

# **Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción El Cacao**

Naísma Hernández Jatib  
Mayda Ulloa Carcasés  
Yiezenia Rosario Ferrer

## **Resumen**

El impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de calizas El Cacao, se estudió haciendo uso de una metodología que conjuga distintas propuestas de otros investigadores. La metodología permitió identificar 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, infraestructura y economía). Se encontró que los impactos más considerables ocurren durante el desbroce y destape, y que los componentes ambientales más afectados son el suelo, el aire, el agua y la economía. Finalmente se proponen medidas correctoras para mitigar las afectaciones ambientales.

## **Palabras clave**

Evaluación de impactos ambientales; yacimientos de caliza; materiales de construcción; minería a cielo abierto.

## **Environmental impact of limestone mining in El Cacao deposit**

### **Abstract**

An assessment of the environmental impact caused by limestone mining in El Cacao deposit was carried out by using a methodology which combines various proposals from other researchers. The methodology allowed the identification of the environmental impact caused by vegetation clearing, overburden stripping, extraction of raw materials, perforations and explosion, excavations, haulage and raw material processing and storage in addition to the interaction between these activities and the elements (soil, air, water flora, fauna, landscape, infrastructure and economy). It was found that the most significant environmental damage resulted from clearing of the vegetation and overburden stripping activities and the components most affected were soil, air, water and the economy. The conclusion presents proposed corrective actions to mitigate the environmental impact.

### **Key words**

Evaluation of environmental impacts; limestone deposit; construction materials; open sky mining.

## **INTRODUCCIÓN**

La ejecución de un proyecto de explotación minera incluye un conjunto de acciones que alteran o impactan el medio ambiente, las que deben estudiarse de forma específica para cada tipo de mineral y método de explotación (López-Jimeno 1994).

La alta demanda de materiales de construcción en Cuba exige de una explotación cada vez mayor de áridos a todo lo largo y ancho del país (Fernández 2009), la cual debe ejecutarse dentro del marco del desarrollo sustentable, compromiso asumido en la Agenda 21, aprobada en la Cumbre de la Tierra en el año 1992.

El desarrollo de nuevos equipos de laboreo minero y de instalaciones de preparación de áridos, unido a las restricciones ambientales actuales, obliga a utilizar métodos de explotación que provoquen el menor impacto ambiental posible en el entorno donde se localizan las canteras, así como a reducir los costos de producción de manera que la industria de materiales de construcción sea económicamente viable (López-Jimeno 1994).

En Cuba existen regulaciones ambientales para toda actividad que genere deterioro al entorno. En este sentido, se ha instituido la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como uno de los niveles fundamentales de la gestión ambiental y se ha promulgado la Ley 81 (Ley del Medio Ambiente), que establece la obligación de minimizar o mitigar los efectos negativos al medio ambiente (CICA 2001).

El incumplimiento de lo establecido en los proyectos mineros en cuanto a legislación ambiental ha propiciado, en ocasiones, que los terrenos explotados no sean adecuadamente rehabilitados al cesar las labores de minería (Watson 2008). Un ejemplo de ello es la cantera El Cacao, localizada al sur de Jiguaní, en la provincia de Granma y explotada por más de 40 años. De ella se extraen calizas de alta calidad mediante un sistema de explotación con avance paralelo del frente de trabajo. Durante la ejecución del proyecto de explotación, en este yacimiento se han producido agresiones al medio natural con

una incidencia similar a las ocasionadas por otro tipo de minería a cielo abierto (Paéz-Zamora 1996).

El objetivo de la investigación fue identificar, mediante el uso de una metodología que reúne distintas propuestas de varios investigadores, el impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de calizas El Cacao.

### Características geológicas del yacimiento

En el yacimiento de calizas El Cacao, donde se ubica la cantera de igual nombre (Figura 1), aparecen formaciones vulcanógenas de edad Paleoceno-Eoceno Medio, representadas por el grupo El Cobre, sobreyacido por calizas de la formación Charco Redondo, del Eoceno Medio (Iturralde-Vinent 1996).

