

**Análisis del impacto ambiental generado por las operaciones mineras de carbón a cielo abierto
en el municipio de Albania en el Departamento de la Guajira**

Yaneth Beatriz Vega Pérez

Asesor

Roberto Carlos Hernández Olmos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN
Administración de Empresas

2025

Resumen

El presente estudio muestra un análisis de los impactos ambientales, sociales y económicos de la minería de carbón a cielo abierto en el municipio de Albania, departamento de la Guajira. A través de un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y corte transversal, se realizó un análisis bibliográfico, mediante la búsqueda exhaustiva, en bases de datos confiables, informes oficiales y demás artículos científicos sobre la temática a abordar. El diseño no experimental del trabajo permitió observar los fenómenos en su contexto natural sin manipular variables, integrando técnicas de síntesis y comparación, destacándose las tendencias y patrones clave relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo, así como sus implicaciones para la salud pública y los modos de vida de las comunidades locales. Con el fin de enriquecer el análisis, se incorporaron comparaciones internacionales (Sudáfrica, Australia) y se vincularon los hallazgos con las políticas públicas existentes, generando propuestas para mejorar la sostenibilidad y la gestión ambiental. Las fuentes clave incluyen informes oficiales, revistas indexadas y organizaciones ambientales internacionales. Como resultado, se proponen ciertas alternativas de sostenibilidad, teniendo en cuenta el análisis comparativo realizado, que pueden incidir en la mitigación de los impactos ocasionados por la minería en el municipio de Albania, resaltándose entre estas la minería subterránea, el uso de tecnologías de minería limpia, la reutilización de desechos y la implementación de energías renovables; lo anterior, aunado a las prácticas implementadas por la empresa minera con asiento en el municipio, supondrían un cambio significativo en la disminución de los impactos mineros, garantizando la sostenibilidad ambiental en la zona.

Palabras clave: Minería, Cielo, Abierto, Impacto Ambiental.

Abstract

This study presents an analysis of the environmental, social and economic impacts of open-pit coal mining in the municipality of Albania, department of La Guajira. Using a qualitative, descriptive and cross-sectional approach, a bibliographic analysis was carried out through an exhaustive search in reliable databases, official reports and other scientific articles on the topic to be addressed. The non-experimental design of the work allowed observing the phenomena in their natural context without manipulating variables, integrating synthesis and comparison techniques, highlighting key trends and patterns related to air, water and soil pollution, as well as their implications for public health and the ways of life of local communities. In order to enrich the analysis, international comparisons were incorporated (South Africa, Australia) and the findings were linked to existing public policies, generating proposals to improve sustainability and environmental management. Key sources include official reports, indexed journals and international environmental organizations. As a result, certain sustainability alternatives are proposed, taking into account the comparative analysis carried out, which may influence the mitigation of the impacts caused by mining in the municipality of Albania, highlighting among these underground mining, the use of clean mining technologies, the reuse of waste and the implementation of renewable energies; the above, together with the practices implemented by the mining company based in the municipality, would represent a significant change in the reduction of mining impacts, guaranteeing environmental sustainability in the area.

Keywords: Mining, Open Sky, Environmental, Impact.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Justificación	10
Objetivos	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Problema	13
Planteamiento del problema	13
Metodología.....	18
Enfoque de la Investigación	18
Tipo de la Investigación	18
Diseño de Investigación.....	18
Propuestas para Mejorar la Gestión y Mitigación de Estos Impactos en el Contexto Local.....	19
Comparación de Estrategias de Mitigación Adoptadas en Otros Contextos.....	20
Marco referencial	22
Marco Teórico.....	22
Marco Conceptual	24
Impactos Ambientales, Consecuencias Sociales y de Salud en el Municipio de Albania Asociados a la Minería de Carbón a Cielo Abierto.....	26
Impacto Ambiental.....	26
Impacto en el Aire	26
Contaminación Atmosférica.....	26
Estudio de Caso.....	26
Consecuencias Para la Salud	26
Impacto en el Agua.....	27
Contaminación de Fuentes Hídricas.....	27
Estudio de Caso.....	27
Impacto en el suelo	27
Degradación del Suelo	27
Estudio de Caso.....	27
Impactos en la salud.....	28
Enfermedades Respiratorias.....	28
Impactos sociales.....	29
Desplazamiento de Comunidades.....	29
Estudio de Caso.....	29
Impacto en los modos de vida	30
Pérdida de Actividades Tradicionales	30
Conflictos Sociales.....	30

Afectaciones Culturales	30
El Cerrejón, sus Actividades y sus Responsabilidades	30
Acciones para Contener al Máximo el Polvo de Carbón y Sílice Medidas Implementadas por el Cerrejón.....	33
Control del Polvo.....	33
Uso de Aspersores de Agua.....	33
Barreras Vegetales	33
Monitoreo de Calidad del Aire	33
Manejo del Agua	34
Tratamiento de Aguas Residuales.	34
Desviación de Cauces.	34
Reforestación	34
Rehabilitación de suelos.....	34
Enfoque de sostenibilidad	37
Alternativas Sostenibles en la Minería	38
Minería Subterránea Controlada.	38
Tecnologías de minería limpia	38
Reutilización de Desechos Mineros.	39
Energías Renovables en Operaciones Mineras.....	39
Análisis de la Viabilidad en Albania, La Guajira	40
Transición Hacia Prácticas Menos Invasivas.....	41
Políticas Públicas	41
Capacitación y Educación	42
Participación Comunitaria	43
Investigación y Desarrollo.....	43
Conclusiones	45
Referencias Bibliográficas	47

Listas de Tablas

Tabla 1 *Cronograma*.....20
Tabla 2 *Comparativa de Estrategias*.....36
Tabla 3 *Alternativas*.....41

Introducción

La minería de carbón a cielo abierto es una actividad de gran relevancia económica en diversos países del mundo, incluyendo Colombia, donde representa una de las principales fuentes de ingresos por exportaciones. En particular, el municipio de Albania, ubicado en el departamento de La Guajira, se ha consolidado como una de las regiones más importantes para la explotación de este recurso debido a la presencia de grandes yacimientos y la operación de empresas mineras de alcance internacional, como El Cerrejón. Sin embargo, esta actividad también genera profundas implicaciones ambientales, sociales y económicas que han sido objeto de numerosos debates y estudios a lo largo de los años.

En términos ambientales, la minería de carbón a cielo abierto impacta negativamente los ecosistemas locales al alterar de manera significativa el suelo, el aire y las fuentes hídricas. La eliminación de la cubierta vegetal para abrir paso a las minas, la emisión de material particulado y gases contaminantes, así como la desviación y contaminación de ríos, han provocado una degradación considerable de los recursos naturales en la región. Estas alteraciones también tienen efectos directos sobre la biodiversidad, poniendo en peligro especies de flora y fauna únicas de La Guajira. Adicionalmente, el cambio en la calidad del aire y del agua afecta directamente a las comunidades cercanas, agravando problemas de salud como enfermedades respiratorias y cutáneas.

El impacto social también es significativo. La minería ha provocado el desplazamiento de comunidades indígenas y campesinas, quienes han perdido sus tierras y modos de vida tradicionales debido a la expansión de las minas. En este contexto, las comunidades Wayuu han sido particularmente vulnerables, enfrentando una pérdida de identidad cultural y la fragmentación de sus estructuras sociales. Además, la competencia por los recursos hídricos

entre las empresas mineras y las comunidades ha generado tensiones sociales, que a menudo derivan en conflictos y protestas. Estas problemáticas subrayan la necesidad de establecer mecanismos de participación efectiva de las comunidades en la toma de decisiones relacionadas con la actividad minera.

Desde una perspectiva económica, aunque la minería contribuye al Producto Interno Bruto (PIB) y genera empleo en la región, también plantea interrogantes sobre la distribución equitativa de sus beneficios. Las comunidades locales frecuentemente perciben que no reciben una parte proporcional de las ganancias generadas por la actividad minera, mientras enfrentan directamente sus costos ambientales y sociales. Este desbalance ha llevado a cuestionamientos sobre la sostenibilidad de la minería como motor de desarrollo regional, particularmente en un contexto de transición hacia economías más sostenibles y menos dependientes de los combustibles fósiles.

