



Efectos sobre el medio ambiente del yacimiento de arena natural Tibaracón del Toa*

Tomas Lobaina Yibre

Especialidad: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se analizaron las características geológicas y minero-técnicas del yacimiento de arena natural Tibaracón del Toa; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan y se elaboraron medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la extracción. En su elaboración se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica que permitieron cumplir adecuadamente los objetivos planificados. La explotación del yacimiento Tibaracón del Toa produce efectos ambientales negativos y las medidas adoptadas permiten desarrollar una minería responsable.

Palabras clave: yacimiento de arena; impacto ambiental; mitigación de impacto.

* Trabajo tutorado por la Dra. Mayda Ulloa Carcassés y el M. Sc. Alexis Montes de Oca.
Recibido: 18 enero 2015 / Aceptado: 28 septiembre 2015.

Environmental impact of the tibaracón natural sand deposit in Toa

Abstract: The technical mining and geological characteristics of the Tibaracón natural sand ore body in Toa were analyzed. The environmental impacts caused by the extraction activity were identified and general action items were identified in order to mitigate the negative environmental effects. Empirical and theoretical methods of scientific research were applied which allowed the scheduled objectives to be met. Mining of the Tibaracón ore body in Toa has negative environmental effects and the action items will result in a responsible mining.

Key words: sand ore body; environmental impact; impact mitigation.

Introducción

La extracción de áridos en yacimientos aluviales es una actividad muy agresiva con el medioambiente, que provoca graves alteraciones en los ecosistemas fluviales, como la destrucción del paisaje, la eliminación de la vegetación, la modificación de los niveles freáticos locales, la contaminación del río aguas abajo y el aumento de la turbiedad del agua debido a una mayor cantidad de finos en suspensión, destrucción de frezaderos para peces así como la alteración de la temperatura media del agua.

Debido a la necesidad creciente de arena en el municipio de Baracoa y las posibilidades de extracción en el río Toa se realiza la extracción de arena depositada en la barra acumulativa Tibaracón del Toa. Esta barra constituye un depósito natural de arena, sobre el que se estima un aporte total aproximado de sólidos de granulometría fina de 509 058 m³ anual. La cantidad aprobada en la microlocalización para la explotación de 10 000 m³ anuales representa el 2 % de la tasa de remoción media anual. La extracción se realiza a cielo abierto con una profundidad de 0,50 m. El perímetro aprobado por la microlocalización es de 500 m de largo y 40 m de ancho planificado por campañas en los meses de máxima deposición.

Un estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava, que se localiza en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humboldt, fue desarrollado por Aguilera y colaboradores (2003). Este trabajo identifica, caracteriza y valora los impactos ambientales y, finalmente, elabora el plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación y el plan de monitoreo de las actividades de explotación. También realiza un estudio detallado, desde el punto de vista de flora, fauna y población, para llegar a los objetivos propuestos en su investigación.

Hernández y otros investigadores (2014) señalan los principales impactos de la extracción de minerales y plantean que esto está dado debido a que desde el inicio del siglo XX el sector de la minería ha experimentado un alto grado de mecanización, lo cual ha hecho posible mover grandes volúmenes de rocas para extraer los minerales de los yacimientos de la corteza terrestre. Esta actividad, cuyo fin es abastecer a la sociedad de las materias primas necesarias, trae consigo una serie de alteraciones sobre el medio ambiente, entre las que cabe destacar: la degradación del paisaje, la

desaparición del uso productivo de la tierra, el aumento de la erosión de la zona al desaparecer la cubierta vegetal y la posible contaminación por sustancias tóxicas.

Guindo (2014) realizó la caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de Construcción de la provincia de Guantánamo. En el documento analizó la estructura productiva de esta empresa y las características geológicas y minero-técnicas de cada yacimiento en explotación, identificó los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. Demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos y propone medidas para desarrollar una minería responsable. Sin embargo, el autor no profundiza en las características de cada yacimiento y trata, de forma general, los impactos de la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa.

Montes de Oca, Ulloa y García (2014) realizaron una investigación sobre la explotación de arena en el yacimiento Tibaracón del Toa fundamentado en una evaluación de impacto ambiental. En él se plantea que en las últimas décadas los ríos y humedales se encuentran entre los ecosistemas más degradados y que sufren una mayor regresión en su extensión y estado de conservación debido a la actividad minera, con el consiguiente perjuicio para sus especies características y, consecuentemente, para la calidad del agua. Añaden que la restauración fluvial constituye en la actualidad una necesidad perentoria y una herramienta de gestión imprescindible dado el avanzado estado de alteración de los cauces fluviales y sus riberas, consecuencia de muchos años de uso y abuso de los ecosistemas acuáticos. Como resultado proponen una serie de medidas preventivas y correctoras que habrá de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural.

