



**Caracterización de la información ambiental relevante sobre la quebrada La Ayurá y  
propuesta de manejo para su conservación.**

Daniela Ramirez Durango

Informa de prácticas para optar al título de Ingeniera Sanitaria

Asesor

Yudy Andrea Londoño, Doctora en Ingeniería Ambiental

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Sanitaria  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

<b>Cita</b>	(Daniela Ramirez Durango, 2023)
<b>Referencia</b>	Ramirez Durango, D. (2023). <i>Caracterización de la información ambiental relevante sobre la quebrada La Ayurá y propuesta de manejo para su conservación</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio César Saldarriaga.

**Jefe departamento:** Lina María Berrouet Cadavid.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	19
4 Análisis y resultados	21
5 Conclusiones	48
6 Referencias	49

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Barrios del municipio de Envigado.	23
<b>Tabla 2</b> Veredas del municipio de Envigado.	25
<b>Tabla 3</b> Parámetros de calidad del agua de la quebrada La Ayurá.	30
<b>Tabla 4</b> Índices de calidad del agua ICA / ICACOSU.	33
<b>Tabla 5</b> Índices de calidad del agua ICOMO / ICOSUS.	33
<b>Tabla 6</b> Datos recolectados de los índices en la microcuenca La Ayurá.	33
<b>Tabla 7</b> Coberturas vegetales en la microcuenca La Ayurá.	37

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Mapa del municipio enfatizando en la microcuenca La Ayurá.	22
<b>Figura 2</b> Mapa de las 19 cuencas del plan quebradas.	27
<b>Figura 3</b> Sensibilización ciudadana y VI Simposio Departamental de Áreas Protegidas.	29
<b>Figura 4</b> Mapa de coberturas vegetales.	36
<b>Figura 5</b> Algunas especies de mamíferos registrados mediante las acciones de monitoreo mediante cámaras de rastreo en áreas del SILAPE.	42
<b>Figura 6</b> Mapa de riesgo.	47

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>SILAPE</b>	Sistema local de áreas protegidas de Envigado.
<b>SILAP</b>	Sistema local de áreas protegidas.
<b>POT</b>	Plan de Ordenamiento Territorial.
<b>PMA</b>	Plan de manejo ambiental.
<b>SST</b>	Solidos suspendidos totales.
<b>ICACOSU</b>	Es el índice de calidad del agua de una corriente superficial.
<b>ICOMO</b>	Es el índice de contaminación por materia orgánica.
<b>ICA</b>	Índice de calidad del agua.
<b>ICOSUS</b>	Es el índice de contaminación por solidos suspendidos.
<b>(DBO<sub>5</sub>)</b>	Demanda bioquímica de oxígeno.
<b>DQO</b>	Demanda química de oxígeno.

---

### **Resumen**

El agua dulce es el torrente de vida del planeta y es evidente que día a día se deben unir fuerzas para desarrollar acciones que permitan evitar, disminuir o mitigar los impactos en los ecosistemas. Es por esto que se pretende plantear una propuesta de manejo ambiental para la quebrada la Ayurá mediante análisis y la caracterización de la información ambiental relevante. Realizando la búsqueda de material bibliográfico y visitas de campo, se encontró en su mayoría información desactualizada, sin embargo, permitió realizar una búsqueda exhaustiva de información relevante con respecto a la microcuenca La Ayurá, basada en análisis de mapas, análisis de informes, encuentros con los ciudadanos, encuentros con guardabosques, simposios, entre otras acciones. Teniendo en cuenta la información recolectada se evidencio que la Ayurá se destaca como una de las microcuencas más relevantes para el municipio ya que en esta se alberga parte de los corredores de conectividad más importantes, lo que permite llevar a cabo el planteamiento y la concientización de la creación de una propuesta de manejo para su conservación y finalmente que la quebrada sea declarada patrimonio cultural y natural.

*Palabras clave:* Ecosistemas, La Ayurá, propuesta de manejo ambiental, conectividad, concientización, declaratoria.

### **Abstract**

Fresh water is the torrent of life on the planet and it is evident that every day forces must be joined to develop actions that allow avoiding, diminishing or reducing the impacts on ecosystems. That is why it is intended to propose an environmental management proposal for the Ayurá stream through analysis and characterization of relevant environmental information. Carrying out the search for bibliographic material and field visits, most of the outdated information was found, however, it allowed an exhaustive search of relevant information regarding the La Ayurá micro-watershed, based on map analysis, analysis of reports, meetings with citizens, meetings with rangers, symposiums, among other actions. Taking into account the information collected, it is evident that the Ayurá stands out as one of the most relevant micro-watersheds for the municipality since part of the most important connectivity corridors is housed in it, which allows carrying out the approach and awareness of the creation of a management proposal for its conservation and finally that the ravine be declared cultural and natural heritage.

*Keywords:* Ecosystems, La Ayurá, environmental management proposal, connectivity, awareness, declaration.



---

## Introducción

El agua dulce es el torrente de vida del planeta; es uno de los fundamentos de la sociedad. Es innegable que estamos atravesando cambios que pueden llegar a ser irreversibles y es necesario concentrar las fuerzas en la recuperación de los ecosistemas. Pero sobre todo es vital enfocarnos en el cuidado de todas las fuentes de agua, en el caso específico del municipio de Envigado posee tres microcuencas, La Mina, Las Palmas y La Ayurá, siendo esta última la que abarca mayor parte del territorio, además de ser la principal arteria fluvial (Ordoñez, 2019) ocupando cerca del 50% del territorio del municipio. En las últimas décadas las ciudades vienen creciendo de forma acelerada y el municipio de Envigado no es ajeno a estos cambios, se puede hablar de procesos de expansión urbana acelerados incluyendo procesos industriales que traen grandes consecuencias o modificaciones para el medio ambiente donde el consumo de los recursos naturales es de forma desenfrenada, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático, el deterioro del área rural, avenidas torrenciales y movimientos en masa, son una constante que hace parte del desarrollo urbanístico.

La expansión urbana-rural está llevando a un crecimiento poblacional cada vez más acelerado donde los recursos naturales se están agotando, la fragmentación del hábitat es más fuerte y la pérdida de conectividad hace que los ecosistemas sean menos funcionales, entre otros. El fenómeno del asentamiento poblacional se da cada vez más cerca de los cuerpos de agua y las Normativas de Rondas Hídricas nacionales y locales no dan abasto, como tampoco el control necesario para que realmente estén protegidas; ya que se ha flexibilizado la construcción y las zonas urbanas se están extendiendo cada vez más. Sumado a esto la construcción de vías en la parte alta de las montañas ha generado graves afectaciones a las fuentes hídricas, movimientos de masa asociados y fragmentación de hábitats. Surgiendo la necesidad de implementar un plan de manejo ambiental que consiste en prevenir, mitigar, corregir o compensar el impacto a causa del crecimiento poblacional.

El presente trabajo le apuesta a la protección de los recursos hídricos asociados a entornos urbanos, conservación de ecosistemas prósperos, compilando información enfocada en diferentes acciones de manejo ambiental de la quebrada La Ayurá para efectos de aportar a una declaratoria

como patrimonio cultural y natural. Con esto se pretende otorgarle a la microcuenca La Ayurá un papel importante dentro del municipio que se encamina a la protección de ecosistemas sostenibles, para mejorar la gestión del recurso hídrico y contribuir a la consolidación de cuencas hidrográficas funcionales: un aporte sin duda para generaciones futuras.

Con este trabajo se realiza un acercamiento preliminar a la formulación del plan de manejo ambiental de la quebrada La Ayurá, la cual representa gran importancia para el municipio de Envigado ya que es uno de sus principales afluentes. El análisis de la información se llevará a cabo mediante procesos de investigación, enfocados a identificar los valores patrimoniales de la microcuenca La Ayurá esto con el fin de que sirva como sustento para la solicitud de declaratoria como patrimonio cultural y natural.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Plantear una propuesta de manejo ambiental para la conservación de la quebrada la Ayurá mediante el análisis y la caracterización de la información ambiental relevante.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Recopilar y analizar la información existente relacionada con la microcuenca La Ayurá.
- Proponer el objetivo y alcance del manejo ambiental para la conservación de la microcuenca la Ayurá basado en el análisis de la información evaluada.

---

## 2. Marco teórico

La microcuenca de la Quebrada La Ayurá es el principal afluente hídrico estructurante del territorio municipal. Tiene un área de 38,14 Km<sup>2</sup>, que representa el 48.4% del total del territorio municipal, la microcuenca limita por el suroriente con el Rio Negro del municipio de El Retiro y con las quebradas Las Palmas y en la zona baja hacia el norte limita con la quebrada La Aguacatala del municipio de Medellín (Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Estudio hidrologico) Dentro de sus características morfométricas se tiene: cuenca de orden 6 y velocidad media de 0,933 m/s, pendiente del 17%, densidad de drenaje 5,83 Km, perímetro 30,66 Km. Sus principales afluentes son las quebradas: La Honda, La Hondita, La Sebastiana, Sebastiana 1, La Lenteja, La Pavita, La Ahuyamera, El Chinguí, Las Brujas, La Miel, El Salado, Liscasoles y Chorro Frío. El 64.4 % del área del sistema local de áreas protegidas de Envigado (SILAPE) corresponde a la Microcuenca La Ayurá lo que la hace aún más importante debido a que aporta al objetivo del SILAPE que es contribuir a la identificación, conservación, gestión y debido manejo de los ecosistemas estratégicos y las áreas protegidas en el municipio, articulando dichas acciones a escalas de gestión departamental, regional y nacional que fortalezcan la sostenibilidad del territorio y la oferta de servicios ecosistémicos indispensables para el bienestar humano (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

El Valle de Aburra se encuentra situado en los Andes tropicales, zona de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, a pesar de una larga historia de transformación antrópica. Debido a esto la consolidación adecuada de un Sistema Local de Áreas Protegidas (SILAP) es una estrategia sumamente importante para la prevención de desastres. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019)

La necesidad de diseñar y llevar acabo un SILAP para el municipio de Envigado nace del análisis de bienes y servicios que suministran los ecosistemas que van de lo local a lo regional, como también la importancia de maximizar la conservación y protección de la biodiversidad, al

---

igual que los servicios ecosistémicos del municipio. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019)

El Sistema Local de Áreas Protegidas de Envigado (SILAPE) inicio con el fin de identificar, declarar y promover áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad local, el soporte de la estructura ecológica municipal y los servicios ecosistémicos. El SILAPE está incluido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), en el Plan de Desarrollo 2016-2019 y es llevado a cabo en su gran totalidad por el Acuerdo Municipal 009 de 2016, donde se establece que Envigado cuenta con 3.299 hectáreas que coincide con el 40% de áreas protegidas del territorio municipal. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019)

El impacto ambiental alude a muchos problemas como los eventos naturales asociados a las precipitaciones, las avenidas torrenciales, las inundaciones, los movimientos en masa, pérdida de biodiversidad, entre otros factores que han incrementado debido a la incidencia del hombre sobre la naturaleza y sumado a esto la localización geográfica de Colombia sobre el trópico y sus características de relieve lo hacen más propenso a sufrir desastres ambientales. (Calle Fernández & Lotero Pérez, 2021)

El plan de manejo ambiental es el conjunto de actividades que permiten prevenir, mitigar, corregir o compensar el impacto a causa de la expansión urbana-rural. Incluye planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Ministerio de ambiente, 2005). Para solicitar un plan de manejo ambiental (PMA) se debe anexar la siguiente documentación, planos que lo soporten, costos estimados de la inversión y operación del proyecto, poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado, constancia de pago para la prestación del servicio de evaluación del plan de manejo ambiental y documento de identificación o certificado de existencia y representación legal. (funcionpublica.gov.co, 2015).