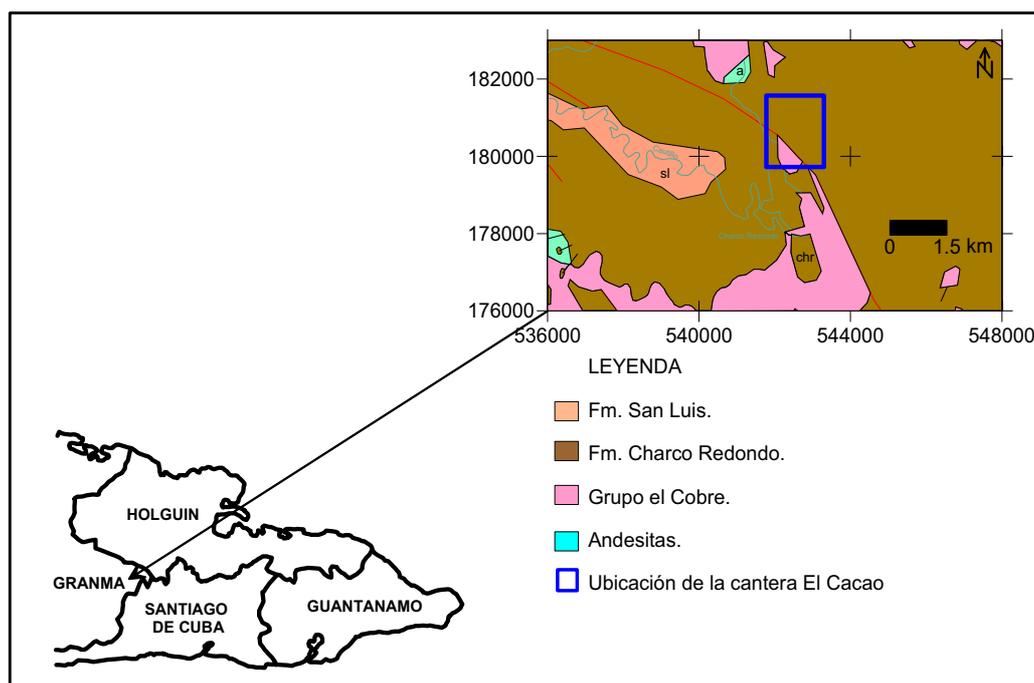


Figura 1. Ubicación geográfica y geológica del área.

Las calizas se caracterizan por ser masivas y compactas, de color blanco crema, llegando incluso a tener tonos rosados; también aparecen arcillas de poca potencia rellenando oquedades o cubriendo las calizas en la superficie de algunas zonas (Fernández 2009).

En los frentes de canteras se observan grietas con dirección predominante noroeste-suroeste, con un ángulo de inclinación de  $10^\circ$ ,

en ocasiones estas grietas se encuentran rellenas por un material de color rojo intenso. El yacimiento presenta una potencia variable de 10,95 a 109,85 m, buzamiento de 10-12° en dirección suroeste y condiciones hidrogeológicas favorables. El nivel de las aguas subterráneas se encuentra por debajo del límite inferior de las reservas calculadas (Iturralde-Vinent 1996).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Sistema de explotación de la cantera**

En la cantera El Cacao se emplea un sistema de explotación con avance paralelo (Fernández 2009), laborando varios frentes con diferentes características (Tabla 1).

Los elementos fundamentales del sistema de explotación son:

- a) Altura del escalón: se tienen en cuenta las propiedades físico-mecánicas de las rocas, características geológicas, parámetros de los equipos mineros de extracción y transporte y seguridad en los trabajos mineros.

