



**Ministerio de Educación Superior  
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa  
Dr. Antonio Núñez Jiménez  
Facultad de Geología –Minería  
Departamento de Minas**

# **TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO EN MINAS**

**Efecto sobre el medio ambiente del proyecto de explotación  
del yacimiento Camarioca Sur de la empresa Pedro Sotto Alba**

**Autor: Taillana Caballero Galano**

**Tutora: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés**



**Ministerio de Educación Superior  
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa  
Dr. Antonio Núñez Jiménez  
Facultad de Geología –Minería  
Departamento de Minas**

# **TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO EN MINAS**

**Efecto sobre el medio ambiente del proyecto de explotación  
del yacimiento Camarioca Sur de la empresa Pedro Sotto Alba**

**Autora: Taillana Caballero Galano \_\_\_\_\_**

**Tutora: Dra. C. Mayda Ulloa Carcasés \_\_\_\_\_**



## DEDICATORIA

*A mi familia en general y en especial a mis hijos Samuel y Susana, a mi mamá Tatiana por toda su ayuda ,y a mi esposo Ermeidis.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.*

*A toda mi familia que siempre me ha apoyado y han estado a mi lado sin importar las circunstancias, en especial a mis hijos Samuel y Susana por ser mi inspiración cada día.*

*A mi madre Tatiana por toda su ayuda y apoyo durante toda la carrera.*

*A mi esposo Ermeidis por todo su empeño.*

*A mi tutora la Dra.C Mayda Ulloa Carcasés por su comprensión, ayuda y apoyo a toda hora que la necesitaba.*

*A todos mis profesores que me formaron como profesional y me inculcaron cualidades morales y sentimientos de amor y solidaridad, y en especial a todos los que me ayudaron en la realización de este trabajo.*

*A Rolaye Mayea (tutor de la producción) por todo su apoyo .A Ernesto Borrero por toda su ayuda incondicional. Al colectivo de trabajadores de Sub dirección Minas de la empresa Pedro Sotto Alba.*

*A mis compañeros de aula en especial a mi amiga y hermana Laura Silva Velasco y Eliseidi Pileta Grecesqui que estuvieron a mi lado cada día a lo largo de estos cinco años y me*

*brindaron su ayuda siempre que lo necesité y aunque no pueda mencionarlos a todos siempre estarán en mi corazón.*

*Y a todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a que mi sueño se hiciera realidad.*

*A todos muchas gracias.*

## **RESUMEN**

Las operaciones y procesos que componen la explotación de un proyecto minero producen afectaciones notables sobre el medio natural, que tiene como principales causas el manejo deficiente de residuales sólidos y emisiones a la atmósfera, la insuficiente aplicación de enfoques preventivos, debilidades en la aplicación de la legislación y normas vigentes y la carencia de recursos materiales y financieros para acometer las inversiones requeridas e implementar adecuadamente un sistema de gestión y monitoreo ambiental. El yacimiento Camarioca Sur es una concesión minera de la empresa Moa Nickel SA Cmdte Pedro Sotto Alba, su explotación a cielo abierto tiene como objetivo principal garantizar la continuidad de la minería en forma estable con parámetros minero-técnicos favorables. La zona del yacimiento se destaca por sus valores naturales e incluye una porción del Parque Nacional Alejandro de Humboldt que constituye el área protegida más importante de Cuba en lo referente a biodiversidad. Esta investigación se realizó con el objetivo de determinar los efectos sobre el medio ambiente de la explotación minera de este yacimiento, para elaborar medidas de mitigación y prevención de los impactos negativos. En la realización del trabajo se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica y la metodología de Criterios Relevantes Integrados propia de la evaluación de impacto. Como resultado del trabajo se obtuvo que el proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur originará impactos negativos significativos sobre el medio ambiente que pueden ser atenuados con la aplicación de las medidas de mitigación y prevención elaboradas.

Palabras claves: explotación minera, yacimiento, evaluación de impacto, medidas correctoras

## **SUMMARY**

The operations and processes that compose the exploitation of a mining project he takes place remarkable affectations on the natural means that has as main causes the faulty handling of residual solids and emissions to the atmosphere, the insufficient application of preventive focuses, weaknesses in the application of the legislation and effective norms and the lack of material resources and financiers to attack the required investments and to implement an administration system and environmental monitoreo appropriately. The location Camarioca South is a mining concession of the company Moa Nickel INC Cmdte Pedro Sotto Alba, its exploitation to open sky has as main objective to guarantee the continuity of the mining in stable form with parameters favorable miner-technicians. The area of the location stands out for its natural values and it includes a portion of the National Park Alejandro of Humboldt that constitutes the most important protected area in Cuba regarding biodiversity. This investigation was carried out with the objective of determining the effects on the environment of the mining exploitation of this location, to elaborate mitigation measures and prevention of the negative impacts. In the realization of the work empiric and theoretical methods of the scientific investigation and the methodology of Integrated Outstanding Approaches characteristic of the impact evaluation were used. As a result of the work it was obtained that the project of exploitation of the location Camarioca South will originate significant negative impacts on the environment that you/they can be attenuated with the application of the mitigation measures and elaborated prevention.

Key words: mining exploitation, location, impact evaluation, measured proofreaders

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.1 Antecedentes y actualidad del tema.....	6
1.2 Antecedentes nacionales.....	7
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO..	16
2.1 Localización geográfica y administrativa del proyecto de obra.....	16
2.2 Descripción del proyecto de explotación.....	18
CAPITULO III. EFECTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO CAMARIOCA SUR DE LA EMPRESA CMDTE PEDRO SOTTO ALBA.....	49
3.1 Identificación de las acciones del proyecto susceptibles a provocar impactos.....	49
3.2 Identificación de los impactos ambientales.....	50
3.3 Evaluación de los impactos ambientales.....	66
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXO 1.....	92

## **INTRODUCCIÓN**

El progresivo deterioro del medio ambiente como consecuencia de las múltiples actividades industriales y la posibilidad tangible del agotamiento de los recursos, ha conducido a estudiar el impacto del ser humano y sus actividades sobre el ambiente, en un intento por entender sus dimensiones y proponer medidas preventivas, de control o de mitigación. Muchas industrias generan graves problemas ambientales, por la gran cantidad y diversidad de sus procesos de producción y por la naturaleza contaminante de los mismos, lo cual ha incrementado la preocupación por mantener y mejorar la calidad ambiental.

La minería a través de los años se ha convertido en un factor de gran importancia para la economía mundial, la misma en general, produce varios impactos en el entorno físico y social en todas sus etapas, desde el reconocimiento geológico, la prospección, la exploración, así como en la explotación y el cierre de la mina.

Es importante destacar que en Estocolmo en 1972 se crea el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); este programa inicia una serie de propuestas en el sentido de explorar la posibilidad de crecimiento económico sin deterioro ambiental. A esta fórmula se le denominó eco desarrollo, que se basa en la posibilidad de compatibilizar el desarrollo con la preservación del medio ambiente, el hoy llamado desarrollo sustentable.

Las operaciones y procesos que componen la explotación de un proyecto minero producen afectaciones notables sobre el medio natural, que se manifiestan de muchas maneras y que en general tiene como principales causas el manejo deficiente de residuales sólidos y emisiones a la atmósfera, la insuficiente aplicación de enfoques preventivos, la falta de conciencia ambiental de muchos de los actores involucrados en la gestión ambiental a los diferentes niveles, las debilidades en la aplicación de la legislación y normas vigentes y la carencia de recursos materiales y financieros para acometer las inversiones requeridas, sustituir tecnologías obsoletas e implementar un sistema de monitoreo ambiental que sustente la toma de decisiones.

Para desarrollar una minería sustentable con el mínimo de afectación al medio, es necesario promover una cultura ambiental basada en el conocimiento de los efectos que produce la extracción minera sobre el entorno y la valoración de todos los impactos para realizar acciones de tratamiento a partir de los resultados obtenidos en la evaluación.

Evaluar los impactos significa conocerlos e interpretarlos en todos sus términos. Sólo después de una evaluación certera podrá plantearse con solidez la posibilidad, de actuar sobre los mismos, así como establecer los instrumentos adecuados para su tratamiento.

La interpretación de un impacto exige atender todos los aspectos presentes en el proceso de degradación (o de mejora, en su caso) y expresarlos de modo tal que sean fácilmente entendidos por las personas implicadas, particularmente aquellos de quien depende la decisión de intervenir.

La valoración del impacto ambiental (VIA) o balance de impactos, se define en líneas generales, como el procedimiento que analiza preventivamente las consecuencias negativas o positivas sobre el ambiente natural y humano y el estudio del Impacto Ambiental es la identificación, organización y evaluación de los efectos físicos, ecológicos, estéticos, sociales, económicos y culturales, referentes a la aplicación.(Ulloa, 2013)

Para la correcta evaluación de los impactos es necesario conocer:

- ✓ Los impactos de los factores ambientales antes de las actividades mineras.
- ✓ Las causas desencadenantes de los impactos existentes y definir su origen.
- ✓ La localización de las causas, de los efectos y de los agentes, y su expresión en un plano.
- ✓ La gravedad del impacto, si es perjudicial, o grado de bondad si se trata de uno beneficioso.
- ✓ La evolución o tendencia del efecto hacia su agravamiento o resolución.
- ✓ La sensibilidad de los agentes implicados, de la autoridad competente y de la población, y consiguiente disposición a su prevención o corrección.
- ✓ La percepción del problema por parte de la población afectada y la

disposición a participar en la solución al problema.

- ✓ La relación directa o indirecta con otros impactos; afecciones indirectas a la flora, fauna, paisaje.
- ✓ Las posibilidades de intervención sobre causas, efectos, manifestación, agentes, población y de carácter preventivo, curativo o compensatorio.
- ✓ El nivel de responsabilidad más adecuado para su resolución y control.
- ✓ Los objetivos a cubrir con su tratamiento preventivo o correctivo.

La realización de la evaluación de los impactos ambientales le brinda a la empresa la oportunidad de encaminar sus pasos hacia objetivos más estratégicos como la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo con las normas ISO-14001.

El yacimiento Camarioca Sur es una concesión minera de la empresa Moa Nickel SA Cmdte Pedro Sotto Alba, su explotación a cielo abierto tiene como objetivo principal garantizar la continuidad de la minería en forma estable y con parámetros minero-técnicos favorables.

El desarrollo minero de esta empresa provoca de forma directa una serie de impactos ambientales que es preciso conocer y mitigar, entre los que se presentan las emisiones de gases y polvo a la atmósfera, la eliminación de la cubierta vegetal y del endemismo, la contaminación de ríos y mares, el incremento de procesos y fenómenos geológicos que tienden a formar diferentes peligros y riesgos, la eliminación desequilibrada de la explotación de los recursos minerales y otros.

La zona del yacimiento se destaca por sus valores naturales para la conservación de los ecosistemas e incluye una porción del Parque Nacional Alejandro de Humboldt que constituye el área protegida más importante de Cuba en lo referente a biodiversidad. No solo posee la mayor riqueza y endemismo del país, sino también, constituye el representante del más grande remanente de los ecosistemas montañosos conservados de Cuba. En el año 2001 este Parque fue declarado por la UNESCO como Sitio de Patrimonio Mundial y constituye además el núcleo principal de la Reserva de la Biosfera Cuchillas del Toa.

Por tal razón surge como **problema de la investigación** necesidad de determinar el efecto ambiental de la explotación del yacimiento Camarioca Sur de la empresa Pedro Sotto Alba sobre el medio ambiente para garantizar la protección de sus valores naturales.

Planteado el problema se identifica como **objeto de la investigación** los estudios geoambientales y como **campo de acción** el yacimiento Camarioca Sur de la empresa Pedro Sotto Alba.

**El objetivo general** del trabajo es determinar los efectos sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento Camarioca Sur para elaborar medidas de mitigación y prevención de los impactos negativos.

**La hipótesis** de esta investigación plantea que si se describe el proyecto de explotación se caracteriza el área de estudio, y se identifican, caracterizan y evalúan de los impactos ambientales, se puede determinar el efecto del proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur sobre el medio ambiente y elaborar medidas que minimicen los impactos negativos.

### **Objetivos específicos**

1. Describir el proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur.
2. Caracterizar el área de estudio.
3. Identificar, caracterizar y evaluar los impactos ambientales que produce el proyecto de explotación.
4. Elaborar las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección de los impactos negativos.

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

Métodos empíricos:

- La observación para conocer el estado del medio ambiente en el área de estudio y sus características particulares.

- Criterios de expertos para fundamentar la determinación de las acciones productoras de impactos y los factores del medio susceptibles a recibirlos, así como la evaluación de cada impacto.
- Entrevistas a los especialistas para fundamentar los resultados de las observaciones realizadas.

Métodos teóricos:

- El análisis-síntesis para analizar documentos existentes y sintetizarlos.
- La hipotético-deductiva en la formulación y verificación de la hipótesis.
- El método histórico-lógico el análisis de la trayectoria concreta de la mina.

El trabajo se desarrollará a través de las siguientes etapas metodológicas:

1. Investigación del estado del ambiente antes del comienzo de la actividad minera.
2. Descripción y análisis de los potenciales impactos ambientales derivados del proyecto minero, (análisis predictivo).
3. Elaboración de las medidas para la mitigación de los impactos negativos identificados.

# **CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Antecedentes y actualidad del tema**

Los clásicos fundamentales de la Evaluación de Impacto Ambiental son Canter (1997), Conesa (2003) y Espinoza (2003, 2006).

El libro de Canter (1997), explica detalladamente todo el surgimiento de la evaluación de impacto ambiental en los Estados Unidos y posteriormente considera seis, los elementos fundamentales de estos estudios: base, identificación de impacto, descripción del ambiente afectado, predicción y evaluación de impacto, selección de la actuación propuesta y documentación. Es importante el planteamiento de las exigencias básicas y el marco del proceso, incluyendo la revisión de los aspectos legales y la información sobre estudios de impacto de planificación. En su libro se ilustran las matrices, diagramas de redes y listas de control descriptivas para la identificación de los impactos potenciales de las actividades o proyectos que se propongan y se potencia la necesidad de estudiar detalladamente el medio ambiente afectado. Además, desarrolla minuciosamente en siete capítulos, los pasos necesarios para la predicción y evaluación del medio físico-químico (aire, agua superficial, suelo, acuíferos y ruido), del medio biótico (flora y fauna), del medio cultural (recursos históricos y/o arqueológicos y visuales) y del medio socioeconómico.

Presenta varios métodos de evaluación de impacto que pueden utilizarse en las evaluaciones alternativas y en la selección de las actuaciones propuestas, con especial énfasis en el uso de listas de control para la toma de decisiones. Es importante su enfoque sobre la participación pública en el proceso de evaluación de impacto ambiental, especialmente en relación a la selección de la actuación propuesta. Por último se recoge las consideraciones que han de tenerse en cuenta en la redacción de estudios de impacto ambiental y, concisamente, se mencionan los principios básicos de la redacción técnica.

Por su parte, Conesa (2003) presenta el marco conceptual del proceso de evaluación de impacto ambiental y muestra procedimientos y métodos de trabajo que permiten realizar un trabajo 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.

Espinoza (2001, 2007) aborda en sus dos libros el análisis de los principios y conceptos fundamentales de la evaluación de impacto ambiental. La información de estos libros gira en torno a las tres grandes expresiones de la evaluación de impacto ambiental: el proceso de impacto ambiental, el sistema de impacto ambiental y el estudio de impacto ambiental. El segundo libro profundiza en diversas actividades y etapas importantes dentro del proceso de impacto ambiental y presenta un análisis crítico de la aplicación de la evaluación de impacto ambiental a partir de las experiencias en diversos países.

Entre los autores que han tratado esta temática para la minería, se destacan entre otros por su importancia, Martínez (2014) y Alfaro (2011).

Estos autores se centran en los efectos de la minería sobre el medio ambiente y los entornos socioeconómico y cultural. Considera que es posible tener una minería responsable, en un marco de desarrollo sostenible, si las instituciones funcionan, si las empresas cumplen con las mejores prácticas y si la sociedad civil participa activamente en la rendición de cuentas de las entidades estatales y de las compañías mineras.

## **1.2 Antecedentes nacionales**

En Cuba se han desarrollado numerosas investigaciones sobre el efecto de la industria minera sobre el medio ambiente.

En este sentido, se analizaron diferentes trabajos de diploma, tesis de maestrías y artículos científicos relacionados con el tema.

Peroti (2003), Aguilera (2003), Hernández (2003), Fernández (2003), Espinoza (2004), Laborde (2009) Milián (2006), Montes ( 2012) Hernández (2013) Mena (2015), Ramírez (2016) abordan en sus tesis de maestría la Evaluación de Impacto Ambiental de diferentes proyectos mineros.

Estos trabajos evalúan proyectos que se encuentra en ejecución y las medidas correctoras que proponen están encaminadas a minimizar las afectaciones ya producidas por la explotación minera en las aéreas de influencia de los mismos.

El marco teórico metodológico de todos es amplio, así como la caracterización del medio físico, biótico y antrópico, y del sistema de explotación utilizado.

Dedican todos, un capítulo a la identificación y caracterización de los impactos ambientales sobre el medio y a la descripción de los criterios de valoración.

Es interesante el planteamiento de los lineamientos para el manejo ambiental, y la determinación de las medidas de mitigación, que aparecen en cada trabajo que las agrupan en medidas de carácter técnico y medidas organizativas. Se resalta el Sistema de Gestión Ambiental adecuado para cada zona de estudio.

Ramírez (2016) determina los impactos ambientales que produce el Depósito de la UBMina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara y propone un sistema de medidas para minimizar sus efectos negativos. La autora caracterizó las acciones en el depósito productoras de impactos y analiza las metodologías existentes con este fin, además argumenta correctamente la selección de la metodología a aplicar. Estos elementos sirvieron de base para elegir la metodología de evaluación de impacto.

De forma general, estos trabajos anteriores permitieron la familiarización con los métodos de la investigación científica y las metodologías utilizadas en este tipo de investigación.

### **1.3 Fundamentos legales de la investigación**

Las principales regulaciones relacionadas con la actividad minera y la protección del medio ambiente en Cuba son, la Ley No 81 del Medio Ambiente, la Ley No 76 de Minas y la Ley No. 85 Forestal y sus respectivos reglamentos, y el Decreto-Ley 136

Del Patrimonio Forestal y Fauna Silvestre y sus Contravenciones y además, un sistemas de normas al respecto.

- **Ley 81 de Medio Ambiente**

La Ley 81 de Medio Ambiente, aprobada el 11 de julio de 1997 por el Parlamento Cubano, establece en su Artículo 13, que los organismos que tienen a su cargo el uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo y ejecutar proyectos con vista a garantizar la sostenibilidad de su gestión y contribuir al desarrollo de la vida en un medio ambiente adecuado, valorando científicamente los factores ambientales.

Los Artículos 67 y 70, establecen el régimen de sanciones administrativas en materia de protección del medio ambiente que incluye a las personas naturales y jurídicas que incurran en las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la Ley y asevera que toda persona natural o jurídica que por su acción u omisión dañe el medio ambiente está obligada a cesar en su conducta y a reparar los daños y perjuicios que ocasione.

El Artículo 92 plantea la obligación de todas las personas naturales y jurídicas en la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima a la diversidad de usos requeridos para satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interpelación con los demás recursos naturales asegurando un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, prestando especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y a la capacidad de recarga de los acuíferos.

Las personas naturales o jurídicas, según el Artículo 106, que tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos se ajustarán hacer su actividad compatible con las condiciones naturales de estos y con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva y no alterar el equilibrio de los ecosistemas. Adoptarán las medidas que correspondan, tendientes a evitar y corregir las acciones que

favorezcan la erosión, salinización y otras formas de degradación o modificación de sus características topográficas y geomorfológicas. Realizar las prácticas de conservación y rehabilitación que se determinen de acuerdo con las características de los suelos y sus usos actuales y perspectivas. Cumplir las demás disposiciones establecidas en la legislación básica de suelos del país y otras que a su amparo dicten los organismos competentes.

Los Artículos 120, 122 y 137 se refieren a que toda actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de explotación y especifica que las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la presente Ley, o en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica. Recalca, además, que las medidas correctivas estarán destinadas a remediar los daños causados al paisaje y, en la medida de lo posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria.

