



**ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN COMUNITARIA FRENTE A LA
VULNERABILIDAD AMBIENTAL CAUSADA POR LA MINERÍA ILEGAL EN
ARROYO DE PIEDRA, ATLÁNTICO**

DAYANA MARIA BECERRA SILVERA

LEIDIANA PORRAS TOVAR

Corporación Universitaria Reformada

Facultad de Ingeniería

**INVESTIGACIÓN PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

Barranquilla-Atlántico

2025

**ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN COMUNITARIA FRENTE A LA
VULNERABILIDAD AMBIENTAL CAUSADA POR LA MINERÍA ILEGAL EN
ARROYO DE PIEDRA, ATLÁNTICO**

DAYANA MARIA BECERRA SILVERA

LEIDIANA PORRAS TOVAR

**INVESTIGACIÓN PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

Tutora:

MARTHA ALICIA MENDOZA RODRIGUEZ

Corporación Universitaria Reformada

Departamento de Ingeniería

Barranquilla – Atlántico

2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme la fortaleza en los momentos difíciles y la sabiduría para seguir adelante cuando todo parecía imposible; a mi familia, mi más grande motivación, por su amor, apoyo y confianza inquebrantable, por ser el motor que impulsó cada esfuerzo y el refugio en cada reto; a mi padrino, por extenderme su mano cuando más lo necesitaba, por su generosidad a Mari, que desde el cielo ilumina mis días y acompaña cada logro con su amor eterno. y a mi tutora Martha, por su orientación, paciencia y valiosa guía durante este proceso.

Dayana Maria Becerra Silvera

A Dios, por ser mi refugio y la fuerza que me sostuvo cuando más lo necesité, recordándome siempre que todo es posible con fe. A mi mamá, por su amor infinito y su ejemplo de lucha; a mi papá, que desde el cielo me acompaña con su orgullo y cariño; y a mi familia, por su apoyo constante y por ser mi mayor fortaleza. A mi compañera de tesis, por su amistad y compromiso en este camino compartido, y a mi tutora, por su guía y confianza que hicieron posible este logro.

Leidiana porras tovar

Contenido

1. Introducción	10
2. Planteamiento del Problema	12
3. Justificación	15
4. Objetivos.....	17
4.1. Objetivo General	17
4.2. Objetivos Específicos	17
5. Marco Referencial	18
5.1. Estado Del Arte	18
5.2. Marco Legal	33
5.3. Marco Teorico	34
5.3.1. Minería Ilegal	34
5.3.2. Percepcion comunitaria	36
5.3.3. Impacto Ambiental	37
5.3.4. Vulnerabilidad Ambiental	38
5.3.5. Matriz de Leopold	40
6. Metodología	42
6.1. Diseño Metodológico	42
6.2. Tipo de investigación	43
6.3. Alcance de Investigación	43
6.4. Área de Estudio	43
6.5. Población y Muestra.....	44

6.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	45
6.7.	Fase de investigación	46
7.	Resultados y Discusión	52
7.1.	Fase diagnóstica: caracterización de las actividades de minería ilegal.....	52
7.1.1.	Identificación y caracterización de actividades de minería ilegal en la zona	52
7.2.	Fase de recolección de información: percepción comunitaria sobre los riesgos y la vulnerabilidad ambiental	56
7.3.	Fase de Análisis: Evaluación de los Impactos Socioambientales Asociados.....	69
8.	Conclusiones	75
9.	Recomendaciones.....	77
10.	Bibliografía.....	79
	Listado de Anexos.	86

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de Corregimiento de Arroyo de Piedra, Luruaco- Atlántico.	44
Ilustración 2. Fases del Proyecto	47
Ilustración 3. Modelo de la metodología de Leopold.	49
Ilustración 4. Tabla de Clasificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental.	50

Lista de Graficos

Gráfica 1. Edades de las personas encuestadas.	57
Gráfica 2. Ocupación o actividad principal.....	58
Gráfica 3. Años de residencia de los encuestados.....	59
Gráfica 4. Distancias aproximada de las minerías ilegales	60
Gráfica 5. Frecuencia transita o se desplaza por lugares que presentan.	61
Gráfica 6. Tiempo de observación de minerías ilegal.....	62
Gráfica 7. Lugares donde se observa la minería ilegal	63
Gráfica 8. Efectos Indirectos de la Minería Ilegal.	64
Gráfica 9. Riesgos percibidos para salud y seguridad.....	65
Gráfica 10. Medidas de minería ilegal que afectan a la comunidad.	66
Gráfica 11. Cambios en la Calidad del Agua por la Minería.	67
Gráfica 12. Actividades relacionadas provenientes de la minería ilegal.	68
Gráfica 13. Cambios de biodiversidad a raíz de la minería ilegal.	69

Lista de Tablas

Tabla 1. Marco Legal	33
Tabla 2. Valoración de impactos negativos.	50
Tabla 3. Valoración de impactos positivos.	51
Tabla 4. Caracterización descriptiva de las actividades al rededor de la minería ilegal en Arroyo De Piedra, Luruaco Atlántico.	54
Tabla 5. Matriz de Leopold con la valoración de Impactos Ambiental de las actividades de minería ilegal del corregimiento de Arroyo de Piedra.	71
Tabla 6. Medidas con base a los impactos detectados.	73

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la percepción comunitaria frente a la vulnerabilidad ambiental generada por las actividades de minería ilegal en el corregimiento de Arroyo de Piedra, municipio de Luruaco, departamento del Atlántico. Se desarrolló bajo un enfoque mixto (cuantitativo–cualitativo), aplicando una encuesta estructurada a 100 habitantes, observación directa de campo y revisión documental de fuentes institucionales (ANM, CRA, Alcaldía). La información recolectada se procesó mediante análisis estadístico descriptivo y la aplicación de la metodología de Leopold para la evaluación de impactos socioambientales.

Los resultados revelaron que la comunidad percibe altos niveles de riesgo y deterioro ambiental, especialmente en la calidad del agua, la pérdida de cobertura vegetal y la afectación de actividades productivas como la pesca y el riego. La mayoría de los impactos identificados se clasificaron como severos o críticos, afectando principalmente los componentes físicos (agua, suelo y aire) y biológicos (flora y fauna). El componente socioeconómico mostró consecuencias negativas sobre la salud y la calidad de vida, siendo mínimos los beneficios económicos locales.

Así mismo, se resalta que la minería ilegal ha incrementado la vulnerabilidad ambiental y social del territorio, evidenciando la necesidad de aplicar medidas preventivas, correctoras y compensatorias, fortalecer la educación ambiental comunitaria y consolidar estrategias interinstitucionales que promuevan la sostenibilidad y la recuperación de los ecosistemas afectados.

Palabras claves: Minería Ilegal, Percepción Comunitaria, Vulnerabilidad Ambiental, Impactos Socioambientales, Sostenibilidad.

Abstrac

The present research aimed to analyze the community perception regarding environmental vulnerability generated by illegal mining activities in the village of Arroyo de Piedra, municipality of Luruaco, Atlántico department. The study was developed under a mixed approach (quantitative–qualitative) and a non-experimental, descriptive, and correlational design, applying a structured survey to 100 inhabitants, direct field observation, and documentary review of institutional sources (ANM, CRA, and the Municipal Mayor's Office). The information collected was processed through descriptive statistical analysis and the application of the Leopold methodology for the evaluation of socio-environmental impacts.

The results revealed that the community perceives high levels of risk and environmental degradation, especially in water quality, loss of vegetation cover, and the impact on productive activities such as fishing and irrigation. Most of the identified impacts were classified as severe or critical, mainly affecting the physical components (water, soil, and air) and biological components (flora and fauna). The socioeconomic component showed negative consequences on health and quality of life, while local economic benefits were minimal.

It is concluded that illegal mining has increased the environmental and social vulnerability of the territory, highlighting the need to implement preventive, corrective, and compensatory measures, strengthen community environmental education, and consolidate inter-institutional strategies that promote sustainability and the restoration of affected ecosystems.

Keywords: Illegal mining, Community perception, Environmental vulnerability, Socio-environmental impacts, Sustainability.

1. Introducción

A nivel mundial la minería ilegal se ha convertido en una de las actividades con mayor explotación de material proveniente de las rocas del suelo y subsuelos de donde se obtiene materiales preciosos y para la construcción. Esta actividad realizada de manera ilegal, al no tener las practicas adecuadas traen consigo efectos sobre el medioambiente generando impacto ambiental en las zonas aledañas donde se realiza este tipo de prácticas. La falta de controles legales y técnicos ha ocasionado efectos que la contaminación de fuentes hídricas, la deforestación, el deterioro de ecosistemas y conflictos socioeconómicos aumente por esta actividad.

En Colombia, la minería ilegal es un problema que afecta a todo el país, de acuerdo con la (Procuraduría General de la Nación, 2024), 29 de los 32 departamentos del país están siendo afectados por la extracción ilegal de minerales, lo cual pone en evidencia la magnitud del fenómeno y sus impactos en el gobierno ambiental (Nación, 2024). Asimismo, estudios apuntan que una gran cantidad de la producción minera en Colombia se lleva a cabo sin regulación, lo cual tiene repercusiones como la contaminación de fuentes hídricas, el deterioro de la biodiversidad y la presión sobre zonas frágiles (Ryan C. Berg, 2021)

La extracción ilegal de materiales de construcción, como piedra y caliza, también tiene un impacto ambiental y social considerable en el país. Un estudio realizado en Sucre demostró que la explotación de canteras de caliza tiene un impacto negativo en el paisaje, la calidad del aire y las dinámicas socioeconómicas de las comunidades circundantes (Romero Domínguez, 2017).

La extracción ilegal de piedra es una práctica frecuente y el departamento del Atlántico no es la excepción, en el corregimiento de Arroyo de Piedra, que pertenece al municipio de Luruaco (Atlántico), a pesar de que para numerosas familias depende de recursos ambientales para el desarrollo de sus actividades y subsistencia, esta actividad les ha traído efectos perjudiciales en la salud, afectación a cuerpos de agua, discusiones de ámbito social.

Es así, como la presente investigación toma importancia de conocer si esta práctica de minería legal está afectando a la población, por lo que ya se conocen de quejas de los mismos pobladores del municipio, donde perciben que es evidente el deterioro ambiental y la necesidad económica que ha generado esta actividad.

Este estudio tiene como objetivo examinar las percepciones de los residentes de Arroyo de Piedra en relación con la vulnerabilidad medioambiental que la minería ilegal ha producido en los habitantes, desde los efectos hasta aquellos aspectos que se han visto involucrados por esta actividad. A partir de este análisis se pretende sugerir estrategias de intervención que permitan a la comunidad tener un punto de partida para iniciar soluciones ambientales frente a la situación que hoy en día están presentando.

Finalmente, el documento está estructurado en diversas secciones: en primer lugar, un marco teórico que trata sobre los conceptos de minería ilegal, percepción comunal y vulnerabilidad ambiental, seguidamente la metodología utilizada en campo, los resultados obtenidos y su análisis y finalmente, las conclusiones junto con sugerencias para la gestión del medio ambiente local.

2. Planteamiento del Problema

La minería ilegal se ha consolidado como una problemática ambiental y social de gran de magnitud en Colombia, afectando de manera significativa tanto la estabilidad de los ecosistemas como la calidad de vida de las comunidades, donde la presencia y control institucional son limitadas (Mares, 2016).

En el país cerca 350 mil personas se dedican a la explotación minera, y más del 90 % de la producción proviene de minería artesanal de pequeña escala. (Procuraduría General de la Nación, 2013). Si bien esta actividad constituye una fuente de empleo, también ha impulsado el crecimiento de economía ilícitas y ha generado serios impactos ambientales como la contaminación de aire, suelo, biodiversidad y cuerpos de agua con contaminación en especial por mercurio en Colombia. (Procuraduría General de la Nación, 2024). Estas alteraciones, además de poner en riesgo la biodiversidad, vulneran derechos fundamentales de las comunidades, como la salud, la seguridad alimentaria. (Defensoría del pueblo , 2016).

El corregimiento de Arroyo de Piedra, ubicado en el municipio de Luruaco (Atlántico), se presenta este tipo de practicas ilegales que afectan a la población y han alterado el ecosistema de donde desarrollan sus actividades y son sustento económico para el corregimiento. La extracción ilegal de piedra, ha conllevado a que se aumenten los problemas desde el eje ambiental y socioeconómico, lo que ha impedido el desarrollo económico de este corregimiento. Dentro de esas consecuencias por la minería ilegal se observa la degradación del suelo, la disminución de cobertura vegetal, emisiones de partículas en suspensión y las modificaciones en el drenaje natural de los cuerpos de agua cercanos. Esas afectaciones tienen un impacto directo en los ecosistemas locales y, a la vez, en el bienestar y la salud de la comunidad.

Las repercusiones que se han documentado no solo afectan el entorno físico, sino que también han producido consecuencias económicas y sociales de gran amplitud como bien se viene mencionando. La Corporación Autónoma Regional del Atlántico- (CRA, 2014) ha reportado: *"las afectaciones que recibieron algunas viviendas del corregimiento de Arroyo de Piedra se debieron al desbordamiento del arroyo Popo, ubicado en esa población, que, al incursionar en las calles del corregimiento, arrastraron sedimentos y material pétreo proveniente de la parte alta de las canteras, que en este caso son ilegales y artesanales de extracción de piedra caliza"* (CRA, 2014). Es como así se evidencia que ya existen antecedentes que afirman que la situación de la minería ilegal de Piedra es un hecho y que ha puesto la vulnerabilidad social y ambiental del corregimiento de Arroyo De Piedra.

Pese a que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha establecido pautas para la gestión responsable de los recursos naturales, los esfuerzos de control frente a la minería ilegal en Arroyo de Piedra han resultado insuficientes (sostenible, 2023). Como consecuencia, la comunidad en ciertas ocasiones se encuentra dividida para lo que se presenta de la minería ilegal, mientras algunos habitantes consideran la extracción como una fuente necesaria de ingresos, otros la perciben como una amenaza que compromete el ambiente, la salud y el bienestar colectivo.

Estas diferencias dificultan la implementación de medidas de control y limitan la adopción de alternativas productivas sostenibles.

En este contexto, se hace necesario analizar las percepciones de vulnerabilidad socioambiental del grupo poblacional de Arroyo de Piedra, así como las estrategias que la comunidad desarrolla frente a la minería ilegal.

Este estudio no solo busca llenar un vacío de conocimiento, sino también aportar a la formulación de propuestas de intervención ambiental y social que sean técnica y socialmente viables, y que respondan de manera pertinente a las características del territorio.

A partir de todo lo anterior, se formula la siguiente pregunta problema:

¿Qué percepciones de vulnerabilidad socioambiental manifiesta la comunidad de Arroyo de Piedra frente a la minería ilegal de piedra y qué estrategias comunitarias surgen para proteger su calidad de vida?

