



## **Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas El Pilón\***

**Ismel Mena Gutierrez**

**Especialidad: Ingeniería en Minas**

**Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).**

**Resumen:** Se identificaron y valoraron las principales afectaciones ambientales producidas por la explotación a cielo abierto de los yacimientos de materiales de construcción, en el yacimiento El Pilón. El trabajo permite adecuar los procesos mineros ambientales a las condiciones reales de dicho yacimiento, permitiendo a la Empresa de Materiales de Construcción de la provincia de Holguín elementos claves para producir mejor, con eficiencia, y tener un conocimiento previo de los efectos sobre el medio ambiente. Como resultado y con la utilización de métodos científicos se determinaron los efectos que la explotación de la cantera tiene sobre el medio ambiente.

**Palabras clave:** medio ambiente; procesos mineros; impactos ambientales; recursos naturales.

---

\* Trabajo tutorado por la Dra. Mayda Ulloa Carcassés y la Ing. Lianeyis Aguilera Terrero.  
Recibido: 12 abril 2015 / Aceptado: 30 septiembre 2015.

## **Environmental effects caused by the mining of El Pílon ore body**

**Abstract:** The main environmental impact caused by open mining of the construction material deposits in Pilon ore body. The objective of this work was to adjust the environmental mining processes to the actual conditions of this ore body. This provided the Materials of construction plant from Holguin with key elements an improved and efficient production in addition to anticipate the environmental impacts resulting from exploiting the quarry.

**Key words:** environment; mining processes; environmental impact; natural resources.

## Introducción

La minería de superficie es, de todas las formas de explotación mineral, la más extendida en todo el mundo. Extraer minerales de la corteza terrestre implica siempre extraer o mover grandes cantidades de materiales, de los cuales solo se recuperará una pequeña parte del producto útil.

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo de Cuba se sustenta sobre una base jurídica y legal acorde con la legislación ambiental vigente, cuya máxima expresión es la Ley No. 81 de Medio Ambiente. Este programa tiene como objetivo general prevenir y controlar las causas que favorecen el desarrollo de procesos degradantes del medio ambiente y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas con el propósito de elevar la calidad de la vida de sus pobladores.

El impacto que ejercen las canteras sobre el medio ambiente en la región oriental de Cuba ha sido estudiado por Guindo (2014) y Montes de Oca & Rosario (2014). Hasimbuli (2012) analizó los efectos que produce la extracción de materiales en la cantera El Cacao. Por su parte, Penehafo (2014) valoró el impacto socio-ambiental asociado a los métodos de arranque de las rocas en las canteras de materiales de la construcción. Todos concluyen que la explotación de las canteras produce impactos positivos y negativos significativos al medio ambiente.

El yacimiento de calizas El Pilón se explota a cielo abierto mediante perforación y voladura, a diferentes niveles de profundidad. El material que se extrae se procesa en una planta trituradora y procesadora y se comercializa en forma de arena, grava, estéril y relleno.

La cantera cuenta con un proyecto de explotación actualizado en el año 2013 y un proyecto de rehabilitación del año 2002 que no se corresponde con la situación actual del yacimiento, por ello se propone determinar el efecto ambiental que produce la explotación minera del yacimiento de calizas El Pilón.

La Ley 76 de Minas tiene como objetivo establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad, de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del gobierno vinculados con esta actividad.

Esta ley contempla en el artículo 41, en las obligaciones generales de los concesionarios, entre otras, lo siguiente: preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

El artículo 43 plantea como obligaciones de los concesionarios de explotación, entre otras, lo siguiente: planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las áreas explotadas, en los términos que se establezcan por el Órgano Local del Poder Popular y la autoridad competente, según el caso, creando los fondos financieros necesarios para estos fines.

### **Caracterización minero-ambiental del yacimiento**

El área de estudio se encuentra ubicada al este de la ciudad de Mayarí, a unos 7 km aproximadamente, ubicándose en el poblado de Pión, municipio de Mayarí, a 1 km al sur de la carretera central Mayarí-Levisa.