También en esta Ley, el Artículo 160 se refiere a que todo inversionista está obligado a asegurar condiciones ambientales que no afecten o pongan en riesgo la salud o la vida de los trabajadores, así como desarrollar las actividades laborales en armonía con el medio ambiente, garantizando además los medios de protección adecuados. El inversionista queda obligado a reparar los daños o perjuicios provocados por el incumplimiento de las obligaciones anteriores.

- **Ley 76 de Minas**

La Ley 76 de Minas de enero de 1995, establece en su Artículo 40 y 42 que todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impactos y planes para

prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera en los términos que establece la legislación.

En el artículo 57 señala que los concesionarios pueden perder esta condición si no cumplen con el programa de ejecución de las medidas de mitigación y en el 64 y 65 señala la obligación de restaurar con el cierre de la mina.

- **Ley No. 85 Forestal**

Esta ley de agosto de 1998, tiene entre sus objetivos establecer los principios y regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación.

En su Artículo 19 establece como Bosques Protectores de las Aguas y los Suelos a los situados en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, las fajas forestales de las zonas de protección de embalses, ríos y arroyos, así como todos los situados en pendientes mayores de 45 % o en zonas susceptibles al desarrollo de la erosión hídrica y eólica. El ancho de las fajas forestales de las zonas de protección de embalses y cauces fluviales será establecido conjuntamente por el Ministerio de la Agricultura y las entidades que correspondan. El artículo 21 prohíbe las actividades que ocasionen la eliminación permanente de la vegetación en las zonas declaradas como bosques protectores.

- **Decreto-Ley 136 Del Patrimonio Forestal y Fauna Silvestre y sus Contravenciones**

La concepción del Decreto - Ley para la protección del patrimonio forestal y la fauna silvestre, aprobado el 3 de marzo de 1993 por el Consejo de Estado de la República de Cuba, plantea “que los bosques y la fauna silvestre constituyen recursos naturales renovables, patrimonio de todo el pueblo, susceptibles de ser aprovechados racionalmente sin detrimento de su integridad ni de sus cualidades reguladoras y protectoras del medio ambiente”. En este sentido, establece las regulaciones generales para la protección, la conservación, el desarrollo sostenible, el incremento y el uso racional de los bosques y la fauna silvestre, así como, de las especies forestales, y controla sus recursos faunísticos y valores florísticos, mediante sus regulaciones.

Para el caso particular de las explotaciones mineras, el Artículo 16 de su Capítulo III, Sección Primera, establece que “cualquier inversión que pueda perjudicar el patrimonio forestal o alterar el hábitat o las condiciones de vida y reproducción de las especies de la fauna silvestre, antes de su ejecución, se deberá consultar con el Ministerio de la Agricultura, el cual explicará, cuando proceda, la correspondiente autorización. A su vez, semejante actividad perturbadora de las condiciones medioambientales en áreas forestales, requiere de la correspondiente Licencia Ambiental, emitida por el Centro Inspección y Control Ambiental del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

En su Sección Cuarta, en el Artículo 25, se exige como medida correctiva y de restauración, la reforestación de las áreas del patrimonio forestal, en las cuales se realice extracción de minerales, y por otras razones de protección al medio ambiente, sea recomendable reforestar. Con tales fines, el Artículo 27 refiere, que en los trabajos de reforestación, se utilizarán especies que mejoren la calidad y las condiciones del lugar, las que estén en peligro de extinción, incluidas las de reconocido valor económico, así como, las que sean útiles para la fauna silvestre.

- **Resolución No. 132 /2009. Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental**

Sobre la base de la experiencia acumulada desde 1999 y teniendo en cuenta los preceptos que se establecen en la Ley N°81, se procedió a revisar la Resolución 77/99, del propio organismo, "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental" que dio lugar al nuevo Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, Resolución No. 132 /2009. Este reglamento regula la realización del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Artículo 2 expone que los objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental son los siguientes:

a) 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.

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

c) Propiciar la evaluación y la valoración económica de los efectos ambientales previstos y el costo de la reducción de los efectos ambientales negativos.

También especifica con claridad en su Artículo 3: las actividades para las que la realización del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son obligatorias.

- **Guías para la Realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental**

El principal objetivo de este manual es establecer el procedimiento metodológico que garantice el desarrollo homogéneo del Proceso de EIA, en todo el territorio nacional, y su control, a través del Sistema de Inspección Ambiental Estatal.

En el Artículo 27 de la Ley N°81 se plantea que el Proceso de EIA comprende:

a) La Solicitud de Licencia Ambiental;

b) El Estudio de Impacto Ambiental, en los casos en que proceda;

c) La evaluación propiamente dicha, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente;

d) El otorgamiento o no de la Licencia Ambiental.

Las Guías para la Solicitud de Licencia Ambiental están estructuradas de la forma siguiente:

- Guía General (obligatoria para todos los proyectos de obras o actividades que se relacionan en el Artículo 28 de la Ley N°81).
- Guías Específicas (elaboradas para determinadas actividades, como complemento de la Guía General):

Por otra parte el manual recoge la estructura de las Guías Metodológicas para realizar Estudios de Impacto Ambiental y las agrupa de la forma siguiente:

- Guía General (obligatoria para todos los Estudios de Impacto Ambiental).
- Guías Específicas (complementan la Guía General, pero contienen especificidades para cada proyecto de obra o actividad):
  - ❖ Industria
  - ❖ Petróleo
  - ❖ Minería
  - ❖ Obras hidráulicas
  - ❖ Turismo
  - ❖ Aeropuertos
  - ❖ Viales
  - ❖ Agrícola
  - ❖ Pecuaria
  - ❖ Forestal

En este manual no están recogidas las guías específicas para todas las actividades, sino que aparecen solo aquellas que han tenido una mayor frecuencia en la presentación de las solicitudes de licencia ambiental y de los estudios de impacto ambiental.

El alcance de las solicitudes de licencia y los estudios, para el resto de las actividades, serán definidos por la Autoridad Responsable.

- **Referencias normativas**

Existen normas cubanas que establecen requisitos, especificaciones, calificaciones, dimensiones y características para la interacción responsable con los factores del medio. Las principales normas cubanas afines con la temática son:

NC 28 1999. Calidad del suelo. Clasificación de las tierras afectadas para la restauración.

NC 29 1999. Calidad del suelo. Restauración de las tierras. Términos y definiciones.

NC 30 1999. Calidad del suelo. Tierras alteradas. Requisitos generales para la restauración.

NC.23:1999. Franja forestal de las Zonas de Protección a Embalses y Cauces Fluviales.

NC.31:1999. Calidad del Suelo. Requisitos para la Protección de la Capa Fértil del Suelo al realizar trabajos de Movimiento de Tierra.

NC 39:1999. Calidad de aire. Requisitos higiénico sanitario (antes NC 93 – 02 – 202 – 1987) cambiado por número y título por Enmienda (obligatoria).

## **CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur tiene como objetivo principal establecer la estrategia de operaciones y explotación minera de dicho yacimiento.

Se clasifica como minería a cielo abierto no obstante, en los métodos de laboreo a cielo abierto para la extracción de mineral laterítico en Cuba se reconocen como sistemas con transporte. El volumen total de extracción de los minerales se realiza por este sistema, lo diferencia básicamente el equipamiento de extracción y la forma de su empleo.

Con la puesta en explotación de este yacimiento se garantizará la continuidad de la minería de la mina Pedro Sotto Alba en forma estable y con parámetros minero-técnicos favorables, entre los cuales se destacan la relación escombros-mineral, la potencia de mineral, menor complejidad de los frentes mineros en explotación y el volumen de reservas.

La prolongación de la explotación del yacimiento más allá del año 2031 dependerá de la intensidad de su explotación, en lo cual influye directamente la capacidad de producción de la planta y la calidad y cantidad de reservas disponibles a esa fecha que pueda ser mezclado con mineral de baja ley.

### **2.1 Localización geográfica y administrativa del proyecto de obra**

El proyecto se ejecutará al sur de la planta Moa Nickel S.A. "Pedro Sotto Alba S.A." en el municipio Moa, situado en la parte más oriental de la provincia de Holguín. Limita al norte con el Océano Atlántico, al este y sur con la provincia Guantánamo y al oeste con los municipios de Sagua de Tánamo y Frank País. Posee una población de alrededor de 72 485 habitantes.

Se encuentra en el sistema montañoso de Nipe-Sagua-Baracoa, y su altura predominante es el pico El Toldo (1 175 m). Su red hidrográfica es muy desarrollada y cuenta con las cuencas de los ríos, Moa, Cayo Guam, Quesigua, Semillero, Potosí, Cupey, Yamanigüey y el Jiguaní, el cual forma parte de los límites con el municipio Baracoa. Prevalen los suelos ferríticos púrpuras, hidromórficos y fersialíticos, los

que muestran gran antropización particularmente por el uso minero que recibe el territorio; los suelos más conservados están cubiertos por bosques entre los que se encuentran los de más valor conservacionista del país y del mundo.

Se caracteriza por ser un área difícil para el desarrollo de los trabajos topográficos debido a la propia complejidad del relieve, la vegetación y el acceso. Los trabajos se desarrollarán en un rango de alturas comprendido entre los 70 – 600m en presencia de un relieve muy accidentado. El clima de la zona es subtropical con temperatura media de 25<sup>o</sup> centígrados y régimen alterno de seca y copiosas lluvias (1 800-3 000 mm/año).

#### Macrolocalización

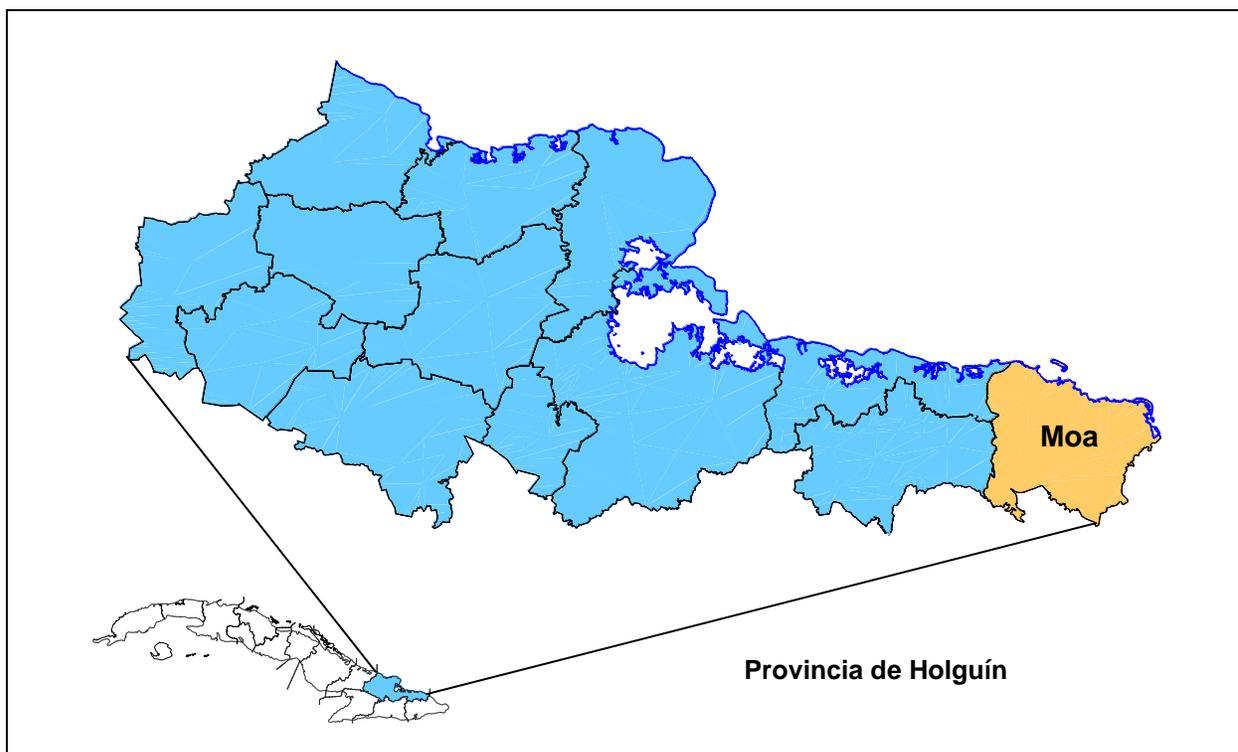


Figura 1. Macrolocalización del área de estudio

La ubicación geográfica del municipio Moa, (Figura 1) ofrece una exposición a los vientos Alicios que unido a sus características geomorfológicas le imprimen, condiciones muy propias dentro del contexto climático de la provincia, estas condiciones se distinguen por las características pluviométricas muy exclusivas de este municipio e incluso dentro del mismo territorio existen variaciones por la

diferencia de altitudes y zonas de barlovento y sotavento, esto se refleja en las diferencias pluviométricas al comparar microescalarmente territorios ubicados de forma opuesta geográficamente uno a otro.

Se destacan sus valores naturales para la conservación de los ecosistemas e incluye una porción del Parque Nacional “Alejandro de Humboldt” el que constituye el área protegida estricta (Categoría II UICN) más importante de Cuba en lo referente a biodiversidad, destacándose la misma no solo por poseer la mayor riqueza y endemismo del país sino también por ser en la actualidad el representante del más grande remanente de los ecosistemas montañosos conservados de Cuba. En el año 2001 este parque fue declarado por la UNESCO como Sitio de Patrimonio Mundial, constituye además el núcleo principal de la Reserva de la Biosfera Cuchillas del Toa.

## **2.2 Descripción del proyecto de explotación**

En el yacimiento Camarioca Sur se explotará un depósito mineral de Níquel y Cobalto, principalmente de tipo laterítico-saprolítico, con sectores aislados lateríticos en forma de mantas con desarrollo de perfiles litológicos mayormente inestructurales, que son más significativas en la porción SW y central-SE del yacimiento.

El esquema general de proyecto se muestra en la figura 2 y la descripción de cada una de las acciones que lo conforman se detalla a continuación:

- **Apertura**

Las labores de apertura que se realizarán para la explotación de Camarioca Sur son: construcción del camino principal de acceso al yacimiento y construcción de ramales de acceso al área o caminos secundarios, construcción de obras de protección medioambientales y construcción de la trinchera de apertura que permitirá la preparación del yacimiento.

Selección de la zona de apertura. Los análisis de costo realizados para el quinquenio 2016-2020 indican que la mina debe garantizar el suministro de mineral a la Planta con una sedimentación y calidad lo más estable posible. Para lograrlo se requiere la apertura de un nuevo frente, el cual estará ubicado en el yacimiento Camarioca Sur.

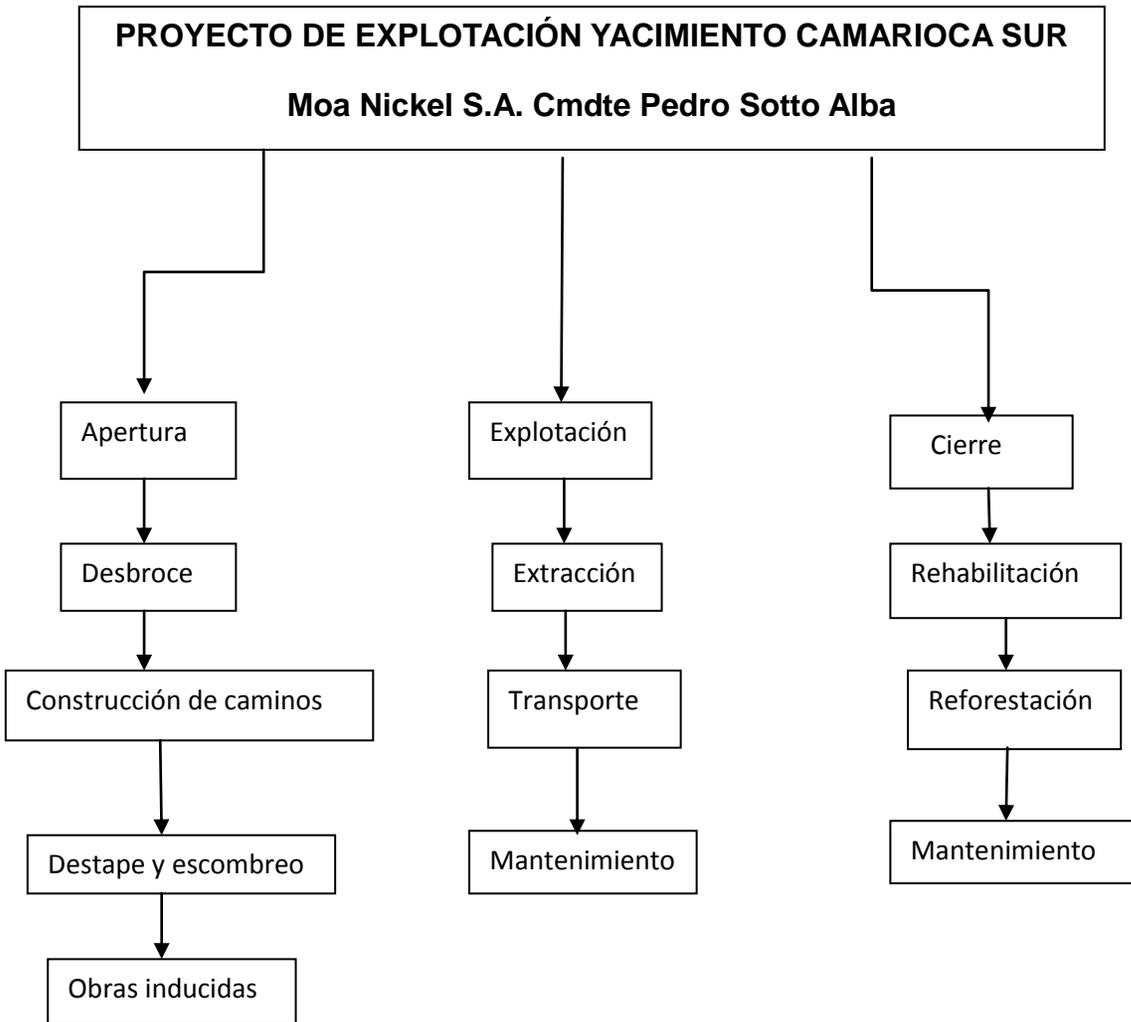


Figura 2. Esquema general del proyecto.

La apertura del mismo tiene como objetivo crear las condiciones minero-técnicas apertura del yacimiento va a estar siempre en correspondencia con el sistema de explotación a emplear.

La selección de la zona de apertura siempre juega un papel preponderante, pues de ello depende el cumplimiento del cronograma de minería. Para realizar este trabajo, uno de los elementos más importantes a tener en cuenta, y además condicional, es que se continuará utilizando el transporte automotor, con una variante combinada entre camiones articulados y camiones rígidos o camiones articulados de mayor porte que los disponibles de 50 toneladas de capacidad. Otro aspecto a tener en

cuenta es que se contara con las facilidades para el mantenimiento y oficinas de supervisores, las cuales estarán ubicadas en el yacimiento Moa Oriental colindante con Camarioca Norte y a su vez con Camarioca Sur. Se dispondrá del personal técnico y la fuerza laboral necesaria, para la operación de los equipos, los que coinciden con lo utilizados el año anterior a la apertura.

La evaluación indicó que la zona de apertura sea por el Area-4, ubicada en la parte noreste del yacimiento entre el río Arroyón por el este y uno de sus afluentes por el oeste, y a una distancia de 19 km hasta la Planta de Pulpa Vieja. Geológicamente se caracteriza por poseer alta sedimentación, buena calidad de Ni+ Co y una relación escombros mineral muy baja. Su mineralización es continua y posee una potencia mineral superior a 5 metros como promedio.

- Desbroce

La tala de árboles maderables es una tarea que ejecutará por la Empresa Municipal Forestal previa coordinación con la Mina, y debe realizarse con suficiente antelación a la apertura del yacimiento o de una zona en particular.

El Desbroce de la capa vegetal con espesor de 25 a 40 cm conjuntamente con los arbustos pequeños se retirará con buldócer y se amontonará en los perímetros del área minera para utilizarse posteriormente en la rehabilitación de las escombreras. Para realizar esta tarea se destina un buldócer de la actividad de Escombros.

- Construcción de caminos

En cada una de las actividades a ejecutar es el camino el que garantiza el cumplimiento del plan o cronograma de producción de la mina. Los caminos se han diseñado en correspondencia a las características del equipamiento a utilizar y de las condiciones propias del terreno.

