



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MASTER EN GEOLOGÍA
MENCIÓN GEOLOGÍA AMBIENTAL
TÍTULO: ESTUDIO GEOAMBIENTAL DEL DEPOSITO DE LA U.B.MINA DE LA
EMPRESA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA
MAESTRÍA GEOLOGÍA



AUTORA: Ing. Yanet Ramírez Urgellés

Año 56 de la Revolución

Moa / 2016



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MASTER EN GEOLOGÍA
MENTIÓN GEOLOGÍA AMBIENTAL
TÍTULO: ESTUDIO GEOAMBIENTAL DEL DEPOSITO DE LA U.B.MINA DE LA
EMPRESA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA
MAESTRÍA GEOLOGÍA



AUTORA: Ing. Yanet Ramírez Urgellés
TUTORES: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés
MsC. A. Beatriz Riverón
Año 56 de la Revolución
Moa / 2016

PENSAMIENTO

“Hablamos sobre los recursos naturales como si todo tuviera una etiqueta con el precio. Pero no podemos comprar los valores espirituales en una tienda. Las cosas que estimulan nuestro espíritu son intangibles: los viejos bosques, un río claro, el vuelo de un águila, el aullido de un lobo, el espacio y el silencio sin ruido de motores. Esos son los valores que las personas buscan y que todos necesitan.”

Anónimo

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que soy autor(a) de este trabajo de tesis y que autorizo al Instituto Superior Minero Metalúrgico, a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: _____



Yanet Ramírez Urgellés
"[Inserte email del Autor]"

Yanet Ramírez Urgellés autoriza la divulgación del presente trabajo de maestría bajo licencia Creative Commons de tipo **Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada**, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

Yanet Ramírez Urgellés autoriza al departamento de Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa a distribuir el presente trabajo de tesis en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de materiales didácticos disponible en:

Yanet Ramírez Urgellés autoriza al departamento de Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa a distribuir el presente trabajo de tesis en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en la biblioteca digital de la UPR disponible en: <http://bibliotecadigital.ismm.edu.cu>

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser fiel en todo momento y por darme la fortaleza necesaria para llegar hasta el final.

A Mayda Ulloa y a todos los profesores que de una manera u otra me exhortaron a que no me rindiera hasta llegar a la meta, y por su ayuda incondicional les estoy muy agradecida.

A mi esposo, mi niña, mis padres, familiares, amistades y compañeros de trabajo que me alentaron y apoyaron en todo momento.

A mis hermanos que tanto me apoyaron en oración, y se preocupaban por mí al no verme cerca de ellos.

Yanet Ramírez Urgellés

DEDICATORIA

A quien amo mucho: mi niña Yuliet, en quien pensé todo el tiempo y sentí fuerzas con cada beso y sonrisa que brotó de ella aún en aquellos momentos de mucha tensión.

Yanet Ramírez Urgellés

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general elaborar un estudio geoambiental en el depósito de la Mina en la Empresa Comandante Ernesto "Che" Guevara para determinar los impactos ambientales que produce y proponer un sistema de medidas para minimizar sus efectos negativos. Se desarrollaron etapas metodológicas comprendidas por: observación de campo, caracterización del área de estudio, toma de muestras, procesamiento de la información, la evaluación del impacto ambiental a través del método de los criterios relevantes integrados (CRI) el cual incluye la propuesta de medidas mitigantes y correctivas a los factores del medio afectados. Se determinó que el muestreo, abasto, remonte y formación de pilas, así como la evacuación son las acciones generadoras de mayor impacto. Los componentes más afectados según el método aplicado fueron los correspondientes al medio biológico en sus factores flora y fauna con un valor de impacto ambiental de 9 y 8.9, con una probabilidad de ocurrencia muy alta, mientras que para el medio socio-económico en su factor económico el valor del impacto ambiental fue de 9 con una probabilidad de ocurrencia muy alta, estableciéndose medidas correctivas y mitigantes. Finalmente se recomienda elaborar un programa de educación ambiental para el personal de la Unidad Básica de la Mina con acciones específicas para los trabajadores del Depósito de Secado solar.

PALABRAS CLAVES:

Depósitos de mineral, Estudio geoambiental, Evaluación de impacto, Criterios Relevantes Integrados.

ABSTRACT

The present work is focused in developing a geo-environmental study in the ore deposit of company Comandante Ernesto Che Guevara's mine, in order to determine the environmental impacts produced by it and for proposing an action system to minimize its negative effects. The methodological stages developed were the following: field observation, characterization of the studied area, taking samples, information processing, the evaluation of the environmental impact through the relevant integrated criteria method (RIC) which includes the proposal of mitigating and corrective actions for the affected areas. It was determined that sampling, provisioning, remount and the formation of piles same that evacuation are the bigger generators of impact. The most affected components according to the applied methodology were the correspondents to the biological midway in its factor flora and fauna with a value of environmental impact of 9 and 8.9, with a very high probability of occurrence, while for the socioeconomic midway in its economic factor the value of the environmental impact was 9 with a very high probability occurrence, establishing corrective and mitigating actions for each one. Finally is recommended to develop a program of environmental education for the personnel of the U.B.Mina, with specific measures for the workers of the Solar Drying Deposit.

KEY WORDS:

Ore deposit, geo-environmental study, impact assessment, Relevant Integrated Criteria.

INDICE

RESUMEN	VII
ABSTRAC	VIII
INDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Antecedentes de la investigacion	4
1.2. Análisis de los métodos de evaluación de impacto ambiental	7
1.3. Regulaciones legales vigentes	9
CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO	16
2.1. Métodos de la investigación científica	16
2.2. Etapas metodológicas de la investigación	17
2.3 Desarrollo de las fases metodológicas	18
2.4. Procesamiento de la información	35
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	43
3.1. Resultados químicos del muestreo	43
3.2. Identificación de los impactos	44
3.3. Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado	65
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Etapas metodológicas	17
Figura 2.2 Mapa de los depósitos.	20
Figura 2.3 Mapa Base.	22
Figura 2.4 Mapa topográfico actual.	22
Figura 2.5 Acumulación de las aguas pluviales.	23
Figura 2.6 y 2.7 Presencia de actividad biótica en áreas aledañas (zona sur).	24
Figura 2.8 y 2.9 GPS Portátil y Equipo para determinar material particulado.	33
Figura 2.10 Determinación In situ de Polvo.	34
Figura 2.11 Sonómetro utilizado en las mediciones de ruido ambiental.	35
Figura 2.12 Ubicación de los puntos de medición de calidad del agua, aire y sedimento.	36
Figura 2.13 Diagrama del VIA	40
Figura 3.1 y 3.2 Grandes espesores de lodo frente a la caseta de muestreo.	48
Figura 3.3 Aguas superficiales provenientes de escorrentías.	51
Figura 3.4 y 3.5 Desprendimientos y deslizamientos en las laderas y taludes que bordean las plazoletas.	53
Figura 3.6 y 3.7 Arrastre y acumulación de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas.	56
Figura 3.8 y 3.9 Modificaciones del paisaje.	58
Figura 3.10 y 3.11 Depresiones provocadas por la mala operación de los operadores de los cargadores y retroexcavadoras al minar.	58
Figura 3.12 Plazoletas desérticas por la actividad minera.	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Nombre: Principales métodos para la evaluación de impactos ambientales.	7
Tabla 2.1. Nombre: Puntos de muestreo de calidad del aire, el agua y los sedimentos.	37
Tabla 2.2. Nombre: Escala de clasificación de impactos.	40
Tabla 2.3. Nombre: Criterios de evaluación y peso asignado.	41
Tabla 2.4. Nombre: Jerarquización de impactos.	42
Tabla 3.1. Nombre: Resumen de las determinaciones de laboratorio de los puntos del muestreo de aguas superficiales y subterráneas.	68
Tabla 3.2. Nombre: Resultados de las determinaciones de calidad del aire (polvo y ruido).	45
Tabla 3.3. Nombre: Impactos de Ambientes.	46
Tabla 3.4. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el aire	49
Tabla 3.5. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el suelo.	51
Tabla 3.6. Nombre: Jerarquización del impacto sobre las aguas superficiales	53
Tabla 3.7. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el paisaje	55
Tabla 3.8. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el suelo.	57
Tabla 3.9. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el relieve	59
Tabla 3.10. Nombre: Jerarquización del impacto sobre la flora.	60
Tabla 3.11. Nombre: Jerarquización del impacto sobre la fauna.	61
Tabla 3.12. Salarios y plantilla en Depósito.	62
Tabla 3.13. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el medio social.	63
Tabla 3.14. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el medio económico.	64
Tabla 3.15. Nombre: Jerarquización del impacto sobre el medio económico.	65

INTRODUCCIÓN

Los recursos minerales conforman un elemento fundamental en la sociedad, puesto que brindan muchos elementos beneficiosos y traen mejora para el modo de vida al hombre, y tienen gran importancia, debido a que traen consigo adelantos económicos, aportando así al desarrollo del país. A partir de la extracción de los mismos, la minería juega un papel importante en la actualidad.

En la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara (ECECG) se desarrolla la minería a cielo abierto y para un mayor logro de su proceso metalúrgico, se emplea la tecnología de secado solar y aireo en depósitos mineros a la intemperie en los campos mineros de la Unidad Básica Mina, considerando un gradiente de secado solar aceptable de la humedad de entrada del mineral, que contribuye a la disminución del consumo de petróleo al año.

Estos depósitos se usan para el almacenamiento, homogeneización y la reducción de la humedad del mineral, que se alimenta a la Planta. Están ubicados a unos 500 m del punto de recepción de mineral de la fábrica.

Los depósitos están conformados y operados por bulldozers y cargadores que descargan el material procedente de los frentes en pilas previamente diseñadas por rangos de calidad, en dependencia de los frentes en operación. Los depósitos operan tantas pilas como demande el cumplimiento de los requerimientos para los cuales fueron creados en cuanto a la calidad del componente útil que se envía para la fábrica y la disminución del % de humedad.

La tecnología de secado solar en pilas a la intemperie forma parte del Proyecto de Secado Solar incluido en el Sistema Integral de Preparación de Mineral (SIPREMI) desarrollado por investigadores del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) entre 1994 y 2005 y perfeccionado sobre el sistema de plazoletas desde 2007 en la ECECG.

Las operaciones y procesos que componen este sistema 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 (Terry, Rodríguez, et. al., 2014). Estas razones, unido a que hasta la fecha no se ha realizado un estudio específico en el depósito de minerales, que identifique, caracterice y evalúe los impactos ambientales que produce la etapa de operación del mismo, justifica la realización de esta investigación.

Los factores que se encuentran afectados en esta área son el subsuelo, las características geotécnicas, las geoformas, la flora, la fauna, las aguas superficiales y subterráneas, siendo estos aspectos importantes para la caracterización geoambiental del depósito de minerales.

Sobre esta base, el **problema** que aborda la investigación, es la necesidad de elaborar un estudio geoambiental para determinar los efectos que produce la operación del depósito de la Mina de la ECECG.

El objeto de la investigación son los estudios geoambientales y el **campo de acción** el depósito de la Mina de la ECECG.

El Objetivo general de la investigación es elaborar un estudio geoambiental en el depósito de la Mina en la ECECG para determinar los impactos ambientales que produce y proponer un sistema de medidas para minimizar sus efectos negativos.

A partir del objetivo general, se establecen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Caracterizar el depósito de secado solar del mineral como productor de impactos.
2. Analizar y seleccionar la metodología de evaluación de impactos a utilizar en la investigación.
3. Identificar los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.
4. Identificar, caracterizar y evaluar los impactos que genera el depósito de minerales

5. Elaborar un plan de medidas para mitigar los efectos negativos provocados por las operaciones en el depósito.

La investigación se sustenta en la siguiente **hipótesis**: Si se caracteriza el depósito del secado solar como productor de impactos, se selecciona la metodología aplicar, se identifican los factores ambientales susceptibles de recibirlos, se pueden evaluar los impactos ambientales que produce y elaborar un sistema de medidas para minimizar sus efectos negativos.

La investigación posee valor teórico, metodológico y socio-ambiental.

El valor teórico se manifiesta en la utilización de la metodología de Criterios Relevantes Integrados, para la evaluación de los impactos ambientales, por primera vez en el Depósito.

Su aporte metodológico consiste en su posible aplicación en depósitos de otros yacimientos con características similares.

Se corresponde con la determinación, valoración de los impactos y la elaboración de medidas para corregirlos que redundarán en el mejoramiento de los estándares ambientales de la ECECG, la calidad ambiental de los trabajadores y la población del municipio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo comprende la sustentación teórica de la investigación. En el mismo la investigadora realiza una revisión y análisis de los trabajos desarrollados por autores dentro del área de estudio, así como antecedentes de otras investigaciones referentes al tema investigado.

1.1. Antecedentes de la investigación

Con el objetivo de ofrecer criterios ambientales adecuados y actuales por medio de los cuales se puedan identificar las regulaciones existentes en cuanto a los impactos ambientales y los que pueden producirse debido a las actividades de extracción y almacenamiento de minerales, se revisaron normas ambientales, la legislación vigente en Cuba y otras fuentes bibliográficas relacionadas con el tema.

- **Sobre depósitos con el secado solar**

Según Estenoz (2013), el secado solar de minerales lateríticos comenzó casi de forma simultánea, en las Filipinas y en Nueva Caledonia, entre 1975 y 1976, después de la crisis energética mundial del año 1974. Posteriormente lo implementaron varias empresas de otros países, como Australia y Brasil. En la industria cubana del níquel los primeros trabajos se desarrollaron en la última década del siglo pasado, en el Centro de Investigaciones del Níquel, con resultados muy favorables. Así surgieron las primeras invenciones y patentes para el secado solar y la homogeneización de minerales lateríticos en depósitos mineros. Ya en el año 2003 se efectuaron pruebas con 1700 toneladas de lateritas a escala semi-industrial, Como resultado al año siguiente se efectuó una gran corrida a escala industrial en la Empresa Comandante ECG, en la cual se alimentaron 40140 toneladas de mineral teniendo como resultado más sobresaliente el ahorro de 255 toneladas de petróleo durante los días en que se proceso mineral secado al Sol.

Se conoce de prácticas internacionales que el manejo reiterado y recurrido de los minerales en depósitos de secado solar de menas lateríticas, influye de manera positiva, mejorando así su calidad para ser tratado en los procesos metalúrgicos. En países o regiones tales como Filipinas, Nueva Caledonia, Australia, Brasil, etc. se secan y se les reduce la humedad con el secado solar o natural a menas lateríticas, logrando reducir de 4-14% la humedad inicial (Corvalan,1992; Fernández, 1989;

Fernández, 1992; Grupo de Secado Solar, 2004-2009; ISES, 2005; Restrepo y Burbano, 2005).

La refinería de Yabulu de Quesean Ni en Australia, recibe 3,75 millones de toneladas anuales de mineral procedente de 16 minas ubicadas en tres países, el cual es transportado y depositado, para luego conformar los montones horizontales donde logran reducir la humedad de 35 a 28% y preparar una homogeneidad de salida superior al 90% (Estenoz, Pérez y Ramírez, 2004).

La Empresa Río Tuba Co en las Filipinas trasiega en los depósitos de secado solar unos 2.9 millones de toneladas de mineral para reducir la humedad de entrega en un 14% y elevar los niveles de homogeneidad del mineral hasta 88-91% (Estenoz, Espinosa y Pérez, 2003).

La Empresa Tocantín S.A. del Brasil maneja unos 3,2 millones de toneladas de minerales en depósitos mineros de secado solar para reducir la humedad del mineral en 5% y elevar la homogeneización de los flujos de salida de las minas a 75-78 % (Estenoz, Pérez y Espinosa, 2004).

En Cuba se han realizado investigaciones y comprobaciones a nivel semindustrial (Estenoz, Rondón y Eulalia, 1997; Estenoz, 1999; Estenoz, Pérez y Rondón, 1999; Estenoz, Pérez y Rondón, 1999; Estenoz, Pérez y Ramírez, 2003E; Estenoz, Pérez y Ramírez, 2004) e industrial (Estenoz, Pérez y Espinosa, 2004; Estenoz, Pérez y Ramírez, 2004; Estenoz y Pérez, 2004; Estenoz, 2005; Estenoz, 2006) cuyos resultados demostraron la factibilidad de aprovechar la energía solar para favorecer las condiciones de estabilidad del mineral de alimentación, obtener ahorros energéticos y mayor eficiencia en los procesos metalúrgicos.

- **Sobre estudios geoambientales**

La Guía No 2 de la Serie Ambiente y Ordenamiento Territorial del Ministerio de ambiente de Colombia (2010) define los estudios geoambientales como los que contienen los elementos, informaciones, datos y recomendaciones que se requieren para describir y caracterizar el medio físico, social y económico del lugar o región de las obras y trabajos de explotación minera; los impactos de dichas obras y trabajos con su correspondiente evaluación; los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de esos impactos; las medidas específicas que se aplicarán para el abandono y cierre de los frentes de trabajo y su plan de manejo.

En la literatura internacional se recogen diversos trabajos referente a la temática estudiada, que establecen como tendencia, estructura y contenidos equivalentes y que seleccionan metodologías de valoración de impacto tomando en cuenta el nivel de profundidad de los estudios y sobre todo las particularidades propias de cada proyecto.