Por ello se realiza una caracterización minero-ambiental de la explotación del yacimiento de arena natural Tibaracón del Toa, en la provincia de Guantánamo, para establecer sus efectos sobre el medio ambiente y proponer medidas para mitigarlos.

Ubicación del yacimiento

El yacimiento se localiza en el municipio de Baracoa, consejo popular Mabujabo, en la desembocadura del río Toa, específicamente sobre el tibaracón, que se origina producto a la acumulación de arena de origen fluvial, formada entre el oleaje del mar y

la margen derecha del río. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 20° 23' 16" N y 74° 32' 49" O. El punto de extracción de arena se ubica en la desembocadura del río Toa, en una llanura abrasivo acumulativa de origen fluvio marina.

El relieve se caracteriza por exhibir un relieve de llanura baja acumulativa, de origen fluvio marino, posee 2 500 m de largo y 2 000 m de ancho, morfométricamente se levanta desde los 0-5 msnm, perpendicular a la costa. Hacia la parte interior se torna plana, parcialmente inundada hacia el NE del río Toa.

Resulta muy típico el delta lineal que forma frente a la desembocadura. Este constituye un importante banco arenoso de origen fluvial conocido con el nombre de "tibaracón", clasificado como una formación natural, que separa las aguas marinas de las fluviales como consecuencia de la acción de las corrientes marinas, las mareas y el oleaje actuante contra la corriente fluvial.

Características de la actividad minera en el yacimiento

Se estima que se depositan en el tibaracón anualmente arenas de granulometría fina con un volumen aproximado de 509 058 m³. La cantidad aprobada en la microlocalización para la explotación es de 10 000 m³ anual, lo que representa el 2 % de la tasa de remoción media anual. Está comprobado, además, la restauración natural del tibaracón debido a que los sedimentos son dinámicos y renovables.

Los beneficios sociales y económicos del proyecto radican en la mejora de las condiciones habitacionales del territorio; se podrán construir 350 viviendas al año, obras para el desarrollo turístico e infraestructuras sociales, además de la restauración y reparación de las dañadas.

El peso potencial del proyecto sobre la economía de la localidad se fundamenta en los beneficios que serán generados por la construcción y restauración de viviendas e infraestructuras económicas y sociales.

Durante la etapa de explotación se origina un nuevo empleo: el custodio, el cual recibirá un salario de 305,50 pesos y velará por el cuidado del yacimiento. Los otros puestos están concebidos por la empresa en su plantilla laboral.

Debido al nivel tecnológico que presentan las maquinarias, la fragilidad potencial del ambiente y los antecedentes históricos de las extracciones anteriores, la mano de obra

disponible tiene una elevada calificación y especialización para la explotación, comercialización, manejo y protección de los recursos mineros.

El proyecto se cataloga como minería a cielo abierto. En Cuba los métodos de laboreo a cielo abierto para la extracción de mineral se clasifican como sistemas con transporte. El volumen total de extracción de los mismos se realiza por este sistema, pero los va a diferenciar básicamente el equipamiento de extracción y su forma de empleo.

Identificación de los efectos ambientales que produce la explotación del yacimiento

Se aplicaron elementos de la metodología cualitativa para el estudio de casos, entre los cuales se encuentran la observación, encuestas individuales y grupales, entrevistas a expertos y el estudio de informes que reflejaron el estado de opinión según los intereses de la comunidad. Las expediciones de campo actualizaron y ampliaron las informaciones temáticas disponibles y crearon nuevas fuentes de datos.

Para describir la situación ambiental del yacimiento se efectuó un inventario de los factores del medio para determinar posibles interacciones del proyecto (Tabla 1).

Las acciones que pueden causar impactos ambientales en la fase de explotación minera son:

- a) Destape
- b) Extracción carga del material útil
- c) Transporte del material útil.

Los factores del medio susceptibles a recibir impactos se exponen en la Tabla 2. La evaluación de los impactos ambientales se hizo con base en las experiencias anteriores, tanto en el ámbito nacional, como internacional.