Los caminos mineros principales se planificaron para el tiro de mineral desde los tajos hasta el enlace con la red de caminos existentes que llegan hasta la Planta de Pulpa. La red de caminos secundarios se planificó para enlazar el frente con los caminos principales, y para la transportación del escombros a las escombreras. (Figura 3)

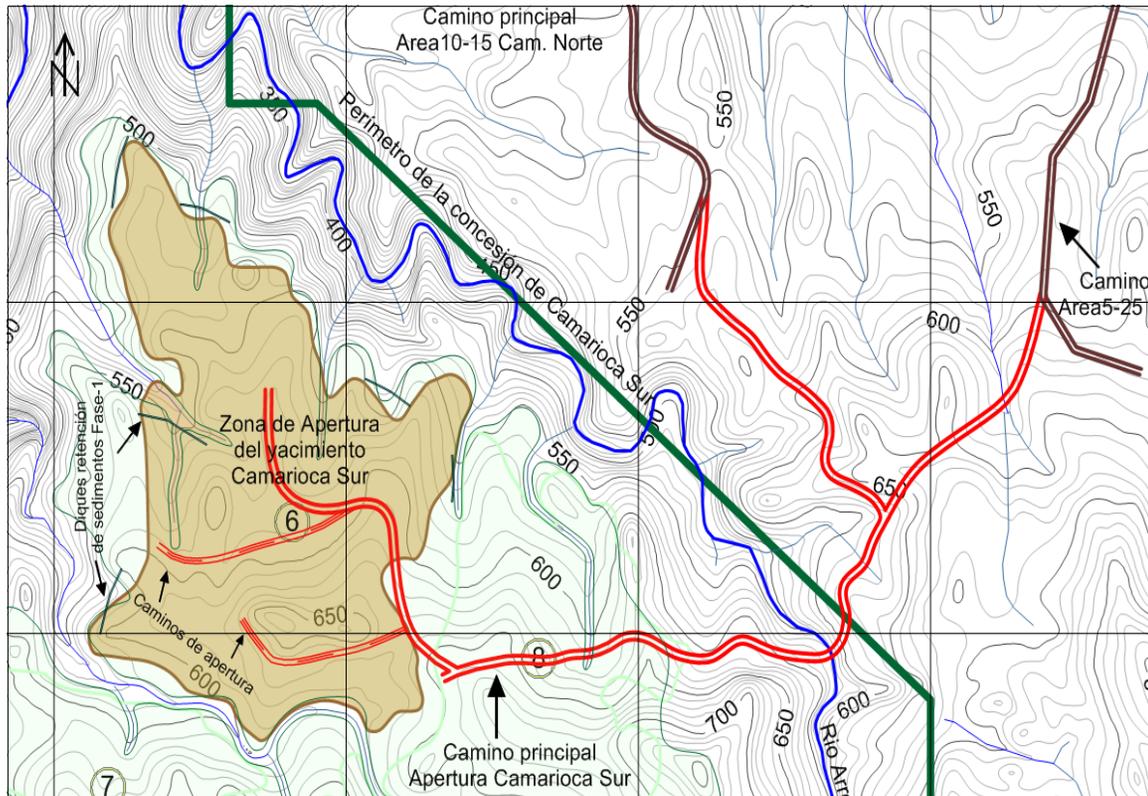


Figura 3. Zona de apertura y construcción de caminos. Fuente: Proyecto de Explotación yacimiento Camarioca Sur

Se construirá un camino principal de acceso a Camarioca Sur que enlazara este yacimiento con la Planta de Pulpa y el resto de los yacimientos en operación. Este camino comunica directamente el Area-15 de Camarioca Norte con el Area-4 de Camarioca Sur. El camino principal de Camarioca Sur se proyecta construirlo reuniendo como requisito principal el cumplimiento de todos los parámetros de diseño preestablecidos, descritos en el punto de Construcción de caminos. La longitud total es de 4.3 km.

Se ejecutarán ocho caminos principales en tres fases, estos caminos permitirán extraer las reservas planificadas durante todo el periodo de vida útil del yacimiento y 11 caminos auxiliares o secundarios para enlazar el frente de minería con los caminos principales. En ninguno de sus tramos la pendiente supera los 8 %. Se prevé la construcción de dos obras de fábrica de envergadura y un volumen total de movimiento de tierra de 286 mil m<sup>3</sup> de corte y relleno.

Para la apertura del yacimiento se requerirá solamente de la construcción de un ramal de acceso desde el camino principal hasta el punto para la apertura. Este tipo de ramal se construirá bordeando las curvas de nivel y pasando de un nivel a otro sin exceder los 8 % de pendiente para que los trabajos de corte y relleno sean mínimos. Su construcción consistirá en conformar la superficie natural del terreno con un buldócer. Este ramal tendrá una longitud de 700 metros y 9,600 m<sup>3</sup> de corte y relleno con el objetivo de que la excavadora y los camiones accedan al punto de apertura e inicien la preparación del área con la construcción de una trinchera. El mismo sirve de acceso a la minería del sector sur por la elevación más alta de Area-6.

El camino secundario 2 tendrá como función acceder al sector noroeste del área para su explotación minera. Tiene una longitud de 940 metros, lleva una obra de fábrica pequeña y un volumen de trabajo de 19,500 m<sup>3</sup> de excavación y relleno.

Los caminos secundarios y camino principal serán construidos por la Brigada de Caminos de la propia empresa Cmdt. Pedro Sotto Alba en un proyecto capital.

- Destape y escombreo

La labor de escombreo consiste en remover el mineral pobre en níquel que generalmente está presente en la zona superior del yacimiento, se considera terminada cuando se llega a la cota del techo mineral. En las minas de Moa Nickel S.A. esta operación se ejecuta con el método de explotación por bancos utilizando retroexcavadoras, y camiones articulados en la transportación. En el apoyo a la actividad se emplean buldóceres que se encargan de sostener el buen estado de los frentes y la conformación de las escombreras. En el escombreo por lo general se planifica el adelanto de reservas destapadas, que en este caso es de tres (3) meses como mínimo.

El contacto escombros-mineral se define a través del modelo de bloques de 8 x 8 x 3 m, el que permite cuantificar e identificar los bloques que son de escombros y los de minerales. Para efectuar esta operación minera se replantean todos los bloques con estacas en cada esquina de los mismos, indicando con una cinta roja los bloques de escombros.

El diseño y construcción de escombreras está basado en recomendaciones hechas por la firma de ingeniería y consultoría Knight Piésold, ajustados a las condiciones propias. Los parámetros fundamentales de diseño son los siguientes: Altura de banco o capa de 3 m, talud con pendiente 2:1 y bermas de 4 m entre el borde superior de cada capa y el pie de la capa superior, con un talud final de 1 en 3 y con una pendiente hacia el interior de 0.2 %.

La construcción de escombreras es la segunda labor más importante de la actividad de escombreción, donde el material utilizado es fundamentalmente el escombreción removido de la superficie para destapar el mineral. Las escombreras se conformarán en espacios minados, en casos excepcionales se pueden construir escombreras temporales o de doble remoción. En este caso, el primer escombreción de Camarioca Sur se prevé depositar en espacios minados del yacimiento Camarioca Norte en zonas aledañas a la zona de apertura.

El yacimiento Camarioca Sur se caracteriza por tener muy poco volumen de escombreción, por lo que la conformación de grandes escombreras será muy limitada, la mayor parte de este material se utilizará para recubrir las aéreas minadas y proceder a la reforestación.

Para la operación de transporte se utilizarán camiones articulados marca Volvo A40D. Su función es transportar todo el mineral hacia la planta de pulpa o a los depósitos de mineral.

- **Explotación**

- Extracción del mineral

La extracción consiste en extraer el mineral para su posterior transportación a la planta de pulpa o a los depósitos. La operación de extracción se realizará empleando el método de explotación por bancos múltiples por la horizontal. El objetivo fundamental de la actividad es garantizar un suministro de mineral estable a la planta de proceso y para ello se utilizarán retroexcavadoras marca Liebherr R-984 y R-964 en los frentes de minería, y en el apoyo a la minería desde los depósitos cargadores frontales marca Komatsu WA-600 y WA-700, de forma auxiliar se utilizarán

buldóceres que se encargarán de preparar las plataformas de carga de todos los frentes de trabajo.

La extracción se realizará atendiendo a un Plan de Minería que permite un adecuado manejo de las áreas ya explotadas y su cierre con la consecuente rehabilitación, mientras otro frente se abre y explota.

Los bancos en el yacimiento Camarioca Sur serán de 2 metros de altura, la carga de los camiones con la retroexcavadora se realizará ubicando la retro en el nivel superior, los camiones se ubicarán en el nivel inferior en una posición tal que el radio de giro de la retro con respecto al punto de extracción sea de retro 85 a 90°.

En periodos de lluvia y durante la apertura de un nuevo frente se puede realizar a nivel de plataforma, lo cual puede ser con el camión ubicado detrás de la excavadora a 180° del punto de carga. Cuando la carga se realiza desde el banco superior, el ancho mínimo de la plataforma de trabajo es de 12 m, cuando la carga se realiza al mismo nivel de ubicación de la retroexcavadora y el camión tiene que retornar a la misma vía para regresar—el ancho mínimo es de 16 m.

La carga de los camiones con la retroexcavadoras se realizará al nivel inferior con un talud de explotación de 85° a 90° con respecto al punto de extracción, lo que permitirá una disminución sensible en la duración del ciclo de trabajo de ambos equipos y su operación se hará menos compleja.

Mediante la utilización del método de explotación por bancos la retroexcavadora ofrece muchas ventajas, la más significativa es la de poder moverse fácilmente y sin muchos requerimientos, lo cual permite que se trabaje simultáneamente en varios frentes expuestos.

- Transporte

Para la operación de transporte se utilizarán camiones articulados marca Volvo A40D. Su función es transportar todo el mineral hacia la planta de pulpa o a los depósitos de mineral. Esto posee una repercusión económica significativa, ya que su costo de operación puede ser de hasta el 25 % del costo total de las operaciones básicas.

- **Cierre**

- Estabilización y conformación del terreno

La consideración de los criterios del desarrollo sostenible, en la explotación a cielo abierto, supone que estas han de concebirse, desde el proceso de diseño, como una serie de fases integradas al proceso productivo de la mina, donde se conjuguen las labores extractivas con el respeto al medio ambiente.

En este sentido la rehabilitación minera es un elemento importante para contrarrestar los impactos negativos de la actividad extractiva y las implicaciones socioeconómicas que se desprenden del deterioro ambiental.

Durante las labores de apertura de los diferentes frentes de trabajo, se considerarán las labores de rehabilitación, manteniendo las distancias necesarias, estableciendo las bermas en los límites de las aéreas ya sean de carácter temporal o permanente.

En la actualidad en la Empresa Moa Nickel S.A. se prevén y ejecutan programas de rehabilitación que se aplican por etapas durante los cierres definitivos-parciales de la minería. En el yacimiento Camarioca Sur se prevé el cierre paulatino y definitivo sobre la base de la secuencia de explotación escalonada en años.

El proyecto de rehabilitación contempla dos etapas: rehabilitación técnica y rehabilitación biológica

Para la ejecución de la rehabilitación técnica del terreno (conformación de escombreras) se parte del estudio de las características del material estéril, así como los factores climatológicos y ambientales para lograr una mayor eficiencia en los resultados que se obtengan

Se realizan varios métodos, entre las cuales se encuentran:

- ✓ La modelación y conformación del terreno para terrenos de escasa pendiente.
- ✓ La conformación de terrazas para los depósitos con pendientes mayores del 15 %.

La modelación del terreno consiste en unificar la superficie irregular con el empleo de buldóceres, vertiendo el material serpentinitico que aparece en montículos (escombreras) en las depresiones que existan. las áreas minadas deben

acondicionarse para la deposición de los materiales de forma adecuada cumpliendo con los requerimientos constructivos y de seguridad preestablecidos en los proyectos de estas obras, se debe tener en cuenta la necesidad de depositar una capa mínima de material de relleno, con el objetivo de asegurar el futuro establecimiento de la plantas.

Se trazan caminos secundarios (cada 50 m) con el objetivo de tener acceso a la zona y poder regar con facilidad el área después de plantada.

Se puede realizar de dos maneras diferentes en dependencia del grado de afectación de la superficie del terreno.

La conformación del terreno se aplicará cuando el terreno presente pocos desniveles en su superficie, lo que permitirá preparar el terreno con menos movimientos de material teniendo en cuenta que la pendiente promedio del área no supere la velocidad crítica de la erosión.

Finalmente se subsolará el material con el objetivo de que al remover los horizontes se disminuya la densidad que produce la compactación provocada por el movimiento de los equipos, favoreciendo así el enrasamiento de las plantas y aumente el movimiento del aire y del agua dentro del suelo.

Modelación de taludes se utilizará cuando los taludes posean fuertes pendientes que dificulten los trabajos de adecuación del terreno para acoger la vegetación prevista. Para superar este inconveniente se remodelará el terreno.

Se prevé el movimiento de tierras para disminuir el grado de pendiente y lograr superficies con pendientes favorables a posibles tratamientos futuros.

Las terrazas se realizarán en las cotas más altas de la zona (pendientes entre 15 y 75%) con el doble objetivo de evitar la erosión y convertirla en un área productiva, haciendo variable su corte o talud. La plataforma tiene una inclinación hacia el talud del 5 %, para formar un canal colector de las aguas de escurrimiento que corran longitudinalmente a lo largo del mismo, con pendiente longitudinal del 2%. Se prevén plataformas de un ancho de 5 m para que tenga buena maniobrabilidad el equipo y una eficaz revegetación.

Para la realización de esta etapa se siguen los siguientes aspectos:

- Terrazas con pendientes contra el talud.
- Bermas perimetrales en las plataformas de las escombreras.
- Construcción de espejos de agua (depósitos de agua) en las plataformas de las escombreras y en el interior de las plantaciones.
- Establecimiento de coberturas de pastos en los taludes y en áreas con pendientes de moderadas a abruptas.
- Construcción de barreras vivas e inertes.
- Construcción de canales de desviación en las zonas susceptibles de desencadenar procesos erosivos significativos.
- Corte y perfilado de terrazas.
- Construcción de trincheras de acceso.
- Subsolado de las terrazas.

En la etapa de se cumplen una serie de pasos a seguir garantizan la plantación del área.

Se realiza un estudio de suelo, para definir las mejoras edáficas que requiere el mismo, definiéndose la presencia o ausencia de nutrientes esenciales para la vida de las futuras especies a plantar.

Se define además el tipo de fertilizante a aplicar en estos casos, con los cuales puede hacerse un compost que contiene los materiales enmendantes con los contenidos de nutrientes necesarios.

Esta mezcla se deposita en una cantidad proporcional a 2 000 g por hoyo.

Para la selección de las especies a plantar se tendrá en consideración las características del suelo y el entorno donde se realizará la plantación, la resistencia de las plantas a los ataques de los insectos y la adaptación a los cambios, entre otras. Se utilizarán las especies recogidas en las licencias ambientales emitidas por el CICA. Del stop recomendado se seleccionarán las especies que cumplan las siguientes condiciones.

- Resistencia al ataque de insectos (plagas).
- Adquisición fácil de la semilla, resistencia al manejo y producción en vivero.
- Poder de adaptación a los cambios y variaciones que se presentan en el medio.
- Ser oriundas del lugar.
- Formadora de suelo.
- Plantas sucesoras

En consecuencia se utilizarán las siguientes especies, con las que se han obtenido resultados positivos en otros yacimientos similares.

- *Pinus cubensis* (Pino de Moa).
- *Casuarina equisetifolia* (Casuarina)
- *Anacardium occidentale* (Marañón)
- Gramíneas (para la protección de taludes).

Se realiza un control de la calidad de las posturas a plantar, con respecto al tamaño, vigorosidad y humedad.

Este proyecto presenta varias ventajas para su compatibilidad ambiental debido a:

- El proyecto se desarrollará en un área prevista para estos fines desde varios años atrás, lo que reduce o elimina litigios relacionados con el uso del suelo; a ello se suma la tenencia estatal del mismo y su designación legal a la Moa Nickel S.A.
- El suelo del territorio se reconoce como de no importancia agrícola, aunque las características pedológicas generan una vegetación muy característica y con grandes valores respecto a la diversidad biológica. El estudio biótico realizado permitió concluir que los valores florísticos y faunísticos existentes, coinciden con reportes en otros sitios, de tal modo que particularmente los de gran requerimiento conservacionista se encuentran en las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt. (GEOCUBA, 2015)

- El tiempo de duración a mediano plazo (5 años) resulta otra ventaja, pues permite minimizar el tiempo de prevalencia de los impactos y rehabilitar las áreas minadas a corto plazo.
- Desde el punto de vista socio-cultural, esta zona está caracterizada por una intensa asimilación y una cultura minera arraigada.
- El proyecto se refiere a una explotación minera que constituirá fuente de materia prima, para un proceso metalúrgico preestablecido en la región y en explotación desde hace varias décadas.
- La secuencia de explotación por años, prevé las acciones de modo arealmente dispersa y escalonada, lo que permite evitar la concentración de los impactos y su efecto sinérgico.

### **2.3. Caracterización geoambiental del área de estudio**

El área del yacimiento Camarioca Sur forma parte de Las Cuchillas de Moa, ubicadas en el macizo Moa-Baracoa, específicamente al sur de la Ciudad de Moa, colinda por el norte con el yacimiento Moa Orienta, al este con el río Moa, hacia el este con el río Arroyon y al sur con la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

El yacimiento se ubica específicamente al Sur de la Ciudad de Moa, limitado por las coordenadas geográficas: 74° 28' 58"- 74° 54' 25" de Longitud Oeste y 20° 29' 42"- 20° 35' 40" de Latitud Norte, sistema de coordenadas: Cuba Sur y sistema de alturas: Siboney.

- **Caracterización del medio físico**
  - Geología

El área del yacimiento forma parte del macizo Moa Baracoa, perteneciente a la Faja Ofiolítica Mayarí Baracoa (FOMB); este macizo presenta una estratigrafía completa y una secuencia mantélica mayoritariamente harzburgítica y dunítica, con significantes cantidades de cromititas podiformes. Los xenolitos de litologías de alta presión o bloques tectónicos están ausentes (Dilek, 2003, citado en GEOCUBA, 2015), (Figura 4)

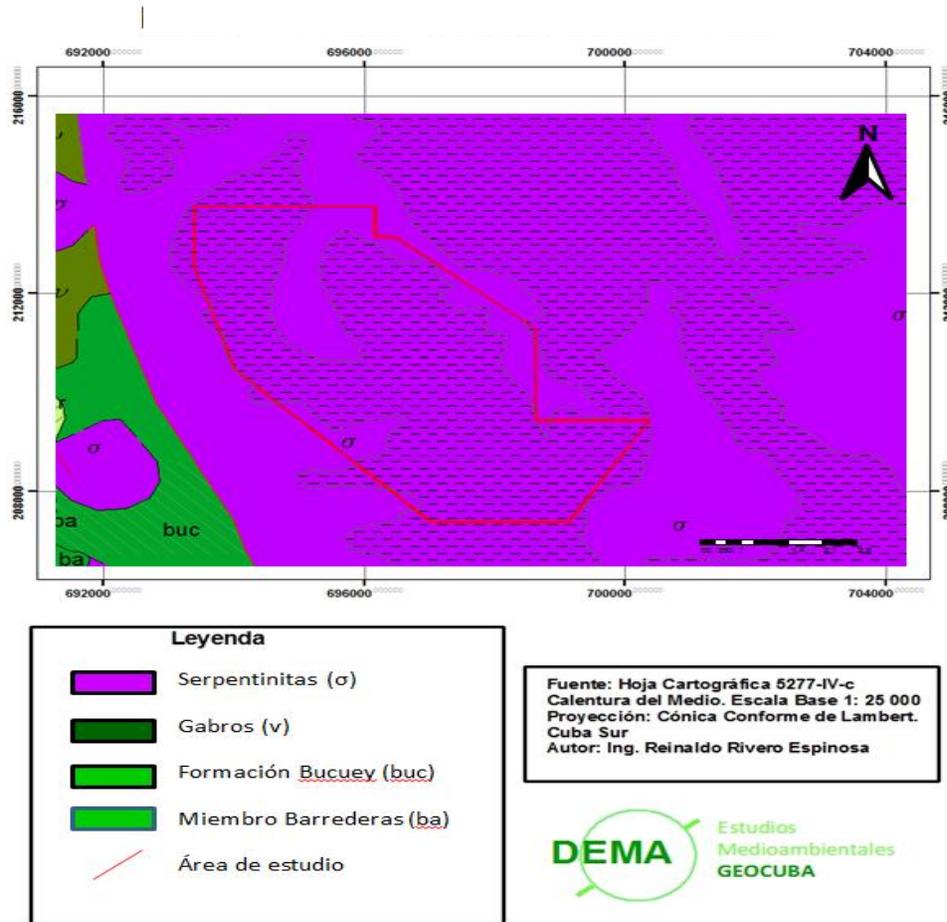


Figura 4. Mapa geológico del yacimiento Camarioca Sur- Fuente: GEOCUBA (2015)

- Litología y tipos de rocas

En el área de estudio están presentes las rocas ultramáficas del basamento (harzburgitas) con una distribución del 76 %, con grado variable de serpentización, asociada principalmente a zonas de fracturas y cizalla. En menor porcentaje de

representación aparecen serpentinitas, dunita elherzolitas, las que sugieren un origen mantélico de las litologías del basamento.