El yacimiento se encuentra en la formación Bitirí y las litologías que lo componen se subdividen en cuatro tipos, diferenciadas por capas: calizas órgano brechosas, calizas organógenas-organodetríticas, calizas estratificadas y serpentinitas (Hernández *et al.*, 2014).

- Antecedentes ambientales del área de estudio

Originalmente, el área de estudio constituía una especie de morfoestructura cársica en forma de meseta que culminaba en farallones abruptos, hacia el arroyo adyacente a la cantera, donde desembocaban un sinnúmero de formaciones cavernosas.

El porcentaje de desecho que produce la planta en su proceso de trituración es de 20–30 %, teniendo una producción que va desde 70 % a 80 % de la masa rocosa; de 5 % a 8 % de los desechos corresponden a las partículas arcillosas durante el lavado de la piedra triturada y arena artificial.

En estos momentos la instalación ha sido objeto de un proceso inversionista y modernización de su parque minero automotor y se cuenta con la actualización del

proyecto minero para la explotación del yacimiento para los años comprendidos entre 2014-2019.

### Identificación de los impactos ambientales

Partiendo de que el impacto ambiental es la repercusión o alteración positiva o negativa en el medio ambiente, provocada por la acción antrópica o un elemento ajeno a dicho medio, que genera consecuencias notables en él y a partir de la problemática ambiental que afronta el sector del yacimiento El Pílon, con relación a sus recursos naturales, se determinan los impactos ambientales que produce la explotación a cielo abierto, como resultado de las prácticas incorrectas actualmente empleadas.

Al establecer el procedimiento para identificar las actividades impactantes, los aspectos ambientales susceptibles de recibir impactos y los impactos ambientales de los productos, procesos y servicios la organización, se debe tener presente que la relación actividad-impacto es de causa-efecto. Las actividades mineras son las causas y los impactos ambientales son los efectos sobre los factores ambientales.

Para realizar la identificación de los impactos ambientales se realizó una lista de verificaciones, en la que se relaciona el factor ambiental con la acción o actividad minera determinada, cuya interacción produce impactos al medio ambiente, los cuales aparecen de forma detallada sobre cada tipo de medio, en las siguientes tablas.

### Impactos ambientales sobre el medio físico

Tabla 1. Lista de verificación del medio físico

Factor ambiental		Acción/Actividad	Impacto
Climatología	Calidad del aire	Perforación, carga y voladura Transporte de maquinaria Movimiento de tierras Formación de escombreras Preparación mecánica (vía seca)	Emisión de polvo y gases a la atmósfera, emisión de ruidos y vibraciones
Hidrografía	Aguas superficiales	Excavaciones, perforaciones, preparación mecánica (vía húmeda)	Alteración de la calidad por deposición
	Aguas freáticas	Vías de transporte Infraestructura	Contaminación de los acuíferos locales por las aguas residuales

Geología y geomorfología	Geología regional Geología local Topografía	Residuos de estériles Perforaciones y fragmentación Construcción de taludes Construcción de viales	Aumento de los procesos erosivos Cambios en la topografía
Paisaje		Desbroce de la vegetación Residuos de estériles Perforación, carga y voladura Abandono de la mina Construcción vial Infraestructura	Alteraciones de la calidad visual

### Impactos ambientales sobre el medio biótico

Tabla 2. Lista de verificación del medio biótico

Factor ambiental	Acción/Actividad	Impacto
Flora	Desbroce de la vegetación Perforación, carga y voladura Construcción vial Residuos de estéril Abandono de la mina Infraestructura	Remoción de la vegetación y deforestación
Fauna	Construcción vial Perforación, carga y voladura Excavaciones Transporte de material Desbroce de la vegetación Infraestructura Residuos de estéril	Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna
Equilibrio ecológico	Perforación, carga y voladura Desbroce de la vegetación Construcción vial Abandono de la mina Escombreras Excavaciones Movimientos de tierras Acarreo de material	Pérdida de la biodiversidad

