

**ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS QUE REDUCEN EL IMPACTO  
AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE HIDROELÉCTRICAS.**

**LUISA FERNANDA SÁNCHEZ ZAPATA E ISABELLA IBARRA LUGO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ECONOMIA, ADEMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS  
PROGRAMA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN  
MEDELLÍN**

**2023**

**ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS QUE REDUCEN EL IMPACTO  
AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE HIDROELÉCTRICAS.**

**LUISA FERNANDA SÁNCHEZ ZAPATA E ISABELLA IBARRA LUGO**

**Trabajo para obtener el título de administradora y economista**

**Asesor**

**ADRIANA ARANGO LONDOÑO**

**Doctora en ingeniería**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE ECONOMIA, ADEMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS**

**PROGRAMA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN**

**MEDELLÍN**

**2023**

14/05/2023

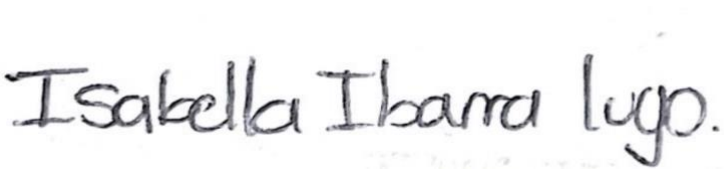
**Luisa Fernanda Sánchez Zapata e Isabella Ibarra Lugo**

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luisa', written in a cursive style within a rectangular box.

Firma

A handwritten signature in black ink that reads 'Isabella Ibarra Lugo.' written in a cursive style within a rectangular box.

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a Dios por darnos la fuerza y la determinación para superar los obstáculos y lograr este importante logro en nuestras vidas.

La presente tesis está dedicada a nuestras familias, por su amor, apoyo, dedicación y sacrificio a lo largo de nuestro camino académico. Sin su constante motivación y aliento, no lo hubiésemos logrado, agradecemos cada esfuerzo que hicieron para podernos brindar siempre lo mejor, cada gesto ha sido fundamental para guiarnos en nuestro camino.

En el recorrido por la universidad, encontramos destrezas y habilidades que se desarrollaron en cada una de nosotras, a nuestros profesores gracias por compartir sus conocimientos y experiencias con nosotras. Sus orientaciones y asesoramientos han sido esenciales para guiarnos a través de este proceso y ayudarnos a alcanzar nuestro máximo potencial.

Agradecemos a cada persona que nos brindó un consejo e hizo parte de este trabajo, a nuestros amigos y compañeros de clase, gracias por ser fuente de apoyo durante este proceso.

A nuestra tutora gracias por su orientación y valiosos consejos. Sus críticas constructivas y comentarios nos han ayudado a mejorar y perfeccionar este trabajo.

## **RESUMEN**

Este trabajo habla sobre el impacto negativo que la construcción de centrales hidroeléctricas puede tener en el medio ambiente y la sociedad, esto incluye la extinción de especies de fauna y flora, el desplazamiento forzado de comunidades, riesgos en la calidad del aire y la agricultura, entre otros problemas. Se discuten algunos métodos para minimizar estos impactos, como la planificación cuidadosa de la ubicación, el uso de materiales sostenibles, la tecnología limpia y la restauración del entorno. También se menciona cómo el uso de energías renovables, como la hidroeléctrica, puede contribuir a la sostenibilidad, reducir la dependencia de combustibles fósiles, mejorar el acceso a la energía en zonas rurales y reducir la pobreza energética. Además, se mencionan los programas y planes de manejo como herramientas importantes para minimizar los impactos negativos. Se espera contribuir al desarrollo de alternativas más sostenibles para la generación de energía en Colombia. A pesar de estos impactos negativos, la energía hidroeléctrica sigue siendo una de las formas más populares y sostenibles de generación de energía. Algunos métodos para minimizar los impactos incluyen la planificación cuidadosa de la ubicación de las centrales hidroeléctricas, el uso de materiales sostenibles y tecnologías limpias, y la restauración del entorno.

Palabras clave: Hidroeléctrica, impactos ambientales negativos, impactos sociales, sostenibilidad, energía renovable.

## **ABSTRACT**

This paper discusses the negative impact that the construction of hydroelectric power plants can have on the environment and society, including the extinction of species of fauna and flora, forced displacement of communities, risks to air quality and agriculture, among other problems. Some methods to minimize these impacts are discussed, such as careful site planning, use of sustainable materials, clean technology and environmental restoration. It is also mentioned how the use of renewable energies, such as hydropower, can contribute to sustainability, reduce dependence on fossil fuels, improve energy access in rural areas and reduce energy poverty. In addition, management programs and plans are mentioned as important tools to minimize negative impacts, and it is expected to contribute to the development of more sustainable alternatives for energy generation in Colombia. Despite these negative impacts, hydropower remains one of the most popular and sustainable forms of energy generation. Some methods for minimizing impacts include careful planning of the location of hydropower plants, use of sustainable materials and clean technologies, and environmental restoration.

**Key words:** Hydroelectric, negative environmental impacts, social impacts, sustainability, renewable energy.

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	9
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	10
2.3. OBJETIVO GENERAL.....	14
2.3.1. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	14
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	14
3.1.1. DEFINICIÓN DE ENERGÍA SEGÚN LAS DIFERENTES CIENCIAS.....	15
3.1.2. ENERGÍA COMÚN Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE .....	16
3.1.3. ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA.....	16
3.1.4. HIDROELÉCTRICAS.....	17
3.1.5. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL.....	18
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	20
4.1.1. Enfoque de la investigación .....	20
4.1.2. Alcance de la investigación.....	20
4.1.3 Tipo de investigación.....	20
4.1.4. Fuentes de recolección de información.....	21
4.1.5. técnicas de recolección de información .....	21
<b>5. RESULTADOS</b> .....	21
5.1. CONSECUENCIAS E IMPACTOS NEGATIVOS DE LAS CONSTRUCCIONES HIDROELECTRICAS.....	21
5.2. Analizar los métodos propuestos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. ....	25
5.2.1 Plan de manejo para la Hidroeléctrica el Quimbo .....	28
5.2.2 Planes de manejo para la Hidroeléctrica Ituango.....	28
5.3. Analizar si las iniciativas existentes del uso de energías renovables impactan positivamente los indicadores de sostenibilidad. ....	29
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	34
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	36

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el sector energético en Colombia ha trascendido de forma muy positiva en el país, se han dado crecimientos económicos, sociales y de desarrollo sostenible que ha hecho que nuevas energías se puedan implementar en el país. El uso de esta ha permitido la practica reflejada en la sostenibilidad, reflejando conciencia por el medio ambiente desde las empresas que les provee energía a los colombianos. Sin embargo, se va visto la poca participación de las energías renovables frente a las energías convencionales. (AGUIRRE, 2020).

