

---

## SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN EMPRESA MINERA DEDICADA A LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS EN ALBANIA, LA GUAJIRA

---

Rosalba Dalleth Doria Cardoso, Marcos Aurelio Mindiola Rodríguez y Danny Daniel López Juvinao

### RESUMEN

Con el fin de evaluar las condiciones previas para la sostenibilidad ambiental en una empresa minera dedicada a la explotación de agregados pétreos en Albania, La Guajira, Colombia, se llevó a cabo un estudio de tipo descriptivo, no experimental, transeccional de campo. Se identificaron las problemáticas ambientales generadas por los procesos mineros llevados a cabo para la explotación de tales agregados y se examinó la aplicación de normas ambientales, además de analizar las estrategias y

medidas de manejo ambiental como indicadores que promuevan la sostenibilidad ambiental en la empresa minera. Se concluye que, para promover la sostenibilidad ambiental en la empresa minera dedicada a la explotación de agregados pétreos, se requiere fundamentalmente tener claridad y conocimiento con respecto a la naturaleza e implicaciones de las actividades propias de las minas que los explotan, además de las responsabilidades de carácter ambiental que se derivan de sus actividades mineras.

### Introducción

La industria minera juega un papel crítico en la economía de un país y es una preocupación vital en la dimensión ambiental. Las actividades económicas basadas en recursos naturales se han expandido en gran medida en las últimas décadas tanto en países en desarrollo como en países desarrollados (Pietrobelli *et al.*, 2018). La dependencia excesiva de los recursos naturales conduce a su explotación

incontrolada y genera impactos ambientales tales como problemas climáticos, emisión de gases de efecto invernadero (GEI), alteración del ecosistema y pérdida de biodiversidad (Marimuthu *et al.*, 2021). La industria minera a menudo es criticada por las frecuentes muertes de sus trabajadores, agotamiento de recursos y prácticas insostenibles (Farjana *et al.*, 2019). Sin embargo, es imposible prohibir completamente la industria minera ya que es

un actor importante en la economía global y existe la posibilidad de llevar a cabo actividades mineras de manera sustentable con legislaciones ambientales cada vez más estrictas, que presionen a la industria minera a adoptar la sostenibilidad ambiental en sus actividades (Cesar y Jhony, 2021).

La extracción de agregados pétreos es un factor importante del desarrollo económico y la función de bienestar social en las sociedades modernas. A

medida que aumenta la demanda de agregados pétreos en la industria de la construcción, los conflictos por la disponibilidad del recurso y los impactos ambientales se vuelven más intensos (Podimata y Yannopoulos, 2015). En muchos casos, estos conflictos han generado el rechazo de la extracción de esos agregados en forma desmedida y no planificada, debido a sus impactos ambientales adversos e importantes desafíos técnicos y

---

**PALABRAS CLAVE / Medidas de Manejo Ambiental / Minería de Agregados Pétreos / Normatividad Ambiental / Planificación Ambiental / Problemática Ambiental /**

Recibido: 01/04/2021. Modificado: 24/08/2021. Aceptado: 27/08/2021.

**Rosalba Dalleth Doria Cardoso.** Ingeniera Ambiental, Universidad de La Guajira, Colombia.

**Marcos Aurelio Mindiola Rodríguez.** Ingeniero Ambiental,

Universidad de La Guajira, Colombia.

**Danny Daniel López Juvinao.** Ingeniero en Minas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctor en Ciencias

Gerenciales, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, Venezuela. Docente investigador, Universidad de la Guajira, Colombia. Dirección: Grupo de Investigación Ipaitug, Facultad

de Ingeniería, Universidad de la Guajira. Km. 5 salida a Maicao, Riohacha, Colombia. e-mail: dlopezj@uniguajira.edu.co

## ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN A MINING COMPANY DEDICATED TO THE EXPLOITATION OF STONE AGGREGATES IN ALBANIA, LA GUAJIRA

Rosalba Dalleth Doria Cardoso, Marcos Aurelio Mindiola Rodríguez and Danny Daniel López Juvinao

### SUMMARY

*In order to evaluate the preconditions for environmental sustainability in a mining company dedicated to the exploitation of stone aggregates in Albania, La Guajira, Colombia, a descriptive, non-experimental, transectional field study was carried out. The environmental problems generated by the mining processes carried out in the exploitation of such aggregates were identified and the application of environmental regulations was examined, in addition to analyzing the strategies and measures*

*of environmental management as indicators that promote environmental sustainability in the mining company. It is concluded that, to promote environmental sustainability in the mining company dedicated to the exploitation of stone aggregates it is required, fundamental, to have clarity and knowledge regarding the nature and implications of the activities of the mines that exploit them, in addition to the responsibilities of an environmental nature that derive from its mining activities.*

## SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM UMA MINERADRA DEDICADA À EXPLORAÇÃO DE AGREGADOS PÉTREOS EM ALBÂNIA, LA GUAJIRA, COLÔMBIA