### Impactos ambientales sobre el medio antrópico

Tabla 3. Lista de verificación del medio antrópico

Factor ambiental	Acción/Actividad	Impacto
Economía	Comercialización Construcción de vías Infraestructura Transporte	Aumento de empleo Aumento de la demanda por servicios sociales
Vialidad	Construcción de vías Abandono de la mina Desbroce de la vegetación	Incremento en el número de accidentes

Salud	Infraestructura Transporte Emisión de gases contaminantes	Aumento en el número de enfermedades
Cultura	Comercialización	Enriquecimiento de la diversidad cultural

### **Caracterización de los impactos ambientales**

El objetivo de la caracterización de los impactos ambientales es poner en práctica un criterio basado en el cuidado y protección del medio ambiente, que busque soluciones adecuadas y reúna siempre diferentes medios que disminuyan los efectos negativos, valorando en cuanto a los peligros que conlleva y ponderarlo con otras informaciones e intereses de manera flexible, con respecto a los fenómenos analizados.

### **Caracterización de los impactos ambientales al medio físico**

Entre los impactos de mayor repercusión se encuentran:

-Emisión de polvo a la atmósfera: En el área de estudio uno de los principales contaminantes del aire son las nubes de polvo causadas particularmente por tráfico de camiones por caminos no pavimentados, por la actividad de voladura, la producción de la planta de preparación mecánica por vías húmedas, las perforaciones hechas para la actividad de voladura, las que se encargan de poner las partículas en suspensión en función de su granulometría, humedad y vientos predominantes, siendo transportadas a distancias variables, aclarando que en temporadas de estiaje o sequía se incrementan las emisiones de polvo en gran medida, lo que disminuye la calidad del recurso natural aire.

-Emisión de gases a la atmósfera: Otro factor que incide en la contaminación del aire son los nitratos emitidos por la acción de la voladura e igualmente los gases productos de la combustión que producen los equipos de diésel, como por ejemplo el monóxido de carbono, que al ser absorbido por los pulmones reacciona con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, lo cual reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. El proceso de inhalación de monóxido de carbono (CO) es reversible, es decir, al eliminarse este de la atmósfera la persona se recupera fácilmente, lo que depende del tiempo de exposición que se haya sometido al individuo. Una prolongada exposición puede causar serios daños cerebrales e, incluso, la muerte; este tipo de contaminación no tiene una significación tan alta en la cantera ya que las voladuras se realizan esporádicamente y la combustión del proceso de transporte no es agravante.

-Emisiones de ruidos: El ser humano se ve sometido durante la mayor parte del día a la influencia más o menos directa del ruido, originándole molestias que pueden convertirse a largo plazo en lesiones graves del sistema auditivo y nervioso, lo cual influye en sus condiciones psíquicas. Las consecuencias más graves de la emisión del ruido son:

- Cambios auditivos temporales
- Patologías auditivas o daños permanentes
- Interferencia en la comunicación
- Afectaciones al sistema cardiovascular, respiratorio, digestivo y nervioso central.

Dentro de las emisiones de ruido se encuentran las continuas y variables y las de alta intensidad:

-Emisiones continuas y variables de ruido: Se producen emisiones continuas de ruido ocasionadas por el movimiento de maquinaria en el sitio de laboreo, y emisiones variables que son generadas por el paso de camiones de volteo, equipos de carga y vehículos de menor tamaño, transportando ya sea combustible, materia prima, personal y artículos de primera necesidad y debido a los procesos tecnológicos de la preparación mecánica.

-Emisiones de ruido de alta intensidad: Se consideran emisiones de alta intensidad a las explosiones que se efectúan en el proceso de laboreo minero y que alteran significativamente las condiciones de calidad de vida de los pobladores.