Para el caso de nuestro país, la escasez de energía puede surgir debido al crecimiento de la población, el aumento de la demanda de energía, el cambio climático y la falta de planificación para mejorar el suministro de energía limpia. Si bien Colombia cuenta con abundantes recursos energéticos renovables como lo son la eólica, solar, hidráulica, biomasa y biogás; por otro lado, Colombia no fue el primer país en implementar los recursos limpios y renovables para generar energía en Latinoamérica. (AGUIRRE, 2020).

Según el director de planeación de generación de EPM, Santiago Villegas, las centrales hidráulicas ofrecen diversas bondades, entre ellas, el aprovechamiento de un recurso inagotable como el agua y una producción inocua, pues no contaminan (Quiceno Ramírez, 2018). No obstante, Colombia ha tenido la fortuna de tener riquezas en todo el territorio nacional y se puede decir que muchos sectores deben aprovecharlo. Pero a causa de esto, no se ha reconocido el impacto que esto se tiene durante la construcción de proyectos como lo es Hidro Ituango, teniendo que cuenta que cuando se hacen dichos proyectos hacen un embalse para represar el agua.



Las grandes generadoras hidroeléctricas han sido cuestionadas por la huella ambiental que dejan durante su construcción, no obstante, su proceso de generación es limpio y no se puede depender solo de energía eólica o solar. El abastecimiento energético demandado por el hombre va incrementando cada año y según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) este consumo aumentará hasta un 70% para el 2040 (Quiceno Ramírez, 2018).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

En primer lugar, se puede apreciar desde el punto de vista académico que se debe analizar las problemáticas que hay en el uso de las hidroeléctricas para el uso de energías limpias, es evidente, que una hidroeléctrica es una fuente de energía renovable, ya que su recurso natural es el agua, además de esto son proyectos flexibles y estables pero no es tan limpio puesto que afecta al medioambiente, al momento de haber una sequía este es impactado fuertemente por esto, no es fácil de encontrar un lugar para hacer dicho proyecto y además de esto, es muy costoso la construcción de una central de este tipo.

En la investigación se observa cuál es el verdadero problema que se da al momento de establecer dichos proyectos y cómo se ve reflejado en la sociedad. Es lógico pensar que las hidroeléctricas son muy flexibles en un país como Colombia ya que tiene muchos ríos de agua dulce, pero las empresas que planifican estos proyectos en Colombia siempre terminan haciéndole un mal a los territorios en los que se encuentra ubicado. Hay que tener en cuenta, que las posibles soluciones que se brindaran no en todos los casos se lograran implementar, ya que puede que esto traiga más implicaciones.

Dicha investigación, será implementada tanto para fines sociales como fines académicos, siendo este el más relevante, ya que con esta información se observarán tanto las ventajas y

desventajas, todo el impacto ambiental y la sostenibilidad que tiene dichos proyectos en un territorio. Se verá la problemática que esto trae al momento de su construcción y como se puede reducir el problema.

## **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para iniciar, los mercados de energía son instrumentos que permiten comprar, vender y comercializar energía de diferentes maneras en el mercado. Estos mercados se pueden dar de diferente estructura como lo son petróleo, carbón, hidráulicas, eólicas, etc. Además, se abarcan las energías limpias, analizando las verdaderas precauciones que se debe tener al momento de realizar dichos proyectos y mirar si verdaderamente son energías renovables. (Barrera Silva, 2018).

El crecimiento que ha tenido el mercado hidráulico en Colombia es poco notorio, ya que no se tiene la suficiente capacidad para que la industria hidráulica crezca. Hay que resaltar que las hidroeléctricas son energías verdes que no dejan huella de carbón y es renovable, pero también es cierto que estas generan otros problemas en el medio ambiente que causan caos a su paso. Un ejemplo muy claro es el proyecto de EPM (empresas públicas de Medellín) con Hidro Ituango, ya que se pudo apreciar que Colombia no tiene la capacidad para este tipo de proyectos, llegando a bloquear la capacidad que tiene Colombia.

El mercado energético evoluciona cada día más, por ende, es importante saber cómo ha sido su evolución y observar qué tan cierto es lo que nos dice la industria que es un tipo de energía limpia y que no causa toxinas en el medio ambiente; Ha medida de que fueron pasando los años, la industria nos hizo creer que el mercado energético era totalmente limpio. Sin embargo, en los últimos años nos ha demostrado lo contrario. “La implementación de

energías limpias no es del todo exitosa hasta el momento en Colombia, probablemente como consecuencia de la falta de conocimiento sobre el tema. Algunos de los tipos de energías limpias que se han implementado en las empresas colombianas son la energía fotovoltaica y la energía eólica. Estos tipos de energías se han aplicado a varios programas y actividades que promocionan otras fuentes de energía más limpias” (AGUIRRE, 2020).

En el mundo, el consumo de energías renovables se ha incrementado en un promedio de 2.3% desde el año 2015, lo cual ha contribuido a que las emisiones globales de carbono asociadas al consumo de energía se mantuvieron estables para el año 2014, al tiempo que la economía mundial creció. Según la Energy International Agency (2017), tales efectos han sido atribuidos al aumento en la penetración de las energías renovables y las mejoras en la eficiencia energética (AGUIRRE, 2020).

En la actualidad mundial existe una conciencia de la importancia de las energías renovables y la eficiencia energética como mecanismos fundamentales para abordar el cambio climático, la creación de nuevas oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía a millones de personas que aún viven sin servicios de energía modernos. En este contexto, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2014 como el primer año de una década de energía sostenible para todos (SE4ALL), donde se apunta a duplicar la participación de las ER en el sistema energético desde una línea base del 18% en 2010 al 36% en 2030 (United Nations, 2013) (AGUIRRE, 2020).

Los pactos Green Cross International (GCI), que fueron pactados en 1994 poco después de la cumbre de Río, son un ejemplo de iniciativas internacionales que trabajan por el medio ambiente y los problemas sociales. Se presentan 5 puntos importantes para generar sostenibilidad en cada uno de ellos. El punto 2 de los diálogos, hace referencia al medio

ambiente, y expone la “necesidad de incluir prácticas de sostenibilidad energética” (MOYA, 2017)

En el artículo “Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral” se destaca la necesidad de una visión integral al evaluar los efectos de la construcción de hidroeléctricas en la cuenca del río Magdalena-Cauca en Colombia. Actualmente, 33 hidroeléctricas operan en la zona y dos más están en construcción, lo que está afectando la salud del río y de las planicies inundables de la Depresión Momposina. El artículo destaca la importancia de considerar los efectos acumulativos de todos los proyectos en toda la cuenca, en lugar de proyecto por proyecto. Uno de los impactos evaluados es la afectación a las especies de peces migratorios debido a las barreras que representan las hidroeléctricas. Los autores usaron un software para proyectar los efectos potenciales de la expansión de hidroeléctricas en la Depresión Momposina a 2050, teniendo en cuenta aspectos ingenieriles, socioeconómicos y agrícolas (FOG, 2018)

Los objetivos de este proyecto, que no prosperó, pretendían contribuir con el déficit de energía; a cambio, generó grandes problemáticas en el territorio, como la violencia, la modificación del suelo, el desplazamiento de especies, la propagación de enfermedades, el desplazamiento de la sociedad afectada, la alteración de las actividades económicas, entre otras (RINCON, 2020).

