

DIAGNÓSTICO INTEGRAL PARA REALIZAR EL CIERRE DE LA CANTERA EN CUBA. CASO DE ESTUDIO: CANTERA LOS CALICHES PERTENECIENTE A LA EMC MÉDANO DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

COMPREHENSIVE DIAGNOSIS FOR QUARRY CLOSURE IN CUBA. CASE STUDY: LOS CALICHES QUARRY, EMC MÉDANO, HOLGUÍN PROVINCE

Julio Montero Matos¹, María Adelaide Firmino Texido², Ernesto Reyes Céspedes³, Sandra Pamela Montalvo Rodríguez⁴, Julio Cesar López Ayala⁵, Jean Carlos Farez Atiencia⁶

{jmonteromatos@gmail.com¹, mfirmينو@ismm.edu.cu², ernesto.reyes@esepoch.edu.ec³, pamela.montalvo@esepoch.edu.ec⁴, julio.lopez@esepoch.edu.ec⁵, jean.farez@esepoch.edu.ec⁶}

Fecha de recepción: 02/06/2026 / Fecha de aceptación: 28/06/2026 / Fecha de publicación: 08/07/2026

RESUMEN: En Cuba, las regulaciones jurídicas en materia medioambiental, consideran obligatorios los estudios de impacto ambiental en proyectos mineros, que tienen en el cierre de minas un componente fundamental establecido en el reglamento de la Ley de Minas. Sin embargo, en la práctica, aunque Cuba posee una larga tradición minera, hasta el año 2017 se desconocía de la existencia de precedentes que regulen cómo debe efectuarse el proceso de cierre de canteras, en particular. En la actualidad existe una metodología para efectuar el cierre de las canteras de manera sostenible planteada por Montero (2017), la cual puede ser aplicada en todos los yacimientos no metálicos de Cuba. La empresa de Materiales de la Construcción “EL Médano” de Holguín, cuenta con cinco yacimientos en explotación, los cuales no han realizado acción alguna con vista a considerar el Cierre de Minas como una etapa más del ciclo de vida de la cantera; lo que ha traído consigo que en dichos yacimientos no se realicen acciones de recuperación ambiental y no se cuente con la documentación requerida para realizar el cierre de los mismos. El presente trabajo tiene como objetivo realizar el Diagnóstico Integral

¹Grupo de Investigación: Sostenibilidad de la Actividad Minero-Metalúrgica, Universidad de Moa "Dr. Antonio Nuñez Jiménez - Cuba, <https://orcid.org/0009-0001-6883-3960>; +5353408103

²Grupo de Investigación: Sostenibilidad de la Actividad Minero-Metalúrgica, Universidad de Moa "Dr. Antonio Nuñez Jiménez - Cuba, <https://orcid.org/0009-0001-9363-5093>; +244937292143

³Grupo de Investigación de Recursos Mineros e Ingeniería (GIRMI), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas 140101, <https://orcid.org/0000-0001-8003-3619>; +593984864961

⁴Grupo de Investigación de Recursos Mineros e Ingeniería (GIRMI), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas 140101, <https://orcid.org/0009-0007-7471-1306>; +593979034904

⁵Grupo de Investigación de Recursos Mineros e Ingeniería (GIRMI), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas 140101, <https://orcid.org/0000-0002-8625-1091>; +593987106802

⁶Grupo de Investigación de Recursos Mineros e Ingeniería (GIRMI), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas 140101, <https://orcid.org/0009-0002-9367-9923>; +593989287048

para efectuar el cierre de la Cantera “Los Caliches” que permita elaborar el expediente de cierre para presentar a la Oficina Nacional de Recursos Minerales a partir del estudio de la caracterización ingeniero-geológica y la descripción de las labores mineras en dicha cantera. Para este diagnóstico se estableció la propuesta para el tratamiento legal para realizar el Cierre de la Cantera “Los Caliches”, considerando cuestiones referidas a la evaluación de impacto ambiental, la seguridad minera y se estableció una lista de verificación para la clasificación y evaluación de los riesgos del cierre de dicha cantera.

Palabras clave: cierre de minas; minería sostenible; impacto ambiental

ABSTRACT: Mining closure constitutes a fundamental component within the environmental regulations applicable to mining projects in Cuba, as established in the regulations of the Mining Law. However, despite the country’s extensive mining tradition, until 2017 there were no known precedents regulating the specific procedures for quarry closure. Currently, a sustainable quarry closure methodology proposed by Montero (2017) is available and can be applied to non-metallic deposits throughout Cuba. The Construction Materials Company “El Médano” in Holguín operates five active deposits where mine closure has not been considered as part of the quarry life cycle, resulting in the absence of environmental recovery actions and the lack of the required technical and legal documentation for closure processes. This study aims to conduct a comprehensive diagnostic assessment for the closure of the “Los Caliches” Quarry in order to prepare the closure dossier to be submitted to the National Office of Mineral Resources. The research was based on the engineering-geological characterization and the description of mining operations within the quarry. Additionally, a legal treatment proposal for the quarry closure process was established, incorporating aspects related to environmental impact assessment, mining safety, and the development of a verification checklist for the classification and evaluation of closure risks. The results provide technical and legal foundations to support sustainable quarry closure management and environmental restoration in non-metallic mining operations in Cuba.

Keywords: mine closure; sustainable mining; environmental impact

INTRODUCCIÓN

La minería tiene la misión de poner a disposición de la humanidad las materias primas minerales que necesita, o sea buscarlas en las partes accesibles de la corteza terrestre y explotarlas; por su importancia ha resultado una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad, pues de entre los recursos naturales utilizados para la satisfacción de las necesidades, los minerales representan el 80 %.