Se considera que las emisiones continuas y variables ocasionan impactos que son menores y directos, porque son consecuencia de la faena de laboreo minero, en cambio, las emisiones de alta intensidad intermitente, ocasionadas por las voladuras, producen impactos mayores al personal que está expuesto.

-Emisión de vibraciones: En la cantera El Pílon estas vibraciones se producen durante la actividad de voladura en el proceso de detonación de una carga explosiva en un banco o en la apertura de un nuevo horizonte de explotación, liberándose una energía potencial muy grande y en un periodo de tiempo relativamente corto. Generalmente, los explosivos comunes que se utilizan en la explotación minera producen presiones entre 2 000 bar y 6 000 bar, igualmente la potencia de una detonación de explosivos es altísima, típicamente alcanza valores que son del orden de 16 GW.

Esta presión que se produce provoca una onda de choque, dando origen al fenómeno de fragmentación de la roca sobre el frente de trabajo del banco; en cambio, otra parte de esa energía es liberada en el medio ambiente, extendiéndose a través del macizo rocoso y del aire, que es la que causa un impacto ambiental. La onda de choque es amortiguada a medida que su frente se aleja de su origen.

Al elaborarse un proyecto de explotación de un yacimiento es necesario tener una evaluación previa de las consecuencias de las vibraciones sobre los asentamientos poblacionales de los alrededores del yacimiento.

-Alteración de la calidad de la aguas por deposición de sólidos: Dentro del área estudiada se encuentra el arroyo El Polo, sobre el cual se ejerce un impacto negativo sobre la calidad de sus aguas. Fundamentalmente la fuente de contaminación sobre estas aguas está dada por el arrastre de los lodos procedente de la planta que son depositados en la parte trasera del taller mecánico, directamente en el suelo, muy cerca de la piscina de recirculación del agua utilizada en el proceso y que por su mal estado con frecuencia se desborda; fomentando, de conjunto con las lluvias, el desplazamiento de estos lodos al río; como huella de este proceso puede visualizarse en el terreno. Otra fuente de contaminación es la deposición de las partículas de polvo transportadas por los aires provenientes de la planta.

-Contaminación de acuíferos locales por residuales líquidos

La presencia de residuales líquidos en los acuíferos afecta a la calidad del agua, generalmente estos tienen como origen las instalaciones sanitarias, comedor y desechos de aceites y lubricantes. En el caso del área de estudio no existe un alto nivel de contaminación por este concepto ya que cuenta con un sistema de pretratamiento que consiste en filtros y fosa maura para las instalaciones sanitarias, lo que evita el contacto de estos residuales con el río y el manto freático. El mayor impacto lo causan los residuales de la cocina-comedor que se vierten directamente.

-Alteración de las formas del relieve y composición del suelo

Existen modificaciones de la pendiente por la construcción de caminos de acceso a la mina, lo que altera la geomorfología del sitio de estudio. La remoción de estéril, así como las actividades del laboreo minero del yacimiento, implican cambios de la geomorfología de gran significación. Sobre el componente geomorfológico se observa

un impacto negativo identificado como alteración de las geoformas. Este impacto se considera importante ya que se presenta a corto plazo y con carácter irreversible.

-Aumento de los procesos erosivos: Las actividades de construcción de los caminos de acceso al yacimiento y al frente de trabajo y la explotación de los bancos con la operación de maquinaria, como buldócer, retroexcavadora, cargador y camiones, remueven gran parte del suelo, lo cual produce un incremento de la erosión en el área de la cantera.

-Compactación de la capa del suelo: Existe una compactación del suelo en los sectores de tránsito, especialmente de equipos y maquinaria pesada. No obstante, este impacto presenta poca importancia en la zona de estudio, partiendo del criterio que este es un impacto acumulativo de largo plazo, aunque de naturaleza irreversible.

