

**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA
“Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
DEPARTAMENTO DE MINERÍA**

Trabajo de diploma presentada en opción al Título de Ingeniero de Minas

**ESTUDIO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CANTERA
BOTICHINO-I**

Autora: Patricia Felizarda Muteca Seque

Moa, 2017

**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA
“Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
DEPARTAMENTO DE MINERÍA**

Trabajo de diploma presentada en opción al Título de Ingeniero de Minas

**ESTUDIO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CANTERA
BOTICHINO-I**

Autora: Patricia Felizarda Muteca Seque

Tutores: MSc. Amparo Velázquez Velázquez

Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés

Moa, 2017

AGRADECIMIENTO

A Dios dueño de mi vida, por permitir que su propósito se hiciera carne en mi vida y por extender su mano hacia mí y acompañarme a transitar todos los caminos, por mostrarme la luz del conocimiento.

A mis padres, Cándida Rosa y Lourenzo Antonio, por estar siempre a mi lado, por guiarme para llegar hasta aquí, y darme el amor para superar cada obstáculo que nos pone la vida. A pesar de la distancia, su presencia es permanente.

A mis tutoras Dra. Mayda Ulloa Carcassés y a la MSc. Amparo Velázquez que me ha sido como madre por su constante preocupación y apoyo hasta el final.

A mis hermanos Domingos Lourenzo Mutecca Seque y Bruno Rosa Mutecca Seque, a mis hermanos espirituales Ladislau Clemente y Diógenes, a la pastora Joana Miguel, a la Apóstol Cristina María Rodríguez Pentón, a la pastora Daysi, el pastor Richter y su esposa y a todos, por su amor incondicional y su apoyo para lograr esta meta de mi vida y a todos mis compañeros de aula que han sido una semilla de Dios en mi vida.

Agradezco también a mis profesores Drs Roberto Watson Quesada, Rafael Noa Monjes, Ramón Polanco, Armando Cuesta, José Otaño Noguel, Orlando Belete, Naísma Hernandez, Gustavo Rodríguez Bárcenas, Yoandro Diéguez y Yordany Batistay y a los profesores Máster en Ciencias Julio Montero, Ana Caridad Cheverria, Yosbanis Cervantes, Alina Chaviano, Yaritza Aldana, Rogelio Cruz así como a todos los otros profesores que han sido ejemplos a seguir por sus conocimientos y amistad que han contribuido de manera directa e indirecta para mi formación. ¡Qué Dios les bendiga mucho!

A mi Esposo y amigo sincero Redimido Luis Renato Bernabé Marques por su compañerismo y su amor incondicional, que es mi apoyo en cada momento que lo he necesita, a mis suegros que son mis otros padres Luis Marques y Olinda Isabel Marques, que me acogieron como un hija y mis cuñados y cuñadas por su apoyo.

Al Dr. C. Ángel Oscar Columbié Navarro, Rector del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, por haber apoyado y ser una figura destacada en la vida de mi Esposo en el proceso de su graduación. ¡Qué Dios le bendiga mucho!

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Jehová por llenarme de vida y sabiduría, a mi familia en general, a mis Padres Espirituales Apóstol Eduardo Gime de Olivera y la Profeta Avi3n de Olivera a mi mam3 C3ndida Rosa y a mi Papa Lourenzo y en especial a mi gran amor mi Esposo Luis Renato Bernab3 Marques por toda ayuda que me ha brindado en toda mi trayectoria

PENSAMIENTOS

La oración eficaz del justo puede mucho.

Santiago 5:16

RESUMEN

En la cantera de Mármol Botichino I, ubicada en el municipio Jiguaní, en la provincia Granma se realiza la explotación minera a cielo abierto, dedicada a la extracción de bloques de calizas con fines ornamentales. La presente investigación tiene como objetivo fundamental evaluar los impactos ambientales que genera la explotación de esta cantera utilizando el Método Criterios Relevantes Integrados. Para lograr los objetivos propuestos se realizó una caracterización del entorno natural susceptible a ser impactado por la explotación, se describieron las características del método de explotación empleado, así como sus acciones, se determinaron las componentes ambientales afectadas por la explotación minera y se evaluaron los impactos ambientales a través del índice de impacto ambiental contenido en el Método de Criterios Relevantes Integrados.

A partir de los resultados se elaboró un plan de medidas preventivas, correctoras y de mitigación de impactos negativos y el plan de seguimiento, monitoreo y evaluación.

Palabras claves: cantera de mármol, evaluación de impacto, método Criterios Relevantes Integrados, medidas correctoras

ABSTRACT

In Botichino I Marble quarry, located in Jiguaní municipality, Granma province it is carried out the mining exploitation to open sky, dedicated to the extraction of calcareous blocks with ornamental purposes. The present research has as fundamental objective to evaluate the environmental impacts that the exploitation of Botichino I marble quarry generates by using the Method of Integrated Relevant Criteria. To achieve the proposed objectives it was carried out a characterization from the susceptible natural environment to be impacted by the exploitation, the characteristics of the exploitation method used were described as well as their actions, the environmental components were determined affected by the mining exploitation evaluating the environmental impacts through the index of impact environmental content in the Method of Integrated Relevant Criteria. Starting from the results a plan of preventive, proofreader measures and mitigation of negative impacts was elaborated as well as a monitoring and evaluation plan.

Keywords: marble quarry, impact evaluation, method of Integrated Relevant Criteria, proofreader measures.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACION TÉORICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1 Antecedentes y actualidad del tema	5
1.2 Legislación minero ambiental de Cuba	10
1.3 Principales métodos de evaluación de impacto ambiental.....	13
1.4 Características generales del área de estudio	15
CAPÍTULO II. MARCO METODOLOGICO	21
2.1 Etapas de la metodología de investigación	21
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CANTERA BOTICHINO I	26
3.1 Acciones del proyecto de explotación.....	26
3.2 Descripción del medio natural de la cantera y su entorno	28
3.3 Identificación de los impactos ambientales producidos en el área de estudio	31
3.4 Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado	52
3.5 Medidas para minimizar, prevenir o corregir los efectos negativos a cada medio impactado.....	53
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	64

INTRODUCCIÓN

La minería constituye una de las más importantes fuentes de obtención de materias primas para la humanidad. Su práctica afecta considerablemente el medio ambiente y algunas empresas que practican esta actividad, no conceden adecuada importancia a la rehabilitación de los espacios degradados por la misma. (Cambuta, 2014)

Actualmente son cada vez más notables los impactos negativos que causa la minería, sobre todo a cielo abierto, razón por la cual muchos países han elaborado normas legislativas que obliguen a las entidades mineras a respetar el medio ambiente y exigen presentar un plan de rehabilitación de las áreas degradadas, para evitar de esta forma mayores daños a la naturaleza.

La conciencia sobre el medio ambiente surgió a comienzos de la década del setenta del siglo XX en los países más avanzados, donde el bienestar económico, fruto del desarrollo, iba acompañado de secuelas no deseadas sobre la naturaleza y que eran inaceptables para los pueblos. (Cambuta, 2014)

En la actualidad, con el aumento de la capacidad humana de transformar el entorno natural, se ha originado un desequilibrio mayor entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio, frente a los mismos.

La actividad minera se manifiesta de la misma manera y cada vez sus efectos producen secuelas desagradables sobre el medio ambiente y la salud humana.

Pero a la vez, es evidente que no se puede prescindir de la minería porque es la actividad básica dedicada a la obtención de los georecursos para el abastecimiento a la sociedad de las materias primas necesarias para mejorar su calidad de vida, su progreso y su destino.

Sin embargo, la conciencia que se tiene hoy de la limitación de los recursos naturales, así como la de los diversos elementos que componen los ecosistemas, obligan a solucionar los problemas de la demanda de materias primas en equilibrio con la conservación de la naturaleza, permitiendo así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlos a las futuras generaciones (Carbonell, 2003)

La extracción de minerales a cielo abierto es un tipo de disturbio antrópico que afecta todos los factores del ecosistema (vegetación, fauna, suelos), las geoformas del terreno y las condiciones microclimáticas. Las áreas de extracción de materiales, en muchos casos, se encuentran localizadas en los límites de las ciudades.

Cuando la extracción de materiales se realiza irracionalmente sin una planeación de la explotación, los problemas generados después del abandono son muy graves debido a que los taludes quedan inestables y se producen deslizamientos, que a su vez pueden generar pérdidas de vidas humanas. Otros problemas ocasionados por una explotación no planificada, es la pérdida del suelo superficial, contaminación de las aguas superficiales, emisiones de polvo y de ruido (Bradshaw, 1993).

Mármol, se denomina al conjunto de rocas constituidas fundamentalmente por minerales carbonatados. Incluye los mármoles propiamente dichos, que son rocas metamórficas compuestas esencialmente de calcita o de dolomita. (Otaño, 2015) Geológicamente en Cuba están identificados 14 yacimientos de mármol, de ellos en explotación cinco.

La investigación se realiza en la cantera de calizas marmóreas Botichino I la cual se encuentra en explotación. Actualmente, en la misma se extrae la variedad “Crema del Valle”, siendo esta una de las más cotizadas en el mercado nacional e internacional. Este yacimiento se encuentra ubicado en la Provincia Granma, Municipio Jaguaní, a unos 4 km del poblado Charco Redondo.

La explotación de esta cantera produce un impacto directo sobre el medio circundante incidiendo sobre la calidad del aire, las aguas, la vegetación, la flora y fauna así como el paisaje. Por tal razón surge como **problema de la investigación** la necesidad de evaluar un estudio ambiental para determinar los impactos ambientales que genera la explotación de la cantera Botichino I.

Planteado el problema se identifica como **objeto de la investigación** estudio ambiental de la cantera Botichino I y como **campo de acción** la cantera de calizas marmóreas Botichino I.

El **objetivo general** de la investigación consiste en evaluar los impactos ambientales que genera la explotación de la cantera de calizas marmóreas Botichino I sobre el medio ambiente circundante a través del método Criterios Relevantes de Integrados (CRI).

La hipótesis que sustenta la investigación plantea si se identifican las acciones que generan impactos, los factores del medio afectado y se aplica la metodología seleccionada, se podrán identificar y evaluar los impactos ambientales que produce la explotación de la cantera calizas marmóreas Botichino I para proponer medidas correctoras y minimizar los impactos negativos.

Los **Objetivos específicos**

1. Describir el estado actual del medio natural en el entorno de la cantera de calizas marmóreas Botichino I.
2. Describir las acciones que generan impactos ambientales en la cantera.
3. Aplicar la metodología Criterios Relevantes Integrados para evaluar los impactos ambientales que produce la explotación de la cantera.
4. Proponer medidas correctoras para los impactos ambientales negativos producidos.

En la realización del trabajo se emplearan métodos empíricos y teóricos de la investigación científica.

Métodos empíricos:

- Observación: técnica utilizada para constatar “in situ” aspectos, datos e informaciones relacionadas con el objeto de estudio.
- Entrevistas: procedimiento empleado a los trabajadores a favor de obtener información relacionada con el objeto de estudio.
- Consulta a expertos: técnica que estuvo orientada a la identificación, caracterización y valoración de los impactos producidos por la explotación minera.

Métodos teóricos:

- Análisis documental: criterio dirigido a la revisión, y búsqueda bibliográfica.
- Histórico- lógico: permitirán estudiar y valorar la situación ambiental que ha caracterizado la actividad antes y durante la investigación y establecer de

forma lógica y coherente los fundamentos teóricos del proceso objeto de estudio.

- Análisis y síntesis: se empleará para la comprensión de la estructura del objeto y en la sistematización de los elementos teóricos necesarios para la fundamentación de la investigación.
- Inducción y deducción: permitirá evaluar el objeto de estudio, esto a la hora de interpretar los resultados obtenidos, así como, al tiempo de proponer las medidas para minimizar o corregir los impactos negativos.
- El hipotético-deductivo: para la formulación y verificación de la hipótesis.
- Métodos estadísticos: necesario para el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos.

El tipo de investigación es explicativa porque busca las causas que provocan el problema en estudio.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes y actualidad del tema

En este capítulo se analizan diversas investigaciones realizadas por diferentes autores en el contexto internacional, con enfoques sobre el estudio de impactos ambientales (EsIA) que ocasiona la minería, que ha permitido presentar las referencias para el diseño, la ejecución de la investigación y el análisis de los aspectos que involucran al estudio.

En la evaluación de impactos ambientales (EIA), se destacan los investigadores Leopold en 1971, Moore en 1972 y Sorenson en 1973 (citados por Perotti, 2000)

Leopold, emplea para la EIA una matriz que su complejidad no está en el sentido de su concepción, pero es una matriz muy extensa que relaciona 88 factores por 100 acciones, lo que asciende a 8800 interrelaciones en toda la matriz, lo que la hace más compleja.