Además se observan rocas peridotíticas alteradas metamorfozadas como antigorititas y talcitas, predominando la talcización hacia la parte norte y la carbonatización hacia el sur. Estas litologías pueden tener influencia local en el desarrollo y composición de la corteza laterítica.

- Relieve

El territorio se caracteriza por presentar un relieve de montaña, las que se manifiestan de forma continua hacia la parte sureste, con predominio de cimas aplanadas y vertientes abruptas hacia los cursos de aguas principales.

Geomorfológicamente el territorio está clasificado genéticamente dentro del tipo de Horst y bloques, que corresponde a los cuerpos de rocas ultrabásicas elevados en la etapa neotectónica (Oliva, 1989, citado en GEOCUBA, 2015).

Para la región se han determinado dos zonas geomorfológicas: llanuras y montañas, (Rodríguez, 1998, citado en GEOCUBA, 2015). Las llanuras fluviales, acumulativas y abrasivo – acumulativas presentan un desarrollo limitado a algunas cuencas fluviales de la zona. Por su parte, la llanura litoral que se dispone como una estrecha franja paralela a la costa, es de tipo acumulativa marina, ligeramente diseccionada con alturas que pueden alcanzar hasta los 20 – 25 metros. (Figura 5)

Hacia la parte sur predominan las montañas bajas y premontañas de cimas aplanadas o ligeramente diseccionadas.

El yacimiento Camarioca Sur se caracteriza por la inestabilidad e irregularidad del relieve, ya que en su morfología aparecen numerosos barrancos, escarpes y deslizamientos.

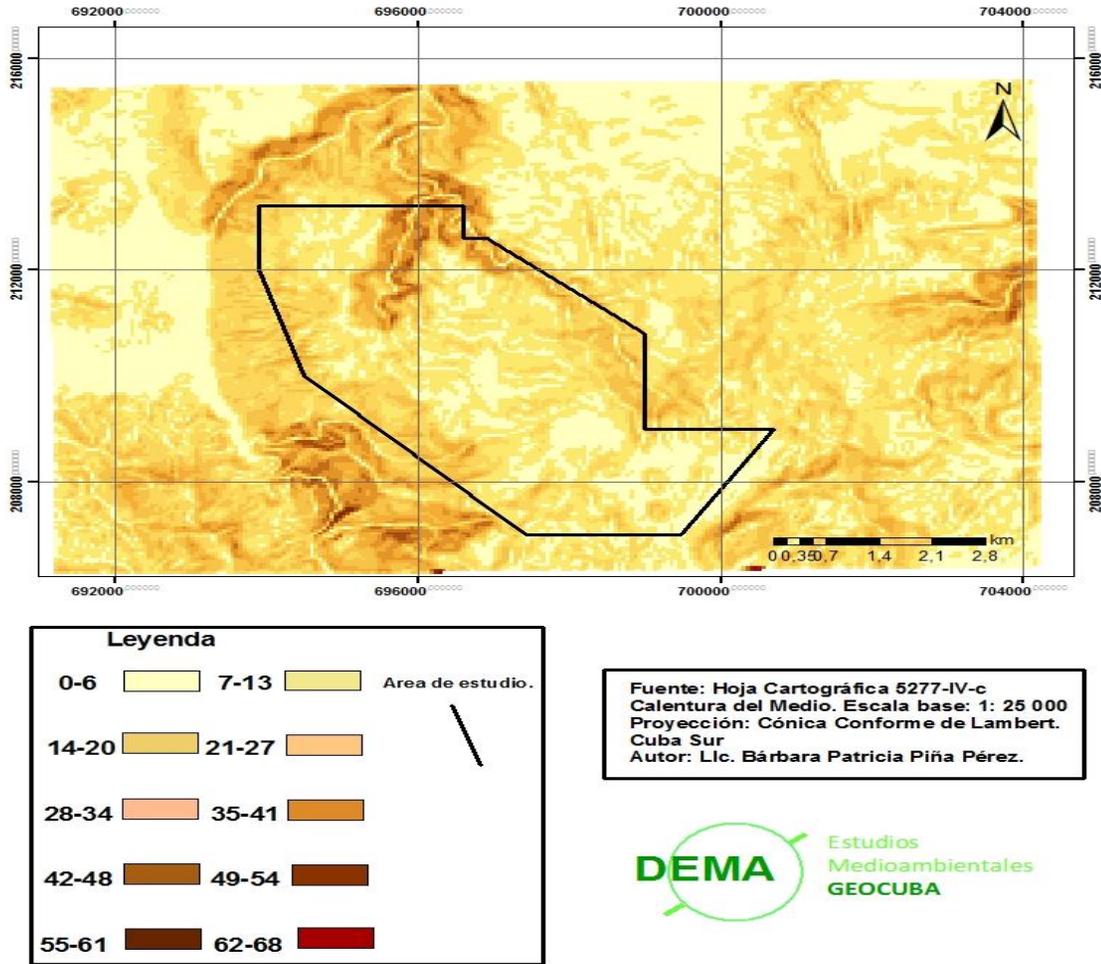


Figura 5. Rangos de pendiente en Camarioca Sur. Fuente: GEOCUBA (2015)

Los barrancos son frecuentes en la parte alta y media de los ríos que tienen un fuerte control estructural, alcanzando su mayor expresión en la parte centro meridional y llegan a desarrollar marcadas pendientes, lo cual hace susceptible a estos sectores al deslizamiento y arrastre de suelos. Ante la actividad sísmica estos barrancos constituyen sectores de alta vulnerabilidad, no sólo porque su génesis está relacionada con las estructuras tectónicas activas del territorio sino también, porque favorecen la dinámica erosiva sobre todo en las áreas desprovistas de vegetación, ya sea por causas naturales o antrópicas.

- Sismicidad de la región

Este análisis se basa en los principales resultados obtenidos en los proyectos desarrollados, entre los años 2006 – 2009, por investigadores del Centro Nacional de

Investigaciones Sismológicas (CENAI), Instituto de Geodesia y Paleontología (IGP) y GEOCUBA “Potencialidades sismogeneradoras de la región minera de Holguín” y “Valoración de la amenaza sísmica en la región minera del noreste de Holguín”.

El modelo sismotectónico muestra las principales estructuras capaces de generar la sismicidad de la región de Moa, entre las que se destaca la falla Norte de La Española, capaz de generar sismos con magnitudes en el orden de 7,5 y 8,0 Richter y que además generó el terremoto del 28 de diciembre de 1998 con magnitud de 5,5 Richter.

El yacimiento Camarioca Sur está ubicado dentro de este contexto sismotectónico, se encuentra flanqueado y atravesado por estas estructuras. La principal estructura sismogeneradora, la falla Norte de la Española que aparece a 43 kilómetros hacia el Noreste del yacimiento y las fallas Moa y Arroyón flanquean el área por el Suroeste y el Noroeste respectivamente.

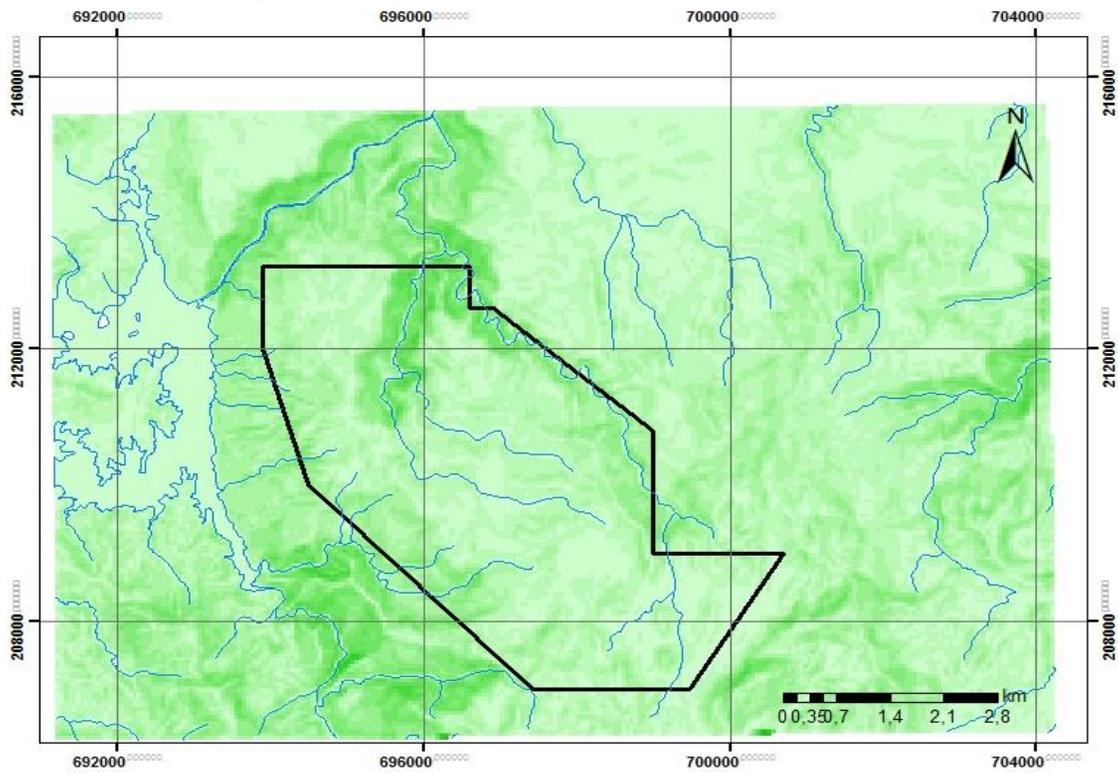
- Hidrografía

La red hidrográfica de la concesión (Figura.6) se encuentra representada fundamentalmente por el Río de segundo orden Arroyón, que constituye el límite nororiental del yacimiento abarcando un área de 18,681km<sup>2</sup>, lo que representa un 65,90 % de toda el área del yacimiento. Dentro del área se manifiestan además afluentes del Río Moa.

A lo largo del cauce del río y sus afluentes, las orillas son abruptas y erosionadas en la zona montañosa, mientras que en las partes bajas son llanas y acumulativas y en todos los casos son alimentados por las precipitaciones atmosféricas, teniendo como nacimiento las zonas montañosas del grupo Sagua – Baracoa.

- Suelos

La concesión Camarioca Sur presenta, de modo general, una fina capa orgánica; no obstante, en esta región se sustenta una de las especiaciones vegetales más importantes del país, el Parque Nacional Alejandro de Humboldt.



Fuente: Hoja Cartográfica 5277-IV-c  
 Calentura del Medio. Escala base: 1: 25 000  
 Proyección: Cónica Conforme de Lambert.  
 Cuba Sur  
 Autor: Lic. Bárbara Patricia Piña Pérez.



Figura 6. Red hidrográfica en el yacimiento Camarioca Sur. Fuente: GEOCUBA (2015)

En el caso que nos ocupa la acción sobre la vegetación y capa superficial del suelo de factores como el fuego, las altas temperaturas, las lluvias, el viento y las exploraciones mineras entre otras actividades, han contribuido a un proceso de degradación y transporte de material o sustrato del suelo, en especial aquellos que

han sido despojados de su cubierta vegetal. La disminución o pérdida de la vegetación es directamente proporcional a la vulnerabilidad del suelo a la erosión dado que la cubierta vegetal contribuye de modo importante a la reducción de la energía cinética de las gotas de agua de las lluvias.

- Tectónica

El área de estudio se caracteriza por una fuerte manifestación de la tectónica, lo que tiene una fehaciente expresión en la densidad de la red de arroyos y cañadas presentes, cuyos cauces siguen los sistemas de fallas de dirección NO y NE, así como otras direcciones de menor expresión (NS y EO) (Figura 7)

La prolongación de las fallas es generalmente significativa atravesando muchas veces todo el terreno en las direcciones mencionadas. Asimismo, su ubicación espacial está amarrada al contacto de las peridotitas de caja con gabroides ofiolíticos que es de tipo tectónico.

Además de las fallas principales, más localmente existe un denso sistema de fallas de plumaje de las fallas principales, representado por fallas de más corta extensión, así como la fracturación multiplanar (multidireccional) habitualmente observada en los afloramientos.

Como es sabido, la fracturación tectónica del basamento facilita la meteorización selectiva conduciendo a la formación de los bolsones minerales y mayores espesores de la corteza local o direccionalmente.

El yacimiento se encuentra emplazado en el límite occidental de un bloque de máximo ascenso tectónico de la región, el cual es afectado por estructuras disyuntivas de diferentes periodos de la evolución geotectónica, lo que determina el alto grado de complejidad de la misma.

En el área del yacimiento existe un alto grado de fracturación de las rocas, lo que ha condicionado la complejidad en la distribución litológica y variabilidad en el comportamiento de las cortezas lateríticas, tanto en contenido de níquel como de potencia. La gran fracturación de las rocas es también responsable de la ocurrencia de intensos deslizamientos.

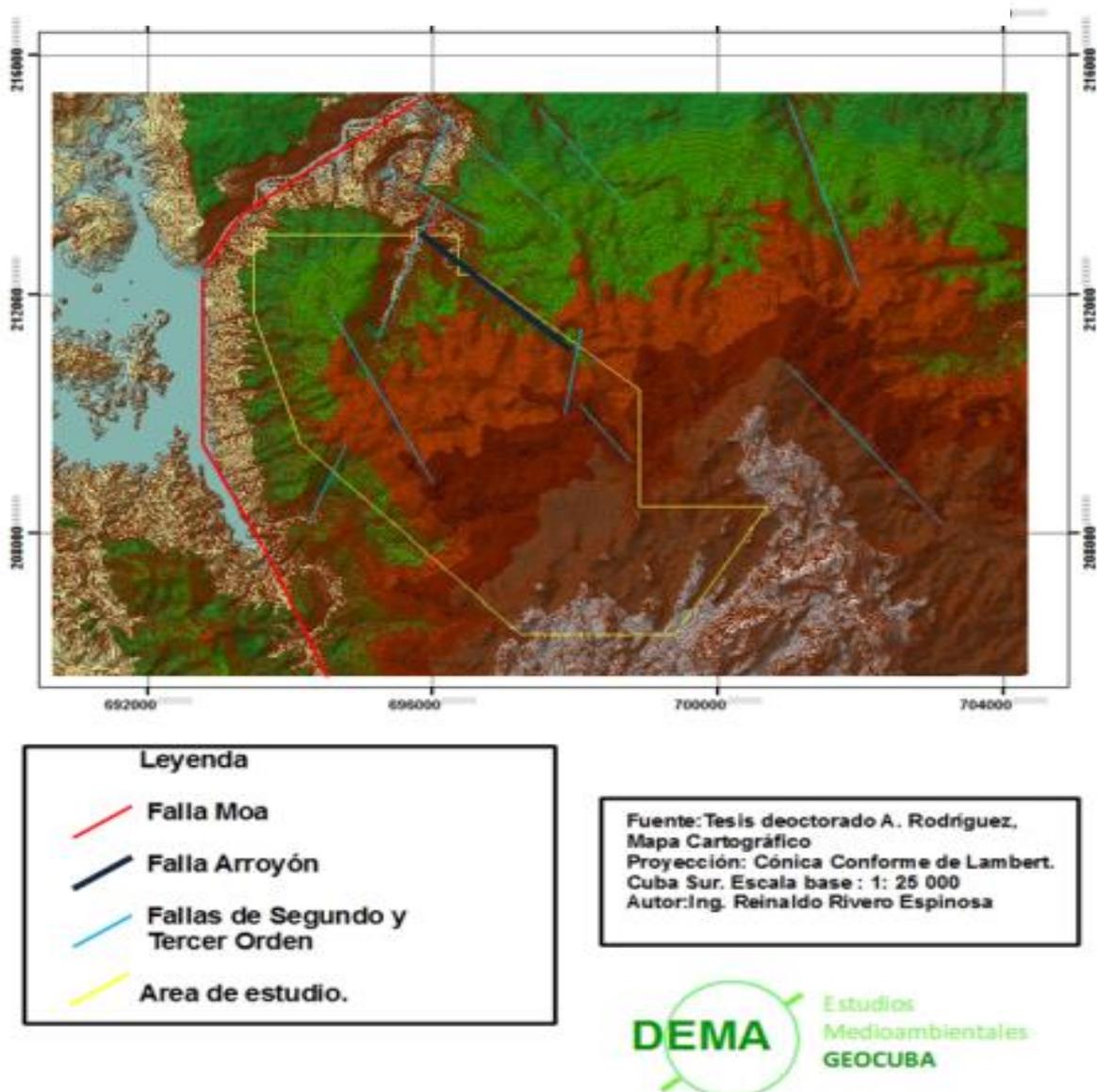


Figura 7 Fallas del yacimiento Camariocas Sur. Fuente: GEOCUBA (2015)

- Clima

El clima de la región es tropical húmedo, la temperatura media anual es aproximadamente de 27°C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1700 ± 1800 mm, en el verano las lluvias se presentan en forma de aguaceros y en invierno se caracterizan por su constancia.

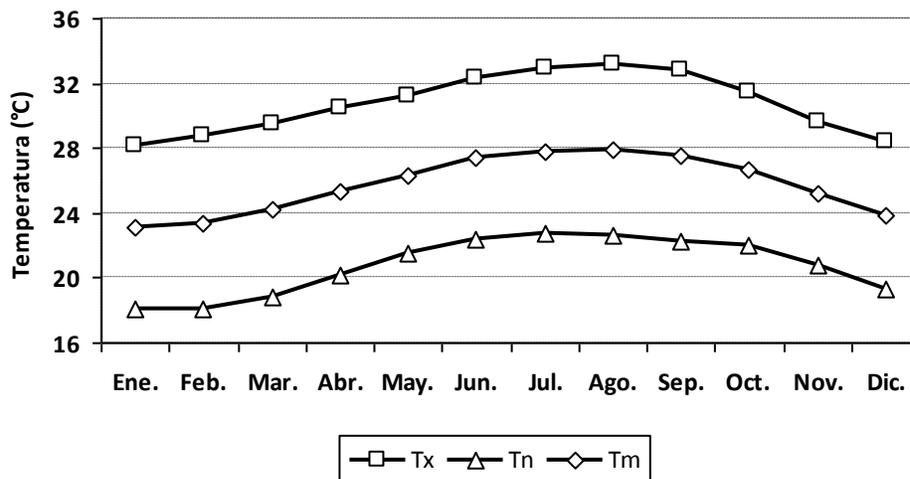


Figura 8. Comportamiento de la temperatura del aire

En los períodos de lluvia y seca el régimen de temperaturas permanece prácticamente invariable (Figura 8), las diferencias anuales de temperaturas en raras ocasiones pasa de 5 - 6°C. En las zonas montañosas los promedios de temperatura disminuyen en 5 - 6°C y las oscilaciones diarias alcanzan valores de hasta 15°C, la humedad media anual es de 72% con una máxima de 98%.

Es característica de la región la existencia de un régimen climático con ciertas peculiaridades que lo diferencian con el resto del país, dado ello por el régimen de precipitaciones. Esta situación se origina por la presencia del anticiclón del Atlántico que determina en gran medida el clima de esta región.