-Cambios en la composición topográfica: La influencia que ejercen los cambios en la composición topográfica del terreno, como consecuencia del laboreo minero, se observan principalmente en la intensidad erosiva que se produce a través de los cambios que suceden en la inclinación y largo de la ladera. Estos factores intervienen directamente en la velocidad de los torrentes, en los que se genera pérdidas de suelo; tales efectos son visibles en áreas puntuales de la cantera.

-Alteración de la calidad visual: Esta alteración se visualiza con la presencia de las escombreras de estéril extraídas producto de la apertura de los caminos, de la construcción de los bancos de explotación y el efecto de las voladuras, alterando el paisaje por la introducción de nuevos elementos a la situación original. Generalmente, este impacto tiene un carácter irreversible y permanece aún después de terminadas las actividades mineras. Se produce la modificación del hábitat con valores paisajísticos, también irreversibles; a esto se suma que la acción de la lluvia contribuye igualmente a modificar el paisaje, ocasionando una erosión mayor en el área de explotación.

### **Caracterización de los impactos ambientales al medio biótico**

Entre los principales impactos en el medio biótico se encuentran:

Remoción de la vegetación y deforestación: La remoción de la vegetación y, eventualmente, de la flora existe en la superficie del yacimiento y de las vías de acceso al mismo. En el área de estudio se observan especies vegetales que

disminuyen la pérdida de la cobertura vegetal y su destrucción, por la tala de árboles, como consecuencia de la apertura de carreteras, caminos y vías para el acceso al área de explotación, aunque siempre se tiene previsto un proyecto de rehabilitación de los sectores que han culminado su explotación.

Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna: La magnitud del impacto de la alteración del hábitat y el desplazamiento de la fauna en la cantera El Pílon es medio, ya que no afecta en forma directa a especies con problemas de conservación o extinción. El impacto es irreversible y se manifestará a largo plazo. En el área de estudio se producen algunas pérdidas pero es más frecuente las migraciones de animales, como es el caso del murciélago, que habita en cuevas existentes en el área de explotación, fundamentalmente provocados por la actividad de voladura.

Pérdida de la biodiversidad: Algunas discusiones recientes sobre la conservación de la biodiversidad han reconocido un vínculo estrecho y mutuo entre la biodiversidad y la diversidad cultural, proponiendo la conservación de ambos en un ambiente local. Como resultado de la explotación del yacimiento ocurre la pérdida de algunas especies, principalmente de ámbitos más sedentarios, como reptiles y mamíferos pequeños, igualmente aves pero en menor escala; su pérdida se considera de escasa y baja magnitud, puesto que afecta solo a un número reducido de especímenes.

### **Caracterización de los impactos ambientales sobre el medio antrópico**

Los impactos más comunes en el medio antrópico se encuentran:

- Aumento de empleo

La creación de nuevos empleos directos o indirectos es vista como uno de los impactos positivos más importantes de la explotación minera. En el yacimiento esto se evidencia con la contratación de mano de obra, lo cual genera un aumento de empleo, pero dada las dimensiones de demanda de mano de obra el impacto es de baja intensidad.

- Aumento de la demanda por servicios sociales

Por la presencia de la explotación del yacimiento se produce la demanda de servicios sociales como transporte, educación, servicios de salud, que beneficia, incluso, a la población cercana a la cantera.

- Impacto visual

Este impacto se manifiesta claramente en el sitio de estudio donde se producen alteraciones no deseadas en el paisaje, que son la causa de la percepción negativa por parte de individuos o grupos sociales. La explotación minera a cielo abierto causa alteraciones de las formas del relieve, que son un fuerte impacto visual, taludes de caminos, acumulaciones de estéril, áreas de deposición de desechos, líneas de transmisión de energía e, inclusive, las instalaciones industriales son también causa de intrusión visual, usualmente percibidas como negativas.

- Incremento en el número de accidentes

En relación con los accidentes, su aumento por la operación de mayor tránsito es indiscutible, ya que no solo va a verse afectado por el tránsito del personal de trabajo en la cantera sino que habrá asistencia a la cantera de clientes de otras empresas, debido al objeto de trabajo que cumple (producción de materiales de construcción).