Por su parte, Sorenson, utiliza por primera vez una matriz escalonada para el análisis del uso de los recursos costeros de EEUU, se basa en el desarrollo sucesivo de matrices interrelacionadas entre sí, es una integración de redes y matrices.

El laboratorio de EU Batelle Columbus, desarrolla un método en el cuál se realiza una valoración global o impacto neto del proyecto, que parte de un listado de cuestiones a las cuáles se asocia un elemento de impacto ambiental.

Estos autores analizan las diferentes variantes que se pueden utilizar para identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales, pero aunque no consideran el caso específico de la minería, plantean los tipos de proyectos para los cuales sus metodologías son eficientes. Estos aspectos fueron considerados por en esta investigación para argumentar la técnica de identificación de impactos más adecuada, a partir de las principales ventajas y desventajas de estas variantes.

Chiu (1996) expone una metodología práctica en la realización de estudios ambientales y EIA en general, añadiendo factores innovadores, destacándose dentro de estos las técnicas de Cartografía Ambiental.

Por otra parte, Jaramillo y Peláez. (1996) realizan un estudio detallado en el yacimiento “Calizas Nambacola”, que contribuyó a la obtención de información referente a la caracterización del sistema de explotación y las interacciones características de éste con el medio ambiente.

Drobney; Smith; Warner; Preston. (1974), muestran y proponen las recopilaciones más exhaustivas sobre métodos existentes de análisis de impacto ambiental, las metodologías de valoración de impactos y sus subdivisiones en las listas de verificaciones, matrices, sobreposiciones de mapas y redes.

De la misma forma, Conesa (2003), presenta el marco conceptual del proceso de EIA y muestra procedimientos y métodos de trabajo que permiten realizar un estudio integral. Considera el proceso de EIA como un instrumento de carácter preventivo que incorpora la dimensión ambiental en las nuevas acciones humanas, y en las modificaciones a las obras y actividades existentes.

El texto contiene conceptos, pasos e instrumentos, explicados en lenguaje simple, destinados a apoyar la comprensión de los requisitos ambientales establecidos, para revisar anticipadamente diversas actividades antrópicas.

Su libro aunque se enfoca en la EIA de proyectos también hace mención a la evolución que ha presentado esta herramienta de gestión y cómo se deberían abordar los demás niveles de decisión.

Estos estudios aportaron la base metodológica a emplear en esta investigación.

En Cuba numerosos autores han investigado esta temática. Entre ellos, Aguilera, et al. (2003), evalúan la incidencia ambiental que provoca la extracción de arena del río Nibujón. Valoran además, el impacto ambiental que ocasiona la explotación del depósito fluvial de arena y grava, localizado dentro de los límites del parque Alejandro de Humboldt, así como las medidas preventivas y correctoras que habrán de adoptarse para minimizar el impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural. Por otra parte plantean, que los principales impactos negativos tienen lugar en la fase de explotación del proyecto, siendo el medio físico y el biótico los de mayor impacto negativo. En su investigación no tiene en cuenta la cantidad de partículas que se liberan al ambiente.

Hernández et al. (2011), plantea que todas las acciones del proyecto afectan en mayor o menor medida a todos los factores del medio, siendo los impactos más significativos en el desbroce, destape y extracción; los componentes del medio más afectados son el suelo, el aire, el agua y la economía, y al tiempo, propone medidas de mitigación a cada componente impactado. La importancia de este trabajo reside en la manera clara, y precisa como se plantea las medidas de mitigación a cada componente impactado, aun así, no diferencia los niveles de concentración de polvo ni de ruido producidos.

Igualmente, Montes de Oca (2012), entre otros aspectos, caracterizó el medio ambiente, identificó y delimitó las influencias negativas de la minería, con vista a brindar criterios acerca del mejoramiento ambiental en el área donde se practica dicha actividad. El autor concluye que las influencias negativas sobre el medio ambiente están dadas en forma general por la degradación total de la vegetación, la fauna, el relieve y el paisaje, así como, por los impactos secundarios relacionados principalmente con la contaminación de los ríos, del aire y del suelo, y además propone medidas de carácter técnico para minimizar los impactos negativos, sin embargo, no se refiere a la cantidad de polvo y niveles de ruido.

En el estudio minero-ambiental de una cantera, Handjaba (2012), identificó las acciones mineras, así como los componentes impactantes del medio ambiente y los factores ambientales susceptibles a recibir impactos, y a través de su interacción se identificaron, caracterizaron y evaluaron los impactos ambientales. Finalmente establece un sistema de medidas, sólo que, estas se abordan de manera general, y no se analiza las particularidades de cada impacto.

El EsIA del yacimiento de caliza “El Pílon” realizado por Mulet et al. (2013). identifica los impactos ambientales en el medio físico, biótico y antrópico, donde los mayores impactos negativos son generados por las emisiones de polvo a la atmósfera, los cambios en la topografía de la zona y la remoción de la vegetación y los impactos positivos, el aumento de empleo y de la demanda de servicios sociales. A la vez, propone un plan de medidas de carácter técnico y organizativo para la mitigación de los mismos.

Mientras tanto, Gallardo et al. (2013), desarrolla una EIA provocados por la actividad minera en la localidad de Santa Lucía, Pinar del Río y caracteriza los principales problemas ambientales que existen en la región provocados por la actividad minera, identifica los impactos geoambientales generados durante todas las etapas del proceso minero-metalúrgico. Emplea la matriz causa-efecto de Leopold, y muestra un total de 37 impactos, tres de carácter positivo y 34 negativos. Además, determina las variables ambientales más afectadas, que en orden ascendente son: vegetación, fauna, paisaje, medio socio-económico, suelo, hidrogeología, geología y geomorfología. Por último el autor propone un plan de acción y medidas de monitoreo para mitigar los impactos ambientales negativos ocasionados por esta actividad en el área de estudio.

Al mismo tiempo, se han desarrollado numerosas investigaciones que abordan caracterización minero-ambiental en las canteras de materiales para la construcción de las provincias de Holguín, Guantánamo, Granma y Santiago de Cuba; entre ellos, García (2013); Guindo (2013); Almenares (2014); Pérez (2015), donde se analizan la estructura productiva de las canteras y las características geológicas y minero técnicas de cada yacimiento en explotación. Estos autores identifican y caracterizan los efectos ambientales que se producen en cada cantera y proponen medidas generales de mitigación de los impactos negativos. Concluyen que en todos los casos se pueden identificar alteración del suelo por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombreras.

Hernández et al. (2015), realiza una evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo. Esta evaluación tuvo como objetivo caracterizar el impacto ambiental que produce la cantera y elaborar el plan de medidas correctoras para minimizar los efectos negativos y compatibilizar la actividad minera con la protección del medio ambiente. Esta autora identifica los principales impactos ambientales producidos durante la explotación a partir del establecimiento de las principales acciones, y determina que los impactos más significativos ocurren durante el desbroce y destape, y que los componentes ambientales más afectados son el suelo, el aire,

el agua y la economía. Por último, propone medidas correctoras para disminuir las afectaciones a cada uno de los componentes impactados.

Montes de Oca. (2015), por su parte, caracterizó las canteras de Santiago de Cuba y analizó los diferentes factores que influyen en la elección de los métodos científicos de recuperación de áreas minadas. Al mismo tiempo, elaboró un procedimiento para la recuperación de las mismas, que actualmente es aplicado en la cantera de Guaos, lo que demostró que se puede mejorar la calidad ambiental, social y económica en las zonas afectadas por la actividad minera y lograr una minería responsable. Esta investigación carece de una determinación de indicadores de impactos ambientales

En el 2015, Mena realiza una EIA en la cantera El Pílon e identifica las acciones productoras de impactos como: perforación, carga y voladura, transporte de maquinaria, formación de escombreras, preparación mecánica, desbroce de la vegetación, construcción vial, infraestructura y botaderos de sedimentos, a la vez, que define los principales factores susceptibles de recibir impactos.

Por otra parte, Torres (2015), realiza una evaluación geoambiental de la cuenca hidrográfica del río Pontezuelo, Mayarí. Este autor a partir de emplear técnicas como los SIG es capaz de caracterizar los focos y fuentes contaminantes mediante los métodos de cartografía ambiental. Los datos obtenidos se utilizaron para la EIA de la cuenca. La investigación concluye, que los agentes contaminantes detectados en la cuenca son del tipo biológicos, químicos y físicos, y la aplicación del SIG permitió integrar toda la información ambiental obtenida tanto en los trabajos de reconocimiento de campo como análisis de laboratorio, pero no hace un análisis pormenorizado de estos impactos.

La revisión bibliográfica realizada evidencia, que la temática estudiada ha sido abordada por varios autores cubanos, pero, se aprecia, por otra parte las técnicas de evaluación de impacto aplicadas son las convencionales.

Todas las investigaciones reseñadas fueron de gran utilidad en la elección y determinación de las fases metodológicas de esta investigación y en la elaboración de las medidas correctoras.

1.2 Legislación minero ambiental de Cuba

En Cuba, se presta especial atención a la protección del medio ambiente en el contexto de una política de desarrollo consagrada en la obra revolucionaria iniciada en 1959. La protección del medio ambiente constituye un factor relevante a los fines de la defensa nacional y una garantía para la soberanía, en tanto contribuye a asegurar la disponibilidad de los recursos naturales indispensables para la satisfacción de las necesidades básicas de la población.

Las principales normativas jurídicas que rigen la protección del medio ambiente en la minería son: la Ley de Minas, la Ley de Medio Ambiente y la Ley Forestal, entre otras.

- **Ley No 76, Ley de Minas**

En el país, la minería está regulada por una legislación específica muy exhaustiva, la Ley No 76, Ley de Minas, que también se ha ido adaptando a los cambios sociales y a las nuevas estrategias políticas. Las leyes, normas y principios que regulan el sector minero obligan no sólo a restaurar los terrenos explotados, sino también a determinar los posibles efectos ambientales negativos del proyecto minero antes de iniciar la explotación, y a establecer las medidas preventivas necesarias para que dichos impactos no se produzcan, o afecten en menor medida al entorno.

Esta ley, establece la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal, que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del Gobierno vinculados con esta actividad. La ley contempla en el artículo 41 las obligaciones generales de los concesionarios, entre otras lo siguiente: preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectadas.

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

Ley 81 de Medio Ambiente

Se aprobó en la Asamblea Nacional del Poder Popular de fecha 11 de julio de 1997, con el fin de establecer una legislación ambiental acorde con las nuevas condiciones nacionales e internacionales referidas a esta materia, así como, a las previsiones de futuro para el desarrollo socioeconómico del país y su participación en los programas internacionales y regionales de Medio Ambiente aprobados en diferentes foros. Esta refleja el reconocido esfuerzo del Estado Cubano, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones, tanto políticas como socioeconómicas.

Esta Ley en su artículo 18 contempla los instrumentos de la Política y la Gestión Ambiental incluyendo: la Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.

En el artículo se 122 establece la obligatoriedad de las entidades o personas naturales de rehabilitar las áreas minadas para la cual define los términos y condiciones que establezcan de conjunto el Ministerio de la Agricultura, el CITMA y el MINBAS (actual Ministerio de Energía y Minas).

Decreto-Ley No. 200, recoge que a los fines de instrumentar la política ambiental nacional mediante una gestión ambiental adecuada, es esencial contar con un sistema de medidas administrativas ágil, eficaz y flexible, de modo que toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera que infrinja la legislación ambiental vigente, poniendo en peligro o dañando el medioambiente, sea sancionada administrativamente en esta vía con independencia de otras responsabilidades que pudieran derivarse.

Ley N° 85, Ley Forestal

Es otra de las leyes relacionadas con los recursos naturales con incidencia en la minería. En su Artículo 1 expresa:

Establecer los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación.

Controlar los recursos del patrimonio forestal por medio de las regulaciones establecidas y de los órganos y organismos competentes.

Promover e incentivar la repoblación forestal con fines económicos, de protección o sociales, así como los manejos silvícolas en plantaciones y bosques naturales.

Conservar los recursos de la diversidad biológica asociados a los ecosistemas forestales.

Regular el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y promover el aprovechamiento racional de los productos no madereros del bosque.

La Resolución N° 132 del 2009 regula la realización del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en el país y plantea como sus objetivos:

Asegurar que los potenciales impactos ambientales sean debidamente previstos en una etapa temprana del diseño y la planificación del proyecto, mediante la identificación de las medidas para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar los posibles impactos negativos y realzar los posibles impactos positivos, así como la presentación de alternativas que los eviten o minimicen al máximo, para la toma de decisiones.