Por otra parte, el patrimonio es un término amplio que hace referencia a todos los bienes que conforman la identidad nacional, como estructuras, espacios abiertos y paisajes terrestres y

---

marinos, que son valorados por una o más comunidades y están bajo la protección del estado, siendo estos inalienables, inembargables e imprescriptibles (Archivo general de la nación).

Según la ley 397 de 1997 los bienes que podrían ser clasificados como patrimonio son los muebles e inmuebles, para los bienes de interés cultural, sin embargo, no hay una clasificación donde se incluya un recurso natural como lo son los cuerpos de agua. Los bienes de interés cultural son aquellos que contienen valores de orden histórico, estético y simbólico que construyen la identidad de la humanidad. Debido a la poca información o leyes que cobijan esta iniciativa se consulta al consejo departamental de patrimonio cultural de Antioquia para que diligencien una guía de los requerimientos y documentos que se necesitan para iniciar el proceso de patrimonio, no como un bien de interés cultural si no como un recurso intangible, un recurso natural por primera vez en el país. Por lo tanto, este trabajo pretende realizar un planteamiento a las posibles formas de abordar un patrimonio natural como lo es el recurso hídrico que contiene a su vez una importancia cultural y simbólica para los envigadeños.

Ahora bien, algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que nos indican la salud de la quebrada y su vez de la microcuenca son:

- **pH:** el pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa, la cual se mide en una escala de 0 a 14 unidades, de 0 a 6 es ácido lo que corresponde a concentraciones altas de hidrogeniones, el valor 7 corresponde a un pH neutro, mientras que pH de 8 a 14 es alcalino lo que indica que es una solución con concentraciones bajas de hidrogeniones. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).
- **Oxígeno disuelto:** mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto, es el oxígeno disponible en el agua considerado un indicador para garantizar la vida acuática. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022)

Las concentraciones de oxígeno se miden en mg/L donde:

1. 0 mg/L representa una condición anóxica lo que ocasiona muerte masiva de los organismos aerobios.
2. 0-5 mg/L representa una condición hipoxia lo que ocasiona desaparición de los organismos y especies sensibles.

3. 5-8 mg/L se tiene una condición aceptable lo que representa las circunstancias idóneas para la vida de organismos acuáticos.
4. 8-12 mg/L representa una calidad buena y óptima para los organismos acuáticos.

$\geq 12$  mg/L se tendría una condición sobresaturada donde las consecuencias son un sistema de producción fotosintética.

- **Conductividad:** la conductividad es la capacidad que tiene el agua para conducir una corriente eléctrica, dependiendo de los iones disueltos en el agua, de la temperatura de esta y de la mineralización del agua, la conductividad se encuentra en el primer nivel de control de calidad y se establecen los siguientes valores. (Rodríguez Zamora, 2009).
  1. Si la conductividad eléctrica es  $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$  su mineralización es muy débil.
  2. Si la conductividad eléctrica es de  $100\text{-}200 \mu\text{S}/\text{cm}$  su mineralización es débil.
  3. Si la conductividad eléctrica es  $200\text{-}700 \mu\text{S}/\text{cm}$  su mineralización es media.
  4. Si la conductividad eléctrica es  $700\text{-}1000 \mu\text{S}/\text{cm}$  su mineralización es importante.
  5. Si la conductividad eléctrica es  $> 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$  su mineralización es excesiva.
  
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** la DBO<sub>5</sub> mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos y otros seres vivos para descomponer materia orgánica presente en agua en un periodo de 5 días, donde se determina la cantidad de materia oxidada en este periodo de tiempo y entre mayor sea la concentración mayor será la contaminación existente en el cuerpo de agua. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).
  1.  $\text{DBO}_5 \leq 3$  (mg O<sub>2</sub>/L) se clasifica como un agua no contaminada y de excelente calidad.
  2.  $3 < \text{DBO}_5 \leq 6$  (mg O<sub>2</sub>/L) se clasifica como un agua superficial con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y de buena calidad.
  3.  $6 < \text{DBO}_5 \leq 30$  (mg O<sub>2</sub>/L) es un agua con indicios de contaminación, agua superficial con la capacidad de autodepurarse o con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente, es un agua de aceptable calidad.
  4.  $30 < \text{DBO}_5 \leq 120$  (mg O<sub>2</sub>/L) es un agua superficial con descarga de agua residual cruda, principalmente de origen municipal y se clasifica como un agua contaminada.

---

5.  $DBO_5 > 120$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua superficial con descarga de agua residual cruda municipales y no municipales, se clasifica como un agua fuertemente contaminada.

• **Demanda química de oxígeno (DQO):** la DQO es la cantidad de oxígeno requerido para degradar químicamente la materia orgánica e inorgánica presente en el agua, generalmente la DQO tiene un valor superior a la  $DBO_5$  ya que muchas sustancias orgánicas se pueden oxidar químicamente, pero no biológicamente. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).

1.  $DQO \leq 10$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua no contaminada y de excelente calidad.

2.  $10 < DQO \leq 20$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua superficial con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, se clasifica como un agua de buena calidad.

3.  $20 < DQO \leq 40$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua superficial con indicios de contaminación y con la capacidad de autodepurarse o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente, se clasifica como un agua aceptable.

4.  $40 < DQO \leq 200$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua superficial con descarga de agua residual cruda, principalmente de origen municipal, se clasifica como un agua contaminada.

5.  $DQO > 200$  (mg  $O_2/L$ ) es un agua superficial con descarga de agua residual cruda municipal y no municipales, se clasifica como un agua fuertemente contaminada.

**Sólidos Suspendidos Totales (SST):** los sólidos suspendidos totales son las partículas o material particulado orgánico e inorgánico que se encuentra suspendido en el agua, afectando el paso de la luz solar y posteriormente el desarrollo de la vida acuática, los SST son partículas suspendidas no filtrables de una muestra de agua natural, residual industrial o doméstica. (Ruiz Ramírez, 2017).

1.  $SST \leq 25$  (mg SST/L) es un agua de muy buena calidad, se clasifica como un agua de excelente calidad.

2.  $25 < SST \leq 75$  (mg SST/L) es un agua superficial con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Beneficia la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola ilimitado, se clasifica como un agua de buena calidad.



- 
3.  $75 < SST \leq 150$  (mg SST/L) es un agua superficial con indicios de contaminación y con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente, esta agua tiene condiciones regulares para peces y riego agrícola limitado, se clasifica como un agua aceptable.
  4.  $150 < SST \leq 400$  (mg SST/L) es un agua superficial de mala calidad con descarga de agua residual cruda y con alto contenido de material suspendido, se clasifica como un agua contaminada.
  5.  $SST > 400$  (mg SST/L) es un agua superficial con gran impacto de descarga de agua residual cruda municipal y no municipal, con alta carga contaminante, mala condición para peces, se clasifica como un agua fuertemente contaminada.
- **Fósforo total:** el fósforo total paso de ser un nutriente a un contaminante global, donde concentraciones mayores a 0,5 mg/L representan un cuerpo agua contaminado. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).
- Turbiedad:** la turbiedad en el agua se puede dar por la presencia de partículas suspendidas y disueltas en el agua, tanto orgánicas como inorgánicas, lo que permite que la luz se disperse en el agua o en su defecto se adsorba, entre mayor sea la cantidad de solidos suspendidos mayor será en valor de la turbidez. La materia suspendida en el cuerpo de agua puede ocasionar afectaciones en la reproducción de los peces o afectar la cadena alimenticia de estos, si la materia suspendida es materia orgánica, esta se descompone generando lodos y una condición anaerobia para el cuerpo de agua. (Trujillo, y otros, 2014)
- **Coliformes totales:** los coliformes totales sirven para designar a grupos de bacterias capaces de crecer en condiciones experimentales específicas, pueden ser aportados por factores extrínsecos como actividades ganaderas, agrícolas, humanas de tipo doméstico, entre otras. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).
  - **Compuesto de nitrógeno:** el nitrógeno es un fertilizante para las plantas acuáticas y algas, pero el exceso de este puede generar eutrofización en el cuerpo de agua y a su vez la ausencia del nitrógeno puede agotar el oxígeno disuelto. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).