El comportamiento de la temperatura del aire alcanza sus valores extremos medios durante el año, en los meses de enero-febrero y septiembre, con 18,1 °C y 33,2 °C respectivamente, siendo más confortables los primeros meses del año. Las temperaturas máximas medias oscilan entre 28,1 °C en el mes de enero y 33,2 °C en agosto, mientras que las temperaturas mínimas medias se comportan en el rango de 18,1 °C en los meses de enero y febrero, hasta 22,7 °C en julio. Las temperaturas medias oscilan entre 23,1 °C en el mes de enero y 27,9 °C en agosto.

La humedad relativa presenta una variación que en cierta medida se corresponde con el comportamiento estacional de las precipitaciones. A pesar de que los valores

de humedad relativa máxima media, mínima media y media, presentan una marcada estabilidad durante el año, los valores más altos de humedad relativa, se aprecian en los meses con mayores acumulados de lluvia, mientras que los mínimos se corresponden con los meses que menos aportan a la lámina anual de precipitaciones.

El comportamiento de la humedad relativa máxima media oscila entre 92 % y 96 %, en los meses de abril y octubre respectivamente, mientras que la humedad relativa mínima media se comporta en el rango de 52 % en el mes de abril y 62 % en los meses de noviembre y diciembre. La humedad relativa media presenta valores entre 74 % y 82%.

El régimen de precipitaciones del municipio Moa tiene un comportamiento atípico respecto a lo que ocurre, generalmente, en el resto del país. Su precipitación total anual es superior a 1 600 mm de los cuales el 46% ocurre en el período poco lluvioso, aunque hacia la zona montañosa de este municipio los acumulados durante el año exceden los 2000mm. (Figura 9).

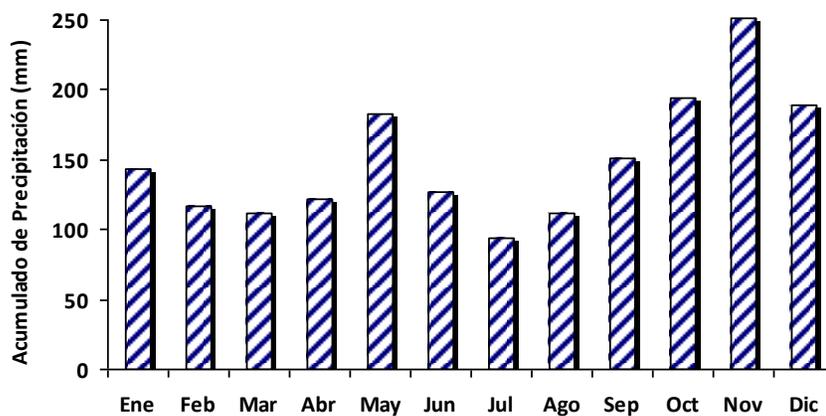


Figura 9. Marcha anual de las precipitaciones en el municipio Moa.

El mes más lluvioso del año es noviembre, donde se acumula el 14,0% de la precipitación total anual, seguido por octubre, diciembre y mayo con el 10,8%, 10,5% y 10,2% respectivamente; en tanto, los meses menos lluviosos son julio y agosto,

dada la expansión que experimenta la dorsal del Anticiclón Subtropical de las Azores- Bermudas, fenómeno este que se conoce como sequía intraestival.

Los vientos en Cuba son originados por diferentes causas: la primera de ellas es debida a la circulación del Anticiclón de las Azores- Bermudas, la segunda debido a la influencia de los anticiclones migratorios durante el período poco lluvioso, la tercera son producto de las bajas extratropicales. Estos sistemas meteorológicos constituyen los procesos sinópticos que condicionan el régimen de vientos, en tanto los ciclones tropicales, las líneas de tormentas prefrontales, las ondas tropicales y las tormentas de verano, tienen una importante incidencia sobre la ocurrencia de vientos fuertes, pero su frecuencia no llega a ser tan alta para cambiar el comportamiento de la Rosa de los Vientos anuales de una localidad (Lecha, Paz y Lapinel, 1994).

Sin embargo, otros procesos de la mesoescala son más significativos en el régimen de vientos de una localidad determinada. Se tratan de los sistemas de vientos locales, fundamentalmente, las brisas de marinas y el terral en zonas costeras, así como las brisas de valle y montaña en las regiones montañosas (Lecha, Paz y Lapinel, 1994, citado en GEOCUBA, 2015).

- Aguas subterráneas y de superficie

La principal fuente de alimentación de las aguas subterráneas es la infiltración de las aguas de precipitaciones atmosféricas en zonas donde las rocas agrietadas afloran a la superficie del terreno o yacen bajo la cubierta de ocres inestructurales. La segunda fuente de alimentación es la infiltración desde los arroyos existentes dentro del yacimiento, principalmente durante las lluvias, ya que en periodos de estiaje, estos arroyos predominantemente fungen como drenes de las aguas subterráneas y en períodos de sequía superiores a 60 días estos arroyos no presentan escurrimiento.

Los grandes descensos de los niveles del agua en el yacimiento se deben principalmente al relieve y geología presente en el territorio representados por elevaciones con depresiones intercaladas entre ellas, pequeñas áreas de desarrollo de rocas acuíferas que en muchas de las elevaciones existentes afloran a la superficie del terreno; y a la existencia de drenes naturales de las aguas

subterráneas locales y regionales a cortas distancias del desarrollo de las áreas almacenadoras de agua (arroyos existentes en el yacimiento y río Arroyón principalmente), así como por la presencia de fallas y zonas de alto agrietamiento, con alta permeabilidad, por donde ocurre el principal drenaje de las aguas subterráneas.

Las principales rocas acuíferas en el área lo representan las rocas agrietadas y con cavernas aisladas que yacen bajo el estrato laterítico de cubierta, las que le imprimen a las aguas contenidas en las rocas presiones que alcanzan hasta unos 3 metros de altura, en función del espesor de estas lateritas formadas por los ocreos estructurales e inestructurales, de permeabilidad unas 10 veces menor que la existente en las rocas acuíferas, lo que define a las aguas subterráneas del yacimiento como semiconfinadas a confinadas en partes. Aunque en períodos de extrema sequía el régimen de las aguas subterráneas pasa a ser predominantemente freático debido a los grandes descensos de los niveles en áreas del yacimiento, bajo la cubierta laterítica que alcanzan magnitudes superiores a los 10, 0 m.

El complejo acuífero queda conformado por el pseudo- acuífero poroso en las lateritas donde existe un microflujo, y el estrato acuífero de grietas en las rocas serpentinizadas agrietadas acuíferas, conteniendo agua que tiene presión local y que en partes superan los 3 metros de columna de agua.

La textura arcillosa de las lateritas y su yacencia sobre el acuífero agrietado serpentinitico provoca la saturación de la corteza en la parte inferior del perfil, por las subpresiones presentes en las rocas agrietadas y la microporosidad y altas propiedades de ascenso capilar de las lateritas.

El régimen de las aguas subterráneas es variable a través del perfil laterítico. El primer horizonte acuífero está conformado por dos capas de comportamientos diferentes. La capa superior presenta un régimen de acuífero esporádico y su alimentación proviene de las aguas de lluvia que se infiltran, y en una menor proporción, de las aguas que llegan hasta ella por ascensos capilares. En la capa inferior, el espesor saturado oscila entre 0 y 8 metros. El régimen de flujo en esta

capa es permanente y ascendente, teniendo como zona de drenaje la capa superior y la superficie del terreno, desde donde se evaporan las aguas.

El segundo horizonte acuífero en profundidad tiene diferencias internas propias. Las rocas lixiviadas, que sobreyacen por el primer horizonte acuífero, presentan un espesor que puede alcanzar en partes algo más de 5 m, mientras que las peridotitas serpentinizadas y otras rocas agrietadas son las de mayor acuosidad en el complejo acuífero de las ofiolitas, por su mayor permeabilidad y libre circulación del agua. Por encontrarse bajo sedimentos de menor permeabilidad presenta un régimen de acuífero de semiconfinado a confinado, con presiones que alcanzan hasta los 5 metros de columna de agua (0,5 atmósfera). El espesor acuífero de estas rocas se desconoce, ya que ninguna perforación penetró en ellas más de 5 m y la potencia meteorizada puede superar los 20 m.

El nivel de las aguas subterráneas aparece generalmente en el contacto entre las lateritas (los ocreos estructurales) con las rocas lixiviadas y agrietadas, durante el período húmedo, cuando las rocas agrietadas están totalmente saturadas con agua. La profundidad de los niveles es muy variable y está subordinada al relieve del terreno.

La red del flujo subterráneo en el área es muy compleja, influenciada por el relieve del terreno, elevaciones, cauces de ríos y otras depresiones. En las rocas agrietadas acuíferas no existe un flujo homogéneo, la circulación de las aguas ocurre por fallas y zonas agrietadas, por lo que es muy variable la profundidad de aparición de las aguas en planta y perfil.

Existe una dirección del flujo predominantemente en dirección norte, hacia el río Moa, con desviaciones locales en los extremos este y oeste del yacimiento en dirección a los ríos Arroyón y Calentura y otros arroyos y hondonadas, afluentes de estos ríos que sirven de drenaje a las aguas subterráneas y en parte las alimentan en los períodos de lluvia. La superficie del nivel piezométrico está dominada por el relieve del terreno y repite su configuración, variando entre pendientes máximas de 0,25 y más en taludes de elevaciones del terreno y mínimas de 0,036 en la zona central del área.

En zonas donde existen elevaciones del terreno, el flujo subterráneo localmente es radial a partir de un área central y hacia todas las direcciones.

En algunas depresiones de origen tectónico con existencia de fallas afloran manantiales con caudales variables en el tiempo en función de la temporada lluviosa o seca, muchos de ellos desaparecen en período de seca.

El drenaje de las aguas subterráneas es rápido en períodos secos, con descensos de los niveles observados a velocidades que alcanzan los 10 y 18 cm/d, disminuyendo el espesor acuífero entre 5 y 10 m, produciéndose el agotamiento de las reservas.

El relieve de la zona húmeda de las lateritas está estrechamente relacionado con el relieve del nivel piezométrico de las aguas subterráneas ajustándose a la dependencia de los procesos que provocan la humedad en estos sedimentos y que responden a la posición del nivel del mismo.

La permeabilidad se refleja en función del coeficiente de filtración (o conductividad hidráulica) de las rocas agrietadas, serpentinizadas calculado por datos de cubeteos en 106 pozos de exploración mineral y 8 pozos con fines hidrogeológicos, donde el espesor de columna de agua permitió la ejecución de estas pruebas; y oscila entre valores mínimos de 0,003 m/d y máximo 0,95 m/d, con un valor medio de 0,172 m/d, existiendo valores anómalos de  $K = 7,26$  m/d en el pozo 17352 y  $K = 3,97$  m/d en pozo 403231;  $K = 3,17$  m/d en pozo 14963 que deben estar relacionados con alguna zona de falla, o haber cortado la perforación alguna de las cavernas existentes en las rocas agrietadas. (GEOCUBA, 2015)

La mayoría de los valores de permeabilidad establecidos se encuentran distorsionados debido a que los pozos cubeteados como regla en el momento del cubeteo han perdido profundidad por sedimentación y derrumbes de sus paredes, también por arrastre de material de perforación al pozo durante las lluvias.

Los pozos con datos de permeabilidad se encuentran mayormente concentrados en el extremo nororiental del área de estudio y por la variabilidad que presenta la permeabilidad, estos pozos no detallan el área completamente.

La composición química de las aguas subterráneas fue caracterizada por muestreo de aguas subterráneas y de ríos y arroyos en el yacimiento ejecutado en el mes de abril y julio, coincidiendo que las muestras fueron tomadas en pleno período de seca, cuando ya los niveles en los pozos habían descendido considerablemente, por lo que los resultados de los análisis caracterizan a las aguas subterráneas propiamente de las rocas acuíferas y las que son drenadas por los arroyos y ríos y escurren como aguas superficiales.

Las aguas subterráneas del yacimiento por su mineralización son aguas dulces con mineralización menor de 1 g/l. Por su pH las aguas son débilmente básicas con valores del pH próximo a aguas neutras y oscila entre 7,7 y 7,9.

Por el contenido de macrocomponentes y aplicando la clasificación de Kurlov, se pueden denominar las aguas predominantes como Hidrocarbonatadas – Magnésicas, y en algunas áreas bien localizadas las aguas son Hidrocarbonatadas – Cálcidas.

En el área del yacimiento, aunque la red fluvial mantiene sectores con configuración dendrítica, presenta un gran control tectónico por la alta fracturación de las rocas.

El río de primer orden Arroyón, que constituye el límite nororiental del yacimiento se extiende de sur a norte, abarcando un área de 18,681 km<sup>2</sup>, lo que representa un 65,90 % de toda el área del yacimiento. Este río mantiene escurrimiento estable durante todo el año, con caudales superiores a los 300 l/s. y en periodos de avenidas provocadas por las lluvias su escurrimiento supera los 3 000 l/s.

Las condiciones hidrogeológicas del yacimiento pueden considerarse simples desde el punto de vista estructural sin embargo, la presencia de un flujo no homogéneo, variable espacialmente y en el perfil, unido a las características de permeabilidad, dadas por un coeficiente de filtración que varía desde 0,003 m/d hasta más de 1 m/d, así como la existencia de una red del flujo subterráneo, hacen que éstas sean catalogadas como muy complejas.

- Flora

Está representada mayoritariamente por los tipos de vegetación pluvisilvas, pinares de *Pinus cubensis*, bosques siempreverdes, y charrascales que cubren áreas extensas del yacimiento en el mosaico complejo generado por la humedad, la exposición y la altitud. La cobertura vegetal es muy alta, principalmente por la poca presencia de actividad antrópica en el yacimiento.

Las mayores afectaciones ya existentes se corresponden con los sistemas de trochas en la etapa de exploración geológica, aunque en algunas áreas hay presencia de tala de madera rolliza, autorizada a la Empresa Forestal de Moa. (Anexo 1)

Entre los principales representantes se pueden mencionar la Jubilla (*Sideroxylon jubilla*), Roble (*Tadebeu iadubia*), y el Abey del monte malo (*Jacaranda arborea*). Además existen especies que desde el punto de geológico constituyen especies bioindicadoras, es decir, su presencia presupone la existencia de elementos químicos específicos, en este caso el níquel. Entre ellas se pueden citar algunas como Manaju cimarrón (*Garcinia polyneura*), el Jasmin del pinar (*Euphorbia helenae*), y la Guanabanilla (*Ourateas triata*). El diámetro de la vegetación en el yacimiento se consideró a partir 0.10 m en adelante, por lo que se realizaron varias mediciones al azar. En el muestreo se encontró una amplitud de 0.10-1.15 m, lo que demuestra un bosque en pleno crecimiento sucesional (71%) y otras en estado clímax (29%). (Anexo 2)

La flora exótica e invasora está representada por el Eucalipto (*Eucaliptos sp*), la Guasimilla (*Trema micrantha*).

En cuanto a la composición florística en Camarioca Sur se comprobó la existencia de más de 100 especies espermáticas y 8 de helechos, entre las que se destacan las poblaciones de *Coccoloba shaferrir*, la *Caesalpinia nipensis*, y las *Guettardas*. (Anexo 3) Estas plantas se distribuyen en 41 familias botánicas de las cuales 62 especies (51%) son endémicas del Norte de Oriente y 6 (5.2%) son endémicas exclusivas de Moa. Esto demuestra la importancia florística que encierra esta concesión. La familias mejor representadas por la riqueza de especies en la concesión resultaron ser: *Rubiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Asteraceae* y *Bignonaceae*.

Aparecen igualmente poblaciones importantes de pinuscubensis, pino casuarina y bosques de publisilva (Roble, 2014)

De las 116 especies que se inventariaron en el área, las que representan el 37.4% de la riqueza florística total probable, se encontraron 39 especies que son endémicas del Norte de Oriente y 10 endémicas locales de Moa, de las cuales en los últimos tiempos se han encontrado nuevas poblaciones de algunos de estos taxones en otros sitios, esencialmente del sector La Melba en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH) el cual tiene un mosaico de vegetación conformado por 16 formaciones vegetales de las 28 que definidas para Cuba de estas formaciones en el yacimiento se encuentran tres.

El estado de conservación actual de estas especies es bueno, considerando que las 49 endémicas regionales y locales listadas en zona de estudio tienen poblaciones estables en las áreas protegidas, Reserva de Biosfera Cuchillas del Toa y el Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Patrimonio de la Humanidad y uno de los sitios más importantes para la conservación de la flora endémica en todo el Hemisferio Occidental, lo que constituye un baluarte para la conservación y el manejo del más grande remanente de los ecosistemas montañosos conservados en Cuba. (Roble, 2014)

Las dos poblaciones seleccionadas como más sobresalientes, son de especies forestales, el pino aporta madera semidura y de alto contenido de resina, el manguillo madera dura de alta resistencia, además sus semillas tienen un fuerte mecanismo de dispersión, por lo que son eficientes colonizadores de espacios vacíos y modificados, esta condición por sí sola ayuda a la perpetuación y diseminación de ambas especies.

- Fauna

Para identificar la fauna presente en el área del yacimiento se utilizaron los métodos directos (avistamientos y escuchas de vocalizaciones de cantos) y los indirectos que consistieron en la búsqueda de huellas, excretas, arañazos en el suelo, arboles, holicadas en la capa de hojarasca y otros.

La región de estudio presenta una mediana densidad de animales endémicos. Dentro de los animales notables se encuentran: el murciélago mariposa, el papilo de gudianch y la avellanada. Además de estas especies notables se presentan los animales de los bosques claros y de los pequeños arbustos, como son: lagartos, arañas y ciempiés.

También se pueden encontrar especies silvestres como el zunzún y la paloma.

En el área evaluada se reportaron 114 especies animales, de ellas 54 de invertebrados, entre terrestres, y acuáticos, de estos últimos seis especies de crustáceos (Tabla 1), las restantes 58 son otros vertebrados, donde resultaron dominantes las aves con 31 especies.

Tabla 1. Composición Taxonómica de la fauna observada en el área Fuente: Roble, (2014)

Grupos taxonómicos	Especies	Endemismo Regional	Endemismo pancubano
Insectos	31	1	-
Arácnidos	10	1	2
Crustáceos	6	-	-
Moluscos	7	2	-
Anfibios	9	-	-
Reptiles	11	3	3
Aves	31	2	7
Mamíferos	9	1	2
Total	114	10	14

También se encontraron 24 especies endémicas, de las cuales 10 son de la región Oriental, las restantes 14 son pancubanas, como lo muestra la (Tabla 1), por lo que la riqueza de especie se considera representativa, aunque se presume que sea más elevada, por la integridad y conservación de algunos parches de vegetación dentro de la concesión, independientemente de los impactos existentes.

La concesión no tiene área marina cercana y la fauna fluvial está poco estudiada, aunque está dominada esencialmente por los invertebrados acuáticos.

El estado actual de conservación de la fauna es satisfactorio, a pesar de los impactos ocurridos hasta ahora, se demuestra por la riqueza de especies vistas, escuchadas y comprobadas, tal vez favorecido por lo inhóspito y remoto de la misma la intervención humana no es constante, sino espaciada temporalmente, condición que reduce la presencia de disturbios ecológicos.

Puede significarse que la fragmentación de hábitats y parcheos por las redes de trochas y caminos mineros han generado la destrucción de múltiples nichos físicos, refugios y nidos; el laboreo precedente ha afectado las cadenas tróficas y promovido el desplazamiento de especies.

En la concesión se observa el efecto residual de las etapas de prospección con las trochas y los caminos mineros, estos a su paso destruyen completo la estructura, composición y función de la vegetación, la cual es el principal sustento para las interacciones con la fauna silvestre. (Anexo )

En la fauna inventariada *in situ* se reportó una especie amenazada de extinción, el almiquí (*Solenodon cubanus*) con la categoría de Peligro (EN), según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

En Camarioca Sur, durante los estudios de prospección se incrementarán considerablemente los disturbios ecológicos debido al laboreo minero, condición que crea fuerte movimiento migracional en la fauna, toda vez que se elimine la cobertura vegetal. Cuando ocurre este proceso los animales se trasladan a los parches de vegetación cercana, lo que crea un conflicto ecológico, debido a que estos nichos no están vacíos, por lo que se incrementa la rivalidad, territorialidad y otras relaciones ecológicas entre las especies.