En Cuba, como parte de la Maestría de Geología del ISMM de Moa se han realizado numerosas investigaciones que han abordado estudios geambientales para diferentes yacimientos y proyectos con distintos objetivos científicos, entre las que se destacan autores como: Hernández (2003) y Ulloa (2014), en la industria del níquel, Espinosa (2003) y Perotti (2003) para materiales de construcción y Vélchez (2014) relacionado con la industria petrolera.

En línea general, estos trabajos se estructuran de forma similar, pero difieren en el empleo de distintas metodologías de evaluación de impacto, en función de las características y objetivos ambientales de sus investigaciones.

En el depósito de minerales de la Mina de la ECECG, desde el punto de vista geambiental, no se han realizado investigaciones integrales destinadas a la determinación de los efectos que produce su fase de operación.

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del níquel (Ceproníquel) en el año 2013, elaboró un estudio para identificar las acciones e impactos ambientales que se desencadenaron a partir de la puesta en marcha del proyecto de Secado Solar, concluyendo que las mayores afectaciones se presentaron en las fases de construcción y operación. A partir de ello, establecieron un plan de medidas de prevención y control para la fase de construcción, operación y cierre del proyecto.

Este trabajo no establece con exactitud las acciones del proyecto y los componentes ambientales afectados, tampoco identifica y valora cuantitativamente los impactos que se producen en la etapa de operación que es la que se desarrolla en la actualidad y la de mayor duración.

Otras investigaciones parciales se han realizado por Inversiones GAMMA SA en el 2010 relacionadas con el área de estudio, para la realización del análisis químico a la determinación de las emisiones de polvo y de los niveles de ruido emitidos a la atmósfera en el yacimiento de Punta Gorda.

1.2. Análisis de los métodos de evaluación de impacto ambiental

Existe una amplia variedad de métodos que permiten realizar la evaluación de impacto ambiental de una determinada área o actividad.

A continuación se muestran en la Tabla 1.1 un resumen de los principales métodos para la evaluación de impactos ambientales.

Tabla 1.1 Principales métodos para la evaluación de impactos ambientales.

Métodos
1.- Reuniones de expertos. Solamente a considerar cuando se trata de estudiar un impacto muy concreto y circunscrito. Si no ocurre así, no se puede pretender ni rapidez ni exhaustividad, a causa de los cruces interdisciplinarios. El método Delphi ha sido de gran utilidad en estos casos.
2.-Lista de Chequeo “checklists”. Son listas exhaustivas que permiten identificar rápidamente los impactos. Existen las puramente “indicativas”, y las “cuantitativas”, que utilizan estándares para la definición de los principales impactos (por ejemplo contaminación del aire según el número de viviendas).
3.- Matrices simples de causa-efecto. Son matrices limitadas a relacionar la variable ambiental afectada y la acción humana que la provoca.
4.- Grafos y diagramas de flujo. Tratan de determinar las cadenas de impactos primarios y secundarios con todas las interacciones existentes y sirven para definir tipos de impactos esperados.
5.- Cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay). Se construyen una serie de mapas representando las características ambientales que se consideren influyentes. Los mapas de síntesis permiten definir las aptitudes o capacidades del suelo ante los distintos usos, los niveles de protección y las restricciones al desarrollo de cada zona.
6.-Redes. Son diagramas de flujo ampliados a los impactos primarios, secundarios y terciarios.
7.- Sistemas de Información Geográficos. Son paquetes computacionales muy elaborados, que se apoyan en la definición de sistemas. No permiten la

identificación de impactos, que necesariamente deben estar integrados en el modelo, sino que tratan de evaluar la importancia de ellos.

8.-Matrices. Consisten en tablas de doble entrada, con las características y elementos ambientales y con las acciones previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. La matriz de Leopold es un buen ejemplo de este método. En matrices más complejas pueden deducirse los encadenamientos entre efectos primarios y secundarios, por ejemplo.

9.-Criterios relevantes integrados. El método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de probabilidad , intensidad, duración, extensión y reversibilidad del efecto , para obtener un valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos

Fuente: Espinoza, (2001) Modificada Vílchez, (2014)

La selección del método apropiado a utilizar es un elemento importante en los resultados de la evaluación. No es posible establecer una formula única para elegir un método en particular en una evaluación de impacto ambiental, debido a que ningún método por sí solo puede ser utilizado para satisfacer la gran variedad y tipos de actividades que intervienen en un estudio de impacto ambiental, la clave está en seleccionar adecuadamente el método más apropiado de acuerdo a las necesidades de cada estudio.

La utilización de métodos ya seleccionados para identificar las modificaciones en el medio, es una tarea relativamente fácil. Pero otra cosa es la calificación de esas modificaciones: todos los aspectos y parámetros pueden medirse; la dificultad está en valorarlos.

La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aún cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada.

Para seleccionar un método de evaluación de impacto debe partirse de visitar el sitio, reconocer su entorno, identificar las variables ambientales afectadas por la

actividad, fijarse en el proceso productivo, hablar con los responsables de la explotación, con personas del entorno afectadas y con grupos ambientalistas (u otros) si los hubiese. Posteriormente deben analizarse las ventajas y desventajas de cada método en relación con las características de la investigación.

1.3. Regulaciones legales vigentes

Las principales regulaciones relacionadas con la actividad minera y la protección del medio ambiente son en Cuba, la Ley No 76 de Minas, la Ley No 81 del Medio Ambiente 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 interrelación 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.

En 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

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.

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.

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):
 - o Industria
 - o Petróleo
 - o Minería
 - o Obras hidráulicas
 - o Turismo
 - o Aeropuertos
 - o Viales
 - o Agrícola
 - o Pecuaria
 - o 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.

- **Normas cubanas**

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.23:99. Franja forestal de las Zonas de Protección a Embalses y Cauces Fluviales.

NC 26:2007. Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios.

NC.31:99. Calidad del Suelo. Requisitos para la Protección de la Capa Fértil del Suelo al realizar trabajos de Movimiento de Tierra.

NC 39:99. Calidad de aire. Requisitos higiénico sanitario (antes NC 93 – 02 – 202 – 1987) cambiado por número y título por Enmienda (obligatoria).

NC 111:02. Calidad del aire. Reglas para la vigilancia de la calidad del aire en asentamientos humanos.

NC 133:02. Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento. Recolección. Transportación. Requisitos higiénico sanitarios y ambientales.

CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se procede a explicar la metodología que se utilizó para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos que se producen al medio ambiente producto de la acción minera en los Depósitos de mena donde se aplica el Secado Solar.

2.1. Métodos de la investigación científica

En la Investigación se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica, entre los que se destacan los siguientes:

Dentro de los métodos empíricos:

- Observación: para de manera consciente y planificada, percibir visualmente los impactos en el Depósito de mena.
- Entrevistas: a técnicos y trabajadores del depósito para identificar los conocimientos que tienen en lo relativo a la importancia de protegerse de los impactos causados por la minería y mediante la identificación de estos, contribuir a la disminución de sus efectos negativos.
- Consulta a expertos: Por su aporte en el dominio en la materia objeto de estudio y en el desarrollo de la metodología para la identificación, caracterización, valoración y evaluación de los impactos producto de la minería.

Y de los métodos teóricos:

- Histórico- lógico: Permitirán estudiar y valorar la situación ambiental que ha caracterizado la actividad antes y durante el transcurso de la investigación y establecer de forma lógica y coherente los fundamentos teóricos del proceso objeto de estudio.
- El hipotético-deductivo: Para la formulación y verificación de la hipótesis.
- Análisis- síntesis: Para identificar los impactos ambientales y establecer las causas de ellos y aplicar la metodología para su estudio.
- Inducción-deducción: Se empleará para interpretar los resultados obtenidos de la evaluación de impactos y establecer las medidas dirigidas a minimizar y corregir los impactos negativos provocados al medio.

2.2. Etapas metodológicas de la investigación

Las etapas metodológicas de la investigación conllevan a un trabajo de forma lógica, logrando mostrar la estrategia a seguir durante el estudio ambiental. Las etapas del trabajo se muestran en la Figura 2.1.



Figura 2.1. Etapas metodológicas de la investigación

Etapa 1: Preliminar

El objetivo de esta etapa es definir el área de estudio y las características del proyecto.

Se formula el problema, objetivos, la hipótesis, se eligen los métodos de trabajo y la estrategia a seguir y se realiza la recopilación de la información necesaria para realizar el estudio geoambiental. Esta información permite realizar el análisis y descripción del proyecto, conocer sus características, y propicia la identificación de los factores ambientales más impactados por las acciones antrópicas, que se desarrollan durante la obra.

Etapas 2: Campo

Se realiza la caracterización geoambiental del área de estudio, a partir de la información recopilada y de recorridos en el área (áreas desbrozadas, minadas parcialmente y reforestadas) donde se lleva a cabo diariamente el proyecto de Secado Solar.

En esta etapa son importantes las entrevistas a los técnicos y especialistas de la empresa y a los expertos de los diferentes aspectos del estudio.

Al diagnosticar y evaluar los elementos relacionados con el medio físico natural, se obtiene una perspectiva amplia de los problemas existentes en el depósito.

Etapas 3: Trabajo de Gabinete

Se procesa toda la información obtenida en la etapa de campo, se identifican los impactos, se caracterizan y valoran según la metodología a emplear, y se elaboran las medidas para prevenir, mitigar los impactos negativos.

2.3 Desarrollo de las fases metodológicas**2.3.1. Etapa preliminar**

El área de estudio está situada dentro del yacimiento Punta Gorda y su zona de influencia como se muestra en el Mapa1. Este yacimiento ha sido el más estudiado en la mina, por lo que de este se puede adquirir un gran volumen de información necesaria para la realización de este trabajo (estudios geológicos, ambientales y mineros).

En esta etapa se analizó el depósito y sus características, además de realizarse varios recorridos por el área. Se identificaron las principales acciones, que se desarrollan durante esta etapa de la minería en los depósitos, capaz de producir impactos, para lo cual se emplearon métodos y técnicas de investigación en conformidad al objeto de estudio, tales como, análisis de la información, consulta de experto a través de entrevista, escenarios comparados y consultas públicas a los responsables de la minería y trabajadores del área del depósito.

El proyecto presenta tres etapas (construcción, operación y cierre de la obra), sin embargo, actualmente las acciones están ligadas a todas aquellas actividades que

se realizan dentro de la segunda etapa (operación de la obra), y a la vez están relacionadas con la entrada y salida del mineral a los depósitos.

Las acciones dentro de la Fase de Operación:

- a) El muestreo: es la primera acción que se realiza en la caseta, la cual permite conocer mediante el análisis químico de estas muestras en el CEDINIQ, la calidad del mineral que se incrementa y evacúa a los depósitos.
- b) El abasto: se desarrolla en las plazoletas a medida que los camiones avanzan desde los frentes de minería y van depositando el mineral en forma de hileras alargadas quedando así los viajes bien pegados.
- c) Remoción y formación de pilas: esta acción ocurre cuando la retroexcavadora realiza el remonte del mineral depositado, lo que propicia la separación de todo el material rocoso que pueda estar presente y la homogenización del componente útil, de esta manera finalmente queda conformada la pila.
- d) La evacuación de la mena: corresponde luego de haber sido conformada la pila, con la ayuda de equipos de arranque y carga para enviar en camiones el material minado hasta la tolva donde es separado de todo material rocoso, iniciando allí su preparación para el proceso metalúrgico.

2.3.2. Etapa de Campo

- **Caracterización geoambiental del área de estudio**

El área de estudio se encuentra ubicado dentro del Yacimiento Punta Gorda, el cual se localiza al Este de la Ciudad de Moa en la provincia de Holguín. El yacimiento aparece dentro de los límites del macizo montañoso Moa-Baracoa, ocupando un área de 7.46 Km². Como límites naturales tiene por el Oeste-Noroeste; al río Moa, al Suroeste el río Yagrumaje y al Oeste el arroyo Los Lirios. El Depósito de la UBMina de la Empresa Comandante ECG se encuentra al sur de las instalaciones fabriles, y está limitado en las coordenadas X: 703111-703703 y Y: 220227-220919. (Figura 2.2).

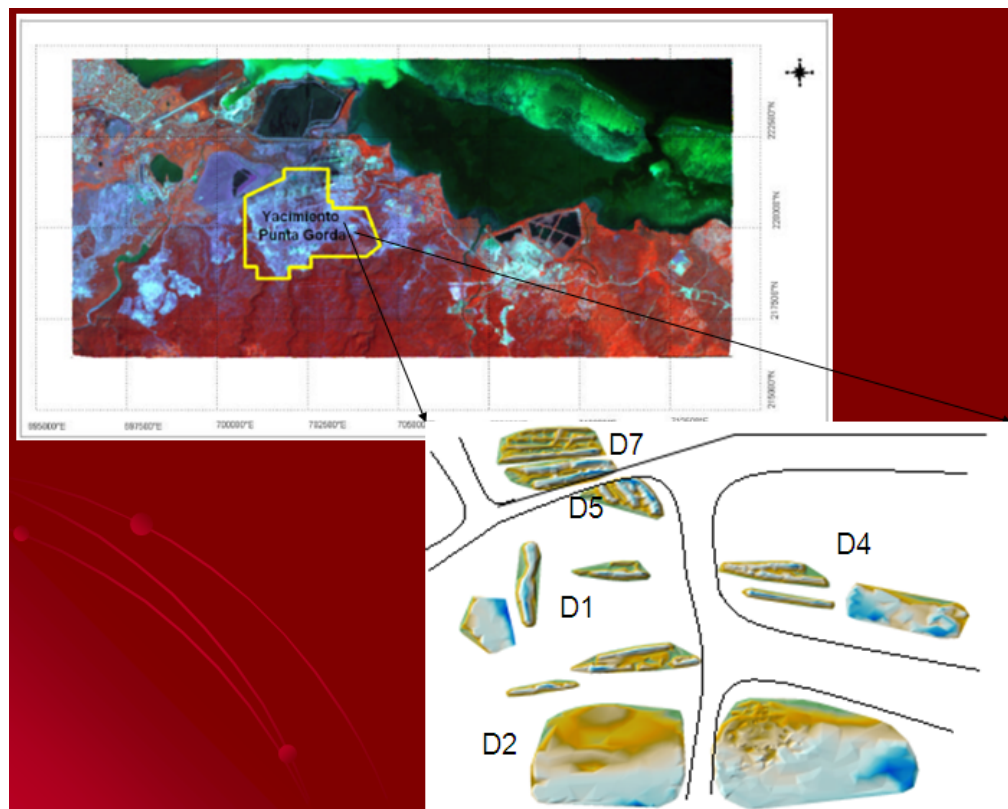


Figura 2.2. Mapa de los depósitos.

- **Características generales del área del Depósito**

El área donde se desarrolla el estudio se encuentra en el yacimiento Punta Gorda de la ECECG. El mismo presentó en sus inicios un relieve moderado, actualmente con inclinación hacia el Norte, con rangos de pendientes variables (Ceproníquel, 2013).

El área es rica en reservas de aguas subterráneas, que han afectado la minería desde el inicio de su explotación; por lo que en el Plan “20 Años de Minería Conjunta” se previó la construcción de canales magistrales para el drenaje que, en la actualidad, aún no han alcanzado una eficiencia adecuada.

El régimen de temperaturas del aire es el típico de zonas costeras de la región tropical, con un valor medio anual superior a 26 °C y temperaturas máximas y mínima absolutas anuales de 36 y 12 °C respectivamente. La temperatura entre 05:30 y 06:30 horas alcanza su valor mínimo absoluto en el mes de enero, a partir de ahí, con la salida del sol la temperatura experimenta una subida típica del calentamiento diurno y su comportamiento es similar a la curva de la insolación, para alcanzar su valor máximo entre las 13:00 y 14:00 horas.

La precipitación media anual en la región de donde se ubicaron las plazoletas, oscila entre 1400-1600mm, con un gradiente en estos rangos hacia las zonas más elevadas.

Los sistemas de drenaje debían evacuar de forma continua toda la lluvia que pudiese producirse en cualquier momento del año, que pueden ser precipitaciones extraordinarias en 24 horas de hasta 1 000 mm.

La humedad relativa del aire oscila de 60% y hasta 90%, pero en extremos llega a 99 y 100%. La evaporación alcanza entre 1 900 y 2 800 mm al año.

Según el estudio de impacto ambiental de la nueva presa de colas, Línea base, la evaluación del viento en la zona durante el periodo nocturno reveló una alta ocurrencia de casos de velocidad del viento inferior a 1 m/s, lo que unido al elevado número de casos de calma registrados en el aeropuerto de Moa al amanecer, indica una alta potencialidad para el estancamiento de contaminantes en la zona durante las noches.

- **Hidrografía**

Según lo reflejado en estudios realizados anteriormente por Martínez (2011), la hidrografía del área está representada de forma general por los ríos Moa (al norte), sus afluentes río Los Lirios (al oeste), arroyo La Vaca (área central) y el río Yagrumaje (al este y sur). La fuente de alimentación principal de estos ríos y arroyos, son las precipitaciones atmosféricas, desembocando las arterias principales en el Océano Atlántico, donde forman deltas cubiertos de sedimentos palustres y vegetación típica de manglar.