Rosalba Dalleth Doria Cardoso, Marcos Aurelio Mindiola Rodríguez e Danny Daniel López Juvinao

### RESUMO

*Com a finalidade de avaliar as condições prévias para a sustentabilidade ambiental em uma empresa de mineração dedicada à exploração de agregados pétreos em Albânia, La Guajira, Colômbia, foi realizado um estudo de tipo descritivo, não experimental, transversal de campo. Identificaram-se os problemas ambientais gerados pelos processos de mineração realizados para a exploração desses agregados e foi examinada a aplicação de normas ambientais, além de ser analisadas as estratégias*

*e medidas de gestão ambiental como indicadores que promovem a sustentabilidade ambiental na empresa de mineração. Conclui-se que, para promover a sustentabilidade ambiental na empresa de mineração dedicada à exploração de agregados pétreos, é requerido fundamentalmente ter clareza e conhecimento no relacionado à natureza e implicações das atividades próprias das minas exploradas, além das responsabilidades de caráter ambiental derivadas de suas atividades de mineração.*

tecnológicos (Bayram y Önsoy, 2014; Haghazari *et al.*, 2020).

En cuanto al tema de la sostenibilidad, cabe destacar que en Colombia la disposición general de la ley 685 de 2001 (Código de Minas) indica que la explotación de los recursos mineros es para satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos, y que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país (Ramírez-Rojas, 2008). Sin embargo, el incumplimiento de lo establecido en los proyectos mineros en cuanto a legislación ambiental ha propiciado, en ocasiones, que los terrenos explotados no sean adecua-

damente rehabilitados al cesar las labores de minería (Watson 2008).

En La Guajira colombiana, las empresas de agregados pétreos están bajo una inmensa presión debido a la explotación desmedida de estos minerales y la falta de planificación en sus operaciones mineras que han generado diversos impactos ambientales adversos. En este estudio, se evalúa la sostenibilidad ambiental en una empresa minera dedicada a la explotación de agregados pétreos (gravas, arenas, arcillas y triturados) en la ciudad de Albania, donde los problemas e impactos ambientales en su área de influencia están relacionados con la modificación del medio paisajístico en donde realizan deforestación de árboles y alteración del sistema montañoso para ampliar las concesiones de la zona y ejecutar sus

actividades, con la afectación del aire provocada por la emisión de material particulado y GEI en actividades tales como la trituración y cribado de los agregados, y con la afectación del ecosistema hídrico a través de la modificación de la morfología y la erosión de los bancos y lechos del río.

En este sentido, la industria minera dedicada a la explotación de agregados pétreos en Albania, La Guajira, debe incorporar medidas sostenibles dentro de sus procesos mineros. Las evidencias anteriores indican que esta actividad minera trae consecuencias graves al ambiente, si no se les da un manejo adecuado que ayude a minimizar los riesgos que pueda producir. Por tal razón, en este estudio se identifican y priorizan los impactos ambientales en esta empresa y se diseñaron medidas de manejo

ambiental conforme a la legislación ambiental, que contribuyen con el cuidado y protección del medio ambiente.

### Materiales y Métodos

El diseño de la investigación se enmarca en un diseño no experimental, de tipo descriptivo, de diseño transversal y de campo; es decir, la investigación se desarrolló sobre los hechos y no se manipuló la variable por parte los investigadores, siendo ejecutada en un solo momento o tiempo único de observación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Como fuente de información se utilizó la observación en campo y la revisión documental (Echavarría, 2010).

La técnica de recolección de información por medio de fuentes directas se realizó a

través de un cuestionario (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), con un modelo de pregunta y respuesta abierta para analizar la situación ambiental en la mina. La investigación en la empresa se realizó mediante la observación en campo de indicadores y sus criterios de evaluación, que se muestran en la Tabla I. Además, se realizó una priorización de impactos ambientales teniendo en cuenta los siguientes criterios cualitativos, reportados por Viloria-Villegas *et al.* (2018) y López *et al.* (2020):

*Actividad de prioridad alta:* se requieren medidas prioritarias urgentes para la prevención, mitigación, control, restauración y/o compensación del impacto ambiental generado y se asigna un color rojo.

*Actividad de prioridad media:* se requieren medidas de manejo del impacto; sin embargo, estas no son prioritarias y se asigna un color naranja.

*Actividad de prioridad baja:* las medidas no son prioritarias y se asigna un color amarillo.

El escenario minero se observa en el mapa (Figura 1) realizado con el software QGIS 3.12.3. La población del estudio estuvo constituida por los trabajadores, gerente y comunidades aledañas a la empresa, que forma parte del sector minero de agregados pétreos en Albania, La Guajira (Tabla II). La población en la presente investigación se tipificó como finita, en donde todos los integrantes son conocidos, pudiendo ser identificados y listados por el investigador en su totalidad (Arias, 2012).