En la naturaleza la afectación sobre las especies migratorias, según el ecólogo Javier Maldonado, de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana, “Los peces perciben las señales que la dinámica natural de los periodos de aguas bajas, aguas altas y sus transiciones les envían, para iniciar los procesos de migración desde las partes bajas del río hacia aguas arriba y, de esta forma, llegar a sus áreas de desove. Sin embargo, resulta que

esas rutas ya prácticamente están colapsando por el bloqueo que significan los muros de las hidroeléctricas”. Por otra parte, la sedimentación natural es importante, por la variedad de nutrientes que aporta el río a todo el ecosistema. Es por esto que abrir las compuertas para que fluya agua de manera artificial no es una opción ni una solución a los impactos que causan las hidroeléctricas, por el contrario, eso puede traer más consecuencias.

La construcción de hidroeléctricas puede tener impactos sociales negativos en las comunidades cercanas, especialmente en los desplazamientos de las personas y la violación de sus derechos humanos. Las comunidades pueden sufrir afectaciones emocionales, económicas y laborales, y la adaptación a un cambio puede ser difícil. Las comunidades indígenas son especialmente vulnerables debido a la falta de educación y la falta de respeto por sus derechos. En algunos casos, los líderes de las comunidades han sido asesinados y las personas han sido objeto de graves violaciones de los derechos humanos. El ejemplo de la hidroeléctrica Urrá I ilustra estos impactos negativos en la comunidad Embera Katío y los pescadores que los apoyan. (Corradina, L. F. (2018).

El propósito es el estudio de una forma más amplia en el contexto del impacto ambiental y social en la construcción de las hidroeléctricas, con las fuentes consultadas se busca hacer una recomendación de la forma en la que se pueden realizar los estudios y de las diferentes alternativas que se han implementado para disminuir los impactos ambientales que estas generan, además que se evalúen desde el principio y se logren minimizar las consecuencias, tratar de buscar formas o alternativas viables para que el ecosistema siga su funcionamiento natural, teniendo en cuenta toda la cuenca en donde se piensa hacer el proyecto, por esto es necesario una visión integral en cada uno de estos.

## **2.2. PREGUNTA DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las diferentes alternativas que se pueden implementar al momento de la construcción de una hidroeléctrica para disminuir el impacto ambiental?

### **2.3. OBJETIVO GENERAL**

Analizar las alternativas propuestas para disminuir el impacto ambiental que tiene la construcción de hidroeléctricas en el territorio colombiano.

#### **2.3.1. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Identificar las consecuencias que tiene la generación de energías por medio de las hidroeléctricas analizando si verdaderamente son tan limpias como se plantea.
- Analizar los métodos propuestos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias.
- Analizar si las iniciativas existentes del uso de energías renovables impactan positivamente los indicadores de sostenibilidad.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

Para llevar a cabo este trabajo, es necesario establecer algunas consideraciones que sirvan de guía para comprender adecuadamente las condiciones de su desarrollo. En primer lugar, se debe tener en cuenta que el desarrollo de esta investigación se hará de las hidroeléctricas, donde podremos apreciar mediante investigaciones cuáles son las implicaciones que esto trae para el medio ambiente y para la sociedad; y, en segundo lugar, miraremos las consecuencias sociales económica que trae un proyecto de dicha magnitud

(Barrera Silva, 2018).

### **3.1.1. DEFINICIÓN DE ENERGÍA SEGÚN LAS DIFERENTES CIENCIAS**

Para la Física, la energía es la capacidad potencial que tienen los cuerpos para producir trabajo o calor, y se manifiesta mediante un cambio. La generación y el consumo de las energías convencionales son el mayor problema e impacto del medio ambiente y dichos efectos no existen o pueden ser menores en las energías renovables, las renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables; siempre el ser humano ha acompañado sus actividades con el uso de las distintas fuentes de energía. (Merino Luis, 2012).

La suma de las energías que aparecen en forma de: movimiento + energía térmica + energía de los residuos de la combustión es exactamente la misma que estaba almacenada en el combustible (principio de conservación de la energía). Eventualmente, la energía que adquirió el vehículo en movimiento también se transformará en energía térmica, a causa de la fricción de las partes móviles del motor, de la carrocería con el aire y de las ruedas con el pavimento y los frenos. Finalmente, esa energía térmica no desaparece, sino que pasa al medio ambiente. (González Arias, 2018)

Tampoco faltan intentos más recientes de dar una definición general de energía, ligados a la sugerencia de impartir la mecánica de forma “novedosa”, comenzando los cursos por los conceptos de trabajo y energía. Así, por ejemplo, citamos: "Un cuerpo posee energía cuando puede producir cambios o transformaciones en otros cuerpos o en sí mismo", definición que sugiere que después que cesa el cambio o la transformación los sistemas ya

no tienen energía. Aún más, a diferencia de las otras dos definiciones analizadas anteriormente, donde se mencionaba el trabajo o el movimiento, en este caso ni siquiera aparece el intento de asociar la definición a la medición de alguna otra magnitud física. (González Arias, 2018)

### **3.1.2. ENERGÍA COMÚN Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE**

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la emisión de gases de efecto invernadero y de contaminantes acidificantes, se ha reducido de un modo significativo gracias a la adopción de combustibles más limpios y al tratamiento de los gases de combustión. Pero mientras no disminuya el protagonismo de los combustibles fósiles en la cesta energética, los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático parecen estar abocados a aumentar.

Para las empresas hidroeléctricas, las reglas del juego se basan en sus relaciones con otros actores de la región. Especialmente en el primer eslabón de la cadena de valor de la empresa, donde la sostenibilidad y la calidad del agua son condiciones necesarias. Esto significa que, por ejemplo, durante la fase operativa de las centrales hidroeléctricas, la gestión de las áreas dependientes de embalses incluye una reevaluación del papel del área en el desarrollo. La creación de valor requiere agua de buena calidad para la generación de energía. (Polanco López de Mesa, 2014).