La mayor parte del yacimiento está ocupado por la zona de divisorias entre el río Yagrumaje y el arroyo La Vaca, presentando un relieve suavemente ondulado que alcanza una altura de 174 m hacia el sur, disminuyendo su altura hasta 20 m al norte y nordeste. Tratándose de los depósitos en específico, aparece al oeste un pequeño arroyuelo con estrecho cause proveniente de las aguas de escorrentía.

- **Relieve**

El relieve del área antes de iniciarse la explotación del yacimiento, se caracterizaba por un conjunto de elevaciones pre-montañas escalonadas con superficies de aplanación que descendían suavemente en dirección Noroeste (Figura 2.3).

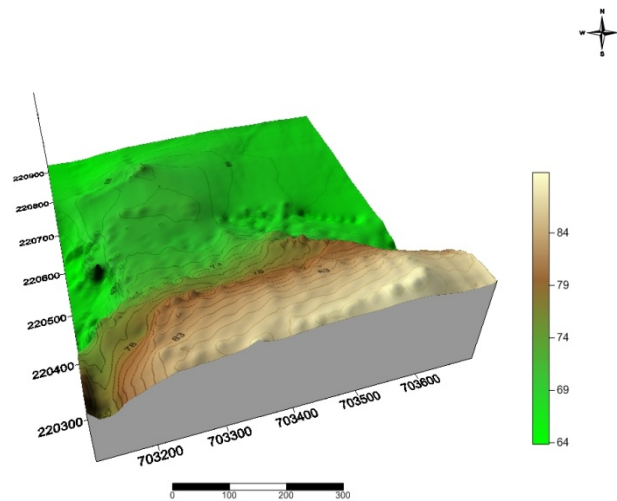


Figura 2.3. Mapa Base

Durante la explotación del yacimiento los frentes de explotación se orientaron en dirección Este – Oeste, generándose taludes con pendientes abruptas y depresiones en esta dirección, que modificaron totalmente el relieve original, interceptando además transversalmente a la red del drenaje superficial natural. Las nuevas pendientes generadas tanto por su magnitud, como por su dirección, provocaron desequilibrios en las formas estables del relieve original, propiciando el desarrollo de los procesos erosivos y notables modificaciones topográficas (Figura 2.4). Con la actividad extractiva fueron creadas varias formas antrópicas positivas y negativas del relieve.

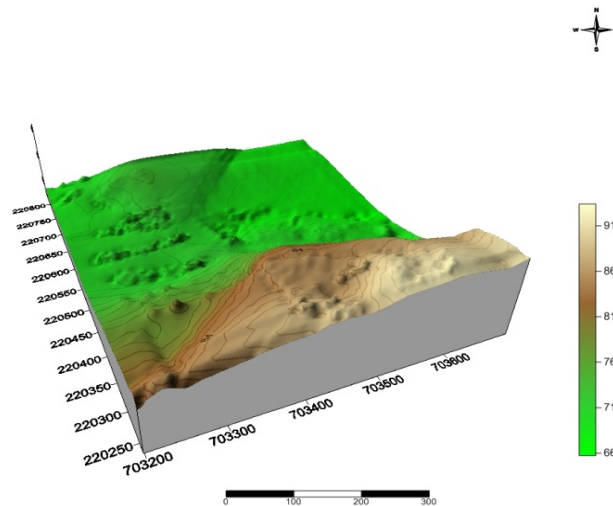


Figura 2.4. Mapa topográfico actual.

- **Aguas terrestres**

Este factor ambiental ha sufrido el impacto de la actividad minera, con transformaciones notables de la red de drenaje superficial original, a la cual se han incorporado los surcos y cárcavas generadas por las alteraciones en la naturaleza de los materiales superficiales y el surgimiento de formas favorables y desfavorables del relieve para su desarrollo. El drenaje superficial se ha deteriorado en la mayoría de las plataformas, aunque se han adoptado medidas correctivas con anterioridad.

Debido a la actividad minera se generan continuamente depresiones donde se acumulan las aguas pluviales como puede apreciarse en la Figura 2.5.



Figura 2.5. Acumulación de las aguas pluviales.

- **Suelo**

Por la cantidad de cárcavas, surcos erosivos y arrastre de sedimentos hacia lugares bajos, la erosión en el área puede evaluarse de intensa o de gran magnitud, siendo este precisamente, como uno de los problemas principales que se observan en el Depósito.

Dentro de los procesos y fenómenos geoambientales que afectan los suelos se presenta la erosión, que no es más que el proceso de desagregación y remoción de partículas del suelo o de fragmentos y partículas de rocas, por la acción combinada de la gravedad y el agua, la erosión eólica y la acción de los organismos (plantas y animales).

En general se distinguen dos formas de enfoque para los procesos erosivos:

- Erosión natural o geológica.
- Erosión artificial o antrópica

Erosión natural se desarrolla en equilibrio con la formación de los suelos, es beneficiosa. En cambio la erosión artificial, es producida por la actividad del hombre. Crea condiciones de desequilibrio que no son fáciles de controlar y van en aumento de año en año.

Las causas conocidas de la erosión son muchas, pero podrían sintetizarse en dos:

- o La destrucción de la estructura superficial natural de los suelos, conformada naturalmente para resistir los golpes de las gotas de lluvia, evitando la separación de sus partículas componentes.
- o La erosión acelerada provocada por la acción del hombre.

- **Flora y Fauna**

La vegetación juega un papel importante, ya que constituye uno de los productores primarios de casi todos los ecosistemas, además de ser estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y la calidad del agua, mantiene microclimas locales, atenúa el ruido, y es el hábitat de varias especies (Hernández, 2003).

En el área, la flora y la fauna fue prácticamente eliminada debido a la explotación minera, solo se encuentran fragmentos de relictos de vegetación seminatural en zonas aledañas, asociada algunas cañadas y a fuertes pendientes (Figura 2.6 y 2.7). De forma similar la fauna asociada fue extinguida y en menor medida migró hacia áreas distantes al perder su hábitat.



Figura 2.6 y 2.7. Presencia de actividad biótica en áreas aledañas al depósito (zona sur).

- **Calidad del aire**

Sin duda las condiciones climáticas del territorio determinan los niveles y forma de afectación de la calidad del aire por la emisión de partículas y de ruido durante y después de la actividad extractiva. En la región predomina un clima tropical húmedo con lluvia todo el año a diferencia de la mayor parte del resto del país, que ha sido clasificado como tropical con verano muy húmedo. Este rasgo distintivo del territorio, está relacionado con la ocurrencia de las mayores precipitaciones durante el periodo invernal, con valores máximos entre octubre y febrero, comportamiento diferente al de la mayor parte del país y el cual está condicionado fundamentalmente por la orografía presente. El régimen de precipitaciones en Moa, posee rasgos diferenciales respecto al contexto del país, pues en su ritmo anual se observa como tendencia la ocurrencia de láminas máximas entre los meses de octubre y enero es decir, hacia finales del período lluvioso (mayo - octubre) y comienzos del menos lluvioso (noviembre - abril), de forma que resulta más regular. Existe además un máximo secundario de precipitaciones en mayo y dos mínimos relativos, el principal de febrero a abril y el secundario de junio a septiembre (Inversiones GAMMA SA, 2010).

- **Vientos**

La zona de Moa se encuentra bajo la influencia directa de los vientos Alisios, de manera que la brisa puede quedar enmascarada dentro del flujo de circulación general de la atmósfera, sin que se aprecie cambio de signo de las componentes en la mañana, manifestándose solamente un aumento en la velocidad del viento, en un proceso conocido como reforzamiento del Alisios por la brisa. Aunque la información sobre el viento en condiciones nocturnas en la zona es muy escasa, la presencia del terral ha sido inferida a partir de evaluaciones para las primeras horas de la mañana. En tal sentido, al evaluar datos de las 06.00 horas se encontró la manifestación del terral como un flujo continuo de vientos del tercer cuadrante de poca intensidad hasta 2-3 horas después de la salida del sol, quedando ubicado el inicio de la hora de transición terral-brisa marina en el período de 08.00-09.00. Los espesores del terral en la zona han mostrado valores entre 300 - 600 m, con las menores alturas en el área de la fábrica Ernesto Guevara, donde en ocasiones no superan los 300 m. Dos aspectos fundamentales a la hora de determinar la afectación de calidad del

aire en el territorio lo constituyen sin dudas la concentración de material particulado en suspensión y el comportamiento del ruido ambiental.

- **Polvo**

Como resultado del tráfico de camiones y otros equipos que desarrollan la minería, se pueden presenciar las grandes emisiones de polvo a la atmósfera.

Son notables las consecuencias negativas de los impactos actuales sobre el medio ambiente. En la atmósfera de regiones como la estudiada, se genera una zona química de origen antrópico que extiende su influencia a decenas de kilómetros de distancia en las direcciones predominantes del viento, provocando la presencia de altos contenidos de sustancias nocivas, que aún en bajas concentraciones, pueden llegar a afectar no solo la calidad del aire, sino además la del suelo, la vegetación y la fauna en los ecosistemas presentes, así como la salud de la población (Inversiones GAMMA SA, 2010).

- **Economía**

Económicamente la región está dentro de las más industrializadas del país, no solo por sus riquezas minerales, sino además, porque cuenta con dos plantas procesadoras de níquel en producción, la ECECG y la Cmdte. Pedro Soto Alba. Este renglón constituye el segundo rubro exportable del país. Además de estas industrias metalúrgicas, existen otras instalaciones de apoyo a la metalurgia y la minería, tales como la Empresa Mecánica del Níquel, Centro de Proyectos del Níquel (CEPRONIQUEL), la Empresa Constructora y Reparadora del Níquel (ECRIN), CEDINIQ, entre otras (Martínez, 2011).

- **Geotectónica**

Martínez (2011) recoge en su investigación que desde el punto de vista regional, esta área se relaciona con el desarrollo de sistemas de arco insulares y cuenca marginal durante el mesozoico, y a su extinción a fines del Campaniano Superior-Maestrichtiano. Debido a procesos de acreción tectónica, se produce la obducción del complejo ofiolítico, según un sistema de escamas de sobrecorrimiento, sobre el borde pasivo de la Plataforma de Bahamas. Una vez que se ha producido el emplazamiento del complejo ofiolítico – obducción - las litologías ultramáficas en condiciones de clima tropical y subtropical, fundamentalmente, se inicia el proceso de serpentinización, aunque hay criterios fundados en consideraciones

experimentales, que en ambos procesos – obducción y serpentización – se producen casi simultáneamente. La mayoría de los complejos ofiolíticos que afloran están tectonizados y sumamente agrietados, dislocados, con presencia de espejos de fricción y otras estructuras que manifiestan una intensa fracturación y desplazamiento de las litologías hasta emplazarse en la litosfera superior; los fenómenos estructurales producidos durante los procesos de obducción y serpentización, contribuyeron a acelerar el proceso de lateralización de las ultramafitas serpentizadas.

Las principales estructuras representativas de este sistema son: falla Los Indios, Cayo Guam, Moa, Miraflores, Cabaña y Maquey (Martínez, 2011).

Relativo a la morfotectónica, el yacimiento Punta Gorda se encuentra ubicado en el bloque El Toldo, el cual ha manifestado los máximos levantamientos relativos de la región. La litología está representada por rocas del complejo máfico y ultramáfico de la secuencia ofiolítica, sobre las cuales se ha desarrollado un relieve de montañas bajas de cimas aplanadas ligeramente diseccionadas.

- **Características geológicas de la región**

Según Iturralde-Vinent, (1996a, 1996b, 1996c, 1998) el área de estudio se enmarca dentro de la región oriental de Cuba, la cual desde el punto de vista geológico se caracteriza por la presencia de las secuencias del cinturón plegado cubano y las rocas del “neoautóctono”.

En los macizos rocosos de Mayarí y Sagua-Moa-Baracoa afloran fundamentalmente unidades oceánicas correspondientes a las ofiolitas septentrionales, y a los arcos de islas volcánicos del Cretácico y del Paleógeno (Iturralde-Vinent, 1996, 1998). Las ofiolitas septentrionales en la región de estudio están enmarcadas dentro de la llamada faja ofiolítica Mayarí-Baracoa (Iturralde-Vinent, 1996a, 1996b, 1998). Sus principales afloramientos están representados por los macizos Mayarí-Cristal y Moa-Baracoa (Martínez, 2011). Desde el punto de vista tectónico la región se caracteriza por su gran complejidad, predominando las estructuras disyuntivas de direcciones NW y NE.

El área de estudio se caracteriza desde el punto de vista geológico por la presencia de las secuencias del cinturón plegado cubano y del “Neoautóctono” (Iturralde Vinent, 1996).

Se reconocen seis unidades tectónico-estratigráficas (UTE) principales en la región:

- 1) Rocas de afinidad ofiolíticas.
- 2) Materiales volcánicos vulcano-sedimentarios asociados a un arco de islas Cretácico.
- 3) Materiales asociados a cuencas transportadas del Campaniense Tardío al Daniense.
- 4) Rocas volcánicas y vulcano-sedimentarias pertenecientes al arco de islas del Terciario.
- 5) Materiales asociados a cuencas transportadas del Eoceno Medio al Oligoceno.
- 6) Materiales asociados a un estadio neoplatafórmico “Neoautóctono” desde el Oligoceno al Reciente (Iturralde, 1999a).

Las rocas de afinidad ofiolíticas son las de mayor distribución en el área, enmarcándose dentro de la llamada faja ofiolíticas Mayarí-Baracoa (Iturralde Vinent. 1996 y 1998.). Estas ofiolitas han sido interpretadas como representativas de un sistema de cuencas de retroarco-marginal, ubicado paleogeográficamente entre la plataforma de Las Bahamas y el arco de las Antillas Mayores (Iturralde Vinent, 1996b, 1998). La faja ofiolítica constituye un cuerpo alóctono tabular con una longitud de 170 Km. Geomorfológicamente dividido en diferentes partes por el valle del río Sagua de Tánamo y las Montañas del Purial. Posee un espesor que en ocasiones sobrepasa los 1000 metros (Iturralde Vinent 1996, 1998). La secuencia de piso a techo está compuesta por peridotitas con texturas de tectonitas, “acumulados ultramáficos”, acumulados máficos, diques de diabazas y secuencias efusivas-sedimentarias. Estas ofiolitas se disponen en forma de escamas tectónicas, cabalgando las rocas vulcano-sedimentarias del arco de islas del Cretácico, las cuales están cubiertas transgresivamente por secuencias flychoides y olistostrómicas del Maestrichtiano al Paleoceno (Fm. Mícara, y la Fm. Picota). En ocasiones las ofiolitas están cubiertas por materiales vulcano-sedimentarios procedentes del arco de islas del Paleógeno y por secuencias terrígenas-carbonatadas más jóvenes.

- **Macizo ofiolítico Mayarí –Baracoa**

El complejo ofiolítico Mayarí-Cristal se ubica en la parte occidental de la faja ofiolíticas Mayarí-Baracoa, ocupando un área aproximada de 1200 Km² y posee una morfología tabular con un espesor de 1 a 1,5 Km. En él se han descrito principalmente los complejos ultramáficos y diques de diabasas; en cambio la existencia del complejo de gabros es polémica y el vulcano-sedimentario no ha sido localizado todavía (Iturralde Vinent, 1996, 1998). Las rocas ultramáficas están constituidas predominantemente por harzburgitas, dunitas, rara vez por iherzolitas y piroxenitas. Al sur del macizo Mayarí-Cristal, se localiza el melange La Corea, la cual es una zona metamórfica de unos 25 Km². Esta zona se compone por diferentes bloques separados por una matriz serpentinitica. Predominan las rocas metamórficas de alta presión, así como metabasitas de baja presión de origen ofiolítico. Las metamorfitas de alta presión son anfibolitas areníferas y bloques aislados de esquistos glaucofánicos; además existen esquistos verdes, esquistos tremolíticos, actinolíticos, diques de pegmatitas y granitoides masivos. En La Corea existen diferentes fasies metamórficas, y todas afloran hacia la parte sureste de la región de estudio, las que se distinguen son:

- fasies de esquistos verdes: en ellos se asocian los esquistos micáceos, esquistos grafiticos, cuarcíferos y otros.
- fasies de las córneas: estas fasies se encuentran mucho en los metamorfismos de contacto, en ellas se localizan los mármoles, las cuarcitas secundarias y otras.
- fasies de las anfibolitas: Esta es la fasie donde todos los minerales se forman a alta presión y temperatura, en ella se encuentra todas las anfibolitas propiamente dichas.

En la faja ofiolítica existen diferentes cuerpos de cromitas con diferentes niveles de estructuras del corte ofiolítico. Las cromitas ricas en cromo se localizan en rocas ultrabásicas, peridotitas con texturas de tectonitas (Mayarí), y las ricas en aluminio en la denominada Moho Transition Zone (Moa – Baracoa). Sin embargo en la zona de Sagua de Tánamo (extremo oriental del macizo Mayarí-Cristal) existen los dos tipos de cromitas, las ricas en aluminio y las ricas en cromo, todo esto es debido que Sagua de Tánamo es el lugar de depósito de estos sedimentos erosionados, es decir, es la cuenca que acumula los sedimentos de las dos grandes fuentes de

suministro (Mayarí –Cristal y Moa –Baracoa). En Mayarí - Cristal también están presentes los cuerpos de piroxenitas los cuales cortan los peridotitos y los cuerpos de cromitas (Iturralde, 1996, 1998). Los diques de diabazas de pocos centímetros de potencia se encuentran separados a una distancia de 1mts a 5 mts (Iturralde Vinent, 1996, 1998) hoy por hoy se cuestiona mucho la existencia de una secuencia de diques paralelos como las que existen en otras regiones del mundo.