Examinar en qué forma el proyecto puede causar impactos a las comunidades, a otros proyectos de desarrollo social y al medio ambiente en general.

Propiciar la evaluación y la valoración económica de los efectos ambientales previstos y el costo de la reducción de los efectos ambientales negativos. Además, recoge con claridad los casos en los cuales es obligatoria la EIA, especificando en el Artículo 8, (inciso e) Las actividades mineras.

La responsabilidad penal, así como la responsabilidad civil derivada de ésta ante los delitos medioambientales es recogida en la Ley No. 62 de 1988 (Código Penal), en la cual se reflejan las sanciones para el que dañe o ponga en peligro el medio ambiente.

Otros instrumentos legales relacionados con la minería son:

Decreto–Ley No.136 Del patrimonio forestal y fauna silvestre y sus contravenciones.

Decreto–Ley No.138 De las aguas terrestres.

Decreto No.180 Contravenciones de las regulaciones sobre el patrimonio forestal y la fauna silvestre.

Decreto–Ley No. 200 De las contravenciones en materia de medio ambiente.

Decreto–Ley No. 222 Reglamento de Ley de Minas.

Decreto No.268 Contravenciones de las regulaciones forestales.

Resolución No.130 Reglamento para la Inspección Ambiental Nacional.

Decreto No.268 Contravenciones de las regulaciones forestales.

Resolución No.286 Reglamento de la protección del medio ambiente y uso racional de los recursos naturales en la construcción.

A continuación se listan algunas de estas normas vigentes que deben tenerse en cuenta en el desarrollo de la investigación:

NC 23: 1999 Franjas forestales de las zonas de protección de embalses y cauces fluviales.

NC 1020: 2014. Calidad del aire — contaminantes — Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables.

NC 26: 2012. Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios.

NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

NC 31: 1999. Calidad de suelo. Requisitos para protección de la capa fértil del suelo.

1.3 Principales métodos de evaluación de impacto ambiental

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental están destinadas a sistematizar y potenciar el proceso de evaluación. A continuación se muestran los principales métodos para la evaluación de impactos ambientales según Espinoza (2001):

a) Reuniones de expertos. Es un método que no proporciona ninguna guía formal para la realización de la EIA. Es el tratamiento de la información

producto de las consultas a un grupo de expertos familiarizados con un proyecto.

Este método depende del tipo de expertos disponibles y en general permiten:

1. Identificar una amplia gama de impactos.
2. Establecer medidas de mitigación.
3. Disponer de procedimientos de seguimiento y control.

Su ventaja radica en la falta de formalidad y la facilidad para adaptar la evaluación a las circunstancias específicas de una acción. Dependen de los antecedentes de la experiencia y de la disponibilidad del equipo de trabajo.

b) Gráficos y diagramas de flujo. Este método se basa en determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados.

c) Cartografía ambiental o superposición de mapas (*over lay*). Consiste en construir una serie de mapas donde se representan toda una serie de características ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona.

d) Redes. Constituyen diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios.

e) Sistemas de Información Geográficos. Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. No permiten la identificación de impactos, que necesariamente deben estar integrados en el modelo, sino que tratan de evaluar la importancia de ellos.

f) Matrices. Consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes.

g) Criterios Relevantes Integrados. Este método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de probabilidad, intensidad, duración, extensión y reversibilidad del efecto, para obtener un valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos.

Esta es una metodología ventajosa, simple de usar y de comprender. Este método permite el estudio pormenorizado de las acciones e impactos, la esquematización de los resultados de la EIA. Constituye ésta, una técnica excelente para la identificación y análisis de los impactos ambientales, además, de que facilita la descripción de cada impacto en su medio y su efecto en detalle para luego evaluarlo cuantitativamente a partir de los criterios de evaluación. Consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos.

Para seleccionar un método de evaluación de impacto debe partirse de visitar el sitio, reconocer su entorno, identificar las variables ambientales afectadas por la actividad, fijarse en el proceso productivo, hablar con los responsables de la explotación, con personas del entorno afectadas y con grupos ambientalistas (u otros) si los hubiese. Posteriormente deben analizarse las ventajas y desventajas de cada método en relación con las características de la investigación (Gómez 2014).

La metodología a utilizar debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre la relación causa-efecto. Los criterios a considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser entre otros: carácter, cobertura, magnitud, duración, resistencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia (Conesa, 1997).

1.4 Características generales del área de estudio

Ubicación

La cantera de Mármol Botichino I se localiza a una distancia aproximada de 3 km al noreste del poblado de Charco Redondo, localidad que pertenece al municipio Jiguaní en la provincia de Granma, localizada en la plancheta 4976 IV “Baire”, escala 1: 50 000 con coordenadas Lambert:

X = 543 700 - 543 950

$$Y = 179\,800 - 180\,100$$

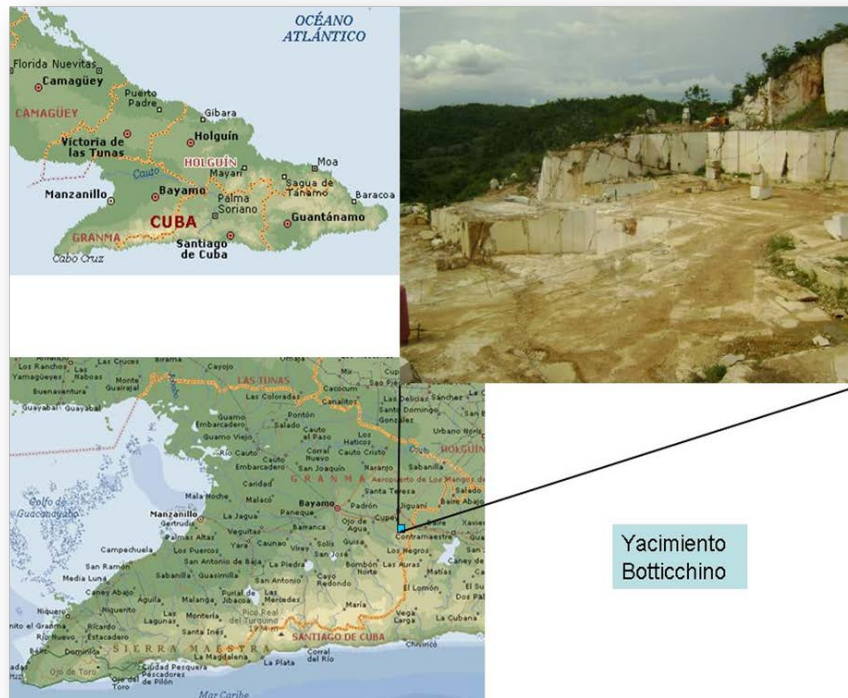


Figura. 1.4.1 Ubicación geográfica de la cantera.

Características climáticas

El clima es tropical húmedo con una temperatura media del aire de 24°C, las precipitaciones son moderadas en dos períodos de seca (abril, julio y agosto), con medias entre 250-300 mm y dos períodos de lluvia (mayo, junio, septiembre) y noviembre con una media de 1000 mm.

Características geológicas de la región

Según el "Informe para la Búsqueda Detallada, Exploración Orientativa y Detallada de calizas marmóreas variedad Botichino", elaborado por R. F. Ortega y otros, en el año 1991, el yacimiento "Botichino" se ubica en la zona de enlace del anticlinorium Sierra Maestra, compuesto principalmente por formaciones vulcanógenas de edad Paleoceno medio - Eoceno, rocas carbonatadas y formaciones cuaternarias friables, así como intrusivos representados por cuerpos sub-volcánicos de porfiritas andesitas, dioritas que en algunas partes cortan las formaciones vulcanógenas del Paleoceno-Eoceno que están cubiertas con rocas carbonatadas del Eoceno.

La zona de investigación está formada por las calizas de la formación Charco Redondo, dentro de las cuales se destacan las calizas organógenas recrystalizadas de texturas macizas de edad Eoceno medio que yacen concordantes sobre la 00formación Cobre.

Regionalmente se destacan las siguientes formaciones:

- Formaciones Tejas: Areniscas tobáceas micáceas esquistosas de color gris con cristales de pirita oxidadas.
- Formación Cobre: Rocas vulcanógenas - sedimentarias y vulcanógenas como tobas, zeolitas, dacitas, porfiritas y calizas.
- Formación Charco Redondo: Calizas macizas organodentríticas fosilíferas de colores muy variados. La potencia de la formación varía entre 50 - 20 cm. Esto es la materia prima útil.
- Formación San Luis: Rocas clásticas terrígenas carbonatadas. En la región, antes de la Revolución, se explotaba en minas un yacimiento de manganeso.

- **Geología del yacimiento**

La variedad "Botichino" no es más que la caliza organo - detrítica de color blanco a crema, maciza y con magníficas cualidades ornamentales, las potencias cortadas en el yacimiento no exceden los 30 m, aunque se considera que tengan potencias mayores.

Las calizas organógenas de la formación Charco Redondo yacen concordantes sobre la formación Cobre, estas últimas conformada por rocas vulcanógenas sedimentarias, tobas, porfiritas alteradas, basaltos, etc., yace concordante por debajo de la formación. En los pozos proyectados no se cortó la zona del contacto geológico.

El carso interno en las calizas aparece generalmente relleno por arcilla, aunque también se presenta vacío, la tectónica y el carso afecta principalmente la zona I hacia el NE y al SE, mientras que en la zona II el desarrollo predomina hacia el Oeste.

Desde el punto de vista petrográfico estas calizas de color blanco crema, de biospática a biomicrítica con diferentes grados de cristalización de textura maciza

y la estructura organógena, pelitomórfica y microcristalina, el cemento generalmente se representa como un lodo calcáreo con grados diferentes de recristalización en el cual se hallan moldes mal conservados de orbitoides, restos de algas, espículas de esponjas, etc., en ocasiones parcialmente recristalizadas en calcita, en la masa también se observan bandas y vetillas de calcita.

El principal agente de intemperismo es el agua, lo que activa los sistemas de grietas existentes, desarrollando un sistema de carso típico que crean zonas de corrosión y porosidad alta, así como diferentes grados de oxidación que afectan cualidades ornamentales de esta roca.

En el yacimiento se detectó la variedad ornamental (caliza blanco - crema) con el nombre comercial de "Botichino" y muy restringido una variedad rosada (Rosa Aurora), se perforaron potencias de hasta 30 m, aunque se estiman sean mayores, no se cortó la formación Cobre (subyacente). El estéril está representado por la arcilla que rellena el sistema cársico, así como por las zonas altamente trituradas y corridas.

En estas zonas investigadas, los elementos de yacencia de los estratos no pudieron ser detectados ya que están enmascarados.

- **Tectónica**

La tectónica está desarrollada principalmente por sistemas de grietas verticales y subverticales que generalmente se transforman en sistemas cársicos, rellenos o no con arcillas.

En el área de investigación no se detectaron elementos aplicativos regionales o de gran desarrollo, sino sistemas secundarios asociados a los sistemas principales regionales.

De igual manera, no se detectó estratificación en el área. La formación se muestra aparentemente maciza.

En los tectonogramas se puede observar la proyección polar de los principales sistemas en cada sector y zonas desarrolladas en superficies, la clasificación de los tipos de grietas es el siguiente:

1. Grietas estilolíticas
2. Grietas rellenas (arcilla, calcita, etc.)

3. Grietas abiertas
4. Grietas artificiales (producto de la perforación)

Características hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrológico, la zona se encuentra en la región XVII de aguas de tipo filoneanas y relacionadas con las calizas, estas aguas se asocian al contacto de las formaciones Charco Redondo y formación Cobre, así como a las zonas de fallas y carso.

Las mediciones de régimen evidencian que el nivel freático se encuentra por debajo de la cota + 250 aunque esta puede llegar hasta la + 251 en períodos de intensas lluvias.

Hasta la fecha no se reportan problemas con el nivel freático aunque es necesario que los pisos de las canteras tengan la caída requerida para evacuar el agua de lluvia por la vía gravitacional.

En la zona norte la cota del valle está por debajo de la cota + 250 y en este no se observan ni ríos ni estancamientos de agua.

Relieve

El relieve es pre montañoso en formas de mesetas con alturas de 300 m. Localmente el yacimiento está representado por una elevación con rocas entre 240 y 300 m.

Hidrografía

La red hidrográfica regional está relativamente desarrollada destacándose el río Cautillo y el arroyo El Cacao, que pasa al sur del poblado “Charco Redondo”.