Tabla 1. Inventario ambiental

	Factor	Características
Medio físico	Clima	Montañoso con elevado humedecimiento
	Agua superficial	Red densa
	Suelo	Pardos sin carbonatos, fersialíticos, erralíticos
	Geología	Predominio de rocas hiperbásicas, metamórficas y graboides, con edades desde el Cretácico hasta el Cuaternario
Medio biótico	Flora	Pluvisilva montaña (bosques siempre verdes), manglares, montes costeros y cultivos temporales
	Fauna	Mamíferos y aves con alto grado de endemismo
Medio Socio-cultural	Paisaje	Parque Nacional Alejandro de Humbolt, gran atractivo paisajístico
	Uso del suelo	Cultivo del coco, café y cacao, viandas y forestales
	Empleo	El nivel de empleo bajo, vinculado a la actividad agrícola, debido a la ausencia de una base económica local

Tabla 2. Factores del medio

Medio físico	I. Suelo	II. Agua	III. Atmósfera
Medio biótico	IV. Flora y vegetación	V. Fauna	
Medio socioeconómico	VI. Población		
Medio perceptual	VII. Paisaje y morfología		

Para la identificación de los impactos se utilizaron las matrices causa-efecto de Conesa (1995), considerando este método el más indicado según el tipo de proyecto, el sitio específico de incidencia, los factores afectados y la rama de que se trata (Ayala & Fernández, 1996). Para la evaluación de los impactos se utilizó la tipología del autor, adaptada a las condiciones concretas del caso estudiado.

La importancia del impacto se calculó según la expresión:

$$I = Ca [3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Ef + Pr + Mc]$$

Los impactos ambientales se identificaron a partir de un análisis colectivo, logrando una evaluación que descansa en los siguientes parámetros:

-Intensidad (i): Es el grado de incidencia de la acción sobre el factor.

-Carácter (CA): De acuerdo a su aporte en términos de beneficio o perjuicio, se designa (+) para un impacto beneficioso y (-) para impacto perjudicial.

-Extensión (EX): Área de influencia teórica de la acción sobre el factor, donde se clasifica de acuerdo a la siguiente forma: Puntual = 1 Parcial = 2 Extenso = 3

-Momento (MO): Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, donde se clasifica de acuerdo a la siguiente forma:

Largo plazo (=10 años) = 1; Mediano plazo (<10 años) = 2; Corto plazo (<3 años) =3

-Persistencia (PE): Es el supuesto tiempo que permanecerá el efecto del impacto, por lo que se puede catalogar como:

Fugaz (<3 años) =1; Temporal (<10 años y ≥ 3 años) =2; Largo plazo (>10 años) =4

-Reversibilidad (RV): se refiere al plazo para la posible reconstrucción, por medios naturales, del factor afectado.

Corto plazo (<3 años) =1; Mediano plazo (<10 años y ≥ 3 años) = 2; Irreversible (≥ 10 años) =3

-Recuperabilidad (RE): se relaciona a la posibilidad de reconstrucción parcial o total del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctivas).

Totalmente recuperable a: Corto plazo = 1; Mediano plazo = 2; Irrecuperable y admite medidas compensatorias=3

-Sinergia (SI): Es la intensificación por la acción de más de un efecto simple, pudiendo resultar en un efecto sucesivo. La valoración va desde:

No sinérgico = 1 Sinergismo moderado= 2 Altamente sinérgico=3

-Acumulación (AC): Se refiere al incremento del efecto del impacto sobre el factor en que actúa debido a su acumulación.

-Efecto (EF): El efecto puede manifestarse como consecuencia directa de la acción o no. De forma directa o primaria= 3; De forma indirecta o secundaria=1

-Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, puede ser clasificado de acuerdo a su aparición:

Irregular o impredecible =1; Periódica o cíclica=2, Constante en el tiempo=3

Se estableció que el impacto total (IT) define el carácter del impacto:

Si $IT < 18$: Impacto irrelevante

Si $IT, 18 - 40$: Impacto moderado

Si $IT, 40 - 65$: Impacto severo

Si $IT > 65$: Impacto crítico

El signo que antecede a los parámetros atiende al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de la acción.

Para la identificación y caracterización de los impactos fue necesario estudiar previamente las peculiaridades del medio donde se despliega el proyecto, haciendo énfasis en cada uno de los componentes ambientales presentes en el área, por tratarse de la región tan especial donde está enclavado el yacimiento, también porque está situado en un medio especialmente frágil, lo cual se deriva de una serie de interrelaciones existentes entre los elementos ambientales presentes y las acciones derivadas de las fases de explotación capaces de producir impactos sobre dichos componentes ambientales.