Tabla 1. Características de los frentes de trabajo

<b>Número del frente</b>	<b>Altura del escalón (m)</b>	<b>Observación</b>
Frente 1	variable	En explotación
Frente 2	15 m	En explotación
Frente 3	14 m	En explotación
Frente 4	12 m	En explotación
Frente 5	15 m	En explotación
Frente 6	15 m	Sin apertura

- b) Angulo del talud: 85- 90° en función de que el buzamiento es de 10-12° y las rocas presentan alto grado de cohesión entre las partículas, están poco agrietadas y son estables, sin sistemas de falla.
- c) Ancho de la plazoleta de trabajo: 35 m.
- d) Ancho de la berma de seguridad al final de la explotación: hasta 4 m entre escalones adyacentes.

El esquema de preparación de todos los horizontes es similar, la apertura de cada uno se realiza utilizando caminos o trincheras de acceso y corte según sea el caso, empleando como método de extracción del mineral útil la separación de la roca del macizo mediante perforación y voladura, luego se realiza la carga y se transporta la materia prima hasta la tolva del molino primario. El orden de laboreo se recoge en el plan calendario que garantiza la secuencia lógica de las actividades. Para el desagüe de la cantera, atendiendo a las características del yacimiento, típico de montaña, se utiliza el drenaje natural (Fernández 2009).

En la realización del estudio se ejecutaron varias fases metodológicas en las que se resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudio que permiten entender, evaluar y concebir la influencia de la explotación del yacimiento El Cacao sobre el medio ambiente. La Figura 2 muestra un resumen de la metodología utilizada.

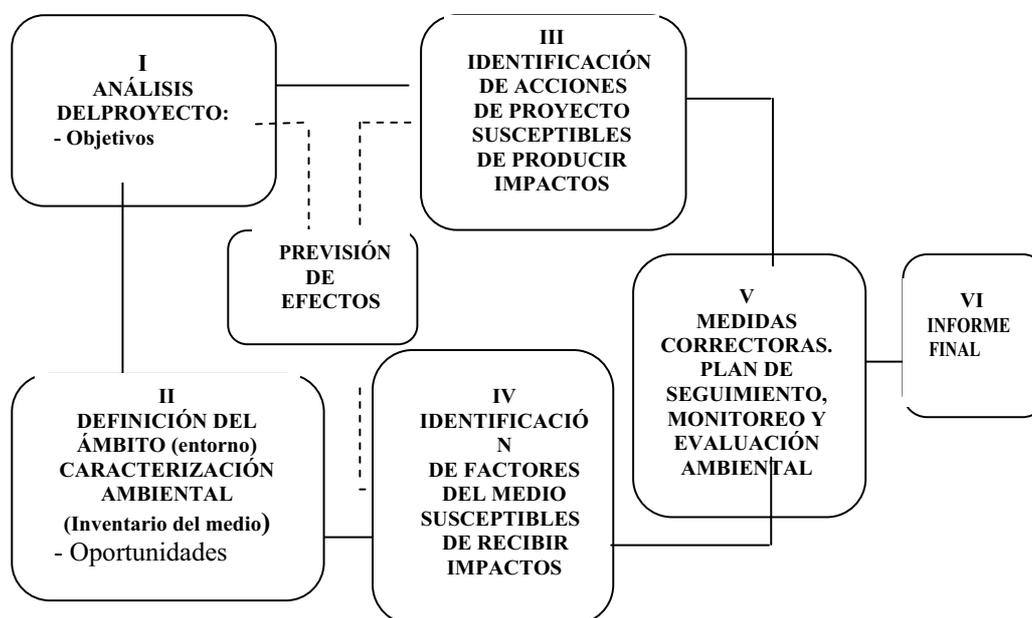


Figura 2. Fases metodológicas de la investigación (adaptado de Conesa-Fernández 2000).

A continuación se describe el contenido de cada fase, definido a partir del estudio de diferentes metodologías (Leopold *et al.* 1971; López-Jimeno 1996; Mateo 1997; Páez-Zamora 1996; Conesa-Fernández 2000; Gómez-Orea 2003; Espinoza 2002; Sánchez 2002).

