

# Mitigación de impactos ambientales durante la explotación del yacimiento polimetálico Castellano en la provincia de Pinar del Río\*

**Yasmany Fis Moreno**

[yfis@minas.ismm.edu.cu](mailto:yfis@minas.ismm.edu.cu)

Especialidad: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

**Resumen:** La explotación de la cantera de materiales de la construcción Castellano, en la provincia de Pinar del Río, provoca impactos negativos al medio ambiente. Se propuso un plan de medidas para mitigar los efectos negativos que la cantera ocasiona al medio, el cual, además, favorece el fortalecimiento de las consecuencias positivas que produce la explotación del yacimiento sobre el medio ambiente. Las medidas elaboradas permiten mitigar los efectos negativos y potenciar los positivos que produce la explotación del yacimiento sobre el medio ambiente.

**Palabras clave:** medidas de mitigación; áreas mineras dañadas; cantera; explotación de canteras; materiales de la construcción.

---

\* Trabajo tutorado por la Ms. C. Ana C. Che Viera, la Dra. Mayda Ulloa Carcassés y la Dra. Estrella Milián Milián.

Recibido: 1 abril 2017 / Aceptado 29 agosto 2017.

## **Mitigation of environmental impacts during the exploitation of the polymetallic deposit Castellano in the province of Pinar del Río**

**Abstract:** The exploitation of the quarry of construction materials Castellano, in Pinar del Río, causes negative impacts to the environment. A plan of measures was proposed to mitigate the negative effects that the quarry causes to the environment, which, in addition, favors the strengthening of the positive consequences of exploitation of the deposit on the environment. The elaborated measures allow to mitigate the negative effects and to enhance the positive ones that the exploitation of the deposit takes place on the environment.

**Key words:** mitigation measures; damaged mining areas; quarry; exploitation of quarries; building materials.

## Introducción

El campo mineral Santa Lucía-Castellano, correspondiente a la formación San Cayetano, se encuentra ubicado al noroeste de la provincia de Pinar del Río. Comenzó sus actividades mineras a cielo abierto hace muchos años para la extracción de pirita como materia prima para la fabricación de ácido sulfúrico en la Empresa Sulfometales. La fábrica actualmente se encuentra produciendo plomo a partir de baterías de acumuladores desechadas (Gallardo *et al.*, 2013).

En el año 2006 se realizó la reapertura del yacimiento con el objetivo de extraer la plata y el oro contenidos en el sombrero de hierro; esta operación concluyó en el 2008. En la región de estudio donde se ubica el yacimiento Santa Lucía se han hecho investigaciones (Cañete *et al.*, 2011) que brindan una panorámica general de la calidad ambiental de la zona.

Otros investigadores (Pinto *et al.*, 2011; Gallardo *et al.*, 2011; Milián, Ulloa & Krebs, 2012) han realizado, desde diversos puntos de vista, la evaluación de los impactos ambientales provocados por la actividad minera en el campo mineral Castellano, identificando los principales impactos ambientales de acuerdo a su magnitud e importancia.

En la explotación de esos minerales se considera que se produce un manejo ambiental inadecuado, ya que los procesos de erosión y desertificación, desestabilización y deslizamientos, acompañados de la escasez de agua, intensa radiación solar y pérdida progresiva de fertilidad de suelos, propician que en estas zonas se actúe principalmente buscando el equilibrio geomorfológico que evite procesos erosivos y de desestabilización irreversibles, sobre el cual sea factible una regeneración biótica, en la medida en que las condiciones climáticas lo permitan.

Fis (2017), siguiendo la metodología de Gómez-Orea (2003), determinó la influencia sobre el medio ambiente del proyecto polimetálico Castellano.

Cañete y otros investigadores (2008) identificaron los problemas ambientales presentes en este yacimiento, los cuales son generados fundamentalmente por la falta de ejecución de las acciones de rehabilitación en los depósitos, las escombreras y frentes de explotación.

Milián (2006) aporta una metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales para yacimientos piríticos polimetálicos. En esta la autora realiza la identificación de los principales impactos ambientales generados por el

yacimiento Santa Lucía con el empleo de la matriz de causa-efecto de Leopold All, y obtiene, además, que las variables ambientales más afectadas por las acciones del proyecto en el caso de estudio yacimiento polimetálico Santa Lucía son las aguas superficiales y subterráneas, la calidad del aire, el relieve, la calidad visual, la fauna, la flora y otras.