### **3.1.3. ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA**

Colombia es un país con mucha riqueza en diversidad y fuentes energéticas que se



pueden aprovechar para contribuir y poder minimizar los cambios climáticos y toda la contaminación por las energías comunes, son diversas las formas de aprovechamiento de las fuentes de producción de energías limpias como la solar, geotérmica, geométrica, oceánica, eólica, gases sintéticos, entre otras, dichas formas de energía son proporcionadas por el sol, el suelo, el viento y el agua. (Merino Luis,2012)

En el caso colombiano, las energías renovables representan una porción bastante grande, superior al 27% del suministro total de energía. Los productos de energía hidroeléctrica (12,2%) y caña (7,4%) son las más importantes fuentes de energía renovable en este país. Los combustibles de madera con el 6,1%% desempeñan un papel muy grande también. El carbón y las energías renovables generan energía sólo en una cantidad muy pequeña (Krumpel, 2009, p. 41).

#### **3.1.4. HIDROELÉCTRICAS**

La energía renovable que se quiere describir es la energía hidráulica, en este tipo se aprovecha las corrientes de agua de los ríos, existen varios tipos de centrales hidráulicas. “La central hidroeléctrica más común en el mundo es la llamada "central de embalse". En este tipo de centrales, el agua se acumula en la represa para luego caer desde la altura sobre una turbina hidráulica, haciéndola girar y produciendo electricidad con los generadores eléctricos ubicados en la sala de máquinas. Luego, se eleva su tensión para transportar la energía sin mayores pérdidas y posteriormente incorporarse a la red eléctrica. Por otro lado, el agua utilizada retoma su curso natural.” (Mora A. Yeisson D.,2020).

Aunque se hable de que las energías renovables sean menos nocivas para el medio

ambiente, las construcciones de las hidroeléctricas pueden tener algunas desventajas o impactos en la sociedad y en el entorno natural. “La evidencia arroja una serie de problemas ambientales asociados, entre los cuales destacan el reasentamiento de poblaciones y la destrucción de ecosistemas” (Bernal Clavijo Omar F., 2018)

La opinión pública se viene informando a cuentagotas sobre la existencia de varios derrumbes sucedidos en las últimas semanas y la única responsable es la Empresa Hidroeléctrica de Hidro Ituango por el taponamiento del túnel del desvío del río Cauca y el bloque de su cauce. Esta empresa solicitó al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (30 de enero de 2009) la modificación del “artículo primero de la Resolución 0155 solamente en cuanto a la exclusión de dos municipios (...)” refiriéndose a Olaya y Valdivia “por cuanto en sus jurisdicciones no se localizarán obras del proyecto” (Semana, 2018, 14 de mayo).

### **3.1.5. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL**

No obstante, a pesar de que EPM traslada su responsabilidad social empresarial a la geología de la cuenca; otros se preguntan si hubo errores en los estudios de diseño de la obra; en tanto que, inundan la casa de máquinas y el sistema eléctrico para evitar otra tragedia humanitaria en los municipios de la zona. Pacheco (2018) dice: El Movimiento Ríos Vivos de Antioquia responsabiliza a los exgobernadores: Luis Alfredo Ramos (2008-2011) principal responsable de la emergencia, empresario y accionista mayoritario de Hidro Ituango. “Amedrentó y amenazó con encarcelamiento a los defensores ambientales y propició la vulneración de derechos humanos y ambientales a través de acciones vinculadas

con paramilitares”. (Barrera Silva, 2018)

Por su parte, Montoya (2018) en referencia a la tragedia de Hidro Ituango de EPM y de los gobernantes asociados a este megaproyecto, adiciona la deplorable situación ambiental de Medellín; los vínculos manifiestos de los empresarios con el narco-paramilitarismo, con la burbuja inmobiliaria y la construcción de edificios con materiales obsoletos que se agrietan y se caen. “Pero lo de ahora es, literalmente, el desbordamiento completo de la irresponsabilidad, la improvisación y la arrogancia con que estas gentes siguen manejando el rumbo de nuestro desequilibrio social”. (Barrera Silva, 2018)

Otra de las razones de las comunidades para oponerse a Hidro Ituango, son los daños ocasionados en la naturaleza. Isabel Zuleta indicó: “En la zona teníamos un bosque seco tropical en muy buen estado de conservación, ahora no. Lo más triste es que está en vía de extinción”. La conservación del bosque contribuye a la disposición de gran cantidad de servicios ecosistémicos indispensables en la salud de las poblaciones. De otro lado, la valoración biofísica del Instituto Humboldt permitió identificar las áreas de bosque seco tropical como importantes en la provisión hídrica superficial y el hábitat para polinizadores, y además en la oferta de retención de sedimentos (especialmente vegetación riparia), por tanto, la conservación de este ecosistema es de importancia tanto por sus beneficios directos y a su vez para la vida útil del proyecto hidroeléctrico (Barrera Silva, 2018).

La sostenibilidad es una práctica social en la cual confluyen simultáneamente intereses económicos, sociales, ambientales e intergeneracionales, en aras de un estado dinámico ideal de la relación entre el ser humano y su entorno. En esta práctica confluyen el

Estado, el ciudadano y la empresa, toda vez que la sostenibilidad se relaciona con esta última a través de la estrategia (Lozano, 2012). La estrategia empresarial es entendida aquí como la forma, modelo, planeamiento o perspectiva, definida tanto desde arriba como desde abajo, en que la empresa despliega sus recursos en un entorno específico para alcanzar sus objetivos a largo plazo (Polanco López de Mesa, 2015)

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1.1. Enfoque de la investigación**

La naturaleza de la presente investigación es cualitativa, ya que lo primordial es cualificar y no medir, las consecuencias de la construcción y el funcionamiento de las hidroeléctricas en Colombia a partir de los impactos ambientales y sociales, según la sostenibilidad y las propuestas de las construcciones de las hidráulicas. la investigación cualitativa es flexible en cuanto al método en que se intentan conducir sus estudios.

### **4.1.2. Alcance de la investigación**

La investigación tiene un alcance descriptivo al buscar establecer el análisis e interpretación de todos los efectos que se presentan en la construcción y el funcionamiento de las hidroeléctricas en Colombia

### **4.1.3 Tipo de investigación**

La investigación es documental, se realiza de forma ordenada y con objetivos precisos, con la finalidad de ser base para la construcción de un artículo de reflexión; se

observó y reflexiono sistemáticamente usando para ello diferentes tipos de documentos.

#### **4.1.4. Fuentes de recolección de información**

La recolección de datos se realiza a través de fuentes secundarias con bases de información, información escrita, algunos documentos, artículos, trabajos de grado y fuentes terciarias que han sido analizadas y recopiladas

#### **4.1.5. técnicas de recolección de información**

Información tomada de internet y artículos obtenidos en diferentes bases de datos y revisores bibliográficos.

### **5. RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en respuesta a los objetivos planteados, se ha realizado una exhaustiva investigación para abordar cada objetivo en detalle, con el fin de proporcionar una comprensión completa. Los resultados presentados aquí tienen como objetivo proporcionar información relevante y precisa que puede ser utilizado para avanzar en la investigación en este campo y para ayudar a informar.