- **Características geológicas del área de estudio**

En el yacimiento Punta Gorda se encuentran tres grandes conjuntos litológicos: el basamento, la corteza de meteorización laterítica y lateritas redepositadas. La litología que existe en el basamento es la peridotita serpentinizada en mayor o menor grado, por eso es que hay una complejidad litológica media. Las peridotitas presentes en el área son harzburgitas, de color azul verdoso oscuro, con contenidos variables de piroxénos rómbicos y olivinos, y tanto los piroxénos como el olivino han sido transformados al grupo de la serpentina. En el área, la faja de serpentinita foliada y esquistosa coincide con las zonas de contacto de los mantos tectónicos. La faja ofiolítica deformada está cortada completamente por varios sistemas de fallas más jóvenes. Las budinas, fundamentalmente son peridotitas que se presentan fracturadas y rodeadas por serpentinitas esquistosas. Estas fajas se orientan preferentemente al N60°E.

- **Caracterización de la corteza de meteorización**

La corteza de meteorización está desarrollada sobre rocas peridotíticas como pueden ser harzburgitas- serpentinizadas en distintos grados y por serpentinitas, las cuales ocupan la mayor parte del yacimiento, en menor grado existen minerales friables producto del intemperismo químico de gabro olivínico, plagioclasas y anfibolitas. Ubicado el primero hacia las zonas este y norte del yacimiento y los otros dos tipos de corteza hacia la parte este del depósito mineral. Las litologías que conforman el perfil friable son de arriba hacia abajo:

- o Litología 1: Ocre estructural con concreciones ferruginosas (OICP). Presentan color pardo oscuro con concreciones ferruginosas que aumentan de tamaño hacia la superficie donde forman bloques de distintas dimensiones y forma.
- o Litología 2: Ocre inestructural sin concreciones ferruginosas (OISP). Presenta color pardo oscuro y no lleva en su formación los perdigones de hierro redondeados.

o Litología 3: Ocre estructural final (OEF). Se caracteriza por sus estructuras terrosas y color pardo amarillento hasta amarillo, se distingue la estructura de la roca madre.

o Litología 4: ocre estructural inicial (OEI) es un material de color amarillento, con tonalidades rojizas y verdosas típico de una serpentinita fresca, y en el se reconoce en su estructura la roca que le dio origen.

o Litología 5: Serpentina lixiviada (SL). Las rocas como regla están manchadas de ocre. La ocretización se observa en forma de manchas de los hidróxidos de hierro. El grado de intemperismo es irregular y las más intemperizadas están representadas por rocas claras donde en forma de una red de vetillas tiene lugar la serpentinitización. Son rocas friables y ligeramente compactas de color gris verdoso las cuales conservan la estructura de la roca madre.

o Litología 6: Corteza a partir de gabros (CG). Son materiales arcillosos de color pardo lustroso de diferentes tonalidades (desde pardo oscuro brillante hasta colores ladrillo y crema). Estos materiales son pobres en hierro, níquel y cobalto con contenidos perjudiciales al proceso de sílice y aluminio. Esta litología está presente en la parte este del yacimiento y en menor proporción en su parte norte.

En conclusión, el área de estudio presenta un relieve bastante erosionado y afectado como consecuencia de las actividades de la explotación minera activa, principalmente en esta etapa operativa en la que se encuentra actualmente, representado por taludes descubiertos, expuestos a los agentes erosivos que accionan con gran intensidad, presencia de surcos y cárcavas de mediana y gran extensión, influenciados por los agentes de intemperismo, acumulación de aguas pluviales y subterráneas que drenan desde los taludes existentes.

Existen también escombreras que en estos momentos son inactivas en las cuales en ocasiones se han descuidado los parámetros de diseño que se exigen, lo que puede ocasionar inestabilidad de las mismas, afectaciones al paisaje, agrietamiento y deslizamientos (Inversiones GAMMA SA, 2010). El medio biótico es uno de los más alterados, encontrándose vida solo en las áreas aledañas, teniendo en cuenta que son pequeñas zonas donde aparece algún tipo de vegetación, y un poco más distante, las áreas reforestadas.

- **Toma de muestras**

Los trabajos de muestreo fueron tomados de trabajos anteriores previamente realizados. Para la obtención del diagnóstico adquirieron y utilizaron los materiales y técnicas más novedosas para orientar y apoyar la cartografía durante los trabajos de campo y para evaluar el estado del medio ambiente y de las acciones de la rehabilitación minera (Inversiones GAMMA SA, 2010). Entre los materiales, equipos y técnicas empleadas se encuentran:

Las imágenes satelitales de alta resolución, fueron utilizadas en la delimitación cartográfica de las zonas afectadas por la minería y áreas de difícil acceso, en las que fueron realizadas acciones de rehabilitación minera. Se emplearon las imágenes IKONOS de alta resolución mediante un mosaico de imágenes comprendidas entre los años 2005 y 2006. Las imágenes IKONOS se obtuvieron en formato GEOTIFF, con resolución espacial 1 m, color verdadero. El sistema de referencia empleado fue la proyección geográfica longitud/latitud Datum WGS 84 (EPSG: 4326), método Bursa-Wolfe (7-parámetros). La imagen se procesó con el Software ENVI versión 4.5, aplicándosele varios filtros para mejorar el contraste y la textura. Posteriormente se exportó a un Sistema de Información Geográfica (SIG MapInfo V.10), realizándose la vectorización de la misma, con el objetivo de realizar distintos análisis de la información espacial e integrar los resultados en una región común (capa), que contiene una base de datos con los principales indicadores empleados para el diagnóstico del proceso de rehabilitación minera.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se usó durante los trabajos de campo para delimitar cartográficamente las áreas de las plantaciones forestales. Para las principales afectaciones provocadas por el desarrollo de los procesos erosivos y la ubicación de los espejos de aguas y sedimentadores, se utilizó un equipo de posicionamiento global (GPS) de la marca Garmin 60 Csx con una precisión de más menos 1 metro (Figura 2.8). Los puntos de GPS conjuntamente con las imágenes satelitales permitieron precisar la ubicación exacta de cada sitio y su representación, en el Sistema de Información Geográfico.

- o Mediciones de Polvo y de Ruido

Con el objetivo de conocer la calidad del aire, se determinó el grado de dispersión de las partículas y los niveles de ruido en el Yacimiento y su área de influencia.

Durante los trabajos realizados en el presente estudio, se diseñó una red de punto para medir in situ el volumen y tipo de polvo en suspensión mediante el contador de partículas Aerocet 531 Serie E7295 (Figura 2.9). Este equipo es pequeño, totalmente portable y almacena hasta 4000 mediciones en tiempo real. Esta unidad contiene una fuente de radiación beta que determina la ganancia de peso en un filtro, a medida que este experimenta acumulación de partículas dando cumplimiento al método alterno para determinación de material particulado PM10. El rango de concentración es de 0-1 mg/m³, el equipo opera a una temperatura no menor a 0 °C y no mayor a 50 °C y la toma de muestra se realiza durante 2 minutos por punto.

Este equipo puede trabajar en dos modalidades:

- a) como contador de partículas en los rangos $>0.5 \mu\text{m}$ y $< .5 \mu\text{m}$
- b) como un contador volumétrico para la fracciones PM1, PM2.5, PM7, PM10 y TSP.

Las mediciones fueron realizadas colocando el sensor del equipo a una altura de 1.55 metros teniendo en cuenta, que esa es la altura promedio de las fosas nasales para una persona parada o en estado de movimiento, Figura 2.10.



Figura 2.8 y 2.9. GPS Portátil y Equipo para determinar material particulado



Figura 2.10. Determinación in situ de Polvo.

Se diseñó una red de puntos de determinación de polvo que abarcara de forma general toda el área del Yacimiento Punta Gorda y una parte considerable de Yagrumaje Norte y Oeste, Figura 2.12.

- Equipo para mediciones del ruido ambiental

De forma conjunta con las mediciones de polvo en suspensión se hicieron mediciones de ruido ambiental. En todos los puntos se midió el ruido con un sonómetro tipo HD 8701 de la Delta OHM, cuya región de frecuencia y el rango de niveles abarcados es de 1000 Hz y de 30 a 130 respectivamente, Figura 2.11.

Las mediciones se realizaron siguiendo los siguientes aspectos metodológicos:

- el sonómetro se encontraba debidamente verificado y con alta técnica.
- antes de cada jornada de medición se calibró el sonómetro con una fuente HD 9102 de Clase 1 según la norma IEC 942-1988, para la calibración integral del sistema que provee un sonido de banda estrecha con nivel sonoro de 94 y 110 dB (lineal) con incertidumbre no mayor de $\pm 0,5$ dB (lineal).
- en cada punto de medición se hicieron cinco determinaciones, que fueron promediadas.

- Técnicas de laboratorio empleadas en el análisis de las aguas superficiales.

Las determinaciones de laboratorio de las aguas fueron realizadas en el CEDINIQ. Los métodos de análisis empleados fueron los siguientes:

- o Volumétricos (CO_3^{-2} , CL^- , NH_3)
- o Gravimétricos (ST, S/S, SD, SO_4^{-2})
- o Espectrofotometría de Absorción Atómica: Metales
- o Electrométricos (pH)



Figura 2.11. Sonómetro utilizado en las mediciones de ruido ambiental.

Con relación a la calidad de las aguas superficiales, durante la ejecución del diagnóstico fueron muestreadas y caracterizadas en diferentes sitios del yacimiento (Tabla 2.1), las aguas de ríos, arroyos y pequeños cuerpos de agua. El punto 36, presenta como coordenadas X: 20. 612880 y Y: 74. 895650 en el yacimiento PG., donde también se tomaron mediciones de polvo y ruido solamente.

2.4. Procesamiento de la información

Se han analizado en otros estudios referentes al área las acciones del proyecto sobre el medio ambiente, aparecen alteraciones en los factores, lo que trae como resultado la aparición de varios impactos, muchos de estos se han ido intensificando, por lo que fue necesario recurrir a varias caminatas por los Depósitos para corroborar los impactos que anteriormente existían. Este proyecto ha traído como consecuencia diversos impactos sobre los factores físico, biológico y socioeconómico.

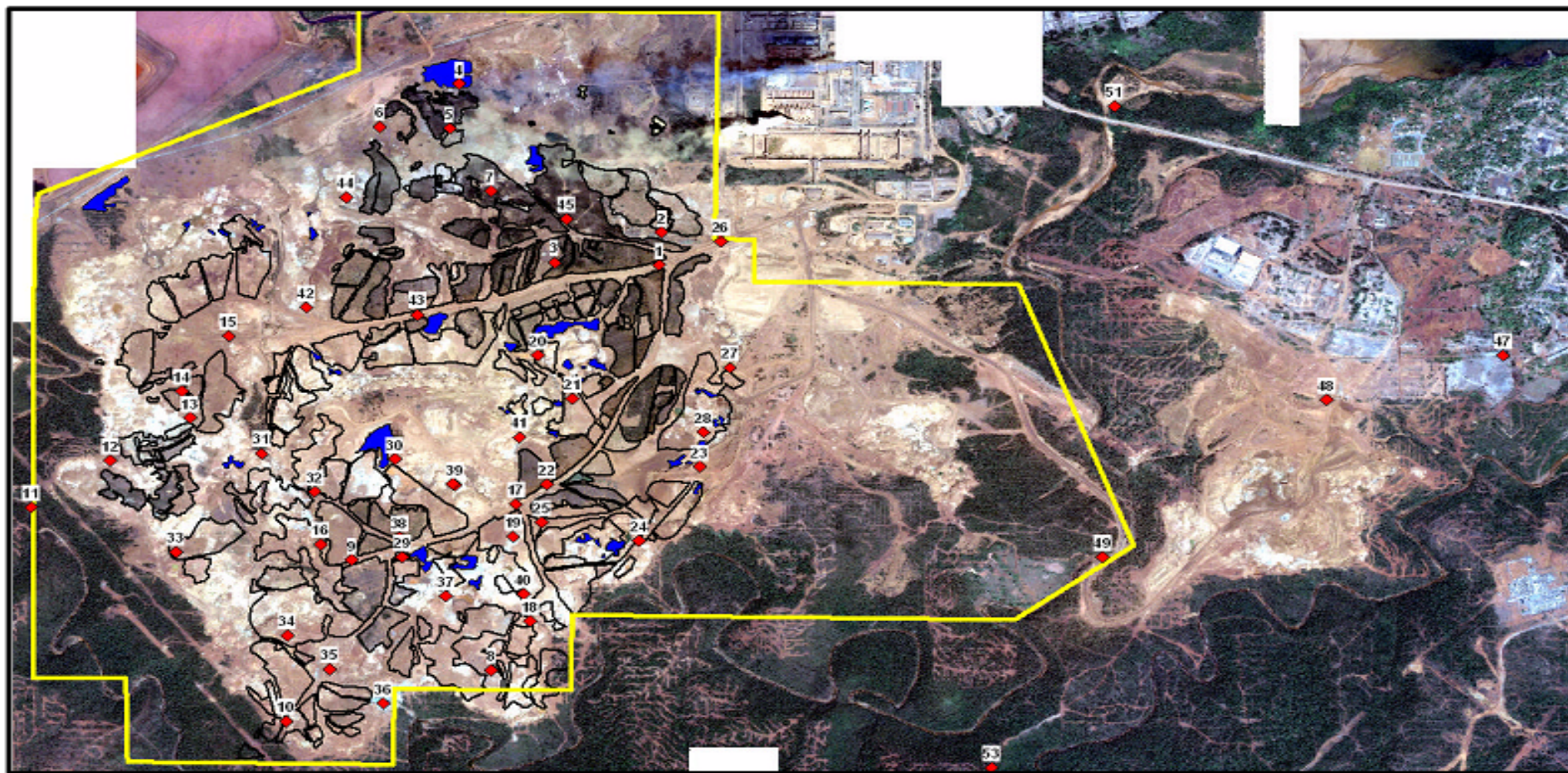


Figura 2.12. Ubicación de los puntos de muestreo de calidad del agua, aire y sedimentos.

Tabla 2.1 Puntos de muestreo de calidad del aire, del agua y los sedimentos.

Punto Mapa	Coordenadas		Lugar	Pto. de	Pto. de	Pto. de	Pto. de
	Lat	Long	Mina	Polvo	Ruido	Agua	Sedim.
1	20.628620	-74.886670	PG	x	x	-	-
2	20.629786	-74.886600	PG	x	x	-	-
3	20.628700	-74.890070	PG	x	x	-	-
4	20.635120	-74.893170	PG	x	x	-	-
5	20.633530	-74.893480	PG	x	x	-	-
6	20.633580	-74.895750	PG	x	x	-	-
7	20.631270	-74.892150	PG	x	x	-	-
8	20.614060	-74.892130	PG	x	x	-	-
9	20.618020	-74.896680	PG	x	x	-	-
10	20.612230	-74.898800	PG	x	x	-	-
11	20.619900	-74.907100	PG	x	x	-	-
12	20.621590	-74.904520	PG	x	x	-	-
13	20.623130	-74.901920	PG	x	x	-	-
14	20.624070	-74.902190	PG	x	x	-	-
15	20.626070	-74.900670	PG	x	x	-	-
16	20.618580	-74.897690	PG	x	x	-	-
17	20.620030	-74.891330	PG	x	x	-	-
18	20.615820	-74.890870	PG	x	x	-	-
19	20.618860	-74.891410	PG	x	x	-	-
20	20.625370	-74.890600	PG	x	x	-	-
21	20.623810	-74.889490	PG	x	x	-	-
22	20.620740	-74.890310	PG	x	x	-	-
23	20.621370	-74.885360	PG	x	x	-	-
24	20.618720	-74.887310	PG	x	x	-	-
25	20.619370	-74.890490	PG	x	x	-	-
26	20.629450	-74.884670	PG	x	x	-	-
27	20.624920	-74.884370	PG	x	x	-	-
28	20.622620	-74.885240	PG	x	x	-	-
29	20.618130	-74.895030	PG	x	x	-	-
30	20.621640	-74.895260	PG	x	x	-	-
31	20.621840	-74.899600	PG	x	x	-	-
32	20.620470	-74.897880	PG	x	x	-	-
33	20.618310	-74.902370	PG	x	x	-	-
34	20.615320	-74.898770	PG	x	x	-	-
35	20.614100	-74.897380	PG	x	x	-	-

Punto Mapa	Coordenadas		Lugar	Pto. de Polvo	Pto. de Ruido	Pto. de Agua	Pto. de Sedim.
	Lat	Long	Mina				
37	20.616740	-74.893620	PG	x	x	-	-
38	20.618830	-74.895120	PG	x	x	-	-
39	20.620730	-74.893310	PG	x	x	-	-
40	20.616800	-74.891080	PG	x	x	-	-
41	20.622430	-74.891200	PG	x	x	-	-
42	20.627090	-74.898140	PG	x	x	-	-
43	20.626830	-74.894530	PG	x	x	A-5	-
44	20.631040	-74.896850	PG	x	x	-	-
45	20.630260	-74.889690	PG	x	x	A-6	-
46	20.629780	-74.884680	PG	x	x	A-7	-
47	20.625360	-74.859230	YN	x	x	-	-
48	20.623780	-74.864980	YN	x	x	-	-
49	20.618130	-74.872250	YN	x	x	A-3	S-3
50	20.627980	-74.748798	YN	x	x	-	-
51	20.634320	-74.871860	YN	x	x	A-1	-
52	20.600130	-74.877370	YO	x	x	-	-
53	20.610570	-74.875860	YO	x	x	-	-
54	20.620770	-74.893390	YO	x	x	-	-
55	20.627089	-74.890072	PG	x	x	A-2	S-2
56	20.631128	-74.899209	PG	x	x	A-4	S-4

2.4.1. Elección de la metodología de evaluación de impactos

Se seleccionó la metodología Criterios Relevantes Integrados (CRI) de Buroz (1990), para la evaluación de los impactos ambientales. El método de CRI 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 con valoración ambiental, los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto. Es una metodología ventajosa, simple de usar y comprender. Permite el estudio profundo de las acciones e impactos, la esquematización de los resultados de la EIA, es excelente para la identificación y análisis de los impactos. Facilita la descripción de cada impacto en su medio y su efecto en detalle para luego evaluarlo cuantitativamente a partir de los criterios de evaluación.

