ambiental 1 | Áreas de protección ambiental, cultural y paisajística, donde las posibilidades de ocupación y utilización están condicionadas al cumplimiento de parámetros urbanísticos y directrices extremadamente restrictivas, con el objetivo de mantener y recuperar los atributos ambientales relevantes de interés metropolitano que motivan su creación, cuyas áreas son predominantemente no ocupadas, de propiedad pública o privada, que abarcan, además de las áreas de conservación de protección integral, áreas que admiten únicamente usos y formas de ocupación que contribuyan a su conservación o recuperación, bien como a su mantenimiento y viabilidad económica y ambiental. |

|       |   |   |
|-------|---|---|
| MZP2  | Macrozona de Protección Ambiental 2                                 | Áreas de protección ambiental, cultural y paisajística, donde las posibilidades de ocupación y utilización están condicionadas al cumplimiento de parámetros urbanísticos y directrices restrictivas, con el objetivo de preservar y recuperar atributos ambientales relevantes de interés metropolitano, por medio del incentivo al mantenimiento y desarrollo de buenas prácticas en agropecuaria, turismo y ocio, con énfasis en la agricultura familiar ecológica y en el agroturismo, cuyas áreas son fundamentales para el desarrollo de prácticas agrarias y actividades complementarias con la finalidad de garantizar condiciones de seguridad alimentaria y abastecimiento. |
| MZP3  | Macrozona de Protección Ambiental 3                                 | Áreas de protección ambiental, cultural y paisajística localizadas dentro de perímetros urbanos o en áreas de expansión urbana, donde la parcelación, ocupación y posibilidades de uso del suelo están condicionadas al cumplimiento de parámetros urbanísticos y directrices restrictivas, con el objetivo de contener procesos de densificación y usos incompatibles con el mantenimiento y recuperación de los atributos de relevancia metropolitana que motivaron su creación.  |
| MZDEI | Macrozona de Desarrollo Económico e Industrial                      | Áreas fronterizas y ejes viales estructurantes, grandes equipamientos y polos de desarrollo económico donde existe un interés estratégico metropolitano de privilegiar la localización de actividades industriales y de logística, además de usos no residenciales de gran porte.   |
| MZAC1 | Macrozona de Actividades Complementarias 1                          | Áreas predominantemente residenciales unifamiliares, localizadas dentro del perímetro urbano en el que, frente a las restricciones ambientales y paisajísticas o a la ausencia de infraestructura adecuada, se observa el interés metropolitano de controlar la densidad de la ocupación, buscando diversificar tipologías de uso y ocupación, combatir la segregación socioespacial y viabilizar la preservación ambiental, privilegiando la implementación de una treme verde-azul en la RMBH.  |
| MZAC2 | Macrozona de Actividades Complementarias 2                          | Áreas localizadas dentro de perímetro urbano correspondiente a áreas urbanas consolidadas o áreas de expansión urbana donde hay capacidad de soporte coherente con una densificación constructiva y poblacional media, con diversificación de usos e incentivo a estrategias de desarrollo económico y social.  |
| ZDEMs | Zona de Directrices Especiales Metropolitanas - Territorios Mineros | Áreas donde fueron ejercidas actividades de minería o, también, aquellas donde podrán llegar a ser explotadas por minería, las cuales deben ser objeto de políticas y programas de recuperación de áreas degradadas e implantación de nuevos usos socialmente y económicamente coherentes con las características de las macrozonas metropolitanas donde se encuentran localizadas.   |

**Cuadro 2.** Descripción de las macrozonas propuestas para la ZIM Río Manso en el PLC n°74, por medio del cual se instituye el Plan de Ordenamiento de Desarrollo Integrado de la RMBH

Fuente: PLC 74, 2017

### **Consideraciones finales**

El abastecimiento de grandes regiones metropolitanas, con una densificación poblacional considerable, representa un desafío para los gobiernos y los prestadores del servicio. Dadas las dinámicas de urbanización en América Latina, el crecimiento de las ciudades constituye una de las principales amenazas sobre los cuerpos hídricos. El crecimiento de las metrópolis latinoamericanas, además de demandar grandes volúmenes de agua, tiende a alterar los modos de producción del espacio, desplazando y/o incentivando actividades antrópicas en áreas adyacentes a las fuentes de abastecimiento, lo que puede comprometer la calidad y cantidad de agua disponible para los aglomerados urbanos.