Cañete y otros estudiosos (2008) realizaron un estudio integral de la degradación ambiental generada por los impactos ambientales en Santa Lucía y Castellano. Se constataron los elevados niveles de contaminación presentes en las aguas superficiales generadas por el drenaje ácido de minas y los principales riesgos presentes en la zona de estudio.

Entre las desventajas de la explotación del yacimiento Castellano se encuentran los impactos negativos ocasionados por operaciones mineras de este tipo como son: las afectaciones al relieve por los movimientos de tierra, a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas por la afluencia de la flora y la fauna, a los sedimentos, entre otros.

La calidad ambiental en la región de Santa Lucía es crítica; provocada, fundamentalmente, por la degradación ambiental del pasivo ambiental minero del mismo nombre y por la cantidad de elementos pesados que presentan los elementos muestreados procedentes del yacimiento. Todos estos investigadores coinciden en que los altos niveles de contaminación, generados por el drenaje ácido de minas y metales pesados, han provocado la degradación ambiental de ecosistemas importantes en la región de estudio.

Es por ello que se propone un plan de medidas para prevenir los impactos negativos que la explotación del yacimiento polimetálico Castellano puede causar al medio ambiente.

### **Plan de prevención de los impactos negativos y medidas preventivas para mitigar los impactos**

Las medidas preventivas se determinaron teniendo en cuenta los factores ambientales más afectados, según los resultados del estudio. Se consideraron los de mayor significación, en particular, las emisiones de polvo en suspensión y sedimentable a la atmósfera producidas por la construcción de instalaciones, el minado, extracción y transporte del mineral, el cambio en la calidad de las aguas

superficiales; en especial, los riesgos de contaminación de las aguas por drenajes ácidos y metales pesados.

Además, se contemplaron los cambios en el régimen de escurrimiento inducidos por las facilidades del proyecto, fundamentalmente por la regulación de los ríos Palma y Nombre de Dios y los impactos derivados del incremento de los procesos de erosión, transporte y sedimentación, susceptibles de ser desencadenados por las acciones constructivas, el destape y minado del yacimiento y la conformación y manejo de las escombreras.

Las medidas de mitigación y correctivas propuestas en la fase de cierre estarán encaminadas al desarrollo de la comunidad en el territorio. Como parte de un programa de educación ambiental para la población aledaña a la futura explotación deben darse a conocer determinados aspectos sobre el proyecto minero que se desarrollará en la zona donde existe una profunda tradición minera.

Es necesario explicar las características e importancia que tiene la explotación del yacimiento desde el punto económico, así como las medidas de seguridad que deben cumplirse para evitar accidentes por el peligro que representa el acceso a las áreas mineras y al depósito de colas y durante la explotación del yacimiento, los riesgos de intoxicación por contacto con los licores o efluentes de las colas así como las medidas y restricciones generales que se establecerán. También es importante reconocer los problemas de calidad química y bacteriológica de las aguas superficiales y subterráneas detectados en los estudios realizados por las limitaciones que se imponen a su uso.

Las Tablas 1, 2, 3 y 4 muestran las medidas preventivas y correctoras identificadas para los impactos negativos más significativos. Se incluyen las concebidas en el propio proyecto y las propuestas en este trabajo.

Tabla 1. Medidas preventivas y correctoras en la fase de construcción

<b>Impactos</b>	<b>Medidas</b>
Modificaciones al relieve por movimiento de tierra para la conformación del depósito de colas, de escombreras, las plataformas y diques y el basamento para la construcción de las edificaciones y los viales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar el área de cada objeto de obra</li> <li>- No construir objetos de obra no contemplados en el proyecto</li> </ul>
Pérdida local de suelos por el movimiento de tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Almacenar y proteger la capa vegetal del suelo en un área dispuesto al efecto para aprovecharlo</li> <li>- Velar el cumplimiento de parámetro de diseño de los taludes para evitar desplazamientos</li> </ul>