En el contexto académico, el estudio de los impactos de la minería de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, resulta crucial para entender las complejas interacciones entre desarrollo económico, justicia social y conservación ambiental. Esta investigación tiene como objetivo analizar de manera integral las repercusiones de esta actividad, recopilando y sintetizando información proveniente de diversas fuentes confiables, como informes oficiales, artículos científicos y documentos de organizaciones internacionales. Además, se busca contrastar la situación local con experiencias en otras regiones mineras del mundo, para identificar buenas prácticas que puedan ser adaptadas al contexto de La Guajira.

En este sentido, el presente trabajo también pretende contribuir a la formulación de estrategias que promuevan una minería más sostenible y equitativa, equilibrando los beneficios económicos con la protección del medio ambiente y el bienestar de las comunidades locales.

La metodología empleada incluye un enfoque cualitativo basado en un análisis crítico de la literatura, con un diseño no experimental y una perspectiva descriptiva. Este enfoque permite comprender a profundidad los problemas asociados con la minería en Albania y ofrecer recomendaciones que puedan ser implementadas tanto por las empresas mineras como por las autoridades gubernamentales.

En conclusión, la minería de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, representa un desafío multifacético que requiere una aproximación integral y multidisciplinaria para abordar sus impactos, por lo que este estudio busca ser una contribución significativa al debate y al diseño de políticas y estrategias que permitan minimizar los efectos negativos de esta actividad, mientras se maximiza su contribución al desarrollo sostenible de la región y del país.

Justificación

El Municipio de Albania se caracteriza por su diversidad ecosistémica, lo que lo hace especialmente susceptible a los impactos ambientales. El análisis del impacto ambiental que ocasiona la explotación del carbón a cielo abierto por el Cerrejón permitirá comprender cómo las operaciones mineras afectan la riqueza natural del área y a la vez el perjuicio que ocasiona a la población cercana y a sus trabajadores.

Dado que existe preocupación por los posibles impactos en la salud humana asociados con la exposición a contaminantes derivados de las operaciones mineras de carbón, como el polvo, los gases y los productos químicos. Es acá, donde radica la importancia de esta investigación, ya que busca comprender la magnitud y la naturaleza de estos impactos para poder desarrollar estrategias efectivas de mitigación que ayuden a proteger y conservar el medio ambiente en el Municipio de Albania, además, investigar estos posibles impactos en la salud humana es crucial para proteger la salud de la población local y de trabajadores del Cerrejón, de esta manera garantizar un entorno seguro y saludable para vivir.

De igual forma, la propuesta se alinea con la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental. Proporcionará datos que pueden orientar a las autoridades locales y a las empresas mineras hacia prácticas más sostenibles.

En cuanto a la relevancia social, la minería a cielo abierto tiene implicaciones directas en la vida de la comunidad local, desde el empleo, salud hasta la infraestructura. En este contexto, investigar sobre estos impactos proporcionará información crucial para el desarrollo de políticas sociales y económicas locales y regionales.

De igual forma desde la literatura académica, se busca realizar una evaluación exhaustiva del impacto ambiental específico de las operaciones mineras de carbón a cielo abierto. La investigación pretende generar nuevos conocimientos que puedan ser utilizados por académicos, investigadores y estudiantes para comprender mejor los efectos ambientales de esta actividad.

En cuanto a la contaminación ambiental, este tipo de análisis del impacto ambiental permitirá evaluar cómo la actividad minera puede influir en la calidad y disponibilidad de estos recursos, y buscar medidas para su preservación y uso sostenible. Asimismo, la explotación minera conlleva riesgos potenciales, como la contaminación del agua y del aire, la erosión del suelo, la generación de residuos y la destrucción de hábitats naturales, por tanto, un análisis del impacto ambiental ayuda a identificar y evaluar estos riesgos, así como a desarrollar planes de manejo y mitigación para reducirlos.

Desde el campo del conocimiento, este análisis es esencial para comprender y gestionar adecuadamente los posibles efectos negativos de la actividad minera en el medio ambiente. Esto permite tomar decisiones informadas, proteger los recursos naturales, conservar la biodiversidad, programas preventivos para la salud y garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Objetivos

Objetivo General

Realizar un análisis del impacto ambiental generado por las operaciones mineras de carbón a cielo abierto en el Municipio de Albania en el departamento de la Guajira.

Objetivos Específicos

Describir los posibles impactos ambientales en el municipio de Albania asociados al proyecto de minería a cielo abierto de Cerrejón

Indagar sobre las consecuencias sociales y de salud presentadas por la explotación minera a cielo abierto en el municipio de Albania.

Identificar las mejores acciones para contener al máximo el polvo de carbón y sílice producto de la explotación de carbón en el municipio de Albania.

Problema

Planteamiento del problema

La minería a cielo abierto es una de las actividades que produce más daño al medio ambiente. “Estos impactos ambientales, están directamente relacionados con destrucción del hábitat, dado que la minería a cielo abierto implica remover grandes cantidades de suelo y roca, lo que conlleva a la destrucción de los ecosistemas naturales y su biodiversidad” (España & Serna, 2016, pág. 14). En este sentido, contamina el agua ya que, durante la extracción de minerales, se utilizan químicos como cianuro y mercurio para separar los minerales de la roca circundante, la contaminación del aire por lo que la actividad minera a cielo abierto genera grandes cantidades de polvo y partículas en suspensión que pueden contaminar el aire.

Además, las explosiones y el uso de maquinaria pesada liberan gases contaminantes y emisiones de carbono, contribuyendo al calentamiento global y la contaminación atmosférica. Según Gonzales (2022) estos impactos ambientales no son controlables como tampoco son fáciles de mitigar integralmente, desmejorando o produciendo una disminución en agua, en las especies animales, en la flora y en la calidad del aire (pág. 17).

Por ejemplo, estudios demostraron que la alta mortalidad de cáncer de pulmón en la región minera de carbón de los Apalaches México puede ser resultado de la exposición de la población a contaminantes asociados con la minería del carbón (Hendryx, 2008). Esta situación resalta la importancia de investigar y comprender los posibles impactos en la salud humana asociados con las operaciones mineras de carbón a cielo abierto, como las que pueden estar ocurriendo en el Municipio de Albania.

De igual manera, en la región carbonífera de Kentucky también se encontró mayor incidencia de cáncer de pulmón (Christian et al., 2011; en Hendryx, 2015). Los trabajadores de las minas se encuentran expuestos a la inhalación de polvo de carbón y rocas, y otros químicos causando una alta incidencia de cáncer pulmonar y otras enfermedades respiratorias como asma,

neumoconiosis y la obstrucción pulmonar crónica.

En el caso de Colombia, se encuentra la empresa El Cerrejón, esta es una de las empresas de explotación de carbón a cielo abierto más grande del mundo, produce alrededor de 100 toneladas diarias, desde lo que lleva en funcionamiento a intervenido más de 13000 hectáreas de bosques, de igual forma más 100 comunidades entre ellas indígenas y afrodescendiente se han visto afectadas por los trabajos de la extracción minera (Boersma, 2017, pág. 2). La minería a cielo abierto puede tener efectos negativos en las comunidades locales, ya sea a través del desplazamiento de personas, la pérdida de tierras y medios de subsistencia, la contaminación del agua y la disrupción de las prácticas culturales y tradicionales.

Asimismo, la minería ocasiona un impacto significativo al suelo; de acuerdo al postulado de Rodríguez, et al (2019) la fundición de metales como parte del proceso de separación de minerales ha sido una práctica históricamente utilizada en la industria minera para obtener metales valiosos a partir de minerales de baja ley (pág. 9). Es así, como este proceso conlleva la liberación de una amplia gama de contaminantes al suelo y al medio ambiente en general, los cuales pueden ingresar al suelo a través de varias vías, incluyendo la deposición atmosférica de partículas, fugas y derrames, así como la disposición inadecuada de desechos y residuos.

Por otra parte, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (2021) asegura que “los mineros están en riesgo de presentar una enfermedad pulmonar llamada neumoconiosis por su exposición al polvo respirable que se encuentra suspendido en el aire” (pág. 1). La neumoconiosis es una enfermedad pulmonar crónica causada por la inhalación prolongada de polvo mineral. Los mineros, especialmente aquellos expuestos a minerales como el carbón, el sílice y el asbesto, están en riesgo de desarrollar esta enfermedad debido a la exposición continua al polvo respirable en su lugar de trabajo. La acumulación de dicho polvo en los pulmones puede causar inflamación, cicatrización y dificultades respiratorias graves a lo largo del tiempo.