En la historia de la minería en Cuba, la actividad extractiva en grandes, medianas y pequeñas canteras de yacimientos no metálicos ha sido intensa y ha provocado un fuerte impacto al medio ambiente. Estos impactos socioeconómicos y ambientales podrían compensarse si se utilizaran planes de cierre minero efectivos, desde la confección del proyecto de explotación de estos recursos y se creara la reserva financiera no menor del 5% de la inversión inicial para cubrir los

gastos que se deriven de las labores de restauración del área de la concesión, según plantea el artículo 88 de la Ley de Minas. (7,10)

La explotación de materiales para la construcción en Cuba también se incluye dentro de las actividades mineras que afectan al medio ambiente cuando no se aplican planes efectivos de cierre (12), sobre todo, si se tiene en cuenta que más del 60% de los pasivos ambientales mineros en Cuba son de este tipo de minería, los cuales tienen la capacidad de provocar impactos ambientales generados por las operaciones mineras abandonadas.

La extracción de materiales de construcción en las canteras pertenecientes a las empresas de Materiales de la Construcción “EL Médano”, contribuyen un aporte relevante al considerar sus propiedades ingenieriles, de topografía y relieve, lo cual aportará a que se lleve el mismo proceso de remediación del área intervenida en otros frentes de extracción que presenten características similares.

La aplicación a nivel mundial de las distintas metodologías que se emplean para el cierre sostenible de minas, considerando instrumentos jurídicos, en los últimos años ha adquirido gran importancia hoy en día, debido al ámbito social, ambiental, económico y político (4,5).

En Cuba, las regulaciones jurídicas en materia medioambiental, consideran obligatorios el desarrollo de diversos estudios que se manejan en el impacto ambiental dentro de un proyecto minero, contemplado el cierre progresivo de minas en el capítulo XI de la Ley de Minas y es abordado también en el reglamento de la Ley de Minas. (7,8,10,23). Sin embargo, en la práctica, se considera que Cuba presenta una amplia tradición minera, en donde hasta el año 2017, se tenía gran desconocimiento de la existencia de ciertos precedentes regulatorios en la efectuación del correcto proceso del cierre de canteras, bajo este punto, los depósitos no metálicos no derivan el proceso de cierre de mina en los planes de producción minero; bajo esta consideración no se considera el ciclo de vida útil de la cantera y solo se aplican ciertos artículos que establece la Ley de Minas en conjunto de su reglamento.

En la actualidad existe una metodología para efectuar el cierre de las canteras de manera sostenible planteada por (10,13,14) la cual puede ser aplicada en todos los yacimientos no metálicos de Cuba. El grupo empresarial GEICON aprobó la implementación de la misma en los yacimientos del país con el objetivo de cumplir con lo establecido por la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), relacionado con que cada cantera posea su plan de Cierre de Minas. Una cuestión importante es contar con un diagnóstico integral que permita a los concesionarios presentar ante la autoridad minera la documentación necesaria para elaborar el plan de Cierre de Minas.

La empresa de Materiales de la Construcción “EL Médano” de la provincia de Holguín, cuenta con cinco yacimientos en explotación, los cuales no han realizado acción alguna con vista a considerar el Cierre de Minas como una etapa más del ciclo de vida de la cantera; lo que ha traído consigo que en dichos yacimientos no se realicen acciones de recuperación ambiental y no se cuente con la documentación requerida para realizar el cierre de los mismos.

El yacimiento “Los Caliches” es el de mayor importancia en cuanto a producción, desarrollo minero y el de más años de explotación; y fue escogido para realizar los estudios con vista a elaborar el Plan de Cierre de Minas, por lo que surge la Necesidad de realizar el Diagnóstico Integral para el cierre de la cantera Los Caliches con vista a presentar el expediente de cierre a la ONRM, constituyendo este el problema de la investigación, por ende, el presente trabajo tiene como finalidad evaluar los riesgos asociados a la extracción de los materiales de construcción en la cantera en el proceso de cierre de minas incluyendo los tres ejes sustantivos desde un enfoque sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de esta investigación se consideraron cuatro de los criterios para realizar el cierre sostenible de canteras, con sus respectivos indicadores, para lograr un detalle necesario de la actividad minera a realizar o realizada (10). Para ello, fue necesario tomar como base la Ley 76 y su reglamento, el proyecto de explotación de la cantera “Los Caliches”, el capítulo 09 del Manual de gestión empresarial y la evaluación de riesgo de cierre (7,21,23).

Metodología del cierre de cantera a emplear

Conforme a la problemática planteada del estudio con relación al cierre de la cantera, en revisión de otras investigaciones, se analiza de manera íntegra aspectos económicos, técnicos, ambientales, sociales y de riesgos que se deben considerar en la remediación del área intervenida, considerando particularidades establecidas en el MEC, se decidió por parte de la EMC “El Médano”, de conjunto con especialistas de la Universidad de Moa, realizar el diagnóstico integral para efectuar el cierre de la cantera “Los Caliches”, aplicando la Etapa 1 de la metodología para el cierre de canteras de materiales para la construcción en el contexto del MEC, propuesta en estudios precedentes sobre cierre sostenible de canteras (10,13,14).

Con la aplicación de dicha metodología se debe alcanzar la realización de un cierre sostenible de la cantera. Sus etapas y contenido se muestran en la Figura 1.

La metodología que se emplea en la planificación del cierre empieza desde una fase anticipada del ciclo de vida de la mina, cuya participación activa de los actores involucrados que son la comunidad, el gobierno y la empresa. En este contexto, es oportuno analizar de forma considerada canteras que han tenido un periodo de vida de mina sin implementar un plan de cierre de mina (10,14).