#### **5.1. Consecuencias e impactos negativos de las construcciones hidroeléctricas.**

La construcción de las hidroeléctricas es un trabajo muy pesado para las personas que hacen dichos proyectos. A causa de la construcción de las mismas, si hay una falla mínima en su edificación se verán implicados todos los pueblos aledaños, además, las empresas omiten diferentes tipos de riesgos y factores que hay cuando se elaboran dichos proyectos

tales como extinción de fauna silvestre, vegetación, la tierra se vuelve débil y variación en el caudal a lo largo del tiempo. Por otro lado, se ven riesgos en la población más cercana donde se esté realizando dichos proyectos; los problemas más comunes para la comunidad como es la calidad del aire, la agricultura, la pesca, etc. (NUÑEZ MANZABA, 2021).

Como bien afirma Nubia Barrera Silva “Este ecosistema originalmente cubría más de 9 millones de hectáreas en todo el país, ahora solo queda el 8 %. El bosque seco tropical de Colombia tiene una biodiversidad única: casi 2600 especies de plantas (83 endémicas), 230 especies de aves (33 endémicas) y 60 especies de mamíferos (3 endémicos), según datos del Instituto Humboldt (2017). Isabel Zuleta continúa: ahora la guacamaya verde está en un estado crítico por la destrucción de su hábitat. Para estas aves, por ejemplo, es muy importante la velocidad del río, sobre todo el viento que produce, pero ahora con el río quieto no se han vuelto a asomar. No sabemos en dónde están. También preocupan las ranas venenosas, el oso perezoso de tres dedos, el ave pico de hacha, varios tipos de serpientes, las martejas, entre otros.” (BARRERA SILVA, 2018).

Sin embargo, no solo eso es lo que pasa en las comunidades donde se construye una hidroeléctrica, también se dan casos de desplazamientos donde las personas de estos pueblos aledaños son forzados a irse no solo por la construcción de esta, sino por los grupos armados. Estas comunidades son las más afectadas ya que no solo los despojan de sus viviendas, sino que se pueden quedar sin trabajo. (ÚSUGA MONTTOYA, 2014)

En los proyectos hidroeléctricos, los derrumbes o grietas son temas muy importantes a considerar durante la fase de construcción, pero los derrumbes no solo ocurren dentro de la central hidráulica, sino también en las montañas vecinas e incluso desplazamientos de tierra. Como se ha visto en varias hidroeléctricas, donde los cuerpos de agua están haciendo estragos

a su paso, provocando desplazamientos de tierra en el área alrededor de la planta hidroeléctrica. (NUÑEZ MANZABA, 2021)

El impacto ambiental, no solo está relacionado con el aspecto físico, sino también con el aspecto social, como el desplazamiento de las familias que viven cerca del cauce del río o incluso de los pueblos aledaños que están en dicha población desde hace varios años. En realidad, es uno de los errores más grandes al momento de realizar una central hidroeléctrica, ya que hay muchos municipios que se oponen a este tipo de construcciones porque se verían afectados por la necesidad de mudarse a lugares que antes no conocían, provocando conflictos culturales y sociales. Además, el número de pobreza en estos municipios aumentaría ya que estarían implicadas las nuevas familias que van a llegar a dicha población. (ÚSUGA MONTOYA, 2014)

La falta de conocimiento de parte de las constructoras que llegan a estos territorios acerca del ecosistema y de las consecuencias que pueden producir por ausencia de los estudios previos es exorbitante. Sin embargo, le dan tan poca importancia a los elementos ambientales y sociales que no les importa hacerle daño al ambiente y tener conflictos con este si tiene un proyecto entre comillas “EXITOSO”. (DIAZ GUEVARA, 2019)

En el artículo titulado “Guía de impacto ambiental para centrales hidroeléctricas” el autor hace un cuadro de todos los impactos negativos de la construcción y también da unas posibles medidas de atenuación, en los efectos ambientales directos se da: la destrucción de la vegetación, la contaminación del aire y el agua, erosión del suelo, la pérdida de tierras (silvestres, agrícolas, bosques, pastos y humedales) y hábitat de la fauna, degradación de la calidad del agua del reservorio; otras consecuencias de la construcción de las hidroeléctricas es la disolución de la gente que vive en el lugar donde se hace la construcción, destrucción

de los grupos indígenas y tribus, interrupción de la pesca en el río, salinización de los terrenos aluviales, aumento de enfermedades relacionadas con el agua, entre otras.

Al realizar una construcción de gran magnitud, se deben tener en cuenta todos estos impactos para minimizar los daños causados por el proyecto. Se mencionan también los impactos indirectos: aumento de la humedad y neblina, creando un hábitat favorable para los vectores insectos de las enfermedades, migración incontrolada de la gente hacia el área, a causa de los caminos de acceso y las líneas de transmisión, entre otros y por último se menciona el exterior: el mal uso de las tierras de las áreas de captación sobre el reservorio, produciendo sedimentación y cambios en la calidad del agua.

Los impactos acumulativos los mencionan con respecto a las etapas del proyecto de una central hidroeléctrica, en la etapa de construcción: la muerte y desplazamiento de la fauna, la fragmentación de ecosistemas, la disminución de población íctica y biodiversidad acuática, los cambios en las formas del suelo, el desplazamiento y afectación de comunidades indígenas, afrocolombianas y rurales y la pérdida de patrimonio cultural, en la etapa de operación: la calidad del agua, la actividad económica basada en pesca y el cambio climático por último la etapa de abandono: el agotamiento de la capa de ozono. (Basto, A. S. P., & Vacca, A. E. L. 2017).

Basados en los impactos acumulativos generados en cada una de las etapas, se identificaron los riesgos que se presentan, además de su significancia y tipo de incertidumbre, lo que permitió concluir que las diferentes comunidades, recursos naturales y ecosistemas están expuestos a un nivel de peligro alto, dado que la mayoría de los riesgos están catalogados como catastróficos con un 45%, junto con el hecho de que estos riesgos son considerados en un 82% como ontológicos.(Basto, A. S. P., & Vacca, A. E. L., 2017).



En conclusión, los principales problemas o consecuencia del impacto de las construcciones de las hidroeléctricas que se abordan, son las afectaciones negativos ambientales que se ven reflejados en la vegetación del lugar de la construcción, en los suelos del terreno, en los animales que se da el amañeramiento en su habitad y el impacto negativo en las sociedades cercanas o ubicadas en los territorios de las hidroeléctricas, como los desplazamientos desfavorables para todo tipos de comunidades, que conllevan muchos inconvenientes para estas personas.