3. Justificación

El presente proyecto se enfoca en analizar la percepción que tienen los habitantes del corregimiento de Arroyo de Piedra y la vulnerabilidad ambiental a lo que se enfrentan debido a la minería ilegal. Esta actividad, aunque constituye un sustento económico para varias familias de la zona, pero sin embargo, genera deterioro ambiental, afectaciones a la salud y tensiones sociales que incrementan el deterioro del territorio.

En este contexto, el estudio surge a partir de la necesidad de identificar y comprender cómo la comunidad percibe estos impactos, sus experiencias que permiten evidenciar los riesgos y la vulnerabilidad que enfrenta la región. Según Figueredo (2012), la vulnerabilidad ambiental está asociada a la susceptibilidad de los sistemas naturales y sociales a sufrir daños por factores externos, lo que obliga a analizar tanto la resistencia como las limitaciones del territorio frente a problemáticas como la minería ilegal. En este sentido, conocer la percepción de los habitantes constituye un insumo clave para diseñar estrategias más ajustadas a su realidad (Figueredo, 2012).

El análisis de la vulnerabilidad ambiental, permite detallar los impactos ambientales en relación con las acciones y los factores ambientales, que permiten observar el daño en el medio ambiente, así mismo, nos permite encontrar la capacidad de adaptación de la comunidad y faciliten la construcción de alternativas económicas viables.

Incorporar la percepción social amplía la utilidad práctica de la investigación, ya que ofrece información relevante para las autoridades ambientales, instituciones locales y formuladores de políticas públicas, que requieren bases sólidas para implementar planes de manejo ambiental eficaces.

Es así, la comunidad de Arroyo de Piedra manifiesta diversos comentarios frente a la minería ilegal, algunos la aceptan como fuente de empleo y sustento económico, mientras que otros la rechazan por sus impactos negativos en el ambiente y la salud pública. Esta división de opiniones evidencia la complejidad del problema y que requiere de la formulación e intervención de estrategias de mitigación que se construya con la participación de los pobladores.

La investigación presente toma relevancia por lo que permitirá conocer las percepciones de la comunidad y el estado actual del corregimiento frente a todo lo relacionado con la minería ilegal por explotación de piedra que se presenta en Arroyo de Piedra.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Analizar la percepción comunitaria frente a la vulnerabilidad ambiental causada por la actividad minería ilegal en el corregimiento Arroyo de Piedra, Luruaco – Atlántico.

4.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar las principales actividades de minería ilegal presentes en el municipio de Arroyo de Piedra y los efectos ambientales.
2. Explorar las percepciones de la comunidad sobre los riesgos y vulnerabilidad frente a la generación de las actividades de la minería ilegal.
3. Evaluar la relación entre la percepción comunitaria de la vulnerabilidad ambiental y los impactos en la calidad de vida

5. Marco Referencial

5.1. Estado Del Arte

En el marco de las investigaciones sobre los impactos ambientales provocados por diversas actividades económicas, se resalta el estudio desarrollado por Moisés Aurelio Suárez Jalca, Fausto Enrique Baquerizo De La A. y Ángel Eduardo González Vásquez, *titulado “Actividad Económica: Explotación de otras Minas y Canteras (CIU B08): Análisis Social y Ambiental en Guayas, Ecuador”*, publicado en 2024. Esta investigación, de enfoque descriptivo y cuantitativo, tuvo como objetivo analizar los factores sociales y ambientales relacionados con la actividad minera en la provincia de Guayas. Mediante la recolección de datos, se diseñó una encuesta con preguntas abiertas y cerradas, aplicada a 117 habitantes de zonas cercanas a concesiones mineras y a 11 funcionarios de empresas en operación, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. (Suárez M; Baquerizo A, González V, 2024).

Asimismo, se utilizaron dos instrumentos complementarios con el fin de comprender en mayor profundidad los impactos de la minería sobre el entorno y las comunidades locales. Los resultados revelaron un panorama complejo y preocupante, caracterizado por la insatisfacción de la población, la cual manifiesta que la actividad minera no ha mejorado su calidad de vida e, incluso, en muchos casos la ha empeorado. Además, la ausencia de participación en los procesos de decisión ha generado desconfianza y conflictos sociales. (Suárez M; Baquerizo A, González V, 2024)

A nivel ambiental, se reportaron efectos negativos persistentes como la contaminación del agua, el suelo y el aire, así como la pérdida de la cobertura vegetal, lo que refuerza la

percepción de vulnerabilidad en las comunidades afectadas. (Suárez M; Baquerizo A, González V, 2024)

Finalmente, los programas de inversión social propuestos por las empresas mineras no han logrado generar resultados suficientes para compensar los daños causados. Si bien es necesario reestructurar el modelo de desarrollo de la minería en la provincia de Guayas, esta actividad ha generado una acumulación de conflictos y desconfianza entre las comunidades, principalmente debido a los intereses económicos por encima de los sociales y ambientales. (Suárez M; Baquerizo A, González V, 2024).

Este panorama nos lleva a concluir que el modelo actual de las empresas mineras no es sostenible ni compatible a largo plazo. Por tanto, es esencial buscar alternativas balanceadas que promuevan el desarrollo económico, el bienestar de las comunidades y el cuidado del medio ambiente (Suárez M; Baquerizo A, González V, 2024)

En la literatura científica más actualizada, se han realizado varios estudios vinculados al tema de este proyecto. Una de ellas fue ejecutada por Lechado Flores, 2020, Titulado como *''Evaluación del impacto ambiental por la emisión de material particulado causado por la Explotación minera del cerro Motastepe.''* que realizó una investigación con un enfoque descriptivo y muestreo aleatorio simple, fijando un marco muestral apropiado para la población escogida.

Lechado Flores (2020), sostiene que, a través del uso de software especializado, se evaluaron los efectos sobre el medioambiente y la salud de los habitantes. La autora aplicó la escala de Likert con el propósito de determinar la percepción del grado de contaminación atmosférica en el área.

Los hallazgos de la investigación mostraron que el medio físico es altamente susceptible a los perjuicios causados por la actividad minera, especialmente por el manejo inapropiado de los recursos geoambientales, lo cual ha provocado cambios significativos en la zona estudiada. Además, Lechado Flores K (2020) estableció que la exposición permanente a partículas de polvo afecta a más del 55% de los encuestados con enfermedades respiratorias y cutáneas, impactando en mayor medida a grupos vulnerables como lo son las personas mayores, los adultos, los niños y los recién nacidos. (Lechado Flores, 2020)

Otro estudio que destacado fue realizado por Perez, Muñoz- Duque y Bentacur Varga (2022), el cual lleva como título *''Cartografías socioambientales. Acercamiento a las percepciones sobre la salud y la vida en territorios mineros del occidente antioqueño colombiano''*. De acuerdo con Perez et al. (2022), el propósito del estudio fue entender cómo los residentes de tres municipios específicos de esta zona perciben la minería y su relación con dimensiones esenciales como la salud.

Respecto a la metodología, Pérez et al. (2022), afirman que fue un estudio exhaustivo basado en los principios de la investigación-acción participativa, el cual se llevó a cabo por medio de una actividad cartográfica socioambiental. Para este propósito, se establecieron tres grupos de base comunitaria compuestos por actores locales. Con ellos, se llevaron a cabo entrevistas, recorridos en el territorio, definiciones de conceptos y símbolos y la creación de un mapa territorial. Luego, los datos recogidos fueron examinados a través de métodos de codificación abierta, axial y selectiva, y finalmente se validaron con la comunidad participante.

Los hallazgos de la investigación posibilitaron reconocer conflictos territoriales, daños a la salud de las comunidades y al medioambiente, además de lógicas sociales, políticas y económicas que se entrelazan con respecto a la actividad minera.

Pérez et al.(2022) señalan que la minería se constituye como una de las principales fuentes de sustento para algunos participantes, no solo como una tradición heredada, sino también como una alternativa ante la falta de oportunidades para ejercer otros oficios. Sin embargo, con el ingreso de la gran minería en ciertos territorios, se perciben amenazas sobre los medios de vida, la seguridad y soberanía alimentaria, la cultura, los derechos territoriales y la salud poblacional. (Pérez Osorno, 2022)

Además, destacan la importancia de abordar la salud desde una matriz de análisis que considere los fenómenos sociales determinantes del proceso salud enfermedad cuidado, los sujetos en situación y las relaciones socioterritoriales que construyen en su cotidianidad. (Pérez Osorno, 2022)

La investigación "*El costo del silencio*", realizada por Uribe y Zárate (2025), contribuye de forma importante a entender el impacto socioambiental en comunidades desprotegidas. El estudio titulado "*Degradación del medio ambiente y bienestar en la comunidad de Paimadó, Chocó*", utilizó un diseño de tipo cualitativo con una perspectiva participativa, basado en la Teoría Fundamentada para el análisis de los datos.

En cuanto a la metodología Uribe et al (2025), llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con 12 participantes (7 hombres y 5 mujeres) seleccionados por medio de un muestreo teórico para lograr la saturación conceptual. La edad de los participantes oscilaba entre los 22 y los 62 años. La obtención de datos se llevó a cabo por teléfono, lo cual permitió vencer las barreras geográficas que obstaculizan la llegada a la comunidad de Paimadó. (Uribe & Zárate, 2025)

Los hallazgos mostraron que la degradación del medioambiente ha tenido un efecto directo y global en el bienestar de las personas, al incidir en áreas como el estado de salud, la unión social y las actividades económicas.

Así mismo, descubrieron que los miembros de la muestra con roles variados en el sector político, educativo, agrícola y ambiental tienen una percepción del bienestar que es extensa e incluye elementos sociales, emocionales y físicos (Uribe & Zárate, 2025) .

Finalmente, las autoras destacaron, entre los impactos más significativos, la modificación de las labores y actividades culturales, el desvanecimiento de las tradiciones y la fragilización del entramado social. En conjunto, estos descubrimientos resaltan la necesidad urgente de poner en marcha medidas que reduzcan el impacto del deterioro ambiental para proteger el bienestar de los residentes de Paimadó y garantizar la estabilidad económica y social de la comunidad. (Uribe & Zárate, 2025)

Es así, como otras investigaciones acerca de los efectos ambientales que resultan de las actividades extractivas ilegales, diversos estudios han tratado este asunto con regularidad, en particular aquellos vinculados con la extracción de calizas y materiales para la construcción.

En este escenario, sobresale la investigación realizada por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC, 2023), que lleva el nombre de *"Explotación de calizas y materiales de construcción y operación de la planta de trituración de agregados, en el sector de Mulaló, municipio de Yumbo, departamento del Valle del Cauca (Mina La Calera)"*. Resalta que el estudio utilizó un enfoque mixto para analizar los cambios al Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto.

Según la (CVC, 2023), el análisis se basó en tres enfoques principales: el análisis documental, las visitas técnicas y el modelado ambiental, con el objetivo de revisar los impactos generados por la actividad minera y las medidas de mitigación propuestas. En primer lugar, se analizaron los términos de referencia para la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en línea con la normativa ambiental actual, luego, entre el 6 y el 10 de marzo del año 2023, se llevaron a cabo inspecciones presenciales en la zona del

proyecto para comprobar cómo estaba la explotación minera en ese momento y cuáles eran sus consecuencias en el medio local (CVC, 2023).

Se inspeccionaron factores importantes, como la calidad del aire y del agua, y los efectos sobre las comunidades locales y la biodiversidad, durante estas visitas (CVC, 2023).

Igualmente, se examinaron las medidas de mitigación sugeridas por Cementos Argos S.A., que tenían como objetivo asegurar el respeto a los estándares ambientales establecidos. Se llevaron a cabo audiencias públicas y se promovió la participación de los ciudadanos, además de incluir las observaciones de las autoridades ambientales y los actores comunitarios. Esto permitió que se contrastaran puntos de vista diversos acerca del impacto del proyecto, lo cual contribuyó a tener una visión más integral de la situación. (CVC, 2023).

La Corporación Autónoma Regional del Valle Del Cauca determinó, a raíz de este proceso, que es posible cambiar el PMA, pero solo si se satisfacen ciertas condiciones específicas destinadas a reducir los impactos importantes detectados en los recursos naturales. Entre estos, sobresalieron las emisiones de partículas que dañan la calidad del aire, los posibles cambios en cuerpos hídricos y el trastorno de la biodiversidad local. Así mismo, se registraron las inquietudes de la comunidad en torno a la salud pública y los cambios en el paisaje ocasionados por la actividad extractiva (CVC, 2023).

Con base en estas observaciones, se implementaron varias medidas de mitigación, como la reubicación de infraestructuras en áreas con sensibilidad ambiental, el monitoreo permanente de la calidad del aire y del agua, la puesta en marcha de un plan de reforestación y el diseño de planes para el seguimiento ambiental a largo plazo (CVC, 2023).

Con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto y disminuir los efectos sobre la población local y el medio ambiente, también se establecieron compromisos adicionales para la compañía, como planes de compensación ambiental y estrategias para restaurar el área intervenida. (CVC, 2023)

En el marco de los estudios sobre los impactos socioambientales derivados de la minería, el trabajo desarrollado por Cantón R (2020), titulado “*Saskab, grava y piedra: implicaciones socioambientales de la recuperación de minas de caliza en Yucatán*”, aporta una visión integral acerca de los efectos ecológicos y sociales que genera la extracción de piedra caliza en esta región (Canton R, 2020).

La investigación se sustentó en una metodología documental y analítica, basada en la revisión de fuentes bibliográficas especializadas, informes técnicos y estudios sobre restauración ecológica, lo que permitió comprender las dinámicas de deterioro y recuperación del entorno natural, ofrece una perspectiva completa sobre las consecuencias sociales y ecológicas que la extracción de piedra caliza produce en esta zona (Canton R, 2020).

Canton R (2020), explica que el incremento en la extracción de piedra caliza en Yucatán se debe a la demanda ascendente de materiales pétreos para el sector de la construcción. Sin embargo, esta clase de minería a cielo abierto provoca la aniquilación completa del terreno y de la vegetación, lo que causa que el área pierda productividad y dificulta la sucesión ecológica natural. En esta circunstancia, el autor destaca la importancia de poner en marcha programas de recuperación del medio ambiente que faciliten la restauración de las condiciones ecológicas fundamentales de la zona afectada (Canton R, 2020).

El estudio también determina tres métodos principales en los procesos de reacondicionamiento de canteras: la restauración, la rehabilitación y el reemplazo.

La selección de cada uno depende de los objetivos convenidos entre las partes implicadas, subrayando que el restablecimiento de la fertilidad del suelo es el núcleo de todos los enfoques, ya que es el punto inicial para restaurar la funcionalidad ecológica.