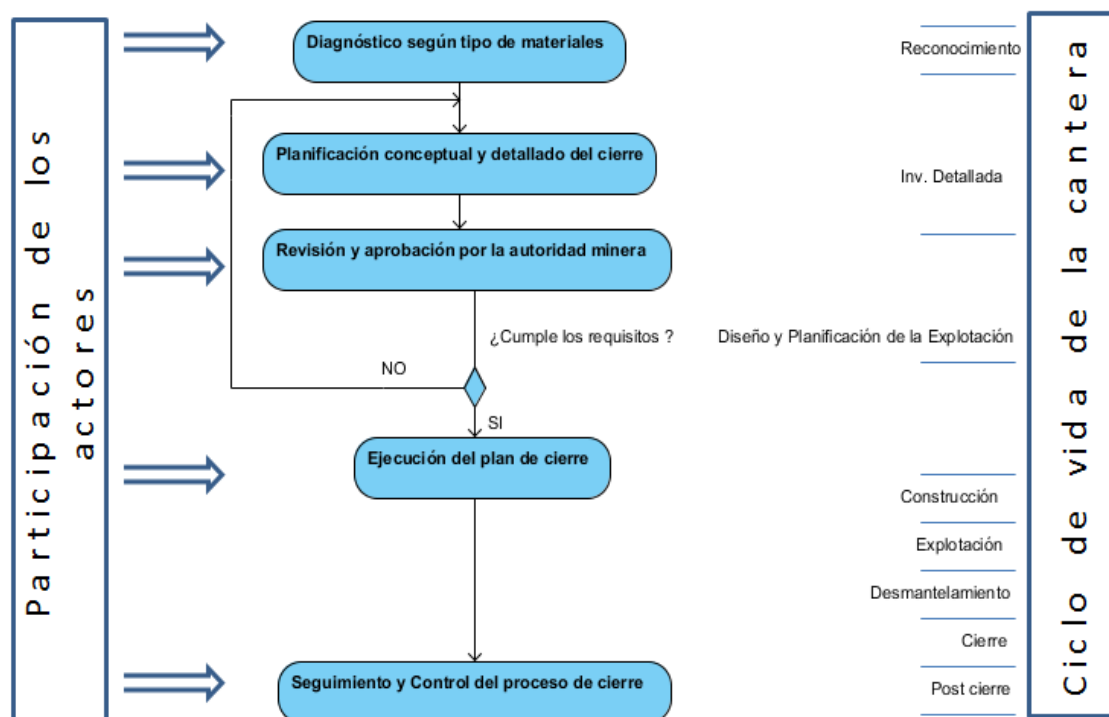


Figura 1. Metodología general para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción.

Ubicación y geología del área de estudio

La cantera Los Caliches se localiza en el municipio de Gibara, provincia de Holguín, Cuba, como se observa en la Figura 2, aproximadamente a 10 km al suroeste de la cabecera municipal. El yacimiento forma parte de la Formación Gibara y está constituido principalmente por calizas organógeno-detriticas y pelitomórficas de edad Cretácico Inferior-Superior.

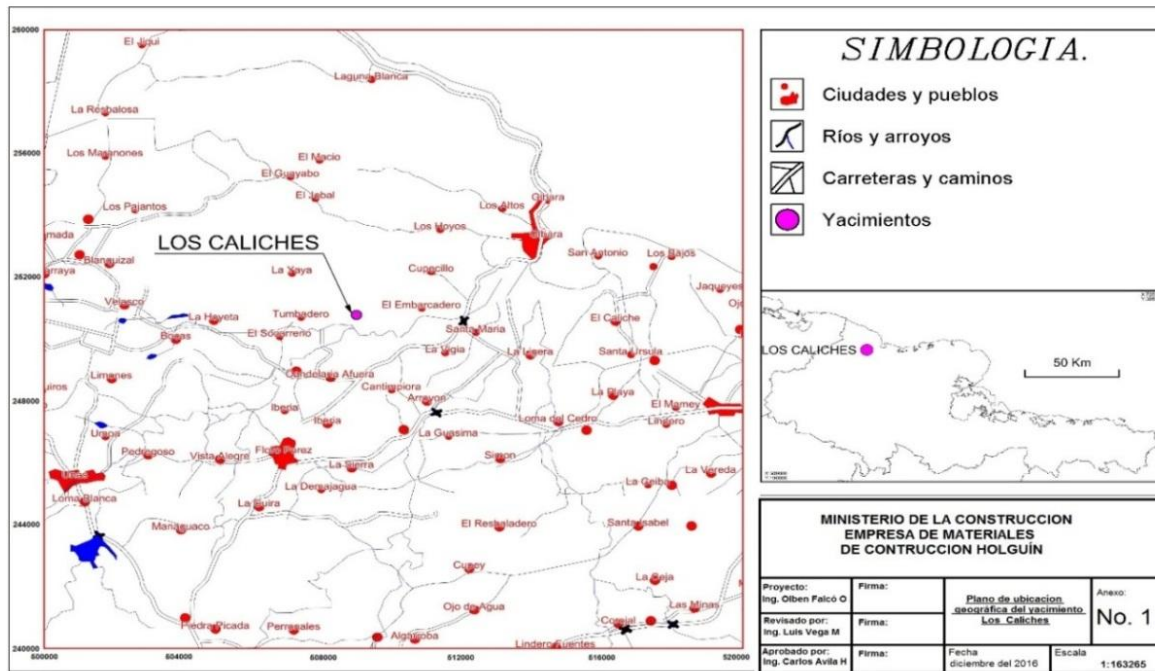


Figura 2. Ubicación geográfica de la cantera "Los Caliches"

Desde el punto de vista geomorfológico, el área pertenece a las Alturas de Candelaria, dentro del cinturón Catuco, con elevaciones que oscilan entre 24 y 153 m s.n.m. El relieve presenta pendientes más pronunciadas hacia el sector sur, mientras que las mayores cotas se concentran en el sector norte.

Las rocas muestran un grado variable de recristalización y un intenso fracturamiento relleno por calcita, características que condicionan el comportamiento geotécnico del macizo. Los valores de peso volumétrico se encuentran entre 2,55 y 2,70 g/cm³ y la absorción de agua es generalmente inferior al 1 %, propiedades que favorecen su aprovechamiento como material para la construcción.