Economía de la región

La región se sustenta fundamentalmente en la agricultura, principalmente en el cultivo del tabaco, además de cítricos, vegetales, caña de azúcar, etc. La región se abastece de la red eléctrica nacional, utilizada en el yacimiento Cacao y el poblado Charco Redondo.

Localmente se destaca la Industria de Materiales de la Construcción con la explotación de áridos en el molino El Cacao, que produce aproximadamente 1.2

millones m³/año, así como la extracción y procesamiento de bloques para roca ornamental.

- **Vías de acceso**

La red de comunicación a escala regional es buena con carreteras desde Bayamo a Santa Rita y Charco Redondo.

Desde el Cacao hasta la zona de estudio existe un camino pavimentado. El poblado más cercano a la zona de trabajo es Charco Redondo aproximadamente a 1 km. Ver fotos de la carretera principal y vía de acceso a la cantera.

- **Infraestructura**

La infraestructura del poblado Charco Redondo del municipio Jiguaní, provincia Granma, es semejante a la correspondiente a los poblados rurales del país. Está formada por tiendas de abastecimiento alimenticio, agromercado, centros educacionales, trabajadores por cuenta propia organizaciones de masa: FMC, CDR, PCC, UJC, ANAP, CPA; cuenta además con centros de atención médica consultorio del médico de la familia. (Anexo 1)

CAPÍTULO II. MARCO METODOLOGICO

En el presente capítulo se establece la metodología empleada en la investigación para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos que se producen al medio ambiente producto de la explotación de la cantera de Mármol Botichino I, principal objetivo de la presente investigación. La misma inició con la búsqueda de fuentes bibliográficas que permitieron establecer los métodos asequibles para el estudio geoambiental, estableciendo tres etapas fundamentales que se muestran en el siguiente organigrama:

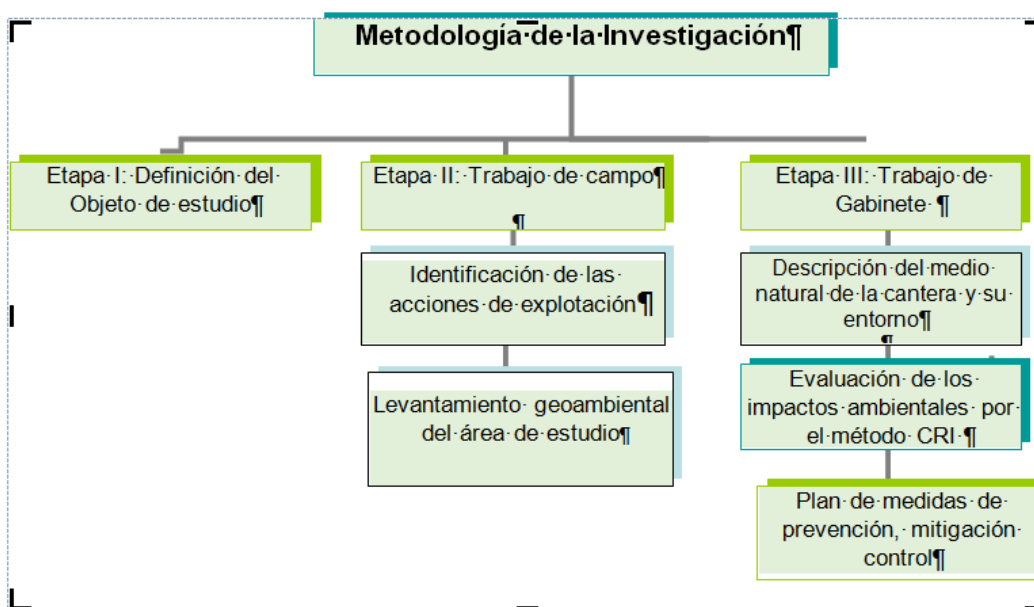


Figura 2.1 Metodología de la Investigación.

2.1 Etapas de la metodología de investigación

Etapas de la metodología de investigación

Etapas de la metodología de investigación

La revisión bibliográfica constituye la etapa previa de toda investigación, en la misma se recopiló y revisó toda la información sobre el área de los trabajos.

En la presente investigación se consultaron y analizaron todos los informes existentes sobre estudios geológicos e hidrogeológicos en la cantera Botichino I y sus alrededores y áreas aledañas, así como trabajos de Diplomas, maestrías relacionadas con la evaluación de los impactos ambientales que ocasiona la minería. También se consultó la bibliografía especializada nacional e internacional sobre estudios de evaluación de impactos, haciendo énfasis en la metodología de

Criterios Relevantes Integrados, así como las regulaciones ambientales vigentes en Cuba para la protección del medio ambiente, lo cual permitió establecer las bases para la ejecución de la investigación.

Etapas II. Trabajo de campo

Se realizaron visitas a la cantera para recopilar la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteado a través de las acciones siguientes:

Descripción de las acciones que se generan de la explotación de la cantera

Se identificaron en el área las principales acciones que conforman el proceso de explotación de la cantera a partir de recorridos y consultas con los técnicos e ingenieros de la cantera.

- **Levantamiento geoambiental del área de estudio**

Como parte del levantamiento geoambiental se realizaron recorridos en la zona de emplazamiento de la cantera y el entorno circundante con el objetivo de describir el estado de las variables ambientales que serán objeto de evaluación. Se realizaron observaciones de la calidad del aire, las características de los suelos, desarrollo de procesos erosivos, características de la vegetación circundante, el paisaje, la flora y la fauna, así como presencia de asentamientos poblacionales cercanos que puedan recibir influencia directa o indirecta de esta actividad.

Etapas III: Procesamiento de la información

En esta etapa se procesó toda la información recopilada durante el levantamiento geoambiental de la cantera, se describieron las acciones del proceso derivado de la explotación de la cantera y se mostraron los resultados del levantamiento geoambiental realizado.

Con la información antes mencionada se evaluaron los impactos ambientales por el método de Criterios Relevantes Integrados elaborado por Buróz (1990).

Características de la metodología CRI

Para identificar los impactos que están operando o interactuando sobre el área previamente seleccionada, es requisito indispensable conocer las diferentes actividades que se generan durante la ejecución del proyecto y las cuales producen efectos sobre el medio físico, biológico y socio-económico.

Sobre actividades del proyectos

A continuación se señala el orden que refieren los impactos según el medio afectado:

Medio Físico	MF - 01
Medio Biológico	MB - 01
Medio Socioeconómico	MSE - 01

La metodología CRI, considera como indicadores de impactos los siguientes:

- **Intensidad (I):** cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- **Extensión (E):** influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, Medida del ámbito espacial o de superficie donde ocurre la afectación.
- **Duración (D):** lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- **Reversibilidad (Rv):** la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- **Riesgo (Ri):** probabilidad de que el efecto ocurra.

La escala de valores para todos los indicadores estará comprendida entre 1 y 10. Este método considera que el valor del impacto ambiental (VIA), se genera por una acción que es producto de las siguientes variables, tal como se ilustra en la figura siguiente:

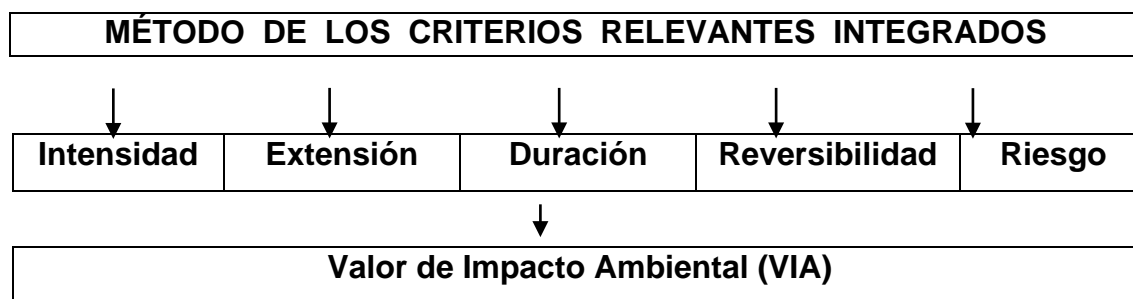


Diagrama 2.1.1 Diagrama para determinar el Valor de Impacto Ambiental. Fuente: Buroz, (1990).

En la valoración de los indicadores se debe tener en cuenta que en función del valor atribuido a cada indicador se califica los impactos, como se observa a continuación en la tabla 1.

Tabla 2.1.1 Escala de valoración de los indicadores

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada > 75%	Larga (>5años)	Irreversible (baja capacidad o irre recuperable)	Alto (>50%)
3-5	Media	Local o Extensiva 10% - 75%	Media (2>5 años)	Medianamente reversible de 11 a 20 años, largo plazo	Medio (10 a 50%)
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años)	Bajo (<10%)

Fuente: Buróz, (1990).

Luego de asignar valores a cada una de las variantes se procede a calcular el valor de impacto ambiental (VIA).

$$VIA = I \times Wi + E \times We + D + Wd + Rv \times WRv + Ri \times WRi \quad (1)$$

Dónde:

I: Intensidad, E: Extensión, D: Duración, Rv: Reversibilidad, Ri: Riesgo, Wi: Peso con que se pondera la intensidad, We: Peso con que se pondera la extensión, Wd: Peso con que se pondera la duración, WRv: Peso con que se pondera la reversibilidad, WRi: Peso con que se pondera el riesgo.

La prueba del método en numerosos proyectos indicó la necesidad de diferenciar el peso de cada indicador. Los diferentes análisis indicaron que los mejores resultados se obtenían con la ponderación mostrada en la tabla 2.

Tabla 2.1.2 Criterios de evaluación y peso asignado, Buróz (1990).

Indicador	Peso (%)
Intensidad	30
Extensión	20

Duración	10
Reversibilidad	20
Riesgo	20

Los resultados de la evaluación se reflejan en la ficha descriptiva que recoge los elementos fundamentales y se muestra a continuación:

Jerarquización de los impactos (JIA):

Nombre / Código:

Descripción:

Para la JIA, una vez que se ha aplicado técnicas pertinentes, para identificar los impactos ambientales, se ordenan de mayor a menor valor (Tabla 2.1.3), con el fin de establecer prioridades, en cuanto a las propuestas y ejecución de medidas.

Tabla 2.1.3 Jerarquización de los impactos a partir del (VIA)

Categoría	Ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	$VIA > 8$
II	Alta	$6 < VIA \leq 8$
III	Moderada	$4 < VIA \leq 6$
IV	Baja	$VIA \leq 4$

Fuente: Buróz, (1990).

El VIA permite establecer las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección en función de las categorías asignadas:

- **CATEGORÍA I.** Probabilidad de ocurrencia muy alta. $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
- **CATEGORÍA II.** Probabilidad de ocurrencia alta. $6 < VIA < 8$. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
- **CATEGORÍA III.** Probabilidad de ocurrencia moderada. $4 < VIA < 6$. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquéllas resultaran costosas.

- **CATEGORÍA IV.** Probabilidad de ocurrencia baja o media. $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA CANTERA BOTICHINO I

En este capítulo se exponen y analizan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, a partir de la utilización de los materiales y métodos descritos en el capítulo II. Esta investigación se refiere solo a la etapa de la explotación minera de la Cantera Botichino I, y no contempla el posterior procesamiento del mineral en la planta de beneficio.

3.1 Acciones del proyecto de explotación

El yacimiento Bottichino I, se encuentra actualmente en explotación, con cuatros bancos de explotación con alturas variables, con cota inicial + 271.0 m y con cota de fondo 231.0 m, se extrae el mineral del frente en forma de bloques con un peso aproximado de 17 Tn, estos bloques se trasladan hacia el depósito que se encuentra en el yacimiento, luego se transportan hacia la industria a 17 Km de la cantera, con el empleo de transporte automotor.

Dentro de las acciones generadoras de impactos ambientales en la cantera se encuentran:

- a) La apertura
- b) Extracción
- c) Transporte del material y estéril
- d) Almacenamiento

- **La apertura**

Los trabajos de apertura consisten en el laboreo de las excavaciones. El yacimiento se encuentra actualmente en explotación, con cuatro frentes activos con sus correspondientes accesos, por lo que las labores de apertura serán solo aplicables a la apertura de nuevos bancos.

- **Extracción**

Para los trabajos de extracción se utiliza el método de corte en el macizo de los bloques a través de máquinas de corte de hilos diamantados, esta técnica se desarrolló en la década de los años 70, sustituyendo a la de corte con hilo helicoidal, permitiendo una mayor productividad. En la cantera el corte al macizo se realiza con el empleo de máquinas de Diamante (BenettyAlpha - 840) (figura3.1) Luego del corte inicial se corta en bloques manipulables, acorde con la capacidad de carga de los camiones que transportarán los bloques a la planta de procesamiento. (Figura 3.1.2)



Figura 3.1.1 Máquina de corte de Hilo Diamantado (Benetty Alpha - 840).