De igual manera, la División de Salud Respiratoria de NIOSH D sostiene que desde el 2007 hasta el 2016, la neumoconiosis de los mineros de carbón fue la causa de muerte, subyacente o contribuyente, de 4118 mineros. Desde el 1970 hasta el 2016, fue la causa de muerte, subyacente o contribuyente, de 75178 mineros. La Ley de Beneficios por Pulmón Negro establece un programa de pago de compensación y gastos médicos a los mineros discapacitados por la enfermedad. En virtud del programa, se han pagado más de \$47168 millones en beneficios federales a los mineros y sus familias entre 1971 y el 2019 (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, 2019, pág. 3).

Es preocupante ver las cifras de muertes relacionadas con la neumoconiosis entre los mineros de carbón. Estas estadísticas resaltan la importancia de programas como la Ley de Beneficios por Pulmón Negro, que proporciona compensación y apoyo médico a los mineros discapacitados por esta enfermedad y a sus familias. La protección y el cuidado de la salud de los trabajadores, especialmente aquellos en industrias de alto riesgo como la minería, son fundamentales para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable. Es alentador ver que se están tomando medidas para ayudar a aquellos que han sido afectados por la neumoconiosis y para prevenir futuros casos mediante la implementación de regulaciones y programas de seguridad ocupacional.

Álvarez & Castro (2016) sostiene que la fibrosis pulmonar, que es una cicatrización y endurecimiento anormal del tejido pulmonar, puede llevar a una disminución de la función pulmonar y aumentar el riesgo de desarrollar enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (pág.14). Es decir, que la EPOC es un término que abarca varias condiciones, incluyendo la bronquitis crónica y el enfisema, que se caracterizan por una obstrucción del flujo de aire en los pulmones. Cuando los pulmones están afectados por la fibrosis, se vuelven más susceptibles a la inflamación crónica y al daño adicional, lo que puede contribuir al desarrollo y progresión de la EPOC.

Es de notar, que investigaciones recientes como la de Vilela, et al (2020) sobre la contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro, han revelado cómo la intervención humana ha tenido un impacto negativo en el entorno natural, incluso después de décadas de abandono de la explotación. Sin embargo, llegan a la conclusión que no es acabar la minería, sino buscar prácticas mineras sostenibles que minimicen el impacto en el medio ambiente y en las comunidades locales. Este tema es importante, ya que resalta cómo nuestras acciones pueden tener consecuencias duraderas en el medio ambiente, por lo tanto, implica implementar tecnologías y prácticas que reduzcan la contaminación del aire, del agua y del suelo, así como también garantizar una gestión adecuada de los residuos mineros. Además, es importante considerar los impactos a largo plazo y buscar soluciones que promuevan el bienestar tanto de las generaciones presentes como futuras.

Otra investigación sobre la Evaluación de la calidad de aire en la mina Pribbenow, corregimiento de La Loma en el departamento del Cesar en el año 2022, por Contreras & Cresco (2023) estacan hallazgos dentro de actividades de perforación y voladura, la remoción de material estéril, la extracción del mineral y la disposición de material en botaderos están teniendo impactos tan negativos en los componentes del medio ambiente, como el agua, el aire y el suelo. De igual manera, concluyen que las estrategias implementadas por Drummond en los últimos años han tenido un impacto positivo en la calidad del aire en la zona, especialmente en términos de partículas PM10 y PM2.5. En este sentido, Es fundamental que las empresas como Drummond implementen medidas efectivas para mitigar estos impactos. Lo anterior podría incluir el desarrollo y la adopción de tecnologías más limpias y menos invasivas, así como también la implementación de prácticas de gestión ambiental más rigurosas.

Por todo lo anterior, es inevitable los impactos negativos que sufren las comunidades cercanas a las explotaciones de la minería, en el caso del Cerrejón, uno de los municipios más cercanos a esta mina es Albania quien ha sufrido por la explotación del carbón, donde

diariamente se liberan nubes de polvo y de partículas del mineral, las cuales son nocivas para la salud y para el medio ambiente al contaminar el agua y el suelo.

Es así, como la comunidad viene padeciendo de enfermedades respiratorias y pulmonares, a esto se le suma la escasez de agua tanto para el consumo humano como para actividades agrícolas, ya que en su mayoría es utilizada para la explotación del carbón. Según estudios de Ismar (2021) revelaron que cerca de la compañía minera o al río Ranchería se encontraron un sin número de partículas provenientes de la explotación del carbón, al igual que partículas volátiles en el aire destacando de ellas el zinc, el azufre, cromo, cobre entre otras, al igual que una serie de enfermedades de la piel, cáncer pulmonar, enfermedades respiratorias y del corazón en los habitantes de esta zona y trabajadores de la mina.

De acuerdo con Abierta, (2021) La gigantesca mina a cielo abierto de Cerrejón, se ha convertido en el responsable del desplazamiento de las comunidades afrodescendientes e indígenas, ya que sus operaciones han generado contaminación en el aire de forma consiente (pág. 4). En este sentido, los posibles efectos adversos en la salud de la población local, incluyendo tasas elevadas de cáncer de pulmón u otras enfermedades respiratorias, estarían relacionadas con la exposición a productos químicos y partículas contaminantes derivados de la minería del carbón, al igual que la contaminación de cuerpos de agua y fuentes hídricas lo que posiblemente haya causado que los colaboradores y personas que viven cerca tengan altas concentraciones de metales pesados en su sangre, residuos contaminantes de los procesos que generan cáncer y enfermedades graves en la población.

Debido a la problemática que se presenta en la actualidad en el Municipio de Albania Guajira, por la contaminación medio ambiental ocasionada por las operaciones mineras de exportación de carbón a cielo abierto realizadas por la multinacional Carbones del Cerrejón Limited, se diseña la siguiente pregunta, ¿Qué hacer para minimizar los impactos ambientales causados por las operaciones mineras de explotación de carbón a cielo abierto en el Municipio de

Albania, Departamento de la Guajira?

Metodología

Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación será cualitativo, con un énfasis en la revisión crítica y el análisis de la literatura existente sobre los impactos de la minería de carbón a cielo abierto en Colombia y Latinoamérica. Este enfoque te permitirá obtener una comprensión profunda y sistemática de los diferentes aspectos relacionados con este tema y contribuir al conocimiento existente en el campo.

Tipo de la Investigación

Este trabajo monográfico se aborda mediante un análisis bibliográfico con un enfoque descriptivo y de corte transversal. Ello permite realizar una búsqueda exhaustiva en bases de datos nacionales e internacionales, así como en revistas académicas y otros sistemas literarios relevantes.

Proceso.

Identificación de fuentes. Se utilizarán fuentes confiables como informes oficiales, artículos científicos y documentos de organizaciones ambientales y de salud pública.

Palabras clave: Términos como "minería de carbón a cielo abierto", "impacto ambiental", "impacto social", "impacto económico" serán fundamentales para la búsqueda.

Selección de Literatura. Se establecerán criterios de inclusión y exclusión para garantizar la relevancia de los estudios seleccionados.

Diseño de Investigación.

El diseño de investigación es no experimental, lo que implica observar y analizar los fenómenos tal como se presentan en su entorno natural, sin intervenir ni manipular variables.

Características del Diseño.

Observación Sistemática. Los datos recopilados de la literatura existente serán analizados sin alterar las fuentes originales.

Contexto Natural. Se respetará el marco original de cada estudio o informe consultado para mantener la objetividad.

Perspectiva Interpretativa. La investigación busca comprender las relaciones y patrones entre los impactos de la minería y las condiciones socioculturales y ambientales locales.

Análisis de Datos.

Se llevará a cabo un análisis crítico de la literatura recopilada, identificando tendencias, patrones y puntos clave relacionados con los impactos de la minería de carbón a cielo abierto. Para ello, se emplearán las siguientes técnicas:

Técnicas Utilizadas.

Síntesis de Información: Integración de datos provenientes de diferentes fuentes para generar una narrativa coherente.

Comparación de Casos. Contraste entre los hallazgos en Albania, La Guajira, y otras regiones similares a nivel nacional e internacional.

Relación con Políticas. Análisis del impacto de las políticas públicas y su efectividad en la mitigación de los problemas identificados.

Resultados Esperados. Identificación de las principales causas y consecuencias de los impactos ambientales y sociales.

Propuestas para Mejorar la Gestión y Mitigación de Estos Impactos en el Contexto Local.

Fuentes de Información. Informes oficiales de entidades como Corpoguajira, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Agencia Nacional de Minería.

Artículos científicos publicados en revistas indexadas como Environmental Science & Policy y Journal of Cleaner Production.