## **5.2. Analizar los métodos propuestos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias.**

Las centrales hidroeléctricas son una importante fuente de energía renovable, pero su construcción puede tener impactos ambientales significativos. Para minimizar estos impactos, se han propuesto varios métodos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. La construcción de centrales hidroeléctricas puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluyendo la pérdida de hábitats naturales, la alteración de los flujos de agua y la emisión de gases de efecto invernadero. Por esta razón, se han propuesto varios métodos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. (RINCON, 2021)

Uno de los métodos más importantes es la planificación cuidadosa. La ubicación de la central hidroeléctrica debe ser cuidadosamente seleccionada para minimizar los impactos ambientales. Es importante identificar las áreas que son sensibles al medio ambiente y tomar medidas para protegerlas. Además, se deben llevar a cabo estudios de impacto ambiental para evaluar los posibles impactos y encontrar soluciones para minimizarlos. La planificación

cuidadosa también debe tener en cuenta la necesidad de preservar los hábitats fluviales y otros ecosistemas que puedan verse afectados por la construcción. varios métodos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. (RINCON, 2021)

Otro método importante es la elección de materiales sostenibles durante la construcción de la central hidroeléctrica. La elección de materiales sostenibles puede reducir significativamente la huella de carbono asociada con la construcción. Por ejemplo, el uso de madera certificada por el FSC, hormigón con bajo contenido de carbono y acero reciclado puede reducir significativamente la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero generados durante la construcción. varios métodos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. (ARIAS, 2006)

La utilización de tecnologías limpias también es importante. La utilización de maquinaria eléctrica, en lugar de maquinaria de combustión interna, durante la construcción de la central hidroeléctrica puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero asociados con la construcción. Además, la utilización de sistemas de calefacción y refrigeración con energía renovable puede reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero. varios métodos para que las construcciones de las centrales hidroeléctricas sean más limpias. (ORDOÑEZ PALACIO, BUCHELI, & ORDONEZ ERAZO, 2020)

Para continuar, la restauración del entorno es otro método importante para minimizar los impactos ambientales. Después de la construcción de la central hidroeléctrica, se puede llevar a cabo la restauración del entorno afectado. Esto puede incluir la replantación de vegetación y la restauración de los hábitats fluviales. La restauración del entorno puede ayudar a minimizar los impactos ambientales y garantizar que la central hidroeléctrica sea sostenible a largo plazo. varios métodos para que las construcciones de las centrales

hidroeléctricas sean más limpias. Uno de los métodos es la selección cuidadosa del sitio de construcción. Es importante elegir un sitio que tenga un bajo impacto ambiental y social. Se deben tener en cuenta factores como la topografía, el clima, la calidad del agua, la biodiversidad y la presencia de comunidades locales. Los estudios de impacto ambiental son fundamentales para evaluar el impacto potencial de la construcción y operación de la central hidroeléctrica en el entorno natural y social. (ORDOÑEZ PALACIO, BUCHELI, & ORDONEZ ERAZO, 2020)

Otro método es el diseño y construcción de infraestructuras más limpias. Los ingenieros pueden utilizar técnicas de construcción que minimicen la cantidad de tierra que se remueve, como el uso de técnicas de excavación no destructivas y la implementación de técnicas de construcción vertical en lugar de horizontal. Los materiales de construcción ecológicos también pueden ser una opción, como la madera y otros materiales sostenibles. Es importante diseñar la central hidroeléctrica de manera eficiente para minimizar el consumo de agua y energía. (ÚSUGA MONTOYA, 2014)

El uso de tecnologías más avanzadas también puede contribuir a la construcción de centrales hidroeléctricas más limpias. La combinación de la energía hidroeléctrica con la energía solar y la eólica puede reducir el impacto ambiental de la construcción y operación de las centrales hidroeléctricas. Los sistemas de monitoreo y control avanzados pueden ayudar a garantizar que la calidad del agua y la biodiversidad local se mantengan en niveles óptimos. Las tecnologías de generación de energía más avanzadas pueden mejorar la eficiencia de la central hidroeléctrica y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. (RINCON, 2021)

A continuación, se presentan los distintos planes de manejo que se han propuesto para minimizar o erradicar los impactos negativos de dos Hidroeléctricas de Colombia.

### **5.2.1 Plan de manejo para la Hidroeléctrica el Quimbo**

Es importante hacer un manejo de los residuos sólidos, un manejo de los suelos y también un programa de cobertura vegetal y hábitats terrestres, con la finalidad de manejar la pérdida de la cobertura vegetal, de igual forma un programa de manejo de fauna silvestre; para las alteraciones del microclima en los alrededores del ensamble, es fundamental manejarlo con monitoreos del clima. (Iglesias Carvajal, S. 2011).

Para los impactos físicos, en el caso de presentarse alteraciones en la calidad del agua, el plan de manejo que se debe tomar en consideración es un programa de residuos de excavación, el manejo de recurso hídrico y el programa de restauración en zonas de uso temporal, para la generación de inestabilidad y erosión en el borde del embalse, se debe hacer un programa de atención y protección de sitios críticos, sensibles o vulnerables durante la operación del proyecto, en el borde del embalse. (Iglesias Carvajal, S. 2011).

### **5.2.2 Planes de manejo para la Hidroeléctrica Ituango**

Se plantean cinco programas para el plan de manejo: Manejo de zonas de obreras, manejo del embalse, manejo de hábitats, manejo de la vegetación y manejo del medio social, todos estos con el fin de mitigar o corregir los impactos ambientales negativos identificados, de los programas antes mencionados se dan específicamente los manejos que se deben hacer para compensar las afectaciones, se da el manejo de los residuos líquidos, una estrategia geotécnica, rescate de la fauna terrestre, manejo de hábitats terrestres, rescate de peces en el llenado del embalse, un manejo de la vegetación, manejo de suelo y

revegetalización, recuperación germoplasma, reforestación y por ultimo usar viveros transitorios. (Iglesias Carvajal, S. 2011).

Para concluir, con la organización de los programas y planes de manejo, se da un poco más de manejo en cuanto a cualquier inconveniente que se presenta en la construcción de la hidroeléctrica, se capacitan y se puede mejorar o corregir algún impacto que se den, si se hace de forma correcta, esos programas o desarrollos propuestos son con el objetivo de minimizar los efectos adversos y un mejor aprovechamiento de los impactos que son favorables.

### **5.3. Analizar si las iniciativas existentes del uso de energías renovables impactan positivamente los indicadores de sostenibilidad.**

“La energía es considerada como un elemento fundamental para alcanzar un desarrollo integral en una nación, debido a que el apropiado manejo y control de esta fuente permite alcanzar un crecimiento sostenido, mejorando la calidad de vida de los habitantes.”(Rodríguez M.G., 2015 ) La energía hidroeléctrica es una de las alternativas menos contaminantes y más competente, es por esto que el uso de esta energía renovable promueve la sostenibilidad en Colombia y reduce la dependencia de combustibles fósiles.