Este método se emplea asignando valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos.

- **Caracterización de la metodología CRI**

Para identificar los impactos que están operando o interactuando sobre el área previamente seleccionada, es requisito indispensable conocer las diferentes actividades que se generan durante la ejecución del proyecto y las cuales producen efectos sobre el medio físico, biológico y socio-económico. (Buroz, 1990, citado por Vílchez, 2014).

Se mantiene un orden consecutivo según el medio afectado:

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

La metodología considera indicadores de impactos para la valoración de de los mismos

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

La escala de valores para todos los indicadores estará comprendida entre 1 y 10.

Este método considera que el valor del impacto ambiental (VIA), es generado por una acción que es producto de las siguientes variables, como se muestra en la Figura 2.13.

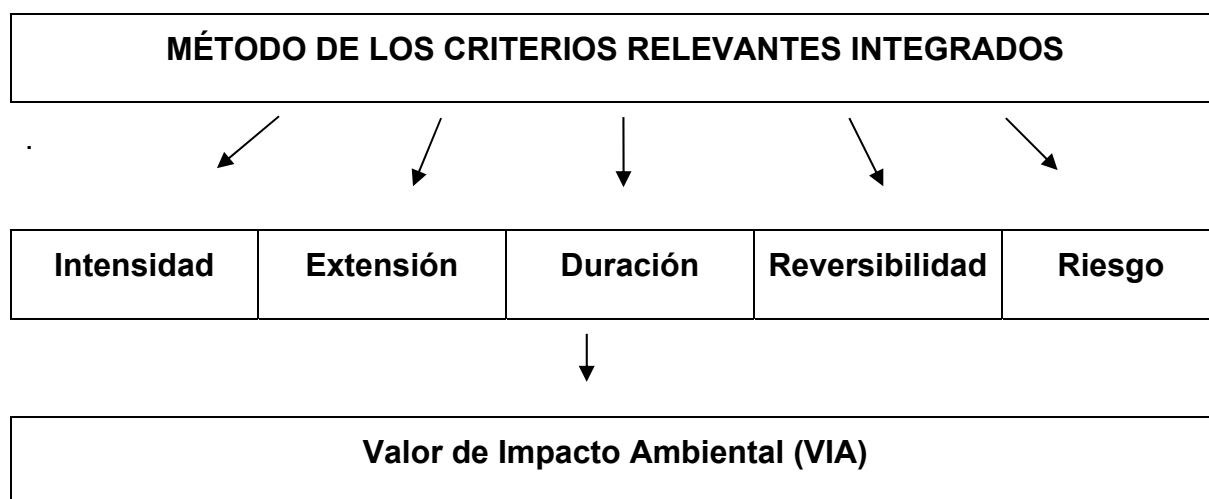


Figura 2.13. Diagrama del VIA. Fuente: Buroz, (1990)

En la tabla 2.2 se muestra la clasificación de los impactos según su valor.

Tabla 2.2. Escala de clasificación de impactos.

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

Fuente: Buroz, (1990).

Posterior a la asignación de valores para cada una de las variables antes descritas se procede a introducir esos datos en la siguiente fórmula, para asignarle una categoría:

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

Donde,

I = Intensidad

E = Extensión

D = Duración

Rv = Reversibilidad

Ri = Riesgo

Wi = Peso con que se pondera la intensidad

We = Peso con que se pondera la extensión

Wd = Peso con que se pondera la duración

WRv = Peso con que se pondera la reversibilidad

WRi = Peso con que se pondera el riesgo

La prueba del método en numerosos proyectos indicó la necesidad de diferenciar el peso de cada indicador. Los diferentes análisis indicaron que los mejores resultados se obtenían con la ponderación mostrada en la siguiente tabla 2.3.

Tabla 2.3. Criterios de evaluación y peso asignado.

Indicador	Peso (%)
Intensidad	30
Extensión	20
Duración	10
Reversibilidad	20
Riesgo	20

Fuente: Buroz, (1990).

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

Jerarquización de los impactos

Nombre / Código

Descripción

Para la jerarquización de impacto ambiental (JIA), una vez que se han aplicado las metodologías pertinentes, para identificar los impactos ambientales, los ordenamos de mayor a menor valor, con el fin de establecer prioridades, en cuanto a las propuestas y ejecución de medidas.

La siguiente tabla 2.4, presenta la Jerarquización de los impactos a partir del valor de impacto ambiental (VIA).

Tabla 2.4. Jerarquización de impactos.

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

Fuente: Buroz, (1990).

Posteriormente se elaboran las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección en función de las categorías asignadas:

- **CATEGORÍA I.** Probabilidad de ocurrencia muy alta. $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
- **CATEGORÍA II.** Probabilidad de ocurrencia alta. $6 < VIA < 8$. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
- **CATEGORÍA III.** Probabilidad de ocurrencia moderada. $4 < VIA < 6$. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquéllas resultaran costosas.
- **CATEGORÍA IV.** Probabilidad de ocurrencia baja o media. $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, siguiendo la metodología expuesta en el capítulo II, marco metodológico, así como su relación con los objetivos específicos.

3.1. Resultados químicos del muestreo

Se tomaron los resultados obtenidos a partir de los estudios de Inversiones GAMMA SA, (2010).

- **Aguas**

Los resultados del muestreo de las aguas de ríos, arroyos y pequeños cuerpos de agua se resumen en la Tabla 3.1.

Del total de los 7 puntos muestreados 5 corresponden a corrientes superficiales (1, 2, 3, 4, y 7) y las dos restantes (la 5 y la 6) a un pozo hidrogeológico y a la surgencia de un pequeño manantial respectivamente. Es notable la diferencia entre estos dos tipos de aguas en la mayoría de los indicadores que fueron medidos tales como el pH, la carga de sedimentos, las concentraciones de Cl, SO₄ y Ca.

En pocos casos los valores rebasan las concentraciones máximas admisibles (CMA) para el agua potable, siendo significativa una mineralización inferior a la reportada para yacimientos en su fase de inicio de explotación. Esto puede estar motivado por el hecho de que en Punta Gorda se ha retirado casi en su totalidad la capa mineral y el agua está en contacto con rocas y sedimentos de más baja mineralización.

En sentido general las aguas de acuerdo a su composición físico-química no presentan un estado preocupante por una alta contaminación por metales.

- **Polvo**

Las concentraciones de contaminantes en el área, superan, según los resultados de estudios precedentes, las Concentraciones Máximas Admisibles (CMA) del SO₂, H₂S, aerosoles (polvo en suspensión) y polvo en suspensión y sedimentable (INSMET, 1990; CESIGMA, 1997 y 2003 y Inversiones GAMMA, 2009). La emisión de los contaminantes del aire en el caso del material particulado proviene en la actualidad del resto de la explotación de los yacimientos más cercanos y de la fábrica Che Guevara. En cuanto a los gases, los principales contaminantes son SO₂, H₂S, NO₂ y NH₃ producto de la actividad de las fábricas (Che Guevara y Moa Níquel) y la Planta de Amoniaco. Los resultados de las determinaciones de polvo en suspensión para

cada una de las fracciones en los 56 puntos correspondientes a los yacimientos Punta Gorda, Yagrumaje Norte y Yagrumaje Oeste, obtenidos en este estudio son mostrados en la Tabla 3.2.

En todos los puntos de medición los valores de las fracciones PM-7, PM-10, TSP sobrepasan los Concentración Máxima Admisible (CMA) vigente en Cuba de 0,1 mg/m³ para zonas habitables, siendo los más críticos los puntos 49, 51 y 53 asociados al tráfico vehicular en caminos mineros no asfaltados y con bajo grado de humedad.

Del análisis de estas figuras se puede apreciar la considerable contribución de los aportes de las emisiones de la fábrica ECECG, ya que por lo general los valores más altos se encuentran en los puntos más cercanos a las áreas de la fábrica y a la presa de cola y de forma más puntual a sectores de los caminos principales de mayor circulación.

Estos resultados concuerdan con los valores existentes para la región y corroboran el hecho de que la presencia de material particulado suspendido representa un fenómeno de carácter regional donde el proceso de reforestación si bien puede contribuir a su disminución no representa la contribución fundamental.

• Ruido

En total fueron medidos una serie de 56 puntos coincidentes con los de determinaciones de polvo (Figura 2.12), cuyos valores se presentan en la Tabla 3.2. Como se puede observar, existen una serie de puntos con valores superiores a los 45 dB, valor que representa de forma aproximada el máximo establecido para zonas rurales no perturbadas, mostrando así que los valores más elevados son producto de la proximidad a vías con tráfico automotor (17, 22, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50 y 52) y cercanía a la zona fabril (1, 2, 4, 5, 26, 27, 51, 56).

3.2. Identificación de los impactos

Los impactos evaluados por el método CRI se dividen en tres medios: físico, biológico y socioeconómico (Tabla 3.3).

Tabla 3.2. Resultados de las determinaciones de calidad del aire (polvo y ruido).

Punto Mapa	Lugar Mina	Polvo en suspensión					Pto. de Ruido
		PM1	PM2.5	PM7	PM10	TSP	
1	PG	0.001	0.009	0.039	0.042	0.046	52.30
2	PG	0.000	0.004	0.021	0.023	0.027	49.00
3	PG	0.001	0.002	0.020	0.020	0.022	40.40
4	PG	0.002	0.006	0.023	0.027	0.031	48.52
5	PG	0.001	0.008	0.021	0.025	0.036	49.90
6	PG	0.003	0.009	0.028	0.033	0.035	42.30
7	PG	0.001	0.003	0.015	0.021	0.023	40.00
8	PG	0.000	0.006	0.022	0.027	0.033	41.80
9	PG	0.001	0.009	0.033	0.031	0.035	44.65
10	PG	0.001	0.007	0.034	0.036	0.039	41.60
11	PG	0.000	0.003	0.029	0.030	0.033	43.00
12	PG	0.001	0.004	0.032	0.032	0.035	39.70
13	PG	0.001	0.005	0.022	0.025	0.028	40.30
14	PG	0.001	0.006	0.019	0.021	0.029	41.50
15	PG	0.001	0.005	0.024	0.027	0.026	38.80
16	PG	0.001	0.007	0.030	0.031	0.033	40.80
17	PG	0.000	0.005	0.030	0.033	0.037	48.50
18	PG	0.000	0.009	0.040	0.043	0.045	41.00
19	PG	0.000	0.003	0.027	0.030	0.034	42.70
20	PG	0.001	0.007	0.036	0.040	0.042	43.00
21	PG	0.000	0.008	0.035	0.039	0.043	39.80
22	PG	0.000	0.007	0.032	0.035	0.037	47.70
23	PG	0.000	0.008	0.040	0.045	0.047	41.70
24	PG	0.001	0.006	0.037	0.040	0.042	40.13
25	PG	0.000	0.008	0.034	0.037	0.039	39.20
26	PG	0.001	0.013	0.039	0.046	0.049	50.10
27	PG	0.000	0.006	0.038	0.040	0.043	48.20
28	PG	0.000	0.009	0.041	0.045	0.049	41.28
29	PG	0.001	0.011	0.033	0.036	0.038	43.04
30	PG	0.000	0.005	0.034	0.039	0.043	42.20
31	PG	0.001	0.005	0.027	0.031	0.036	44.12
32	PG	0.001	0.006	0.030	0.033	0.040	39.08
33	PG	0.000	0.006	0.034	0.037	0.043	42.44
34	PG	0.000	0.006	0.024	0.025	0.027	43.50
35	PG	0.000	0.007	0.034	0.038	0.040	44.01
36	PG	0.000	0.009	0.025	0.028	0.034	42.33

Punto Mapa	Lugar	Polvo en suspensión					Pto. de Ruido
	Mina	PM1	Ruido	PM7	PM10	TSP	
37	PG	0.001	0.005	0.029	0.032	0.037	44.92
38	PG	0.001	0.009	0.030	0.031	0.033	40.28
39	PG	0.000	0.007	0.038	0.042	0.047	42.74
40	PG	0.000	0.011	0.045	0.050	0.054	43.20
41	PG	0.001	0.011	0.048	0.054	0.060	44.02
42	PG	0.001	0.007	0.024	0.025	0.026	41.01
43	PG	0.001	0.009	0.039	0.042	0.046	47.80
44	PG	0.001	0.011	0.040	0.049	0.064	50.10
45	PG	0.001	0.011	0.042	0.048	0.056	40.38
46	PG	0.000	0.007	0.033	0.038	0.042	52.70
47	YN	0.000	0.006	0.028	0.032	0.036	50.98
48	YN	0.000	0.002	0.043	0.061	0.090	56.22
49	YN	0.019	0.268	0.335	0.335	0.956	60.21
50	YN	0.000	0.001	0.228	0.242	0.262	58.22
51	YN	0.017	0.210	0.384	0.398	0.412	53.40
52	YO	0.001	0.009	0.044	0.051	0.059	56.30
53	YO	0.000	0.035	0.073	0.078	0.086	40.24
54	YO	0.000	0.008	0.023	0.025	0.027	41.31
55	PG	0.001	0.007	0.031	0.032	0.039	42.00
56	PG	0.002	0.009	0.038	0.041	0.047	53.00

Tabla 3.3. Impactos de Ambientes.

Código	Impactos
Medio Físico	
MF-01	Alteración de la calidad del aire.
MF-02	Aumento de la intensidad de la erosión por remoción y evacuación.
MF-03	Riesgo de contaminación de las aguas superficiales.
MF-04	Posible ocurrencia de desprendimientos o deslizamientos.
MF-05	Arrastre de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas.
MF-06	Cambios geomorfológicos del paisaje (nueva modificación del relieve).
Medio Biológico	
MB-01	Destrucción de la flora.
MB-02	Alteración del hábitat para la fauna (migración y muerte) por la actividad minera.
Medio Socioeconómico	
MS-01	Generación de nuevas fuentes de empleo.
MS-02	Aumento del consumo de combustible.
MS-03	Aumento de la probabilidad de riesgo de accidentes por incremento del tráfico de equipos.

Componente Medio Físico

A continuación se analizan los impactos que afectan el medio físico. La puntuación asignada para cada criterio de valoración se obtuvo a través de tormenta de idea, consulta a especialistas, trabajadores y técnicos que radican en los depósitos.

MF- 01: Alteración de la calidad del aire.

- o **Medio Afectado:** Aire.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Tráfico de vehículos en los depósitos durante la carga y transportación del mineral desde los diferentes frentes de minería. Emisiones de polvo, gases y ruido. Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas.
- o **Efectos:** La alteración en la composición del aire por las emisiones de polvo, gases y ruido, afecta la flora y fauna asociada al área. Tratando el tema de los efectos de las emisiones de polvo en específico, es crítica la situación, debido a que en tiempo de seca se dificulta grandemente el paso del personal que trabaja en los depósitos para realizar recorridos y otras tareas. Con el paso de los camiones y otros equipos, se crean capas con un espesor de hasta 25 cm de polvo muy fino que logra viajar en forma de torbellino a grandes distancias. En tiempos de lluvia, se generan capas de lodo de hasta 20 cm de espesor en los caminos mineros, y más tarde son retirados con buldozer y mototrailla (Figura 3.1 y 3.2), quedando expuesta una superficie seca y vulnerable al paso de los camiones, ocasionando de esta manera grandes nubes densas de polvo que se elevan hasta más de 10 m de altura. El equipamiento minero produce ruido considerable que dificulta la estancia en la caseta de muestreo donde se realiza la actividad.
El ruido se define como un sonido indeseable para los sujetos que lo perciben. Sus efectos negativos más importantes son la pérdida de audición, dolores de oído y cabeza, estrés, irritabilidad, agresividad, malestar, alteraciones del sistema nervioso, interferencias en la comunicación, disminución de la eficacia en la actividad cotidiana y perturbaciones en la fauna local (Terry, Rodríguez, et. al., 2014).
- o **Descripción del impacto:** Estas emisiones se pueden considerar como el impacto negativo que más afecta al medio, en las zonas aledañas donde se ha logrado desarrollar la reforestación, y en las mismas áreas del depósito. La

contaminación acústica es una de las causas de mayor deterioro de la calidad de vida en los depósitos.