Documentos de organizaciones internacionales como la ONU y la IUCN.

Análisis comparativo. Contraste de los impactos ambientales y sociales en Albania con casos de minería en regiones como Mpumalanga (Sudáfrica) y Hunter Valley (Australia).

Comparación de Estrategias de Mitigación Adoptadas en Otros

Contextos.

Síntesis Crítica. Relación entre los impactos identificados y las políticas públicas existentes en Colombia.

Generación de propuestas viables y adaptadas a las condiciones locales para mejorar la sostenibilidad de la minería.

Tabla 1 *Cronograma*

Planificar las actividades para el desarrollo y finalización de la investigación sobre minería a cielo abierto y sostenibilidad, asegurando el cumplimiento de los hitos establecidos.

Fecha	Actividad	Responsable	Notas
1 - 5 de noviembre	Revisión inicial de literatura y selección de fuentes principales.	Equipo de investigación	Identificar artículos científicos, informes oficiales y casos relevantes.
6 – 10 de noviembre	Sistematización de información recopilada y clasificación por temas (impacto ambiental, social, etc.).	Investigador principal	Usar software de gestión bibliográfica para organizar las referencias.
11 – 15 de noviembre	Elaboración del marco teórico y redacción de la introducción.	Redactor asignado	Integrar antecedentes generales y justificación del estudio.

16 – 20 de noviembre	Desarrollo de la metodología: descripción detallada del enfoque, diseño y análisis de datos.	Equipo metodológico	Incorporar las recomendaciones sobre fuentes y técnicas de análisis.
21 – 25 de noviembre	Redacción del capítulo sobre impacto ambiental y social, incluyendo estudios de caso relevantes.	Investigadores temáticos	Profundizar en el contexto de Albania, La Guajira, y comparaciones internacionales.
26 – 30 de noviembre	Análisis de alternativas sostenibles y elaboración de propuestas viables.	Equipo de análisis	Incluir la tabla comparativa y recomendaciones adaptadas al contexto local.
1 - 5 de diciembre	Revisión y ajustes de todos los capítulos redactados.	Investigador principal	Garantizar coherencia, claridad y alineación con los objetivos de la investigación.
6 – 10 de diciembre	Diseño de anexos, incluyendo tablas, gráficos y esquemas explicativos.	Diseñador gráfico	Asegurar que los elementos visuales complementen el contenido escrito.
11 – 15 de diciembre	Integración del documento completo y revisión final por pares.	Equipo completo	Solicitar retroalimentación externa para detectar posibles mejoras.
16 – 20 de diciembre	Correcciones finales y preparación del documento para su presentación formal.		Formatear según normas académicas o editoriales requeridas.
21 de diciembre	Entrega oficial del documento final.		Enviar a las partes interesadas y archivar copias.

Marco referencial

Marco Teórico

En este capítulo, se tendrán en cuenta referentes investigativos sobre el impacto negativo que la explotación minera causa al medio ambiente y los efectos que causa a la salud a la comunidad en general. Colombia es el primer productor de carbón en Latinoamérica y el décimo en el mundo (Rodríguez , 2023, pág. 5) . Esta posición privilegiada significa no solo la gran riqueza de nuestro subsuelo, sino también el alto grado de importancia que la producción de dicho mineral (también denominado oro negro) ha adquirido en el desarrollo económico del país (Alvares & Castro, 2016, pág. 1). La afirmación resalta la posición privilegiada que ostenta el país debido a la abundancia de recursos en su subsuelo, particularmente el carbón, que es comúnmente denominado como "oro negro". Esta afirmación sugiere que el carbón no solo representa una fuente de riqueza natural, sino que también desempeña un papel crucial en el desarrollo económico del país.

Es correcto señalar que el desarrollo económico que la minería, incluida la extracción de carbón, aporta a un país no es un tema sin controversia. De hecho, la industria minera puede generar una serie de debates y desafíos debido a sus impactos sociales, económicos y ambientales. La minería, incluida la minería de carbón, puede tener impactos significativos en el medio ambiente, como la deforestación, la contaminación del agua y del aire, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. Estos impactos pueden generar preocupaciones sobre la sostenibilidad a largo plazo y la preservación de los recursos naturales. La dependencia excesiva de la economía en la industria minera puede hacer que el país sea vulnerable a los cambios en los precios de los minerales en el mercado global, así como a la agotabilidad de los recursos minerales a largo plazo. Esto puede plantear desafíos para la diversificación económica y el desarrollo sostenible.

Por lo anterior, sea cual fuere la perspectiva desde donde se mire el concepto de desarrollo, existen dos hechos innegables: el deterioro ambiental y el detrimento de “la

salud pública de las comunidades rurales de las zonas de mayor producción minera, por ello la salud humana no puede ser tratada separadamente del bienestar y del cambio socio ambiental e impacto al ecosistema” (Pulido, 2014, p. 79). De acuerdo con Olivero (2015) los problemas de salud en mineros derivan de la exposición a material particulado. Y estos problemas de salud no solo afectan a los mineros, sino también a las comunidades aledañas (pág. 15). Exactamente, estos dos puntos mencionados el deterioro ambiental y el detrimento de la salud pública en las comunidades rurales cercanas a las zonas de producción minera, son preocupaciones fundamentales que destacan la interconexión entre la salud humana, el bienestar socioeconómico y el medio ambiente. Estos dos hechos innegables subrayan la importancia de abordar la salud humana en el contexto más amplio del desarrollo sostenible y el impacto ambiental.

Por otra parte, en términos ambientales la minería de carbón a cielo abierto puede causar una serie de impactos negativos. Uno de los principales problemas está relacionado con la destrucción del paisaje y la pérdida de biodiversidad. La remoción de grandes cantidades de suelo y roca afecta directamente los ecosistemas locales, alterando los hábitats naturales de diversas especies y reduciendo la capacidad de recuperación de las distintas especies. Según Barrera (2020) sostiene que estas actividades mineras generan grandes cantidades de residuos sólidos, de los cuales los más importantes en términos de volumen son los estériles y desechos (pág. 13).

Por esta razón, se debe tener un buen plan de manejo ambiental ya que este tipo de minería puede contaminar el agua y el suelo.

En este sentido Arias (2016) manifiesta que, durante el proceso de extracción y lavado del carbón, se utilizan productos químicos y se generan residuos que pueden filtrarse en los cuerpos de agua cercanos, afectando negativamente a las especies acuáticas y a las personas que dependen de fuentes de agua potable cercanas (pág.8). Es así, como estos residuos mineros y el

polvo del carbón pueden contaminar el suelo, afectando los ecosistemas.

En cuanto a la salud, la exposición a las emisiones de polvo de carbón y a los contaminantes químicos utilizados en el proceso de extracción puede tener efectos negativos en las personas que viven en las proximidades de las minas o que trabajan en ellas. Según Acosta (2016) el polvo de carbón puede causar problemas respiratorios, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la silicosis, una enfermedad pulmonar causada por la inhalación de partículas de sílice presentes en el polvo (pág. 9). De esta manera, se puede precisar que los contaminantes químicos pueden afectar el sistema nervioso, hormonal y contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas como el cáncer. La Rotta & Torres (2017) sostienen que las poblaciones cercanas a las explotaciones carboníferas sufren de alteraciones de la salud física y mental, por consiguiente, es de suma importancia que las empresas mineras implementen medidas de mitigación y regulaciones ambientales para reducir los impactos negativos de la minería de carbón a cielo abierto. Sin embargo, aún persisten desafíos en términos de cumplimiento y supervisión efectiva de estas medidas.

Marco Conceptual

Carbón: El carbón es una roca sedimentaria utilizada como combustible fósil, de color negro y muy rico en carbono. Suele localizarse bajo una capa de pizarra y sobre otra de arena y arcilla. Se empezó a formar hace millones de años, a partir de la vegetación existente.

Minería a cielo abierto: se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril-mineral, con que se debe extraer este último.

Impacto ambiental: Es necesario partir de uno, entre muchos, del concepto básico de lo que se va a tomar como referente teórico de impacto ambiental. Según Espinoza (2002), “como los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación

no se hubiese dado”. (p. 45).

Impacto social: Se llama impacto social al grado de afectación o de incidencia que tiene un proyecto, un evento o una organización en la sociedad, es decir, qué tanto altera socialmente su presencia y sus acciones, ya sea de manera directa o indirecta.