Contaminación de los suelos por acumulación de desechos sólidos provenientes de las acciones constructivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de un área de almacenamiento temporal para los desechos y agilizar su disposición final</li> <li>- Clasificar y reciclar los desechos sólidos útiles</li> </ul>
Contaminación a la atmósfera por partículas suspendidas, emisiones gaseosas y ruidos provocados por acciones constructivas y funcionamiento de maquinarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos de construcción, equipos mineros y medios de transporte deben cumplir los requerimientos técnicos en cuanto a emisiones de gases y generación de ruidos</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado</li> <li>- Humedecer periódicamente con agua los caminos y plataformas</li> <li>- Limitar la velocidad de los camiones que transiten dentro de los caminos no pavimentados del área para minimizar la generación de polvo</li> <li>- Disponer de un área de almacenamiento temporal para los desechos y agilizar su disposición final</li> <li>- Cumplir con el programa de monitoreo para emisiones a la atmósfera</li> </ul>
Contaminación de las aguas terrestres por el arrastre accidental de sedimentos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de un área de almacenamiento temporal para los desechos y agilizar su disposición final</li> <li>- Confinar los materiales de construcción que se almacenen en el área del proyecto en instalaciones temporales o cubiertos por lona para evitar su dispersión</li> </ul>
Pérdidas de cobertura vegetal como resultado de las acciones del movimiento de tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verter capa vegetal del suelo en lugares afectados</li> <li>- Reforestar en el entorno de las construcciones una vez terminada</li> </ul>

Tabla 2. Medidas preventivas y correctoras en fase de explotación

<b>Impactos</b>	<b>Medidas</b>
Modificaciones al relieve por laboreo minero, explosiones, excavaciones y conformación de escombreras y depósitos de colas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar las áreas que deben ocupar durante la explotación minera mediante cintas para no exceder su superficie</li> <li>- Velar el cumplimiento de parámetros de diseño para todas las formas de relieve que se formen durante la explotación</li> <li>- Tomar medidas antierosivas en las áreas que circundan la mina, empleando disipadores de energía, siembra de estacas o fajas vivas, canaletas para evitar escorrentías, entre otros</li> </ul>
Contaminación de los suelos en el área de influencia del proyecto por derrames accidentales (químicos, petróleo y aceites)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguir los procedimientos establecidos para el manejo de reactivos, combustibles, grasas y aceites</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado para los equipos y maquinarias</li> <li>- Disponer de sistemas de seguridad para prevenir accidentes por derrames en sitios vulnerables</li> </ul>
Aumento de las emisiones de partículas suspendidas provenientes de diversas fases del proceso (voladura, carga, acarreo, entre otros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos de explotación minera y medios de transporte deben cumplir los requerimientos técnicos en cuanto a emisiones de gases y generación de ruidos</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado</li> <li>- Humedecer periódicamente con agua los caminos y plataformas</li> <li>- Limitar la velocidad de los camiones que transiten en los caminos no pavimentados del área para minimizar la generación de polvo</li> <li>- Velar por el cumplimiento de los parámetros establecidos en el pasaporte de voladura, sin exceder la cantidad de explosivos</li> </ul>
Incremento de los niveles de ruido por distintas operaciones mineras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos mineros y medios de transporte deben cumplir los requerimientos técnicos en cuanto a emisiones de gases y generación de ruidos</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado</li> <li>- Realizar las operaciones de voladura cumpliendo con lo establecido en el pasaporte de perforación y voladura</li> </ul>
Afectaciones a la salud de la población por aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar la transportación de minerales en contenedores sellados</li> </ul>

de los niveles de polvo y ruido por la explotación y la transportación del mineral hasta el puerto de Santa Lucía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedecer periódicamente los caminos y plataformas</li> <li>- Los equipos de explotación minera y medios de transporte deben cumplir los requerimientos técnicos en cuanto a emisiones de gases y generación de ruidos</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado</li> <li>- Limitar la velocidad de los camiones que transiten en los caminos no pavimentados para minimizar la generación de polvo</li> </ul>
Aumento de la probabilidad de afectaciones de salud de los obreros debido a la naturaleza del proceso productivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con las medidas de protección del trabajo para cada puesto, utilizando el equipamiento y medios de protección individual</li> <li>- Establecer y cumplir con los chequeos médicos programados para los trabajadores</li> </ul>
Aumento del consumo de agua, electricidad y combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar un programa de ahorro energético</li> </ul>