## Índices de calidad de agua

- **ICACOSU:** el ICACOSU es el índice de calidad del agua de una corriente superficial, el cual permite conocer la calidad hídrica de la cuenca. (S.A.S L. d., 2018).

$$ICACOSU = \sum_{i=1}^9 W_i * L_i$$

- **ICA:** el índice refleja las condiciones fisicoquímicas habituales de la calidad de las fuentes superficiales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios A & IDEAM). Este índice acoge los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, coliformes fecales, nitratos, fosfatos, desviación de temperatura, turbidez y solidos totales y se define de la siguiente manera (S.A.S L. E., 2020)

$$ICA\ WQI = \left( \sum_{i=1}^n W_i * Q_i \right)$$

- **ICOMO:** el ICOMO es el índice de contaminación por materia orgánica para la caracterización del agua superficial lo conforman los parámetros, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y coliformes totales. (S.A.S L. d., 2018)

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{Coliformes\ totales} + I_{oxígeno\%})$$

- **ICOSUS:** el ICOSUS es el índice de contaminación por solidos suspendidos, ya que hace referencia a los compuestos inorgánicos. (S.A.S L. E., 2020)

$$ICOSUS = -0,02 + 0,0003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)}$$

---

### **3. Metodología**

#### **3.1 Recolección de la información**

A través de palabras claves se procederá a la búsqueda de material bibliográfico que permita adoptar propuestas para identificar variables de verdadera importancia para nuestro estudio en particular, estas bases bibliográficas serán tomadas de los principales gestores de estudio de la microcuenca en particular, más se tomaran otras bases bibliográficas donde estas ayuden a la claridad de las diferentes notaciones científicas, las bases en particular a las que hacemos referencia son las de la secretaria de medio ambiente y desarrollo agropecuario de Envigado, área metropolitana, universidad de Antioquia, universidad Nacional y recursos bibliográficos como scopus.

#### **3.2 Análisis de recolección de datos**

En base a la recolección de datos se toma información que va más orientada a los objetivos de la propuesta donde los fundamentos teóricos se integran al interés particular de esta.

#### **3.3 Elaboración de la propuesta**

Desarrollo de las actividades y planteamientos a través la filtración de la información, en donde de manera justificada se den bases para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

#### **3.4 Visitas de campo**

A través de sensibilización ciudadana, asistencia al VI simposio departamental de áreas protegidas: énfasis en corredores de felinos, encuentro con guardabosques, entre otros, se recopiló mayor información de interés.

#### **3.5 Procesamiento de base de datos de campo**

Una vez recolectada la información se toman parámetros de interés o indicadores que permitan tener información más clara y confiable, procediendo en esta a los análisis de factores, variables, parámetros, y demás fundamentos que consoliden una información veraz para la

declaratoria, donde el objetivo es, compilar información que pueda concebir el estado o la caracterización respecto a la quebrada, posteriormente se seleccionara la información relevante para llevar a cabo la implementación del plan de manejo ambiental con la intención de que la microcuenca La Ayurá se declare patrimonio cultural.

### **3.6 Elaboración del informe final y sustentación**

Con la información recolectada se llevará a cabo el desarrollo de los procesos metodológicos, el análisis de los resultados y su presentación para el público en general y los entes competentes, en búsqueda de que sea evidenciada la declaratoria de patrimonio natural.

#### **4. Análisis y resultados**

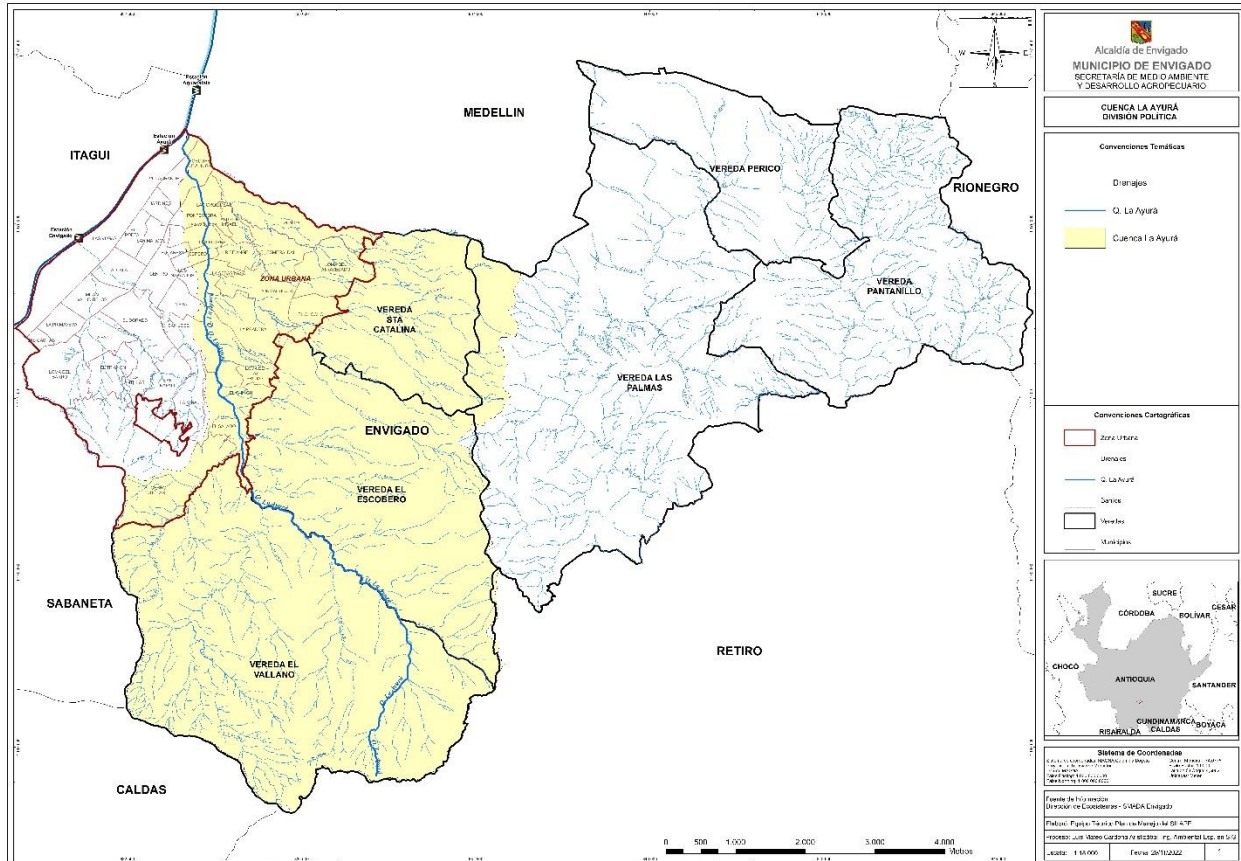
En el desarrollo de la caracterización de la información ambiental relevante sobre la quebrada la Ayurá se elaboró un orden en la serie de variables con el fin de que estas entrelazaran sus ideas de una manera más eficiente para el planteamiento y concientización de la creación de una propuesta de manejo para su conservación, se le dará continuidad a estas en forma de títulos, donde se desglose información relevante acerca de esta y los valores, parámetros o resultados que estén ligados.

##### **4.1. Localización del municipio**

Colombia está compuesto por 32 departamentos, y a su vez 1123 municipios (Portal Único del Estado Colombiano, Datos abiertos). El municipio de Envigado pertenece al departamento de Antioquia y se encuentra situado en la cordillera central de los Andes Colombianos, limita al norte con el municipio de Medellín capital del departamento de Antioquia, al sur con los municipios Caldas y el Retiro, al oriente con los municipios Rionegro y el Retiro, al occidente con los municipios Itagüí y Sabaneta (Envigado A. d., 2020-2023).

Envigado se encuentra en un rango latitudinal entre los 1530 y 2880 msnm, cuenta con una humedad relativa del 70% y con una temperatura promedio de 18°C en la parte alta y 22°C en la cabecera municipal (Ortiz Betancur , 2006), La figura 1 presenta el municipio de Envigado, haciendo visible la microcuenca La Ayurá y los afluentes que la componen.

**Figura 1.** Mapa del municipio enfatizando en la microcuenca La Ayurá



Fuente: tomado de (Secretaria de medio ambiente de Envigado, s.f.)

El municipio posee un área aproximada de 7.986 hectáreas y registra 212.437 habitantes, está delimitado en 9 zonas urbanas y 4 rurales, el área urbana tiene 1.506 hectáreas que corresponde al 19% del total del territorio, el 95% de la población del suelo urbano corresponde a la zona con mayor densidad poblacional donde se encuentran 202.877 habitantes y su área rural ocupa 6.480 hectáreas (81%), en esta zona se concentran el 4,5% de la población del municipal (9.560 habitantes) (Alcaldía de Envigado, 2020) compuesta por las veredas Perico, Pantanillo, Las Palmas, Santa Catalina, El Escobero y El Vallano (Universidad Nacional, 2005).

Envigado está dividido por 13 zonas, las tablas 1 y 2 presentan los barrios y veredas del municipio de Envigado que constituyen dichas zonas.

**Tabla 1. Barrios del municipio de Envigado**

<b>BARRIOS DE LA MICROCUENCA LA AYURA</b>			
<b>AREA DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>			
<b>ZONA</b>	<b>BARRIO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>AREA (km<sup>2</sup>)</b>
<b>ZONA 1</b>	LAS VEGAS	9	1,340 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 2</b>	EL PORTAL	24	0,174 km <sup>2</sup>
	SAN MARCOS	25	0,158 km <sup>2</sup>
	PONTEVEDRA	36	0,184 km <sup>2</sup>
	JARDINES	37	0,132 km <sup>2</sup>
	VILLAGRANDE	38	0,227 km <sup>2</sup>
	BOSQUES DE ZÚÑIGA	39	0,166 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 3</b>	LA SEBASTIANA	19	0,137 km <sup>2</sup>
	LAS FLORES	29	0,085 km <sup>2</sup>
	URIBE ANGEL	30	0,225 km <sup>2</sup>
	ALTO DE MISAEAL	34	0,140 km <sup>2</sup>
	LAS ORQUIDEAS	35	0,193 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 4</b>	EL ESMERALDAL	31	0,421 km <sup>2</sup>
	LOMA EL ATRAVESADO	32	0,524 km <sup>2</sup>
	ZÚÑIGA	33	0,766 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 5</b>	LOMA LAS BRUJAS	15	0,277 km <sup>2</sup>
	LA PRADERA	16	0,488 km <sup>2</sup>
	EL CHOCHO	17	0,322 km <sup>2</sup>
	LA INMACULADA	18	0,488 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 6</b>	EL CHINGUI	1	0,336 km <sup>2</sup>
	EL SALADO	2	0,342 km <sup>2</sup>
	LA MINA	3	0,307 km <sup>2</sup>
	SAN RAFAEL	4	0,335 km <sup>2</sup>
	SAN JOSE	14	0,369 km <sup>2</sup>