Figura 3.1.2 Vista de la cantera Botichino I

- **Transportación del material y estéril**

Esta labor es parte de los trabajos mineros en la cantera, a través de la cual se traslada el material hacia los depósitos o la planta para su procesamiento. La transportación del mineral se realizará usando camiones planchas, marca Tatra, Pegaso y Renault de 20 t de capacidad, la cual constituye un esquema cíclico. El transporte automotor tiene como ventaja, respecto a otros sistemas, su maniobrabilidad, flexibilidad, capacidad de trabajo en distintas condiciones climáticas, capacidad de vencer grandes pendientes, etc.

La transportación de estéril (arcilla), se debe realizar en un camión de volteo, pero en la actualidad la cantera no cuenta con el mismo.

3.2 Descripción del medio natural de la cantera y su entorno

A partir del levantamiento geoambiental realizado en el área de estudio se pudo verificar que en los alrededores de la cantera el paisaje se compone por la vegetación característica de la zona. En los alrededores de la cantera el paisaje se compone de árboles frondosos, matorrales otros de mediano y gran tamaño, representados por leucaena, henequén, guao de costa. Esto no ocurre en el interior de la cantera, donde se ve influenciado de forma negativa por la explotación de las calizas y la formación de escombreras. (Anexo 2)

En un segundo plano se localizan árboles frondosos y de gran tamaño, formando parte de un paisaje natural, es decir, que no ha sido modificado por el hombre.

En un tercer plano se observa un relieve pre montañoso, con rocas cársicas. En el anexo 3 se observa la explotación por bancos de la cantera de mármol, la misma tiene 4 niveles de explotación, con bancos entre 8 y 9 m de altura.

La fauna observada es característica de la zona y se pudieron observar las auras tiñosas, mariposas y otros insectos.

La cantera cuenta con una escombrera interior, (figura 3.3) ubicada al noreste de la misma. La misma es una escombrera de ladera con cota de techo actual + 230.0 m, está situada dentro de los límites de la concesión. Actualmente en la misma se está vertiendo escombros y posee ramales de caminos que la unen con la cantera. La misma presenta bloques de diferentes dimensiones de color blanco - crema, típico de las calizas, su ubicación minimiza los costos de transporte y vertido al encontrarse cerca del frente de explotación y dentro de la concesión minera, en un suelo arcilloso de color crema.



Figura 3.2.1 Escombrera interior

El agrietamiento aparece bastante desarrollado en la zona. El principal agente de intemperismo que afecta es el agua, desarrollando un sistema de carso típico que crea zonas de corrosión y porosidad alta, así como diferentes grados de oxidación, que afectan las cualidades ornamentales de este tipo de rocas, influyendo

negativamente desde el punto de vista económico ya que afecta la calidad del producto final. (Figura 3.4)



Figura 3.2.2 El agrietamiento aparece bastante desarrollado en la zona

En la cantera se aprecia un deficiente drenaje de las aguas pluviales al no existir ningún sistema para su evacuación y puede provocar afectaciones durante los procesos de extracción y corte (anexo 4).

La calidad del aire se encuentra afectada en mayor porcentaje por el aumento de los niveles de ruidos y vibraciones durante las actividades de extracción, corte del material, específicamente por la tecnología utilizada en el área la máquina de corte hilo diamantado y las perforadoras, lo que unido a la circulación de los vehículos que trasladan el material, provoca, que grandes cantidades de polvo permanezca suspendido en la atmósfera, constituyendo un evidente peligro para la salud de los trabajadores, y del medio ambiente en general.

La infraestructura del poblado Charco Redondo del municipio Jiguaní, provincia Granma, es semejante a la correspondiente a los poblados rurales del país. Está formada por bodegas de abastecimiento alimenticio agromercado), centros educacionales, trabajadores por cuenta propia (organizaciones de masa: FMC, CDR, PCC, UJC, ANAP, CPA; cuenta además con centros de atención médica (consultorio del médico de la familia).

3.3 Identificación de los impactos ambientales producidos en el área de estudio

La aplicación del método Criterios Relevantes Integrados permitió identificar los impactos ambientales sobre el medio físico, biológico y socioeconómico que se describen a continuación. (Tabla 3.3.1)

A continuación se caracterizan los impactos ambientales que afectan el medio físico.

La puntuación asignada a cada criterio de valoración se estableció considerando técnicas tales como: tormentas de ideas, y consultas a especialistas, trabajadores, y técnicos que actualmente laboran en esta cantera.

Tabla 3.3.1 Impactos Identificados en la cantera Botichino I

	Código	Impactos
Medio Físico	MF –01	Cambio del uso del suelo.
	MF – 02	Cambios morfológicos del terreno.
	MF – 03	Alteración de la calidad visual y paisajística
	MF – 04	Incremento de los procesos erosivos.
	MF – 05	Emisión de polvo y gases a la atmósfera
	MF – 06	Emisiones de ruidos y vibraciones.
	MF – 07	Afectaciones en el drenaje de las aguas de escurrimiento superficial.
	MF-8	Cambios físico químicos del suelo
	MF- 9	Incremento de procesos de sedimentación durante los períodos lluviosos
Medio Biológico	MB – 01	Remoción de la capa vegetal
	MB – 02	Migración y muerte de la fauna y migración de otras especies existentes por la actividad minera.
	MB- 03	Modificación del hábitat de fauna terrestre.
	MB- 04	Afectación a ecosistemas.

Medio Socioeconómico	MSC – 01	Incremento del nivel de empleo.
	MSC – 02	Incremento del riesgo de accidentes laborales
	MSC – 03	Impactos negativos sobre la salud de los trabajadores.
	MSC-04	Incremento de los ingresos a la economía del país

MF- 01 Cambio del uso suelo

- **Medio Afectado:** suelo.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones-generadoras:** una vez aprobada la concesión minera y comenzado los trabajos de explotación del material a extraer se desencadenan los procesos que dan lugar al cambio del uso del suelo, donde el uso fundamental de los suelos del área será brindar la cotizada materia prima.

Efectos: el concesionario es dueño del suelo y su único objetivo es ejecutar una explotación racional del mismo

- ✓ **Descripción del impacto:** cambios sustanciales al medio natural debido al cambio de uso de suelo.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto puede considerarse como de alta intensidad, con valor de 8 debido a que los cambios de uso de suelo desencadenan un sinnúmero de implicaciones ambientales.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto puede incidir en el entorno, su nivel de extensión es de 8, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** el criterio de duración del impacto está asociado al tiempo de explotación de la cantera hasta su etapa de cierre y entrega del suelo ya sin el uso que se da actualmente debido al agotamiento de las reservas, por lo que se considera de valor de 7, se considera local o extensivo.
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a corto plazo (menos de 10 años) para que el medio retome su condición inicial,

lo que se puede conseguir una vez que cese la actividad minera. Este efecto se considera reversible con un valor de 5, medianamente reversible.

- ✓ **Riesgo:** dado que este impacto representa un alto nivel de riesgo para el medio físico, debido a las afectaciones que causa en el entorno se considera de alto riesgo con valor 8.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 8 \times 0.3 + 8 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 7.3$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen en la tabla siguiente:

Tabla 3.3.2 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	2.4	1.6	0.7	1	1.6	7.3	II

MF- 02 Cambios morfológicos del terreno

- ✓ **Medio Afectado:** Relieve.
- ✓ **Localización:** Cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las acciones que afectan el cambio morfológico del terreno están relacionadas con las diferentes actividades de la explotación comenzando por la apertura donde la morfología inicial se modifica, luego como producto de la extracción y el corte se forman cúmulos significantes de bloques de variada magnitud en diferentes puntos.
- ✓ **Efectos:** una vez extraídos los bloques y luego de su deposición en forma de cúmulos en el área, el relieve sufre modificaciones en su constitución original.
- ✓ **Descripción del impacto:** modificaciones del relieve original debido a las diferentes actividades, desde la extracción hasta su disposición en el área.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto es notable en toda el área por lo que se considera como de alta intensidad, con valor de 8.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto, se presenta en todo el entorno de la cantera, su nivel de extensión es de 8, generalizada.

- ✓ **Duración:** este impacto lleva más de 5 años, por lo que se considera de valor de 7, de larga duración.
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera irreversible con un valor de 9, irreversible.
- ✓ **Riesgo:** el impacto puede generar riesgos de tipo natural al dejar áreas erosionadas, inestables que pueden acarrear accidentes a los trabajadores y equipos encargados de la explotación. Se considera de medio, con valor 5.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 8 \times 0.3 + 8 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 7 \times 0.2 + 5 \times 0.2 = 7.1$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla en la tabla siguiente:

Tabla 3.3.3 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Relieve	2.4	1.6	0.7	1.4	1	7.1	II

MF- 03 Alteración de la calidad visual y paisajística.

- ✓ **Medio Afectado:** paisaje.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las acciones que afectan la alteración del cambio de paisaje están relacionadas con las acciones de apertura, extracción, tráfico de vehículos, construcción de escombreras, emisiones de polvo, acumulación de aguas pluviales en zona de bajas pendientes.
- ✓ **Efectos:** se aprecia en el área una modificación marcada del paisaje inicial.
- ✓ **Descripción del impacto:** alteración de la calidad visual y paisajística debido a las acciones derivadas de la explotación en la cantera.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto es notable en toda el área por lo que se considera como de media intensidad, con valor de 7.
- ✓ **Intensidad:** este impacto puede considerarse por sus efectos antes descritos como, alta. 7.

- ✓ **Extensión:** Se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto, su nivel de extensión es de 7, alta.
- ✓ **Duración:** se considera de valor de 7 , como de: larga
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a corto plazo (menos de 10 años) para que el medio retome su condición inicial, lo que se puede conseguir una vez que cese la actividad de extracción. Este efecto se considera reversible con un valor de 6, alta.
- ✓ **Riesgo:** dado que este impacto representa un alto nivel de riesgo para el medio físico, debido a las afectaciones que causa en el entorno se considera de alto riesgo con valor 8, alto

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 7 \times 0.3 + 7 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 7$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla en la tabla siguiente:

Tabla 3.3.4 Jerarquización del impacto sobre el paisaje

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	2.1	1.4	0.7	1.2	1.6	7	II

MF- 04: Incremento de los procesos erosivos

- ✓ **Medio Afectado:** suelo.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las acciones generadoras están relacionadas con el desbroce de la vegetación, la apertura de los frentes que generan extensas áreas desprovistas de vegetación que sufren los efectos de los agentes de intemperismo.
- ✓ **Efectos:** causa inestabilidad de taludes, el desprendimiento de bloques y de rocas, emisiones de polvo, arrastre de sedimentos durante las precipitaciones.
- ✓ **Descripción del impacto:** los suelos, tras la remoción de la cobertura vegetal, quedan expuestos directamente a la acción de los elementos del clima, especialmente de la lluvia y del viento, que son capaces de transportar grandes cantidades de material hacia otras zonas.

Asimismo, el movimiento de tierra y la continua circulación de vehículos, maquinarias y transporte de equipos a través del área de influencia, durante la ejecución de las actividades de explotación, en cada uno de los frentes de trabajo, facilitan el desprendimiento de las partículas de suelo, generándose una capa suelta en la superficie que potencialmente se encontrará expuesta al arrastre por la acción del viento y la lluvia y proclive a llegar hasta los cauces de los cuerpos de agua, creando procesos de sedimentación.

La erosión constituye un proceso continuo al que obedece la forma cambiante de la superficie terrestre, consistiendo en la separación de las partículas y agregados de la masa de suelo y en su transporte y sedimentación en posiciones inferiores al punto original. Aunque este proceso ocurre en condiciones naturales (erosión geológica), la erosión a la que se hace referencia en la evaluación de este impacto es la activación de procesos erosivos generados.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto afecta a los factores ambientales en la cantera, por lo que se considera como de media intensidad, con valor de 5.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta áreas localizadas de la cantera, su nivel de extensión es de 4, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** se considera con un de valor de 6, larga.
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible con un valor de 4, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** dadas sus características puntuales y localizadas se considera de alto riesgo con valor es medio, su valor es 4.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 5 \times 0.3 + 4 \times 0.2 + 6 \times 0.1 + 4 \times 0.2 + 5 \times 0.2 = 4.1$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla en la tabla siguiente:

Tabla 3.3.5 Jerarquización del impacto sobre el Suelo

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
----------------	---	---	---	----	----	-----	-----------

Suelo	1.5	0.8	0.6	0.2	1.	4.1	III
-------	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----

MF- 05: Emisión de polvo y gases la atmósfera.