Con el objeto de efectuar la validación de la investigación se tuvo en cuenta el criterio de consulta técnica a cinco expertos en las áreas de metodología de la investigación, en ciencias ambientales y minería de agregados pétreos, evaluando que el instrumento fuese pertinente con relación a su alcance, contenido, efectividad, coherencia y redacción, entre otros. Atendiendo a estas consideraciones, la confiabilidad de esta investigación no es medida, por cuanto este estudio está

TABLA I  
INDICADORES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL ESTUDIO

Indicadores	Criterio de evaluación
Problemas ambientales	Se evalúa los impactos ambientales y el sistema de gestión ambiental dentro de la empresa.
Legislación ambiental	Se evalúa el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y políticas ambientales internas de la empresa
Medidas ambientales	Se proponen estrategias para prevenir, controlar, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados a los componentes ambientales (agua, aire, suelo y biodiversidad), por la empresa

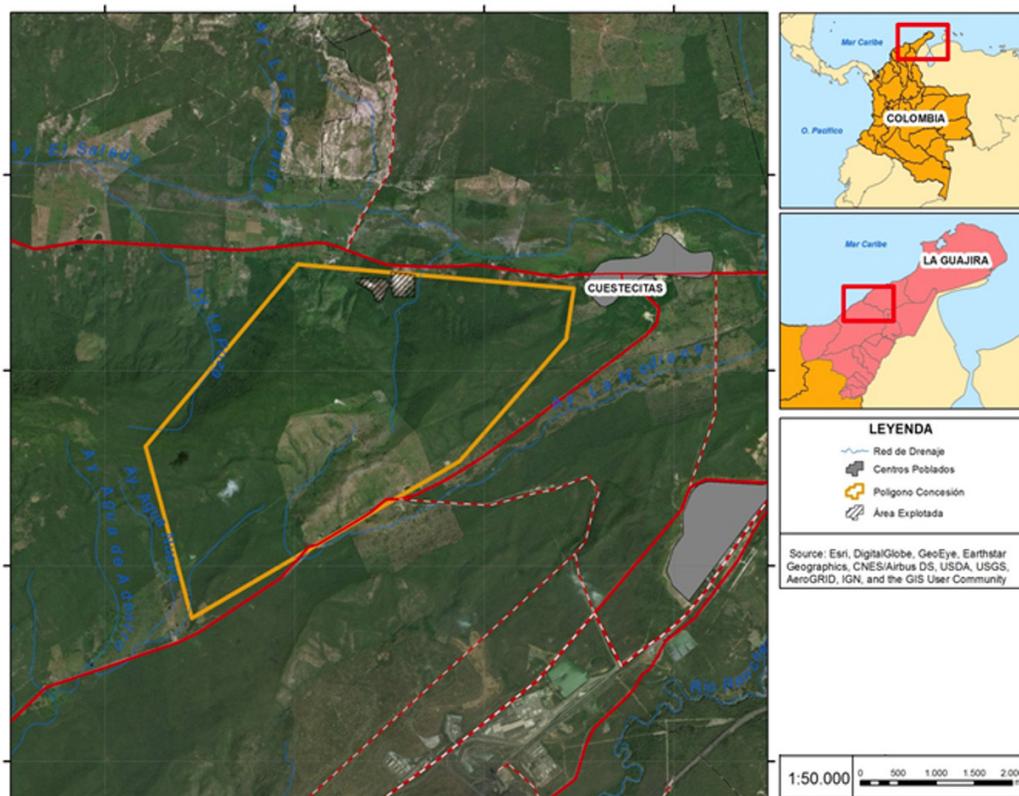


Figura 1. Escenario minero de empresa de agregados pétreos en Albania, La Guajira.

sujeto a criterios propios como investigadores tanto en la observación en campo como para la selección de material documental; en su virtud, el instrumento fue evaluado por expertos, quienes determinaron su confiabilidad al momento de recolectar información de interés.

### Resultados y Discusión

En cuanto a los problemas ambientales, la empresa maneja entornos que tienen diferentes niveles de actuación, desde la

parte administrativa hasta las áreas donde se desarrolla o proporciona el producto o servicio, procesos que necesitan del

aprovechamiento de los recursos naturales y que en gran medida causan impactos ambientales negativos. En la

TABLA II  
TRABAJADORES, GERENTE Y COMUNIDAD ALEDAÑA A LA EMPRESA, EN ALBANIA, LA GUAJIRA

Vinculación a la empresa	Cantidad
Gerencia	1
Trabajadores	11
Comunidad aledaña	37
Población total	49

Figura 2 se muestra los principales problemas ambientales generados para la extracción y explotación de agregados pétreos en Albania, La Guajira.

Con base a la observación estructurada de la panorámica general de la empresa objeto de estudio y la revisión de la gestión ambiental en las actividades mineras, se pudo identificar los impactos ambientales producidos. En la Figura 3 se muestra la priorización de los problemas ambientales, el componente ambiental afectado y los impactos ambientales generados en sus procesos y/o actividad minera.