1. Análisis del proyecto, que consiste en su descripción física, sus elementos constituyentes, tecnología, materia prima, programas de desarrollo y los objetivos de la explotación de la cantera.
2. Definición del ámbito y diagnóstico ambiental. El ámbito es el área de extensión de las interacciones que se pretende analizar, y que corresponden a la parte del ambiente que interacciona con el proyecto.
3. Identificación de acciones. Se define como acciones a las causas desencadenantes de impactos. Deberá definirse la magnitud, flujo y localización espacial. Ellas deberán distinguirse según el momento en que se producen, lo cual permitirá diferenciar las bases de desarrollo del proyecto. Para identificar las acciones capaces de producir impacto sobre las componentes del medio, se aplicaron métodos de consulta de expertos, listas de chequeos confeccionadas para otros proyectos y escenarios comparados.
4. Identificación de factores del medio susceptibles de recibir impactos. Los factores, elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto son los componentes del medio ambiente. Al igual que en el caso de las acciones, la identificación de los factores ambientales afectados se realizó utilizando la misma metodología.
5. Identificación y predicción de impactos. Consiste en determinar los impactos que surgen como consecuencia de la ejecución del proyecto de explotación y predecir la naturaleza de las interacciones proyecto-entorno. El resultado es una matriz de identificación que se obtiene a partir de tormentas de ideas con la participación de especialistas y el estudio de escenarios similares.
6. Valoración de impactos. Según la *International Association for Impact Assessment (IAIA)*, la valoración del impacto es el proceso de identificar las consecuencias futuras de una acción presente o propuesta. En esta etapa se realizó una simple caracterización de los impactos identificados y una valoración cualitativa de los mismos mediante su interacción con los factores ambientales.
7. Medidas de mitigación y correctoras, son las modificaciones o incorporaciones que se hacen a un proyecto para evitar, disminuir, modificar, o compensar el efecto del proyecto sobre el medio ambiente.

Para la realización de este estudio no se contó con los indicadores de impactos, concebidos como los componentes estructurales que integran elementos del sistema para indicar el estado general del mismo, por lo cual, la determinación de las influencias del proyecto sobre el medio ambiente se realizó de forma cualitativa.

## **RESULTADOS**

Se identificaron las principales acciones susceptibles de producir impactos ambientales: desbroce, destape de materia prima, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento. De igual manera, considerando que el medio donde se desarrolló el proyecto está constituido por elementos y procesos interrelacionados, que pertenecen a los subsistemas abióticos, bióticos, perceptual y socioeconómico (Conesa-Fernández 2000; Gómez-Orea 2003), se identificaron, a partir de las acciones anteriormente mencionadas, los impactos ambientales que se producen en los componentes del medio: suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, infraestructura y economía (Espinoza, 2002).

### **Impactos identificados**

#### Suelo

1. Alteración de la geomorfología y la topografía.
2. Incremento de la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación.
3. Compactación del suelo por el tráfico de la maquinaria pesada y el transporte.
4. Contaminación por adición de lubricantes y combustibles.

#### Aire

5. Aumento del nivel de ruido por los trabajos de perforación y voladura, transportación y procesamiento.
6. Contaminación por gases y polvo.

#### Agua

7. Cambio de las propiedades físico químicas del agua.
8. Alteración del drenaje superficial y subterráneo por la formación de oquedades, así como de las cuencas hidrográficas y viales.

## Flora

9. Pérdida de la vegetación: sectores de vegetación espontánea, arbórea y arbustiva, especialmente aromas (*acacia sps*).

## Fauna

10. Destrucción del hábitat (se encuentra en la zona reptiles y roedores no endémicos).

## Paisaje

11. Alteración del paisaje natural por disminución de sus componentes (cárcavas, relieve).

## Infraestructura

12. Incremento del tráfico terrestre.

## Economía

12. Aumento del nivel de empleo en la actividad minera.

13. Beneficios económicos por la comercialización del material extraído.

Con los elementos anteriores se elaboró la matriz de identificación de los impactos ambientales, que expresa el efecto de las interacciones entre acciones del proyecto y los factores del medio (Tabla 2).