Por otra parte Canton R (2020), indica que el éxito de los proyectos de intervención depende de varios elementos, incluyendo la efectividad de las intervenciones en el lugar, la disponibilidad de financiamiento, las leyes en vigor, el deseo político tanto a nivel local como nacional y los intereses específicos de las empresas mineras. Asimismo, se observa la existencia de problemas estructurales, tales como la corrupción y el escaso involucramiento de la comunidad en los procesos de toma de decisiones. Esto restringe el alcance de las estrategias restaurativas. (Canton R, 2020)

En general, el autor afirma que la sobreexplotación de caliza pone en peligro la sostenibilidad del medio ambiente y la capacidad productiva de Yucatán. Por consiguiente, es necesario que la recuperación de las minas activas y las abandonadas se establezca como una política pública prioritaria, enfocada en proteger los servicios ecosistémicos, promover la participación social y asegurar la estabilidad ecológica del área. (Canton R, 2020)

En el contexto de las investigaciones sobre los impactos éticos y ambientales generados por la explotación minera en comunidades rurales, destaca el estudio desarrollado por Quvane y Mlaba (2024), titulado “*Evaluación del impacto de la explotación de canteras como crisis ética ambiental: un estudio de caso de la minería de piedra caliza en una comunidad rural*”. El propósito de este trabajo fue analizar las consecuencias sociales, ambientales y éticas que genera la actividad minera en la comunidad de Sierra, situada en el Cabo Oriental, poniendo énfasis en los impactos morales y humanos derivados del desarrollo de dicha práctica extractiva.

desde el punto de vista metodológico Quvane y Mlaba (2024), adoptaron un enfoque cualitativo con muestreo intencional. A través de este procedimiento, los autores eligieron a los participantes en función de la importancia que tenía su conocimiento y experiencia con respecto al fenómeno investigado. En total, participaron cinco integrantes de la organización comunitaria local y ocho empleados de las comunidades cercanas a la cantera (Kafu-Quvane & Mlaba, 2024).

Ellos brindaron información relevante acerca de los cambios sociales y ambientales que la minería ha causado. Así mismo Quvane y Mlaba (2024), emplearon como principales instrumentos metodológicos, grupos focales y entrevistas semiestructuradas para la recopilación de datos. Los grupos focales facilitaron el diálogo y la reflexión de manera conjunta entre los participantes y los investigadores, lo que posibilitó la comprensión de diferentes puntos de vista acerca de las repercusiones de la explotación minera. Las entrevistas semiestructuradas, por otro lado, permitieron conseguir testimonios más minuciosos y profundos, lo que posibilitó tratar asuntos delicados relacionados con la sostenibilidad y la ética (Kafu-Quvane & Mlaba, 2024).

El análisis reveló inquietudes importantes de la comunidad en relación con los efectos éticos y medioambientales de la cantera. Los residentes expresaron específicamente preocupación por la disminución de la biodiversidad, el cambio del ecosistema local y la falta de compromiso medioambiental de la compañía minera. Asimismo, se detectó un dilema ético que surgió a raíz de la falta de conocimiento acerca de las regulaciones ambientales y el desinterés por las inquietudes comunitarias, lo cual intensificó la sensación de vulnerabilidad e inequidad entre los habitantes. (Kafu-Quvane & Mlaba, 2024)

En conjunto, los resultados de evidencian la importancia de reconsiderar los modelos de gestión minera desde un punto de vista ético y sostenible, que tenga en cuenta los derechos

de las comunidades perjudicadas y dé preferencia a la conservación del medio ambiente natural por encima del crecimiento económico. (Kafu-Quvane & Mlaba, 2024)

En el contexto de la investigación sobre los impactos ambientales de la explotación de canteras, el estudio realizado por Okafor , Njoku,y Akwuebu (2023), titulado *“Impacto ambiental de la explotación de canteras en la calidad del aire en el estado de Ebonyi, Nigeria”*. El objetivo de este estudio fue analizar cómo la minería afecta la calidad del aire en tres áreas representativas del estado de Ebonyi, en el sureste de Nigeria. En la cuenca de drenaje del río Cross se encuentra esta región, que tiene un clima tropical y una precipitación anual media de 1700 a 2000 mm, circunstancias que provocan cambios estacionales importantes en los niveles de contaminación atmosférica (Okafor, Njoku, & Akwuebu, 2023)

Okafor , Njoku,y Akwuebu (2023), seleccionaron como método la elección de tres canteras activas que se encontraban en distintos distritos del estado: Ngbo (distrito senatorial del norte), Ishiagu (distrito senatorial del sur) y Umuoghara (distrito senatorial central). Se hicieron mediciones sistemáticas de una variedad de contaminantes atmosféricos, incluyendo PM₁₀, NO₂, H₂S, CO, SO₂, Cl₂, compuestos orgánicos volátiles (COV), NH₃, HCN y niveles de ruido ambiental en cada uno de estos ámbitos. Se realizaron estas mediciones durante todo un año, lo que permitió la comparación de los datos adquiridos entre el periodo seco y el periodo lluvioso (Okafor, Njoku, & Akwuebu, 2023).

Los datos obtenidos se analizaron mediante comparaciones estadísticas, con el fin de establecer la magnitud del efecto que las actividades mineras tienen en la calidad del aire. Las conclusiones mostraron que la explotación de canteras en las tres áreas estudiadas genera un impacto negativo importante, como lo indican los elevados niveles de partículas en suspensión (PM₁₀), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y otros elementos nocivos existentes en el entorno (Okafor, Njoku, & Akwuebu, 2023).

Además, los científicos confirmaron que la cantidad de contaminantes aumentó en el periodo seco, lo cual indica que hay una correlación directa entre las condiciones climáticas, la actividad minera intensificada y la difusión restringida de contaminantes.

Los resultados indican que es imprescindible establecer medidas rigurosas para controlar el medio ambiente así como un monitoreo constante de la calidad del aire, sobre todo en áreas donde la actividad minera es intensa. Estas medidas son fundamentales para disminuir los riesgos sanitarios y minimizar las repercusiones medioambientales vinculadas a la explotación de canteras. (Okafor, Njoku, & Akwuebu, 2023)

En el ámbito de los estudios sociojurídicos sobre minería en Colombia, resulta significativa la monografía de Payares (2023), titulada '*Análisis de la minería informal en Colombia: derecho o delito*', presentada en la Universidad Cooperativa de Colombia en 2023. El propósito de esta investigación fue examinar la regulación minera en Colombia para determinar si se trata de un derecho o una acción punitiva. También tuvo como fin específico revisar la normativa sobre minería ilegal, identificar sus consecuencias sociales, ambientales y jurídicas, recolectar información sobre sus políticas y factores de origen, y conocer cómo perciben las comunidades que practican esta actividad (Payares R. , 2023). Respecto al método, se utilizó un enfoque mixto: el componente cualitativo implicó revisar la bibliografía de leyes y documentos doctrinales; por su parte, el componente cuantitativo se llevó a cabo con encuestas dirigidas a mineros informales para entender su perspectiva sobre la práctica.

El enfoque del estudio es descriptivo y explicativo, con una investigación documental-bibliográfica y de campo; se aplica un método analítico-sintético y un diseño no experimental (Payares R. , 2023).

Uno de los hallazgos más destacados es que la minería ilegal en el país ha aumentado entre un 50 % y un 80 %, lo cual ha tenido efectos sobre el medioambiente, como la polución

de los recursos naturales y la devastación de ecosistemas, así como complicaciones para la salud física de las personas que se dedican a ella. Además, se observó que para las comunidades mineras esta labor es principalmente un medio de subsistencia y no una acción delictiva. (Payares R. , 2023)

Dentro del contexto de la investigación, se halló una recopilación de artículos relacionados con el tema de este proyecto Arias (2023), elaboró uno de ellos, titulado *"Minería ilegal y el impacto en la seguridad ambiental en la región amazónica en Colombia"*. Este trabajo se fundamentó en un enfoque cualitativo, que utilizó el análisis de contenido de fuentes primarias y secundarias. Con este fin, se recopilaron y analizaron documentos de ONGs, organismos gubernamentales, artículos científicos, libros y medios de comunicación tanto nacionales como internacionales. También se revisaron informes de entidades públicas como la Contraloría General de la República y la Procuraduría General de la Nación.

La información fue dispuesta y clasificada en tres ejes fundamentales: el funcionamiento de la minería ilegal en la zona amazónica, los impactos sociales y ambientales que esta actividad produce, así como las tácticas puestas en marcha para abordar el problema. Según (Arias, 2023), la minería ilegal en la Amazonía colombiana tiene un impacto importante en términos económicos, sociales y ambientales. El estudio demostró que el empleo de mercurio en la extracción de oro ha provocado una contaminación severa en las fuentes hídricas, lo cual afecta la calidad del agua y amenaza la salud de las comunidades cuyos habitantes dependen de los ríos para su alimentación y consumo (Arias, 2023).

Esta práctica, además, ha contribuido a una rápida deforestación que ha aniquilado ecosistemas clave y ha incrementado la fragilidad de la biodiversidad en la zona amazónica.

El escritor observó que la proliferación de la minería ilegal ha tenido un impacto significativo en las comunidades indígenas en el contexto social, alterando sus patrones de vida tradicionales. La actividad minera ha reemplazado a otras como la pesca y la agricultura, lo que ha producido cambios económicos y culturales en las comunidades (Arias, 2023).

Asimismo, el estudio revela que esta actividad fue aprovechada por grupos criminales, volviéndose una de las principales vías de financiación del crimen organizado en la zona. Estos grupos regulan las minas ilegales, obtienen recursos financieros y recurren a la venta de oro como método para blanquear dinero, lo que les permite establecer conexiones con el narcotráfico y otras economías ilícitas (Arias, 2023).

En esta búsqueda de referentes para el desarrollo del proyecto de investigación, resulta pertinente el artículo de Maldonado y Cáceres (2022), titulado "*La minería ilegal y sus efectos en la vulneración de los derechos de la naturaleza*", tiene un enfoque analítico y documental, se centra en analizar la legislación ecuatoriana relacionada con la minería y la protección del medioambiente. Se incluyen tanto fuentes oficiales como estudios académicos para evaluar el impacto de esta actividad (Maldonado F, 2022). El estudio se organiza alrededor de tres ejes: examinar el marco normativo actual, evaluar las repercusiones sociales y ambientales de la minería ilegal y revisar los progresos en cuanto a la defensa de los derechos naturales en el sistema jurídico ecuatoriano.

Se destaca entre los resultados más importantes que la minería ilegal produce serias repercusiones en el medio ambiente y en la sociedad, las cuales son atribuibles a la falta de control por parte del Estado y al no acatamiento de las leyes vigentes (Maldonado F, 2022).

La contaminación del agua, la pérdida de biodiversidad y la deforestación a gran escala son especialmente notables, ya que afectan gravemente a ecosistemas vulnerables como el

amazónico. Además, se pone de manifiesto la violación de los derechos de las comunidades indígenas, quienes son desplazadas de sus tierras y perjudicadas en sus formas tradicionales de vivir. Los autores concluyen subrayando la urgencia de fortalecer la aplicación de las leyes ambientales y de implementar estrategias de control y fiscalización más efectivas, con el fin de mitigar los impactos negativos de la minería ilegal y avanzar hacia un modelo de explotación de recursos más responsable y sostenible (Maldonado F, 2022).

En el marco de la investigación se identifican documentos de gran relevancia, entre ellos el Informe Nacional '*Minería Ilegal y Contaminación por Mercurio en Colombia*', elaborado por la Procuraduría General de la Nación en diciembre de 2024. En este informe, la entidad utilizó una metodología fundamentada en siete campañas de muestreo en zonas estratégicas que han sido fuertemente golpeadas por la minería ilegal, lo que posibilitó el acceso a un panorama minucioso acerca de la extensión del problema (Procuraduría General de la Nación, 2024).

Según los datos presentados, la minería ilegal ha tenido lugar en 29 de los 32 departamentos del país a lo largo de la última década. Ha impactado a más de la mitad de los municipios, con una incidencia más alta en lugares como Valle del Cauca, Chocó, Nariño, Caldas, Santander, Antioquia, Guainía, Putumayo, Amazonas y Boyacá (Procuraduría General de la Nación, 2024).

Además, se observó que la contaminación por mercurio, plomo y arsénico excede los límites permitidos, lo que supone un gran peligro para la salud de las poblaciones locales y la integridad de los ecosistemas. El informe también resalta que Colombia es la nación que más mercurio libera per cápita en el medioambiente, lo cual causa daños irreversibles a los ecosistemas y tiene un impacto negativo significativo en la población (Procuraduría General de la Nación, 2024).

En conjunto, estos hallazgos evidencian la necesidad urgente de fortalecer las políticas públicas y tomar acciones decisivas para encarar la crisis social y ambiental que ha surgido en el país a raíz de la minería ilegal (Procuraduría General de la Nación, 2024).

Aznar P (2021), titulada “*Procesos generativos de vulnerabilidad social ante riesgos ambientales: retos y oportunidades para una nueva gobernanza*”,(Procuraduría General de la Nación, 2024).

Este trabajo tiene como objetivo principal proponer herramientas innovadoras para el análisis de los procesos generativos de vulnerabilidad social, superando las limitaciones del paradigma tecnocrático tradicional en la gestión del riesgo (Aznar P, 2021). La investigación adopta como caso de estudio el litoral de la Costa Blanca (España) y se centra en explorar las relaciones entre turismo, vulnerabilidad social y desastres ambientales. Metodológicamente, se aplicaron enfoques como el Social Network Analysis (SNA), junto con consultas a expertos mediante entrevistas semiestructuradas, lo que permitió identificar de manera relacional y jerárquica los factores que inciden en la generación de vulnerabilidad (Aznar P, 2021).

Entre los resultados destacan cuatro fuerzas generatrices críticas: la escasa conciencia social del riesgo, la débil capitalización política de la gestión, la especulación urbanística y la dependencia de un modelo económico inestable basado en el boom inmobiliario (Aznar P, 2021).

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de integrar metodologías aplicadas de carácter interrelacional en los marcos de gobernanza del riesgo, ofreciendo claves conceptuales y operativas para la toma de decisiones estratégicas en contextos altamente vulnerables (Aznar P, 2021)

5.2.Marco Legal

El marco legal reúne las principales normas que regulan la gestión ambiental y las actividades de minerías en Colombia. A través de estas disposiciones se busca la protección del ambiente, el uso sostenible de los recursos naturales y la participación ciudadana en la toma de decisiones. En este contexto, se incluyen instrumentos como la Constitución Política, que garantiza el derecho a un ambiente sano, el Código de Minas, que orienta la explotación responsable de los recursos minerales y la Ley 99 de 1993, que crea el Sistema Nacional Ambiental. Asimismo, se destacan normas complementarias que fortalecen el control, la sanción y la prevención de daños ambientales, asegurando que las actividades económicas se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social.

Tabla 1. Marco Legal

Normativa	Descripción
Ley 685 de 2001 (Código de Minas)	Establece el régimen de exploración y explotación minera, obligaciones de título minero, concesiones, y la necesidad de licencias y permisos ambientales para la actividad minera.
Ley 1382 de 2010	Modifica partes del Código de Minas (Ley 685/2001) para incorporar restricciones, como exclusión de minería en páramos y humedales.
Decreto 3930 de 2010	Reglamenta los usos del recurso hídrico en Colombia, incluyendo vertimientos, calidad de agua, regulación de suelos vinculados al agua. Importante para entender impactos de minería sobre agua y suelo.
Decreto 1035 de 2024	Menciona sanciones para tala, quema, extracción ilegal de materiales en cauces o ríos, lo cual

Normativa	Descripción
	incluye actividades de minería ilegal como material de arrastre.
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 2811 de 1974	Establece el marco jurídico general de aprovechamiento y protección ambiental. Sustenta la identificación de impactos.
Constitución Política de Colombia (1991) – Artículos 1, 2, 7, 13, 40, 79, 80, 95	Reconoce la participación ciudadana, la protección de las comunidades y el derecho a un ambiente sano.
Ley 165 de 1994 (Convenio de Diversidad Biológica – CDB)	Compromisos internacionales para conservar la biodiversidad.
Ley 2250 de 2022	Formalización y legalización minera.