- Caracterización económica, social y cultural

La estructura habitacional más cercana a la concesión se localizan aproximadamente a cuatro kilómetros lineales al oeste, los asentamientos de Calentura (Arriba, del

Medio y Abajo). Según el Censo de Población y Viviendas realizado en el año 2012 el total de población era de 138 habitantes, de ellos 81 eran del sexo masculino y 57 féminas. Considerando que el municipio Moa se comporta como receptor de población y los bajos niveles de natalidad en la actualidad, la cifra correspondiente al total de población puede haber disminuido.

## **CAPITULO III. EFECTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO CAMARIOCA SUR DE LA EMPRESA CMDTE PEDRO SOTTO ALBA**

Para la determinar el efecto de la explotación del yacimiento Camarioca Sur sobre el medio ambiente se procedió a la valoración de los posibles impactos que originara el proceso minero.

Esta investigación se refiere solo a la etapa de la explotación minera del yacimiento Camarioca Sur, y no contempla el posterior procesamiento del mineral en planta, así mismo, dentro de la apertura de la mina no incluye la etapa de Desarrollo Geológico ya que las acciones impactantes en esta fase ya han sido ejecutadas gran parte de ellas, por entidades ajenas al promotor de este Proyecto.

De esta forma, las ACCIONES previstas en el Proyecto

La identificación de los impactos ambientales se realizó de acuerdo a los siguientes pasos:

- Se identificaron las principales acciones del proyecto capaces de ocasionar efectos negativos sobre el medio ambiente.
- Se relacionaron las acciones del proyecto con los factores ambientales que recibirán impactos para identificar sus efectos.
- Se descartaron los efectos que no constituirán problemas relevantes para el entorno, por haber sido consideradas sus consecuencias ambientales en la ingeniería del proyecto.
- Se seleccionaron aquellos efectos ambientales que por su relevancia se consideraron en el taller de expertos que debían ser evaluados.

### **3.1 Identificación de las acciones del proyecto susceptibles a provocar impactos**

La identificación de las acciones se realizó a través del uso de varias metodologías; consulta a especialistas conocedores del entorno y la actividad, listas de chequeo confeccionadas al efecto, escenarios comparados entre otras.

De esta forma, las principales acciones previstas en el proyecto generadoras de impactos son:

Apertura

A. Desbroce

B. Construcción de caminos

D. Escombreo

Explotación

E. Extracción del mineral

F. Transporte del mineral

Cierre

G. Estabilización y conformación del terreno

H. Reforestación

La evaluación de los impactos ambientales que se pueden producir por las acciones de apertura, explotación y cierre del proyecto, seguirá el siguiente procedimiento: identificación, caracterización, valoración y jerarquización de los impactos.

### **3.2 Identificación de los impactos ambientales**

Para la valoración de los impactos se utilizó la metodología Método de Criterios Relevantes Integrados Modificado (CRIM) desarrollada por Buroz en la empresa Venezolana Ingeniería Caura en 1990, la que desde entonces se ha utilizado exitosamente en Venezuela y que más recientemente (mayo 2013) se presenta una versión actualizada con la que se enriquece esta evaluación. (Ulloa, 2013)

Este método está basado en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios de valoración ambiental los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto.

La metodología considera los impactos de acuerdo a los componentes del medio que pueden ser afectados por las acciones del proyecto, aun cuando algunos impactos puedan afectar a su vez más de un medio.

Se identificaron impactos sobre el Medio Físico, el Medio Biótico y el Medio Socioeconómico. (Tabla 2)

Tabla 2 Relación actividades impactantes del proyecto-medio afectado.

Actividades del proyecto	Acciones impactantes	Medio afectado
<b>ETAPA DE APERTURA</b>		
Desbroce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación del área de explotación</li> <li>• Uso de equipos pesados y transportación de material</li> <li>• Remoción de la capa vegetal</li> <li>• Acarreo del desbroce y la capa vegetal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Suelo, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora y Fauna</li> </ul>
Construcción de caminos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipos pesados y transportación de material</li> <li>• Disposición de obras de fábrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora, Fauna</li> </ul>
Escombreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipos pesados y transportación de material</li> <li>• Creación de escombreras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora y Fauna</li> </ul>
<b>ETAPA DE EXPLOTACIÓN</b>		
Extracción del mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipos pesados y transportación de material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora, Fauna</li> </ul>
Transporte del mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipos pesados y transportación de material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora, Fauna</li> </ul>
<b>ETAPA DE CIERRE (Rehabilitación de las áreas minadas)</b>		
Estabilización y conformación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración del relieve</li> <li>• Restauración del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora, Fauna</li> </ul>
Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración de la vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Físico: Geomorfología, Agua, Aire</li> <li>• Biótico: Flora, Fauna</li> </ul>

La identificación de efectos que sobre el medio pudiera ocasionar la apertura, explotación y cierre del yacimiento Camarioca Sur se realizó teniendo como herramientas sus acciones en las diferentes etapas, así como los resultados del análisis preliminar de sensibilidad de medio físico, biológico y socioeconómico.

La naturaleza de las acciones que caracterizan este proyecto puede producir afectaciones directas o primarias, (figura 10) generalmente sobre el medio físico, para luego a partir de ellas, manifestarse a manera de efectos concatenados sobre los otros medios que conforman el ambiente. Estas afectaciones pueden ser positivas o negativas. Para visualizarlo, el esquema de enlace se muestra en tabla 3. Esta matriz se realiza sin considerar la aplicación de medida alguna por parte del diseño del proyecto.

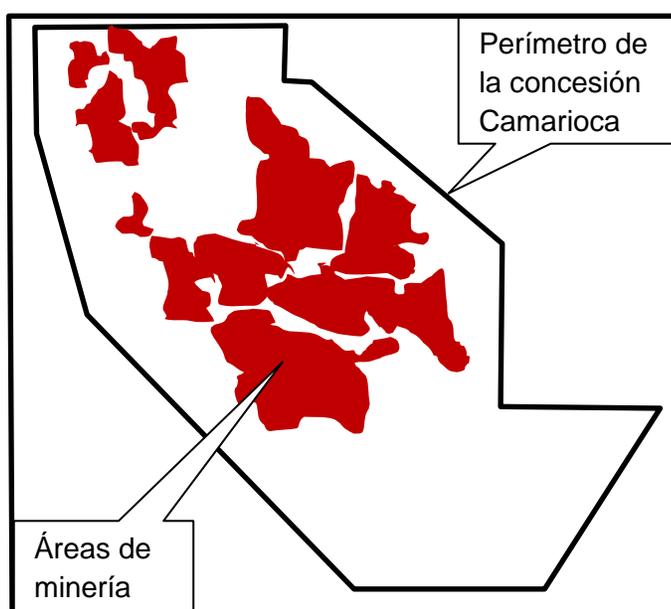


Figura 10. Expresión espacial del área de influencia directa dentro de la concesión

Para fortalecer y complementar el proceso de identificación de los efectos se realizaron consultas a expertos, que permitió obtener lista preliminar de los posibles efectos que generaría el desarrollo del proyecto, posteriormente la misma fue sometida a un proceso de depuración, mediante discusión y selección, excluyendo aquellos efectos que no cumplían las siguientes premisas:

- Los impactos asociados o relacionados con riesgos mayores o contingencias, donde se amerita de un tratamiento exhaustivo de este tipo de riesgos, corresponde a una materia especializada que es necesario desarrollar en un capítulo por separado de este estudio.
- Los impactos que cuentan con previsiones para su eliminación o atenuación a niveles aceptables en la ingeniería del proyecto, y que las posibles violaciones están sujetas a la supervisión y control de las leyes correspondientes por los organismos competentes.

La matriz de relación entre las actividades y los posibles impactos identificados para el proyecto en las fases de apertura, explotación y cierre se presentan en la tabla 3.

Para la definición de la magnitud del impacto según factores ambientales afectados se consideraron los umbrales que se muestran en la tabla 4.

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

#### **1. Alteración geomorfológica**

La extracción de mineral acarrea un conjunto de acciones que generan un cambio total de la estructura volumétrica del paisaje. Los procesos funcionales a los que están sujetas las laderas como erosión, remoción en masa y otros; van a ser alterados producto a la acción sinérgica que ocurre como consecuencia de la alteración del relieve y la eliminación del suelo.

El área de estudio ha sido expuesta a la ejecución de caminos y trochas a lo largo de años; el proceso de extracción conlleva la eliminación de grandes masas de los componentes dimensionales del relieve.

Este impacto es inevitable ya que es inherente al proyecto mismo, su intensidad será fuerte y extensiva con una manifestación larga en el tiempo, al igual que su desarrollo, sin reversibilidad.

Tabla 3. Matriz de identificación de impactos			Apertura			Explotación		Cierre		
				Apertura		Explotación		Cierre		
Medio afectado	Impactos	Signo	Desbroce	Construcción de caminos	Escombros	Extracción del mineral	Transporte de mineral	Estabilización y conformación del terreno	Reforestación	
Físico	Geomorfología	1. Alteración geomorfológica	-	X	X	X				
	Aire	2. Emisión de partículas	-	X	X	X	X	X	X	
		3. Incremento de ruido	-	X	X	X	X	X	X	
		4. Emisión de gases	-	X	X	X	X	X	X	
		5. Disminución de los niveles de ruido, polvo y gases a partir de los trabajos de rehabilitación de las áreas minadas	+						X	X
		Suelo	6. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación	-	X	X	X	X	X	
	7. Pérdida del suelo		-	X	X					
	8. Recuperación de suelo por introducción de capa vegetal		+						X	X
	Agua	9. Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua	-	X	X	X				
		10. Atenuación de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua	+						X	X

(Continuación)			ción						
Medio afectado	Impactos	Signo	Desbroce	Construcción de caminos	Escombros	Extracción del mineral	Transporte del mineral	Estabilización y conformación del terreno	Reforestación
Biotico	Flora	11. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal, y creación de "islas" de vegetación	X	X	X	X			
		12. Recuperación de la cobertura vegetal				X			X
	Fauna	13. Migración de especímenes por alteración del hábitat terrestre	-	X	X	X			
		14. Recuperación de hábitat para la fauna silvestre	+					X	X
Ecosistema	15. Cambio del presupuesto de carbono	-	X	X	X	X	X		
	16. Incremento en la captura de carbono	+						X	
Socioeconómico	17. Riesgo de accidentes laborales	-	X	X	X	X	X	X	X
	18. Ingresos en la Macroeconomía e incremento del PIB	+				X			

Tabla 4. Umbrales de impactos

Factor ambiental	Umbral de impacto
Laderas	Si los ángulos de las laderas, la geología, los suelos y la distribución de la lluvia son tales que resulta probable que llegue a ser inestable más del 5% de un área de proyecto, excediendo de 1 km <sup>2</sup> .
Topografía	El cambio que produce la explotación minera sobre la superficie de la tierra altera más de 1 km <sup>2</sup> .
Fallas activas	El análisis de los rasgos tectónicos permite definir o determinar las fallas y las situaciones de riesgo sísmico que caracterizan las zonas de interés.
Suelos	Pérdida de nutrientes, materia orgánica, capacidad equivalente de cambio o microrrizas, compactación, laterización asurcado o mal drenaje inducido que evite la regeneración boscosa en más de 5 ha de terreno.
Erosión superficial	<p>La erosión de los suelos es una función de la erosividad de la lluvia, o la velocidad y dirección de los vientos, la erodabilidad de los suelos, la longitud y gradiente de la pendiente; el grado y tipo de cobertura vegetal y el tipo y nivel de intensidad de intervención sobre los suelos.</p> <p>La actividad minera en zonas de fuerte pendiente, unidas a lluvias de alta erosividad y suelos erodables, son dos de las causas más frecuentes de erosión acelerada por acción antrópica.</p>
Sedimentos	<p>La sedimentación acelerada es probable que acorte años de vida útil del embalse Nuevo Mundo.</p> <p>Afecta el curso inferior del río Moa provocando la elevación del cauce por encima del nivel de la llanura de inundación.</p>
Recursos hídricos	<p>La denudación de la cuenca hidrográfica boscosa es probable que ocasione aguas abajo pérdidas por inundación, afectando la vida o la economía.</p> <p>La turbidez contribuye a la eutrofización y la alteración de la calidad del agua, pudiendo afectar una o más especies claves de la cadena trófica acuática, o genere alteración del funcionamiento de las instalaciones de abasto de agua.</p>

Tabla 4. Umbrales de impactos (Continuación)

Factor ambiental	Umbral de impacto
Calidad del agua	<p>Tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua varían dependiendo de sí se trata de agua para consumo humano, para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc. Para efectos de estos umbrales se consideran las variables que se enumeran a continuación.</p> <p>Concentración de sólidos</p> <p>Presencia de sustancias tóxicas</p> <p>Presencia de compuestos orgánicos, nutrientes y patógenos.</p>
Cobertura vegetal	<p>La eliminación de la vegetación en una superficie mayor de 1 km<sup>2</sup> en una región de alto valor conservacionista reconocida por su gran endemismo local.</p>
Vegetación	<p>Posibilidad de afectación de especies valiosas para la conservación de la biodiversidad.</p> <p>Más de 1 km<sup>2</sup> de bosques adyacentes resultan afectados por daños propios de la actividad minera.</p>
Fauna silvestre	<p>Eliminación de especies animales raras, amenazadas o protegidas.</p> <p>Destrucción de hábitats fundamentales (sitios de nidificación, terrenos preferidos de alimentación, senderos de tránsito, etc.) de especies raras, amenazadas o protegidas.</p> <p>Desplazamientos de animales en número tal que ocasiona tensiones reproductivas notables en las poblaciones desplazadas y receptoras.</p>
Conservación	<p>Daño apreciable a áreas de la Reserva de la Biósfera Cuchillas del Toa y vinculadas espacialmente al Parque Nacional Alejandro de Humboldt.</p>

## 2. Emisión de partículas

Durante la etapa de apertura del proyecto se producirá un efecto inicial que se generara como consecuencia de las actividades de transporte de maquinarias y equipos y personal; en la zona de apertura se producirá una mayor emisión debido

al uso de equipos como buldóceres, retroexcavadoras, y excavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, compactadores, camiones articulados y otros.

En la construcción de las vía de acceso y caminos de circulación, también se presentará esta alteración de emisiones, aunque de manera temporal. Durante la etapa de explotación, este impacto permanecerá debido a fuentes móviles (constituidas por los equipos de extracción y los camiones de transporte) que afectaran a las personas que desarrollan labores próximo a la vía de acceso al proyecto.

El movimiento de equipos pesados, para la conformación de las trochas y el trabajo de las máquinas perforadoras, introducirá niveles de partículas por encima de los actuales, esta acción afectará notablemente la vegetación ocasionando la oclusión de los poros de las hojas, que incidirá negativamente en el proceso de fotosíntesis y la captura de carbono, a ello se sumará la erosión eólica, polvo fugitivo proveniente de los depósitos de relaves, depósitos, pilas de desechos, todo ello incidirá en el incremento de partículas finas de polvo ya existentes en la atmósfera, podría también afectar a los trabajadores que manipulen dichos equipos.

En la dirección predominante de los vientos se localiza una población dispersa de unos 138 habitantes según censo 2012 (Calentura Arriba, del Media y Abajo), que pese a la distancia de tres-cuatro kilómetros recibirán en alguna medida un incremento de las emisiones de polvo que ya hoy reciben como consecuencia de las actividades de la propia industria y de la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Contemplando la historia de afectaciones existentes en el territorio, la distancia y las medidas previstas, se evaluó como un impacto negativo moderado. El impacto se considera moderado y será evaluado.

### 3. Incremento de ruido

Todos los procesos y acciones que se desarrollarán durante la apertura del yacimiento y la extracción del mineral generarán ruidos temporales dados por el propio uso de las maquinarias y el transporte del material extraído. Esto deberá incidir directamente sobre la fauna y los trabajadores vinculados a las labores. Se espera que la fauna, particularmente la ornitofauna, se desplace a discreción hacia

sitios más confortables, esta actitud será transitoria durante el período de afectación sonora.

Los trabajadores contarán con medios especiales para mitigar los efectos del ruido. La Norma Cubana 871:2011 “Seguridad y Salud en el Trabajo”. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos Higiénicos Sanitarios Generales”, contempla una amplitud de 80-85 dB en las condiciones de trabajo previstas. La amplitud espacial de los sitios donde se producirá el ruido, así como la función atenuadora de la vegetación circundante, contribuirá a una amortiguación en la distancia.

#### 4. Emisión de gases a la atmosfera

De igual modo la contaminación por gases está muy estrechamente vinculada a lo anterior (ya se refirió en el impacto por partículas); la incidencia y dispersión de factores de alteración de las condiciones normales de la atmósfera (entre ellos debe referirse los gases como consecuencia de las actividades de camiones de transporte de mineral, buldóceres, retroexcavadoras, excavadoras, y otros) durante las diferentes etapas del proyecto se emitirá gases que provocarán concentraciones anómalas. Es importante asumir que el proyecto minero es a gran escala y contempla áreas boscosas que son importantes para la captura de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) y para mantener un equilibrio entre las emisiones de este gas y su absorción. El CO<sup>2</sup> emitido por la maquinaria (equipos y vehículos pesados diesel) que se emplee en la extracción y transporte de mineral que consumen combustibles a base de petróleo puede incorporarse a las causas del calentamiento global, a lo que debe sumarse la pérdida de secuestro de carbono de los bosques talados. El impacto, aunque moderado, será evaluado.

#### 5. Disminución de los niveles de ruido, polvo y gases a partir de los trabajos de rehabilitación de las áreas minadas

Las acciones de rehabilitación que se desarrollarán en el periodo de cierre de la mina y durante su explotación para la recuperación ambiental del área minada, contribuirán a una atenuación de los impactos ocasionados, generando a su vez un impacto significativamente restaurador.

## 6. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación

La activación de procesos erosivos y sedimentación presenta una probabilidad de ocurrencia puntual e intensidad Alta, esto se debe a que en las vía de acceso y circulación se producirán cortes de tierra con taludes inclinados, los cuales podrían producir sedimentación y activación de procesos erosivos en los periodos lluviosos, si estos taludes no son protegidos correctamente para tales fines. Estos impactos ocurrirán fundamentalmente durante las labores de construcción, comenzando por el acondicionamiento del terreno, siguiendo con los movimientos de tierra (excavaciones), que generarán una cantidad de material, el cual se acopiara de manera temporal en el área de influencia directa del proyecto, hasta reutilizar una parte del mismo como relleno en las zanjas donde se coloque obras para drenaje.

## 7. Pérdida del suelo

A partir del momento de desbroce, y particularmente del destape se elimina como parte de un proceso la capa superficial formada por suelo Ferrítico Rojo Oscuro, donde se observa una estera radical en la que se desarrolla la casi totalidad del ciclo de nutrientes.

En el territorio de Moa es histórico el desarrollo de procesos de erosión y sedimentación que causan la acumulación de gruesas capas de partículas finas de mineral y sedimentos en las zonas inundables y la alteración del hábitat acuático, así como la pérdida de la capacidad de almacenamiento en las aguas superficiales. Los principales factores que influyen en la erosión se relacionan con el volumen y velocidad de la esorrentía que se produce en las alturas amesetadas con fuertes pendientes, las torrenciales lluvias propias del territorio, la poca capacidad de infiltración de la lluvia en el suelo, la cantidad de cubierta vegetal, la longitud de las pendientes o la distancia desde el punto de origen del flujo de tierra hacia el punto donde empieza la deposición, así como las estructuras operativas para el control de la erosión.

La esorrentía superficial cargada de sedimentos por lo general causa una corriente laminar y se colecta en canales, zanjas o canaletas u otros medios que

los conduzcan. Estos sedimentos finalmente pueden estar presentes en las aguas superficiales o depositarse en las zonas inundables.

Debido al exceso de escurrimiento superficial en los lugares desprovistos de vegetación, provocados por la ejecución de las acciones de proyecto, las aguas se concentrarán con mayor energía y velocidad y serán capaces de remover la fina capa de suelo que existe en la zona, ocasionando el incremento y la profundización de cárcavas como evidencia más palpable y directa de la pérdida de suelo ya existente.

Este impacto generado por las actividades de apertura y explotación se considera alto.

#### 8. Recuperación de suelo por introducción de capa vegetal

Desde el comienzo de la apertura se prevé la conservación adecuada del suelo original durante la actividad de desbroce, el que posteriormente y una vez concluida la extracción del mineral será reintegrado una vez recomfortada la superficie topográfica. El producto obtenido de estas acciones generará un impacto de gran valor sobre el suelo.