Tabla 2. Matriz de identificación de impacto ambiental

Factores ambientales		Acciones						
		a	b	c	d	e	f	g
Medio físico	A	2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,4	3	---	2
	B	---	6	5,6	6	5,6	5,6	---
	C	8	7	7	7,8	7	7	---
Medio biótico	D	9	---	---	---	---	---	---
	E	10,11	11	---	11	---	---	11
Medio perceptual	F	11	11	---	11	---	---	11
Medio socioeconómico	G	---	---	12	---	---	---	---
	H	13	13	13	13	13	13,14	13,14

A, suelo; B, aire; C, agua; D, flora; E, fauna; F, paisaje; G, infraestructura; H, economía. a, desbroce; b, destape y extracción de materia prima; c, perforación y voladura; d, excavaciones; e, transportación; f, procesamiento de la materia prima; g, su almacenamiento.

En la Tabla 2 se muestran los 14 impactos identificados, la mayoría de los cuales ocurre durante el desbroce, destape, perforación y voladura y excavaciones.

De acuerdo con el grado de incidencia se determinaron tres categorías de impactos: negativos fuertes, negativos débiles y positivos medios. Los impactos negativos fuertes se presentan sobre los componentes ambientales suelo, agua, aire, flora, fauna y paisaje. Al considerar el componente suelo se tuvo en cuenta que la alteración de la geomorfología y la topografía es de carácter irreversible, causando un incremento de la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación, con la consiguiente pérdida de sus componentes esenciales, la compactación del suelo por el tráfico de la maquinaria pesada y el transporte, y la contaminación por adición de lubricantes y combustibles. Estos impactos son intensos y extensos, pues abarcan prácticamente la mayor parte del área, en otros casos pueden ser inmediatos, permanentes e irreversibles.

En el aire se experimenta un aumento del nivel de ruido por los trabajos de perforación y voladura, transportación y procesamiento, así como de la contaminación por gases y polvo. En el caso de voladuras de cierta envergadura también se pueden derivar impactos sobre la estabilidad del terreno y sobre construcciones próximas.

De la emisión de polvo se pueden derivar impactos sobre la salud humana y la calidad de vida de los núcleos habitados próximos y sobre la vegetación y cultivos agrícolas que circundan la explotación. Es un impacto permanente mientras funcione la explotación, e incluso una vez cerrada, si no se realiza una adecuada restauración. Estos cambios son intensos y extensos, inmediatos y recuperables a mediano plazo.

Al considerar el componente agua se tiene en cuenta la calidad del agua superficial; la actividad minera y el almacenamiento del material generan cambio en las propiedades físico-químicas de las mismas, y alteración en la estructura del drenaje superficial por la formación de oquedades y daños a los viales. Este impacto se considera intenso y extenso e irreversible en la mayoría de los casos.

La flora de la zona se encuentra muy afectada por la acción del hombre debido a los impactos que ocurren en las áreas de extracción de la cantera y en las áreas incididas por las escombreras. La flora es destruida en la superficie que ocupa la explotación minera. La gravedad de este impacto depende de la calidad de la vegetación existente. El resurgimiento de la vegetación en el área de explotación exigirá cuidadosos trabajos de rehabilitación. Los impactos serán inmediatos, intensos, recuperables a largo plazo.

La fauna que se observa en la concesión minera representa el remanente de la que originalmente poblaba esta zona, y no se caracteriza por un alto valor endémico. El impacto se refleja, al igual que en los casos anteriores, en las áreas de explotación directa y en los depósitos de escombro. Se produce una destrucción completa de los hábitats y una desaparición parcial de la fauna sobre todo del suelo. Los cambios serán intensos, de extensión parcial, inmediatos y a mediano plazo, duraderos y parcialmente irreversibles.