Fuente: (Autores,2025)

5.3.Marco Teorico

El marco teórico ayuda a entender las ideas esenciales que guían el estudio y respaldan la interpretación de los hallazgos. El marco teórico de este proyecto tiene como objetivo explicar las categorías fundamentales vinculadas a la minería ilegal, así como la percepción de la comunidad y los efectos socio ambientales que resultan de esta actividad. Con ello, se proporciona una base conceptual que orienta el estudio del fenómeno en el territorio de Arroyo de Piedra.

5.3.1. Minería Ilegal

La minería ilícita es un acto de extracción de minerales que se lleva a cabo sin los permisos, licencias o registros requeridos por la legislación, infringiendo las regulaciones ambientales, laborales y tributarias. Esta actividad suele estar vinculada a severos impactos ecológicos y

sociales, tales como deforestación, polución de cuerpos acuáticos y perjuicios a la salud pública. (Leonardo Güiza-Suarez, 2022).

La Minería ilegal aquella actividad de exploración o explotación de minerales que se realiza sin cumplir los requisitos legales correspondientes, tales como título minero, permisos ambientales, reglamentaciones laborales, pago de regalías o concesión legítima sobre el terreno. Por ejemplo, en Colombia se indica que la minería ilegal es “*la que no dispone del correspondiente título minero vigente o de la autorización del titular de la propiedad ... y que además no cumple con al menos uno de los requisitos exigidos por la ley: la licencia ambiental, las normas laborales, de seguridad o de salubridad industrial; la capacidad técnica necesaria o el pago de regalías o de las contraprestaciones económicas exigidas...*” (Hernández P, 2016).

Los Impactos ambientales derivados de la minería ilegal incluyen deforestación, erosión del suelo, alteración de cauces de agua, contaminación por metales pesados (como mercurio), afectación a la biodiversidad y degradación de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, el informe Global Initiative señala que la minería ilícita en Colombia está asociada con deforestación, degradación de ecosistemas y daños ambientales significativos (Velez M, 2025).

La Minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) comprende actividades mineras que usan tecnologías simples, bajo capital, generalmente con una participación directa de la comunidad. Cuando estas actividades no se regulan o formalizan se tornan “informales” o “ilegales”. La diferencia es importante porque las actividades reguladas pueden tener licencias ambientales, programas de restauración y controles, mientras que las ilegales carecen de ello. Un artículo señala que en Colombia la minería informal supera el 50-80% de la actividad extractiva (Pardo, 2021).

5.3.2. Percepcion comunitaria

La percepción comunitaria hace referencia a la serie de valoraciones, juicios y significados que una comunidad local elabora acerca de su entorno, incluyendo sus condiciones ambientales, riesgos y vulnerabilidades. Esta construcción se ve influenciada por las experiencias compartidas, los conocimientos culturales, las creencias y las expectativas colectivas; todo esto guía sus comportamientos y acciones ante problemáticas medioambientales (García Yarce, 2022).

La percepción comunitaria también puede definirse como el conjunto de interpretaciones, valoraciones y cogniciones que tienen los miembros de una comunidad acerca de su entorno, de los riesgos ambientales que lo afectan y de las actividades que allí se desarrollan. Fernández Moreno (2008) plantea que las percepciones ambientales “son entendidas como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno, y aportan elementos que potencialmente pueden contribuir a la conservación” (Moreno, 2008).

En el contexto de la minería ilegal, la percepción comunitaria adquiere especial relevancia porque conecta el conocimiento local con la valoración de los impactos: por ejemplo, cuando los habitantes de un corregimiento reconocen turbidez del agua, excavaciones en el cauce o pérdida de pesca, esa percepción es un indicador de que el riesgo y la vulnerabilidad están siendo captados por la comunidad, lo que a su vez permite estructurar estrategias de intervención más adaptadas a su realidad. Esta dimensión subjetiva pero socialmente significativa— complementa los datos cuantitativos y aporta profundidad interpretativa al estudio del entorno comunitario frente a la minería ilegal (Moreno, 2008).

5.3.3. Impacto Ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier cambio en el medio ambiente físico, químico, biológico o social producido por una acción humana o natural, que afecta de forma directa o indirecta los componentes del ecosistema y los servicios que éste presta. Este concepto incluye tanto los efectos adversos como los beneficiosos, aunque en el contexto de la minería ilegal se enfoca principalmente en los efectos negativos (Velez M, 2025).

Los impactos pueden clasificarse según su:

Según el Efecto:

- ⇒ **Positivo:** Beneficia al medio ambiente, como la reforestación o el uso de energías limpias (Mapfre, 2020).
- ⇒ **Negativo:** Daña los ecosistemas, como la contaminación del aire o la deforestación (Mapfre, 2020).

Según la causalidad

- ⇒ **Directo:** Causado directamente por una acción, como la emisión de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles (Manglai, 2022).
- ⇒ **Indirecto:** Consecuencia de una acción inicial, como el aumento del nivel del mar debido al calentamiento global (Manglai, 2022).

Según la magnitud

- ⇒ **Acumulativo:** El efecto de la suma de impactos a lo largo del tiempo, como la pérdida gradual de hábitat (Manglai, 2022).
- ⇒ **Sinérgico:** Cuando dos o más impactos interactúan para crear un efecto mayor que la suma de sus partes, como la combinación de contaminación del aire y lluvia ácida (Manglai, 2022).

⇒ **Residual:** El impacto que persiste después de aplicar medidas de mitigación (Manglai, 2022).

Según la capacidad de recuperación

⇒ **Reversible:** El área afectada puede recuperarse con el tiempo o mediante tratamientos específicos, como la restauración de un bosque talado (Restrepo S, 2020).

⇒ **Irreversible:** La alteración es tan severa que es imposible o extremadamente difícil retornar a la situación original, como la extinción de una especie (Restrepo S, 2020).

El impacto ambiental es un término abarca una amplia gama de efectos, incluyendo la contaminación del aire, agua y suelo, la deforestación, el cambio climático, y la pérdida de biodiversidad. Este puede ser medido y evaluado mediante estudios de impacto ambiental que permiten identificar y mitigar los efectos negativos sobre el entorno y en ocasiones ayuda a la formulación de medidas de adaptación y mitigación.

5.3.4. Vulnerabilidad Ambiental

La vulnerabilidad medioambiental hace referencia al nivel de resistencia que presenta un sistema, subsistema o una parte de un sistema frente a los dos principales problemas ambientales que ocurren en el mundo entero: la desaparición de biodiversidad y el calentamiento global. Los dos provocados directa o indirectamente por actividades humanas. (Esparza, 2019).

La vulnerabilidad ambiental se refiere a la susceptibilidad o propensión de un sistema ambiental (o socio-ambiental) a experimentar daños significativos ante un estímulo (o agente

de riesgo), considerando tres dimensiones básicas: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación/recuperación (Diaz M, 2019).

La vulnerabilidad ambiental es la susceptibilidad de un sistema, ecosistema o comunidad de sufrir daños a causa de fenómenos naturales o provocados por el ser humano, como el cambio climático, la degradación ambiental y los desastres. Se refiere a la incapacidad de resistir y recuperarse de estas amenazas, lo que puede resultar en la pérdida de bienestar social y económico (Moreno A, 2021).

Características y causas

- Susceptibilidad a peligros: Se manifiesta en la exposición física a zonas de riesgo como inundaciones, deslizamientos o sequías.
- Causas naturales y humanas: Puede ser provocada por fenómenos naturales como huracanes o terremotos, pero también amplificada por actividades humanas como la deforestación y la contaminación (Padilla, 2021).
- Calentamiento global y pérdida de biodiversidad: El calentamiento global y la pérdida de biodiversidad son grandes problemas ambientales que exponen a los sistemas a un mayor grado de vulnerabilidad (Padilla, 2021)
- Impacto de la actividad humana: La degradación ambiental, como la destrucción de manglares, puede aumentar la vulnerabilidad a eventos como tsunamis.
- Incapacidad de recuperación: Implica la falta de capacidad para recuperarse después de un desastre (Padilla, 2021).

Factores que la Influyen

- **Vulnerabilidad social:** Factores como el género, el bajo nivel educativo y la falta de acceso a servicios básicos aumentan la vulnerabilidad (Moreno A, 2021).

- **Vulnerabilidad económica:** Las condiciones económicas influyen en la capacidad de una comunidad para recuperarse de un desastre (Moreno A, 2021).
- **Vulnerabilidad institucional:** La falta de una respuesta ágil y oportuna por parte de las instituciones y la comunidad puede exacerbar los efectos negativos de un desastre (Moreno A, 2021).
- **Vulnerabilidad ecológica:** Se relaciona con la incapacidad de la naturaleza para compensar los efectos de una actividad humana excesiva (Moreno A, 2021).

La vulnerabilidad ambiental sirve como marco para comprender por qué ciertos territorios o comunidades son más afectados por actividades extractivas que otros. Por ejemplo, en las zonas de minería informal en Colombia, la vulnerabilidad se incrementa cuando las actividades se desarrollan en ecosistemas frágiles y la gobernanza es débil (Padilla, 2021).

5.3.5. Matriz de Leopold

La herramienta conocida como la Matriz de Leopold es un método matricial para la evaluación de impacto ambiental que fue originalmente propuesto por Luna B. Leopold y colaboradores en 1971 (Ponce V. , s.f.). La matriz consiste en un cuadro de doble entrada donde las filas representan los factores ambientales (agua, suelo, fauna, paisaje, servicios ecosistémicos, etc.) y las columnas las acciones o actividades (excavación, transporte, vertimiento, remoción de vegetación, etc.). En cada intersección (celda) se califica la interacción de la acción sobre el factor, usando dos valores principales: magnitud (grado del impacto) y importancia (relevancia o trascendencia del impacto en el contexto). Posteriormente se pueden asignar ponderaciones,

sumas o clasificaciones para determinar cuáles pares acción-factor generan los mayores impactos (Ponce V. , s.f.).

La matriz cuenta con una metodología compuesta por una estructura de una tabla de doble entrada donde las columnas representan las acciones del proyecto y las filas representan los factores o componentes ambientales afectados, donde se identifican los impactos para indicar una posible interacción entre una acción y un factor ambiental, identificando las interacciones significativas (Ponce V. , s.f.). La Matriz de Leopold ofrece varios beneficios en el proceso de evaluación y mitigación de impactos ambientales, entre ellos proporciona garantiza que se tengan en cuenta todos los aspectos relevantes y se tomen las decisiones informadas, es posible identificar y evaluar los impactos ambientales desde las etapas iniciales de planificación de un proyecto esto permite tomar medidas preventivas y mitigar los impactos antes de que se produzcan (Leopold, 1971)

La Matriz de Leopold tiene en cuenta diversos factores ambientales, sociales y económicos al evaluar los impactos, esto garantiza que se tenga una visión integral de los posibles efectos y se puedan tomar decisiones equilibradas y sostenibles (Leopold, 1971). La utilización de la Matriz de Leopold fomenta la participación de múltiples partes interesadas, como comunidades locales, expertos en medio ambiente y tomadores de decisiones (Leopold, 1971).

6. Metodología

La presente investigación permite analizar la percepción comunitaria frente a la vulnerabilidad ambiental ocasionada por las actividades de minería ilegal en el corregimiento de Arroyo de Piedra, municipio de Luruaco, departamento del Atlántico. El diseño metodológico se orienta a la comprensión de la problemática ambiental desde una perspectiva mixta, que combina herramientas cuantitativas para medir los niveles de impacto y vulnerabilidad mediante instrumentos estructurados y cualitativas, con el fin de interpretar las percepciones, actitudes y experiencias de la comunidad afectada.

El desarrollo de esta metodología busca la recolección, sistematización y evaluación de datos que permiten caracterizar las actividades mineras ilegales, identificar los impactos ambientales asociados y valorar la percepción comunitaria sobre la vulnerabilidad del entorno.

6.1. Diseño Metodológico

El diseño metodológico adoptado para esta investigación es de tipo mixto (cuantitativo–cualitativo). Este diseño se seleccionó por lo que permite analizar la relación existente entre las actividades de minería ilegal, los impactos ambientales generados y la percepción comunitaria frente a la vulnerabilidad ambiental en el corregimiento de Arroyo de Piedra, municipio de Luruaco, Atlántico.

En este estudio cuenta con un componente cuantitativo, por medio de encuestas estructuradas aplicadas a los pobladores del corregimiento, lo que permitirá medir la frecuencia, intensidad y valoración de los impactos percibidos y desde el componente cualitativo, se recurre a entrevistas y observaciones de campo para interpretar las percepciones, significados y experiencias comunitarias frente a la minería ilegal.

6.2. Tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en un enfoque cualitativo con apoyo cuantitativo (mixto). El diseño es descriptivo exploratorio, dado que busca caracterizar la problemática de la minería ilegal y comprender las percepciones de la comunidad en torno a la vulnerabilidad ambiental. Este se justifica porque existen pocos estudios sobre la percepción comunitaria frente a este fenómeno en el contexto específico de Arroyo de Piedra, mientras que el componente descriptivo permite detallar los efectos ambientales y sociales asociados.

6.3. Alcance de Investigación

El presente estudio se enmarca en un enfoque cualitativo con apoyo cuantitativo (mixto). El diseño es descriptivo busca caracterizar la problemática de la minería ilegal y comprender las percepciones de la comunidad en torno a la vulnerabilidad ambiental.

6.4. Área de Estudio

El área de investigación corresponde al corregimiento Arroyo de Piedra, municipio de Luruaco, departamento del Atlántico (Colombia). Es conocido por la explotación de caliza en canteras cercanas y por la leyenda de la Cueva de la Mojana. La zona ha implementado proyectos para mejorar la calidad de vida, como el acceso a agua potable, aunque también ha enfrentado retos como eventos climáticos (Alcaldía de Luruaco , 2022). Se encuentra cerca de la cabecera municipal de Luruaco. La zona es conocida por sus paisajes naturales y cercanía a cuerpos de agua como la laguna de Luruaco, Aproximadamente a 67.5 km de Barranquilla, con un tiempo de viaje estimado de 2 horas y 30 minutos. (Alcaldía de Luruaco , 2022).

Ilustración 1. Ubicación de Corregimiento de Arroyo de Piedra, Luruaco- Atlántico.



Fuente: (Mapcarta, 2025)

En este corregimiento se da la explotación de un recurso natural no renovable como es la piedra caliza, se encuentra en abundancia en las grandes canteras que rodean el entorno físico ambiental de la población (Navarro A, 2002).