El clima de la zona es predominantemente seco, con precipitaciones concentradas entre mayo y noviembre y temperaturas que oscilan entre 16 y 34 °C. No se identifican cursos permanentes de agua que atraviesen el área de explotación.

Diseño de la investigación

La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso con alcance descriptivo y explicativo. El componente descriptivo permitió caracterizar las condiciones geológicas, mineras, ambientales y normativas de la cantera Los Caliches. Por su parte, el componente explicativo se orientó a identificar los factores que han limitado la incorporación del cierre minero como parte del ciclo de vida del yacimiento.

La unidad de análisis estuvo constituida por la cantera Los Caliches, seleccionada por ser el yacimiento de mayor producción y antigüedad dentro de la Empresa de Materiales de la Construcción “El Médano”.

Técnicas de recolección de datos

Para la obtención de la información se utilizaron diversas técnicas complementarias.

La revisión documental comprendió el análisis del proyecto de explotación del yacimiento, la Ley No. 76 de Minas, el Decreto Ley No. 222, el Manual de Gestión Empresarial del Grupo GEICON y la normativa ambiental, laboral y minera vigente en Cuba.

Asimismo, se realizaron observaciones directas en campo con el fin de comprobar las condiciones de explotación, el estado de los frentes mineros, las medidas de seguridad implementadas y los principales impactos ambientales derivados de la actividad extractiva.

Además, se empleó una lista de verificación adaptada de la metodología propuesta por Montero Matos (2017), la cual facilitó la identificación y clasificación de los riesgos asociados al cierre de la cantera. Para ello, se consideraron seis categorías de análisis: riesgos ambientales, de seguridad y salud, sociales, relacionados con el uso final del suelo, legales y financieros, y técnicos.

La información recopilada se complementó mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a especialistas y directivos de la empresa, orientadas a conocer las prácticas de gestión ambiental y las acciones previstas para la planificación del cierre.

Procedimiento de análisis

El procesamiento de la información se desarrolló en tres etapas.

En la primera se realizó la revisión y sistematización del marco normativo aplicable al cierre de canteras, identificando las disposiciones legales, ambientales y de seguridad minera vigentes.

En la segunda etapa se elaboró el diagnóstico técnico y ambiental del yacimiento mediante la integración de la información documental, las observaciones de campo y los criterios obtenidos en las entrevistas.

Finalmente, se efectuó la evaluación cualitativa de los riesgos asociados al cierre. Los riesgos identificados fueron clasificados según su naturaleza y analizados en función de sus posibles implicaciones para la sostenibilidad ambiental, social, económica y técnica del proceso de cierre.

Criterios de inclusión y exclusión para la matriz de riesgos

Se incluyeron en la matriz de riesgos aquellos eventos o condiciones que presentan una relación directa con las actividades de cierre y post-cierre de la cantera, siempre que estuvieran respaldados por evidencia documental, observaciones de campo o criterios técnicos establecidos en la metodología de referencia.

También fueron considerados los riesgos contemplados en la legislación minera y ambiental cubana, así como aquellos que se asocian a la estabilidad física del terreno, la recuperación ambiental, la seguridad de los trabajadores y los posibles impactos sobre la comunidad.

Se excluyeron los riesgos vinculados exclusivamente a las etapas de prospección, exploración o apertura inicial del yacimiento, debido a que no forman parte de los objetivos del estudio. Asimismo, quedaron fuera de la evaluación los riesgos específicos de explotaciones metálicas y aquellos cuya valoración requiere investigaciones geotécnicas, hidrogeológicas o geoquímicas especializadas que exceden el alcance del presente diagnóstico.

La aplicación de estos criterios permitió construir una matriz de riesgos coherente con las condiciones reales de la cantera y con los objetivos del proceso de cierre sostenible.

RESULTADOS

Diagnóstico integral para el cierre de la cantera “Los Caliches”

La figura 3 representa el desarrollo de las cuatro sub-etapas de la etapa metodológica uno, la cual se logra considerando los siguientes cinco criterios de sostenibilidad: ciclo de vida de la cantera, establecimiento del tratamiento legal del cierre, descripción de las actividades mineras, gestión ambiental minera y la evaluación del riesgo del cierre.



Figura 3. Diagrama representativo de la Etapa 1 de la Metodología para el cierre de canteras.

Sub-etapa 1. Tratamiento legal del cierre

Partiendo de la consulta, estudio y revisión del marco legal relacionado con la explotación y recuperación de áreas minadas, permitieron determinar las principales leyes, resoluciones y decretos leyes a tener en cuenta para realizar el proceso de cierre de canteras en el yacimiento, los cuales se muestran en la tabla 3.1 que se acogen y coinciden plenamente a las utilizadas por Montero Matos en 2017.

DIAGNÓSTICO INTEGRAL PARA REALIZAR EL CIERRE DE LA CANTERA EN CUBA. CASO DE ESTUDIO: CANTERA LOS CALICHES PERTENECIENTE A LA EMC MÉDANO DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

Además, se consideran los instrumentos de Naciones Unidas que contribuyen a realizar el proceso de cierre de canteras para lograr la sostenibilidad. Los mismos integran la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París sobre cambio Climático y el Marco de Sendai para la Reducción de riesgos de desastres 2015-2030.