Estos impactos coinciden con los reportados por Jatib *et al.* (2011), quienes evaluaron el impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de materiales de construcción, en el que identificaron los impactos ambientales producidos por las acciones de desbroce, destape y extracción, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento; así como la interacción entre estas acciones y los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje e infraestructura).

La empresa minera cuenta con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) del año 2016, el cual propone unas medidas de manejo ambiental adoptadas en forma de fichas ambientales para cada actividad desarrollada, entre las cuales cabe mencionar: transporte interno del material, manejo de emisiones atmosféricas y sólidos suspendidos, programa de

manejo de interacciones con la comunidad local, programa para la carga y descarga del material, programa de monitoreo ambiental, almacenamiento y manejo de sustancias líquidas, manejo de residuos sólidos, entre otros. A través de la

observación realizada en campo se encontró que en la práctica estas medidas de manejo no son aplicadas ni desarrolladas de la mejor manera.

En este sentido se precisa que se debe desarrollar y aplicar un PMA acorde a los impactos ambientales generados en busca de mejoras en la calidad ambiental y social. Por ejemplo, Oca-Risco *et al.* (2014) aplicaron un PMA para la minería de agregados pétreos, donde analizaron los factores que influyen en la elección de los usos de recuperación del área minada y elaboraron un procedimiento que consta de cinco etapas principales: identificación y caracterización de las áreas degradadas, planificación de la recuperación, ejecución de la recuperación, monitoreo y seguimiento de la

recuperación, cierre de la minería y consolidación del uso del suelo. Con la elaboración de este procedimiento demostraron que se puede mejorar la calidad ambiental y social en la zona afectada por la minería de agregados pétreos.

Dentro de los requisitos de la legislación ambiental, para la puesta en marcha la minería de este tipo de agregados se encuentra el trámite de solicitud de permisos ambientales, tales como: permiso de aprovechamiento forestal, permiso de ocupación de cauces o lechos de corrientes o depósitos de agua, concesión de aguas superficiales, vertimientos de residuos líquidos y permiso de emisiones atmosféricas.

En este sentido, la empresa reporta que cuenta con los permisos ambientales sujeto a lo

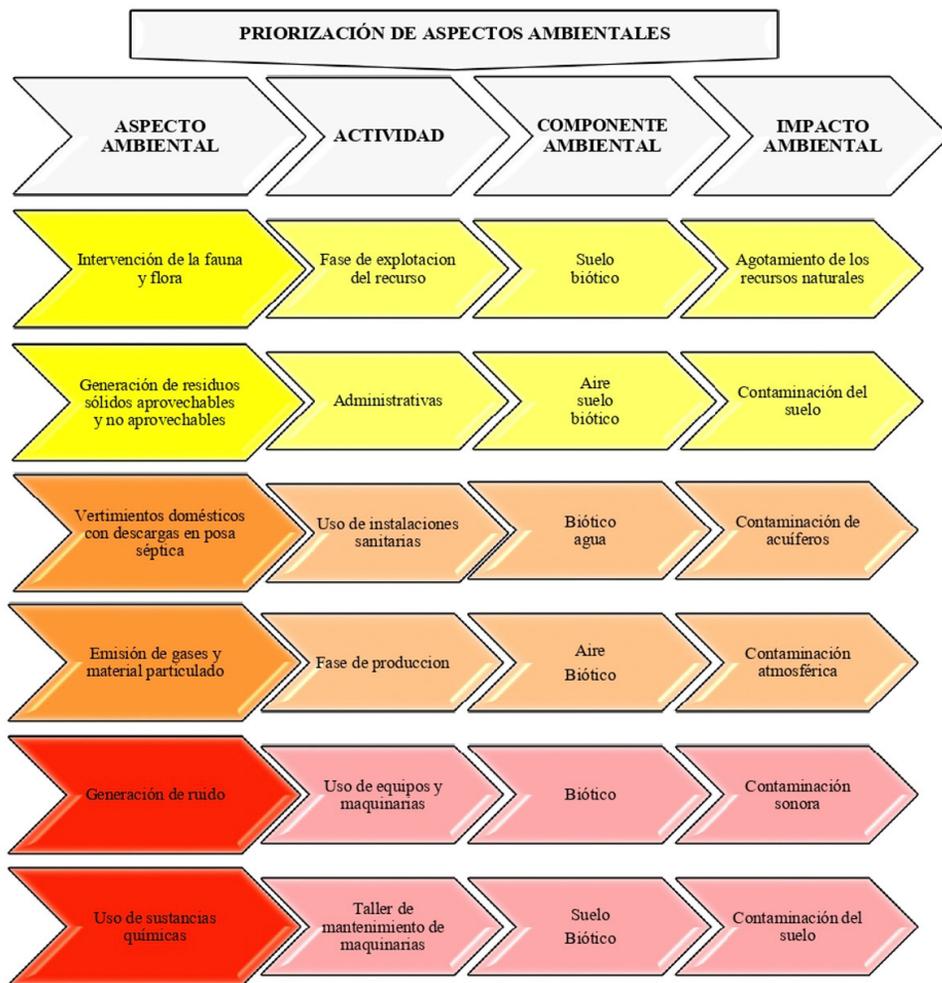


Figura 3. Priorización de problemas ambientales en la minería de agregados pétreos en Albania, La Guajira.