<b>BARRIOS DE LA MICROCUENCA LA AYURA</b>			
<b>AREA DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>			
<b>ZONA</b>	<b>BARRIO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>AREA (km<sup>2</sup>)</b>
<b>ZONA 7</b>	LAS ANTILLAS	5	0,244 km <sup>2</sup>
	EL TRIANON	6	0,388 km <sup>2</sup>
	LOMA DEL BARRO	7	0,705 km <sup>2</sup>
	LA PAZ	11	0,343 km <sup>2</sup>
	EL DORADO	13	0,499 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 8</b>	LAS CASITAS	8	0,067 km <sup>2</sup>
	PRIMAVERA	10	0,230 km <sup>2</sup>
	MILAN-VALLEJUELO	12	0,306 km <sup>2</sup>
	ALCALÁ	23	0,248 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 9</b>	LOS NARANJOS	20	0,158 km <sup>2</sup>
	MESA	21	0,255 km <sup>2</sup>
	ZONA CENTRO	22	0,334 km <sup>2</sup>
	OBRERO	26	0,110 km <sup>2</sup>
	BUCAREST	27	0,048 km <sup>2</sup>
	LA MAGNOLIA	28	0,149 km <sup>2</sup>



**Tabla 2. Veredas del municipio de Envigado**

<b>VEREDAS DE LA MICROCUENCA LA AYURA</b>			
<b>AREA DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>			
<b>ZONA</b>	<b>VEREDA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>AREA (Km<sup>2</sup>)</b>
<b>ZONA 10</b>	VEREDA EL ESCOBERO	2-feb	10,164 km <sup>2</sup>
	VEREDA SANTA CATALINA	2-mar	4,501 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 11</b>	VEREDA LAS PALMAS	2-ene	17,364 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 12</b>	VEREDA EL VALLANO	2-abr	17,810 km <sup>2</sup>
<b>ZONA 13</b>	VEREDA PERICO	2-jun	5,822 km <sup>2</sup>
	VEREDA PANTANILLO	2-may	10,296 km <sup>2</sup>

#### **4.2 Localización quebrada La Ayurá**

La microcuenca de la Quebrada La Ayurá es el principal afluente hídrico estructurante del territorio municipal. Tiene un área de 38,14 Km<sup>2</sup>, que representa el 48.4% del total del territorio municipal, la microcuenca limita por el suroriente con el Rio Negro del municipio de El Retiro y con las quebradas Las Palmas y en la zona baja hacia el norte limita con la quebrada La Aguacatala del municipio de Medellín. (Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Estudio hidrológico) Dentro de sus características morfométricas se tiene: cuenca de orden 6 y velocidad media de 0,933 m/s, pendiente del 17%, densidad de drenaje 5,83 Km, perímetro 30,66 Km. Sus principales afluentes son las quebradas: La Honda, La Hondita, La Sebastiana, Sebastiana 1, La

---

Lenteja, La Pavita, La Ahuyamera, El Chinguí, Las Brujas, La Miel, El Salado, Liscasoles y Chorro Frío.

La microcuenca de la quebrada La Ayurá se localiza en las laderas orientales del Valle de Aburrá, al suroriente del Área Metropolitana, en terrenos pertenecientes al municipio de Envigado, con una longitud del cauce principal de 11.600 mts, desde su nacimiento en el Alto Astilleros a 2.880 msnm, en límite con el municipio de El Retiro, hasta su desembocadura en el río Medellín. (Ltda, 1999).

El 64.4 % del área de SILAPE corresponde a la Microcuenca La Ayurá lo que la hace aún más importante pues aporta al objetivo del SILAPE que es contribuir en la identificación, conservación, gestión y debido manejo de los ecosistemas estratégicos y las áreas protegidas en el municipio, articulando dichas acciones a escalas de gestión departamental, regional y nacional que fortalezcan la sostenibilidad del territorio y la oferta de servicios ecosistémicos indispensables para el bienestar humano. Las áreas del SILAPE se ubican principalmente hacia las partes altas del Escarpe Oriental y las veredas de Perico y Pantanillo, los cuales fueron agrupadas en núcleos para su manejo, entre los cuatro núcleos La Microcuenca La Ayurá tiene mayor relevancia en Corredor Regional del Tigrillo (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

Actualmente la microcuenca La Ayurá hace parte del proyecto plan quebradas de 10 municipios del Valle de aburra, donde se priorizan 19 microcuencas.

Figura 2. Mapa de las 19 cuencas del plan quebradas



Fuente: Tomado de la página web de (Area Metropolitana del Valle de Aburra & GOV.CO)

### 4.3 Climatología

El municipio de Envigado cuenta con una temperatura promedio que varía desde 22°C en la cabecera municipal y hasta los 18°C en la parte alta del municipio, con una humedad relativa del 70%. La latitud en el municipio está en un rango de 1.530 y 2880 msnm. (Universidad Nacional, 2005).

La precipitación anual en el municipio equivale aproximadamente a 1200mm/año lo que corresponde al 64% de la precipitación media anual, está denotada por dos temporadas lluviosas donde se encuentran los meses de abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre, estos cinco meses equivalen al 50% de las precipitaciones anuales, mientras que para la temporada de sequía se cuenta con los meses de enero y febrero, donde cae menos del 10% de las lluvias anuales. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019)

### 4.4 Conectividad ecosistémica

---

La conectividad ecológica es la capacidad que tiene un paisaje para facilitar o impedir el flujo entre hábitats y es importante para realizar diferentes procesos ecológicos.

Los resultados del análisis de conectividad realizados por la universidad nacional en el municipio de Envigado, destacan que uno de los corredores de conectividad más importantes, se encuentran asociados a las Veredas EL Escobero y El Vallano, lo que corresponde a los núcleos del SILAPE del corredor del Tigrillo y El Escarpe principalmente, estos a su vez están asociados con las quebradas más importantes del municipio que descarga sus aguas al río Aburra, como lo son La Ayurá y dos de sus afluentes, La Sebastiana y El Atravesado, lo que la convierte en prioridad, con relación al análisis de las rutas de menor costo de viaje. Entre los fragmentos del bosque del SILAPE se refleja que estas rutas se encuentran en la parte alta del municipio de Envigado, en la zona de las veredas el Escobero y El Vallano donde se encuentra principalmente el nacimiento de la microcuenca de La Ayurá, allí se evidencia mayor probabilidad de conectividad en esta zona, pero que esta a su vez va disminuyendo hacia la zona periurbana y urbana. Analizando los mapas de rutas de menor costo de viaje evidencian que la probabilidad de conectividad va disminuyendo hacia esta zona, lo cual se convierte en un reto para tomar acciones con el fin de mejorar el flujo de conectividad hacia la zona urbana del municipio de Envigado, a fin de garantizar el mantenimiento de los procesos ecológicos, pensando en mantener los servicios ecosistémicos del sector urbano (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

En base a lo anterior la conectividad es un aspecto sumamente relevante que va integrar aspectos tales como la calidad de agua, coberturas vegetales, fauna y flora, estos aspectos están directamente correlacionados el uno con el otro y el detrimento de alguno de ellos genera grandes pérdidas, por lo que el control de riesgo es un factor de suma relevancia para la prevención y gestión de su declaratoria como protección ambiental de la quebrada La Ayurá.

La sensibilización ciudadana a todos los públicos desde niños hasta adultos mayores se ve reflejada en actividades promovidas desde la alcaldía, como simposios, concursos como (mi río mi ciudad y yo), encuentros con guardabosques, entre otras, pero es la concientización a las futuras generaciones el mayor esfuerzo para el desarrollo de nuevas ideas, objetivos y propuestas para la conservación, concientización y compromiso al cuidado del ecosistema en general.

**Figura 3.** *Sensibilización ciudadana y VI Simposio Departamental de Áreas Protegidas*



Fuente: Fotografías propias tomadas sensibilizando.

Fuente: tomada de (Secretaria de medio ambiente de Envigado, s.f.)

### 4.5 Calidad del agua

Con el fin de monitorear la calidad del agua de la quebrada la Ayurá ubicada en el municipio de Envigado Antioquia, se han realizado diferentes estudios, donde a través de los diferentes informes se recolectaron los siguientes valores y sus cambios en el tiempo.

**Tabla 3.** *Parámetros de calidad del agua de la quebrada La Ayurá*

Quebrada La Ayurá									
PARAMETROS	2018			2020			2022		
	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
<b>GENERALES</b>									
Temperatura C°	15,94	17,50	17,83	15,95	17,5	18,1	17,20	19,30	19,90

Conductividad	20,00	42,64	61,74	21,5	59,2	55	21,90	40,80	54,90
DBO5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	2,10	<2,0	<2,0
DQO	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<10	<10	<10
Oxígeno disuelto (mg/L)	-	-	-	-	-	-	4,20	4,70	4,60
PH	7,00	7,68	7,12	7,76	8,03	7,75	7,78	7,95	7,91
Solidos suspendidos totales (mg/L)	11,00	22,00	14,00	5,00	19,00	25,00	<5,0	7,90	<5,0
Solidos totales (mg/L)	30,00	804,00	492,00	-	-	-	21,40	47,10	54,00
Turbiedad NTU	4,46	8,66	5,69	5,00	10,30	24,90	1,03	11,00	3,34
Caudal L/S	599,20	722,70	1850,40	623,70	1196,20	1737,40	2673,80	2214,30	10394,50
Oxígeno disuelto Concentración	7,69	5,81	8,58	5,55	8,355	7,51	-	-	-
Oxígeno Disuelto Saturación	-	-	-	104,85	105,3	95,55	-	-	-
% de saturación de O2	97,13	73,28	107,92	-	-	-	-	-	-
<b>COMPUESTOS DE NITROGENO</b>									
Nitrato (mg)	0,12	<0,11	<0,11	-	-	-	0,11	0,33	0,49
Nitritos	-	-	-	<0,0030	<0,0030	<0,0185	-	-	-
Nitrógeno total	<4,00	<4,00	<4,00	<5,00	<5,00	<5,00	<0,500	0,58	0,94

COMPUESTOS DE FOSFORO									
Fosforo total (mg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,05	0,05	0,06
Ortofosfatos mg	<0.03	<0,03	<0,03	-	-	-	-	-	-
MICROBIOLOGICOS									
Coliformes Fecales NMP/100ml	55,20	61,90	32,10	101,50	106,00	123,00	-	-	-
Coliformes totales NMP/100ml	258,9 0	292,4 0	209,10	1147,0 0	1235,0 0	1303,0 0	230,00	2400,0 0	5400,00
Escherichia coli NMP/100ml	24,30	14,40	13,20	-	-	-	-	-	-

En el rango de tiempo que se ha tomado como objeto de estudio se observa que existen variaciones en los diferentes parámetros a través del tiempo.