Figura 3.1 y 3.2. Grandes espesores de lodo frente a la caseta de muestreo.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Este impacto ha traído consigo grandes afectaciones a los factores ambientales en el depósito y en otras áreas circuncindantes, por lo que se considera como notable o muy alta intensidad 10.
- o **Extensión:** Este impacto es característico en el depósito alcanzando unos 15.73 ha, y cuyo efecto, se manifiesta en todo el entorno considerado, siendo su nivel de extensión generalizada 9.
- o **Duración:** El criterio de duración del impacto está asociado al tiempo de duración del mismo desde el momento en que aparece hasta que pueda el medio regresar a sus condiciones iniciales. A partir de la existencia de los depósitos, ha sido alterada la calidad del aire, debido a las emanaciones de polvo, ruido y gases durante 12 años, por lo que se considera como larga 9.
- o **Reversibilidad:** La reversibilidad en los depósitos, teniendo en cuenta este tipo de impacto, puede alcanzar un plazo corto de menos de 10 años para que el medio retome su condición inicial, lo que se puede lograr una vez que cese la actividad de la minería, además de ser un área de pequeña extensión en comparación a los yacimientos. Este efecto se considera reversible con un valor de 1.
- o **Riesgo:** Este impacto representa un alto nivel de riesgo para el medio físico, debido a las afectaciones que en el entorno se han causado, principalmente por el exceso de polvo y ruido en el ambiente, se considera el riesgo como alto, con un valor de 8.

Los datos determinados se introducen en la fórmula que aparece en la página 37.

$$VIA = 10 \times 0.3 + 9 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 7.5$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Jerarquización del impacto sobre el aire.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	10	9	9	1	8	7.5	II

Fuente: Elaboración propia.

MF-02: Aumento de la intensidad de la erosión en el área por remoción y excavación.

Medio Afectado: Suelo.

o **Localización:** Depósitos.

o **Acciones generadoras:** Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas. Tráfico de vehículos y equipos pesados. Formación de pasteles y pilas del mineral seco.

o **Efectos:** Los efectos de este impacto se agravan cada vez más, debido a que el medio no es capaz de restablecerse con la misma intensidad en que se degrada. A simple vista se pueden notar las afectaciones en el suelo, lo que dificulta el acceso del personal que transita por el área, e incluso en ocasiones, para los camiones. Actualmente aunque se toman medidas para una mejor conformación de las plataformas, no se han resuelto estos problemas.

Cada día se intensifica la erosión de los suelos producto a las malas condiciones del terreno y por la mala operación de los equipos (cargadores, mototrailla, retroexcavadoras y buldozer) a la hora de realizar las diversas tareas como: remonte, evacuación, nivelación de caminos y plataformas donde se incrementa y extrae el mineral. Toda modificación que se realiza en depósito, al no considerar medidas para su mejor conformación, influye y determina en el aumento de la intensidad de la erosión, lo que origina que en ocasiones quede expuesto a la superficie el material de la propia base del depósito, corriendo el riesgo de ser minado o arrastrado por las aguas o por los buldozer, lo cual ya ha sucedido con anterioridad.

o **Descripción del impacto:** Teniendo en cuenta esta etapa operativa, constantemente se mantiene la acción sobre el suelo, y trae como consecuencia negativa la erosión del mismo, lo cual se intensifica y se hace cada vez más notable. Al caminar a través de las pilas o pasteles, u otras áreas de las plataformas que están por los alrededores, se observan huellas de la minería que en algún momento se desarrolló allí, ha sido abandonada por un tiempo, y quedan expuestas a los agentes de intemperismo, formando así cortezas duras y muy degradadas, dando lugar al agrietamiento y desertificación de las mismas donde apenas se origina el hábitat para algunas especies de la vegetación típica de estas zonas semidesérticas.

Existen ciertas características en el terreno como la pendiente, topografía, humedad del suelo, el contenido en nutrientes, a cuyas variaciones son muy sensibles algunas especies florísticas, que resultan por tanto, indicadoras de estas condiciones y se pierden de forma irreversible del territorio (CEPRONIQUEL, 2001).

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** El grado de incidencia de estas acciones sobre el suelo, es notable, por lo que se considera como de alta intensidad 10.
- o **Extensión:** Este impacto se manifiesta en toda la zona de estudio, con un nivel de extensión generalizado, tomando el valor de 9.
- o **Duración:** El criterio de duración de este impacto ha estado de manifiesto durante más de cinco años, por lo que la misma se considera como larga con un valor de 8.
- o **Reversibilidad:** Este aumento de la intensidad de la erosión en el área, logrará alcanzar su mayor estabilidad y recuperación luego del cese de la minería, lo que se podría lograr a corto plazo en menos de 10 años, siempre que se tomen en cuenta todas las medidas y se realice la supervisión continua. Su efecto se considera reversible con un valor de 2.
- o **Riesgo:** A pesar del riesgo que representa este impacto, se trabaja por el mejoramiento de ello, aún así, se considera como alto, incluso sigue generando otros efectos. Este riesgo alcanza un valor de 9.

$$VIA = 10 \times 0.3 + 9 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 2 \times 0.2 + 9 \times 0.2 = 7.8$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Jerarquización del impacto sobre el suelo.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	10	9	8	2	9	7.8	II

MF- 03: Contaminación de las aguas superficiales.

- o **Medio Afectado:** Aguas superficiales.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Mantenimiento de los sistemas de drenaje y de las vías de acceso.
- o **Efectos:** Las aguas superficiales provenientes de escorrentías corren continuamente a orillas del depósito, con un pequeño cauce que ha ido disminuyendo en el tiempo al igual que su caudal. Los flujos hídricos provocan cambios físico-químicos en el terreno que disminuyen la resistencia del mismo (Guardado y Almaguer, 2001), y en temporada lluviosa suele incrementarse y tomar fuerza mientras que en el período seco, llega a desaparecer. La generación de polvo, desprendimiento de suelos y materia orgánica, y los desechos sólidos han contribuido a ello. No da abasto para ningún uso, ni siquiera para regar los caminos del depósito. En estas zonas pantanales por las que apenas corre un hilillo de agua, se han reducido las posibilidades de vida vegetal y animal, Figura 3.3



Figura 3.3. Aguas superficiales provenientes de escorrentías.

- o **Descripción del impacto:** La minería es uno de los principales focos contaminantes de las aguas, las cuales son impactadas negativamente, produciendo de algún modo el encausamiento de las aguas superficiales. Se han

creado sistemas de drenaje, los cuales están cubiertos de sedimentos, y en otros casos se han formado lagunas de sedimentación de gran espesor, con granulometría muy fina. Esto ha provocado que las aguas superficiales que provienen de escorrentía, alcancen elevadas concentraciones de minerales y elementos pesados propios del medio, modificando así su composición. Son saturadas por sólidos en suspensión, sales metálicas, nutrientes, restos de suelo y materia orgánica que se desprende de las laderas de las escombreras ya reforestadas y de las zonas más altas de los depósitos.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Si se logra el mantenimiento de los sistemas de drenaje, existe la posibilidad del aumento de la circulación de las aguas, principalmente las pluviales que permanecen estancadas en las plataformas, se puede mejorar la fluidez y circulación del caudal de estos manantiales. El grado de incidencia se considera como de alta intensidad 6.
- o **Extensión:** Este impacto se manifiesta de forma extensiva en la zona de estudio, con un valor de 8.
- o **Duración:** Este impacto ha permanecido vigente hace varios años, y a la vez se incrementa cada vez más. Tiene un valor de 8, debido a que se considera como de larga duración.
- o **Reversibilidad:** Con el cese de la minería, existe la posibilidad de que estas aguas recuperen su calidad, quizás no como la inicial, pero ya no existiría una fuente de contaminación como lo ha sido la minería, lo que se podría lograr a largo plazo, de 11-20 años, siempre que se tomen en cuenta todas las medidas. Su efecto se considera medianamente reversible con un valor de 5.
- o **Riesgo:** Al no trabajar en el mantenimiento y mejor conformación del sistema de drenajes, no se podrá lograr el mejoramiento de la calidad de estas aguas, permaneciendo de esta manera inútiles. Este riesgo se considera como alto, con un valor de 8.

$$VIA = 6 \times 0.3 + 6 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 6.4$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Jerarquización del impacto sobre las aguas superficiales.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aguas Superficiales	6	6	8	5	8	6.4	II

MF- 04: Posible ocurrencia de desprendimientos o deslizamientos.

- o **Medio Afectado:** Paisaje.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Tráfico de vehículos y equipos pesados. Producción de vibraciones.
- o **Efectos:** En los taludes descubiertos de los pasteles, se crean sistemas de agrietamiento muy pronunciados, cárcavas y surcos de mediana y gran extensión expuestos a los agentes de intemperismo. Son zonas donde a pesar de tomarse medidas de seguridad para disminuir la erosión en los depósitos, se hace difícil mantener la estabilidad, provocando el deslizamiento y desprendimiento del material, principalmente al aumentar la humedad. A la hora de evacuar el mineral o nivelar los pasteles (con buldozer o compactadores) para lograr mejor conformación de los mismos, el suelo es sometido a fuertes vibraciones. Estos taludes aparecen en los bordes de los pasteles o plataformas, donde es inactiva la minería, y han quedado abandonadas a la merced de los agentes de intemperismo, modificando el paisaje con gran intensidad y de manera extensiva, Figura 3.4 y 3.5.



Figura 3.4 y 3.5. Desprendimientos y deslizamientos en las laderas y taludes que bordean las plazoletas.

- o **Descripción del impacto:** Este impacto negativo va dejando notables modificaciones en el medio trayendo consigo el deterioro del paisaje, la inestabilidad

de laderas y taludes donde lamentablemente al hombre en ocasiones se le hace difícil acceder a ellas por el peligro al que se expone. No se manifiestan con frecuencia deslizamientos de gran escala, mas ocurren con la presencia de la alta humedad en el medio. El debilitamiento de la resistencia del suelo es consecuencia de los cambios físicos (Chávez y Guardado, 2008) lo que brinda un enfoque a estudios geotécnicos de laderas y taludes que puedan ser utilizados para la prevención, mitigación y estabilización de riesgos por deslizamientos en los Depósitos.

Desde el punto de vista físico, los deslizamientos se producen como consecuencia de los desequilibrios existentes entre las fuerzas que actúan sobre un volumen de terreno (Almaguer, 2006).

Criterios de valoración del impacto

o **Intensidad:** La intensidad de los desprendimientos o deslizamientos en los depósitos, se considera como de intensidad alta con un valor de 7. A pesar de tomarse medidas para asegurar la estabilidad del medio, no se erradican todos los problemas y es necesario persistir en ello.

o **Extensión:** Este impacto se manifiesta de forma extensiva bordeando todo el perímetro del depósito, con un valor de 5.

o **Duración:** Este impacto según ha pasado el tiempo, ha estado vigente y a la vez se incrementa cada vez más. Tiene un valor de 9, debido a que se considera como de larga duración.

o **Reversibilidad:** Al finalizar la minería, estas áreas de los depósitos serán tratadas como un yacimiento cerrado para su rehabilitación, asegurando su recuperación a corto plazo, lo que requiere de atención y supervisión para evitar la erosión de sus laderas como actualmente sucede. Su reversibilidad tiene un valor de 2.

o **Riesgo:** Se debe trabajar en la conformación de las laderas y taludes, para lograr mayor estabilidad. Este riesgo se considera como alto, con un valor de 7.

$$VIA = 7 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 2 \times 0.2 + 7 \times 0.2 = 5.8$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.7.

Tabla 3.7. Jerarquización del impacto sobre el paisaje.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Paisaje	7	5	9	2	7	5.8	III

MF- 05: Arrastre de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas.

- o **Medio Afectado:** Suelo.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Conformación de las plazoletas y falta de compactación. Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas. Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- o **Efectos:** Actualmente, uno de los problemas que afectan severamente es el desnivel e irregularidad en las plataformas, generando el mayor arrastre de sedimentos hacia las plazoletas bajas, las cuales carecen de un sistema de drenaje en buen estado (Figura 3.6 y 3.7). Durante los tiempos de seca se crean grandes emanaciones de polvo, por lo que durante la etapa de las precipitaciones, se estanca un gran volumen de agua y acarrea con ella materiales y sedimentos muy finos que son arrastrados desde las partes más elevadas. En la orilla del camino principal, se acumulan materiales más gruesos removidos por la mototrailla o buldozer a su paso, los cuales luego son arrastrados por el agua. Al no existir el continuo mantenimiento de las zanjas, se originan lagunas pantanosas, las cuales impiden la circulación de los equipos mineros y dificulta el incremento y evacuación en el depósito. En ocasiones se atascan los camiones, y aunque no se producen graves daños materiales, en los frentes de minería o caminos mineros ha ocurrido. Además de lo antes expuesto, incrementa la erosión en las laderas descubiertas y desprotegidas en los alrededores donde no existe acceso al minado, y afecta la calidad de las aguas superficiales, además de saturar su cauce con gran cantidad de sedimentos.



Figura 3.6 y 3.7. Arrastre y acumulación de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas.

o **Descripción del impacto:** La sedimentación constituye uno de los más graves impactos de la erosión en el medio ambiente, desequilibrando las condiciones hidráulicas, promoviendo crecientes, pérdida de capacidad de almacenamiento de agua, e incremento de sólidos en suspensión y disueltos, con la consecuente afectación a la calidad del agua (CEPRONIQUEL, 2007). El arrastre de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas trae consigo diversas afectaciones en los depósitos y la generación de nuevos impactos con sus efectos negativos sobre el medio físico, biológico y socioeconómico. Al concluir la temporada de lluvia, el material húmedo se seca originando mayor volumen de polvo en el aire y en el suelo, afectando así todo el ecosistema que lo rodea.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Este impacto se considera como de intensidad alta con un valor de 8.
- o **Extensión:** Este impacto se manifiesta de forma generalizada en todas las plataformas del depósito, aunque en unas ocurre con mayor intensidad, con un valor de 8.
- o **Duración:** Con el accionar continuo de la minería, este impacto se incrementa cada vez más. Alcanza el valor de 7, debido a que se considera como de larga duración.
- o **Reversibilidad:** Este impacto es medianamente reversible, con un valor de 5, puesto que cuando cierre el proyecto, y concluya la minería en el área, el medio

afectado que se analiza podrá recuperarse lentamente tomando un tiempo entre 11 - 20 años.

Riesgo: Este riesgo se considera como alto, con un valor de 7.

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

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.8.

Tabla 3.8. Jerarquización del impacto sobre el suelo.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	8	8	7	5	7	7.1	II

MF- 06: Cambios geomorfológicos del paisaje (nueva modificación del relieve).

o **Medio Afectado:** Relieve.

o **Localización:** Depósitos.

o **Acciones generadoras:** Conformación de las plazoletas y falta de compactación. Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas. Planificación y dirección de la evacuación del mineral seco y listo para alimentar a fábrica. Mantenimiento de los caminos.

o **Efectos:** En el área de estudio han ocurrido notables modificaciones en el relieve, puesto que se diferencian las condiciones actuales a las que inicialmente existían (Figura 3.8 y 3.9). En las plazoletas más bajas de los depósitos (al norte), el mineral aparece depositado generalmente en forma de pilas; en las más altas (al sur) en forma de pasteles, y el depósito de nivel más bajo está conformado por pasteles (al este). Según la planificación de la minería, va desarrollándose la evacuación y el incremento, y con ella el avance de los cambios en el medio. A medida que se va extrayendo el componente útil, al mismo tiempo en otra plazoleta se va incrementando desde los frentes. Al remontar el material, quedan estructuradas las pilas. Los pasteles son conformados con buldozer y deben ser compactados para una mejor conformación, pero la mayoría de las veces esto no sucede, por lo que al llover aumenta la humedad del componente útil que no ha secado completamente, y muchas veces cesa la minería, por lo que se abandona un leve tiempo. Existen áreas donde antes no se incrementaba, y ahora se toman con este fin, propiciando la creación de nuevas vías para acceder dentro de ellas, dando lugar al tráfico de vehículos y equipos pesados, por lo que el relieve es modificado.



Figura 3.8 y 3.9. Modificaciones del paisaje.

o **Descripción del impacto:** Este impacto negativo es el resultado de los trabajos de movimientos de tierras, conformación de plataformas, construcción de caminos, zanjas, y otras acciones que se desarrollan en la fase de operación, lo que genera severas modificaciones morfológicas en la superficie original del terreno propiciando la creación de formas antrópicas, unas positivas con respecto al nivel del relieve actual por acumulación de mineral, y otras negativas por la extracción (depresiones) que se ejecuta depresiones provocadas por la mala operación de los operadores de los cargadores y retroexcavadoras al minar (CEPRONIQUEL, 2007), Figura 3.10 y 3.11.