Tabla 3. Medidas preventivas y correctoras en fase de cierre

<b>Impactos</b>	<b>Medidas</b>
Afectación temporal a la calidad de la atmósfera por ruidos, gases y partículas a partir de las labores de rehabilitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos y medios de transporte deben cumplir los requerimientos técnicos en cuanto a emisiones de gases y generación de ruidos</li> <li>- Cumplir con el mantenimiento programado</li> <li>- Humedecer periódicamente con agua los caminos y plataformas</li> <li>- Limitar la velocidad de los camiones que transiten dentro de los caminos no pavimentados del área para minimizar la generación de polvo</li> <li>- Cumplir con el programa de monitoreo para emisiones a la atmósfera</li> </ul>
Pérdida de puestos de trabajo	Poner información a disposición de la empleadora municipal
Mejoramiento de la calidad de las aguas superficiales y marinas por disminución del arrastre de contaminantes a partir de la explotación	Realizar estudios topográficos y modelaciones para diseñar una red de drenaje del área al rehabilitar la mina y reforestar con especies de rápido crecimiento para fijar el suelo y evitar el arrastre de sedimentos
Incremento en la cobertura vegetal por la reforestación del área explotada	Utilizar especies adecuadas al suelo y clima local
Rehabilitación de hábitats para el retorno de la fauna	Una vez que la reforestación sea exitosa ubicar comederos y trasladar individuos de las cercanías para facilitar la ocupación de los nichos

Tabla 4. Medidas preventivas y correctoras en la fase de rehabilitación

<b>Objetivo Ambiental</b>	<b>Medidas</b>
Para la presa de colas	Instalar un geotextil para sellaje con capa de suelo (sistema de cobertura seca de suelo) y reforestación del área
Relieve	Elaborar un mapa topográfico del relieve, escombreras y frentes de explotación
Suelos	Implementar las enmiendas orgánicas para elevar la fertilidad de los suelos a reforestar Sellar de las áreas de escombreras donde exista presencia de material sulfuroso para eliminar la generación de drenaje ácido debido a la acción de las lluvias
Hidrogeología	Eliminación de los procesos erosivos en escombreras, con la instalación de disipadores de energía en áreas de cárcavas, para prevenir la acción erosiva de las precipitaciones Control y tratamiento de las aguas superficiales procedentes del yacimiento

Flora	Realizar estudio de supervivencia de las especies plantadas
Estructuras	Desmantelar las instalaciones que puedan constituir pasivos ambientales mineros en el futuro
Seguimiento y Control	Realizar el monitoreo y seguimiento de la rehabilitación (por dos años como mínimo)
Red de servicios	Limpiar los canales y sistema de alcantarillados para eliminar posible obstrucción de los caminos mineros por el desbordamiento del agua en época de intensas lluvias
Seguridad y Protección	Ubicar señalizaciones en las áreas rehabilitadas

### Otras medidas recomendadas desde el punto de vista ambiental

Para los elementos del relieve que se generen, como las escombreras, se puede proceder a reforestar con plantas afines al área minera, evitando la formación de cárcavas y de otros fenómenos del relieve relacionados con las pendientes y la erosión del terreno.

En los caminos se debe mantener una correcta humedad y sembrar plantas ornamentales en los bordes que minimicen la propagación del polvo. También es necesario sensibilizar a los tenientes de propiedades de los entornos naturales para establecer bebederos controlados que favorezcan el desarrollo de la fauna.

Igualmente, es pertinente implementar un sistema de vigilancia continua de la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, que incluya, además, el muestreo de variables meteorológicas de interés (viento, temperatura, radiación solar, precipitación y humedad, principalmente). Este sistema deberá funcionar de manera que pueda brindar información en tiempo real acerca de los niveles de inmisión, facilitando así la toma de decisiones oportunas en relación con el control de las emisiones. Las áreas verdes formarán la estructura general del planeamiento de las áreas libres y se determinarán de acuerdo a las condiciones naturales del lugar, a sus posibilidades paisajísticas y su destino funcional.