- **Temperatura:** se observa que el comportamiento de la temperatura aumenta gradualmente a medida que pasan los años y cada que disminuye de altitud.
- **Conductividad:** la quebrada presenta una mineralización <100  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en los tres monitoreos que se realizaron lo que indica que La Ayurá presenta una mineralización muy débil.
- **DBO<sub>5</sub>:** en los años 2018 y 2020 los resultados arrojaron una  $\text{DBO}_5 < 5$  lo que indica que en este tiempo la quebrada tenía bajo contenido de materia orgánica biodegradable y se clasifica como un agua de buena calidad. Pero para el 2022 los resultados arrojaron un valor < 3  $\text{mgO}_2/\text{L}$  lo que indica que el cuerpo de agua no presento contaminación y es de excelente calidad por lo que se presentaron concentraciones bajas de materia orgánica.
- **DQO:** En los monitoreos realizados en la quebrada en los años 2018 y 2020 se presentaron valores <20  $\text{mgO}_2/\text{L}$ , lo que la clasifica como un agua superficial de buena calidad ya que se presentaron bajos contenidos de materia orgánica biodegradable; para el 2022 los datos fueron

---

< 10 mgO<sub>2</sub>/L se clasifica como un agua de excelente calidad, lo que indica que no presenta contaminación.

- **pH:** El pH de la quebrada en el año 2018 se mostró muy estable, para el año 2020 se mostró un poco más variable ya que presento valores entre 7,00 y 8,03 unidades y por último para el año 2022 se presentaron valores de pH entre 7,00 y 7,95 unidades (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008) instaure que el rango de pH óptimo para la producción y desarrollo de la vida acuática debe ir entre 6,5 y 8,0 unidades de pH ya que fuera de este intervalo se produce daño a la diversidad acuática por estrés fisiológico.
- **Sólidos suspendidos totales (SST):** los resultados para los años 2018, 2020 y 2022 arroja valores < 25 mgSST/L lo que indica que es un agua superficial de excelente calidad, la presencia de SST se puede relacionar a procesos de erosión, extracción de material, depósito de escombros, entre otras actividades. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).
- **Turbiedad:** para los años 2018 y 2022 se presentan valores bajos de turbiedad, pero para el año 2020 la quebrada arrojó un valor de 24,9 NTU en la parte baja de la quebrada, el valor más alto de los 3 monitoreos estudiados, lo que indica que se mantiene a lo largo de la quebrada baja presencia de partículas disueltas y en suspensión, la turbiedad en el agua puede afectar la vida acuática al interferir en la penetración de los rayos solares en el cuerpo de agua, por lo que se puede ver afectada la producción de oxígeno y la fotosíntesis (IDEAM, 2007).
- **Caudal:** Durante los años 2018, 2020 y 2022 se puede observar que el caudal aumento a través del tiempo de forma significativa, pero analizando los datos se observó que el caudal más alto se presenta en los tramos canalizados, esto se esperaba debido a que en estos tramos la velocidad aumenta.
- **Nitrógeno:** El nitrógeno presento valores de < 4mg/L para el 2018, para el 2020 presento valores de < 5 mg/L y para el 2022 presento valores de < 0,500, 0,58 y 0,94 mg/L.
- **Fosforo total:** para los años 2018 y 2020 se presentaron valores <0,1 pero para el año 2022 se presentaron valores iguales y superiores a 0,05 mg P/L, valores que se salen del rango establecido ya que las concentraciones mayores a 0,05 mg/L presentan contaminación. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).



- **Coliformes totales:** En el estudio realizado durante los tres años, los coliformes totales vienen aumentando a través de tiempo, lo que afecta la calidad del agua de la quebrada, presentando contaminación microbiana y por ende mala calidad del cuerpo de agua. (Oviedo Prasa & Serambiente, 2022).

**Tabla 4. Índices de calidad del agua ICA / ICACOSU**

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Clasificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00 - 0,25	MUY MALA	ROJO
0,26 - 0,50	MALA	NARANJA
0,51 - 0,70	REGULAR	AMARILLO
0,71 - 0,90	ACEPTABLE	VERDE
0,91 - 1,00	BUENA	AZUL

**Tabla 5. Índices de calidad del agua ICOMO / ICOSUS**

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Grado de contaminación
0,00 - 0,20	NINGUNO
< 0,20 - 0,40	BAJO
< 0,40 - 0,60	MEDIO
< 0,60 - 0,80	ALTO
< 0,80 - 1,00	MUY ALTO

**Tabla 6. Datos recolectados de los índices en la microcuenca La Ayurá**

INDICES	2028		2020		2022	
	RESULTADO %	CALIDAD	RESULTADO %	CALIDAD	RESULTADO %	CALIDAD
ICA parte alta	0,83	ACEPTABLE	0,35	MALA	0,77	ACEPTABLE
ICA parte media	0,74	ACEPTABLE	0,33	MALA	0,78	ACEPTABLE

ICA parte baja	0,77	ACEPTABLE	0,19	MUY MALA	0,77	ACEPTABLE
ICACOSU parte alta	0,97	BUENA	0,92	BUENA	0,86	ACEPTABLE
ICACOSU parte media	0,9	ACEPTABLE	0,95	BUENA	0,87	ACEPTABLE
ICACOSU parte baja	0,93	BUENA	0,92	BUENA	0,86	ACEPTABLE
ICOMO parte alta	0,1	NINGUNA	0,18	NINGUNA	0,25	BAJA
ICOMO parte media	0,19	NINGUNA	0,22	BAJA	0,37	BAJA
ICOMO parte baja	0,05	NINGUNA	0,26	BAJA	0,44	MEDIO
ICOSUS parte alta	-	-	0,01	NINGUNA	0	NINGUNA
ICOSUS parte media	-	-	0,04	NINGUNA	0	NINGUNA
ICOSUS parte baja	-	-	0,06	NINGUNA	0	NINGUNA

- **Índice de calidad del agua (ICA):** en base a los valores recolectados el año 2018 la quebrada presento en todo su recorrido **buena** calidad, pero para el año 2020 en la parte alta y media de la quebrada se presentó **mala** calidad empeorando aún más para la parte baja con un valor 0,19 % y para el año 2022 en toda la sección el cuerpo de agua presento calidad de agua **aceptable**.
- **Índice de calidad del agua para corrientes superficiales (ICACOSU):** el ICACOSU se comporta de manera similar en los tres años manteniendo rangos altamente favorables.
- **Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO):** en los años 2018 y 2020 presentaron grado de contaminación **baja o ninguna**, donde los valores cercanos a cero (0) reflejan baja contaminación por materia orgánica lo que indica que en ese momento se

---

presentaba buena calidad del agua, pero para el año 2022 en la parte alta y medio de la quebrada se presentó grado de contaminación baja pero la parte baja de la quebrada arrojó un grado de contaminación **medio** con un valor de 0,44 lo que indica que a través del tiempo se está evidenciando contaminación por materia orgánica en el cuerpo de agua.

#### 4.6 Coberturas vegetales

Podemos decir como dato relevante, las siguientes observaciones:

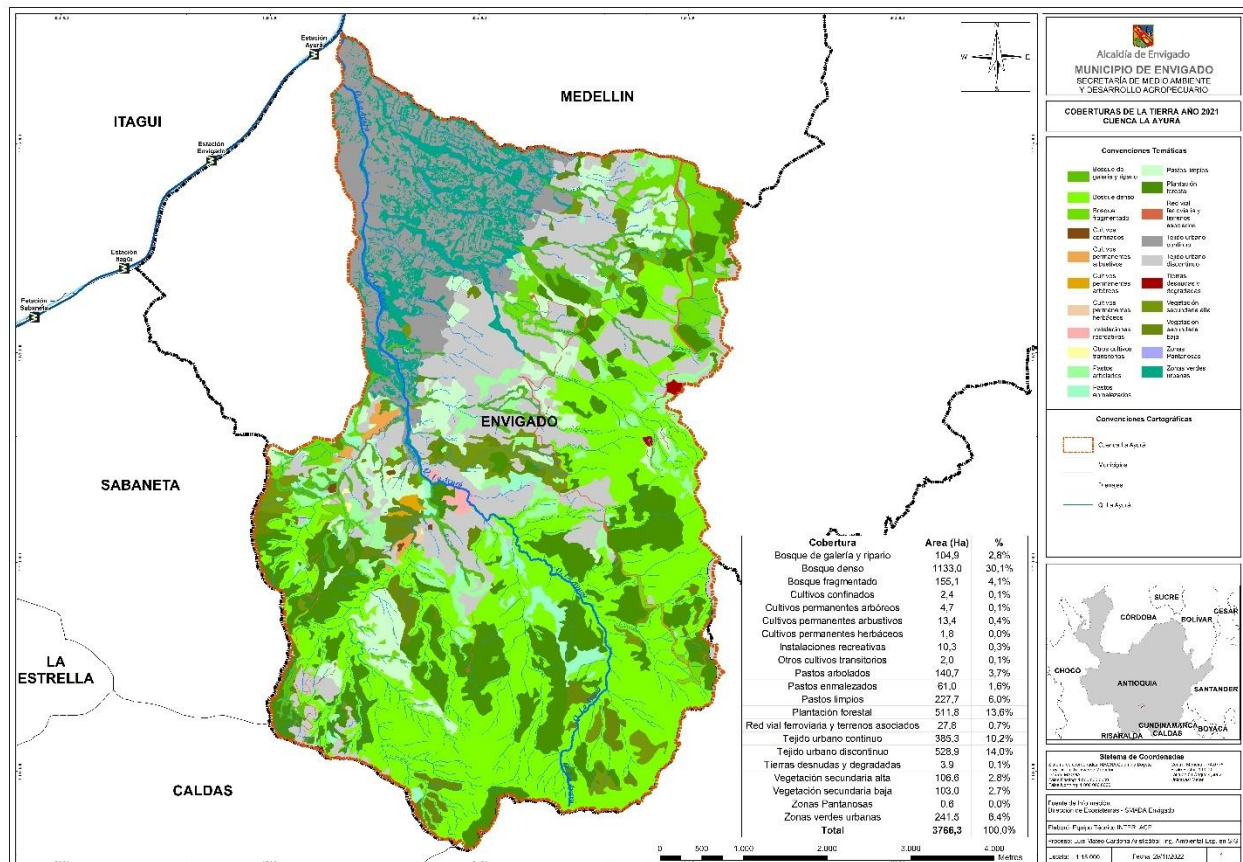
Aproximadamente una tercera parte de la cobertura vegetal se caracteriza como bosque denso, está en parte significativa en el corredor del Tigrillo y el Escarpe Oriental y a su vez en la parte alta del nacimiento de la microcuenca La Ayurá.