#### 9. Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua

El aumento terrígeno y de partículas en general que temporalmente se producirá, incrementará potencialmente el arrastre de sedimentos como resultante de los procesos erosión y transporte, esto conllevará al incremento de sedimentos en suspensión ya existente en las aguas superficiales. Éste impacto se producirá mayormente en el marco de la apertura y exploración donde se desarrollarán acciones conducentes a movimiento del material terrígeno y particulado. Debido a la gran extensión de tierras perturbadas por históricas operaciones mineras y las grandes cantidades de materiales excavados expuestos desde años anteriores a la apertura, dados por los múltiples acciones de exploración en los lugares de operación, la presencia de sedimentos en un marco ambiental fuertemente impactado es un problema existente.

## 10. Atenuación de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua

Las diferentes acciones requeridas para la explotación del yacimiento generarán desprendimiento de suelo y partículas sólidas que serán acarreadas por las aguas pluviales y trasladadas a las corrientes fluviales al este del río Moa y a partir de su afluente Arroyón el que recorre en gran medida la superficie del yacimiento, aportando las partículas que capte a través del drenaje superficial y la escorrentía. Se considera además que el volumen de escurrimientos que generan las altas precipitaciones en Moa y las características físicas del sustrato coincide en requerir un eficiente drenaje de la escorrentía.

La empresa Moa Nickel S.A. prevé en el proyecto Camarioca Sur un plan de medidas para disminuir los daños causados por la erosión de los suelos durante la ejecución de la minería. Como parte de las mejoras medioambientales que desarrolla la misma, se aplica sistemáticamente un Programa de Control de Erosión y Sedimentación (PCES) en todos sus yacimientos en explotación.

Los principios generales preestablecidos para que el PCES sea efectivo son la construcción de obras ingenieras que garanticen minimizar las perturbaciones propias de las acciones de minería, controlar el drenaje y prever la erosión así como recolectar los sedimentos. Estas acciones deberán favorecer el restablecimiento de la flora y consecuentemente la fauna, contribuyendo a una mejora paisajística.

Una de las obras que contribuirán a estos objetivos y que se proyecta desde la propia apertura, son las piscinas de sedimentación, las cuales se construirán con el objetivo de regular el escurrimiento superficial de las áreas afectadas por las labores mineras, almacenando los sedimentos movilizados por el escurrimiento superficial y garantizando así el vertimiento al medio de las aguas con el mínimo de sólidos en suspensión. También se construirán canales perimetrales para el desvío de las aguas pluviales hacia los diques.

## 11. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal y creación de islas de vegetación

La cobertura vegetal y su flora propia se ve afectada por las actividades de desmonte, no se observaron en los estudios realizados por especialistas del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, especies florísticas reportadas con categoría de extinción o amenaza de ello; los ejemplares endémicos detectados, están ampliamente representados en las áreas de conservación del propio Parque. Fue evaluado como un impacto negativo aunque se contempló la previsión de “islas” de vegetación, las que contribuirán a un efecto moderado.

La fragmentación ocurre cuando grandes áreas se dividen en trozos más pequeños. Esto resulta en grandes impedimentos o hasta en la imposibilidad de que las especies nativas se trasladen naturalmente debido al corte de sus rutas migratorias. El aislamiento causará una reducción en el número de especies, o efectos genéticos tales como la endogamia. Las especies que necesitan mayores extensiones de bosque pueden desaparecer, sin embargo, la existencia prevista de “islas de vegetación”, contribuirá a mitigar este efecto.

Se realizara el desbroce de la vegetación en una superficie que abarca tanto por ciento de la superficie terrestre del proyecto; este desbroce no solo de árboles de segundo crecimiento, sino de herbazales y vegetación por las labores de desbroce y apertura de caminos y por el movimiento de las maquinarias en zonas perimetrales. No se contempla la porción sur del yacimiento, la que pese a no afectar de modo directo la conservación de la estructura vegetal en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt, no será asumida por las acciones mineras en el yacimiento.

## 12. Recuperación de la cobertura vegetal

Parte del proyecto es la rehabilitación biológica de las áreas minadas, esto generará las condiciones para una paulatina restauración de las condiciones naturales del sitio, a lo que contribuirá la presencia de “islas de vegetación” remanente, las que devendrán en banco de germoplasma y difusoras de semillas y plántulas.

### 13. Migración de especímenes por alteración del hábitat terrestre

El ruido de vehículos y equipos, la presencia humana no acostumbrada, las barreras creadas por las trochas, el desbroce, la extracción y otras acciones propias de la apertura y explotación, contribuyen a la alteración de las condiciones naturales de desenvolvimiento de la fauna, esto puede conducir a la dispersión de la misma y a que algunas especies afectadas migren temporalmente hacia otros territorios, al menos en condición temporal.

De modo general en Moa, todo impacto a la vegetación y la fauna es significativo, no obstante se contempla el hecho mismo de que Moa posea una flora y fauna que contrasta entre los valores de exclusividad y a la vez, altos niveles de antropización.

Las aves, junto al almiquí, se encuentran entre las especies de mayor valor faunístico en el área.

### 14. Recuperación de hábitat para la fauna silvestre

En la medida que se produzca la rehabilitación vegetal de las áreas según proyecto, se generará un retorno y reimplantación de la fauna. Impacto positivo valorado como medio.

### 15. Cambio del presupuesto de carbono

Los factores que contribuyen caóticamente a conformar un clima propio de un sitio (microclima) son la ubicación geográfica, las diferencias altitudinales, la orientación de las pendientes en relación al sol (umbría o solana), la dirección de los vientos y otros, junto a las variables del tiempo como la temperatura, la presión, precipitaciones, humedad y vientos. Este delicado caos presenta un equilibrio entre lo que se emite y lo que se absorbe gracias al proceso de fotosíntesis, lo que se hace evidente en el ciclo del  $\text{CO}_2$ , que está íntimamente ligado a las plantas y la superficie de vegetación disponible.

El aporte de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera se estima que aumentará por las actividades mineras, principalmente por la combustión de petróleo y gasolina que libera el carbono almacenado en estos combustibles y la creciente deforestación.

## 16. Incremento en la captura de carbono

El conjunto de acciones previstas de rehabilitación de la cobertura vegetal desde la apertura misma del yacimiento y de disminución de gases contaminantes, contribuirá a un efecto *feedback* que atenuará la alteración del presupuesto de carbono.

## 17. Riesgo de accidentes laborales

El riesgo de ocurrencia de accidentes laborales estará presente desde el momento en que se inicia el proyecto; no obstante, se prevé un mayor riesgo durante la fase de explotación ya que se contara con un mayor número de personal y las actividades más complejas a realizar implican un mayor grado de probabilidad de accidentes. No obstante, las medidas de seguridad a ser implementadas por la empresa Moa Nickel S.A. y la fiscalización que ejercerán los los supervisores disminuirán la ocurrencia de este tipo de eventos. Resultado de la incidencia de eventos antrópicos o naturales, vinculados al tráfico vehicular, grandes precipitaciones, u otros eventos; pese al conjunto de medidas previstas para el caso, es de esperar que puedan producirse afectaciones o daños materiales o perdidas cuantificables con valores económicos, así como pérdidas humanas ó daños a la integridad física, en la medida que estos incidan sin la debida consideración previa y la de sus vulnerabilidades. Es reconocida la gestión empresarial en aras de una sistemática reducción de accidentes laborales, no obstante ello esta posibilidad, en ocasiones vinculadas a errores humanos, no puede descartarse. Contemplando la historia que muestra la Moa Nickel S.A. y su ocupación en este sentido, se considera que la ocurrencia de la negatividad del impacto es muy baja.

## 18. Ingresos en la Macroeconomía e incremento del PIB

Para agosto de 2015 la tonelada métrica de níquel en el mercado mundial era de US\$10 775,00. El níquel resulta el metal de peor desempeño en la Bolsa de Metales de Londres debido a un exceso de existencia. Analistas pronostican un precio muy cercano a los US\$ 10 000,00/tm en el tercer trimestre del año y unos US\$ 10 650,0/tm para el cuarto trimestre. No obstante, hay pronósticos de US\$ 16

250,00/tm, US\$ 15 000,00/tm, US\$ 17 637,00/tm y US\$ 13 641,00/tm respectivamente por trimestre en 2016. La producción y exportación de níquel es hoy un logro consolidado para el país, alcanzando niveles significativos y estables. Lo anterior justifica la importancia de este impacto positivo en el medio socioeconómico.

### 3.3 Evaluación de los impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales tiene como objetivo fundamental cuantificar los efectos y jerarquizarlos para poder determinar las medidas ambientales aplicables según el caso.

La metodología CRI permite elaborar índices de impacto ambiental para cada efecto identificado en la matriz de identificación.

El método considera que el valor del impacto ambiental (VIA), generado por una acción es producto de seis variables fundamentales. (Figura 11)

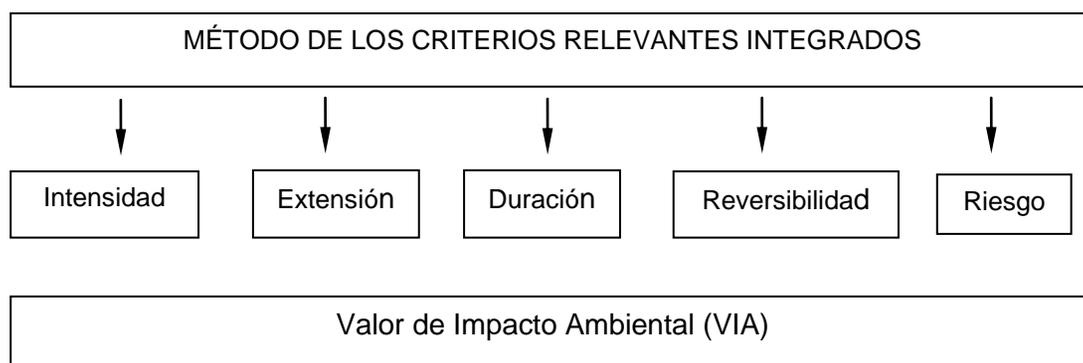


Figura 11. Método de Criterios Relevantes Integrados (BUROZ, 1990)

Dónde:

1.- Intensidad (I)- Cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.

2.- Extensión (E)- Influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, Medida del ámbito espacial o superficie donde ocurre la afectación.

3.- 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.

4.- Reversibilidad (Rv)- La posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.

5.- Riesgo (Ri)- Probabilidad de que el efecto ocurra.

El valor de cada variable se determina en base en una escala de 1 a 10, tal como se expresa en la tabla 5.

Tabla 5. Escala de clasificación de impactos. Fuente: (Buroz, 1990 citado por Ulloa, 2013)

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años	Bajo (<10%)
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%)
6-10	Alta	Generalizada > 75%	Larga (>5años)	Irreversible (baja capacidad o irrecuperable)	Alto (>50%)

Para determinar la VIA de cada impacto se introdujeron los valores calculados de cada una de las variables en la formula siguiente:

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

Donde Wi, We, Wc, Wrv y Wri son coeficientes de ponderación según la importancia que se le asigna a cada variable. La metodología propone los valores que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Valores de los coeficientes de ponderación. Fuente (Buroz, 1990, citado por Ulloa, 2013)

Indicador	Peso (%)	Indicador	Peso (%)
Intensidad	30 (Wi)	Duración	10 (Wd)
Extensión	20 (We)	Reversibilidad	20 (Wrv)
		Riesgo	20 (Wri)

### 3.3.2. Determinación de la VIA

La VIA de los impactos ambientales que se generarán en el medio físico, biótico y socio-económico, se recogen en las tablas 7, 8 y 9.

Según el valor de la VIA los impactos pueden obtener las siguientes categorías:

CATEGORÍA I. Probabilidad de ocurrencia muy alta.  $VIA \geq 8$  (muy altos). Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación negativa o potenciar la excelencia positiva.

CATEGORÍA II. Probabilidad de ocurrencia alta.  $6 < VIA < 8$  (altos). Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas) en los impactos negativos, no así en los positivos, los que serán potenciados para lograr su máximo rendimiento. 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.

Los impactos evaluados, se ordenan de mayor a menor valor, para su categorización y jerarquización en el establecimiento de las medidas para minimizar sus efectos negativos.

Tabla 7. VIA de los impactos ambientales en el Medio Físico

IMPACTOS	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgos	Total
	Wi = 0,30	We = 0,20	Wd = 0,10	Wrv = 0,20	Wri = 0,20	V.I.A.
MEDIO FÍSICO						
1. Alteración geomorfológica	8 (0,3)	4 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	- 7,2
2. Emisión de partículas	7 (0,3)	8 (0,2)	3 (0,1)	1 (0,2)	8 (0,2)	- 5,8
3. Incremento de ruidos	4 (0,3)	4 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,2)	7 (0,2)	- 3,7
4. Emisión de gases a la atmosfera	4 (0,3)	4 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,2)	8 (0,2)	- 3,7
5. Disminución de los niveles de ruido, polvo y gases a partir de los trabajos de restauración de las áreas minadas	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	8
6. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	- 8
7. Pérdida del suelo	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	- 8
8. Recuperación de suelo por introducción de capa vegetal	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	8
9. Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua	6 (0,3)	6 (0,2)	5 (0,1)	4 (0,2)	8 (0,2)	- 5,9
10. Atenuación de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	8 (0,2)	8 (0,2)	8

Tabla 8. VIA de los impactos ambientales en el Medio Biológico

IMPACTOS	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgos	Total
	Wi = 0,30	We = 0,20	Wd = 0,10	Wrv = 0,20	Wri =0,20	V.I.A.
MEDIO BIOTICO						
11. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal, y creación de "islas" de vegetación	8 (0,3)	7 (0,2)	3 (0,1)	3 (0,2)	7 (0,2)	- 6,1
12. Rehabilitación de la cobertura vegetal	7 (0,3)	6 (0,2)	8 (0,1)	7 (0,2)	8 (0,2)	7,4
13. Migración de especímenes por alteración del hábitat terrestre	4 (0,3)	4 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,2)	7 (0,2)	- 3,7
14. Recuperación del habita para la fauna silvestre	4 (0,3)	4 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,2)	8 (0,2)	3,4
15. Cambio del presupuesto de carbono	6 (0,3)	5 (0,2)	2 (0,1)	2 (0,2)	5 (0,2)	- 4,4
16. Incremento en la captura de carbono	8 (0,3)	8 (0,2)	8 (0,1)	9 (0,2)	8 (0,2)	8,2

Tabla 9. VIA de los impactos ambientales en el Medio Socioeconómico

IMPACTOS	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgos	Total
	Wi = 0,30	We = 0,20	Wd = 0,10	Wrv = 0,20	Wri =0,20	V.I.A.
MEDIO SOCIOECONÓMICO						
17. Riesgo de accidentes laborales	6 (0,3)	6 (0,2)	2 (0,1)	2 (0,2)	5 (0,2)	- 4,6
18. Ingresos en la Macroeconomía e incremento del PIB	9 (0,3)	9 (0,2)	9 (0,1)	9 (0,2)	8 (0,2)	8,8

Tabla 10. Categorización de los impactos ambientales

CATEGORÍA	IMPACTO	IMPACTOS		VALOR
		-	+	
Categoría I	18. Ingresos en la Macroeconomía e incremento del PIB		x	8,8
	16. Incremento en la captura de carbono		x	8,2
Categoría II	5. Disminución de los niveles de ruido, polvo y gases a partir de los trabajos de restauración de las áreas minadas		x	8
	8. Recuperación de suelo por introducción de capa vegetal		x	8
	10. Atenuación de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua		x	8
	12. Recuperación de la cobertura vegetal		x	7,4
	6. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación	x		8
	7. Pérdida del suelo	x		8
	1. Alteración geomorfológica	x		7,2
	11. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal, y creación de "islas" de vegetación	x		6,1
Categoría III	9. Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua	x		5,9
	2. Emisión de partículas	x		5,8
	17. Riesgo de accidentes laborales	x		4,6
	15. Cambio del presupuesto de carbono	x		4,4
Categoría IV	4. Emisión de gases	x		3,9
	3. Incremento de ruidos	x		3,7
	13. Migración de especímenes por alteración del hábitat terrestre	x		3,7
	14. Recuperación del hábitat para la fauna silvestre		x	3,4

La tabla 11 es la tabla resumen que muestra la relevancia de los impactos a partir de la VIA de cada uno de ellos.

Tabla.11 Relevancia de los impactos según su VIA

RELEVANCIA	PUNTAJE	IMPACTOS	
		NEGATIVOS	POSITIVOS
Muy alta	VIA > 8	-	16, 18
Alta	6 < VIA ≤ 8	1, 6, 7, 11,	5, 8, 10, 12
Moderada	4 < VIA ≤ 6	2, 9, 15, 17	-
Baja	VIA ≤ 4	3,4, 13,	14

Según la metodología, los resultados finales se recogen en fichas descriptivas para facilitar la selección de las medidas ambientales. Estas fichas deben contener los elementos siguientes:

- Nominación del impacto
- Fase del proyecto en que se produce
- Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca.
- Efectos derivados
- Ubicación geográfica del medio o área implicada
- Evaluación del impacto. Consiste en la emisión de un juicio de valor sobre los criterios utilizados (VIA)

El orden de los impactos en las fichas descriptivas, se corresponde a su más alta evaluación positiva y luego negativa.

#### FICHA DESCRIPTIVA 1

Nominación del impacto: <b>Ingresos en la Macroeconomía e incremento del PIB</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Explotación, procesamiento y venta del mineral.
Efectos derivados: Incremento de solvencia económica para el país y de la calidad de vida del cubano.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Cuba
Evaluación del impacto: Este impacto fue el de mayor saldo positivo ya que incide de modo general en los más altos índices establecidos para evaluar el proyecto.

## FICHA DESCRIPTIVA 2

Nominación del impacto: <b>Incremento en la captura de carbono</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Conjunto de acciones previstas desde la apertura misma del yacimiento como la mínima eliminación de vegetación y la permanencia de “islas de vegetación”, previsión de mínima emanación de gases, en el marco de la apertura y explotación, pero serán particularmente los trabajos de reforestación los que contribuirán a un efecto <i>feedback</i> que atenuará la alteración del presupuesto de carbono.
Efectos derivados: La reducción de superficie vegetal, entre otros aspectos, se plantea que contribuye a la reducción del intercambio natural entre la atmósfera y las plantas verdes. Esto a su vez, forma parte de una cadena de transformaciones en la composición de la atmósfera que induce un efecto invernadero.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: El impacto obtuvo una evaluación cuantitativa de 8,2 en una escala de 1 a 10, de ello se desprende que los trabajos concebidos para el logro de una rehabilitación ambiental del área a explotar, conducen a un cierto restablecimiento a nivel de ecosistema.

## FICHA DESCRIPTIVA 3

Nominación del impacto: <b>Disminución de los niveles de ruido, polvo y gases a partir de los trabajos de restauración de las áreas minadas.</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Su mayor manifestación se da en la fase de Cierre, no obstante durante todo el proceso tecnológico se puede observar en el proyecto una tendencia a la reducción de afectaciones, esto es dado por el conjunto de medidas previas que al efecto están establecidas.
Efectos derivados: Contribución al bienestar del trabajador y su eficiencia productiva.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto altamente positivo dado su incidencia no solo en la actividad productiva sino en el ecosistema y particularmente en el hombre.

#### FICHA DESCRIPTIVA 4

Nominación del impacto: <b>Recuperación de suelo por introducción de capa vegetal</b>
Fase del proyecto en que se produce: Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Como puede valorarse en el proyecto, diferentes actividades contribuyen a este logro a partir de la conservación del suelo luego del destape sin embargo, su mayormente se observa en la fase de Cierre, donde se desarrollan un conjunto de técnicas con el fin de no solo la restitución del suelo extraído, sino la conformación y desarrollo de este a partir de la sucesión vegetal.
Efectos derivados: Desarrollo de la cobertura vegetal y restablecimiento de la fauna.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto positivo con valor de 8, dada su incidencia en la reestructuración del ecosistema.

#### FICHA DESCRIPTIVA 5

Nominación del impacto: <b>Atenuación de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: A partir de la construcción de caminos de acceso para la apertura del yacimiento, puede observarse en el proyecto un conjunto de medidas encaminadas al control de los sedimentos que puedan generar las diferentes acciones.
Efectos derivados: Incremento de la calidad del agua del río y beneficio a la fauna dulceacuícola.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto positivo con valor de 8, dada su incidencia en la calidad del agua y su repercusión en la fauna.