- ✓ **Medio Afectado:** atmósfera.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** durante la explotación serán ejecutadas una serie de actividades que implican la producción de polvo y gases de combustión, estas acciones afectan el aire y están relacionadas con el tráfico de los equipos en el área de la cantera, también durante la extracción y transporte del material útil extraído será enviado al depósito y el estéril (la arcilla) hacia la escombrera.
- ✓ **Efectos:** emanaciones de nubes de polvo causadas particularmente por el tráfico de camiones para la explotación, por las escombreras denudadas y por el desbroce del área para la construcción de caminos y de los gases originados por la combustión que producen los equipos de diésel, (monóxido de carbono).Ello implica la operación de maquinaria pesada y equipos que provocan la re suspensión de partículas en el aire, produciéndose una serie de descargas de este material a la atmósfera que pueden ocasionar efectos adversos al medio y a la salud, para el caso en que se sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos en las Normas cubanas vigente para el control de la calidad de aire.(NC 39: 1999.Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios. Enmienda (Obligatoria)). Esta norma establece los requisitos higiénicos sanitarios en cuanto a concentraciones máximas admisibles de sustancias químicas contaminantes del aire y los radios mínimos admisibles de las zonas de protección en torno a las empresas industriales y otras fuentes de contaminantes del aire.).

Descripción del impacto: deterioro de la calidad del aire en el entorno de la cantera debido a las nubes de polvo causadas particularmente por el tráfico de vehículos y máquinas por caminos no pavimentados.El traslado y operación de la maquinaria sobre áreas desnudadas (sin cobertura de la capa rodante de la vía) constituye una de las mayores acciones de emisión de polvo. Cuando un equipo se desplaza sobre áreas no pavimentadas (trochas, caminos

rurales), la fuerza de las ruedas causa pulverización del material superficial arrojando partículas de polvo desde las ruedas en movimiento y dejando expuesta a la acción del viento la superficie de la vía, lo mismo aplica para el caso del uso de herramientas de mecanizado. Esta estela de polvo que deja el equipo en su tránsito suele perdurar después que éste ya ha pasado.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto es el que trae consigo afectaciones a los factores ambientales en la cantera específicamente, por lo que se considera como de media intensidad, con valor de 5.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto se presenta en localizado en las áreas de influencia de la actividad, su nivel de extensión es de 5, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** el criterio de duración del impacto está asociado a la ocurrencia de los factores que dan lugar al deterioro de la calidad del aire durante la explotación desde la primera hasta la última de las acciones antes mencionadas. por lo que se considera de valor de 8, como de: larga
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible se elimina una vez concluida la actividad con un valor de 2, es baja.
- ✓ **Riesgo:** dado que este impacto representa un alto nivel de riesgo para el medio físico, debido a las afectaciones que causa en el entorno, principalmente por la presencia de polvo y emisiones gaseosas durante las diferentes acciones del proyecto, se considera de alto riesgo con valor 7.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 5 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 2 \times 0.2 + 7 \times 0.2 = 5.1$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.6 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	1.5	1	0.8	0.4	1.4	5.1	III

MF- 06: emisión de ruidos y vibraciones durante los trabajos de corte.

- ✓ **Medio Afectado:** aire.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** durante la fase de explotación de la cantera, las actividades de extracción, apertura de trochas y vías de acceso, movimiento de tierra, transporte de la materia prima y estéril , implican la operación de maquinarias y equipos que
- ✓ **Efectos:** se generan presiones sónicas de cierta magnitud hasta unos 30 m de radio y más, que no son usuales en la zona y que de hecho, pueden ocasionar molestias a los trabajadores de la cantera y las especies faunísticas de los alrededores del área donde se está produciendo este ruido. Deben considerarse para ello las normas cubanas vigentes NC.871: 2011. Seguridad y salud en el trabajo – Ruido en el ambiente laboral – Requisitos higiénico sanitarios generales. (Sustituye a la NC 19-01-04:1980 Sistema de normas de protección e higiene en el trabajo – Ruido. Requisitos higiénico sanitarios generales) Establece los requisitos higiénico sanitarios en el ambiente laboral en cuanto a los aspectos generales de la evaluación del ruido como factor de riesgo y de la protección del trabajador expuesto al mismo, tomando en cuenta tanto criterio de la evaluación básicos para determinar los niveles de exposición al riesgo, así como los valores máximos admisibles que se deben aceptar para las diferentes actividades laborales según el criterio de la evaluación del riesgo que seleccione el especialista para caracterizar la situación higiénica. La norma establece términos y definiciones básicos necesarios para definir los criterios de evaluación para el ambiente laboral de dicho factor de riesgo.
- ✓ **Descripción del impacto:** debido a las actividades de explotación en la cantera se producen emisiones de ruido y vibraciones cuya magnitud van a depender de factores tales como el número y tipo de vehículos en circulación y a través de las máquinas perforadoras y de corte. Las vibraciones suceden debido al efecto de los cortes con el hilo diamantado, como consecuencia causa molestias al personal que está operando en el lugar y en áreas aledañas así como a las comunidades cercana que allí viven.

Los límites admisibles de vibraciones equivalen a patrones ambientales que deben ser respetados por todos los operadores mineros y estos son semejantes a patrones de la calidad del aire. Ellos equivalen al concepto de capacidad de asimilación del medio. Los patrones ambientales para vibraciones son establecidos con el fin de evitar daños a las construcciones, y para que no provoquen efectos dañinos en la salud humana. (Peroti, EsIA)

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto trae consigo afectaciones a los factores ambientales en la cantera y en las áreas circundantes, por lo que se considera como de media intensidad, con valor de 5.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en las áreas donde se realiza la extracción y tráfico de equipos, su nivel de extensión es de 5, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** durante la explotación de la cantera siempre que se realicen las actividades perforación, de corte, transportación por lo que se considera de valor de 7, de larga duración.
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible con un valor de 1 reversible a corto plazo. Desaparecerá una vez cesen estas acciones antes descritas.
- ✓ **Riesgo:** dado que este impacto representa un alto nivel de riesgo para el hombre debido a los efectos que sobre la salud humana generan el ruido y las vibraciones se considera de alto riesgo con valor 8.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 5 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 5$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.7 Jerarquización del impacto sobre el ruido y vibraciones

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	1.5	1	0.7	0.2	1.6	5	III

MF- 07 Afectaciones en el drenaje de las aguas de escurrimiento superficial.

- ✓ **Medio Afectado:** el suelo de la cantera

- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** la acumulación de bloques y escombreras, equipos en la cantera traen consigo la interrupción del escurrimiento de las aguas del escurrimiento superficial.
- ✓ **Efectos:** acumulación de aguas pluviales en las áreas de la cantera.
- ✓ **Descripción del impacto:** afectaciones en el drenaje de las aguas de escurrimiento superficial.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** puede considerarse de media intensidad debido a que este fenómeno sucede solo durante la ocurrencia de las precipitaciones atmosféricas con valor de 3.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en las áreas de donde se acumulan los bloques hasta su traslado o posterior manejo y su efecto, su nivel de extensión es de 2, puntual.
- ✓ **Duración:** el criterio de duración del impacto está asociado al tiempo de ocurrencia de las precipitaciones atmosféricas en tiempo de lluvia desde el momento en que aparece hasta que pueda el medio regresar a sus condiciones iniciales con un valor de 1, baja
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible con un valor de 1baja.
- ✓ **Riesgo:** el riesgo puede estar dado por la peligrosidad que reporta la acumulación de agua en zonas donde se llevan a cabo operaciones de corte con energía eléctrica que si no se toman las medidas pueden ocurrir accidentes fatales se considera de alto riesgo con valor 5, medio.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 3 \times 0.3 + 2 \times 0.2 + 1 \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 5 \times 0.2 = 4.9$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente:

Tabla 3.3.8 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	0.9	0.4	0.1	0.2	1	2.6	IV

MF-8: Cambios físico químicos del suelo

- ✓ **Medio Afectado:** suelos.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** los cambios físico químicos del suelo están dados por cada una de las acciones de la explotación de la cantera, ocurre desde la apertura de los frentes, el movimiento de los equipos de transporte por el área hasta las escombreras y puntos de descarga de la materia prima. También pueden ocurrir derrames de combustible por averías de los equipos consumidores que contaminen los suelos.
- ✓ **Efectos:** estas acciones generadoras antes mencionadas provocan la compactación cuyo proceso una combinación de presión y vibración en un plano perpendicular a la superficie de las partículas sólidas del suelo o material clasificado, que se manifiesta por un incremento en la densidad aparente del suelo, lo cual se traduce en afectación a la calidad del mismo, en lo que respecta a su composición físico químico, generando la activación de procesos erosivos, que puede ser acelerado por el continuo tránsito de maquinaria pesada. Los cambios químicos pueden traer consigo la contaminación de los suelos en la cantera.
- ✓ **Descripción del impacto:** cambios físico químicos de los suelos bajo los efectos de las acciones generadoras descritas anteriormente.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** su intensidad tiene un valor de 2, baja.
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto, se presenta en todo el entorno, su nivel de extensión es de 3, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** se considera de valor de 6, larga.
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, este efecto se considera reversible con un valor de 2, reversible a corto plazo
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 5, medio

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 2 \times 0.3 + 3 \times 0.2 + 6 \times 0.1 + 2 \times 0.2 + 5 \times 0.2 = 3.2$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente:

Tabla 3.3.9 Jerarquización del impacto sobre el paisaje

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Paisaje	0.6	0.6	0.6	0.4	1	3.2	IV

MF-9. Incremento de procesos de sedimentación durante los períodos lluviosos

- ✓ **Medio Afectado:** suelos
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las acciones generadoras del incremento de la sedimentación están relacionados con la influencia de las lluvias sobre las extensas áreas desprovistas de vegetación que al suceder arrastran las partículas más finas de la zona más superficial por las pendientes existentes.
- ✓ **Efectos:** los suelos, tras la remoción de la cobertura vegetal, quedan expuestos directamente a la acción de los elementos del clima, especialmente de la lluvia y del viento, que son capaces de transportar grandes cantidades de material hacia otras zonas.

Asimismo, el movimiento de tierra y la continua circulación de vehículos, maquinarias y transporte de equipos y personal a través del área de influencia del proyecto, durante la ejecución de las actividades de construcción, en cada uno de los frentes de trabajo, facilitan el desprendimiento de las partículas de suelo, generándose una capa suelta en la superficie que potencialmente se encontrará expuesta al arrastre por la acción del viento y la lluvia y proclive a llegar hasta los cauces de los cuerpos de agua, creando procesos de sedimentación

- ✓ **Descripción del impacto:** se incrementan los procesos de sedimentación en la cantera bajo los efectos de las lluvias intensas sobre los suelos.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** su intensidad tiene un con valor de 2, baja
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 3, local
- ✓ **Duración:** el criterio de duración del impacto está asociado al tiempo de duración y ocurrencia de las precipitaciones, es de 2, corta

- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible con un valor de 1, reversible a corto plazo
- ✓ **Riesgo:** dado que este impacto representa un alto nivel de riesgo para el medio físico, se considera de alto riesgo con valor 4, medio

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 2 \times 0.3 + 3 \times 0.2 + 2 \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 4 \times 0.2 = 2.4$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.10 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelos	0.6	0.6	0.2	0.2	0.8	2.4	IV

MB- 01: Remoción de la capa vegetal

- ✓ **Medio Afectado:** vegetación
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** apertura, perforación, traslado y construcción de caminos.
- ✓ **Efectos:** la primera fase de las labores mineras es la eliminación de cobertura vegetal y/o desbroce de la vegetación, lo cual provocará una reducción en la cobertura vegetal del área. Aunque en la zona predominan las áreas abiertas e intervenidas, hay manchones de la vegetación de segundo crecimiento que resultaría afectada.
- ✓ **Descripción del impacto:** al hacerse la eliminación de la vegetación se produce la reducción de la cobertura vegetal, y de aquí se derivan otros impactos, como son: la erosión del suelo, afectación a la fauna por reducción de la disponibilidad de alimento y de lugares para anidar, percharse, etc. Además, se producen cambios en el paisaje florístico.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** su intensidad, con valor de 8, alta
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto, se presenta en todo el entorno, su nivel de extensión es de 5, local y extensiva.

- ✓ **Duración:** tiene una duración de más de 5 años, por lo que se considera de valor de 7 , como de: larga
- ✓ **Reversibilidad:** este efecto se considera reversible con un valor de 4, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 4, medio.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 8 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 4 \times 0.2 + 4 \times 0.2 = 5.7$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.11 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Vegetación	2.4	1	0.7	0.8	0.8	5.7	III

MB - 02: Migración y muerte de la fauna y migración de otras especies existentes por la actividad minera.