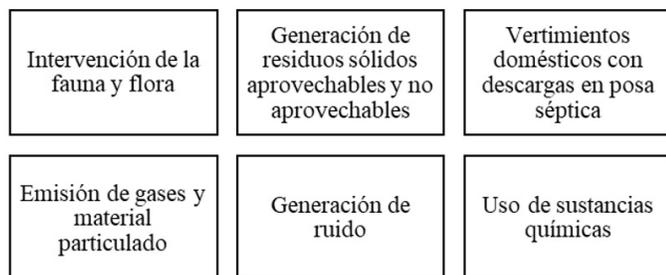


Figura 2. Problemas ambientales asociados a la minería de agregados pétreos en Albania, La Guajira.

establecido para su operación; sin embargo, una vez realizada la visita de campo se logró evidenciar que la empresa no cumple en su totalidad con los permisos ambientales. En lo referido al permiso de emisiones atmosféricas acorde a lo estipulado en la resolución 909 de 2008 sobre las emisiones atmosféricas, se evidenció a través de la observación y el cuestionario aplicado que ni la empresa ni las autoridades ambientales miden los niveles de emisión de material particulado en el área de influencia de la mina. Se observó que la contaminación del aire está relacionada con la suspensión de material particulado causado por el tráfico de camiones por caminos no pavimentados, por la actividad de remoción de la cobertura vegetal y zonas donde se presentan grandes superficies desprovistas de vegetación. También, se destaca la emisión de partículas muy finas relacionadas con la planta de concreto móvil semi-compacta. Además, los vehículos utilizan combustibles fósiles y al momento de operación o funcionamiento de estos se emiten GEL. Estas emisiones a la atmósfera generan implicaciones en la calidad del aire, la salud de los trabajadores y comunidades cercanas a la mina y el posible incumplimiento de la normativa colombiana (Rojano *et al.*, 2013).

Por otro lado, la Resolución 0627 del 2006 regula la emisión de ruido y ruido ambiental, y obliga a este tipo de empresas a presentar un estudio de este último. La empresa dentro de su gestión no presenta evidencia de la realización o existencia de este estudio, a pesar de que la autoridad ambiental, bajo Resolución No. 893 del 22 de mayo de 2017 obliga a presentar el estudio. La empresa no cuenta con información cuantitativa y cualitativa de los impactos generados por la emisión de ruido y ruido ambiental en las instalaciones de la mina y su área de influencia. En las visitas de campo se identificaron en la mina fuentes de ruido tales como: el descapote de la cobertura vegetal por parte de

la maquinaria pesada, el proceso de triturado del material donde se emplea maquinaria especializada, operación de carga y descarga de material pétreo, y el flujo vehicular de la mina, que es permanente y provoca que se genere un aumento significativo de los niveles de ruido. Se recomendó a la empresa realizar un mapa de ruido ambiental de la mina y el área de influencia de la empresa, y que este sea anexado dentro del estudio de ruido ambiental.

En cuanto, al permiso de aprovechamiento forestal estipulado en la ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 de 2015, se observó en campo la pérdida de cobertura vegetal y la afectación del paisaje, debido a que en las zonas donde se explota

los agregados pétreos presentan poca cobertura vegetal. Asimismo, a través del cuestionario realizado se ratificó que la empresa no está cumpliendo con los requerimientos contemplados en el permiso de aprovechamiento forestal y se recomienda la recuperación de la cobertura vegetal para aquellas zonas que ya han sido explotadas.

Las disposiciones para el uso y aprovechamiento del agua establecidas en la ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015 indican que, en la empresa, el uso y aprovechamiento del recurso hídrico es un problema complejo, en el que incide la contaminación de las aguas por la emisión y arrastre del material particulado en el cauce del

río, producto de la explotación de los agregados pétreos. Este efluente con cargas de sedimentos finos es vertido sin ningún tratamiento a los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia del escenario minero (Figura 1). Por consiguiente, la empresa debe realizar los exámenes pertinentes estipulados por la autoridad ambiental y evitar afectaciones directas de estos cuerpos de agua.