La variaciones de cobertura vegetal en el cauce principal de la quebrada Ayurá, destaca en su nacimiento la notoria presencia de bosque denso con fracciones de plantaciones forestales, estas ocupan mayoritariamente la región de alta montaña, y es hasta que se evidencia mayor presencia de población humana que existe una transición considerable en el cambio de cobertura, tomando como referente las instalaciones recreativas alrededor de este punto, donde la presencia de bosque denso desaparece y empiezan hacerse presentes múltiples coberturas hasta su desembocadura, coberturas como zonas verdes urbanas.

Es conocido que el papel que juegan los bosques está directamente correlacionado con la recarga de las fuentes hídricas, por tanto, la deforestación es un factor que incide considerablemente en la conservación de los ecosistemas ya que estos son unos sistemas integrados que han requerido mucho tiempo para su desarrollo y equilibrio (Restrepo de la Pava , 2019). Por lo cual deforestar el bosque denso perteneciente a la microcuenca La Ayurá tendría grandes repercusiones en la cuenca en general, afectándola de forma incalculable, ya que las consecuencias no pueden ser medidas en su totalidad con previsiones, si no que estas son inciertas parcialmente. Lo único claro es que se crearían grandes alteraciones al ecosistema y a su vez a la cantidad y calidad del agua que esta microcuenca provee. por lo tanto, la protección del bosque denso es vital para la preservación de la microcuenca y esto aún más sabiendo que según la ONG Global Forest Watch, en el 2018 Colombia se ubicó entre los países más afectados por la deforestación, en donde los

bosques primarios han sido considerablemente afectados con un aumento del 9% del 2017 al 2018. (Restrepo de la Pava , 2019).

**Figura 4. Mapa de coberturas vegetales.**



Fuente: Tomado de (Secretaria de medio ambiente de Envigado, s.f.)

**Tabla 7. Coberturas vegetales en la microcuenca La Ayurá.**

COBERTURA	Área (ha)	%
Bosque de galería y ripario	104,9	2,8%
Bosque denso	1133,0	30,1%
Bosque fragmentado	155,1	4,1%

Cultivos confinados	2,4	0,1%
Cultivos permanentes arbóreos	4,7	0,1%
Cultivos permanentes arbustivos	13,4	0,4%
Cultivos permanentes herbáceos	1,8	0,0%
Instalaciones recreativas	10,3	0,3%
Otros cultivos transitorios	2,0	0,1%
Pastos arbolados	140,7	3,7%
Pastos enmalezados	61,0	1,6%
Pastos limpios	227,7	6,0%
Plantación forestal	511,8	13,6%
Red vial ferroviaria y terrenos asociados	27,8	0,7%
Tejido urbano continuo	385,3	10,2%
Tejido urbano discontinuo	528,9	14,0%
Tierras desnudas y degradadas	3,9	0,1%
Vegetación secundaria alta	106,6	2,8%
Vegetación secundaria baja	103,0	2,7%
Zonas Pantanosas	0,6	0,0%
Zonas verdes urbanas	241,5	6,4%
Total	3766,3	100,0%

#### 4.7 Fauna

Colombia representa gran importancia a nivel mundial por su biodiversidad, en el municipio de Envigado Antioquia existen puntos donde se puede albergar gran riqueza de fauna, como son las quebradas La Zúñiga, La Clara y especialmente asentamientos en la microcuenca La Ayurá, estos cuerpos de agua actúan como corredores biológicos, permitiendo la conectividad ecológica dentro del territorio iniciando en la parte alta de la cuenca en la vereda el Vallano hasta la zona urbana (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

---

Según el informe del SILAPE se reportó un total de 378 especies registradas en el municipio, 283 de estas son aves, donde se pueden clasificar como: el grupo mayormente representado seguido de mamíferos con 50 especies, anfibios con 17 y reptiles con 22. Es de resaltar que en Colombia contamos con 6 especies registradas de felinos, de los cuales en el municipio de Envigado se encuentran 4 de estas especies: el tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el yaguarundí (*Puma yaguarundi*) y el puma (*Puma concolor*), especies con grandes requerimientos de hábitat y con funciones de alta importancia en el ecosistema como depredadores. Así mismo, cabe destacar que el tigrillo lanudo es una especie amenazada a nivel mundial, categorizada como vulnerable (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

El Sistema Local de Áreas Protegidas del municipio de Envigado (SILAPE), además de ser una importante herramienta de ordenamiento territorial, es de gran significancia a nivel del Valle de Aburrá para la gestión y conservación de los ecosistemas priorizados en el municipio, no solamente por la gran diversidad de fauna y flora que alberga, sino también por los servicios ambientales (suministro de la red hídrica, producción de oxígeno, regulación del clima local y regional, entre otros) que se encuentran en estos ecosistemas, los cuales son igualmente de gran importancia para el bienestar humano. Este sistema se ha convertido en una estrategia fundamental para conservar la diversidad biológica no solamente del municipio, sino también para mantener la conectividad ecológica y las interacciones naturales en los ecosistemas de montaña del Valle de Aburrá y Oriente cercano antioqueño. Por lo cual, ha sido prioritario desde la Dirección de Ecosistemas y Biodiversidad continuar con los esfuerzos y el fortalecimiento de las acciones para el monitoreo, manejo y conservación de las especies de flora y fauna en los ecosistemas estratégicos de Envigado; de esta forma se asegura y se garantiza que cada vez más los procesos ecológicos subyacentes se mantengan en estos ecosistemas y así evitar un deterioro ambiental a largo plazo tanto a nivel local como regional. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

- **Componente Hepetofauna.**

---

Para el municipio de Envigado y el área del SILAPE, se han registrado 14 especies de anfibios y 16 especies de reptiles según los reportes obtenidos hasta el año 2015. Sin embargo, mediante los registros de información secundaria en el año 2020 se encontró un total de 275 ocurrencias para anfibios y 309 para reptiles, lo cual representa 18 especies de anfibios y 22 de reptiles para el área del SILAPE y el municipio de Envigado. Esto corresponde al 2.6% de anfibios y al 3.5% de reptiles del país. Se destaca la presencia de una especie de rana cristal para Envigado *Centrolene quindianum* además, de nuevas localidades con presencia de la rana paisa (*Hyloscirtus antioquia*), una especie descrita en el año 2013 y con distribución restringida (endémica), así como una alta abundancia de salamandras (*Bolitoglossa valleculea*) (Jardin Botanico & SMADA, 2015).

22 especies de reptiles se reportaron en el municipio de Envigado, en cuanto al corredor del tigrillo que fue el más representativo de todos los núcleos del SILAPE abarcando este el área de influencia de la quebrada La Ayurá, donde se reportaron 11 especies de reptiles. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

- **Componente Avifauna.**

Para el municipio de Envigado y el área del SILAPE en el año 2015 se reportaron un total de 163 especies de aves, entre estas se encuentran especies endémicas como la perdiz colorada (*Odontophorus hyperythrus*) y en peligro de amenaza el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) el cual se clasifica como vulnerable a nivel internacional (Jardin Botanico & SMADA, 2015).

Luego, con la validación a través del Sistema de Información de Biodiversidad (SIB) en el año 2020, se obtuvieron un total de 9.512 registros de aves, con un total de **283 especies** distribuidas en 19 órdenes, 48 familias, 187 géneros; valores que corresponde al 14.8% de la avifauna nacional y al 55,6% de avifauna reportada para el Valle de Aburrá (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

De las 283 especies de aves registradas, 5 se encuentran reportadas por la IUCN en categoría Casi Amenazada (NT) (*Odontophorus hyperythrus*, *Contopus cooperi*, *Drymophila caudata*, *Vermivora chrysoptera* y *Andigena nigrirostris*), de estas *Odontophorus hyperythrus* presenta distribución restringida (endémica) y *Andigena nigrirostris* es considerada una especie casi

endémica. Sumado a esto, 3 especies se encuentran en categoría de amenaza Vulnerable (VU) *Sericossypha albocristata*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster* y *Setophaga cerúlea*, las dos últimas catalogadas como Vulnerables (VU) según la Resolución 1912 del 2017 y *Hypopyrrhus pyrohypogaster* en esa misma línea al ser una especie endémica es una especie Valor Objeto de Valor de Conservación para el SILAPE (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

En los núcleos del SILAPE (humedal el Trianon, núcleo corredor del tigrillo, núcleo escarpe, núcleos fragmentos, núcleo Nare y núcleo bosques de roble Perico y Pantanillo) se registraron 283 especies de aves. En relación a la quebrada Ayurá en su área de influencia tanto directa como indirecta se han determinado la presencia de alrededor de 137 especies de aves que equivale aproximadamente al 48%, siendo estos los registros más relevantes en el área de influencia directa de la quebrada La Ayurá (corredor del tigrillo) en comparación con los registros de los demás núcleos del SILAPE (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

- **Componente Mastofauna.**

Para el año 2015 se reportaron 44 especies de mamíferos distribuidos en 10 órdenes, incluyendo 15 especies de pequeños no voladores, 10 de murciélagos y 19 especies de medianos y grandes (Jardín Botánico & SMADA, 2015).

Con el objetivo de concluir la información de la riqueza y distribución de los mamíferos de Envigado y teniendo en cuenta que el grupo de los mamíferos medianos y grandes presenta vacíos de información, además, que posee especies amenazadas y de importancia para la conservación se ha empleado con una regularidad un programa de monitoreo implementando mediante el rastreo a través de cámaras automáticas para realizar un muestreo sistemático de la riqueza y distribución de estas especies que permitan entender los cambios en la estructura y dinámica de los mismos, así como abordar aspectos sobre su ecología como la reproducción, alimentación, uso de hábitat, entre otros. (Jardín Botánico & SMADA, 2015).

Durante el año 2016 se llegaron a observar 14 especies de mamíferos, dentro de los que se destacan la presencia de 4 especies de felinos: Puma (*Puma concolor*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Tigrillo Lanudo (*Leopardus tigrinus*) y el Yaguarundi (*Puma yagouarundi*),



---

además, de un mamífero arborícola endémico de los bosques altoandinos el Olinguito (*Bassaricyon neblina*). Posteriormente, en el año 2018 se lograron registrar 17 especies de mamíferos distribuidos en 6 Órdenes, 11 Familias (aproximadamente el 50% de la riqueza de especies de mamíferos no voladores reportada para el municipio).