Figura 3.10 y 3.11. Depresiones provocadas por la mala operación de los operadores de los cargadores y retroexcavadoras al minar.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Este impacto se considera como de intensidad alta con un valor de 8.
- o **Extensión:** Este impacto se manifiesta de forma generalizada en todas las

plataformas del depósito, aunque en unas ocurre con mayor intensidad, con un valor de 10.

o **Duración:** Este impacto acciona desde los inicios de la etapa operativa, alcanzando un valor de 7, debido a que se considera como de larga duración.

o **Reversibilidad:** Es reversible, con un valor de 1, puesto que al pasar a la etapa de cierre se podrá restablecer el área en menos de 10 años.

o **Riesgo:** Este riesgo se considera como alto, con un valor de 6.

$$VIA = 8 \times 0.3 + 10 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 6 \times 0.2 = 6.5$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. Jerarquización del impacto sobre el relieve.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Relieve	8	10	7	1	6	6.5	II

MB - 01: Destrucción de la flora.

o **Medio Afectado:** Flora.

o **Localización:** Depósitos.

o **Acciones generadoras:** Tráfico de vehículos. Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas. Emisión de gases y de polvo. Alteración del paisaje. Producción de ruido y vibraciones. Maquinarias y medios técnicos. Mantenimiento de los caminos.

o **Efectos:** En las áreas del depósito no existe vegetación alguna, solo que en algunos alrededores han sobrevivido algunas especies como: pequeños bosques donde aparecen la Casuarina equisetifolia y Pinus cubensis, marañón, especies del orden Orchidale, Crisobalanus icaco (icaco), matorrales espinosos, charrascales y otros tipos de plantas invasoras. Las pocas especies que aún se encuentran están amenazadas por la contaminación, el aumento del nivel de ruido, por el trasiego de los camiones y equipos pesados (CEPRONIQUEL, 2004).

o **Descripción del impacto:** El impacto es negativo, pues en las áreas destinadas para la recepción y evacuación del componente útil, es baja la probabilidad de encontrar vida. Las principales causas que han provocado la pérdida de diversidad biológica son las siguientes: alteraciones, fragmentación o destrucción de hábitat,

ecosistemas y paisajes, la contaminación del suelo, las aguas y la atmósfera (Rodríguez, Terry y Valdés, et. al., 2014).

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Su intensidad es alta con un valor de 10, teniendo en cuenta que este es uno de los impactos más latentes.
- o **Extensión:** Se extiende de manera generalizada en todos los depósitos, con un valor de 10.
- o **Duración:** Este impacto acciona desde hace más de 5 años, con un valor de 10, debido a que se considera como de larga duración.
- o **Reversibilidad:** Este impacto es medianamente reversible, luego del cierre de la minería se puede restablecer el área, mas la flora y la fauna solo logrará recuperarse una parte de ella, alcanzando un valor de 5.
- o **Riesgo:** El riesgo es alto con un valor de 10, considerando la importancia que tiene la necesidad del restablecimiento del ecosistema en los depósitos.

$$VIA = 10 \times 0.3 + 10 \times 0.2 + 10 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 10 \times 0.2 = 9$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.10.

Tabla 3.10. Jerarquización del impacto sobre la flora.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Flora.	10	10	10	5	10	9	I

MB-02: Alteración del hábitat para la fauna (migración y muerte) por la actividad minera.

- o **Medio Afectado:** Fauna.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Maquinarias y medios técnicos. Mantenimiento de los caminos. Tráfico de vehículos. Ubicación del mineral, remonte y formación de pilas. Emisión de gases y de polvo. Producción de ruido y vibraciones.
- o **Efectos:** Debido a cada modificación que surge con el avance de la evacuación y el abasto en los depósitos, crece la posibilidad de que se degeneren los ecosistemas, aún aquellos que rodean el área de estudio. Las pocas especies existentes migran hasta donde puedan sentirse seguras y puedan reproducirse.

o **Descripción del impacto:** Este impacto negativo permite analizar las condiciones de esta etapa operativa en la que está encausado este proyecto, donde las plazoletas son desérticas (Figura 3.12), y el ruido por el tráfico de los equipos es continuo. Todo esto es lo que propicia seguramente, la no permanencia de especies en la zona.



Figura 3.12. Plazoletas desérticas por la actividad minera.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Su intensidad es alta con un valor de 10.
- o **Extensión:** Se extiende de manera generalizada con un valor de 10.
- o **Duración:** Este impacto acciona desde hace más de 5 años, con un valor de 9.
- o **Reversibilidad:** Este impacto es medianamente reversible con un valor de 5, considerando que al pasar a la etapa de reforestación, se recupere el ecosistema, pero no asegura lograrlo en su totalidad.
- o **Riesgo:** El riesgo es alto con un valor de 10.

$$VIA = 10 \times 0.3 + 10 \times 0.2 + 9 \times 0.1 + 5 \times 0.2 + 10 \times 0.2 = 8.9$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.11.

Tabla 3.11. Jerarquización del impacto sobre la fauna.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Fauna	10	10	9	5	10	8.9	I

MS - 01: Generación de nuevas fuentes de empleo.

- o **Medio Afectado:** Sociedad.
- o **Localización:** Depósitos.

- o **Acciones generadoras:** Toma de muestras. Control de las operaciones y ubicación de los equipos mineros. Maquinarias y medios técnicos. Regadío de agua por pipas. Mantenimiento de los caminos.
- o **Efectos:** Con la generación de nuevas fuentes de empleo, se benefician económicamente todo el personal que labora en el depósito, contribuyendo de esta manera a la disminución de la tasa de desempleo en el municipio y logrando mayor efectividad del trabajo en la mina. A continuación se muestra la tabla 3.12 donde se reflejan los salarios según la plantilla establecida en los depósitos.
- o **Descripción del impacto:** La plantilla de los depósitos ha estado incompleta en ocasiones, pero se han hecho convocatorias de parte de la especialista en recursos humanos y el especialista al frente del proyecto, incorporando así el personal idóneo, lo que asegura mejor productividad. La aparición de este impacto positivo está ligado a la fase operativa del proyecto, puesto que existe demanda de fuerza de trabajo producto al incremento de los volúmenes de extracción haciéndose necesario la adquisición de nuevos equipos.

Tabla 3.12. Salarios y plantilla en Depósito.

Turnos	Plazas	Salarios por turnos	Salario Total
A, B, C y D	Esp. B en Geología.	589.25\$	2357\$
	Muestrero	482.72\$	1930.88\$
	Muestrero	482.72\$	1930.88\$
	Muestrero	482.72\$	1930.88\$
Total			8149.64\$

Fuente: Elaboración propia.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Su intensidad es baja con un valor de 2, teniendo en cuenta que el nivel de empleo es bajo.
- o **Extensión:** Se extiende de manera local con un valor de 3.
- o **Duración:** Este impacto acciona desde hace más de 5 años, con un valor de 8.
- o **Reversibilidad:** Este impacto es irreversible con un valor de 6, dado que siempre va a existir la necesidad del empleo, producto a la carga de trabajo y tareas que se deben realizar en el depósito, de manera ardua y continua.
- o **Riesgo:** El riesgo es bajo con un valor de 1.

$$VIA = 2 \times 0.3 + 3 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 1 \times 0.2 = 3.4$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Jerarquización del impacto sobre el medio social.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Sociedad	2	3	8	6	1	3.4	IV

MS - 02: Aumento del consumo de combustible.

- o **Medio Afectado:** Económico.
- o **Localización:** Depósitos.
- o **Acciones generadoras:** Control de las operaciones y ubicación de los equipos mineros. Maquinarias y medios técnicos. Regadío de agua por pipas. Mantenimiento de los caminos. Carga y transportación del mineral desde los diferentes frentes de minería. Desmonte y formación de pasteles del mineral seco.
- o **Efectos:** El consumo diario de petróleo, es considerable en el depósito, principalmente en aquellos equipos de arranque y carga que son los de mayor consumo. Por tal motivo cada tarea a realizar debe ser bien orientada y supervisada para no derrochar este preciado líquido.
- o **Descripción del impacto:** Este impacto repercute en el medio económico, ya que todo equipamiento minero es habilitado con diesel, y anualmente se consumen 4 488 202.29 ltrs del mismo, en función de las labores mineras, por lo que se toman medidas para evitar el desvío de este recurso que le cuesta al país.

Criterios de valoración del impacto

- o **Intensidad:** Su intensidad es notablemente alta con un valor de 10.
- o **Extensión:** Se extiende de manera generalizada con un valor de 9.
- o **Duración:** Este impacto acciona con un valor de 8.
- o **Reversibilidad:** Este impacto es irreversible con un valor de 10, pues no es recuperable.
- o **Riesgo:** El riesgo es alto con un valor de 8.

$$VIA = 10 \times 0.3 + 9 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 10 \times 0.2 + 8 \times 0.2 = 9$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.14.

Tabla 3.14. Jerarquización del impacto sobre el medio económico.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Económico	10	9	8	10	8	9	I

MS - 03: Aumento de la probabilidad de riesgo de accidentes por incremento del tráfico de equipos.

o **Medio Afectado:** Sociedad.

o **Localización:** Depósitos.

o **Acciones generadoras:** Control de las operaciones y ubicación de los equipos mineros. Maquinarias y medios técnicos. Carga y transportación del mineral desde los diferentes frentes de minería. Desmonte y formación de pasteles del mineral seco. Señalización.

o **Efectos:** Como parte de los efectos que causa este impacto, se establecen medidas de seguridad y en cada plazoleta se señalizan los caminos y las pilas para facilitar de esta manera el tráfico de los camiones y demás equipos.

o **Descripción del impacto:** La probabilidad de riesgo de accidentes no solo está dada por el incremento del tráfico de equipos, sino también por las condiciones irregulares existentes en el terreno, por lo que al personal del área se le exige que solo deben circular de día para los recorridos y marcha ruta que se orientan, y en horario nocturno realizarlo en camiones.

Criterios de valoración del impacto

o **Intensidad:** Su intensidad es alta con un valor de 8.

o **Extensión:** Este impacto es extensivo en los depósitos con un valor de 5.

o **Duración:** Desde hace más de 5 años acciona con un valor de 6.

o **Reversibilidad:** Este impacto es irreversible con un valor de 10. Al tomarse medidas, se asegura la vida del trabajador. Aún así, de suceder lo contrario, nada haría volver la vida del hombre.

o **Riesgo:** El riesgo es alto con un valor de 9.

$$VIA = 8 \times 0.3 + 5 \times 0.2 + 6 \times 0.1 + 10 \times 0.2 + 9 \times 0.2 = 7.8$$

El resultado de los criterios de valoración del impacto se introduce en la tabla 3.15.

Tabla 3.15. Jerarquización del impacto sobre el medio económico.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Económico	8	5	6	10	9	7.8	II

3.3. Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: suelo

Este impacto se clasifica como de Categoría II, posee una probabilidad de ocurrencia alta, con $6 < VIA < 8$. Se recomienda como medidas correctivas:

1. Realizar la compactación adecuada (con el equipamiento apropiado) de las plataformas y pasteles para disminuir el arrastre del material suelto.
2. Relleno de los huecos y nivelación de las plataformas.
3. Remodelación y protección de los taludes para atenuar la acción de la erosión.
4. Capacitar y preparar los operadores de los equipos de arranque y carga (RE, CF y buldozer) para realizar sus funciones en las distintas plataformas, y así alcanzar y mantener buena conformación del terreno.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: relieve

Este impacto se clasifica como de Categoría II, posee una probabilidad de ocurrencia alta, con $6 < VIA < 8$. Se recomienda como medida correctiva:

1. Supervisión del modo operativo de los equipos en el área para evitar graves modificaciones del terreno.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: agua

Este impacto se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con $6 < VIA < 8$. Como parte de las medidas se recomienda:

Correctiva:

Mantener distante los basureros de las zonas por donde corren las aguas de escorrentía, y garantizar la supervisión y control de estos.

Mitigante :

Lograr la conformación del sistema de drenajes existente, y darle seguimiento.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: aire

Este impacto se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con $6 < VIA < 8$. Como medidas correctivas se recomienda:

1. Mantener y priorizar el riego sistemático de agua en los caminos de los depósitos, principalmente frente a la caseta de muestreo.
2. Reducir las velocidades de los equipos que circulan en los depósitos para disminuir las emanaciones de polvo.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: flora

Este impacto se clasifica como de Categoría I, la probabilidad de ocurrencia es muy alta, con $VIA \geq 8$. Se establecen como medidas:

Mitigante :

1. Favorecer el crecimiento de vegetación en forma de pantalla arbórea por los bordes de los depósitos con el apoyo del personal de REMIN o del Proyecto Eco-Arte.

Correctiva :

2. Se propone una vez cerrado el proyecto de Secado olar, la restauración de las áreas afectadas con la siembra de especies propias del territorio.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: fauna

Este impacto se clasifica como de Categoría I, la probabilidad de ocurrencia es muy alta, con $VIA \geq 8$. Se recomienda como medida preventiva :

1. Monitorear en la etapa de cierre la restauración del terreno para insertar varias especies endémicas en la zona.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: paisaje

Este impacto se clasifica como de Categoría III, la probabilidad de ocurrencia es moderada, con $4 < VIA < 6$. Se recomienda tomar medidas correctivas como:

1. Exponer en lugares visibles avisos indicando las medidas de protección y prevención que deben adoptarse respecto a los riesgos ambientales del establecimiento.
2. Perfeccionar la elaboración de la planificación en Depósitos.
3. Mejoramiento de la señalización en las pilas y caminos.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: sociedad

Este impacto se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, se recomienda tomar medidas mitigantes y correctivas :

1. Realizar chequeos médicos con mayor rigor y frecuencia al personal que labora directamente en los depósitos.
2. Uso de los medios de seguridad, respeto a las señales del tránsito, y no exceso del uso del claxon de los camiones principalmente frente a la caseta de muestreo.
3. Prohibición de la permanencia de personas ajenas a la actividad, en las áreas donde se ejecuten los trabajos.

Evaluación final del impacto sobre el medio afectado: económico

Este impacto se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, se recomienda tomar medidas de corrección :

1. Uso estricto de las medidas (control de los GPS y mediciones de combustible).

El resultado del análisis previamente realizado, se resume en una tabla matriz (Tabla 3.16), en la que se ordenan los impactos del medio físico, biológico y socioeconómico de mayor a menor VIA, con la finalidad de proponer que se ejecuten las medidas mitigantes y correctivas priorizando el orden que ellas presentan. Ver Anexos.

Tabla 3.1. Resumen de las determinaciones de laboratorio de los puntos del muestreo de aguas superficiales y subterráneas.

M	P	pH	ST	SD	SS	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na	K	Ca	Mg	Fe	Ni	Co	Cr	Mn	Cu	Cd	Pb	Zn
A-1	51	6.82	394	116	348	6.37	14.70	0	7.28	0.434	0	10.02	2.77	0.008	0	0.015	0.020	0.0009	0	0	0.032
A-2	55	6.20	234	152	82	8.30	17.83	40.06	14.42	0.040	2.10	14.54	1.22	0.020	0	0.800	0	0	0	0.06	1.15
A-3	49	7.49	458	44	414	26.9	14.46	13.99	7.09	0.243	0	9.78	5.31	0.007	0.007	0.033	0.021	0.0007	0	0	0.028
A-4	56	6.73	10090	182	9908	4.43	12.59	54.33	8.61	0.398	1.24	20.34	6.58	0.037	0.003	0.205	0.010	0.0006	0	0	0
A-5	43	7.29	190	182	8	30.9	20.5	20.5	14.98	0.245	13.6	19.50	0.060	0.001	0	0.033	0	0.010	0	0.017	0.011
A-6	45	7.80	128	110	18	30.9	21.5	21.5	14.52	0.128	15.8	13.25	0.008	0.006	0.002	0.067	0	0.010	0.001	0.022	0.012
A-7	46	6.85	332	286	46	4.42	21.2	21.2	14.85	0.099	13.25	21.30	0.023	0.003	0.000	0.780	0	0.015	0.002	0	0.013
máximo		6.2	128	44	8	4.42	12.59	0	7.09	0.04	0	9.78	0.008	0.001	0	0.015	0	0	0	0	0
mínimo		7.8	10090	286	9908	30.9	21.5	54.33	14.98	0.434	15.8	21.3	6.58	0.037	0.007	0.8	0.021	0.015	0.002	0.06	1.15
promedio		7.03	1689.43	153.14	1546.29	16.03	17.54	24.51	11.68	0.23	6.57	15.53	2.28	0.01	0.00	0.19	0.01	0.01	0.00	0.01	0.18

Notas

1. Las muestras reportadas con valor de concentración cero de los diferentes elementos o especie química presentan un contenido menor que el límite de detección de los mismos.
2. En la columna M, aparece el nombre de la muestra y en la P el número del punto con que aparece en la figura 5
3. Los valores en rojo sobrepasan la Concentración Máxima Admisible (CMA).
4. Método de Análisis: Volumétricos (CO₃²⁻, CL⁻, NH₃), Gravimétricos (ST, S/S, SD, SO₄²⁻) / Espectrofotometría de Absorción Atómica (Metales) / Electrométricos (pH)
5. Expresión de los resultados: en (mg/L)/pH en unidades de pH