Minería: La minería es una actividad económica que se encarga de la extracción y explotación de los minerales que se encuentran en el suelo y el subsuelo, siendo esencial para la vida de toda sociedad y junto con la agricultura son las más antiguas de la humanidad.

Impactos Ambientales, Consecuencias Sociales y de Salud en el Municipio de Albania Asociados a la Minería de Carbón a Cielo Abierto

Impacto Ambiental

La actividad minera a cielo abierto en el municipio de Albania, en el departamento de La Guajira, constituye una de las principales fuentes de carbón en Colombia, aportando significativamente a la economía nacional. Sin embargo, su impacto ambiental ha sido objeto de críticas debido a los efectos negativos que genera sobre el entorno natural y las comunidades locales. Este análisis examina los diferentes tipos de contaminación generados por esta actividad, contextualizados mediante estudios de caso locales.

Impacto en el Aire

Contaminación Atmosférica

La extracción de carbón a cielo abierto genera grandes cantidades de material particulado (PM10 y PM2.5) y gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO2), debido a actividades como la detonación de explosivos, el transporte del material y la emisión de polvo de carbón.

Estudio de Caso.

Un estudio realizado por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira - CORPOGUAJIRA (2021) reportó niveles de PM10 superiores a los límites permitidos por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente. En el corregimiento de Patillal, cercano a la mina El Cerrejón, se registraron concentraciones promedio de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cuando el límite establecido es de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esto ha derivado en un aumento de enfermedades respiratorias entre los habitantes.

Consecuencias Para la Salud

La inhalación prolongada de material particulado afecta principalmente a las comunidades indígenas Wayuu, que viven cerca de las zonas mineras. De acuerdo con el estudio “Impacto de la minería en la salud pública” (Universidad de La Guajira, 2022), la incidencia de

enfermedades como asma y bronquitis ha aumentado un 35% en los últimos 5 años. Asimismo, se presenta irritación ocular, debido a la exposición de los ojos a dicho material particulado

Impacto en el Agua

Contaminación de Fuentes Hídricas.

Las operaciones mineras implican el drenaje de aguas ácidas y la descarga de residuos líquidos que contienen metales pesados, como mercurio y cadmio, en los cuerpos de agua cercanos y la desviación de ríos y la sobreexplotación de acuíferos también contribuyen al deterioro de los recursos hídricos.

Estudio de Caso

El río Ranchería, fuente principal de agua para la región, ha sufrido una disminución significativa en su caudal debido a las desviaciones realizadas para las operaciones de El Cerrejón. Según Corpoguajira (2020), la minería consume aproximadamente 24 millones de metros cúbicos de agua al año, equivalente al suministro anual de una ciudad de 500,000 habitantes. Este desbalance hídrico ha generado conflictos entre la compañía minera y las comunidades locales.

Alteración de ecosistemas acuáticos. La contaminación por metales pesados ha afectado gravemente los ecosistemas acuáticos. Investigaciones realizadas por el Instituto de investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) en 2021 reportaron altos niveles de mercurio en peces del río Ranchería, lo que compromete la seguridad alimentaria de las comunidades.

Impacto en el suelo

Degradación del Suelo

Las explosiones y el movimiento de tierra para la extracción de carbón destruyen la capa superficial del suelo, reduciendo su fertilidad y dificultando la recuperación ecológica. Además, los residuos mineros suelen contener sustancias tóxicas que contaminan los suelos circundantes.

Estudio de Caso

Un informe de 2022 del Instituto Humboldt reveló que el 35% del suelo en las áreas

aledañas a El Cerrejón presenta concentraciones de arsénico superiores a los niveles permitidos por la normativa nacional. Esto ha afectado las actividades agrícolas tradicionales de las comunidades Wayuu, agravando las condiciones de inseguridad alimentaria en la región.

Pérdida de biodiversidad. El desmonte de vegetación para abrir espacio a las minas ha provocado la pérdida de hábitats para numerosas especies. La Guajira, hogar de ecosistemas únicos, enfrenta una disminución en la diversidad biológica debido a la destrucción de suelos.

Las operaciones mineras de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, generan un impacto ambiental severo en el aire, el agua y el suelo, exacerbando los problemas de salud pública y reduciendo la calidad de vida de las comunidades locales. Aunque estas actividades contribuyen significativamente a la economía nacional, es imperativo implementar medidas más estrictas de mitigación y restauración ambiental. Se recomienda realizar auditorías ambientales más frecuentes, promover tecnologías limpias y garantizar la participación activa de las comunidades afectadas en la toma de decisiones.

Impactos en la salud

Enfermedades Respiratorias.

La exposición continua al polvo de carbón y sílice generado por las operaciones mineras afecta significativamente la salud respiratoria de las comunidades cercanas. Estas partículas finas, particularmente el material particulado PM10 y PM2.5, pueden penetrar profundamente en los pulmones, causando o agravando enfermedades como:

Asma. Incremento en la prevalencia de ataques de asma en niños y adultos. Un estudio de la Universidad de La Guajira (2021) registró un aumento del 30% en los casos de asma en comunidades cercanas a las minas en la última década.

Bronquitis crónica. Habitantes expuestos al polvo reportan tos persistente y dificultad para respirar. En el corregimiento de Tamaquito II, se documentó que el 45% de los adultos mayores padece bronquitis crónica.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Las emisiones de carbón y sílice aumentan el riesgo de desarrollar esta enfermedad debilitante.

Estadísticas locales. Según datos de Corpoguajira (2020), el 60% de las consultas médicas en comunidades cercanas a las minas corresponden a enfermedades respiratorias relacionadas con la contaminación del aire. Además, se reportó una mortalidad prematura del 15% atribuible a la contaminación por material particulado.

Otros efectos en la salud

Problemas Dermatológicos. La exposición al agua contaminada con metales pesados, como mercurio y cadmio, genera afecciones cutáneas en las comunidades, generando brotes, piel reseca y agrietamiento de la misma.

Alteraciones en la salud mental: La tensión constante por el impacto ambiental y los conflictos sociales ha incrementado los casos de ansiedad y depresión. Un informe de la Defensoría del Pueblo (2022) señala que el 25% de los habitantes en áreas mineras muestra síntomas de estrés postraumático.

Impactos sociales

Desplazamiento de Comunidades

El establecimiento de minas a cielo abierto en Albania ha generado un desplazamiento significativo de comunidades indígenas Wayuu y campesinas.

Estas comunidades han sido reubicadas en condiciones muchas veces precarias, lo que afecta su identidad cultural y modos de vida.

Estudio de Caso

La comunidad de Tabaco fue desplazada en 2001 debido a la expansión de la mina El Cerrejón, por lo que, pese a las promesas de la empresa de proveer viviendas y compensaciones justas, investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia (2020) indican que el 70% de los habitantes reubicados enfrenta dificultades económicas y falta de acceso a servicios básicos.

Impacto en los modos de vida

Pérdida de Actividades Tradicionales

La minería ha alterado los ecosistemas que sustentan la agricultura y la pesca, actividades clave para las comunidades Wayuu, teniendo en cuenta las afectaciones que se presentan en el suelo y el agua. Razón por la cual en las últimas décadas esta comunidad ha tenido que modificar sus actividades principales de sustento para poder subsistir.

Conflictos Sociales

La competencia por los recursos hídricos entre las empresas mineras y las comunidades locales ha generado tensiones que frecuentemente derivan en protestas. Según el Centro de Investigación y Educación Popular (CINEP), se registraron más de 40 conflictos sociales relacionados con la minería en La Guajira entre 2015 y 2021.

Afectaciones Culturales

La minería también ha afectado la cosmovisión de las comunidades indígenas Wayuu, quienes consideran que las actividades extractivas desarmonizan su relación espiritual con la naturaleza. Además, la fragmentación de sus territorios ha debilitado las estructuras de organización comunitaria.

Los impactos en la salud y sociedad derivados de las operaciones mineras de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, representan un desafío para el desarrollo sostenible de la región. Es urgente implementar estrategias que prioricen la salud de las comunidades y la preservación de sus modos de vida, garantizando una mayor responsabilidad social por parte de las empresas mineras.

El Cerrejón, sus Actividades y sus Responsabilidades

El Cerrejón es una mina de carbón a cielo abierto ubicada en Colombia. Es una de las mayores minas de carbón a cielo abierto del mundo y ha estado en operación desde hace varias décadas. Como cualquier empresa minera, el Cerrejón tiene una serie de actividades relacionadas con la extracción y procesamiento del carbón. Estas actividades incluyen la remoción de grandes cantidades de tierra y roca para acceder al yacimiento de carbón, la extracción y transporte del

carbón extraído, y el procesamiento del mismo para su posterior venta y exportación. El Cerrejón también está involucrado en la logística de transporte, utilizando trenes y puertos para exportar el carbón a clientes en todo el mundo.