Las áreas verdes a plantar tendrán los siguientes objetivos:

- Adecuar ambientalmente el área industrial al entorno donde está enclavada.
- Crear una barrera que impida las posibles visuales hacia lugares poco agradables de la instalación.
- Evitar la radiación solar directa sobre los distintos elementos componentes del conjunto que así lo requieran.
- Crear un ambiente natural y agradable en la instalación.
- Proteger el ecosistema del manglar evitando hasta el más mínimo daño, por lo que significa para el desarrollo de la diversidad biológica del área.



- Establecer medidas de seguridad en los viales, las cuales deben ser de amplia divulgación y quedar bien señalizadas a través de pancartas para evitar los vertimientos de combustibles, lubricante, materiales de construcción y concentrados por la transportación.
- Dar a conocer y cumplir con lo establecido en la Estrategia de Política Ambiental del Sector de la Construcción, en el Código de Conducta Ambiental del Constructor, en el Documento Organización de Obras y en la Resolución 8 001 Indicaciones generales para las facilidades temporales, elaboradas por la Comisión Nacional de Medio Ambiente de la Construcción.
- Cumplir con el plan de cierre de minas y la rehabilitación del suelo.
- Implementar y cumplir el plan de monitoreo propuesto en el estudio de impacto ambiental.

### **Conclusiones**

El plan de medidas elaborado permite mitigar los efectos negativos y potenciar los positivos, que produce la explotación del yacimiento Castellanos sobre el medio ambiente.

### **Referencias Bibliográficas**

- CAÑETE, C.; KREBS, A.; MARMOZ, L.; PONCE, N.; MILIÁN, E. & BARRIOS, E. 2011: Riesgos ambientales provocados por el Pasivo Ambiental Minero Santa Lucía, Pinar del Río. En: IV Congreso Cubano de Minería Geociencias 2011, Cierres de Minas y Pasivos Ambientales Mineros. [CD ROM] ISBN 978-959-71117-30-8.
- CAÑETE, C.; KREBS, S.; MARMOS, L.; PONCE, N.; MILIÁN, E. & BARRIOS, E. 2008: Estudio de la degradación ambiental provocada por la minería en la región de Santa Lucía en el Occidente de Cuba. Informe del Proyecto de Colaboración Cuba-Brasil. Archivo Técnico Empresa Geominera Pinar del Río.
- FIS, Y. 2017: Evaluación minero-ambiental del yacimiento polimetálico Castellano en la provincia de Pinar del Río. *Ciencia & Futuro* 7(2): 23-44.
- GALLARDO, D.; CABRERA, I.; BRUGUERA, N.; MADRAZO, F.; MILIÁN, E. & VÁSQUEZ, R. 2011: Impactos ambientales provocados por la actividad minera en Santa Lucía, Pinar del Río. En: IV Congreso Cubano de Minería. La Habana. ISBN: 978-959-71117-30-8.

GALLARDO, D.; CABRERA, I.; BRUGUERA, N. & MADRAZO, F. 2013: Evaluación de impactos ambientales provocados por la actividad minera en la localidad de Santa Lucía, Pinar del Río. *Revista Avances* 15(1): 94-108.

GÓMEZ-OREA, D. 2003: *Evaluación de Impacto Ambiental*. 2 ed. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 760 p.

MILIÁN, E. 2006: *Metodología de evaluación de impacto ambiental en yacimientos piríticos polimetálicos de Pinar del Río*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico. 100 p.

MILIÁN, E.; ULLOA, M. & KREBS, S. 2012: Evaluación minero-ambiental del yacimiento polimetálico Santa Lucía, de Pinar del Río, Cuba. *Minería & Geología* 28(3): 18-49.

PINTO, A.; ALONSO, A.; CABRERA, I.; COZZI, G.; DELGADO, B.; VALDIVIA, G.; DÍAZ, A.; DÍAZ, N.; AGUILA, A.; CANEL, L. & TRUEBA, R. 2011: Caracterización microestructural por MEB-EDAX de reacciones de drenaje ácido de mina en el pasivo minero Santa Lucía. En: IV Congreso Cubano de Minería. Geociencias 2011. [CD-ROM] ISBN 978-959-71117-30-8.