Los cambios en el paisaje están asociados a la alteración y disminución de sus componentes naturales en el área de explotación y escombreras. Se forman depresiones y excavaciones donde ocurren deslizamientos, movimientos de masas y formación de nuevos relieves, alteración del color, rotura de la cuenca visual, focalización de la percepción en la mina en detrimento de otros puntos. Los cambios serán intensos, localizados, permanentes e irreversibles en gran parte.

La infraestructura recibe un impacto negativo débil por el incremento del tráfico terrestre, que puede convertirse en positivo por la utilización de los equipos de transporte para el traslado de la población. Los cambios serán intensos, abarcarán zonas más allá del área de la cantera, y su efecto positivo se presenta a corto y mediano plazo.

La economía de la región recibe impacto positivo por el aumento del nivel de empleo de la población dedicada a la actividad minera, propiciando un incremento en el salario y, por consiguiente, la

elevación del nivel de vida. La explotación del yacimiento reporta beneficios económicos tanto para la región, como para la economía nacional, por la comercialización del material extraído, sin embargo, es imposible por el momento cuantificar dichos beneficios comparados con las pérdidas ambientales que irremediablemente se producen.

En síntesis, el impacto sobre los componentes ambientales se manifiesta de forma intensa y abarca todo el medio natural y social. Sus efectos, aunque se enmarcan en el ámbito estudiado, tienen una influencia directa en otras áreas vecinas. Los cambios se manifiestan inmediatamente desde las primeras etapas de explotación. Los impactos más significativos ocurren en el desbroce, destape y extracción. De forma general los impactos son pertinaces y permanentes, alguno de ellos irreversibles. La magnitud de los mismos exige de un plan de corrección de impacto bien argumentado, que trate por todo los medios de minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos.

Las medidas correctoras son acciones que deben formar parte del proyecto de rehabilitación; la propuesta elaborada se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Propuesta de medidas correctoras

<b>Factores impactados</b>	<b>Medidas correctoras</b>
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Conservación y reutilización de las capas del suelo en la propia rehabilitación.</li> <li>· Favorecer el crecimiento de herbáceas en los depósitos y escombreras.</li> <li>· Relleno de los huecos con los estériles de la extracción.</li> </ul>

<b>Factores impactados</b>	<b>Medidas correctoras</b>
Aire	<ul style="list-style-type: none"><li>· Riego periódico de los caminos, depósitos y escombreras.</li><li>· Compactación y asfaltado de las vías de acceso.</li><li>· Empleo de captadores de polvo en la perforación.</li><li>· Reducción del tiempo entre explotación y rehabilitación.</li><li>· Limitación de la velocidad de circulación.</li><li>· Instalación de barreras rompevientos.</li><li>· Uso de cintas transportadoras con protección.</li><li>· Uso de humectantes en el tratamiento de los materiales.</li><li>· Disminución de la altura de vertido.</li><li>· Instalación de silenciadores y mantenimiento correcto de la maquinaria.</li><li>· Cubrimiento con lonas del material a transportar.</li><li>· Favorecer el crecimiento de vegetación espontánea en las escombreras y depósitos.</li><li>· Reducción de las cargas operantes de explosivo y uso de detonadores con micro retardo.</li><li>· Cubrimiento del cordón detonante.</li><li>· Desbroce secuencial y progresivo de la zona de extracción.</li></ul>
Agua	<ul style="list-style-type: none"><li>· Ubicación de escombreras e instalaciones fuera de cauces naturales intermitentes.</li><li>· Establecer red de drenaje con canales perimetrales.</li><li>· Reutilización de las aguas de tratamiento.</li><li>· Recogida y tratamiento de los vertidos líquidos provenientes del mantenimiento de la maquinaria.</li></ul>

La ejecución de estas medidas representan un costo que puede disminuir los beneficios obtenidos, pero es necesario considerar que la estrategia ambiental cubana exige que las empresas contabilicen los gastos derivados de eliminar o disminuir los impactos ambientales que generan, y rehabilitar o evitar los daños ambientales para legar a las generaciones futuras un medio ambiente de calidad.