En cuanto a las responsabilidades del Cerrejón, hay varios aspectos que se deben tener en cuenta. En primer lugar, la empresa tiene la responsabilidad de garantizar la seguridad de sus trabajadores y de la comunidad local. Esto implica implementar medidas de seguridad en el lugar de trabajo y cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales de salud y seguridad laboral.

Otra responsabilidad clave del Cerrejón es mitigar los impactos ambientales de sus operaciones. Esto incluye implementar medidas para reducir la contaminación del aire y del agua, minimizar la destrucción de los ecosistemas locales y la pérdida de biodiversidad, y asegurarse de que los residuos generados por la mina sean gestionados de manera segura y responsable. “Si bien es cierto que la empresa contamina, también busca mecanismo para salvaguardar aspectos ambientales y sociales de grupos de interés en lugares propios de operación de la empresa” (Sierra & Cardona, 2018, pág. 25). En concordancia, con esto el Cerrejón tiene la responsabilidad de cumplir con las leyes y regulaciones ambientales establecidas por el gobierno colombiano y otras autoridades competentes. Esto implica obtener los permisos y licencias necesarios para operar la mina y adherirse a las normas y estándares establecidos para proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

Es importante destacar que el Cerrejón ha sido objeto de críticas y controversias en relación con sus actividades y sus responsabilidades. Algunas organizaciones y comunidades han expresado preocupación por los impactos ambientales y sociales de la mina, y han instado a la empresa a mejorar sus prácticas y aumentar la transparencia en sus operaciones.

Es importante destacar que muchas empresas mineras implementan medidas de

mitigación y regulaciones ambientales para reducir los impactos negativos de la minería de carbón a cielo abierto. Sin embargo, aún persisten desafíos en términos de cumplimiento y supervisión efectiva de estas medidas.

En resumen, la minería de carbón a cielo abierto tiene implicaciones significativas en el medio ambiente y en la salud humana. Es fundamental considerar estos impactos al tomar decisiones sobre la explotación de recursos naturales y buscar alternativas más sostenibles y menos perjudiciales para el entorno y las comunidades locales.

Acciones para Contener al Máximo el Polvo de Carbón y Sílice Medidas Implementadas por el Cerrejón

La compañía minera El Cerrejón, una de las mayores explotadoras de carbón a cielo abierto en el mundo, ha adoptado varias estrategias para mitigar los impactos ambientales y sociales en La Guajira. Estas medidas están enfocadas en controlar la emisión de polvo, minimizar la contaminación del agua y recuperar las áreas impactadas.

Control del Polvo

Uso de Aspersores de Agua

El Cerrejón emplea sistemas de riego con aspersores en las vías internas y las áreas de operación para reducir la generación de polvo. Se estima que el sistema cubre más de 150 kilómetros de vías internas diariamente.

Barreras Vegetales

Se han sembrado franjas de vegetación en los límites de las minas para atrapar el material particulado y reducir su propagación.

Monitoreo de Calidad del Aire

La empresa mantiene estaciones de monitoreo para medir los niveles de material particulado (PM10 y PM2.5) en tiempo real.

Efectividad. Un informe de Corpoguajira (2021) indica que las concentraciones de PM10 en las zonas cercanas han disminuido un 15% desde la implementación de estas medidas. Sin embargo, aún superan los límites establecidos por la normativa ambiental en varias comunidades.

Limitaciones. La aspersion de agua no es efectiva durante las temporadas secas, cuando el agua es un recurso escaso y teniendo en cuenta las fuertes temperaturas presentadas en la zona, las cuales ocasionan la rápida evaporación del riego y, por otro lado, los fuertes vientos que facilitan la dispersión rápida de las partículas.

Las barreras vegetales tardan varios años en crecer lo suficiente para ser funcionales, además las condiciones adversas de temperaturas y escases de agua pueden influir en la muerte de las plantas por lo que se requeriría una resiembra y eso retrasaría el proceso de crecimiento de las barreras.

Manejo del Agua

Tratamiento de Aguas Residuales.

La empresa ha instalado plantas de tratamiento para reducir la descarga de metales pesados y otros contaminantes en el río Ranchería.

Desviación de Cauces.

Se han realizado obras para desviar el cauce del río en áreas de explotación, garantizando que las comunidades aguas abajo sigan recibiendo recursos hídricos.

Efectividad. Un estudio del Instituto Humboldt (2022) reportó una reducción de la concentración de mercurio en el río Ranchería, aunque los niveles aún no cumplen con los estándares internacionales.

Limitaciones. Las desviaciones de cauces han generado conflictos con comunidades indígenas que dependen cultural y económicamente de los ríos, afectándose su identidad cultural.

La sobreexplotación de acuíferos continúa afectando el balance hídrico de la región.

Restauración Ambiental

Reforestación

Se ha llevado a cabo la plantación de especies nativas en áreas mineras abandonadas.

Rehabilitación de suelos

La empresa utiliza técnicas de enmienda de suelos para recuperar la fertilidad en las zonas impactadas.

Efectividad

La reforestación ha permitido recuperar más de 3,000 hectáreas desde 2015.

Sin embargo, el éxito de estas iniciativas depende de largos periodos de tiempo y condiciones climáticas favorables.

Buenas prácticas de otras regiones mineras

Australia: Minas de carbón de Hunter Valley

Coberturas temporales: En Hunter Valley, las empresas mineras utilizan cubiertas plásticas biodegradables sobre montones de carbón expuesto para minimizar la dispersión de polvo.

Tecnologías de filtrado: Empleo de sistemas avanzados de filtración para capturar material particulado durante las explosiones.

Adaptación local: Estas tecnologías podrían ser adoptadas en El Cerrejón para mejorar el control del polvo en zonas de alta emisión.

Sudáfrica: Minas de Mpumalanga

Participación comunitaria: Las empresas mineras en Mpumalanga involucran a las comunidades en programas de monitoreo ambiental, aumentando la transparencia y la confianza.

Programas de compensación: Se ofrecen paquetes de compensación equitativos para las comunidades desplazadas, incluyendo formación laboral y acceso a servicios básicos.

Adaptación local: La inclusión de las comunidades Wayuu en el monitoreo ambiental podría aumentar la legitimidad de las operaciones mineras en La Guajira.

Canadá: Minas de Alberta

Restauración acelerada: En Alberta, se utilizan drones para sembrar grandes extensiones de tierra con especies nativas, acelerando la restauración del ecosistema.

Adaptación local: La implementación de tecnologías como drones podría optimizar los

programas de reforestación en La Guajira.

Tabla 2 *Comparativa de Estrategias.*

Tabla correspondiente a las diferentes estrategias implementadas en las minas a cielo abierto.

Estrategia	Implementación en El Cerrejón	Buenas prácticas en otras regiones	Potencial de adaptación local
Control de polvo	Aspersores y barreras vegetales	Coberturas temporales y filtrado	Alto
Control de polvo	Aspersores y barreras vegetales	Coberturas temporales y filtrado	Alto
Manejo del agua	Tratamiento de aguas residuales	Participación comunitaria	Moderado
Restauración ambiental	Reforestación y rehabilitación	Uso de drones	Alto
Participación comunitaria	Limitada	Transparencia en Sudáfrica	Alto

Conclusión

Aunque El Cerrejón ha implementado estrategias para mitigar los impactos ambientales, estas tienen limitaciones significativas en cuanto a su efectividad y alcance, lo cual no permite una mitigación óptima de los impactos ambientales generados, esto, supone que las estrategias implementadas son superadas por el efecto negativo que la empresa genera con sus operaciones. La incorporación de buenas prácticas de otras regiones mineras podría fortalecer las iniciativas locales, especialmente en el control de polvo, manejo de agua y restauración ambiental. Además, es esencial aumentar la participación de las comunidades en la planificación y ejecución de estas estrategias para garantizar un desarrollo sostenible en La Guajira.