Es importante y significativo que los gobiernos sean parte o apoyen grandes proyectos y construcción de infraestructuras invirtiendo en investigación, desarrollo y el talento humano, ya que estas son las formas de que se dé una transformación y de que se proporcionen cadenas productivas, haciendo que el país sea promotor, rentable y capaz de ejercer importantes relaciones comerciales. (Rodríguez M.G., 2015)

Ahora bien, Colombia ha sido históricamente un exportador neto de energía, pero ha importado energía en momentos de alta demanda o cuando la demanda interna ha sido insuficiente, en una investigación del 1990 al 2011 era Colombia el país que más importó energía, el año que más aumentó la importación fue en el 2010, debido al aumento en la demanda interna de energía, la disminución de producción de hidrocarburos y el aumento de los precios internacionales del petróleo. En el 2011 al 2020 la importación de energía ha variado en función de las condiciones del mercado interno y externo, Colombia tiene ahora una mayor capacidad de generación interna y una disminución en la demanda interna.

Según un informe de sostenibilidad publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo destaca el potencial de Colombia para el desarrollo de energías renovables y su impacto en la sostenibilidad energética del país. El informe señala que Colombia cuenta con un gran potencial de energías renovables, especialmente en la generación de energía solar y eólica, y que su desarrollo puede contribuir a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de la dependencia del petróleo y el gas. Además, el informe destaca que el uso de energías renovables puede contribuir a la reducción de la pobreza energética y mejorar el acceso a la energía en zonas rurales del país.

Las fuentes de energía renovable tienen un efecto positivo en el proceso de desarrollo. La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En otras palabras, es un proceso largo plazo que tiene como objetivo preservar los recursos naturales y ponerlos a disposición de las generaciones futuras. De hecho, el uso de energía eléctrica tiene un efecto positivo en el proceso de desarrollo. Además de los

beneficios ambientales que ya se han mencionado, las energías renovables también contribuyen al desarrollo económico y social. ((UE), 2021)

Una de las principales ventajas de las energías renovables es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Las energías renovables, como la energía solar, eólica, hidráulica y geotérmica, producen electricidad sin emisiones directas de gases de efecto invernadero. Esto significa que el uso de energías renovables reduce la huella de carbono de la energía y ayuda a mitigar el cambio climático. Las emisiones de gases de efecto invernadero son una de las principales causas del calentamiento global y sus consecuencias, como el aumento del nivel del mar, la sequía, la desertificación y el aumento de las tormentas y huracanes. ((OMS), 2021)

Otros beneficios de la energía renovable es la conservación de los recursos. La energía renovable utiliza fuentes de energía renovables como la luz solar, el viento y el agua, lo que significa que no agota los recursos escasos como los combustibles fósiles. Además, la hidroelectricidad utiliza menos agua que la energía fósil, lo que ayuda a conservar los recursos hídricos. La producción de electricidad también puede ayudar a conservar otros recursos como el agua. La producción de combustibles fósiles requiere grandes cantidades de agua para enfriar las turbinas y generar electricidad, lo que puede afectar la disponibilidad de agua en áreas con escasez de agua. ((UE), 2021)

Las iniciativas del uso de energías renovables también tienen un impacto positivo en la creación de empleo. Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la industria de las energías renovables empleó a más de 11 millones de personas en todo el mundo en 2018. Esto se debe a que la generación de energía renovable requiere una gran cantidad de trabajadores para la instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de

energía renovable. Además, el uso de energías renovables reduce la dependencia de los combustibles fósiles importados, lo que mejora la seguridad energética y reduce la vulnerabilidad a las fluctuaciones del mercado internacional de combustibles fósiles. (GROSSI, 2021)

En conclusión, las iniciativas existentes del uso de energías renovables tienen un impacto positivo en los indicadores de sostenibilidad, también el uso de energías renovables puede mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación del agua y del suelo, además de esto, las iniciativas de energía renovable tienen un impacto positivo en la economía, ya que puede crear empleos y mejorar la seguridad energética del país.

#### **5.4. Analizar alternativas para disminuir el impacto ambiental que tiene la construcción de hidroeléctricas en el territorio colombiano.**

La construcción de hidroeléctricas en Colombia puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluyendo la pérdida de biodiversidad, la deforestación, la contaminación del agua y el suelo, y la reubicación forzada de comunidades locales. A continuación, se presentan el análisis de algunas alternativas o soluciones que pueden ayudar a disminuir el impacto ambiental de la construcción de hidroeléctricas en Colombia.

Una de las alternativas es el mejoramiento en la planificación y evaluación de impactos ambientales, al tener una buena evaluación, se puede reducir el impacto de la construcción de las hidroeléctricas. Esto podría incluir la identificación de zonas de alto valor ecológico que deben ser protegidas, la selección de tecnologías y diseños de proyectos que minimicen los impactos negativos y la implementación de medidas de mitigación satisfactorias. (Castiblanco, V. y Murcia, H. , 2019)



La segunda alternativa a tener en consideración es la evaluación adecuada de la capacidad hidroeléctrica, es de vital importancia saber la capacidad ya que una evaluación adecuada podría incluir la identificación de las zonas de mayor capacidad hidroeléctrica, la implementación de tecnologías de generación más eficientes y diseños de proyectos que minimicen los impactos negativos, como tomar en consideración el uso de materiales más resistentes para el desgaste y el uso de sistemas de gestión de residuos y emisiones. (Aróstegui, J., Escobar, H., & Correa, J., 2016)

En Colombia, la construcción de hidroeléctricas ha sido objeto de controversia debido a los impactos ambientales y sociales que pueden causar, como la pérdida de bosques y la afectación a comunidades. A pesar de esto, las hidroeléctricas son una importante fuente de energía en el país y se han construido varias centrales sobre importantes afluentes. La construcción y mantenimiento de hidroeléctricas representa un costo económico, social y ambiental, pero se consideran atractivas por su capacidad para generar energía a gran escala y producir bajas emisiones de gases contaminantes. Las hidroeléctricas pueden afectar la biodiversidad y los bosques, y aunque se han implementado medidas para reducir su impacto, los estudios de factibilidad a menudo ignoran estos efectos negativos. Actualmente, se está desarrollando Hidro Ituango, uno de los proyectos hidroeléctricos más grandes de Colombia, que ha generado preocupación y controversia. (RICO, Hidroeléctricas en Colombia: entre el impacto ambiental y el desarrollo, 2018)

El análisis de la vulnerabilidad de la hidroelectricidad en Colombia implica examinar alternativas para abordar las posibles amenazas a la producción de energía hidroeléctrica. Algunas alternativas podrían incluir la diversificación de fuentes de energía para reducir la dependencia de la hidroelectricidad, la implementación de tecnologías más avanzadas para

la gestión del agua y la producción de energía, y la inversión en infraestructuras y sistemas de alerta temprana para minimizar los impactos de eventos climáticos extremos. Además, se podría considerar la mejora de la planificación territorial para evitar la construcción de infraestructuras hidroeléctricas en zonas de alto riesgo, y la implementación de medidas para reducir la demanda de energía eléctrica y promover la eficiencia energética. (TORO & BACCA, 2021)