## FICHA DESCRIPTIVA 6

Nominación del impacto: <b>Recuperación de la cobertura vegetal</b>
Fase del proyecto en que se produce: Cierre
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Restablecimiento de suelo preservado y conformación de superficies para luego desarrollar una tecnología conducente a la reforestación del área minada.
Efectos derivados: Desarrollo de la capa vegetal y por ende, restablecimiento de las funciones ecosistémicas.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto positivo con valor de 7,4 dada su incidencia en el restablecimiento de la cobertura vegetal y su repercusión en la fauna.

## FICHA DESCRIPTIVA 7

Nominación del impacto: <b>Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: A partir del uso de equipos pesados y transportación de materiales, la remoción de capa vegetal y su acarreo, así como el conjunto de acciones que conducen a la transportación final del mineral, se produce como efecto diferentes procesos que afectan el suelo.
Efectos derivados: Pérdida de diversidad edafofáunica e hictiofáunica.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de - 8 dada su incidencia en el componente hídrico y la fauna vinculada al suelo y el río.

## FICHA DESCRIPTIVA 8

Nominación del impacto: <b>7. Pérdida del suelo</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Desde un inicio se requiere del destape de la roca con la consecuente extracción del suelo superficial.
Efectos derivados: Pérdida de diversidad edáfica y soporte de la vegetación autóctona.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de - 8.

## FICHA DESCRIPTIVA 9

Nominación del impacto: <b>1. Alteración geomorfológica</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Las acciones de apertura y extracción conducen a un cambio en la imagen geomorfológica del área.
Efectos derivados: Afectación paisajística a la vez que una modificación en los diferentes patrones del ecosistema.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 7,2 atendiendo a su consecuente incidencia en el equilibrio del ecosistema.

## FICHA DESCRIPTIVA 10

Nominación del impacto: <b>11. Pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal, y creación de “islas” de vegetación</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Desbroce y eliminación de vegetación en la superficie de extracción de mineral.
Efectos derivados: Afectación a la biodiversidad.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 6,1 atendiendo a su consecuente incidencia en el equilibrio del ecosistema.

### FICHA DESCRIPTIVA 11

Nominación del impacto: <b>9. Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Desbroce y eliminación de suelo así como en el proceso de extracción del mineral.
Efectos derivados: Afectación a la calidad del agua.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 5,9.

### FICHA DESCRIPTIVA 12

Nominación del impacto: <b>2. Emisión de partículas</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Desbroce y eliminación de suelo así como en el proceso de extracción del mineral.
Efectos derivados: Afectación a la calidad del aire.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 5,8.

### FICHA DESCRIPTIVA 13

Nominación del impacto: <b>17. Riesgo de accidentes laborales</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre.
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Toda acción humana engendra riesgos. En el ámbito laboral del proyecto se prevén medidas conducentes a reducir las vulnerabilidades ante acciones a acometer.
Efectos derivados: Afectación a la calidad de vida.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 4,6 considerando las previsiones y controles que sobre ello se prevén.

#### FICHA DESCRIPTIVA 14

Nominación del impacto: <b>15. Cambio del presupuesto de carbono</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación.
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Tala de árboles y desmonte.
Efectos derivados: Alteración de los patrones ecológicos naturales.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 4,4 considerando las previsiones y controles que sobre ello se prevén. En cualquier caso, en las grandes extensiones boscosas de Moa-Baracoa ocurre una abundante fijación del carbono que contribuye apreciablemente a la reducción de los niveles atmosféricos de CO <sub>2</sub> .

#### FICHA DESCRIPTIVA 15

Nominación del impacto: <b>4. Emisión de gases</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación.
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Uso de equipos de combustión interna.
Efectos derivados: Alteración de la calidad atmosférica.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas
Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 3,9 considerando las previsiones y controles que sobre ello se prevén.

#### FICHA DESCRIPTIVA 16

Nominación del impacto: <b>3. Alteración del hábitat terrestre con migración de especímenes</b>
Fase del proyecto en que se produce: Apertura y Explotación.
Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Uso de equipos pesados de extracción transporte .
Efectos derivados: Reducción temporal de las poblaciones de la fauna, afectando la polinización, la nidificación, la cadena trófica, etc.
Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas

Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 3,7 considerando las previsiones y controles que sobre ello se prevén.

#### **FICHA DESCRIPTIVA 17**

Nominación del impacto: **13. Migración de especímenes por alteración del hábitat terrestre**

Fase del proyecto en que se produce: Apertura, Explotación y Cierre

Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Conjunto de acciones previstas desde la apertura misma del yacimiento como la eliminación de vegetación emanación de gases y ruido, en el marco de la apertura y explotación, pero serán particularmente los trabajos de reforestación los que contribuirán a un efecto *feedback* que atenuará la alteración del presupuesto de carbono.

Efectos derivados: Reducción temporal de las poblaciones de la fauna, afectando la polinización, la nidificación, la cadena trófica, etc.

Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas

Evaluación del impacto: Es un impacto negativo con valor de – 3,7 considerando las previsiones y controles que sobre ello se prevén.

#### **FICHA DESCRIPTIVA 18**

Nominación del impacto: **14. Recuperación del hábitat para la fauna silvestre**

Fase del proyecto en que se produce: Cierre

Actividades y acciones que contribuyen a que se produzca: Conjunto de acciones previstas desde la apertura misma del yacimiento como la mínima eliminación de vegetación y la permanencia de “islas de vegetación”, previsión de mínima emanación de gases, en el marco de la apertura y explotación, pero serán particularmente los trabajos de reforestación los que contribuirán la recuperación paulatina de la fauna silvestre

Efectos derivados: La recuperación a mediano y largo plazo de la vegetación y paulatina de la fauna silvestre

Ubicación geográfica del medio o área implicada: Yacimiento Camarioca Sur y áreas aledañas

Evaluación del impacto: El impacto obtuvo una evaluación cuantitativa de 3,4 en una

escala de 1 a 10, de ello se desprende que los trabajos concebidos para el logro de una rehabilitación ambiental del área a explotar, conducen a un cierto restablecimiento a nivel de ecosistema.

### **3.4. Medidas ambientales de prevención y mitigación y corrección de impactos ambientales**

En esta fase se definen las actuaciones a llevar a cabo, durante la puesta en marcha y explotación del yacimiento, para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos. Dichas actuaciones se describirán detalladamente.

Se dan propuestas de solución a la problemática planteada, con el objetivo de corregirla hasta donde sea técnicamente posible, ecológicamente necesaria y económicamente ventajosa; se proponen medidas de corrección y mitigación, las cuales están destinadas a lograr que el medio ambiente se mantenga en condiciones satisfactorias, independientemente de que el impacto se manifieste antes o después de aplicar la medida.

Esta fase del estudio busca asegurar que los recursos y elementos ambientales susceptibles de ser afectados, cuenten con medidas destinadas a su protección, en función de los recursos disponibles.

Todo lo anterior se prevé en el marco conceptual de un desarrollo sostenible, ya que las medidas que se proponen tienen que facilitar la implementación de las acciones racionales en función de los respectivos costos y beneficios involucrados.

Las medidas a contemplar se dividirán en:

- Medidas preventivas: se aplican una vez advertido o predicho el impacto a manera de prevenir el efecto indeseado, neutralizándolo con las acciones pertinentes.
- Medidas de mitigación: pretenden atenuar la capacidad de daño del impacto al medio, si éste es indeseable e inevitable.

- Medidas correctivas: persiguen alterar el curso del impacto indeseable, a fin de neutralizarlo una vez producido, siendo las medidas de mayor artificio e inversión.

La propuesta de medidas tanto generales como específicas se concibió para los impactos donde objetivamente la acción del hombre logrará mitigar o corregir los daños sobre los elementos o factores del medio. (Tabla 12)

La identificación de las acciones se realizó por diferentes métodos: consulta a paneles de expertos conocedores del proyecto, conocedores del entorno, escenarios comparados (análisis de situaciones producidas en lugares donde se ha realizado un proyecto análogo) entre otros.

Las medidas correctivas, tendientes a recuperar los efectos negativos de la explotación minera están contenidas dentro del Plan de Cierre, el cual fue considerado como acciones del Proyecto en su evaluación ambiental. La ejecución de este Plan de Cierre eliminaría total o parcialmente la mayoría de estos efectos indeseables. No obstante se adicionan otras medidas fundamentalmente preventivas o mitigativas a tomarse durante la explotación.

Tabla 12. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales negativos significativos

Acción del Proyecto	Factor ambiental afectado	Lugar	Momento o etapa de ejecución	Tipo de medida	Medida	Responsable	Costo
Apertura	Aguas superficiales y subterráneas	Escombreras	Antes del comienzo del vertido de la escombrera	Preventiva	Colocar sobre el terreno natural, una capa de espesor suficiente de material drenante grueso seleccionado	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto
			Durante el vertido en las escombreras	Mitigativa	Utilizar, en lo posible, para el núcleo interior de la escombrera el material de mayor granulometría	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto
Apertura y explotación		Escombreras, caminos y frentes de minería	Durante la construcción de caminos, escombreras y la propia explotación	Correctiva	Disminución de pendientes y de longitudes de declive en taludes de caminos, escombreras y excavaciones, para reducir la velocidad y así la capacidad erosiva de la lámina de agua, y favorecer a la vez la implantación de la cubierta vegetal	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto

Tabla 12. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales

Acción del Proyecto	Factor ambiental afectado	Lugar	Momento o etapa de ejecución	Tipo de medida	Medida.	Responsable	Costo
Apertura y explotación	Aguas superficiales y subterráneas. Relieve	Escombreras, caminos y frentes de minería	Durante la construcción de caminos, escombreras y la propia explotación	Preventiva	No se acumularán materiales en pendientes y bordes de excavaciones o laderas que puedan alterar su equilibrio de estabilidad	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto
Cierre	Vegetación, flora y fauna terrestres	Áreas explotadas	Luego de la conformación del sitio	Mitigativa	Revegetación rápida tras los movimientos finales de tierra en cada zona	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto

Apertura	Suelo. Aguas superficiales y subterráneas. Vegetación, flora y fauna terrestres	Áreas a explotar	Durante el desbroce	Preventiva	Solamente se desmontará el área estrictamente necesaria, de acuerdo al Plan, así como los caminos de acceso y áreas necesarias por razones de seguridad	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto
Apertura	Suelo. Aguas superficiales y subterráneas. Vegetación, flora y fauna terrestres	Áreas a explotar		Preventiva	El uso de maquinaria para desmonte solo se aplicará cuando haya que derribar árboles cuyo tronco a un metro de la base sea mayor a 20 cm. En caso contrario se realizará a mano	Dirección de Minas	Contemplado en Proyecto

Otro aspecto importante a tener en cuenta son el uso de los medios de protección individual de los trabajadores, según se recoge en la Resolución 158/2014 del Ministerio de Energía y Minas.

Los medios protectores para cada parte del cuerpo y sus características que deben cumplir se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Relación entre el trabajador y los medios que debe usar para su protección

Lugar del cuerpo	Medio Protector	Requisitos que debe cumplir el medio protector
Cabeza	Cascos protectores para reducir el impacto de los objetos que caigan de alturas más o menos elevadas.	Resistentes a impactos, al fuego, a la humedad, peso ligero, aislamiento de la electricidad.
Oídos	Tapones de oídos, orejera o casco protector contra ruido.	Que atenúen el sonido, que tengan confort y durabilidad, que no tengan impactos nocivos sobre la piel, que conserven la palabra clara y que sean de fácil manejo.
Manos y brazos	Guantes, almohadillas, protectores de brazos, mangas y protectores de dedos.	Que estén reforzados para proteger al trabajador contra llamas, calor y cortaduras. En caso de existir, de ácidos, grasas y gasolina.
Tórax	Delantales de piel, de goma sintética y para ácidos.	Deben proteger al trabajador contra chispas, cortaduras pequeñas y protección contra agua y tierra.
Pies y piernas	Botas corte alto, tobilleras, polainas, almohadillas.	Casquillos de acero para los pies, anti conductivos, anti chispas y deben resistir las descargas eléctricas.
Vía respiratoria	Respiradores con filtro para polvo, máscara con filtro para gases, respiradores con línea de aire, máscara con puente de oxígeno.	Deben estar acordes con el elemento contaminante y el puesto de trabajo. No deben ser objetos que impidan que el trabajador realice sus actividades.

## CONCLUSIONES

1. El proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur producirá impactos negativos significativos sobre el medio ambiente que pueden ser atenuados con la aplicación de las medidas de mitigación y prevención elaboradas.
2. La zona del yacimiento se destaca por sus valores naturales para la conservación de los ecosistemas e incluye una porción del Parque Nacional Alejandro de Humboldt que constituye el área protegida más importante de Cuba por su biodiversidad.
3. La descripción del proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur reveló siete acciones del proceso minero susceptibles de producir impactos ambientales.
4. En la valuación de los principales impactos que afectan la cuenca del río Arroyón se obtuvo: uno impacto positivo de categoría II (alto) y dos impactos negativos de categoría II y III (alto y moderado). Identificar, caracterizar y evaluar los impactos ambientales que produce el proyecto de explotación.
5. Las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección de los impactos negativos elaboradas permitirán minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente del proyecto de explotación del yacimiento Camarioca Sur.

## RECOMENDACIONES

- Continuar las investigaciones para el control de las manifestaciones de impacto y la efectividad de las medidas propuestas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Academia de Ciencias de Cuba (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Instituto Geográfico. Nacional. España, Madrid.
2. Aguilera I. y M. Ulloa (2003). Evaluación de Impacto Ambiental del Yacimiento Rio Nibujon, Tesis al Máster en Medio Ambiente. Instituto Superior Minero de Moa, Cuba.
3. Avila L. (2011): Diagnóstico ambiental para la identificación y evaluación de los impactos ambientales en el "Varadero Golf Club".
4. Álvarez et al. (1990): Diagnóstico y pronóstico de la contaminación atmosférica en la región de Moa. INSMET
5. Beder, S. (2011): La Valoración de Impacto medioambiental. <http://www.uow.edu.au/~sharonb/eis2.html>. It is a snapshot of the page as it appeared on 25 Nov 2011 10:17:12 GMT.
6. Bennet, H.H., R.V., Allison (1966): Los Suelos de Cuba. Ed. Revolucionaria, La Habana, 375 pp.
7. BIOECO (2001): Diversidad Biológica de los macizos montañosos Nipe-Sagua-Baracoa y Sierra Maestra. En Desarrollo Sostenible de la Montaña. 640 p.
8. Canet, G. (1960): Minerales metálicos de Cuba. Rev. Geográfica 3: 37 - 54.
9. Canter, L.W. (1998). Manual de Evaluación Ambiental. Mc Graw-Hill/Interamerica de España S.A.V., Madrid, 841 pag.
10. CENAI. Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (2006). Potencialidades sismogeneradoras de la región minera de Holguín"
11. CITMA (1997) Ley No.81 de Medio Ambiente.
12. CICA (2001). Guía Metodológica para la realización de la Solicitud de Licencia Ambiental y los estudios de Impacto ambiental. La Habana.
13. CITMA (2009) Resolución 132. Reglamento para la realización de los Estudios de Impacto Ambiental.

14. De la Cruz, J. (1989): Regionalización faunística y Comunidades faunísticas terrestres. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Ed. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid. Sección Fauna, cuadernillo XI.1.2, mapa 3.
15. DILEK, Y. (2003): Ophiolite concept and its evolution. Geol. Sci. Of America, Special Paper 373, 1-16.
16. Espinoza G. (2001): Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago, Chile.
17. - (2007) Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile 288pag
18. DEMA (2015). Estudios medio ambientales del yacimiento Camarioca Sur. GEOCUBA.
19. Hernández T. (2003) Estudio de Impacto Ambiental del yacimiento Punta Gorda. Tesis en opción al título de Máster en Medio Ambiente. Instituto Superior Minero y Metalúrgico de Moa. Cuba.
20. Hernández N. et al. (2013). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantánamo, Cuba. Revista Minería y Geología.
21. IGP. Instituto de Geodesia y Paleontología 2009). Valoración de la amenaza sísmica en la región minera del noreste de Holguín.
22. Mandela, D. CH: (2010). Influencias de la pluviometría sobre la humedad natural de los suelos. Caso de estudio Área de la Planta FERONIQUEL S.A. de Moa. (Trabajo de Diploma).
23. Martín, E. y L. Lazo (1994): Impacto de la Industria Cubana del Níquel al Medio Ambiente del Territorio. Unión del Níquel, Dirección de Tecnología. Centro de Información y Superación de la Unión del Níquel (CIS).
24. Milían. E. (2006) Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental para yacimientos Polimetálicos explotados a cielo abierto. Tesis en opción al título de Máster en Minería. Instituto Superior Minero y Metalúrgico de Moa. Cuba.

25. Montes de Oca, A.; Ulloa, M. (2012): Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción "Los Guaos" en Santiago de Cuba. VI Taller Regional sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. ISBN 978-959-16-1696-1.
26. NC 23: 1999. Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales.
27. OITG (1991): Seguridad y salud en minas a cielo abierto. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo. 102 pp.
28. OLIVA G. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía, ACC, 1989.
29. Parra J. 2004. Estudio de Impacto Ambiental de la Cantera Los Guaos. Tesis en opción al título de Máster en Medio Ambiente. Instituto Superior Minero y Metalúrgico de Moa, Cuba.
30. Pastor, P. (1994): La evaluación de impacto ambiental. Conceptos y estudios a realizar. En: Master en Evaluación de Impacto Ambiental, Ed. Instituto de Investigaciones Ecológicas de Málaga, Málaga, 121-223 pp.
31. Peroti A. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental del Yacimiento Cañada Honda. Tesis opcional al título de Máster en Medio Ambiente. Instituto Superior Minero y Metalúrgico de Moa, Cuba.
32. Rodríguez R. (2000) Importancia del análisis del medio socioeconómico en el Estudio del Impacto Ambiental, Universidad de Holguín.
33. Reyes. O. J. (2012): Clasificación de la vegetación de la región oriental de Cuba. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO)
34. Ramírez, Y. (2016): Estudio Geoambiental del depósito de la UB Mina de la empresa comandante Ernesto Che Guevara. Tesis de maestría, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
35. Soto, A. (1988): Influencia sobre el Medio Ambiente de la actividad minera en el yacimiento Moa. Tesis de Diploma, Facultad de Geografía, UH. (Documento Inédito), 62 pp.

36. Ulloa M. (2013). Metodologías de Evaluación de Impctos. Curso de posgrado Maestría Geología. ISMM.
37. USEPA (1993): Principios de Evaluación de Impacto Ambiental. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos/Comisión Nacional del Medio Ambiente. Alfabetá Impresores. Santiago, Chile.

## ANEXO 1



Trocha de la etapa de exploración Foto. G. Begué-Quiala, 2015



Extracción de madera autorizada. Foto: R. Mallea, 2016

## ANEXO 2

Relación de especies pioneras y colonizadoras primarias observadas en Camarioca Sur

Familias botánicas	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Grado de presencia
Acanthaceae	<i>Oploniamoana</i>	Oplonia	Local	Raro
	<i>Oploniacubensis</i>	Oplonia	Regional	Común
Acuifoliceae	<i>Ilexmacfadyeni</i>	Acebo cubano	Pancubano	Común
Apocinaceae	<i>Neobracciaekmanii</i>		Regional	Común
	<i>Neobracciavalenzuelana</i>		Regional	Común
Bignoniaceae	<i>Jacaranda arbórea</i>	Abey de Monte	Regional	Abundante
Cyrillaceae	<i>Cyrrillanipensis</i>	Barril	Regional	Abundante
Phylanthaceae	<i>Phylanthussp</i>		Regional	Abundante
Pinaceae	<i>Pinus cubensis</i>	Pino de Mayarí	Regional	Abundante
Rubiaceae	<i>Acrosinanthusmonticola</i>	Jaragua	Regional	Abundante
	<i>Schmidtotiasessilifolia</i>		Regional	Común
Theaceae	<i>Bonnetiacubensis</i>	Manguillo	Regional	Abundante

## ANEXO 3



Guettarda



Caesalpinia nipensis



Coccoloba shaferrii



Fotos tomadas del Nuvo Atlas Geológico de la República de Cuba (1989)