La caracterización ambiental se ejecutó a través de investigaciones ambientales realizados por GEOCUBA a la empresa y, en especial, al objeto de estudio, también fue comprobado en las visitas realizadas. Se realizaron entrevistas y consultas a especialistas de la materia vinculados a la producción y al mundo académico.

Se identificaron los impactos siguientes:

I. Al suelo y orillas del río:

1. Inestabilidad y hundimiento en las orillas.

II. Al agua superficial:

2. Incremento del nivel de sólidos en suspensión, por remoción de los materiales al realizar la extracción y por el tráfico de camiones.

3. Contaminación por combustibles y lubricantes.

III. A la atmósfera:

4. Incremento en el nivel de ruidos.

5. Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.

IV. A la flora y vegetación:

6. Afectación a plantaciones frutales y la formación de costa arenosa.

V. A la fauna:

7. Muerte por impacto directo de especies típicas de grupos faunísticos tales como: crustáceos, anfibios, reptiles y moluscos terrestres.

VI. A la población:

8. Incremento del nivel de empleo.

9. Mejoramiento de la red de transporte.

10. Mejoramiento de las comunicaciones.

11. Afectaciones a la salud de los pobladores que utilizan el agua del río para su consumo.

VII. Al paisaje y la morfología:

12. Modificación de las características visuales del paisaje.

13. Cambios en la morfología.

14. Disminución del atractivo paisajístico.

La relación de las acciones mineras con los factores del medio permitió elaborar la matriz de identificación de impactos (Tabla 3).

Tabla 3. Identificación de los impactos en la etapa de explotación minera

Factores ambientales		Operaciones mineras		
		a	b	c
Medio físico	I		1	
	II		2, 3	2, 3
	III	4, 5	4, 5	4, 5
Medio biótico	IV		6	
	V	7	7	7
Medio socio-económico	VI	8, 11	8, 11	8, 9, 10, 11
Medio perceptual	VII	12, 13, 14	12, 13, 14	12, 13, 14

En la Tabla 4 se valoran los impactos, aplicando la fórmula (1) y clasifican según el IT.

Tabla 4. Matriz de valoración de los impactos

Impactos	Indicadores										
	Ca	i	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Ef	Pr	I	IT
1	-	1	1	2	1	1	2	3	1	-15	I
2	-	3	3	3	3	3	2	3	3	-32	M
3	-	1	1	1	1	1	3	3	1	-15	I
4	-	3	2	1	1	1	1	2	2	-23	M
5	-	3	1	2	1	1	2	2	2	-21	M
6	-	3	2	3	1	2	2	3	2	-26	M

7	-	1	1	1	1	1	2	2	2	-14	I
8	+	1	1	1	1	1	1	1	1	11	I
9	+	2	2	2	2	1	1	2	2	20	M
10	+	2	2	2	2	1	1	2	2	20	M
11	-	1	2	1	1	2	2	2	1	-16	I
12	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-22	M
13	-	1	1	1	3	3	3	3	3	-21	M
14	-	2	2	1	2	2	2	2	2	-21	M

Tabla 5. Matriz de evaluación de impactos

Factores ambientales	Operaciones						Evaluación
	a	b	c	Total(-)	Total(+)	Total	
I		-15		15	0	15	Bajo
II		-47	-47	94	0	94	Bajo
III	-44	-44	-44	132	0	132	Moderado
IV		-26		26	0	26	Bajo
V	-14	-14	-14	42	0	42	Bajo
VI	-27	-27	35	54	35	89	Moderado
VII	-64	-64	-64	192	0	192	Moderado
Total(-)	149	237	169				
Total(+)	0	0	35				
Total	149	237	204	590			

Definición de rangos por factores:

0-100 Bajo

101-250 Moderado

251-350 Alto

Propuesta de medidas preventivas, correctoras y de mitigación

Las medidas correctoras fueron elaboradas a partir de los aspectos significativos negativos que intervienen en el medio. Con la correcta identificación y evaluación de los impactos se verá encaminada a la erradicación, en los casos que sea posible, de los efectos derivados de las actividades que se desarrollan en el yacimiento.

-Protección al suelo y orillas del río

Al considerarse el suelo se tuvo en cuenta que la transformación de la geomorfología y la topografía es de carácter invariable, produciendo un crecida 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 traslado del equipamiento pesado y el transporte y la contaminación por lubricantes y combustibles, lo cual es inevitable.