En Arroyo de Piedra, la materia prima (caliza) es uno de los materiales que mas se extrae mediante arranque mecánico con martillos hidráulicos, esta explotación (Navarro A, 2002).

6.5. Población y Muestra

La población de corregimiento esta conformada por 3.534 habitantes aproximadamente, para lo cual se empleará un muestreo intencional o por conveniencia, priorizando a los actores con mayor conocimiento y quienes se han expuesto para a este tipo de actividades por minera ilegal. Asi mismo, para la aplicación de las encuestas se tomó una muestra de al menos 100 personas del corregimiento. Para ello se cálculo la muestra utilizando la fórmula correspondiente al intervalo de confianza para una media poblacional, con un nivel de confianza del 80 % y un

margen de error del 5 %, basado en la media de las puntuaciones obtenidas en la fase piloto. A continuación, se presenta el desarrollo matemático aplicado para dicho cálculo.

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{(N-1)E^2 + Z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}$$

Ecuación 1. Cálculo de la muestra de la población de estudio.

$$n = \frac{(3.534)(1,28)^2(0,5)(1-0,5)}{(3.534-1)(0,05)^2 + (1,28)^2(0,5)(1-0,5)} = 100$$

Fuente: (Autores,2025).

Donde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población.

$Z_{\alpha/2}^2$ = Valor de la variable Z asociada a la confianza utilizada, 1,28 corresponde a un 95% de confianza.

p = Proporción de éxitos que se estiman encontrar en la población (producto de un estudio anterior o de una prueba piloto), el cual usualmente se le da el valor de 0,5 en los casos que no se pueda tener acceso a un estudio anterior o realizar una prueba piloto.

E = Margen de error de la estimación, en este caso es del 5%.

6.6. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el desarrollo de la investigación se implementaron tres técnicas principales de recolección de información. La primera se realizó una revisión documental que incluyó la consulta de informes institucionales emitidos por la Agencia Nacional de Minería (ANM), la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y la Alcaldía de Luruaco, así como artículos científicos y reportes de prensa local relacionados con la minería ilegal y la vulnerabilidad ambiental en la región.

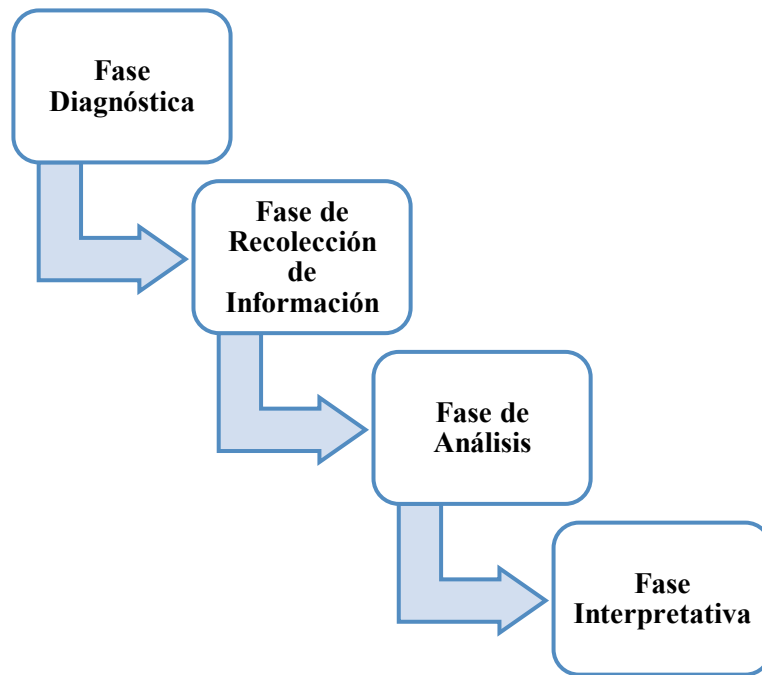
En segundo lugar, se aplicó una encuesta estructurada, compuesta por preguntas cerradas y escalas de valoración, dirigida a los habitantes del corregimiento de Arroyo de Piedra, con el propósito de medir sus percepciones sobre los riesgos ambientales asociados a la minería ilegal (afectaciones en el agua, el suelo y la biodiversidad), la percepción de vulnerabilidad comunitaria y los impactos percibidos en su calidad de vida, considerando dimensiones como la salud, los ingresos y la seguridad alimentaria.

Finalmente, se llevó a cabo una observación directa en campo, mediante la cual se registraron evidencias visuales y descriptivas de las áreas intervenidas por actividades mineras ilegales, apoyadas con fotografías, notas de campo y descripciones que complementaron el análisis de la información obtenida a través de las demás técnicas.

6.7.Fase de investigación

El desarrollo del proyecto se estructuró en cuatro fases metodológicas que permitieron organizar de manera lógica y secuencial las actividades necesarias para alcanzar los objetivos de investigación.

Ilustración 2. Fases del Proyecto



Fuente: (Autores,2025)

- **Fase diagnóstica:** se llevó a cabo la identificación y caracterización de las actividades de minería ilegal presentes en el corregimiento de Arroyo de Piedra, a partir de observaciones preliminares, recorridos de campo y consultas con miembros de la comunidad. Así mismo, dentro de esta primera fase se efectuó una revisión bibliográfica y documental que abarcó fuentes institucionales (ANM, CRA, Alcaldía de Luruaco), artículos científicos, informes técnicos y noticias de prensa local, con el propósito de contextualizar la problemática de la minería ilegal y la vulnerabilidad ambiental a nivel regional y nacional. Esta fase permitió establecer los antecedentes, delimitar las variables de estudio y comprender el marco conceptual que sustenta la investigación.
- **Fase de recolección de información:** se centró en la aplicación de encuestas estructuradas de campo dirigidas a la comunidad local. En esta etapa se desarrolló una

encuesta estructurada, diseñada con preguntas cerradas y escalas de valoración, aplicada a los habitantes del corregimiento con el fin de conocer su percepción sobre los riesgos ambientales, los niveles de vulnerabilidad y los impactos que la minería ilegal ha generado en su entorno y calidad de vida. Sin embargo, se realizó una observación directa del territorio, mediante visitas a las zonas afectadas, registro fotográfico, toma de notas de campo y localización de áreas intervenidas, con el propósito de obtener evidencia empírica que respaldara las percepciones recogidas en las encuestas.

- **Fase de Análisis:** se procedió al procesamiento y sistematización de la información recolectada. Desde el componente cuantitativo, se aplicó un análisis estadístico descriptivo basado en el cálculo de frecuencias, porcentajes y cruces de variables, con el fin de identificar tendencias y patrones en las respuestas de los participantes. Por otra parte, se utilizó la metodología de Leopold para valorar los impactos ambientales de las actividades mineras ilegales sobre los factores naturales y sociales. Esta fase integró los resultados de ambos enfoques para ofrecer una comprensión más amplia del fenómeno estudiado.

Metodología de Leopold

La Matriz de Leopold es una herramienta metodológica utilizada para identificar y valorar los impactos ambientales generados por una determinada actividad o proyecto sobre los diferentes componentes del entorno. Su aplicación consiste en establecer una matriz de doble entrada, donde en el eje horizontal se ubican las acciones o actividades que originan los impactos y en el eje vertical se disponen los factores ambientales susceptibles de ser afectados (Leopold, 1971).

Cada intersección entre una acción y un factor constituye un punto de impacto que se evalúa mediante dos parámetros principales:

Ilustración 3. Modelo de la metodología de Leopold.

Actividades Factores Ambientales					Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregación de impactos
					Comprobación		
Afectaciones positivas							
Afectaciones negativas							
Agregación de impactos							

Fuente: (Leopold, 1971).

- **Magnitud (M):** expresa la intensidad del cambio que produce la acción sobre el factor ambiental, en una escala que oscila generalmente de -10 a +10, donde los valores negativos indican impactos adversos y los positivos, efectos beneficiosos (Leopold, 1971).
- **Importancia (I):** refleja la relevancia o trascendencia del impacto en el contexto del estudio, valorada en una escala de 1 a 10, donde 1 representa un impacto poco significativo y 10 un impacto altamente relevante (Leopold, 1971).

El producto de ambos valores ($M \times I$) permite obtener un puntaje ponderado de impacto (PI) que cuantifica la magnitud global del efecto. Para determinar el valor de valoración se considero la siguiente tabla de clasificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental:

Ilustración 4. Tabla de Clasificación de la Magnitud e Importancia del Impacto Ambiental.

Impactos Negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Impactos Positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: (Leopold, 1971).

A partir de este resultado, los impactos se clasifican por rangos de severidad, para ello se consideraron los siguientes rangos para analizar la vulnerabilidad ambiental:

Si la valoración negativa se considera lo siguiente:

Tabla 2. Valoración de impactos negativos.

Calificación negativa		
Irrelevantes	0	-25
Moderados	-25	-50
Severos	-50	-75
Críticos		> -75

Fuente: (Leopold, 1971)

Tabla 3. Valoración de impactos positivos.

Calificación positiva		
Poco importante	0	25
Importante	25	50
Muy importante		> 50

Fuente: (Leopold, 1971)

En el caso de la investigación sobre Arroyo de Piedra, la matriz se elaboró considerando las principales actividades mineras ilegales observadas en la zona y los componentes ambientales más representativos del territorio. Los valores asignados a magnitud e importancia fueron definidos a partir de la observación de campo, la percepción comunitaria y la revisión documental, garantizando una valoración participativa y contextualizada.

- **Fase interpretativa:** se realizó una síntesis de los hallazgos derivados de los análisis previos, identificando patrones en la percepción comunitaria respecto a la minería ilegal y su relación con la vulnerabilidad ambiental y la calidad de vida. A partir de esta interpretación, se formularon propuestas de gestión y mitigación socioambiental, orientadas al fortalecimiento de la conciencia ambiental, la participación comunitaria y el diseño de estrategias locales que contribuyan al manejo sostenible del territorio y la reducción de los impactos asociados a la minería ilegal.

7. Resultados y Discusión

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de información encuestas, observaciones de campo y análisis de impactos ambientales con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación. Los resultados se estructuran en función de las fases metodológicas y de los ejes de análisis definidos caracterización de las actividades de minería ilegal, percepción comunitaria sobre los riesgos y la vulnerabilidad ambiental y evaluación de los impactos socioambientales asociados.

7.1.Fase diagnóstica: caracterización de las actividades de minería ilegal

7.1.1. Identificación y caracterización de actividades de minería ilegal en la zona

Para el desarrollo de la presente investigación se analizó las características de la minería ilegal que se presenta en el corregimiento de Arroyo De Piedra, Luruaco para lo cual, basada en la revisión documental se encontro que las actividades asociadas son:

- Extracción aluvial en cauces (uso de motobombas o dragas).
- Remoción de cobertura vegetal y suelo.
- Vertimiento de lodos o sedimentos en el agua.
- Uso de maquinaria pesada sin control ambiental.
- Quema o combustión para secado o procesamiento.
- Almacenamiento y transporte de material.

Para lo cual a continuación se hace una breve descripción de cada una de las acciones que fueron encontradas alrededor de la practica de mineria ilegal en el corregimiento por medio de la obsercación directa realizada:

1. Remoción de cobertura vegetal y suelo

La remoción de la cobertura vegetal fue uno de los impactos más evidentes, identificados tanto por observación directa como por los testimonios de la comunidad encuestada. Los habitantes manifestaron haber observado la tala y limpieza de áreas cercanas a los cauces y quebradas para abrir caminos y zonas de acopio de material. Esta práctica ha provocado la pérdida de suelo fértil, el aumento de la erosión y la alteración de los hábitats naturales. En campo se evidenciaron pendientes desnudas y restos de raíces expuestas, confirmando el deterioro progresivo de la vegetación nativa y la desaparición de especies arbóreas locales.

2. Uso de maquinaria pesada sin control ambiental

Durante las visitas se observó el uso frecuente de maquinaria pesada, como retroexcavadoras y volquetas, operando en áreas de difícil acceso sin señalización ni permisos ambientales visibles.

La comunidad corroboró que estas máquinas “*se ven casi todos los días*” en los puntos de extracción, lo que evidencia la continuidad de las actividades mineras no autorizadas.

El uso de esta maquinaria genera ruido constante, emisiones de diésel, compactación del suelo y vertimiento de aceites, contribuyendo al deterioro del paisaje, la contaminación de los cuerpos de agua y la degradación del terreno.


3. Almacenamiento y transporte de material

Se identificaron zonas de acopio donde se almacenan montones de arena y piedra sin ningún tipo de control o cobertura. El transporte constante del material en volquetas genera emisiones de polvo, deterioro de las vías rurales y molestias a la comunidad por contaminación del aire.

Los testimonios de los habitantes coinciden en que el paso frecuente de vehículos pesados incrementa la polvareda y afecta la salud respiratoria de quienes residen cerca de los puntos de carga y descarga.

A continuación se presenta un análisis con base a esa observación directa y la relación con respecto a todo lo relacionado con el tipo de actividad identificada, breve descripción comunitaria, localización, efectos ambientales asociados y evidencia en campo:

Tabla 4. Caracterización descriptiva de las actividades al rededor de la minería ilegal en Arroyo De Piedra, Luruaco Atlántico.

Tipo de actividad	Descripción comunitaria	Localización estimada	Efectos ambientales asociados	Evidencia de campo
Remoción de cobertura vegetal y suelo	“Han tumbado árboles y limpiado el terreno para poder sacar la piedra.”	Zona norte y nororiental del corregimiento de Arroyo de Piedra, en la parte alta de la cuenca del arroyo Popo, donde se han abierto frentes de extracción en terrenos rurales.	Pérdida de cobertura vegetal, erosión del suelo, deslizamientos y alteración del paisaje natural.	

Uso de maquinaria pesada sin control ambiental

“Se ven retroexcavadoras y volquetas trabajando sin permisos.”

Sectores rurales al occidente del corregimiento, especialmente en la trocha la traqui traqui.

Compactación del suelo, ruido constante, emisión de gases diésel y dispersión de polvo.



Almacenamiento y transporte de material

“Hay montones de piedra y camiones que pasan cargados todos los días.”

Periferia sur y suroccidental del corregimiento, sobre las vías rurales que conectan con el casco urbano y la trocha El Cafetal.

Emisión de polvo, deterioro de vías, contaminación del aire y molestias por tránsito pesado.



Fuente: (Autores,2025)

Dentro de las observaciones adicionales en campo se tiene:

- Se observaron zonas taladas y suelos descubiertos, donde la vegetación nativa fue eliminada para abrir accesos y frentes de explotación, generando pérdida de biodiversidad y exposición del suelo a la erosión.