Tabla 1. Relación de leyes, decreto de ley y resoluciones a considerar para el cierre de cantera en el yacimiento Los Caliches

Tipo de documento Legal	Documentos legales
Ley	Constitución de la República de Cuba La Ley No. 81, Ley del Medio Ambiente La Ley No. 76, Ley de Minas Ley No. 49. Código de Trabajo Ley No. 41. Ley de la Salud Pública Ley No. 13. Ley de Protección e Higiene del Trabajo Ley No. 85. Ley Forestal Ley No. 75. Ley de Defensa Ley No. 118. Ley de la Inversión Ley No. 62 Código Penal
Decreto Ley	Decreto Ley No. 281/07. Reglamento para la Implantación y Consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Estatal Decreto Ley No. 227/02. Patrimonio Estatal Decreto Ley No. 200/99. Contravenciones del Medio Ambiente Decreto Ley No. 225/01, de los explosivos industriales, medios de iniciación, sus precursores químicos y productos químicos tóxicos Decreto Ley No. 138/93 de las Aguas Terrestres Decreto Ley No. 222. Reglamento de la Ley de Minas. Decreto Ley No. 268. Contravenciones de las Regulaciones Ambientales Decreto Ley No. 200/99 de las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente Decreto Ley Nº. 170/97 del Sistema de medidas de Defensa Civil Decreto Nº 326/ 2014 Reglamento del Código del Trabajo
Resoluciones	Resolución No.25/03 del MINBAS. Manual de Procedimiento Minero Resolución No. 8/05 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social Resolución No. 48/12 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social Resolución No. 39/07 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social Sobre bases generales de la seguridad y salud en el trabajo Resolución No. 446/02 del Ministerio de Economía y Planificación Resolución No. 165/04 del Ministerio de la Industria Básica Resolución No. 226/12: Aprueba la metodología para la inscripción, actualización y control de patrimonio inmobiliario estatal en el Registro de la Propiedad Resolución No. 77/99, del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Resolución 132/09 del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente: Pone en vigor el Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental Resolución 103/97 del Ministerio de Economía y Planificación: Aprueba las normas y procedimientos para la presentación de propuestas de creación, fusión, traspaso y extinción de empresas y cualquier otro tipo de organización económica o unidad presupuestada. Resolución 111/96.del CITMA. Regulaciones sobre la Diversidad Biológica. Resolución Nº. 111/02 CITMA Sistema Nacional de Monitoreo Ambiental. Resolución Nº.158/2014. Energía y Minas. Reglamento de Seguridad minera. Resolución No. 35/10 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de la República de Cuba

Sub-etapa 2. Descripción de las actividades mineras en el yacimiento Los Caliches

La explotación en este yacimiento se realiza a cielo abierto, se desbroza y destapa el mineral con uso de buldócer; actualmente, el arranque del material se efectúa con el uso de perforación y explosivos, posteriormente el material es apilado y cargado a camiones, con el uso de la Retro Excavadora. Los bancos de extracción alcanzan alturas variables que van desde los 5 m hasta los 13 m. Ver Figura 4



Figura 4. Buldócer Komatsu, Excavadora Craner EK 400 de 1,8m³ y Camiones HOWO de 30 m³ empleados en la explotación del yacimiento Los Caliches

Las actividades de desarrollo minero y la apertura, se realizan mediante el laboreo de las trincheras y semitrincheras de acceso al nivel requerido, en la medida que se hacen estas operaciones se aprovecha el material útil que aparece en la zona meteorizada que puede ser procesado hasta llegar a disponerse de las reservas listas para la explotación.

El arranque de la roca después de concluida la etapa de desarrollo minero, se realiza por un tercero (la Empresa de Servicios Geólogo-Minera; EXPLOMAT) con sus equipos y personal calificado. Para la perforación del material a explotar se utiliza una perforadora modelo ZEGA D470 con 6 barrenos de 5 m cada uno. Para el arranque con el uso de explosivos, los parámetros necesarios para los trabajos de perforación y voladuras se calculan (por método automatizado), obteniendo como resultando el pasaporte de perforación y voladuras. Ver Figura 5

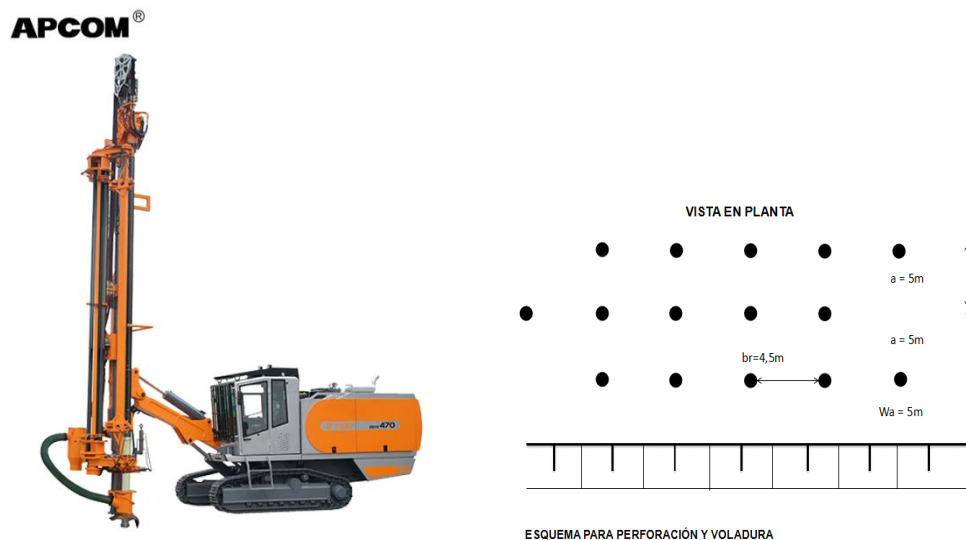


Figura 5. Perforadora modelo ZEGA D470 y esquema del Pasaporte de perforación y voladuras en el yacimiento Los Caliches

La sustancia explosiva utilizada es suministrada por la Unión Latinoamericana de Explosivos S.A (ULAEX S.A) y, en dependencia del período de lluvia o seca, se usa como carga de columna el Fortel o el Amex, respectivamente y como carga de fondo se utiliza el Senatel Magnafrac.

Para garantizar la puesta del mineral en las plantas de procesamiento con los requerimientos exigidos, se realiza usando camiones de volteo Howo de 30 m^3 de, lo cual constituye un esquema cíclico. El transporte automotor tiene como ventaja, respecto a otros sistemas, su maniobrabilidad, flexibilidad y en distintas condiciones climáticas, capacidad de vencer grandes pendientes, etc. Para la carga del material se utiliza una Retroexcavadora Craner EK 400 de $1,8 \text{ m}^3$.