Teniendo en cuenta las observaciones en campo y el cuestionario aplicado se encontró que la empresa cuenta con falencias en el cumplimiento de los permisos ambientales diligenciados con la autoridad ambiental. En la Tabla III se evidencia los permisos ambientales

TABLA III  
PERMISOS AMBIENTALES DE EMPRESA QUE EXPLOTA AGREGADOS PÉTREOS EN LA GUAJIRA

Componente ambiental	Permiso	Cumple		Observación
		Sí	No	
Aire	Emisión atmosférica	x		La empresa cuenta con los permisos de la autoridad ambiental, pero no existe el cumplimiento por parte de la empresa, ni el seguimiento eficaz por parte de la autoridad ambiental.
Biodiversidad	Aprovechamiento forestal	x		
Recurso hídrico	Concesión de aguas superficiales	x		

TABLA IV  
PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MINA DE AGREGADOS PÉTREOS

Medida de manejo ambiental: Mitigar y compensar
<u>Objetivo</u>
-- Manejo de ecosistemas a través de la conservación y restauración ecológica de manera ambientalmente rentable
<u>Impactos</u>
-- Fragmentación de hábitat o ecosistemas.
-- Afectaciones sobre los recursos hidrobiológicos, los suelos, la flora y la fauna circundante
-- Contaminación paisajística
-- Alteraciones en las funciones y servicios ambientales en los ecosistemas presente en la empresa
<u>Proyectos</u>
-- Controlar la expansión de las zonas que han sido intervenidas por la deforestación
-- Reincorporación de especies de fauna y flora nativas que han sido intervenidas negativamente por la mano humana
-- Fortalecer el manejo sostenible del bosque nativo para la provisión de materias primas, bienes y servicios ambientales
<u>Metas</u>
-- Gestionar un proyecto paralelo al Plan de Desarrollo Municipal para la conservación de áreas forestales bajo los lineamientos de la Ley 2811 de 1974: "Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente"
-- Impulsa la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones y la articulación de las dimensiones socioculturales y de género en los programas y proyectos que se ejecuten

otorgados por la autoridad ambiental y el cumplimiento o no de estos en la empresa.

Cabe resaltar que la normativa legal ambiental vigente aplicable a la minería de agregados pétreos se deriva de la Constitución de 1991, donde se defiende el derecho a un ambiente sano. Desde esa perspectiva se dictaron decretos y resoluciones en protección al ambiente y fijando la responsabilidad del que contamina, quien debe contrarrestar los efectos nocivos causados. La falta de acato a estas normativas trae consigo multas, sanciones ambientales, hasta cierre de la actividad; por lo tanto, debe ser de interés para la empresa el estar en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente aplicable.

En este sentido, Hilson y Nayee (2002) indican que un sistema de gestión ambiental es clave para lograr la sostenibilidad ambiental en una empresa minera, ayudando a que la operación cumpla con las regulaciones ambientales, permitiendo que mediante procedimientos organizacionales, responsabilidades y procesos ambientales se garantice que en la mina se alcancen las metas y los objetivos ambientales. Se sugiere en conformidad a lo establecido en las distintas normativas de carácter ambiental en Colombia y con el fin de contrarrestar los impactos ambientales generados por la empresa, el diseño de programas ambientales acordes a los impactos ambientales, las actividades propias de la empresa y la afección a trabajadores y comunidades aledañas al escenario minero. En las Tablas IV a VIII se presentan la características de estos programas y las medidas de manejo ambiental que se proponen para prevenir, controlar, mitigar y/o compensar los impactos generados en el escenario minero.

## Conclusiones

Para lograr la sostenibilidad ambiental en la empresa objeto de estudio se requiere fundamentalmente tener claridad y conocimiento de la naturaleza e implicaciones de las

TABLA V  
PROGRAMA DE MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MINA DE AGREGADOS PÉTREOS

Medida de manejo ambiental: Prevención y mitigación
<u>Objetivo</u>
-- Minimizar las emisiones atmosféricas producidas en los procesos realizados en la empresa minera
<u>Impactos</u>
-- Alteración a la calidad de aire
-- Altos niveles de ruido
-- Material particulado emitido por las escombreras de materiales
<u>Proyectos</u>
-- Control de material particulado emitido por la planta de concreto móvil semi-compacta
-- Controlar las emisiones de material particulado, GEI a la atmósfera como resultado de los movimientos de tierra y operación de vehículos, equipos y maquinaria.
-- Estrategias para la reducción de emisiones por automotores, utilizando mecanismos como convenios de producción más limpia
<u>Metas</u>
-- Realizar actividades de divulgación de la calidad del aire, vinculando a los diferentes sectores de la comunidad en las acciones de vigilancia y control.
-- Determinar los indicadores de calidad del aire que midan la eficacia de los planes de control de las fuentes de emisión e informen a la comunidad de manera sencilla y comprensible el estado actual de la calidad del aire.
-- Evaluar que las estrategias de control estén de acuerdo con la dimensión de la situación real existente, mediante la aplicación de datos de monitoreo validados y que sean confiables.