- ✓ **Medio Afectado:** fauna.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** la apertura, extracción y transportación.
- ✓ **Efectos:** Pérdida de la biodiversidad (especies típicas de la zona).
- ✓ **Descripción del impacto:** el impacto por incremento de la presión sonora ahuyentará de manera temporal a especies de la fauna que no están acostumbradas a estas intensidades, salvo aquellas que se adaptaron a vivir en zonas muy antrópicas y por lo tanto soportan tales presiones.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** la intensidad tiene un valor de 5, media
- ✓ **Extensión:** se manifiesta en toda el área de estudio y su efecto, se presenta en todo el entorno, su nivel de extensión es de 5, local o extensiva.
- ✓ **Duración:** se considera de valor de 8 , como de larga duración
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a corto plazo (menos de 10 años) para que el medio retome su condición inicial,

lo que se puede conseguir una vez que cese la actividad de extracción. Este efecto se considera reversible con un valor de 2, baja.

- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 7.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 5 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 2 \times 0.2 + 7 \times 0.2 = 5.1$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.12 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Fauna	1.5	1	0.8	0.4	1.4	5.1	III

MB- 03. Modificación del hábitat de fauna terrestre

La intervención a la que será sometida el área explotación, principalmente por la pérdida de cobertura vegetal, los impactos a la calidad del aire y del medio sonoro, alteraran los patrones de vida de los ecosistemas de la zona, lo que traerá consigo la modificación del hábitat de la fauna del área de la cantera y de zonas aledañas.

- ✓ **Medio Afectado:** fauna
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las actividades de apertura, arranque, carga, corte del proyecto son las que traerán consigo la modificación del hábitat de la fauna terrestre existente antes de las primeras acciones de la explotación.
- ✓ **Efectos:** las actividades propias de la explotación en la cantera además de los gases de combustión interna y el nivel de ruido producido que no es el acostumbrado en zona de influencia directa, pueden afectar los ecosistemas.
- ✓ **Descripción del impacto:** se deriva la modificación de la fauna terrestre existente bajo los efectos de las actividades mineras antes descritas.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** se evalúa de alta con valores de 7.
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 5, media

- ✓ **Duración:** la duración es larga hasta tanto exista la vida útil de la cantera, con valores de 9
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto y por sus características es de 5, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 9.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 7 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 9 \times 0.2 = 6.8$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.13 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
fauna	2.1	1	0.9	1.	1.8	6.8	II

MB- 04. Afectación a ecosistemas

- ✓ **Medio Afectado:** ecosistemas
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** las actividades de apertura, arranque, carga, corte del proyecto son las que traerán consigo la modificación del hábitat de la fauna terrestre existente antes de las primeras acciones de la explotación.
- ✓ **Efectos:** Las actividades propias de la explotación en la cantera además de los gases de combustión interna y el nivel de ruido producido que no es el acostumbrado en zona de influencia directa, pueden afectar los ecosistemas.
- ✓ **Descripción del impacto:** las acciones de la explotación minera, provocará la pérdida de cobertura vegetal, los impactos a la calidad del aire y del medio sonoro, estos alterarán los patrones de vida de los ecosistemas de la zona. En la zona existen especies frágiles como anfibios y reptiles que resultaran afectados.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** se evalúa de alta con valores de 4, medio.
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 7, generalizado

- ✓ **Duración:** la duración es larga hasta tanto exista la vida útil de la cantera, con valores de 9
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto y por sus características es de 5, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 7.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 4 \times 0.3 + 7 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 7 \times 0.2 =$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.14 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Flora y fauna	2.1	1.4	0.9	1.	0.4	5.8	III

Medio Socioeconómico

MSC - 01: incremento del nivel de empleo

- ✓ **Medio Afectado:** sociedad.
- ✓ **Localización:** cantera.
- **Acciones generadoras:** las actividades de apertura, arranque, carga, corte del proyecto minero, medios técnicos, educación, servicios de salud, comercialización, etc.
- **Efectos:** mayor número de trabajadores, aumento de la población o por alteraciones inducidas por la operación en la cantera.
- ✓ **Descripción del impacto:** en la zona de estudio se verifica un impacto de carácter positivo con el aumento del nivel empleo porque con el proyecto de explotación de la cantera brinda de diversos servicios a la comunidad cercana

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** este impacto es el que ha traído consigo mayor afectación de carácter positivo en la comunidad cercana a la cantera por lo que se considera como de media intensidad, con valor de 7
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 6, generalizada.

- ✓ **Duración:** la duración tiene un valor de 9.
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto y por sus características es de 9, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 9.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 7 \times 0.3 + 7 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 9 \times 0.2 + 9 \times 0.2 = 8$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.15 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Sociedad	2.1	1.4	0.9	1.8	1.8	8	I

MSC - 02: Incremento de riesgos de accidente

- ✓ **Medio Afectado:** trabajadores
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadoras:** actividades de extracción y transportación de la materia prima y los estériles hasta las escombreras.
- ✓ **Efectos:** Pueden ocurrir accidentes de tránsito durante la transportación materia prima y los estériles hasta las escombreras, caída de bloques durante la carga, accidentes durante el uso de la máquina de corte, electrocución en caso de contacto de cables en superficies húmedas durante las precipitaciones.
- ✓ **Descripción del impacto:** la probabilidad de riesgo de accidentes está dada por las acciones generadoras que se describen anteriormente.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** la intensidad se considera con valor de 6, alta.
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 8, alta.
- ✓ **Duración:** se considera con de valor de 7 , como de: larga
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a corto plazo (menos de 10 años) es medianamente reversible con un valor de 7.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 10.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 6 \times 0.3 + 8 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 7 \times 0.2 + 10 \times 0.2 = 7.5$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.16 Jerarquización del impacto sobre la Sociedad

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Sociedad	1.8	1.6	0.7	1.4	2	7.5	II

MSC - 03: Impactos sobre la salud.

- ✓ **Medio Afectado:** sociedad.
- ✓ **Localización:** cantera.
- **Acciones generadoras:** las perforaciones, el corte, arranque.
- ✓ **Efectos:** el polvo, ruido y las vibraciones producidas, durante los trabajos por las maquinarias de operación de extracción y transporte producen emisiones que puedan afectar a su salud de los trabajadores, esta actividad también afecta a los moradores que viven cercano a cantera.
- ✓ **Descripción del impacto:** la actividad de explotación, minera afecta la salud de los trabajadores debido a las emisiones de polvo y ruidos imperantes durante los trabajos. Deben considerarse las normas cubanas vigentes NC 871/2011. Seguridad y salud en el trabajo – Ruido en el ambiente laboral – Requisitos higiénico sanitarios generales. (Sustituye a la NC 19-01-04:1980 Sistema de normas de protección e higiene en el trabajo – Ruido. Requisitos higiénico sanitarios generales) Establece los requisitos higiénico sanitarios en el ambiente laboral en cuanto a los aspectos generales de la evaluación del ruido como factor de riesgo y de la protección del trabajador expuesto al mismo, tomando en cuenta tanto criterio de la evaluación básicos para determinar los niveles de exposición al riesgo, así como los valores máximos admisibles que se deben aceptar para las diferentes actividades laborales según el criterio de la evaluación del riesgo que seleccione el especialista para caracterizar la situación higiénica. La norma establece términos y definiciones

básicos necesarios para definir los criterios de evaluación para el ambiente laboral de dicho factor de riesgo.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** la intensidad, con valor de 7.
- ✓ **Extensión:** la extensión es de 5, que se considera local o extensiva.
- ✓ **Duración:** se considera de valor de 7 de larga duración.
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a corto plazo (menos de 10 años), este efecto se considera reversible con un valor de 5, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** el manejo de los equipos de alta peligrosidad y cargas considerables se considera de alto riesgo con valor 10.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 7 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 10 \times 0.2 = 6.8$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.17 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Hombre	2.1	1	0.7	1	2	6.8	II

MSC - 04: Incremento de los ingresos a la economía del país

- ✓ **Medio Afectado:** economía.
- ✓ **Localización:** cantera.
- ✓ **Acciones generadora:** la materia prima extraída tiene alta demanda nacional e internacional.
- ✓ **Efectos:** con la explotación de la cantera se logra incrementar un crecimiento de la producción en breve plazo,
- ✓ **Descripción del impacto:** se incrementan los ingresos al país dado por las altas demandas que este material reporta a nivel nacional e internacional.

Criterios de valoración del impacto

- ✓ **Intensidad:** la intensidad es media, con valor de 7.
- ✓ **Extensión:** su nivel de extensión es de 8, generalizada.
- ✓ **Duración:** se considera de valor de 7, de larga duración.
- ✓ **Reversibilidad:** teniendo en cuenta este tipo de impacto, se puede alcanzar a largo plazo (menos de 10 a 20 años) con un valor de 4, medianamente reversible.
- ✓ **Riesgo:** se considera de alto riesgo con valor 4.

Los datos determinados se introducen en la fórmula

$$VIA = 7 \times 0.3 + 7 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 7 \times 0.2 + 4 \times 0.2 = 6.5$$

Los resultados obtenidos en la ecuación anterior se establecen la tabla siguiente.

Tabla 3.3.18 Jerarquización del impacto

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Fauna	2.1	1.4	0.8	1.4	0.2	6.5	II

3.4 Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado

Tabla 3.4.1 Jerarquización de los impactos a partir del (VIA)

Impactos	Categoría	Ocurrencia	Valor de VIA
MSC-01	I	Muy Alta	8

MSC-02	II	Alta	7.5
MF- 03	II	Alta	7.4
MF- 01	II	Alta	7.3
MF- 02	II	Alta	7.1
MB - 03	II	Alta	6.8
MSC- O3	II	Alta	6.8
MSC- 04	II	Alta	6.5
MB-04	III	Moderada	5.8
MB- 01	III	Moderada	5.2
MB- 02	III	Moderada	5.1
MF- 05	III	Moderada	5.1
MF- 06	III	Moderada	5
MF- 04	III	Moderada	4.1
MF- 08	IV	Baja	3.2
MF- 07	IV	Baja	2.6
MF- 09	IV	Baja	2.4

3.5 Medidas para minimizar, prevenir o corregir los efectos negativos a cada medio impactado

A continuación se brindan las acciones a tener en cuenta, para este proyecto, según los aspectos identificados anteriormente, cuyo cumplimiento es vital en aras de proteger los recursos naturales, las instalaciones y fundamentalmente al hombre.

Las medidas preventivas, correctoras y de mitigación son de estricto cumplimiento para todo el personal involucrado en los trabajos a realizar.

✓ **Medidas para la fase de explotación:**

1. Garantizar la utilización racional del suelo, incrementando en lo posible el coeficiente de utilización del terreno.
2. Aprovechar las características físico geográficas del lugar, tales como pendientes, drenaje natural, vegetación, evitando las modificaciones del entorno físico.

3. Ejecutar soluciones a fin de proteger las áreas y líneas de drenaje, proyectadas o existentes en el entorno inmediato a la obra, natural o construida.
4. Lograr que las nuevas plataformas que se construyan garanticen el escurrimiento superficial del área.
5. Construir y preservar un sistema de drenaje, evitando inundaciones.
6. Se prohibirá el acceso a la cantera a las personas ajenas a la actividad minera, esta medida se extiende hacia las áreas colindantes.
7. No efectuar la caza ni el maltrato a la fauna.
8. No se debe introducir ningún animal doméstico en el área de la concesión, excepto cuando sea necesario para actividades propias del trabajo.
9. Disminuir los impactos visuales innecesarios que pudieran producirse por la actividad minera.
10. Desarrollar el programa de educación ambiental a todos los niveles.
11. El uso de los medios de protección personal y el entrenamiento a la fuerza de trabajo en la manipulación del equipamiento minero será de cumplimiento obligatorio.
12. Se instalarán cuantas señales de seguridad oriente el Departamento de Seguridad del Trabajo de la empresa.
13. Utilizar solo las vías de acceso autorizadas.
14. Siempre que sea posible, lograr el acceso a los puntos deseados sin la creación de nuevos caminos, pues la creación de los mismos implica el aumento de los procesos erosivos y el gasto innecesario de combustible.
15. Si es necesario nuevos caminos, que tengan como máximo el ancho del equipo de transporte a utilizar.
16. Siempre que sea posible, procurar que los caminos sean sinuosos, con curvas, pues estos son menos visibles y obligan a desplazamientos más lentos, lo que desestimula el acceso y disminuye el polvo.
17. Al viajar fuera de los caminos existentes, la ida y la vuelta al punto de partida se realizará preferentemente por la misma ruta.
18. Todos los equipos y vehículos deben estar en óptimas condiciones de seguridad y cumplir con los reglamentos correspondientes.