En el año 2020 con la actualización de la base de datos se encontró un total de **55 especies** distribuidas en 10 órdenes, 21 familias, 43 géneros, esto corresponde al 10,41% de la mastofauna nacional y al 55% de mastofauna reportada para el Valle de Aburrá. De estas 55 especies, 3 se encuentran reportadas por la IUCN en categoría Casi Amenazada (NT) (*Cuniculus taczanowskii*, *Bassaricyon neblina* y *Nasuella olivacea*), y una (*Leopardus tigrinus*) como Vulnerable (VU); además de tres especies registradas en el apéndice I (*Leopardus tigrinus*) y II (*Cerdocyon thous* y *Puma concolor*) del CITES.

Por último, durante los años 2021 hasta el presente se continúa con el monitoreo de fauna silvestre mediante cámaras de fotodetección con el cual, se ha logrado también registrar un total de 17 especies de mamíferos representados 5 órdenes, 11 familias, un número de taxones similares a lo reportado en 2018, aunque con diferencias en cuanto a la particularidad de especies.

Entre los registros se destaca que aún siguen manteniendo la presencia y aumentando su rango de distribución local carnívoros como el Puma (*Puma concolor*) y el Tigrillo Lanudo (*Leopardus tigrinus*); mesocarnívoros y pequeños carnívoros como la Taira (*Eira barbara*) y el Cusumbo Andino (*Nasuella olivacea*). Entre otros registros de importancia se encuentra el primate endémico Tití Gris (*Saguinus leucopus*), marsupiales como la Zarigüeya Andina (*Didelphis pernigra*) y Chucha de Agua (*Chironectes minimus*), las cuales son especies muy raras y crípticas, además, que esta última fue reportada como una especie nueva para el municipio de Envigado (Arias-Álzate et al., 2021).

En el presente año se reportó la presencia de una nueva especie de carnívoro para el municipio y un registro novedoso para el Valle Aburrá se trata del mustélido conocido comúnmente como Grisón (*Galictis vittata*), la cual fue registrada en el núcleo de conservación del Escarpe y contribuye una ampliación de su distribución de la especie para Colombia, además, de una ampliación de su rango altitudinal convirtiéndose en el registro con mayor

altitud para esta especie (2510msnm). (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

Las áreas de influencia de la microcuenca La Ayurá son el núcleo de conservación corredor del tigrillo y núcleo de conservación escarpe respectivamente, en cuanto a mamíferos hay un reporte de 50 especies de las cuales pueden estar potencialmente distribuidas, 16 especies de mamíferos que equivale al 32% dentro del área de influencia de la quebrada La Ayurá, siendo esta la cantidad más representativa con respecto a los demás núcleos del SILAPE. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

**Figura 5.** *Algunas especies de mamíferos registrados mediante las acciones de monitoreo mediante cámaras de rastreo en áreas del SILAPE*





Fuente: Tomado de la Secretaria de Medio Ambiente (Envigado S. d.)

El SILAPE tiene 8 objetos de conservación, tanto de flora como de fauna, de esos ocho objetos, por lo menos cuatro de estos su mayor distribución potencial la tienen sobre el área de influencia directa (corredor del tigrillo) de la microcuenca La Ayurá son el cacique candela, el tigrillo lanudo, el helecho sarro, la rana paisa. (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldia de Envigado, 2019)

#### 4.8 Flora.

Con la finalidad de conocer la riqueza y distribución de la flora en el municipio de Envigado se han implementado parcelas de monitoreo en diferentes núcleos de conservación, además, de

---

obtener registros de información secundaria disponible en plataformas de manejo de información de la biodiversidad o literatura gris en inventarios vegetales, herbarios, etc. (Jardin Botanico & SMADA, 2015).

En el año 2015, con el trabajo realizado por el Jardín Botánico se reportaron 381 especies con una estimación potencial cercana a 650 especies que podrían presentar distribución en Envigado. En este se destacan especies que pertenecen a grupos florísticos que están presentes en remanentes de bosques altamente fragmentados y las cuales, son especies nativas raras como algunas de la familia Lauraceae como mediocomino (*Aniba muca*), Laurel (*Ocotea macrophylla*), laurel (*Ocotea micans*), aguacatillo (*Persea subcordata*) y Laurel (*Ocotea costulata*), laurel (*Beilschmiedia sp.*) y de otras familias como nogal (*Cordiadyeri*), cinco dedos (*Dendropanax arboreus*), cerezo (*Freziera arbutifolia*), *Geissanthus occidentalis*, silvo silvo (*Hedyosmum goudotianum*), marfil (*Licania cabreræ*), roble (*Quercus humboldtii*) y *Casearia sp* (Jardin Botanico & SMADA, 2015).

Posteriormente la Universidad Nacional en la estructuración de un plan estratégico para el SILAPE, realizó una búsqueda más exhaustiva con relación a la diversidad florística arrojando **un total de 1100 especies nativas, de los 1328 totales** y es indicativo de lo necesario que es compilar, almacenar y curar la información proveniente de diferentes esfuerzos y momentos para optimizar los procesos de caracterización y diagnosis para la posterior gestión y administración del territorio y la biodiversidad.

Con relación a las especies endémicas se tienen un total de 130 en 771 registros y 49 Familias para el municipio de Envigado, todas pertenecientes al grupo de las Angiospermas. Las familias con mayor número de especies endémicas son Orchidaceae (19 especies) y Melastomataceae (16 especies), Piperaceae con 7, Rubiáceas y Ericaceas con 6 especies, las familias Araceae, Campanulaceae y Fabaceae con 5 especies, y las restantes 61 especies se encuentran diseminadas entre 41 familias.

De 1328 especies de flora se encuentran reportadas 47 especies en alguna categoría de amenaza según la IUCN en las cuales se destacan algunas que se encuentran En Peligro (EN): *Begonia tropaeolifolia* (Begoniaceae), *Couepia platycalyx* (Chrysobalanaceae), *Fissidens serratus* (Fissidentaceae, Bryopsida), *Juglans neotropica* (Juglandaceae), *Swietenia mahagoni* (Meliaceae),

---

entre otras para un total de 12 especies, Y especies en la categoría de Peligro Crítico (CR) se reporta la especie de Magnoliaceae *Magnolia espinalii*, la cual es endémica del país (Universidad Nacional de Colombia & Alcaldía de Envigado, 2019).

#### **4.9 Riesgo**

Las precipitaciones, las avenidas torrenciales, las inundaciones y los movimientos en masa, han incrementado, debido al calentamiento global y el cambio climático (Calle Fernández & Lotero Pérez, 2021).

El territorio colombiano es atravesado por las tres cordilleras de los Andes, ubicado sobre la región Andina que recorre el país desde el suroccidente hasta el nororiente colombiano compuesto por montañas, gran variedad de climas, y también periodos de precipitación y sequías, lo que garantiza un escenario de desastres. Durante los últimos años los asentamientos poblacionales en áreas de influencia (zona rural) han incrementado, llevando a procesos erosivos e inestabilidad geológica, permitiendo que las cuencas se desborden. (Calle Fernández & Lotero Pérez, 2021).

El Valle de Aburrá está localizado en el centro de Antioquia sobre el río Aburrá-Medellín y lo componen los municipios: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa, el Valle de Aburra es propenso a presentar avenidas torrenciales, debido a que es un valle profundo con laderas de rocas de alta pendiente, por su morfología, y además su área de drenajes son muy reducida (Calle Fernández & Lotero Pérez, 2021).

En cuanto a los fenómenos que más se presentan en el Valle de Aburra son las inundaciones siendo este el fenómeno de mayor recurrencia con un 42%, seguido por los movimientos en masa con un 35%, y por último los incendios forestales con un 15%. Los municipios con mayor número de registros de inundaciones es Medellín con un 74%, seguido por Itagüí con un 8,5%, Bello con un 5,5%, y Envigado con un 4%. Dichas cifras evidencian la estrecha relación entre el área del territorio de cada municipio y el número de eventos, así como la influencia de la intervención antrópica en la ocurrencia de los mismos (Aristizabal & Gómez, 2007).

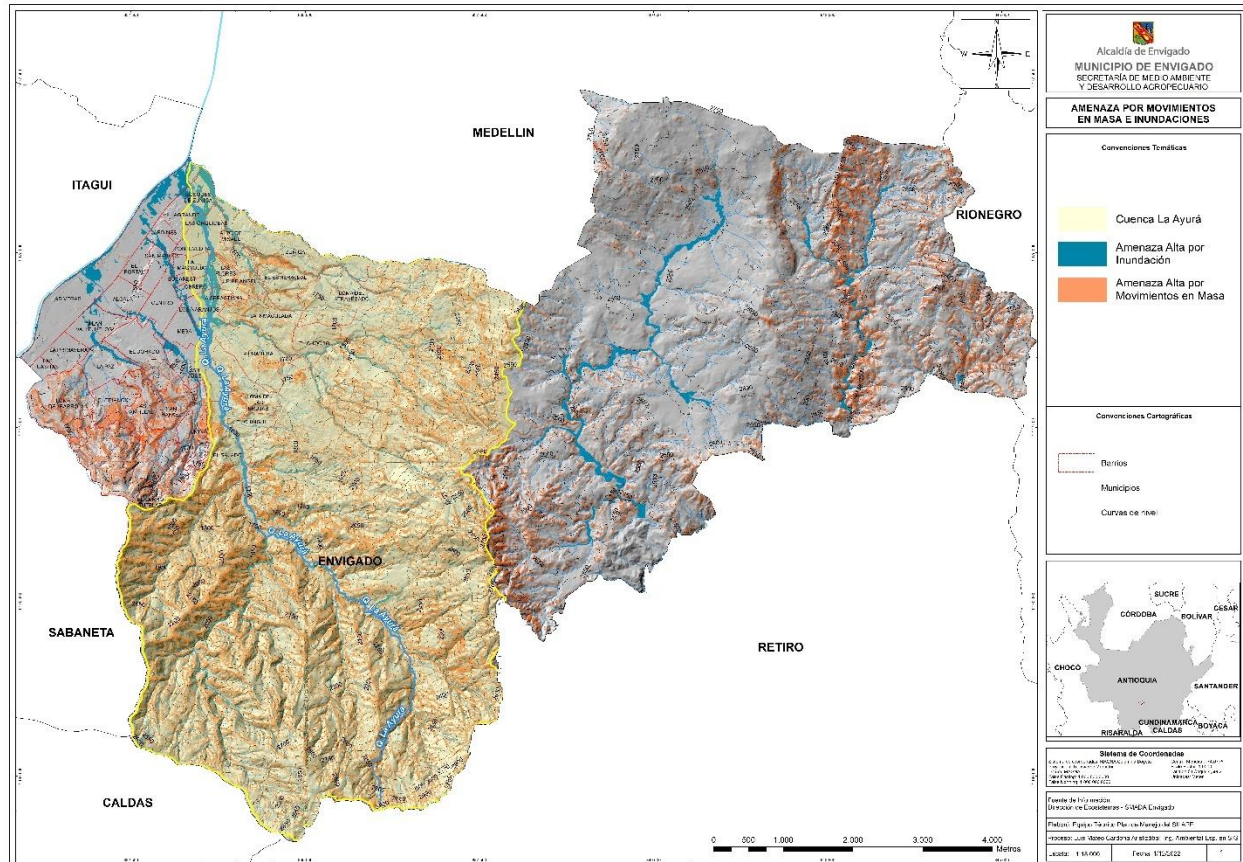
La microcuenca La Ayurá ubicada en el municipio de Envigado es un cuerpo de agua propenso a presentar avenidas torrenciales o inundaciones, la cual presenta problemas de