El cálculo de reservas realizadas tuvo como objetivo fundamental determinar los volúmenes de materia prima según las diferentes categorías.

El método utilizado fue el de los bloques geológicos y el mismo se asumió atendiendo a las características geológicas del yacimiento y a las redes de perforación utilizadas: 200×200 y $100 \times 100 \text{ m}$. Dichas redes en muchos casos tuvieron variaciones y debido a las características concretas del relieve. Este método permite calcular reservas tanto en superficie como en profundidad, atendiendo a la densidad de los laboreos y los parámetros técnicos mineros por pozos, según los diferentes bloques. Ver Tabla 2

Tabla 2. Balance nacional de las reservas según la calidad de la materia prima por categoría

NOMBRE DEL YACIMIENTO	CATEGORIA	GRUPO ECONOMICO DE LAS RESERVAS	CALIDAD DE LAS RESERVAS GEOLOGICAS	
			RESISTENCIA A LA COMPRESION Kg/cm^2	MARCA DE LA TRITURACION
LOS CALICHES	C1	Balanceada total 11 623057.67	863	400

DIAGNÓSTICO INTEGRAL PARA REALIZAR EL CIERRE DE LA CANTERA EN CUBA. CASO DE ESTUDIO: CANTERA LOS CALICHES PERTENECIENTE A LA EMC MÉDANO DE LA PROVINCIA DE HOLGUÍN

	C2	Balanceada total 39 811138.55	863	400
--	----	----------------------------------	-----	-----

Esta sub etapa posibilita conocer la posición ambiental de la cantera, establece la relación con la comunidad a través de la comunicación de su accionar con respecto al medio ambiente, es la base para presentar la solicitud de licencia ambiental ante el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), además propicia la base de datos para elaborar el plan de cierre conceptual a presentar ante el organismo competente que es la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM).

Sub-etapa 3. Gestión ambiental minera

Evaluación de impacto ambiental

Durante la construcción y operación de la cantera, se llevan a cabo un grupo de acciones que impactan sobre el medioambiente. Según la evaluación de impacto ambiental contemplada en el proyecto de explotación del yacimiento Los Caliches, los factores ambientales y sus impactados se relacionan a continuación.

A. Atmósfera

1. Incremento del nivel de ruidos durante los trabajos de voladuras y extracción
2. Aumento de los niveles de emisión de polvo en suspensión y sedimentables a la atmósfera.
3. Dispersión de fragmentos de rocas durante la voladura, que alcanzan distancias considerables.

B. Suelos

1. Cambio de uso de suelo.
2. Aumento de la erosión de suelos.

C. Aguas

1. Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

D. Vegetación y flora

1. Destrucción de la vegetación y la flora natural del área.

E. Paisaje

1. Alteración del paisaje debido a los trabajos de explotación minera.

F. Socioeconómico

1. Mejoramiento de los viales.
2. Genera fuente de empleo.

Seguridad minera y de las instalaciones

Desde el inicio del ciclo de vida de la cantera hasta la etapa de post cierre se deben considerar las acciones fundamentales de seguridad y salud del personal y las instalaciones; acciones que van desde la protección del mismo hombre hasta el cercado perimetral de las zonas ya explotadas dentro de la misma concesión minera, para que no haya acceso del personal ajeno que pueda dañarse. Todo esto es considerando Decreto N° 326/ 2014 Reglamento del Código del Trabajo y la NC. ISO 18000.

Se comprobó que para la explotación del yacimiento Los Caliches existen dificultades referidas a que los vehículos no cuentan con extintores, aunque se cuenta con el levantamiento de riesgos, estos no consideran los riesgos en la etapa de cierre de la cantera, a la falta de elementos de protección personal de los trabajadores como son: mascarillas, orejeras y guantes.

En consulta con los directivos se pudo contactar que estos Elementos de Protección Personal (EPP) se les reparten a los trabajadores con cierta regularidad son: los cascos y guantes 2 veces al año, las botas 1 vez al año. También se pudo constatar que el Plan de Higiene, Seguridad y Salud Ocupacional está actualizado, se realizan capacitación a los trabajadores sobre el tema de seguridad y salud cada seis meses.

Por tal razón, dentro de las principales acciones a desarrollar y las tecnologías de manejo a implementar en el yacimiento Los Caliches, están:

- Vinculación obligatoria al Sistema de Seguridad y Salud de todo el personal adscrito a las actividades de explotación de materiales de construcción.
- Implementación de programas de entrenamiento acordes con las actividades a desarrollar.
- Todos los equipos, tanto de transporte como de arranque de materiales, deben contar con equipo completo de primeros auxilios y extintores.
- Realizar fichas individuales que permitan hacer seguimiento a la salud de los trabajadores.
- Inspeccionar que los trabajadores hagan uso de los medios de seguridad y protección.
- Ubicar las señales normativas e informativas que hacen referencia a algunas actividades como salida de materiales, zonas de carga y descarga y zonas limitadas para su acceso por encontrarse en fase de cierre.