-Protección al agua superficial y subterránea

Al considerar el agua superficial y subterránea se tiene en consideración la calidad de la primera. La actividad minera y el acumulación del material generan cambios en las propiedades físico-químicas de las mismas, también provocan alteración en la estructura del drenaje superficial por la formación de orificios y daños a los viales. Este impacto se considera intenso y extenso e irreversible en la mayoría de los casos.

Entre las medidas a tener en consideración se tiene:

1. No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río
2. Evitar el derrame de sustancias contaminantes como combustibles y lubricantes.
3. Minimizar las afectaciones a las áreas de vegetación.

-Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire.

En el aire se percibe una crecida del nivel de ruido por los trabajos de minería y transportación del recurso, así como de la contaminación por gases y polvo.

De la emanación de polvo se pueden derivar huellas sobre la salud humana y la calidad de vida de los habitantes próximos, también sobre la vegetación y cultivos agrícolas que se encuentran cercanos a la explotación. Es un impacto permanente mientras perdure la explotación. Estos cambios son intensos y extensos, inmediatos y recuperables a mediano plazo si se toman medidas correctoras como:

1. Riego de los caminos por donde transitan los equipos de carga y transporte para reducir la emanación de partículas de polvo a la atmósfera.
2. Mejoramiento de los viales principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
3. Mantenimiento periódico del equipamiento pesado, para lograr el uso racional del combustible y disminuir el ruido.
4. Plantación de vegetación que sirvan como barreras contra el ruido.

-Protección de la flora y fauna

Medidas de mitigación de impactos:

1. Reforestación en la franja de costa con especies típicas del lugar para resarcir las posibles afectaciones a la flora y el suelo, así como promover la revegetación entre las estructuras sociales y de masa de los moradores de la zona, con ayuda de la entidad minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación del endemismo de las plantas.
2. Propiciar con medidas complementarias el regreso de los actores de la fauna del territorio.
3. Revegetación compensatoria en áreas anteriormente degradadas por otras causas, de forma tal que compense la pérdida de hábitats por la reconstrucción de otros equivalentes en términos de estructura y extensión.

-Protección al paisaje y morfología

Los cambios en el paisaje están asociados a la variación de sus componentes naturales en el área de explotación. 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 explotación y su efecto positivo se presenta a corto y mediano plazo.

Medidas:

1. Plantación de árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales.
2. Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a lo natural.

-Protección a la población

Medidas:

1. Disposición de carteles indicadores de peligro en zonas vulnerables.
2. Ubicar las tomas de agua para uso y consumo de la población fuera de la zona de influencia de la extracción.

3. Facilitar a la sociedad afectada los medios para la instalación y colecta de agua potable.
4. Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud, respecto al agua de consumo.

Conclusiones

La identificación y evaluación de los impactos permitió la caracterización minero-ambiental del yacimiento y establecer los efectos ambientales generados por la explotación del mismo.

El análisis de la estructura productiva de la explotación del yacimiento de arena natural Tibaracón del Toa permitió establecer que las acciones productoras de impactos son: el destape, la extracción y carga y la transportación del material.

El estudio de las características geológicas y ambientales del yacimiento determinó los factores del medio susceptibles de recibir impactos. En el medio físico: suelo y orillas del río, agua superficial, atmósfera; en el medio biótico: flora, vegetación y fauna; en el medio socio-económico: población; y en el medio perceptual: paisaje y morfología.

Se identificaron y evaluaron 14 impactos que producen efectos ambientales sobre el medio ambiente, de ellos, 5 irrelevantes y 9 moderados.

Las medidas elaboradas posibilitarán la mitigación de los efectos negativos y el desarrollo de una minería responsable en el yacimiento Tibaracón del Toa.

Referencias bibliográficas

- AGUILERA, I; ULLOA, M.; CABRALES, A. & GUILARTE, D. 2003: Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón. *Minería y Geología* 19(1-2).
- AYALA, F. & FERNÁNDEZ, L. V. 1996: *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- CONESA, V. 1995: *Metodología para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi Prensa, Madrid.

GUINDO, A. L. 2014: Caracterización minero ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en Guantánamo. *Ciencia & Futuro* 4(1): 1-17.

HERNÁNDEZ, N.; ULLOA, M.; ALMAGUER, Y. & FERRER, Y. 2014: Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba. *Revista Luna azul* 38: 146-158.

MONTES DE OCA, A.; ULLOA, M. & GARCÍA, S. 2014: Evaluación y recuperación ambiental del ecosistema dañado por la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa, Guantánamo, Cuba. *Revista Gestión Ambiental* 27(19-33): 3-21.