- La constante remoción del terreno ha producido la formación de taludes inestables, surcos y arrastre de sedimentos, ocasionando pérdida de estructura y compactación del suelo, así como riesgo de deslizamientos.
- Se verificó la operación de retroexcavadoras y volquetas sin señalización ni control, provocando compactación del terreno, ruido elevado y emisiones de gases contaminantes por combustión diésel.
- La trituración y transporte del material generan nubes de polvo visibles, afectando la calidad del aire y ocasionando molestias respiratorias y oculares en la población cercana.
- Se detectaron niveles altos de ruido provenientes de trituradoras ubicadas en los extremos del corregimiento, perceptibles incluso a varios metros de distancia, sin barreras acústicas.
- La pérdida de hábitat y el ruido constante han provocado el desplazamiento de aves, reptiles y pequeños mamíferos de las zonas intervenidas.
- No se observó señalización, delimitación ni prácticas de manejo ambiental, lo que evidencia la informalidad de las operaciones mineras

7.2.Fase de recolección de información: percepción comunitaria sobre los riesgos y la vulnerabilidad ambiental

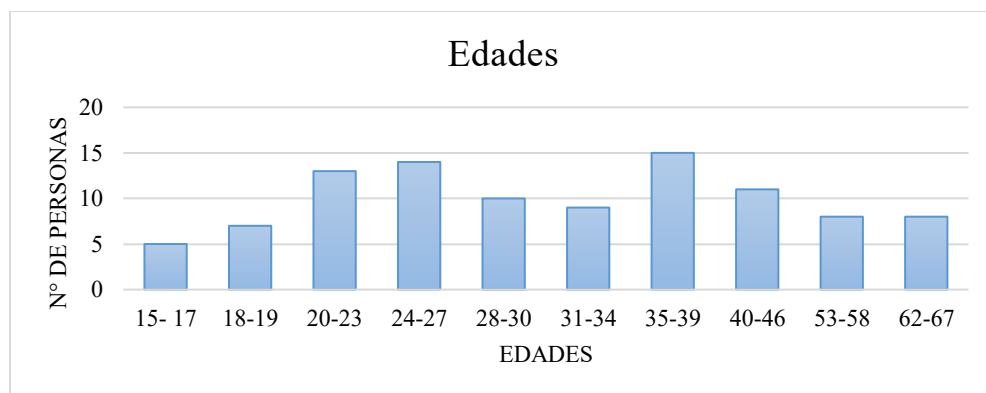
En esta fase se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta estructurada dirigida a los habitantes del corregimiento de Arroyo de Piedra, con el objetivo de conocer su percepción sobre los riesgos ambientales y la vulnerabilidad derivada de las actividades de minería ilegal. Los datos recopilados permiten identificar las principales

preocupaciones de la comunidad frente a la afectación de los recursos naturales como el agua, el suelo y la biodiversidad, así como las percepciones sobre el deterioro de la calidad de vida, la salud y las condiciones socioeconómicas locales.

Para ello se considero la encuesta que se encuentra en el anexo 1. Formato de encuesta aplicada, donde se encuentran todas las preguntas aplicadas y a continuación el analisis estadistico de las respuestas más significativas:

Prgunta 1. Rango de edades de los encuestados

Gráfica 1. Edades de las personas encuestadas.



La distribución de edades de los encuestados está representada en la gráfica 1, donde se observa una participación balanceada entre diferentes grupos de edad. Esta diversidad posibilita la incorporación de diversas visiones generacionales acerca de cómo se percibe la minería ilegal y sus impactos medioambientales en Arroyo de Piedra. De esta manera, la composición por edad de la muestra contribuye a un análisis más integral y representativo de la comunidad.

Pregunta 4. Ocupación o actividad principal

Gráfica 2. Ocupación o actividad principal

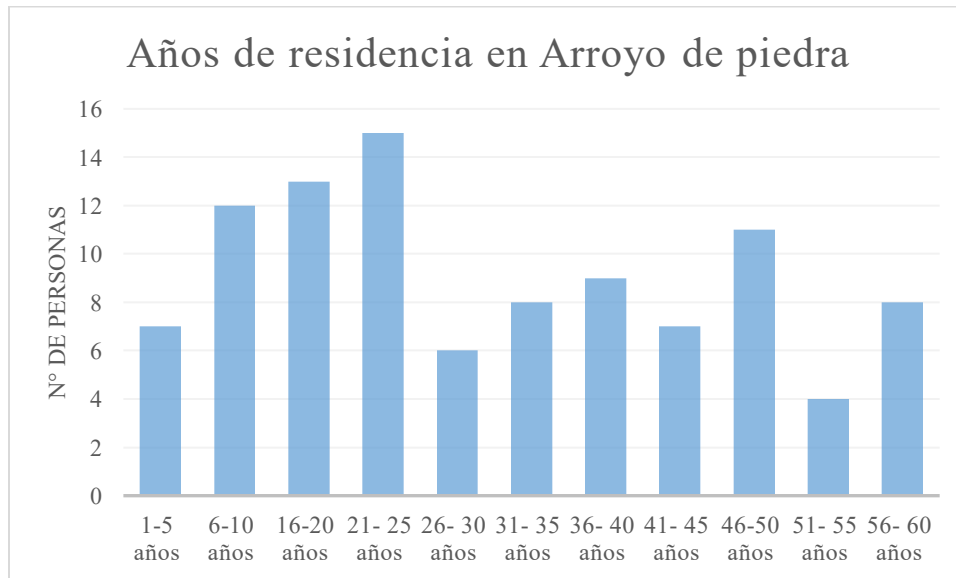


La gráfica 2, muestra que la mayoría de los encuestados se dedica a actividades de tipo informal (27%) y estudiantil (33%), seguidos por amas de casa (12%), agricultores (6%), comerciantes (6%), y en menor proporción líderes comunitarios, picapedreros, artistas, conductores y trabajadores formales.

Estos hallazgos indican una organización socioeconómica caracterizada por la informalidad y la subsistencia, algo que es frecuente en las localidades rurales y semiurbanas que sufren por las minerías ilegales. Las presencias de trabajadores informales y amas de casa ponen de manifiesto la vulnerabilidad económica de la comunidad, lo que podría influir en sus opiniones sobre el impacto ambiental. El gráfico permite afirmar que las principales actividades económicas están directamente relacionadas con las dinámicas territoriales locales, donde la escasez de empleo formal promueve la informalidad y, en algunas situaciones, la participación indirecta en actividades extractivas.

Pregunta 5. Años de residencia en Arroyo de Piedra.

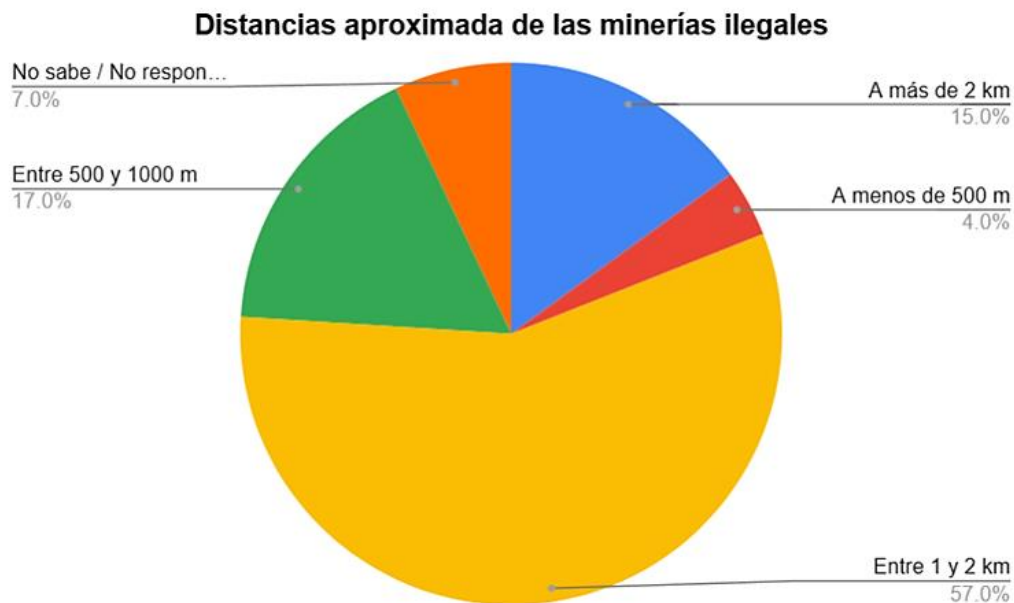
Gráfica 3. Años de residencia de los encuestados



La distribución de los años de residencia de los encuestados en la comunidad de Arroyo de Piedra se presenta en la gráfico 3 donde se evidencia que los habitantes llevan largos periodos de vida entre los 16 a 25 años de permanencia. Esta variedad en los períodos de residencia abarca a individuos con larga trayectoria en el territorio, así como a los que han llegado más recientemente, lo que proporciona una perspectiva completa acerca del vínculo entre la comunidad y su medio ambiente.

Pregunta 7. Distancia aproximada que se encuentra las viviendas o comunidades de la zona más cercana donde se realizan actividades de minería ilegal.

Gráfica 4. Distancias aproximada de las minerías ilegales



La percepción de los participantes de la encuesta acerca de la distancia entre sus casas y las áreas donde se realiza minería ilegal está reflejada en la gráfico 4. El 57 % piensa que estas se encuentran entre uno y dos kilómetros, el 17 % entre quinientos y mil metros, y el 15 % a más de dos kilómetros. Un 4 % de la población vive a menos de 500 metros mientras que un 7 % no pudo determinar la distancia.

Lo que lleva a analizar que las personas considera que las actividades mineras ilegales están cerca de las casas de los habitantes, lo que aumenta el peligro ambiental y sanitario en la comunidad. La idea de una vulnerabilidad ambiental directa se fortalece con la cercanía percibida, debido a los posibles efectos sobre el agua, el aire y el suelo.

Pregunta 8. Frecuencia de desplazamiento por áreas afectadas por minería ilegal

Gráfica 5. Frecuencia transita o se desplaza por lugares que presentan.

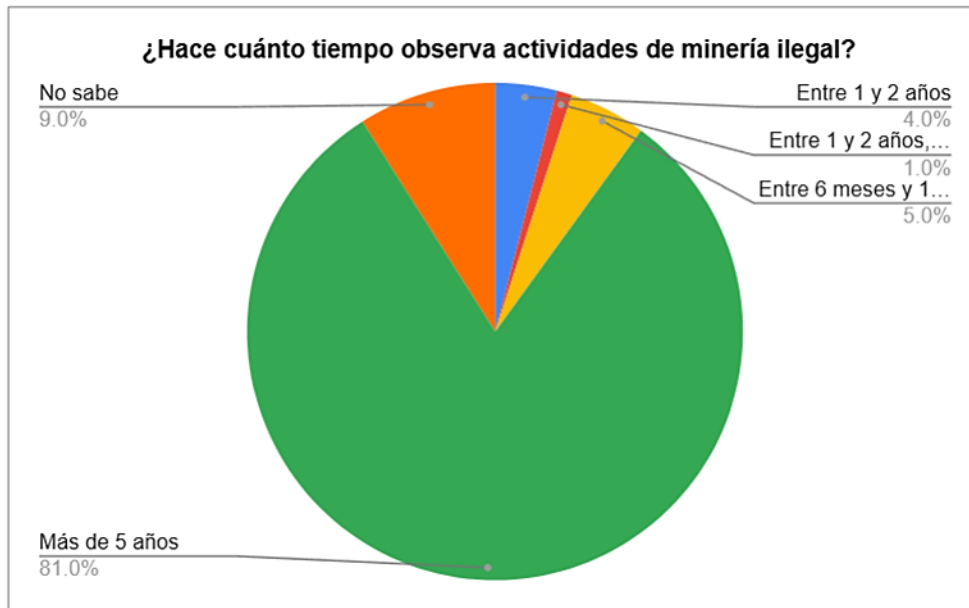


El gráfico 5 evidencia la frecuencia de paso por áreas donde hay minería ilegal con la que los encuestados pasan por sitios donde se llevan a cabo actividades de minería ilegal. Los resultados señalan que el 57 % lo hace todos los días, el 19 % semanalmente, el 22 % de manera ocasional y un 2 % extra pertenece a otra categoría, también llamada "semanal".

Estos datos muestran que la comunidad está expuesta diariamente a las áreas impactadas por la minería ilegal, lo cual demuestra que esta actividad es parte del entorno de desplazamiento regular. Estar en contacto continuo con estos sectores puede llevar a normalizar el riesgo ambiental, lo cual afecta de manera directa cómo se percibe la vulnerabilidad ante los efectos ecológicos y sociales que estas prácticas producen en Arroyo de Piedra.

Pregunta 9. Tiempo de observación de las minerías ilegales en Arroyo piedra

Gráfica 6. Tiempo de observación de minerías ilegal



Duración de tiempo durante la cual se han visto actividades mineras ilegales por parte de la comunidad, el gráfico 6 presenta los hallazgos acerca del periodo en el que los encuestados han sido testigos de actividades mineras ilegales en su área. El 81 % de los encuestados dijo haberlas visto por más cinco años; el 9 % no supo qué responder, un 5 % las ha presenciado entre seis meses y un año, un 4 % entre uno y dos años, y solo el 1 % reportó otros periodos más cortos. Estos datos muestran que la minería ilegal ha estado presente de manera sostenida y prolongada en Arroyo de Piedra, lo cual señala que no es un fenómeno reciente, sino una actividad que ha sido constante a lo largo del tiempo. Esta percepción temporal extendida apoya la noción de que existe una debilidad estructural en el medio ambiente, la cual ha sido vivida y reconocida constantemente por la comunidad.

Pregunta 12. Por favor, señale los lugares específicos donde ha observado actividades de minería ilegal

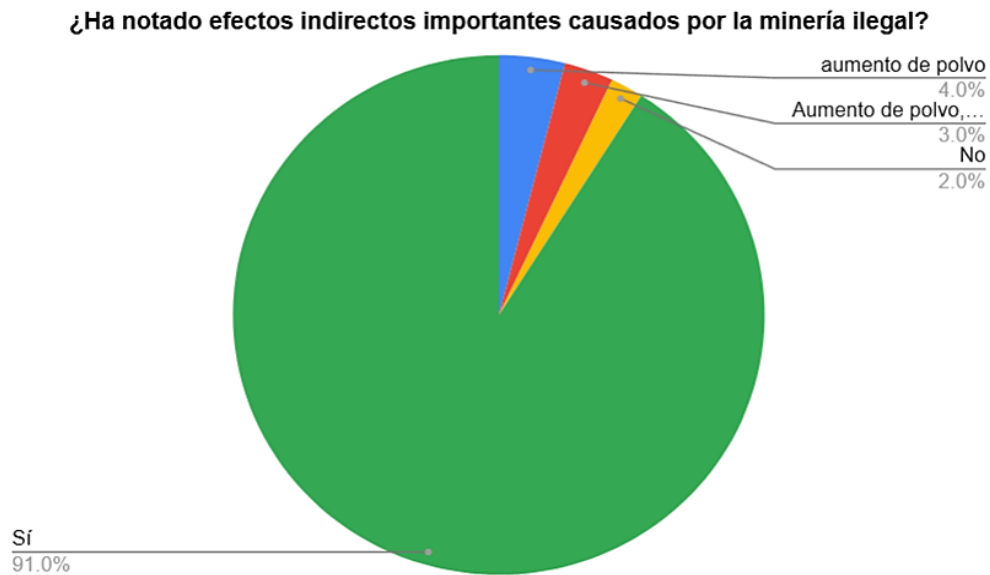
Gráfica 7. Lugares donde se observa la minería ilegal



La minería ilegal del corregimiento de arroyo piedra presenta una distribución extensa y diseminada, careciendo de un foco de concentración principal. Las áreas de la Mojana, El Peñón, Loma Amarilla y Vía Cordialidad concentra aproximadamente el 90% de las observaciones, indicando una difusión considerable de esta actividad en el corregimiento y un impacto ambiental persistente en diversas localidades.