Determinación de los aspectos sociales, culturales y económicos del cierre

Los aspectos a considerar en el entorno socio-económico de la cantera Los Caliches son:

- Historia de la explotación de canteras: Cantera con más de 50 años de explotación, por lo que existe una historia y cultura minera en canteras, cuestión a considerar como parte de la historia de la localidad y que las nuevas generaciones deben conocer
- No existen elementos patrimoniales en la cantera Los Caliches que pueden ser utilizados con fines científicos o permitan la definición de usos futuros de las instalaciones y generación de nuevas fuentes de empleo como parte del desarrollo local
- Representación del sector en la economía del municipio: la producción de materiales para la construcción tiene un peso determinante, donde se considera el desarrollo económico y social de Cuba, lo que la convierte en un objeto de producción y comercialización de materiales áridos, debido al aporte que el sector extractivo de materiales de construcción realiza en las distintas infraestructuras a construirse en la región, como parte de este proceso se ejemplifica el uso de áridos para la producción de bloques en una fábrica tecnológica de España en el municipio Rafael Freyre, denominada Poyato y la construcción de hoteles en Ramón de Antillas.
- Vinculación con escuelas: el sector de materiales de construcción de Los Caliches debe establecer un estrecho vínculo con las escuelas para lograr la creación de círculos de interés con vista a que las nuevas generaciones conozcan las actividades que realizan en cantera y su importancia en el territorio local y del país. Además de realizar algunas actividades de formación vocacional en los Pre Universitarios de la provincia Holguín

Estos aspectos relacionados anteriormente permitirán el accionar oportuno de los diferentes actores en la medida que se planifique el cierre de la cantera. En el caso del yacimiento Los Caliches, ya en explotación hay que considerar la oportunidad que ofrece el contexto y la nueva concepción a partir de las atribuciones que se ofrecen al gobierno local y la comunidad.

Sub-etapa 4. Evaluación de riesgo del cierre en el yacimiento Los Caliches

La evaluación de riesgo del cierre se realiza a través del factor de riesgo, el cual será calculado como plantea Addurive (2009) y otros autores para poder tomar acciones concretas que no afecten en el futuro las acciones del cierre de la cantera. Para lo cual se ha recopilado una lista de verificación de los temas principales y los riesgos que deben ser evaluados.

Esta lista de control se basa en la lista propuesta por Montero Matos (2017) a partir de la amplia experiencia obtenida de minas de otros países y considerando las particularidades del caso de estudio en cuestión. Según Montero Matos (2017); esta clasificación tiene la intención de ser una guía y no pretende ser totalmente inclusivo. Debido a la dinámica y la naturaleza diversa de la industria, aparecerán nuevos problemas. Cada cantera tendrá una clasificación única.

Para el caso del yacimiento Los Caliches la lista de verificación para la clasificación de los riesgos del cierre a considerar para el cálculo del factor de riesgo (CRF), se presenta en el Anexo 1. Esta sub-etapa contribuye a que el cierre de cantera ayude a reducir vulnerabilidades no consideradas

anteriormente y en este sentido se aporta con nuevas acciones al perfeccionamiento del plan de reducción de desastres aprobado en la cantera.

Los riesgos a considerar son:

Riesgos ambientales (RMA): a partir del estudio de impacto ambiental realizado al proceso de explotación de la cantera y cierre que incluye a todos los componentes ambientales con un alto grado de detalle.

Riesgos de seguridad y salud (RSH): considerando las exposiciones al riesgo existentes en las labores de desmantelamiento y desarrollo de estabilidad física en los espacios minados.

Riesgo social para la comunidad (RSC): qué riesgos representa para la comunidad el cierre de la cantera, qué se debe considerar para dejar un legado positivo.

Riesgo del uso final de la tierra (RLU): la determinación del uso final del suelo si no es correcta puede ocasionar riesgo importante en la calidad del suelo.

Riesgos legales y financieros (RLF): presentes al no contar con una legislación de cierre en Cuba y tener que conjugar un número importante de leyes y resoluciones, con vista a lograr el cierre de cantera y crear el fondo financiero para las labores de cierre definitivo.

Riesgos técnicos (RT): considerados a partir del uso de las técnicas para la realización del cierre de canteras.

El factor de riesgo de cierre expresado por la ecuación lineal simple (1), en esta investigación no es calculado porque es resultado de la tesis de maestría de la Ing. Lianeyis Aguilera Terrero, en la cual se presentará una metodología para determinar los riesgos del cierre de minas y se calculará el factor de riesgo de la cantera Los Caliches.

$$CRF = \Sigma(RMA + RSH + RSC + RLU + RLF + RT) \dots\dots\dots(1)$$

En el caso de la cantera Los Caliches, aunque para esta investigación no se realizó el cálculo del factor de riesgo de cierre podemos vislumbrar que: los problemas de cierre en esta cantera son complejos y el riesgo de cierre es muy alto. Esto está dado, porque hasta el momento, en la cantera Los Caliches, no se han realizado acciones de recuperación de las áreas degradadas por la minería, referidas al cierre de canteras y no se ha considerado su ciclo de vida de dicha cantera.

DISCUSIÓN

El análisis realizado en la cantera Los Caliches permitió constatar una situación que trasciende el ámbito estrictamente técnico. Aunque el marco legal cubano reconoce la importancia del cierre minero y establece obligaciones relacionadas con la protección ambiental, en la práctica estas exigencias no siempre se traducen en acciones concretas dentro de los yacimientos en explotación.

En el yacimiento estudiado se aprecia una realidad común en numerosas canteras de materiales para la construcción. Durante gran parte de su vida útil de la mina, los esfuerzos estuvieron dirigidos a mantener la producción y garantizar el suministro de áridos para las obras de la localidad y región. Bajo esas condiciones, temas como la rehabilitación ambiental o la preparación para el cierre fueron quedando en segundo plano. Las transformaciones observadas en el paisaje, junto con las afectaciones al suelo y la cobertura vegetal, reflejan esa forma de gestión acumulada durante décadas.

También llamó la atención la ausencia de recursos financieros destinados específicamente al cierre. Aunque la normativa minera contempla este aspecto, no se encontraron evidencias de fondos reservados para futuras acciones de restauración. Esta situación representa una limitación adicional cuando se proyectan medidas de recuperación ambiental a largo plazo.

Los riesgos identificados no aparecieron de manera aislada. Por el contrario, guardan relación con la falta de una planificación continua del cierre desde etapas tempranas de explotación. La inexistencia de acciones progresivas de recuperación explica, en parte, por qué varias de estas vulnerabilidades continúan presentes en la actualidad.