Enfoque de sostenibilidad

La minería a cielo abierto, aunque esencial para satisfacer la demanda global de recursos minerales, plantea retos significativos para la sostenibilidad ambiental y social. Según lo establece la Cumbre de Desarrollo Sostenible (2015) en los Objetivos de Desarrollo Sostenible formulados, especialmente su objetivo 11 relacionado con ciudades y comunidades sostenibles, pretende “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (Unidas, 2023), por lo tanto, las empresas juegan un papel importante para el cumplimiento de dicho objetivo mediante la inclusión de prácticas que garanticen una gestión sostenible en los procesos productivos que llevan a cabo y que afectan a las comunidades y el entorno. En el contexto de Albania, La Guajira, explorar alternativas sostenibles para esta actividad es crucial para mitigar sus impactos negativos y fomentar un desarrollo que equilibre las dimensiones económica, ambiental y social. Esta sección evalúa prácticas sostenibles implementadas en otros contextos, su viabilidad para la región y las implicaciones de una transición hacia métodos menos invasivos.

Alternativas Sostenibles en la Minería

Minería Subterránea Controlada.

Este enfoque reduce el impacto visual y la alteración de la superficie terrestre al limitar las operaciones a capas subterráneas. Aunque más costosa, es menos disruptiva para los ecosistemas superficiales y las comunidades.

Ventajas

Minimiza la deforestación y la pérdida de biodiversidad, mitigando el impacto ambiental generado, lo cual disminuye los costes de restauración.

Reduce significativamente la emisión de polvo.

Limitaciones

Requiere una inversión inicial alta.

Peligros asociados con la seguridad de los trabajadores.

Tecnologías de minería limpia

El uso de tecnologías limpias ha tenido gran auge en las empresas en las últimas décadas, debido a la preocupación generada por el cambio climático y calentamiento global que viene sufriendo el planeta, razón por la que han optado por la implementación de acciones y uso de herramientas y equipos que disminuyan sus impactos (Sanchez & Juvinao, 2020). Las tecnologías limpias en el sector minero incluyen el uso de maquinaria con menores emisiones y procesos que minimizan los desechos tóxicos, como la tecnología de lixiviación ecológica.

Ventajas:

Reduce la contaminación de agua y suelo.

Mayor eficiencia en la extracción de minerales.

Limitaciones:

Requiere capacitación especializada para que los trabajadores aprendan a utilizar dichos equipos y maquinaria adoptada.

Tecnologías no siempre accesibles para regiones remotas, en cuanto a costos y disponibilidad.

Reutilización de Desechos Mineros.

Según lo relatan González, et al (2024) en su estudio, la industria de la construcción cada día busca estrategias innovadoras con un enfoque ecológico, lo cual los lleva a utilizar materiales ya existentes, que pueden conseguirse a un menor costo siempre y cuando cuenten con ciertos requerimientos de calidad (p. 76). La gestión de residuos mineros puede incluir su transformación en materiales de construcción, reduciendo el volumen de desechos acumulados, al utilizar materiales de desecho que presenten características similares a los que se usan en la construcción regularmente.

Ventajas:

Promueve la economía circular al aprovechar los residuos generados en una actividad como materia prima en otro sector productivo.

Disminuye la huella ambiental de los residuos.

Limitaciones:

Mercado limitado para los materiales secundarios.

Costos logísticos.

Energías Renovables en Operaciones Mineras.

Sustituir fuentes de energía fósil por renovables (solar, eólica) para alimentar las operaciones mineras. El uso de energías renovables le permite a la empresa minera cumplir con los ODS, en especial el No. 7: Energía Asequible y no contaminante y el ODS No. 9

que promueve el fomento de la industrialización Sostenible; con ello, la empresa estaría contribuyendo al desarrollo sostenible que se quiere alcanzar a nivel mundial según lo establecido en la Agenda de Desarrollo Sostenible del año 2015. Según Cobacango (2022), las energías renovables surgen como una alternativa para las empresas y la población encaminada a cooperar con el objetivo de reducción de los Gases Efecto Invernadero que provocan el cambio climático en el planeta. En el caso del municipio de Albania, esta es una alternativa factible teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona, ya que cuenta con vientos propicios para la implementación de energía eólica y suficiente radiación solar para el uso de energía fotovoltaica.

Ventajas:

Reducción directa de emisiones de CO₂.

Disminución del costo operativo a largo plazo.

Limitaciones:

Necesidad de infraestructuras avanzadas.

Dependencia de condiciones climáticas.

Análisis de la Viabilidad en Albania, La Guajira

La implementación de alternativas sostenibles en Albania enfrenta desafíos relacionados con las condiciones geográficas, económicas y sociales de la región. Sin embargo, también ofrece oportunidades para avanzar hacia un modelo más sostenible. A continuación, se presenta una tabla comparativa que analiza estas alternativas:

Tabla 3 Alternativas.

Propuesta sobre alternativas sostenibles en minería a cielo abierto

Alternativa	Impacto Ambiental	Impacto Social	Viabilidad Económica	Recomendación
Minería subterránea	Alto	Moderado	Bajo	Implementar en zonas sensibles ecológicamente
Tecnologías de minería limpia	Alto	Moderado	Moderado	Invertir en capacitación y tecnología.
Reutilización de desechos	Moderado	Alto	Moderado	Fomentar alianzas con industrias locales.
Energías renovables	Alto	Moderado	Alto	Incorporar gradualmente en todas las operaciones.

Transición Hacia Prácticas Menos Invasivas

La transición hacia prácticas mineras sostenibles requiere un compromiso conjunto entre las empresas mineras, el gobierno y las comunidades locales. A continuación, se describen algunas estrategias clave:

Políticas Públicas

Implementar incentivos fiscales para las empresas que adopten tecnologías limpias.

La promoción de incentivos favorece la implementación de minería responsable, por lo que

los gobiernos deben establecer mecanismos y herramientas que motiven a las empresas a enfocarse en un ámbito de sostenibilidad, lo cual beneficia a la población al garantizar una disminución en los impactos ambientales.

Regular estrictamente las prácticas de gestión de residuos y emisiones. Si bien es cierto en el país existen regulaciones normativas y autoridades ambientales para hacer cumplir dicha regulación, se debe hacer énfasis en la vigilancia de estos impactos, de forma tal que se cumpla con los parámetros establecidos en emisiones atmosféricas y se realice una disposición adecuada de los residuos generados que minimicen el impacto al suelo y por otro lado a la calidad del aire y la salud de la población.

Capacitación y Educación

Diseñar programas de formación para trabajadores y comunidades sobre prácticas sostenibles. Es relevante que los trabajadores conozcan las estrategias de gestión ambiental que manejan las empresas mineras, para que éstos se conviertan en actores esenciales para el cumplimiento de las medidas ambientales que permitan mitigar los posibles impactos ambientales que esta práctica pueda ocasionar. Por otro lado, la comunidad debe tener amplio conocimiento en prácticas sostenibles, no solo para que puedan aplicarlas en su vida cotidiana, sino para que puedan convertirse en veedores que vigilen el cumplimiento de la gestión ambiental de las empresas mineras, como principales actores afectados por esta práctica. Es importante en ambos crear una conciencia ambiental que garantice el desarrollo sostenible en el entorno donde se encuentra la práctica minera y ellos inmersos.

Incluir módulos de minería sostenible en instituciones académicas locales. Se requiere entonces que las instituciones educativas y de educación superior con asiento en la zona, impartan a sus estudiantes una cátedra de minería sostenible que les permita conocer como es el proceso minero y que prácticas ambientales debe implementar la empresa en la zona a fin de garantizar su sostenibilidad.

Participación Comunitaria

Garantizar la inclusión de las comunidades Wayuu en los procesos de toma de decisiones. Las comunidades deben ser tenidas en cuenta por las empresas para garantizar la participación de las mismas en los procesos sociales que desarrolle la empresa para analizar las prácticas que se vienen desarrollando. Las comunidades son los principales concedores de los territorios, por lo que proporcionan una visión sistémica e integral del entorno de forma tal que se tomen decisiones partiendo de los requerimientos, necesidades y posibles afectaciones que pueda presentar el territorio y que ellos conocen de primera mano.

Establecer mesas de diálogo para resolver conflictos y planificar proyectos sostenibles. Como se mencionó en el ítem anterior, las comunidades son elemento principal, ya que conocen su territorio, por lo que les permite tener una opinión clara que puede servir al momento de que se requiera realizar el diseño de proyectos sostenibles que vayan a ser implementados en el territorio. De igual forma, las mesas de dialogo son un espacio de interacción y conocimiento entre la empresa y la comunidad que le permiten conocer sus percepciones y resolver las dudas, inquietudes y posibles diferencias que puedan surgir entorno a la práctica minera.