Pregunta 17. ¿ ¿Ha notado efectos indirectos importantes causados por la minería ilegal?

Gráfica 8. Efectos Indirectos de la Minería Ilegal.



La población encuestada tiene una conciencia casi completa acerca de la problemática, con el 91% de los encuestados declarando que han observado efectos indirectos significativos provocados por la minería ilegal. Esta percepción de afectación se convierte directamente en la idea de que el problema empeora la crisis ambiental.

Pregunta 18. ¿Qué tanto riesgo percibe para su salud o seguridad debido a esta situación?

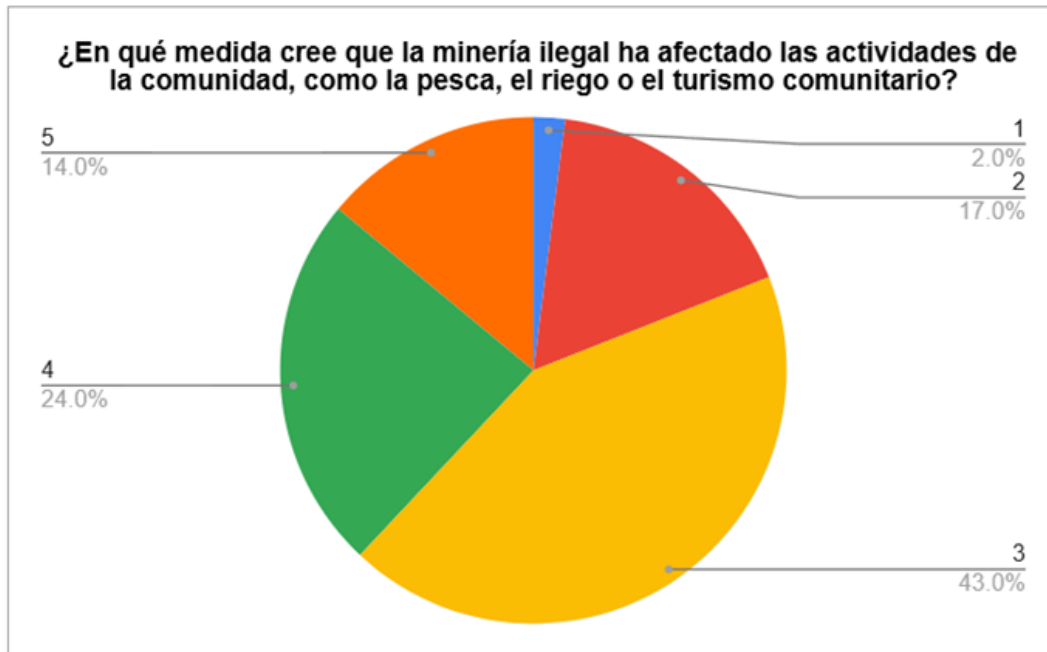
Gráfica 9. Riesgos percibidos para salud y seguridad.



La mayor parte de los encuestados considera que hay un alto o extremo peligro para la salud y la seguridad. La comunidad muestra una preocupación generalizada y un importante sentido de amenaza, ya que el 69.0% se situó en los niveles 4 y 5 de la escala.

Pregunta 19. ¿En qué medida cree que la minería ilegal ha afectado las actividades de la comunidad, como la pesca, el riego o el turismo comunitario?

Gráfica 10. Medidas de minería ilegal que afectan a la comunidad.



La gráfica que ilustra el impacto en actividades esenciales (como la pesca, el riego y el turismo) muestra un impacto económico significativo. A pesar de que el nivel medio (Nivel 3) es donde se encuentra la mayor concentración, con un 43.0%, el 38.0% de los encuestados señala una afectación de nivel alto o máximo (Niveles 4 y 5). Esta información demuestra que la minería ilegal representa un riesgo notable y significativo para la sustentabilidad de los modos de vida tradicionales de la comunidad, dejando en claro que no se trata de un impacto bajo o inexistente.

Pregunta 20. ¿Qué tanto ha notado cambios en la calidad del agua que utiliza (por ejemplo, en su claridad, olor o sabor)?

Gráfica 11. Cambios en la Calidad del Agua por la Minería.



La gráfica muestra que la calidad del agua potable se ve significativamente afectada, y más del 80% de las personas encuestadas percibe algún grado de alteración. El 44.0% reporta cambios significativos o máximos, lo que indica un riesgo hídrico generalizado debido a potenciales contaminaciones fisicoquímicas que comprometen la salud y la seguridad del suministro. dad del suministro.

Pregunta 20. ¿Qué tanto ha notado cambios en la calidad del agua que utiliza (por ejemplo, en su claridad, olor o sabor)?

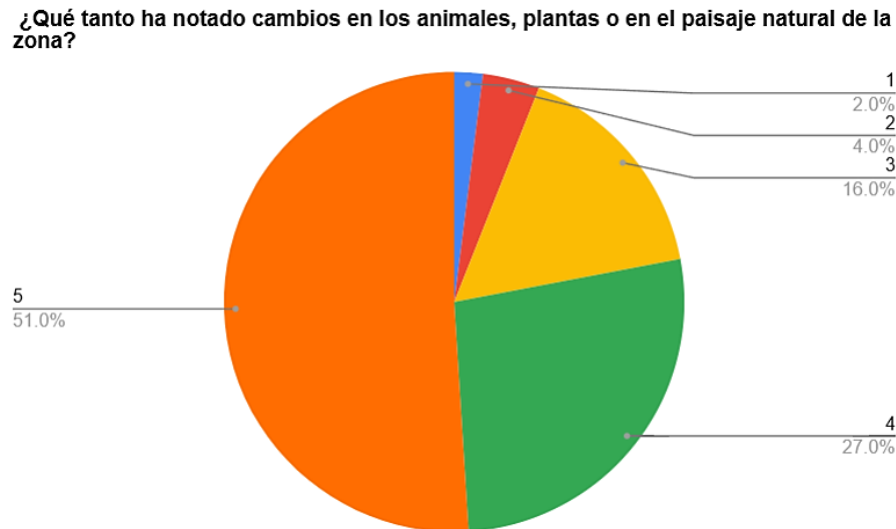
Gráfica 12. Actividades relacionadas provenientes de la minería ilegal.



Las actividades se enfocan mayormente en la remoción de suelo (31.3%) y en la colocación de materiales (24.5%), lo que equivale a aproximadamente el 80%. Esto demuestra una significativa modificación en la forma del terreno relacionada con el transporte y el deterioro del entorno, mientras que la utilización de productos químicos es escasa.

Pregunta 21. ¿Qué tanto ha notado cambios en los animales, plantas o en el paisaje natural de la zona?

Gráfica 13. Cambios de biodiversidad a raíz de la minería ilegal.



La percepción del deterioro es muy común, ya que el 51% indicó la situación mas grave, estos hallazgos muestran una alteración ecologica considerable como la deforestación, la perdida de hábitat y la desagración visual que se le relaciona con la minería ilegal.

7.3.Fase de Análisis: Evaluación de los Impactos Socioambientales Asociados.

En esta fase se presentan los resultados del análisis de los impactos socioambientales asociados a las actividades de minería ilegal en el corregimiento de Arroyo de Piedra, utilizando la Matriz de Leopold como herramienta de evaluación. Este método permitió identificar, clasificar y valorar la magnitud e importancia de los efectos generados por las distintas acciones mineras sobre los componentes del ambiente físico, biótico y social.

A través de la aplicación de esta matriz se sistematizaron las interacciones entre las actividades de extracción y los factores ambientales afectados como el agua, el suelo, la vegetación, la fauna y la calidad de vida de la población, lo que facilitó establecer un perfil de los impactos más significativos y su correspondencia con la percepción comunitaria recolectada en campo. Para ello se determinaron las siguientes acciones y factores ambientales todo ellos tomados a partir de la realización de la encuesta de percepción a la comunidad del corregimiento de Arroyo De Piedra:

Acciones:

- ⇒ Remoción de Cobertura Vegetal.
- ⇒ Uso o mezcla de químicos.
- ⇒ Quema / combustión.
- ⇒ Explotación de Piedra.
- ⇒ Dragado/extracción en cauces/ciénagas.
- ⇒ Depósito o acumulación de los materiales sobrantes.
- ⇒ Transporte de Material (Acarreo).

Factores Ambientales:

- ⇒ Calidad de aire (emisión de Partículas).
- ⇒ Emisión de Ruido.
- ⇒ Cambios Físicos de aguas superficiales.
- ⇒ Cambios Físicos de aguas subterráneas.
- ⇒ Erosión del suelo.
- ⇒ Biodiversidad de las especies de flora.
- ⇒ Ahuyentamiento de especies de fauna.
- ⇒ Implicaciones en la Salud.
- ⇒ Generación de empleo.

Los resultados de la matriz se va a presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 5. Matriz de Leopold con la valoración de Impactos Ambiental de las actividades de minería ilegal del corregimiento de Arroyo de Piedra.

		ACCIONES										Afecciones De Factor		Total De Afecciones		Agregado del Impacto
FACTORES		Remoción de Cobertura Vegetal	Uso o mezcla de químicos	Quema / combustión	Explotación de Piedra	Extracción en cauce	Depósito o acumulación de los materiales	Transporte de Material (Acarreo)	+	-	+	-				
Físicos	Atmosfera	Calidad de aire (emisión de Partículas)	-9	-1	-9	-8	-2	-3	-6	0	7	7	7	-191		
		Emisión de Ruido	-3	-1	-3	-8	-2	-2	-6	0	0	7	7	-126		
	Agua	Cambios Físicos de aguas superficiales	-6	-4	-3	-5	-6	-6	-3	0	0	7	7	-165		
		Cambios Físicos de aguas subterráneas	-5	-3	-4	-5	-2	-3	-3	0	0	7	7	-118		
	Suelo	Erosión del suelo	-9	-2	-5	-8	-6	-8	-6	0	0	7	7	-252		
Biológico	Flora	Biodiversidad de las especies de flora	-8	-3	-8	-7	-5	-6	-3	0	0	7	7	-210		
	Flora	Ahuyentamiento de especies de fauna	-8	-3	-8	-8	-6	-2	-4	0	0	7	7	-202		
Socio Económico	Población	Implicaciones en la Salud	-5	-5	-9	-9	-4	-6	-6	0	0	7	7	-264		
	Economía	Generación de Empleo	2	1	1	3	2	2	4	7	0	7	7	65		
Afecciones de Acción		+	1	9	1	9	1	9	1	9	1	9	1	9		
		-	0	7	0	0	7	0	7	0	7	0	7	0		
Total De Acciones		+	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
		-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		

Fuente: (Autores,2025)

La matriz anterior se encuentra en el Anexo 2. (Matriz de Leopold Por La Minería Ilegal En Arroyo De Piedra, Atlántico) .

A partir de la anterior matriz, permitió identificar y valorar los impactos socioambientales generados por las principales actividades de minería ilegal desarrolladas en el corregimiento de Arroyo de Piedra, las cuales incluyen la remoción de cobertura vegetal, el uso y mezcla de químicos, la quema o combustión, la explotación de piedra, la extracción en cauce, el depósito de materiales y el transporte o acarreo.

Los resultados obtenidos evidencian que la mayoría de los impactos presentan valores negativos, lo que indica un efecto adverso sobre los componentes ambientales y sociales del corregimiento. De acuerdo con la escala establecida, los impactos se clasificaron principalmente dentro de las categorías severos y críticos, lo que refleja la magnitud del deterioro ambiental provocado por la minería ilegal.

Con respecto al físico, los factores más afectados fueron el suelo y el agua superficial. La remoción de cobertura vegetal y la extracción en cauce presentaron valores de impacto cercanos o superiores a -75 , clasificándose como críticos, debido a la pérdida de la capa fértil del suelo, el incremento de la erosión, la alteración de los cauces y la turbidez del agua.

En el componente biológico, los impactos más relevantes se relacionan con la pérdida de biodiversidad y cobertura vegetal, principalmente por la deforestación y la contaminación derivada del uso de químicos. Estos efectos se clasificaron entre las categorías de severos y críticos, evidenciando una reducción significativa en la fauna y flora local.

El componente socioeconómico también refleja impactos negativos importantes, las actividades de explotación y transporte de materiales afectan directamente la salud de la población (por exposición a polvo y sustancias contaminantes), la seguridad (por el tránsito de maquinaria y movimientos de tierra) y la calidad de vida en general.

Estos impactos dieron de rango moderado a severo (-25 a -75), dependiendo de la cercanía de las viviendas y de la intensidad de la actividad minera.

Por otro lado, el único impacto positivo identificado, relacionados principalmente con el empleo temporal o ingresos económicos para algunos habitantes, se ubicaron dentro de la categoría poco importante (0 a +25), lo que demuestra que los beneficios socioeconómicos son mínimos en comparación con los daños ambientales y sociales que la minería ilegal genera.

Es así, como la evaluación evidencia un predominio de impactos negativos de alta severidad, con especial afectación sobre los factores agua, suelo, flora, fauna y paisaje, confirmando la alta vulnerabilidad ambiental del área de estudio. Esta situación, sumada a la percepción comunitaria de deterioro ambiental y disminución en la calidad de vida, refuerza la necesidad de implementar acciones de control, restauración y gestión ambiental que mitiguen los efectos de la minería ilegal y promuevan la sostenibilidad del territorio para ello con base a la matriz se estable las siguientes medidas:

Tabla 6. Medidas con base a los impactos detectados.

Medidas Propuestas con Base a la valoración de la Matriz		
Medidas Preventivas	Medidas Correctoras	Medidas Compensatorias
Fortalecer los mecanismos de inspección por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y la Alcaldía de Luruaco, mediante operativos periódicos para prevenir la reactivación de puntos de minería ilegal.	Realizar nivelación, control de erosión y recuperación de capas fértiles mediante la incorporación de materia orgánica y especies vegetales nativas.	Involucrar a los habitantes del corregimiento en jornadas de restauración ecológica, limpieza de cauces y siembra de árboles, fortaleciendo el sentido de pertenencia ambiental.
Establecer y señalar áreas de protección ambiental particularmente cauces, rondas	Implementar acciones de limpieza, remoción de escombros y reforestación de las	Diseñar proyectos sociales que beneficien a la comunidad afectada, tales como el

hídricas y zonas de vegetación ribereña donde quede prohibida toda actividad extractiva.	riberas para recuperar la capacidad hidráulica y ecológica del arroyo.	mejoramiento de espacios públicos, educación ambiental, capacitación en oficios sostenibles o apoyo a emprendimientos ecológicos.
Crear redes de vigilancia ambiental conformadas por la comunidad, que permitan reportar actividades de extracción no autorizadas y registrar cambios en la calidad del agua o el paisaje.	Articular las acciones entre la Alcaldía, la CRA, la Policía Ambiental y el SENA, para controlar y sancionar actividades extractivas no reguladas y acompañar a la población en procesos de restauración ambiental.	Desarrollar proyectos de reforestación y revegetalización en áreas degradadas o equivalentes al área intervenida, utilizando especies nativas propias de la región Caribe.