## **6. CONCLUSIONES**

- El impacto de la construcción de hidroeléctricas es negativo tanto en el aspecto ambiental como social, ya que puede provocar la extinción de especies de fauna y flora, desplazamiento forzado de comunidades, riesgos en la calidad del aire y la agricultura, entre otros. Además, la falta de estudios previos y la falta de medidas de atenuación por parte de las empresas constructoras agravan el problema. Por lo tanto, es importante considerar estos impactos antes de construir hidroeléctricas y buscar soluciones para minimizarlos.
- Se han propuesto varios métodos para minimizar los impactos ambientales durante la construcción de centrales hidroeléctricas, incluyendo la planificación cuidadosa de la ubicación, la elección de materiales sostenibles, la utilización de tecnologías limpias, la restauración del entorno y el diseño y construcción de infraestructuras más limpias y eficientes. Estos métodos son importantes para garantizar que las centrales hidroeléctricas sean más sostenibles y reduzcan su huella de carbono y otros impactos ambientales.

- En Colombia, el uso de energías renovables ha aumentado, especialmente en la generación hidroeléctrica, lo que ha promovido la sostenibilidad y reducido la dependencia de combustibles fósiles. A pesar de que Colombia ha sido históricamente un exportador neto de energía ha importado energía en momentos de alta demanda, pero ahora tiene una mayor capacidad de generación interna y una disminución en la demanda interna. El desarrollo de energías renovables en Colombia puede contribuir a la diversificación de la matriz energética, reducir la dependencia del petróleo y el gas, mejorar el acceso a la energía en zonas rurales y reducir la pobreza energética. El uso de energías renovables también tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la conservación de los recursos naturales y la creación de empleo.
- Cabe destacar que si bien la energía hidroeléctrica se considera una fuente de energía limpia y renovable, su construcción sin las evaluaciones y planeaciones adecuadas, puede tener impactos ambientales significativos tanto en los ecosistemas acuáticos como terrestres. Por lo tanto, existe la necesidad de abordar los impactos mediante la implementación de prácticas más sostenibles en la construcción y operación de centrales hidroeléctricas.
- Los programas y planes de manejo son herramientas importantes para minimizar los impactos ambientales negativos de la construcción de plantas hidroeléctricas, además se tiene en cuenta la participación de las comunidades, se brinda trabajo a la población para asegurar su sostenibilidad. La implementación efectiva de estas medidas ayuda a

reducir el impacto ambiental de estas instalaciones y contribuye al desarrollo de una matriz energética más sostenible y equilibrada.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- Aguirre, Y. D. (2020). LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y SU APLICACIÓN EN COLOMBIA. 51.
- Blanco, M. J. (2015). Relación entre energía, medio ambiente y desarrollo económico a partir del análisis jurídico de las energías renovables en Colombia. 26.
- Rincón, J. D. (s.f.). La Responsabilidad Social Ambiental reflejada en el uso de energías limpias y su impacto. 65.
- Angarita, H. (8 de MAYO de 2018). Impactos a escala de cuenca del desarrollo hidroeléctrico en los humedales de la Depresión de Mompós, Colombia.
- Corradina, L. F. (2018). Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral. Pesquisa Javeriana.
- Edward, J. d. (2016). Damming Fragments Species' Ranges and Heightens Extinction Risk. Conservation Biology.
- Montoya, E. Ú. (2014). Impactos sociales y económicos de la hidroeléctrica en Ituango. Medellín.
- Iglesias Carvajal, S. (2011). Guía de impacto ambiental para centrales hidroeléctricas.

- Basto, A. S. P., & Vacca, A. E. L. (2017). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA APLICAR EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN A PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN COLOMBIA. Boletín Semillas Ambientales, 11(1), 18-29.
- Velazquez Barcamontes G. La nucleoelectricidad en el mundo. Escuela de Gobierno y Transformacion Publica. <https://legalteclab.mx/la-nucleoelectricidad-en-el-mundo/>
- <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-energias-renovables-en-autoconsumo-almacenamiento-y-termicas-sector>
- <https://www.who.int/es/news/item/09-06-2021-global-leaders-from-health-and-energy-pave-the-way-for-a-clean-and-healthy-future-for-all>
- Cabeza Jo, P. Barreras al acceso al mercado de las energías renovables en el Perú y la importancia de un derecho energético ambiental.
- Núñez Manzaba, L. A. (2021). Análisis del impacto ambiental de proyectos hidroeléctricos. Evaluación de los efectos ambientales por el Método de Leopold.
- González Bajaña, G. M. (2017). Sostenibilidad del uso de la energía hidroeléctrica en la matriz productiva del estado ecuatoriano: impacto socioeconómico en los pueblos aledaños a la hidroeléctrica Mazar-Dudas.
- Silva, N. B. (2018). LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LA EMPRESA HIDROELÉCTRICA DE HIDROITUANGO (EPM): REQUISITO INAPLAZABLE CON LO HABITANTES RESIDENTES EN LA MACROCUENCA CAUCA-MAGDALENA. Pensamiento udecino, 2(1)

- Díaz Guevara, D. F. (2019). Evaluación de la afectación en las variables demográficas aguas abajo de la hidroeléctrica del Quimbo, asociada a los impactos en la ictiofauna de importancia económica.
- Martínez-Vallejo, L. A., Cortés-Mora, H. G., Méndez-Alcázar, J. A. y Peña-Reyes, J. I. (2021). Un enfoque desde la sustentabilidad: análisis de ciclo de vida como herramienta para la toma de decisiones en el desarrollo de proyectos hidroeléctricos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 24(Supl2), 224–237.
- Skarwan, D. (2011). ¡Las Hidroeléctricas deben contribuir para un desarrollo territorial sostenible! Una revisión de perspectivas, contradicciones y opciones urgentes para territorios rurales en Guatemala. *Revibec: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 16, 0065-81.
- Clavijo-Bernal, O. F. (2021). Represando el alto Magdalena: conflicto ambiental por la construcción y operación de la central hidroeléctrica El Quimbo. *Gestión y Ambiente*, 24(Supl2), 75–90.
- Rodríguez Carreño, M. G. (2015). Impacto del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en la matriz energética como generador de oportunidades de Ecuador en el mundo (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Castiblanco, V. y Murcia, H. (2019). Evaluación de impacto ambiental en Colombia: logros, desafíos y perspectivas.
- Aróstegui, J., Escobar, H., & Correa, J. (2016). Estudio de la oferta hídrica superficial en Colombia. *Revista Ingeniería y Competitividad*.