Investigación y Desarrollo

Fomentar estudios sobre alternativas tecnológicas aplicables al contexto local. La investigación es una herramienta fundamental generadora de nuevo conocimiento partiendo de problemáticas encontradas o de mejorar los procesos existentes. En la práctica minera a cielo abierto, la investigación puede jugar un rol elemental, al estudiar a fondo demás alternativas que fomenten el desarrollo de sus actividades, utilizando tecnología que minimice los impactos ambientales, promoviendo la innovación tecnológica y la sostenibilidad en la localidad.

Promover la colaboración con universidades y centros de investigación. Los estudiantes pueden ayudar, aportando sus conocimientos en la práctica, permitiéndoles desarrollar estudios que brinden soluciones y alternativas viables y aplicables en la zona.

La sostenibilidad en la minería de carbón a cielo abierto es un objetivo alcanzable si se priorizan las alternativas tecnológicas y sociales que minimicen los impactos negativos sobre el medio ambiente y las comunidades. En Albania, La Guajira, adoptar prácticas sostenibles podrían mejorar la calidad de vida de las comunidades locales, proteger los recursos naturales y garantizar la viabilidad económica a largo plazo de las operaciones mineras, teniendo en cuenta que se contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se realiza una gestión eficiente de los recursos naturales y se da cumplimiento a los requerimientos ambientales establecidos por las autoridades competentes. Las alternativas presentadas ofrecen una hoja de ruta para avanzar hacia una minería más responsable y alineada con los principios del desarrollo sostenible.

Conclusiones

La minería de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, constituye una actividad de vital importancia para la economía nacional de Colombia, al mismo tiempo que representa uno de los mayores desafíos en términos de sostenibilidad ambiental, social y económica. A través del análisis realizado, se evidencia que este tipo de explotación minera genera impactos significativos que afectan no solo el medio ambiente, sino también la salud y el bienestar de las comunidades locales, particularmente las poblaciones indígenas Wayuu.

Desde una perspectiva ambiental, las actividades de minería a cielo abierto alteran profundamente los ecosistemas locales y la deforestación, la contaminación de fuentes hídricas, la emisión de material particulado y gases tóxicos contribuyen al deterioro de los recursos naturales y ponen en peligro la biodiversidad de la región, en donde la contaminación del agua por metales pesados, como mercurio y cadmio, tiene implicaciones graves para la salud pública y la seguridad alimentaria, afectando especialmente a las comunidades que dependen del río Ranchería y otras fuentes hídricas para su sustento.

En el ámbito social, los desplazamientos forzados de comunidades enteras debido a la expansión minera han generado un impacto devastador en la estructura social y cultural de las poblaciones afectadas y la pérdida de tierras y modos de vida tradicionales, como la agricultura y la pesca, ha exacerbado la pobreza y la inseguridad alimentaria en la región, por lo que las tensiones entre las empresas mineras y las comunidades locales han dado lugar a conflictos sociales que reflejan una falta de inclusión y participación de las comunidades en los procesos de toma de decisiones.

Económicamente, aunque la minería contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) y genera empleo, los beneficios económicos no se distribuyen equitativamente entre las comunidades locales y estas, a menudo, soportan los costos ambientales y sociales de la actividad minera sin recibir una compensación adecuada. Esto

plantea serios cuestionamientos sobre la equidad y la justicia en el modelo de desarrollo minero de la región.

Ante estos desafíos, el estudio ha identificado la necesidad urgente de transitar hacia prácticas mineras más sostenibles que reduzcan los impactos negativos y promuevan un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección ambiental, en la implementación de alternativas como la minería subterránea controlada, el uso de tecnologías limpias, la reutilización de desechos mineros y la integración de energías renovables en las operaciones mineras podría marcar una diferencia significativa en el contexto local. Por lo que la inclusión activa de las comunidades afectadas en la formulación de políticas y estrategias de mitigación es esencial para garantizar una mayor legitimidad y sostenibilidad de las iniciativas.

Por otra parte, el análisis comparativo con otras regiones mineras del mundo, como Sudáfrica, Australia y Canadá, proporciona valiosas lecciones sobre cómo adaptar y aplicar buenas prácticas en La Guajira, en estas experiencias destacan la importancia de integrar políticas públicas efectivas, invertir en investigación y desarrollo, y fomentar la colaboración entre empresas, gobiernos y comunidades para abordar los retos de la minería de manera integral.

En síntesis, la minería de carbón a cielo abierto en Albania, La Guajira, presenta un panorama complejo que requiere un enfoque multidisciplinario y colaborativo para gestionar sus impactos. Si bien los desafíos son significativos, también existen oportunidades para transformar la actividad minera en un motor de desarrollo sostenible que beneficie tanto a las comunidades locales como a la economía nacional, este estudio aspira a contribuir a este objetivo al proporcionar un análisis profundo y recomendaciones prácticas que puedan guiar a las partes interesadas hacia un futuro más equitativo y sostenible para La Guajira y sus habitantes.

Referencias Bibliográficas

- Acosta , D. (2016). Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de Samacá (Boyacá), según reportes ASIS 2005-2011. Repositorio Institucional. Recuperado el 6 de 3 de 2024, de <http://hdl.handle.net/11349/4130>
- Alvares , Y., & Castro, D. (2016). Las enfermedades del desarrollo la explotación carbonífera a gran escala en Colombia. Revista de la Universidad de La Salle(70), 173-202. Recuperado el 8 de 3 de 2024, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5675244>
- Arias , A. (2016). Evaluación del impacto ambiental de la actividad minera de materiales de construcción en el municipio de Cogua Cundinamarca y su incidencia en el tratado internacional sobre biodiversidad en Colombia. Repositorio Institucional. Recuperado el 17 de 3 de 2024, de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7621>
- Cobacango Reyes, M. L. (2022). Cambio climático, energías renovables y minería: una lectura desde el ecomarxismo (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador). <http://hdl.handle.net/10644/8667>
- Contreras Mattos, N., & Cresco Prado, É. (2023). Evaluación de la calidad de aire en la mina Pribbenow, corregimiento de La Loma en el departamento del Cesar en el año 2022. Areandina. Recuperado el 21 de 04 de 2024, de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/5761/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

España, C., & Serna, M. (2016). Impacto ambiental y social de la minería a cielo abierto con maquinaria pesada en el municipio de Condoto, departamento del Chocó, a partir del año 2000. Recuperado el 15 de 2 de 2024, de <https://docs.repositoriobiocultural.org/2022/05/08/impacto-ambiental-y-social-de-la-mineria-a-cielo-abierto-con-maquinaria-pesada-en-el-municipio-de-condoto-departamento-del-choco-a-partir-del-ano-2000/>

González-de-la-Fuente, A., López-León, L. D., Volpi-León, V., Correa-Castro, Y. P., Lizárraga- Mendiola, L., & Castañeda-Robles, I. E. (2024). Utilización de residuos mineros en concreto permeable como alternativa de construcción sostenible. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/11521/10779>

Hendryx, M. (2015). Los impactos de la minería de carbón a cielo abierto en la salud pública.

The Extractive Industries and Society , 2 (4), 820-826.

<https://doi.org/10.1016/j.exis.2015.08.006>

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupa. (2019). Tema de minería: Enfermedades respiratorias. Recuperado el 04 de 25 de 2024, de CDC: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/enfermedades.html>

Rodriguez , D. (2023). Cerrejón acumuló 800 millones de toneladas de carbón desde su primera operación. Recuperado el 17 de 3 de 2024, de La republica: <https://www.larepublica.co/empresas/cerrejon-acumulo-800-millones-de-toneladas->

de- carbon-desde-su-primera-operacion-3679131

Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). Contaminación del suelo una realidad oculta. Roma. Recuperado el 21 de 04 de 2024, de [https://www.google.com.co/books/edition/La_contaminaci%C3%B3n_del_suelo_una_rea%20lidad/EjumDwAAQBAJ?hl=es-%20419&gbpv=0](https://www.google.com.co/books/edition/La_contaminaci%C3%B3n_del_suelo_una_realidad/EjumDwAAQBAJ?hl=es-%20419&gbpv=0)

Sanchez Londoño, Y. E., & Lopez Juvinao, D. D. (2020). Tecnologías limpias para la mejora de la gestión ambiental de la minería de sal. Prospectiva, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7972851>

Unidas, N. (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Vilela Pincay, W., Espinosa Encarnación, M., & Bravo González, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. revista internacional de administración(8). doi:DOI: 10.32719/25506641.2020.8.8