Históricamente, los municipios y las concesionarias de agua buscaron identificar y crear fuentes y sistemas de abastecimiento públicos en áreas distantes a las grandes metrópolis, procurando garantizar la protección de la calidad del agua a partir de estrategias como la compra de terrenos y la aplicación de diversos instrumentos de gestión territorial como Planes de Manejo, zonificación y áreas de protección especial.

El análisis de los instrumentos de gestión territorial evidencia la importancia de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios en lo relativo a la protección ambiental, en general, y de los recursos hídricos, en particular. Para alcanzar una efectiva protección de las cuencas contribuyentes de las fuentes de abastecimiento público de agua, es indispensable que exista una verdadera articulación entre las estrategias de protección ambiental, tales como la creación de áreas de protección ambiental y áreas de conservación, y los instrumentos de regulación del suelo en los municipios adyacentes o comprendidos por las mismas. La falta de instrumentos de gestión y la poca articulación con las dinámicas urbanas demuestran, en el caso de Río Manso, que este tipo de delimitación no constituye una medida suficiente para garantizar la preservación de los recursos hídricos.

Por último, la creación de áreas de conservación con una zonificación restrictiva, tal como ocurre en el caso del Parque Nacional Natural Chingaza, se muestran como estrategias eficientes para la protección de las fuentes de abastecimiento. No obstante, esta iniciativa puede ser problemática, en la medida en que dichos territorios suelen encontrarse ocupados por una población que no necesariamente cuenta con títulos de propiedad para poder beneficiarse de las medidas de compensación propuestas por los gobiernos. Adicionalmente, los municipios cuyo territorio acaba siendo englobado por estas nuevas áreas de conservación pueden ver su productividad económica comprometida, en la medida en que ni la legislación brasileña ni colombiana prevé tasas de compensación económica para los municipios abastecedores.

De hecho, en ambos países, la normatividad vigente solo exige el pago de tasas de compensación a los municipios cuando se trata de la producción de energía hidroeléctrica. En este sentido, los intereses socioeconómicos de los municipios con alta disponibilidad hídricas se ven perjudicados por la implantación de embalses de agua que buscan garantizar el acceso a este recurso por parte de una población localizada en áreas distantes de su territorio.

## Bibliografía

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2016). Plano municipal de saneamiento de Belo Horizonte: 2016/2019 Recuperado el 22 de agosto de 2018 de <[https://www.prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/volumei\\_final\\_pms2016\\_2019\\_agosto.pdf](https://www.prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/volumei_final_pms2016_2019_agosto.pdf)>
- BRAGA, A.L.F et al. (2007). Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(4), 570-578. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2007001600017>
- COLOMBIA. Ley 1450 de 2011. Por medio de la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. 16 de junio de 2011. Recuperado el 19 de enero de 2021 de <<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101>>
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE), (2005). Censo demográfico 2005. Perfil de Bogotá. Recuperado el 10 de septiembre de 2018 de <[www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/11001T7T000.PDF](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/11001T7T000.PDF)>
- GRIMM, N., et al. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science* 319(5864), 756–760. Recuperado el 13 de enero de 2021 de <<https://science.sciencemag.org/content/319/5864/756>>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA (IBGE) (2010). Censo Demográfico 2010. Características da População e dos Domicílios. Recuperado el 15 de septiembre de 2018 de <[https://biblioteca.ibge.gov.br/.../93/cd\\_2010\\_caracteristicas\\_populacao\\_domicilios.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/.../93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf)>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). (2015). Estudio Nacional del Agua - ENA. Recuperado el 13 de enero de 2021 de <[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2015.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2015.pdf)>
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT –IAVH. (2015). Caracterización socioeconómica y cultural del complejo de páramos Chingaza en jurisdicción de la CAR, CORMACARENA, CORPOCHIVOR, CORPOGUAVIO Y CORPORINOQUÍA. Convenio especial de cooperación no14-13-014-090CE entre El IAVH y la Fundación Universidad Externado de Colombia. Recuperado el 17 de agosto de 2018 de <[www.repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/9564/1/14-13-014-090CE.pdf](http://www.repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/9564/1/14-13-014-090CE.pdf)>
- ISLAM, N., SADIQ, R., RODRIGUEZ, M., y FRANCISQUE, A. (2011). Reviewing sourcewater protection strategies: A conceptual model for water quality assessment. *Environmental Reviews*, 19 (NA), 68–105.
- MAGALHÃES PEREIRA, A. et.al. (2011). Contradições e desafios para a proteção de mananciais hídricos em Minas Gerais- os casos das Áreas de Proteção Especial de Vargem das Flores e Serra Azul – Região Metropolitana de Belo Horizonte. *Caminhos de Geografia*, 17 (60), 89-104.
- MAGALHÃES PEREIRA, A., SILVA LEMOS, R. y MACEDO, G. E. (2014). Contradições e Desafios de Operacionalização das Áreas de Proteção de Mananciais (APEs) de Minas Gerais – Reflexões a partir dos casos das APEs Rio Manso e Cercadinho. Recuperado el 21 de julio de 2018 de <<http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT3-165-34-20140523124544.pdf>>
- MUNICÍPIO DE FÓMEQUE. (2000) Esquema de ordenamiento territorial de fόμεque. Por medio del cual se adopta el esquema territorial del municipio de Fόμεque (Cundinamarca) y se dictan otras disposiciones. Recuperado el 21 de agosto de 2018 de <[http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/F/fomeque\\_-\\_cundinamarca\\_-\\_ig\\_-\\_2008\\_-\\_2011/fomeque\\_-\\_cundinamarca\\_-\\_ig\\_-\\_2008\\_-\\_2011.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/F/fomeque_-_cundinamarca_-_ig_-_2008_-_2011/fomeque_-_cundinamarca_-_ig_-_2008_-_2011.asp)>