19. Todos los equipos y vehículos usados podrán ser operados sólo por personal calificado y con las licencias correspondientes.
20. La velocidad de todos los vehículos dentro del perímetro de la operación será 40 km/h. Esta velocidad será estrictamente controlada y obligada para todos los choferes.
21. Reducir el desmonte de la zona destinada a la minería, afectando estrictamente el área necesaria para operar la mina de forma ambientalmente segura.

✓ **Otras medidas a tener en cuenta durante los trabajos de carga y explotación:**

1. La entidad limitará su perímetro de explotación a las áreas definidas por el proyecto, instalando señales de "PELIGRO", en todos los accesos del área de explotación y delimitándose el entorno de seguridad mediante carteles de "PROHIBIDO EL PASO".
2. El personal dedicado a la explotación estará en posesión del título de capacitación, con carnet acreditado vigente y actualizado.
3. No se puede fumar durante el tiempo que se trabaje en la cantera.
4. No se debe permitir que los medios de trabajo reciban golpes de impacto o que caigan de alguna altura.
5. No se deben dejar residuos de caliza en los frentes.
6. Cumplir estrictamente con las reglas para los trabajos con las maquinarias especializadas.
7. Emplear maquinarias certificadas y calibradas de acuerdo a las normas establecidas para cada una de las actividades a desarrollar.
8. Se tomarán todas las medidas que minimicen el derrame o vertimiento de hidrocarburos al suelo durante estas labores, por lo que para servir diesel y/o aceites a camiones y plantas se deberán emplear embudos y bandejas que eviten el derrame de estos productos al suelo.
9. El suelo contaminado con hidrocarburos, grasas, desengrasantes, etc, provenientes de las maquinarias, derrames ocasionales, salideros y de las actividades en general, será catalogado como desecho peligroso y almacenado

con carácter temporal en recipientes adecuados, hasta su traslado al sitio fuera de la zona de trabajo, destinado al tratamiento y disposición final.

10. Las estopas y trapos que se utilicen para la limpieza de manos y otros fines, y que resulten contaminadas, se depositarán en recipientes metálicos, los cuales poseerán sus correspondientes tapas de igual material y se deberá coordinar la disposición de los mismos con las autoridades del CITMA, con vistas a su tratamiento y mejor disposición.
11. Evitar que los equipos que laboran dentro del yacimiento presenten salideros de algún tipo de combustible o lubricante.
12. Garantizar dentro de la minería el drenaje de las aguas.
13. El drenaje de los caminos, deberá descargar sobre la vegetación no perturbada y lo más espesa posible, de no existir la misma, se construirán filtros de rocas. Se evitará el descargue de las aguas en pendientes o cañadas despejadas y nunca directamente a los cursos de agua.
14. Disminuir al máximo los movimientos de equipos cuando existan condiciones de excesiva humedad en el terreno, minimizando así la probabilidad de accidentes, el deterioro de los mismos y los costos de traslado.
15. Cumplir estrictamente el proyecto de explotación del yacimiento, que incluye medidas de protección y seguridad para los recursos humanos y equipamientos, en general.
16. Lograr el perfeccionamiento en la organización de la explotación minera del yacimiento, para alcanzar un máximo aprovechamiento de las reservas existentes.

✓ **Medidas para minimizar los impactos ambientales ocasionados por la erosión**

Para el diseño de las obras de control de la erosión y establecimiento de un plan de medidas se debe realizar un análisis de las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y ambientales que permitan tener un conocimiento completo del comportamiento del talud, plataformas y bermas después de construidas. A continuación se presentan las medidas y obras específicas para el control de la erosión y la sedimentación:

- Construcción y mantenimiento de zanjas de drenaje para evitar que el agua de la plataforma superior fluya hacia el talud en períodos de lluvias, provocando erosión acentuada.
- Las zanjas de drenaje deben responder a las pendientes y grado de permeabilización según el proyecto para garantizar el correcto escurrimiento controlado.

✓ **Medidas para la mitigación de los impactos ambientales provocados por la escombrera**

- Diseñar e implementar un sistema de drenaje eficaz a partir de los datos pluviométricos, y las características del estéril dirigido a una balsa inferior de decantación.
- Tener en cuenta las pendientes adecuadas para la conformación de las plataformas y bermas además de los criterios de escala: relación entre el tamaño del depósito y el entorno.

✓ **Medidas de mitigación**

Para disminuir las emisiones de polvo y gases que afectan la calidad del aire:

- Instalación de dispositivos adecuados de eliminación de la contaminación (filtros) en todo el equipamiento que funciona con diesel y con gasolina.
- Controlar la calidad del aire a través de análisis y monitoreos hechos al menos una vez al año dentro del yacimiento y en zonas aledañas.

Para disminuir los efectos del ruido y las vibraciones

- Emplear silenciadores en motores y plantas
- Realizar análisis y monitoreos para las emisiones de ruidos al menos una vez al año dentro del yacimiento y zonas aledañas.
- Presentar un calendario de mantenimiento anual, con la obligación de cumplir lo programado por las maquinarias y herramientas mineras.
- Uso de protectores auditivos en las áreas que lo requieran.

✓ **Medidas de mitigación de carácter técnico sobre el medio biótico**

Flora

- Reforestación de la zona priorizando árboles y arbustos del mismo lugar.

- Estudio anterior a la explotación de las especies presentes que serán eliminadas para su posterior reposición.

Fauna

- Dar prioridad a una investigación, dirigida a evaluar el estado, la tendencia de la población de los animales presentes en el yacimiento.
- Aplicar métodos de cuidado y vigilancia, con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.

✓ **Medidas de mitigación de carácter técnico sobre el medio antrópico**

Factor social

- Reparación, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso al yacimiento, con el fin de evitar accidentes.
- Apoyar programas de salud dirigidos al asentamiento poblacional cercano al yacimiento.
- as de restauración y rehabilitación del entorno.

CONCLUSIONES

El entorno natural de la cantera de calizas marmóreas Botichino I se encuentra totalmente antropizado debido a las labores mineras, con un grado de deterioro característico de este tipo de explotación.

1. Las principales acciones de la minería generadoras de impactos ambientales en la cantera de calizas marmóreas Botichino I son la apertura, extracción, transporte del material y estéril y almacenamiento.
2. La aplicación de la metodología Criterios Relevantes Integrados permitió identificar y valorar los impactos ambientales producto de la explotación de la cantera Botichino I y determinar que los impactos con probabilidad de ocurrencia muy alta se manifiesta en: el medio socioeconómico : MSC-01; alta en el medio biótico: MSC-02 ;en el medio físico: MF-03 y MF-01 y MF- 02;baja en el medio físico: MF08-1, MF-07 y MF- 09 , con valores de la VIA = 2.4 - 3.2.
3. La aplicación correcta de las medidas correctoras elaboradas coadyuvaran a disminuir los impactos ambientales negativos producidos por la explotación de la cantera de calizas marmolizadas Botichino I.

RECOMENDACIONES

1. A partir de la situación actual de la cantera y la importancia económico-social se recomienda realizar un diagnóstico tecnológico para determinar de forma integral el desempeño de la cantera y establecer estrategias para el mejoramiento de su gestión..
2. De manera particular, por las características de ese impacto, realizar estudios para determinar la cantidad de polvo en suspensión en la cantera y áreas aledañas.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera I. *et al.*, 2003. Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón. *Minería y Geología* Nos. 1-2.

Almenares A. 2014. Caracterización Minero – Ambiental de las Canteras de Materiales de Construcción de la Provincia Granma. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.

Buroz, E. 1998. La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Fundación Polar, Caracas, ISBN 980-6397-51-7, 376 p.

Buroz. E, 1990. Mitología de los Criterios Relevantes Integrados.

Cambuta T. 2014. Caracterización minero ambiental de la sociedad minera Catoca de la Republica de Angola. ISMM Cuba.

Caracterización minero-ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.

Conesa V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. 3ra edición. Mundi-Prensa, Madrid.

Conesa V. 2000: Guía metodológica para evaluación de impacto ambiental 3ra edición Editorial Mundi-Prensa Madrid. Vol 1, 416 p.

Chiu Espinosa, J (1996) Influencia sobre el medio Ambiente de la actividad Minera en el yacimiento de la planta “Las Camarioca. Trabajo de diploma. ISMM.

Espinoza, G. 2007: Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BIC/CED. 259 p. Santiago - Chile.

Galano C. 2016. Efecto sobre el medio ambiente del proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur de la empresa Pedro Sotto Alba. ISMM Cuba.

Gallardo D. *et al.*, 2013. Evaluación de impactos ambientales provocados por la actividad minera en la localidad de Santa Lucía, Pinar del Río.

Gómez D. 2014: Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 2ª edición. 760 p.

Guindo A. 2013. Caracterización minero - ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia Guantánamo. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín. Cuba.

Hernández N. *et al.*, 2011. Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción El Cacao. *Minería y Geología*, v.27 n.1, p. 38-53.

Jaramillo, F.; Carrión, H.; Peláez, D. 1996. Proyecto de explotación del yacimiento "Calizas Nambacola". Tesis de grado. UNL. Loja-Ecuador.

Ley 76. Ley de Minas (1995). Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Ley 81 Ley de Medio Ambiente (1997). Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Ley 85. Ley Forestal (1998). Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Mena I. 2015. Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas "El Pilón". Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Montes de Oca A., M. Ulloa. 2012. Estudio del impacto ambiental y medidas de rehabilitación en la cantera "los Guaos".

-----2015. Caracterización Minero – Ambiental de las Canteras de Materiales de Construcción de la Provincia de Santiago de Cuba.

Mulet Góngora I., Molina Rodríguez P. & Piña Domínguez E. 2013. Estudio del Impacto Ambiental en el yacimiento de caliza "El Pilón". (Diploma), Escuela "Raúl Tamayo Sarmiento" Micons-Holguín, Centro Provincial de Capacitación y Superación Técnica.

Ortega R. el at. 1991. Informe para la Búsqueda Detallada, Exploración Orientativa y Detallada de calizas marmóreas variedad Botichino I".

Otaño J. 2014, Curso de Rocas Ornamentales. Departamento de Minería. ISMMde Moa.

Pérez L. 2015. Caracterización Geológico- Ambiental de la Unidad Experimental "Santa Barbará" Municipio Cañada de Urdaneta, Estado Zulia, Venezuela.

Perroti R. 2000. Estudio de impacto ambiental del yacimiento “Cañada Honda”, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas.

Rodríguez Córdova, R. Importancia del análisis del medio socioeconómico en el Estudio del Impacto Ambiental, Universidad de Holguín, Cuba 2000.

Torres M. 2015. Evaluación geoambiental de la cuenca hidrográfica del río Pontezuelo, Mayarí. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero Geólogo. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.

Vílchez O., M. Ulloa. 2015. Evaluación del impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo Los Clavelitos. Minería y Geología v.31 n.3, p. 91-108.

Páginas de internet consultadas

http://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/esia_cantera_duquesa/eu_doc/adjuntos/esia_cant_duquesa_sintesis.pdf

<https://es.slideshare.net/fundacionctap/gua-de-restauracion-ecomemi>

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2005/20OA2005F0009.pdf>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8340/3/CD-0640.pdf>

http://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/esia_cantera_duquesa/eu_doc/adjuntos/esia_cant_duquesa_sintesis.pdf

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8340/3/CD-0640.pdf>

<http://www.tecnologiaslimpias.cl/cuba/cuba-mineriacuba.html>

<http://www.radiorebelde.cu/noticia/la-produccion-marmol-cuba-consolidad-20100416>

<http://www.cubainformacion.tv.cu/index.php/economia/56817-empresa-cubana-marmoles-isla-cuba-cuando-se-pule-la-eficiencia>

ANEXOS

Anexo 1

Infraestructuras sociales en el área de influencia de la cantera



Tienda de charco redondo



Agromercado



Escuela centro (mixto)



Contrapropista

Anexo 2

Especies primarias observadas en la cantera Botichino I



Guao de costa



Cupey



Henequén



Leucaena



Guácima.



Marabú

Anexo 3

Equipamiento minero en la cantera Botichino1



Máquina de hilo diamantado



Equipo de carga de los bloques de mármol



Compresor

Anexo 4



Explotación por bancos de la cantera de mármol.



Afectaciones durante los procesos de extracción y corte



Precipitaciones atmosféricas con presencia de acumulaciones de agua pluvial dentro de la cantera