---

inundación durante toda su longitud, desde la desembocadura de La Pavita hasta el Rio Aburra-Medellín, con un periodo de retorno de 20 años (CTGRD, 2016). Según el capítulo VII del POT habla sobre las áreas amenazadas y riesgo, en el artículo 126, 127 y 135 se identificó la quebrada La Ayurá como una zona de riesgo, por movimiento en masa e inundación, donde La Ayurá presenta un nivel alto de amenaza por inestabilidad debido a procesos erosivos de orillas, socavación del cauce y caída de bloques rocosos, la microcuenca representa riesgo alto desde la parte alta de la vereda El Vallano ya que posee gran capacidad de transporte y en menor grado en la parte baja de la zona urbana donde las inundaciones lentas ocurren debido a que en esta zona hay pendientes suaves y el cuerpo de agua no presenta carga significativa (CTGRD, 2016). La avenida torrencial más destacada en la historia de la quebrada La Ayurá sucedió el 14 de abril de 1988, lo que represento pérdidas humanas, ambientales y materiales para el municipio, esta emergencia conlleva a implementar medidas de mitigación y prevención del riesgo del afluente como la construcción de la canalización de la quebrada La Ayurá además se construyeron vías a ambos lados de la quebrada ya que era una de las necesidades del municipio dado que para ese entonces no se tenían muchas vías, está aún sigue siendo una de las vías arterias del municipio ya que permite entrar y salir de él.

La Ayurá fue canalizada aproximadamente hace 30 o 40 años, con la finalidad de aprovechar al máximo el suelo urbano para construir, en lo que cubre la canalización no se cumple con los retiros hidrológicos (cota máxima de inundación de la quebrada). La quebrada la empiezan a canalizar con un pequeño tramo desde el barrio el Remanso (pertenece al Salado), más abajo a la altura del edificio natura se canalizo otro tramo de la quebrada en una sola margen, y el último tramo canalizado inicia a la altura del puente de Rosellón abarcando toda la zona urbana hasta la desembocadura del rio Medellín, las losas de fondo las empiezan a implementar por tramos en camino verde y el otro tramo desde la avenida las Vegas hasta el rio Medellín, esto con el fin de que el agua contaminada corrieran más rápido por esta zona. La siguiente imagen representa las zonas de riesgo latente de movimientos en masa y avenidas torrenciales del municipio.

**Figura 6. Mapa de riesgo**



Fuente: tomado de (Secretaria de medio ambiente de Envigado, s.f.)

## **5 Conclusiones**

Teniendo en cuenta la información recolectada se evidencio que La Ayurá se destaca como una de las microcuencas más relevantes para el municipio ya que en esta se alberga parte de los corredores de conectividad más importantes como lo son el Corredor de Tigrillo y el Escarpe Oriental.

En el análisis de calidad del agua se encontraron valores muy positivos para el año 2022, sin embargo, se sugiere realizar monitoreos de manera frecuente en el año para llevar un registro más detallado de la calidad del cuerpo de agua ya que con un solo monitoreo no se puede evidenciar en su totalidad la calidad del recurso hídrico.

La sensibilización ciudadana y las diferentes actividades que se vienen llevando a cabo son de suma importancia para la compilación de acciones que se deben llevar a cabo para la creación de una propuesta de manejo y finalmente que la quebrada sea declarada patrimonio cultural ya que es la principal arteria fluvial del municipio además de albergar la mayor cantidad de flora y fauna en su cuenca.



## 6 Referencias

- Archivo general de la nación.* (s.f.). Obtenido de DECLARATORIA DE BIENES DE INTERÉS CULTURAL DE CARÁCTER DOCUMENTAL ARCHIVÍSTICO BIC-CDA: <https://www.archivogeneral.gov.co/Conoce-Patrimonio-Documental/Bienes-de-Interes-Cultural#:~:text=La%20declaratoria%20de%20un%20bien,un%20R%C3%A9gimen%20Especial%20de%20Protecci%C3%B3n>.
- Area Metropolitana del Valle de Aburra, & GOV.CO. (s.f.). *Plan quebradas* . Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/Plan-Quebradas.aspx>
- Aristizabal, E., & Gómez, J. (2007). *Inventario de emergencias y desastres en el Valle de Aburrá*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419816002.pdf>
- Calle Fernández, J. J., & Lotero Pérez, C. (2021). *Estimación del área de amenaza por avenida torrencial de la quebrada La Ayurá mediante un modelo de fluido no newtoniano*. EIA.
- CTGRD, C. d. (2016). *Plan municipal para la gestión del riesgo municipio de Envigado*. Envigado (Antioquia).
- CVC. (2015). Obtenido de Establecimientos de planes de manejo ambiental: <https://www.cvc.gov.co/establecimiento-plan-de-manejo-ambiental#:~:text=Comprende%20las%20medidas%20y%20actividades,del%20proyecto%20C%20obra%20o%20actividad>.
- Envigado, A. d. (2020-2023). *Plan de desarrollo Municipal* .
- Envigado, S. d. (Dirección). (s.f.). *Camaras de telemetría* [Película].
- funcionpublica.gov.co. (2015). *Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- IDEAM. (2007). *TURBIEDAD POR NEFELOMETRÍA*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Turbiedad+por+Nefelometr%C3%ADa..pdf/fc92342e-8bba-4098-9310-56461c6a6dbc#:~:text=La%20turbiedad%20es%20una%20expresi%C3%B3n,trasmitida%20a%20trav%C3%A9s%20de%20la>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios A, & IDEAM. (s.f.). *Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00)*. *Sistemas de Indicadores Ambientales*

- de Colombia- Indicadores de Calidad de agua superficial. 10 p.* Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>
- Jardin Botanico, & SMADA. (2015). *Informe SILAPE.*
- Ltda, A. Y. (1999). *Estudio de la oferta del recurso hídrico de las principales cuencas hidrográficas del municipio de Envigado.*
- Ministerio de ambiente, v. y.-2. (2005). *Documental Bienes de Interés.* Obtenido de Decreto número 1220.
- Ordoñez, J. D. (2019). *Informe final monitoreo 725 y mirador de La Ayura I.*
- Ortiz Betancur , P. (2006). *Analisis de las coberturas vegetales en el municipio de Envigado (Antioquia).*
- Oviedo Prasa, M. A., & Serambiente. (2022). *Informe técnico de estudio de caracterización de comunidades hidrobiológicas.* Barranquilla.
- Portal Único del Estado Colombiano. (s.f.). *Datos abiertos.* Obtenido de Departamentos y municipios de Colombia: <https://www.gov.co/>
- Restrepo de la Pava , J. (8 de Junio de 2019). *La «deforestación del agua» en el Amazonas.* Obtenido de Universidad de Antioquia: [fY69DsIwDIRfhaWzQykBxooBCTEwINR6QVYbgUsS9ycgxNOTwoBYWCx\\_57uTAaEA9HTnMwUWTzZyifq0XK3TaZ6pndKZVrneZ\\_NFupkdjgq2gP8NsYGbrsMcsBIfzCN A0UofyN5qQ4mi4Zcu4sxnH](https://doi.org/10.15446/ra.v9n12.5897932)
- Rodríguez Zamora, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las asociaciones administradoras del acueducto,(ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela. *Revista Pensamiento Actual*, 9(12-13). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932>
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical-2da edición-*. Universidad de Antioquia. Obtenido de <http://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/71>

- 
- Ruiz Ramírez, D. (2017). *Método de Estimación de Sólidos Suspendidos Totales como Indicador de la Calidad del Agua Mediante Imágenes Satelitales*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59720>
- S.A.S, L. d. (2018). *Diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales en temporada de lluvias de las quebradas La Mina, Cienpesos, La Ayurá, Las Palmas, Espiritu Santo, La Zúñiga, La Honda, La Hondita, El Atravezado, La Sebastiana y La Sucia*. Medellín.
- S.A.S, L. E. (2020). *Monitoreo de calidad del aguas superficiales en temporada seca y humeda de las quebradas La Zúñiga, La Mina, La Cien Pesos, Las Palmas, La Espiritu Santo, La Ayurá, L a Honda, La Hondita, L a Heliodora y La Sucia*.
- Secretaria de medio ambiente de Envigado. (s.f.). @medioambienteenv. Obtenido de Secretaria de medio ambiente de Envigado.
- Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. (s.f.). *Estudio hidrologico*.
- Trujillo, D., Duque, L., Arcila, J., Rincón, A., Pacheco, S., & Herrera, O. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *Revista ION*, 27(1). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2014000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2014000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Universidad Nacional. (2005). *Identificación, clasificación, características hidrogeológicas de los humedales y evaluación de zonas de rescarga y su relacion con la geologia y las corrientes del municipio de Envigado*. Envigado (Antioquia).
- Universidad Nacional de Colombia, & Alcaldia de Envigado. (2019). *Accion para la gestion, fortalecimiento y sostenibilidad del Sistema Local de Areas Protegidas de Envigado-SILAPE-*. Envigado (Antioquia).