ONU-HABITAT. (2012). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe. Rumbo a una nueva transición urbana. Recuperado el 10 de septiembre de 2018 de <[www.onuhabitat.org](http://www.onuhabitat.org)>

PEREIRA, L. F, GUIMARÃES, R. y CRUZ, G. (2019). Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças da cobertura da terra. Journal of Environmental Analysis and Progress. DOI: 10.24221/JEAP.4.2.2019.2373.122-129

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA9 REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE. (2011). Plano Metropolitano - RMBH: integrando forças para um planejamento permanente e compartilhado. Belo Horizonte: PDDI – RMBH Recuperado el 30 de julio de 2018 de <[http://www.rmbh.org.br/pddi/indexaccd.html?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=1&lang=pt-br](http://www.rmbh.org.br/pddi/indexaccd.html?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=1&lang=pt-br)>

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA REGIÃO. (2017). Macrozoneamento RMBH- ZIMs e os Planos Diretores Municipais . Belo Horizonte: Agencia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte e UFMG. Recuperado el 30 de julio de 2018 de <[http://www.rmbh.org.br/arquivos\\_biblioteca/Apres\\_MZ-RMBH\\_PDMs\\_23-10-2017.pdf](http://www.rmbh.org.br/arquivos_biblioteca/Apres_MZ-RMBH_PDMs_23-10-2017.pdf)>

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLÔMBIA (PNN). (2016). Parques Nacionales Naturales de Colombia logró el registro más alto de visitas de su historia. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado el 3 de agosto de 2018 de <<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales-naturales-de-colombia-logro-el-registro-mas-alto-de-visitas-de-su-historia/>>

PARQUE NACIONAL NATURAL CHINGAZA (PNNCH). (2016). Reformulación participativa del Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Chingaza. Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016. Recuperado el 17 de agosto de 2018 de <<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/normatividad/marco-normativo-areas-protegidas/parque-nacional-natural-chingaza/>>

PROYECTO DE LEY COMPLEMENTARIO – 74 (PLC – 74) (2017). Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte .Recuperado el 22 de agosto de 2018 de <[http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Minuta\\_PL-PDDI\\_2017.pdf](http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Minuta_PL-PDDI_2017.pdf)>

SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD DE BOGOTÁ. (2013). Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano. Sistema Chingaza – PTAP Francisco Wiesner (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - 2013) Recuperado el 22 de agosto de 2018 de <[www.biblioteca.saludcapital.gov.co/ambiental](http://www.biblioteca.saludcapital.gov.co/ambiental)>

© Copyright: Natalia Duarte Cáceres, Brenner Maia Rodrigues, Antônio Pereira Magalhães, 2022.

© Copyright Biblio3W, 2022

Ficha bibliográfica: DUARTE CÁCERES, Natalia; MAIA RODRIGUES, Brenner; PEREIRA MAGALHÃES, Antônio. Dinámicas socioeconómicas y la protección de fuentes de abastecimiento de agua: reflexiones a partir de los estudios de caso de Río Manso (Belo Horizonte, Brasil) y Chingaza (Bogotá, Colombia). Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 2022, vol. XXVII, nº 1341 [ISSN: 1138-9796].