- Aumento del número de enfermedades

La emisión de contaminantes es dañina para la salud humana, es por eso que la reglamentación establece patrones ambientales, así como límites de tolerancia para agentes químicos o físicos que pueden afectar la salud del trabajador. La ausencia de observación de estos patrones en la cantera es causa de enfermedades crónicas o agudas, como por ejemplo, el estrés, que afecta en gran medida el bienestar de los obreros y operarios de máquinas, lo que dificulta sus labores y que pueden agravarse por las malas condiciones de higiene y habitabilidad en que se desenvuelven.

Los trabajos de laboreo minero son muy exigentes, especialmente en este yacimiento que tiene maquinaria muy poco moderna e implementos para su seguridad deficientes y de muy difícil operación. En estos aspectos el minero trabaja en condiciones desfavorables; así, por ejemplo, el ruido, polvo y los gases emitidos en los diferentes procesos traen grandes problemas auditivos y respiratorios y, generalmente, la alimentación no es buena y no compensan la energía gastada por el cuerpo, lo que

provoca una disminución de peso acelerado que conlleva a una pérdida de la calidad de vida.

- Enriquecimiento de la diversidad cultural

Frecuentemente la dimensión cultural de los impactos en la cantera es olvidada o menospreciada, atribuyéndole mayor importancia a los impactos físicos, biológicos y socioeconómicos. No obstante, las alteraciones de naturaleza cultural que resultan de la implementación del yacimiento puede ser tan o más importantes que los demás impactos. La importancia de la dimensión cultural debe estar insertada en la política empresarial y tenida en cuenta en los planes de superación.

### **Conclusiones**

El análisis del proyecto de explotación actualizado, la descripción del estado del medio ambiente del área de influencia del yacimiento así como la identificación y caracterización de las alteraciones ambientales permitió determinar el efecto ambiental que produce la explotación minera del yacimiento de calizas El Pílon.

El análisis del proyecto de explotación actualizado permitió determinar que las acciones mineras productoras de impactos son: perforación, carga y voladura, transporte de maquinaria, formación de escombreras, preparación mecánica (vía seca y vía húmeda), desbroce de la vegetación, construcción vial, infraestructura, botaderos de sedimentos, entre otros.

La descripción del medio ambiente proporcionó la información necesaria para establecer los principales factores ambientales susceptibles de recibir impactos, en el medio físico: climatología, hidrografía, geología, geomorfología y paisaje; en el biótico: flora, fauna y equilibrio ecológico y en el antrópico: economía, viabilidad, salud y cultura.

### Referencias bibliográficas

- GUINDO, A. L. 2014: Caracterización minero ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en Guantánamo. *Ciencia & Futuro* 4(1): 1-17.
- HASIMBULI, J. 2012: Estudio minero-ambiental de la cantera El Cacao. *Ciencia & Futuro* 2(4): 49-58.
- HERNÁNDEZ, N.; ALMAGUER, Y.; ROSARIO, Y. & OTAÑO, J. 2014: Determinación del método de arranque de la roca en la cantera Pilon, Mayarí. *Minería y Geología* 30(2): 42-57.
- LEY 76. LEY DE MINAS. 1994: Gaceta Oficial de la República de Cuba, No. 3, La Habana, Cuba, 23 de enero.
- LEY 81 DE MEDIO AMBIENTE. 1997: Gaceta Oficial de la República de Cuba, No. 7, La Habana, Cuba, 11 de julio.
- MONTES DE OCA, A. & ROSARIO, Y. 2014: Ontología de evaluación de impacto ambiental para proyectos mineros. *Minería y Geología* 30(1): 104-116.
- PENEHAFO, H. 2014. Problemática socioambiental asociada a los métodos de arranque de la roca en las canteras de materiales de la construcción. *Ciencia & Futuro* 4(2): 1-11.