Aun así, el diagnóstico realizado permitió reunir información que hasta el momento se encontraba dispersa. La integración de antecedentes geológicos, ambientales, legales y operativos facilitó una comprensión más completa de las condiciones actuales del yacimiento. Este mismo procedimiento podría aplicarse en otras canteras con características semejantes.

Más allá de las exigencias legales, la experiencia obtenida en Los Caliches confirma que el cierre de una cantera requiere organización, recursos económicos, seguimiento y coordinación entre las instituciones involucradas. Cuando alguno de estos elementos falta, las dificultades tienden a acumularse con el paso del tiempo.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado permitió disponer de la información necesaria para sustentar técnicamente el expediente de cierre de la cantera Los Caliches ante la Oficina Nacional de Recursos Minerales, considerando su cierre progresivo en la remediación del área intervenida de materiales de construcción, específicamente áridos.

La revisión de la documentación evidenció la existencia de diversas normas relacionadas con el cierre minero, aunque todavía no se dispone de una regulación específica que integre de manera directa los procedimientos aplicables a las canteras de materiales para la construcción.

La evaluación efectuada evidencia los riesgos de carácter ambiental, social, técnico, legal y de seguridad, asociados principalmente a la ausencia de acciones de recuperación progresiva y a la falta de previsiones financieras para las labores de cierre

Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de considerar el cierre como una etapa más dentro de la gestión de la cantera y no únicamente como una actividad a desarrollar cuando concluye la explotación.

La metodología utilizada resultó adecuada para organizar el diagnóstico del yacimiento y constituye una alternativa aplicable en otras explotaciones no metálicas que presenten condiciones similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aduvire H, Aduvire O. Cierre y abandono de labores mineras para la protección de la salud y el medio ambiente [Internet]. 2008 [citado 2026 May 11]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58578384/19-CIERRE-DE-MINAS>
2. Asamblea General de las Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Santiago de Chile: CEPAL; 2015.
3. Fuentes R. Procedimiento para el diagnóstico y rehabilitación de canteras de materiales para la construcción. Caso de estudio: cantera La Zamora, Matanzas [tesis doctoral]. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río; 2013.
4. Guerrero D, Figueredo O. Impacto ambiental del método de explotación por cámaras y pilares aplicado en el yacimiento Las Merceditas de Cuba. En: Memorias de la 1ra Jornada Iberoamericana de la Red MASYS; 2010; Ayacucho, Perú. Córdoba: CYTED; 2010. p. 83-98.
5. Guerrero D, Chacón Y, Fonseca D, Court M. Metodología para la ejecución de un cierre de minas sustentable. Min Geol. 2014;30(3):85-103.
6. Hernández A. Impacto ambiental sobre las aguas subterráneas de la explotación de canteras para la construcción. La Habana: Sociedad Económica Amigos del País; 2013.
7. Cuba. Ley No. 76. Ley de Minas. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 1995.
8. Cuba. Ley No. 81. Ley del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 1997;(7).
9. López J, Rocamora E, Jaímez E, Valdez G, Campos M. Rehabilitación ambiental en zonas degradadas por la minería. Rev Nuestro Pórtico [Internet]. 2012 [citado 2026 May 11];15:10-11. Disponible en: <http://www.boletininformativonuestroportico.com/>
10. Montero Matos J. Cierre sostenible de cantera de materiales para la construcción en Cuba [tesis doctoral]. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa; 2017.
11. Montero JM, Salazar Y. La reinserción laboral tras el cierre de minas: una vía para lograr el desarrollo sustentable en la minería. Min Geol. 2011;27(4):64-87.
12. Montero-Matos J, Otaño-Nogel J. Impacto socioeconómico y ambiental de la creación de un procedimiento para efectuar el cierre de canteras de materiales de construcción en Cuba [Internet]. Rev Caribeña Cienc Soc. 2012 [citado 2026 May 11]. Disponible en: <http://caribena.eumed.net/impacto-socioeconomico-y-ambiental-de-la-creacion-de-un-procedimiento-para-efectuar-el-cierre-de-canteras-de-materiales-de-construccion-en-cuba/>
13. Montero-Matos J, Otaño-Nogel J, Guerrero-Almeida D. Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para construcción en Cuba. Min Geol. 2016;32(1):106-120.

14. Montero-Matos J, Restrepo-Baena OJ, Otaño-Nogel J. Cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción en Cuba. Min Geol. 2017;33(4):448-463.
15. Montes de Oca Risco A. Procedimiento para la recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos [tesis doctoral]. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico; 2016.
16. Montes de Oca-Risco A, Ulloa-Carcassés M. Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba. Luna Azul [Internet]. 2013 [citado 2026 May 11];37:74-78. Disponible en: <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=846>
17. Organización de las Naciones Unidas. Acuerdo de París sobre cambio climático. París: ONU; 2015.
18. Organización de las Naciones Unidas. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 [Internet]. 2015 [citado 2026 May 11]. Disponible en: https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
19. Ponce-Seoane N, Díaz-Comesañas J. Impactos y pasivos ambientales de la minería a cielo abierto en Cuba y propuestas de soluciones [Internet]. La Habana: Universidad de La Habana; 2013 [citado 2026 May 11]. Disponible en: <http://www.iga.cu/noticias/taller-iga-uh.html>
20. Richards J. Sustainable development and the mineral industry. Soc Econ Geol Newsletter. 2002;48(1):8-12.
21. Falcó J. Proyecto de explotación del yacimiento Los Caliches. Holguín: Empresa de Materiales de Construcción El Médano; 2016.
22. Organización Internacional de Normalización. NC ISO 18000. Sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2014.
23. Cuba. Decreto Ley No. 222. Reglamento de la Ley de Minas. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 1997.
24. Cuba. Resolución No. 77/99. Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; 1999.
25. Cuba. Resolución No. 158/2014. Reglamento de Seguridad Minera. Ministerio de Energía y Minas; 2014.