Es importante destacar que la ejecución de la rehabilitación, de manera progresiva y simultánea con la explotación, tiene ventajas operativas y económicas. El "Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería" (López-Jimeno 1996) recoge un apartado en que evalúa la repercusión económica de la restauración en los costos de explotación y afirma que el coste medio de restauración de una cantera de áridos puede ser de un 0,4 % del precio de venta de una tonelada de árido, lo cual es a todas luces una cantidad insignificante.

A nivel nacional existen ya muchas empresas mineras que realizan la rehabilitación simultánea o posterior a la explotación de las canteras y, por tanto, han asumido los costos ambientales de su actividad productiva, lo que reflejan la voluntad de la comunidad minera de cumplir con la política ambiental del país.

## **CONCLUSIONES**

Se identificaron los principales impactos ambientales que se producen durante la explotación de calizas en el yacimiento El Cacao a partir del establecimiento de las principales acciones susceptibles de producir dichos impactos (desbroce, destape de materia prima, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento) y su interacción con los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, infraestructura y economía). Todas las acciones del proyecto afectan en mayor o menor medida a todos los factores del medio. Los impactos más significativos ocurren en el desbroce, destape y extracción; los componentes del medio mas afectados son el suelo, el aire, el agua y la economía. Para cada una de las componentes impactadas se proponen medidas para mitigar sus afectaciones.

**REFERENCIAS**

- CICA (Centro de Inspección y Control Ambiental). 2001. Guía para la realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los estudios de Impactos Ambientales. La Habana. 56p.
- CONESA-FERNÁNDEZ, V. 2000. *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. 3ra edición Editorial Mundi-Prensa Madrid. Vol.1, 416 p.
- ESPINOZA, G. 2002. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BIC/CED. 259 p.
- FERNÁNDEZ, J.L. 2009. Yacimiento El Cacao, primer eslabón de la cadena constructiva en Granma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Moa [Tesina del diplomado Explotación de yacimientos de materiales de construcción] 50 p.
- GÓMEZ-OREA, D. 2003. Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 2ª edición. 760 p.
- ITURRALDE-VINENT, M.A., 1996. *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*. IGPC Project 364. Special Contribution n.1
- LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B. & BALSLEY, J. E. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C. 13 pp.
- LÓPEZ-JIMENO, C. 1994. *Manual de áridos*. Entorno Gráfico s.l. 612 p.
- LÓPEZ-JIMENO, C. 1996. *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. IGME. Madrid. 426 p.
- MATEO, J. 1997. La cultura de la sustentabilidad en el desarrollo rural cubano. *Temas*, 9: 20-25.
- SÁNCHEZ, L. 2002. Curso de afectaciones al ambiente por la actividad minera y evaluación del impacto. Secretaría de medio ambiente. Universidad de Sao Paulo. p. 53
- WATSON, R. 2008. Situación actual y perspectiva de la explotación de yacimientos de materiales de construcción. Inédito. ISMM. Moa. 20p.
- PAÉZ-ZAMORA, J. C. 1996. *Introducción a los métodos de evaluación de impactos ambientales: recomendaciones para los gobiernos seccionales del Ecuador*. F. Natura. Comisión Asesoría Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador – USAID. Editorial Crearimagen. Quito.

**Naísma Hernández Jatib**

Profesora Asistente. Departamento de Minas. Instituto Superior  
Minero Metalúrgico, Cuba.

[nhjatib@ismm.edu.cu](mailto:nhjatib@ismm.edu.cu)

**Mayda Ulloa Carcasés**

Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular. Departamento de  
Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Cuba.

[mulloac@ismm.edu.cu](mailto:mulloac@ismm.edu.cu)

**Yiezenia Rosario Ferrer**

Doctora en Ciencias Informáticas. Profesora Asistente Dpto.  
Informática. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Cuba.

[jessie@ismm.edu.cu](mailto:jessie@ismm.edu.cu)