TABLA VI  
PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL AGUA EN MINA DE AGREGADOS PÉTREOS

Medida de manejo ambiental: Prevención y mitigación
<u>Objetivo</u>
-- Minimizar y prevenir los impactos que se generan al recurso hídrico con el fin de mantener su calidad en la zona de influencia del proyecto, obra o actividad.
<u>Impactos</u>
-- Agotamiento de fuentes hídricas
-- Alteración de la calidad del agua
-- Alteración de la calidad del agua del cauce receptor y de su ecosistema natural
-- Desperdicio, excesos de consumo que conlleven a una afectación de la oferta hídrica
<u>Proyectos</u>
-- Talleres de sensibilización ambiental
-- Conservación de fuentes hídricas (afluentes del río ranchería)
-- Proteger las fuentes de producción de agua y la valoración del recurso.
-- Fijar normas de uso eficiente en las distintas formas de aprovechamiento del agua
<u>Metas</u>
-- Realizar campañas de reforestación de las rondas de los nacimientos de las fuentes hídricas.
-- Realizar jornadas de concientización y educación ambiental a la población de interés, trabajadores y personas relacionadas con la actividad de extracción para efectuar en conjunto la determinación de la cantidad o volumen de agua a utilizar.
-- Realizar talleres de sensibilización ambiental a las personas responsables de las actividades generadoras de impactos y a la comunidad en general para la protección y conservación de los arroyos

actividades propias de las minas que explotan agregados pétreos, además de las responsabilidades de carácter ambiental que se derivan de la

ejecución de estas actividades. Es menester aclarar que las implicaciones corresponden a los impactos ambiental, mientras que las responsabilidades

hacen alusión a los compromisos de carácter normativo y social que tiene la empresa.

La situación actual revelada a partir del cuestionario y las

TABLA VII  
PROGRAMA PARA EL MANEJO, PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL SUELO EN MINA DE AGREGADOS PÉTREOS

Medida de manejo ambiental: Mitigación y control
<u>Objetivo</u>
-- Incentivar la recuperación natural de las características biofísicas del suelo en áreas intervenidas por la explotación minera
<u>Impactos</u>
-- Cambios en el uso del suelo -- Pérdida de la capa orgánica del suelo -- Aparición de procesos erosivos. -- Contaminación del suelo -- Pérdida de la cobertura vegetal
<u>Proyectos</u>
-- Propuesta de cultivos sostenibles en áreas vulnerables -- Manejo integrado y controlado de la tierra -- Propuesta para el manejo de las tierras en áreas clave a fin de asegurar la preservación de los ecosistemas y de los servicios que los mismos proveen -- Controlar la expansión de las zonas que han sido intervenidas por la explotación y que están estipuladas en el Esquema de Ordenamiento Territorial
<u>Metas</u>
-- Concientizar a los trabajadores y empleadores de la importancia del suelo para mantener y sostener la vida de la flora, fauna y seres humanos de la región -- Promover actividades que permitan la recuperación y conservación de los suelos a través del establecimiento de sistemas productivos acordes a la vocación natural de cada región

TABLA VIII  
PROGRAMA DE SOLUCIÓN DE CONFLICTO AMBIENTAL POR LA GENERACIÓN DE RUIDO EN MINA DE AGREGADOS PÉTREOS

Medida de manejo ambiental: Mitigación y control
<u>Objetivo</u>
-- Identificar los potenciales receptores del ruido existentes en el lugar, tales como viviendas, y comunidades aledañas a la empresa
<u>Impactos</u>
-- Disminución de la calidad ambiental -- Detrimento de la salud -- Perturbación a la calidad atmosférica
<u>Proyectos</u>
-- Avanzar en la generación de información sobre ruido ambiental y mejorar la existente. -- Elaborar y revisar la normativa ambiental para el tema ruido, y coordinar la elaboración e implementación de regulaciones complementarias. -- Establecer programas de difusión sobre el estado actual de ruido ambiental generado en la empresa minera
<u>Metas</u>
-- Implementar un sistema que regule esta información de manera de establecer un diagnóstico periódico de los problemas de ruido de la empresa -- Campaña de sensibilización del ruido ambiental a las comunidades aledaña a la empresa -- Reforzar la guía para la elaboración de mapas de ruido para determinar el impacto acústico

visitas muestran que la explotación de agregados pétreos en la empresa objeto de estudio no es sostenible ambientalmente. Los resultados indican que la empresa no cuenta con prácticas ambientales suficientes para

realizar una minería responsable, teniendo debilidades en el cumplimiento de normativas ambientales y en los permisos de vertimientos, de concesión y emisión de contaminantes, los cuales deben ser acordes al

tiempo de vida útil del proyecto minero. Además, se evidencia que el PMA de la empresa minera está parcialmente acorde a los impactos ambientales causados por sus actividades. Por tal razón, las actividades

mineras deben ser controladas y vigiladas estrictamente en todo el escenario y las etapas del proyecto minero.

A partir de la información recabada se proponen medidas ambientales que juegan un papel importante para la sostenibilidad ambiental de la empresa estudiada. Se diseñaron estrategias estructuradas a través de programas y proyectos que presentan acciones concretas para ser trabajadas en las operaciones de la empresa minera. En total se formularon cinco programas con un total de 17 proyectos enmarcados en la conservación y protección de cuatro componentes ambientales: agua, aire, suelo y biodiversidad.