Fuente: (Autores,2025)

8. Conclusiones

A partir de todo el trabajo realizado, se concluye de esta investigación el cumplimiento de los objetivos propuestos, lo que permitió realizar la caracterización de las principales practicas de mineria ilegal en el corregimiento de Arroyo De Piedra en el municipio de Luruaco, Departamento del Atlántico, donde se evidencio por medio de observación directa y encuestas de percepción que se presentan actividades como captación de causes superficiales con motobombas, remoción de cobertura y suelo, vertimiento de lodos, uso de maquinaria pesada, quema/combustión y acopio transporte de materiales.

Por otro lado, para conocer la percepción comunitaria sobre riesgos y vulnerabilidad se aplico una encuesta a una muestra de 100 habitantes, evidenciando que la minería ilegal es persistente en el territorio. Dentro del analisis la comunidad manifiesta que desde hace mas de cinco años se evidencia esta practica, asi mismo, se encuentra esta practica en zonas cercanas a las residencias de ellos, lo que conlleva a analizar elevando la exposición cotidiana a polvo (o material suspendido), ruido y alteraciones a los cuerpos de aguas superficiales cercanos donde muchos de ellos de la pesca en la zona.

Asi mismo, la pobalación reportó riesgo alto o extremo para la salud y seguridad, afectación relevante de actividades como pesca, riego y turismo. Por otro lado el deterioro notorio de la calidad del agua en especial en la zonas donde se presenta la actividad ilegal de mineria.

Para la valoración de los impactos ambientales se dio por medio de la metodología de la Matriz de Leopold confirmó un predominio de impactos negativos severos y críticos sobre agua superficial y suelo; así mismo, los efectos significativos sobre biodiversidad y bienestar social, los eventuales beneficios económicos se limitaron a empleos temporales de baja importancia.

De todo lo anterior se concluye que la minería ilegal incrementa la vulnerabilidad ambiental y social del corregimiento, por ello, se recomienda implementar de manera prioritaria medidas preventivas (vigilancia, zonas de exclusión, educación y alternativas productivas), medidas correctoras como (rehabilitación de suelos, restauración de riberas, manejo de residuos, coordinación interinstitucional) y medidas compensatorias (reforestación con especies nativas, corredores biológicos y programas comunitarios), articulando la participación ciudadana con el accionar de la autoridad ambiental para revertir la tendencia de degradación identificada.

9. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos y del análisis integral de la percepción comunitaria frente a la vulnerabilidad ambiental causada por la minería ilegal en el corregimiento de Arroyo de Piedra, se establecen a continuación una serie de recomendaciones orientadas a la prevención, mitigación y compensación de los impactos identificados. Estas sugerencias buscan fortalecer la gestión ambiental local, promover la participación activa de la comunidad y fomentar alternativas sostenibles que contribuyan a la recuperación ecológica y social del territorio. Para ello se recomienda:

- Se recomienda que la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y la Alcaldía de Luruaco consoliden un sistema permanente de vigilancia y monitoreo ambiental, con inspecciones periódicas en las zonas identificadas como puntos críticos de minería ilegal. Esto debe incluir mecanismos de denuncia comunitaria, sanciones efectivas y control del uso de maquinaria pesada en áreas rurales no autorizadas.
- Es prioritario implementar un plan de restauración forestal que contemple la recuperación de cauces, la estabilización de taludes, la revegetalización con especies nativas y el manejo adecuado de los suelos degradados.
- Articular las medidas con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Luruaco, para garantizar la conservación de las zonas de recarga hídrica y áreas de protección ambiental.

- Se sugiere desarrollar programas de educación ambiental participativa orientados a fortalecer la conciencia ciudadana sobre los riesgos de la minería ilegal y la importancia del uso sostenible de los recursos naturales.
- Se recomienda fomentar proyectos productivos alternativos que sustituyan la dependencia económica de la minería ilegal, tales como agricultura ecológica, ecoturismo, reciclaje, aprovechamiento de residuos no peligrosos y reforestación comunitaria.
- Estas iniciativas pueden gestionarse a través de convenios interinstitucionales entre la Alcaldía, el SENA, la CRA y organizaciones no gubernamentales ambientales.
- Se recomienda que universidades e instituciones de investigación regionales continúen desarrollando estudios de seguimiento sobre la vulnerabilidad ambiental y social en Arroyo de Piedra, incluyendo mediciones fisicoquímicas del agua, análisis de suelos, biodiversidad y percepción comunitaria.

10. Bibliografía

Alcaldía de Luruaco . (2022). Obtenido de <http://www.luruaco-atlantico.gov.co/>

Arias, J. A. (2023). *Minería ilegal y el impacto a la seguridad ambiental en la región amazónica en Colombia*. Bogota Colombia . Obtenido de <https://esdeglibros.edu.co/index.php/editorial/catalog/view/184/219/3465>

Aznar P. (2021). *Procesos generativos de vulnerabilidad social ante riesgos ambientales: retos y oportunidades para una nueva gobernanza*. Alicante, España: Universidad de Alicante. Obtenido de <https://share.google/NdAE6N4cVeRCMJmuV>

Canton R. (2020). *Saskab, grava y piedra: implicaciones socioambientales de la recuperación de minas de caliza en Yucatán*. El Colegio de la Frontera Sur. Obtenido de <https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/2152>

Cortolima. (2025). Conflicto socioambiental. *Corporación Autónoma*. Obtenido de <https://cortolima.gov.co/servicio-al-ciudadano/glosario/630-que-es-conflicto-socioambiental>

CRA. (28 de Agosto de 2014). AFECTACIONES EN VIVIENDAS DE ARROYO DE PIEDRA SON PROVENIENTES DE CANTERAS ILEGALES: CRA. Arroyo de piedra. Obtenido de <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/articulo-758>

CVC. (29 de Noviembre de 2023). *Explotación de calizas y materiales de construcción y operación de la planta de trituración de agregados, en el sector de Mulaló, municipio de Yumbo, departamento del Valle del Cauca (Mina La Calera)*. Obtenido de

<https://www.anla.gov.co/images/documentos/conceptos/2023-12-14-anla-cr-modif-pma-8329.pdf>

Defensoría del pueblo . (2016). *LA MINERÍA SIN CONTROL, UN ENFOQUE DESDE LA VULNERACION DE LOS DERECHOS HUMANOS*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Obtenido de [file:///C:/Users/user/Downloads/InformedeMinerIa2016%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/InformedeMinerIa2016%20(4).pdf)

Díaz M, E. M. (2019). *Vulnerabilidad ambiental y región: algunos elementos para la reflexión*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-vulnerabilidad-ambiental-2518.html>

Esparza, M. &. (2019). Vulnerabilidad ambiental. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-vulnerabilidad-ambiental-2518.html>

Figueredo, A. P. (2012). *Universidad de Camagüey*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/delos/13/apf.pdf>

García Yarce, J. D. (2022). Percepción ambiental comunitaria del cuidado de la microcuenca Quebrada La Pila de Cabrera, Pasto, Nariño. . *Boletín Informativo* , 32–44. Obtenido de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/4411>

Gayubas, A. (2025). Participación ciudadana. *concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/participacion-ciudadana/>.

Geoinnova. (16 de 05 de 2016). Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/mineria-cielo-abierto-impactos/>

Hernández P. (2016). *Mongabay*. Obtenido de La minería ilegal en Colombia crece velozmente y pone en riesgo la biodiversidad: <https://es.mongabay.com/2016/12/mineria-ilegal-en-colombia>

Kafu-Quvane, B., & Mlaba, S. (2024). Evaluación del impacto de la explotación de canteras como una crisis ética ambiental: un estudio de caso de la minería de piedra caliza en una comunidad rural. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1660-4601/21/4/458#metrics>

Lechado Flores, K. L. (2020). *Evaluación del impacto ambiental por la emisión de material particulado causado por la Explotación minera del cerro Motastepe*. Managua-Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/18317/>

Leonardo Güiza-Suarez, P. A. (04 de 2022). *Escuela judicial* . Obtenido de <https://escuelajudicial.ramajudicial.gov.co/sites/default/files/biblioteca/Extracci%C3%B3n%20II%C3%ADcita%20de%20Minerales.pdf>

Leopold, L. B. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. Obtenido de .Geological Survey Circular 645.: <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>

Maldonado F, C. R. (2022). La minería ilegal y sus efectos en la vulneración de los derechos de la naturaleza. *polo conocimiento*. Obtenido de Polo del conocimiento: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3910>

Manglai. (2022). *Impacto ambiental*. Obtenido de Manglai : <https://www.manglai.io/glossary/impacto-ambiental>

Mapfre. (2020). *¿Qué es el impacto ambiental y cómo se mide?* Obtenido de MAPFRE: <https://www.mapfre.com/actualidad/sostenibilidad/impacto->

- Navarro A, S. L. (2002). Impacto socio y ambiental de la explotación de las canteras en el corregimiento de Arroyo de Piedra Atlántico. *Ediciones Universidad Simón Bolívar*.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12442/12189>
- Okafor, O. C., Njoku, C., & Akwuebu, A. N. (2023). Impacto ambiental de la explotación de canteras en la calidad del aire en el estado de Ebonyi, Nigeria. *Environmental Sciences Europe*, 1-13. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00793-6>
- Otzen, T. &. (2017). Tecnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *nternational Journal of Morphology*, 227-232. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt
- Padilla, G. &. (2021). La Vulnerabilidad Socio-Ambiental como Pérdida de Bienestar. *Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 11. 71. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/356765782_La_Vulnerabilidad_Socio-Ambiental_como_Perdida_de_Bienestar#:~:text=La%20vulnerabilidad%20socio%2Dam biental%20es%20una%20condici%C3%B3n%20sist%C3%A9mica,as%C3%AD%20la%20p%C3%A9rdida%20del%20bienestar%2C%2
- Pardo, E. (2021). *¿Qué es la minería ilegal?* Obtenido de Asuntos Legales : <https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/estefanny-pardo-515736/que-es-la-mineria-ilegal-3178093?>
- Payares R. . (2023). *ANÁLISIS DE LA MINERÍA INFORMAL EN COLOMBIA: DERECHO O DELITO*. Medellín: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/801ec912-e72f-4f7a-a431-1f6b9650f4d1/content>

Pérez Osorno, M. M.-D. (2022). Cartografías socioambientales. Acercamiento a las percepciones sobre la salud y la vida en territorios mineros del occidente antioqueño colombiano.

Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/349283>

Ponce V. . (s.f.). *LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL*. Obtenido de https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html?

Procuraduría General de la Nación. (13 de Diciembre de 2013). Obtenido de

[https://www.procuraduria.gov.co/Pages/mineria-ilegal-afecta-29-departamentos-colombia-informe-](https://www.procuraduria.gov.co/Pages/mineria-ilegal-afecta-29-departamentos-colombia-informe-procuraduria.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20cerca%20de%20350,la%20explotaci%C3%B3n%20il%C3%ADcita%20de%20minerales.)

[procuraduria.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20cerca%20de%20350,la%20explotaci%C3%B3n%20il%C3%ADcita%20de%20minerales.](https://www.procuraduria.gov.co/Pages/mineria-ilegal-afecta-29-departamentos-colombia-informe-procuraduria.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20cerca%20de%20350,la%20explotaci%C3%B3n%20il%C3%ADcita%20de%20minerales.)

Procuraduría General de la Nación. (2024). *Informe Nacional sobre Minería Ilegal y*

Contaminación por Mercurio en Colombia. Bogotá: Universidad del Rosario. Obtenido de

<https://www.procuraduria.gov.co/Documents/2024/Diciembre%202024/Informe%20Nacional%20Miner%c3%ada%20Ilegal%20y%20Contaminaci%c3%b3n%20por%20Mercurio%20en%20Colombia%20%281%29.pdf>

Restrepo S. (2020). *Tipos de impactos ambientales*. Obtenido de Ecología Verde:

[https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-impactos-ambientales-](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-impactos-ambientales-2941.html#:~:text=mayor%20incidencia%20ambiental.-,Impacto%20reversible%20o%20irreversible,existen%20tratamientos%20de%20recuperaci%C3%B3n%20aplicables.)

[2941.html#:~:text=mayor%20incidencia%20ambiental.-](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-impactos-ambientales-2941.html#:~:text=mayor%20incidencia%20ambiental.-,Impacto%20reversible%20o%20irreversible,existen%20tratamientos%20de%20recuperaci%C3%B3n%20aplicables.)

[,Impacto%20reversible%20o%20irreversible,existen%20tratamientos%20de%20recuperaci%C3%B3n%20aplicables.](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-impactos-ambientales-2941.html#:~:text=mayor%20incidencia%20ambiental.-,Impacto%20reversible%20o%20irreversible,existen%20tratamientos%20de%20recuperaci%C3%B3n%20aplicables.)

Romero Domínguez, E. F. (2017). *CECAR*. Obtenido de Evaluación del impacto ambiental

generado por la extracción y procesamiento de piedra caliza en la trituradora San José en

el municipio de Toluviejo, departamento de Sucre, Colombia.:

<https://repositorio.cecar.edu.co/entities/publication/16d3ef2b-b3fb-4826-bdb9-8d2ada66749a>

Ryan C. Berg, H. Z. (20 de 12 de 2021). *Una mirada más cercana a la minería ilegal, artesanal y de pequeña escala en Colombia*. Obtenido de https://www-csis-org.translate.google.com/analysis/closer-look-colombias-illegal-artisanal-and-small-scale-mining?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

sostenible, M. d. (2023). *Informe de gestión institucional*. Obtenido de Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/mineria/>

Suárez M; Baquerizo A, González V. (11 de Junio de 2024). Actividad Económica Explotación de otras Minas y Canteras (CIU B08): Análisis Social y Ambiental en Guayas, Ecuador. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 307–347. Obtenido de <https://revistavitalia.org/index.php/vitalia/article/view/367>

Uribe, L. M., & Zárate, D. P. (2025). *El costo del silencio*. Bogota. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/107e709f-020d-455f-9009-badb6bcf0175/content>

Velez M, R. B. (2025). *Global Initiative*. Obtenido de Impactos ambientales y transiciones entre las economías ilícitas, informales y lícitas en Colombia: <https://globalinitiative.net/analysis/environmental-impacts-and-transitions-across-illicit-informal-and-licit-economies-in-colombia>

Listado de Anexos.

1. Anexo 1. Formato De Encuesta
2. Anexo 2. Matriz De Leopold Por La Minería Ilegal En Arroyo De Piedra, Atlántico.