Este estudio proporciona nueva evidencia validada empíricamente de las condiciones previas para una implementación exitosa de la sostenibilidad ambiental en la minería de agregados pétreos en Albania, La Guajira. Aunque el enfoque es un contexto colombiano, esta investigación brinda información sobre medidas de manejo ambiental para el sector dedicado a la explotación de agregados pétreos. Se puede concluir que las medidas propuestas corresponden a la situación actual de una empresa dedicada a la minería de dichos agregados y brindan prácticas líderes hacia un mejor desempeño ambiental, si se logran implementar e incorporar a esta actividad minera.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio contó con el apoyo financiero de la Universidad de la Guajira en el marco del proyecto de investigación “Sostenibilidad Ambiental en empresa que explota agregados pétreos en Albania, La Guajira” (Monografía de pregrado). El trabajo de campo en la empresa situada en Albania, Colombia, no sería posible sin la amabilidad de la comunidad asentada en el escenario minero, del representante legal y el encargado ambiental de la empresa.

## REFERENCIAS

- Arias F (2012) *El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica*. Episteme. Venezuela. 143 pp.
- Bayram A, Önsoy H (2014) Sand and gravel mining impact on the surface water quality: A case study from the city of Tirebolu (Giresun Province, NE Turkey). *Environ. Earth Sci.* 73: 1997-2011. doi:10.1007/s12665-014-3549-2
- Cesar S, Jhony O (2021) Making or breaking social license to operate in the mining industry: Factors of the main drivers of social conflict. *J. Cleaner Prod.* 278: 1-9. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123640
- Echavarría JDL, Gómez CAR, Aristazábal MUZ, Vanegas JO (2010) El método analítico como método natural. *Nómadas* 25: 1-28.
- Farjana SH, Huda N, Mahmud MP, Saidur R (2019) A review on the impact of mining and mineral processing industries through life cycle assessment. *J. Cleaner Prod.* 231: 1200-1217. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.264
- Haghnazar H, Sangsefidi Y, Mehraein M, Tavakol-Davani H (2020) Evaluation of infilling and replenishment of river sand mining pits. *Environ. Earth Sci.* 79(362): https://doi.org/10.1007/s12665-020-09106-z
- Hernández-Sampieri R, Mendoza, CP (2018) *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. McGraw Hill. México. 714 pp.
- Hilson G, Nayee V (2002) Environmental management system implementation in the mining industry: A key to achieving cleaner production. *Int. J. Mineral Process.* 64: 19-41. doi: https://doi.org/10.1016/S0301-7516(01)00071-0
- Jatib NH, Carcasés MU, Ferrer YR (2011) Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción El Cacao. *Minería y Geología* 27: 38-52.
- López DD, Torres-Ustate LM, Moya-Camacho FO (2020) Tecnologías, procesos y problemática ambiental en la minería de arcilla. *Invest. Innov. Ing.* 8(2): 20-43. doi: https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3857
- Marimuthu R, Sankaranarayanan B, Ali SM, de Sousa Jabbour ABL, Karupiah K (2021) Assessment of key socio-economic and environmental challenges in the mining industry: Implications for resource policies in emerging economies. *Sustain. Prod. Consump.* 27: 814-830. doi: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.005
- Oblasser A (2016) *Estudio sobre Lineamientos, Incentivos y Regulación para el Manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), Incluyendo Cierre de Faenas Mineras*. Cepal. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40475
- Oca-Risco AMD, Ulloa-Carcasés M, García-Cruz S (2014) Procedure for the recovery of the mined area in the deposit gravel-sand Rio Sagua, Holguin. *Bol. Cs. Tierra* (36): 18-25. doi: http://dx.doi.org/10.15446/rbct.n36.39543
- Pietrobelli C, Marin A, Olivari J (2018) Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America. *Resources Policy* 58: 1-10. doi: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.05.010
- Podimata MV, Yannopoulos PC (2015) A conceptual approach to model sand-gravel extraction from rivers based on a game theory perspective. *J. Environ. Plann. Manag.* 59: 120-141. doi: 10.1080/09640568.2014.991381
- Ramírez-Rojas MI (2008) *Sostenibilidad de la Explotación de Materiales de Construcción en el Valle de Aburrá*. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. 145pp.
- Rojano RE, Angulo LC, Restrepo G (2013) Niveles de partículas suspendidas totales (PST), PM10 y PM2.5 y su relación en lugares públicos de la Ciudad Riohacha, Caribe colombiano. *Inform. Tecnol.* 24(2): 37-46. doi: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013002000006
- Viloria-Villegas MI, Cadavid L, Awad G (2018) Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Cienc. Ing. Neogranad.* 28: 121-156. doi: https://doi.org/10.18359/rcin.2941
- Watson R (2008) *Situación Actual y Perspectiva de la Explotación de Yacimientos de Materiales de Construcción*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Cuba. 20 pp.