CONCLUSIONES

- La caracterización del depósito de mineral del secado solar como productor de impactos, el análisis y selección de la metodología aplicar, la identificación de los factores ambientales susceptibles de recibirlos, y la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales permitió obtener el estudio geoambiental del Depósito de la UBMina y elaborar un sistema de medidas para minimizar sus efectos negativos.
- La caracterización del depósito de mineral de secado solar como productor de impactos permitió identificar como principales acciones productoras de impactos : la toma de muestras, el abasto, el remonte y formación de pilas, y la evacuación del mineral.
- El análisis de las principales metodologías de evaluación de impactos propició seleccionar la metodología Criterios Relevantes Integrados de Buroz (1990), como la más racional debido a su efectividad, además de ajustarse a las necesidades del ambiente afectado y a las características del proyecto.
- Se identificaron y caracterizaron seis factores ambientales susceptibles de recibir impactos en el medio físico, dos en el medio biológico y tres en el medio socio-económico.
- El plan de medidas correctivas y mitigantes elaborado permite minimizar los efectos negativos provocados por la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

Elaborar un programa de educación ambiental para el personal de la Mina con acciones específicas para los trabajadores del Depósito de Secado solar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Grupo de Secado Solar (2004-2009) Certificación mensual de los trabajos en el servicio científico-tecnológico 1239: Monitoreo Minero y Operación de los Depósitos de Estabilización. ECECG-CEINNIQ, Servicio Científico-Tecnológico 1239, Moa.
- Alepuz, H. (2001). Secado natural del mineral laterítico. Paper presented at the X Simposio del CEINNIQ, Moa.
- Alepuz, H., Aldana, E., & Legra, A. (1993). Secado solar de minerales lateríticos para corrida en planta piloto CIL
- Alamguer-Carmenates, Y. (2006). Evaluación de la susceptibilidad del terreno a la rotura por desarrollo del deslizamiento en el yacimiento Punta Gorda. *Minería y Geología*, 22(2).
- CEPRONIQUEL. (2001). Plan 5 Años de Minería 2001- 2005 Sub. Dirección de Minas de la E.C.E.CH.G. Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel.
- CEPRONIQUEL. (2004). Plan 5 Años de Minería. Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel.
- CEPRONIQUEL. (2007). Explotación Yacimiento Camarioca Este. Medio Ambiente. Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel.
- CEPRONIQUEL. (2013). Ingeniería Básica Depósito de Secado Solar Ingeniería Ambiental. Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel.
- Chávez Moncayo, M. Á., & Guardado Lacaba, R. (2008). Evaluación ingeniero-geológica del deterioro de las rocas en la provincia de Manabí, Ecuador. *Minería y Geología*, 24(4).
- Corvalan, R. (1992). Ingeniería del secado solar. Subprograma VI: Nuevas fuentes y conservación de la energía. CYTED-D.
- Cutiño, A. (2003). Procedimiento para el Reciclaje del mineral del Rechazo, UBMina, Nota técnica.
- Donatien, A., & García, M. I. (2003). Ingeniería y programa de expansión minera de la UBMina, ECECG
- Espinoza, G. (2007). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental
- Estenoz M., S., Alderí, A., Batista, N., & Donatién, A. (2005). Resultados en la industria minera del secado solar y la homogeneización de minerales en pilas a la intemperie. Memorias en CD del Evento CIEMA'05, Noviembre 8-11,

ISBN 959-2007-198-5, UO-CEEFE, Santiago de Cuba.

- Estenoz M., S., Alderí, A., Garcia, A., & Lobaina, Y. (2006). Uso racional de los recursos con la explotación de los depósitos de estabilización de la calidad en la ECECG. CEINNIQ-2006, XVI Forum, Moa, Holguín.
- Estenoz Mejías, S. (2013). Proyecto Secado Solar Información para Estudio de Factibilidad Técnica-Económica del Secado Solar del Mineral de la ECECG. Unidad Básica Minera Departamento Técnico. .
- Estenoz, S. (2005). El secado solar a la intemperie y la homogenización de perfiles lateríticos. Tecnologías por el desarrollo sostenible, Memorias del Evento: XXVI Convención Internacional de Minería, EXPOMIN-2005, Veracruz, México.
- Estenoz, S. (2006). La integración cultural y la popularización de las ciencias como actores del cambio para una minería sustentable, Memorias del Evento IV Jornadas por la Cultura Científica, La Habana, CITMA.
- Estenoz, S. (2006). Uso racional de los recursos con la explotación de los depósitos de estabilización de la calidad en la ECECG, Premio Innovación Tecnológica, Moa, CITMA, 2006.
- Estenoz, S. (2007). Evaluación de las tecnologías de explotación de depósitos mineros para mezclas, beneficio, homogeneización y secado solar en la mina de la ECG, Informe técnico, Dpto. Técnico UBMina ECG, Moa, pp. 86. .
- Estenoz, S. (2008). Influencia del beneficio y la humedad en la productividad del proceso de molienda de la laterita en la ECECG, Informe Técnico, Dpto. Técnico UBMina ECG, Moa, pp. 37.
- Estenoz, S. (2008). Tecnología de operación para Mezcla, Secado Solar, Homogeneización y Estabilidad de la calidad del mineral que Abastece la Mina a Proceso en la ECECG, Informe técnico, Dpto. Técnico UBMina ECG, Moa, pp. 46.
- Estenoz, S. (2009). Sistema Integral de Explotación Minera para Desarrollo Sostenible de Recursos Naturales y su procesamiento Tecnológico. Caso de Estudio, Informe Técnico, Dpto. Técnico UBMina ECG, Moa, pp. 55.
- Estenoz, S. (2011). La Tecnología de Homogeneización y Secado Solar en Campos a Cielo Abierto de Minerales Lateríticos en Cuba, GORNIAKI´ 2011, Universidad Estatal de Moscú, Moscú, Rusia.

- Estenoz, S. (2011). Procedimiento Tecnológico para Beneficio, Secado Solar y Homogeneización en Depósitos Mineros con Excavadoras ESH-6/45 y Cargadores Frontales, Geociencias 2011, La Habana. .
- Estenoz, S., & Azaharez, S. (2006). Secado solar y aire de minerales y materiales a granel, Informe de cierre de proyecto 1243, CEINNIQ, Moa.
- Estenoz, S., Espinosa, M., & Pérez, N. (2003). Prueba de homogeneización y secado solar del mineral (Parte I): CEINNIQ, Cuba, Moa p. 24-48.
- Estenoz, S., Espinosa, M., & Pérez, N. (2003B). El secado solar y la homogeneización en el sistema de preparación de mineral en la mina de la ECECG. MEMORIAS GEOMIN 2003, La Habana, 24-28 de marzo. ISBN 959-7117-11-8.
- Estenoz, S., & Pérez, N. (2004). Valoración del proyecto: beneficio, secado y homogenización de minerales para la expansión minera de la ECECG, Informe técnico, CEINNIQ, Moa.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Del Toro, A. (2004). Estudio de variabilidad de la calidad del mineral en la ECECG, Informe de investigación, CEINNIQ. .
- Estenoz, S., Pérez, N., & Espinosa, M. (2003C). Caracterización geoquímica del material de fondo en los yacimientos asignados a la ECECG, Informe de investigación, CEINNIQ.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Espinosa, M. (2004). Uso de las energías renovables en la industria cubana del níquel, evento CUBASOLAR-2004, Guantánamo, Cuba.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Ramírez, I. (2003E). Prueba de homogenización y secado del mineral (Parte II y III), Informe parciales de investigación, CEINNIQ.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Ramírez, I. (2004). Secado solar y homogeneización de minerales a la intemperie en la industria cubana del níquel, Memorias del Evento CUBASOLAR-2006, Hanabánilla, Villa Clara.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Rondón, E. (1999). Procedimiento de homogeneización y secado solar de materiales a granel e instalación requerida, Patente cubana No. 208208, OCPI, La Habana, 1999
- Estenoz, S., Pérez, N., & Rondón, E. (1999). Procedimiento de homogeneización y secado solar de materiales a granel e instalación requerida, Patente cubana No. 208208, OCPI, La Habana.
- Estenoz, S., Pérez, N., & Rondón, E. (2003A). Procedimiento e instalación de

- homogeneización y secado solar de materiales a granel, Patente cubana No.22883, OCPI, La Habana.
- Estenoz, S., & Rondón, E. (1997). Descripción, caracterización y valoración de los flujos y procesos, Informe final Etapa 03 del proyecto de I+D: "Incremento y regulación de la eficiencia económica del complejo minero-metalúrgico", Centro de Investigaciones del Níquel, Moa.
- Estenoz, S. M. (1997). Procedimiento de homogeneización para apilamiento y recogida de materiales a granel e instalación requerida, patente No CU22513. OCPI, La Habana.
- Estenoz, S. M. (1999). Incremento y regulación de la eficiencia económica del complejo minero-metalúrgico, CIL, Informe final del proyecto SEMMI.
- Estenoz, S. M. (1999). Incremento y regulación de la eficiencia económica del complejo minero-metalúrgico, Informe Final de Proyecto de I+D, CIL, Moa Níquel, Moa.
- Estenoz, S. M. (2001). Procedimiento y equipo para secado solar de materiales a la intemperie, Solicitud de invención cubana No. 2001-175, OCPI, La Habana.
- Estenoz, S. M., Pérez, N., & Ramírez, I. (2004). Primer estudio de control del muestreo realizado en las pilas de secado solar, Informe de Investigación CEINNIQ, Moa.
- Estenoz, S. M., Pérez, N., & Rondón, E. (1999). Procedimiento para estabilizar y secar los flujos de mena durante el abasto al proceso metalúrgico, Evento IX Sesión Científica, CIL, Moa.
- Fernández, L. (1989). Consideraciones acerca del empleo del Depósito Exterior en el proceso de estabilización de la calidad de la materia prima Mineral: Estudio SDM. ECECG.
- Fernández, L. (1992). Estudio de la reincorporación de agua en el mineral entregado a la Planta de Recepción y Trituración del Mineral" Informe final.
- Guardado Lacaba, R., & Almaguer Carmenates, Y. (2001). Evaluación de riesgos por deslizamientos en el Yacimiento Punta Gorda, MOA, HOLGUIN. Minería y Geología, XVII I (1).
- Hernández Columbié, T. (2003). Estudios de impacto ambiental del proyecto de explotación de los años 2002-2005 del yacimiento Punta Gorda. INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO "Dr. Antonio Núñez Jiménez", MOA.

- Inversiones GAMMA SA. (2010). Diagnóstico del proceso de en el Yacimiento Punta Gorda Empresa Ernesto Che Guevara. División Ambiental.
- ISES. (2005). Renewable Energy Future for the Developing World. Freiburg Germany: International Solar Energy Society Wiesentalstr.
- Iturralde-Vinent, M. A. (1996a). Geología de las Ofiolitas de Cuba. En: Iturralde-Vinent M. (ed.). Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. IGCP Project 364. Special contribution n.1. (pp. 83-120).
- Iturralde-Vinent, M. A. (1996b). Introduction to Cuban Geology and Tectonics. En: Iturralde-Vinent M. (ed.). Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. IGCP Project 364. Special contribution n.1
- Iturralde-Vinent, M. A. (1996c.). Cuba: el arco de islas volcánicas del Cretácico. En: M. Iturralde-Vinent (ed.). Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. IGCP Project 346.
- Iturralde-Vinent, M. A. (1998). Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. Acta Geológica Hispana 33 (1-4). 9-56p.
- Jatib, H.-., Ulloa Carcasés, M., Almaguer Carmenates, Y., & Rosario Ferrer, Y. (2014). Evaluación Ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de la construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba. Luna Azul.
- Martínez Lores, V. A. (2011). Mineralogía de un cuerpo silicatado de perfiles lateríticos mediante DRX y espectros infrarrojos. INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA "DR. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ".
- Montes de Oca, A.; Ulloa, M.; García, S. (2014). Evaluación y recuperación ambiental del ecosistema dañado por la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa, Guantánamo, Cuba. Revista Gestión Ambiental, No 27, julio 2014, pp19-33. ISSN 0718-445X versión en línea, ISSN 0717-4918 versión impresa.
- 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.
- Restrepo Victoria, A. H., & Burbano Jaramillo, J. C. (2005). Disponibilidad Térmica Solar y su Aplicación en el secado. UTP. Scientia et Technica, XI(27).
- Rodríguez Salvá, A., terry Berro, B., Valdés Valdés, O., Quintana Jardines, I., & Betancourt Blanco, A. La educación ambiental en la gestión y manejo del

riesgo en situaciones de desastres.

Terry Berro, B., Rodríguez Salvá, A., Terry Berro, C., & Licea Jiménez, T. Adolescentes por la protección y la conservación del medio ambiente.

Ulloa Carccassés, M. (2014). Evaluación de impacto ambiental. Paper presented at the Evaluación de Impacto Ambiental.

Ulloa Carccassés, M. (2014). Evaluación de impacto ambiental Paper presented at the MAESTRIA EN GEOLOGIA MENCION GEOLOGIA AMBIENTAL, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. "Dr. Antonio Núñez Jiménez", CUBA.

Vílchez Fernández, O. E. (2014). Evaluación del Impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en el fundo los clavelitos. INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO "Dr. Antonio Núñez Jiménez", Maracaibo.

Tabla 3.16. Tabla Matriz.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Medio Físico.				
MF-02	Aumento de la intensidad de la erosión por remoción y evacuación.	Existen áreas de los alrededores, donde se observan huellas de la minería que ha sido abandonada , y quedan expuestas a los agentes de intemperismo, formando así cortezas duras y muy degradadas, apareciendo el agrietamiento y desertificación de las mismas donde apenas se origina el hábitat para algunas especies de la vegetación típica de estas zonas semidesérticas.	Suelo	7,8	Alta	Correctivas: 1. Capacitar los operadores de los equipos de arranque y carga para realizar sus funciones en las distintas plataformas logrando buena conformación del terreno. 2. Remodelación y protección de los taludes para atenuar la acción de la erosión.
MF-01	Alteración de la calidad del aire.	Estas emisiones se pueden considerar como el impacto negativo que más afecta al medio en las zonas aledañas donde se ha logrado desarrollar la reforestación, y en las mismas áreas del depósito. La contaminación acústica es una de las causas de mayor deterioro de la calidad de vida en los depósitos.	Aire	7,5	Alta	Correctivas: 1. Riego sistemático de agua en los caminos de los depósitos, principalmente frente a la caseta de muestreo. 2. Reducir las velocidades de los equipos que circulan en los depósitos para disminuir las emanaciones de polvo.

Tabla 3.16. Continuación.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Medio Físico.				
MF-05	Arrastre de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas	El arrastre de sedimentos durante las precipitaciones atmosféricas afecta los depósitos y genera nuevos impactos con sus efectos negativos sobre el medio físico, biológico y socioeconómico. Al concluir la temporada de lluvia, el material húmedo se seca originando mayor volumen de polvo en el aire y en el suelo, afectando así todo el ecosistema que lo rodea.	Suelo	7,1	Alta	Correctivas: 1. Compactación adecuada con el equipamiento apropiado de las plataformas y pasteles. 2. Relleno de los huecos y nivelación de las plataformas.
MF-06	Cambios geomorfológicos del paisaje (nueva modificación del relieve).	Este impacto negativo es el resultado de los trabajos de movimientos de tierras, conformación de plataformas, construcción de caminos, zanjas, y otras acciones que se desarrollan en la fase de operación, lo que genera severas modificaciones morfológicas en la superficie original del terreno propiciando la creación de formas antrópicas, unas positivas y otras negativas.	Relieve	6,5	Alta	Correctiva: Supervisión del modo operativo de los equipos en el área para evitar graves modificaciones del terreno.

Tabla 3.16. Continuación.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Medio Físico.				
MF-03	Riesgo de contaminación de las aguas superficiales.	Se han formado lagunas de sedimentación de gran espesor de granulometría muy fina provocando que las aguas superficiales que vienen de escorrentía, alcancen elevadas concentraciones de minerales y elementos pesados propios del medio modificando así su composición, siendo saturadas de sólidos en suspensión, sales metálicas, nutrientes, restos de suelo y materia orgánica que se desprende de las laderas de las escombreras ya reforestadas y de las zonas más altas de los depósitos.	Aguas Superficiales	6,4	Alta	Correctivas: Distanciar los basureros de las zonas por donde corren las aguas de escorrentía, y garantizar la supervisión y control de estos. Mitigante: Lograr la conformación del sistema de drenajes existente, y darle seguimiento.
MF-04	Posible ocurrencia de desprendimientos o deslizamientos.	Este impacto negativo va dejando notables modificaciones en el medio trayendo consigo el deterioro del paisaje, la inestabilidad de laderas y taludes donde lamentablemente al hombre en ocasiones se le hace difícil acceder a ellas por el peligro al que se exponen. No se manifiestan con frecuencia deslizamientos de gran escala, pero frecuentan en presencia de alta humedad en el medio.	Relieve	6,5	Alta	Correctiva: Supervisión del modo operativo de los equipos en el área para evitar graves modificaciones del terreno.

Tabla 3.16. Continuación.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Medio Biológico				
MB-01	Destrucción de la flora.	El impacto es negativo, pues en las áreas destinadas para la recepción y evacuación del componente útil, es baja la probabilidad de encontrar vida, y solamente existen en aquellas zonas circundantes. Las principales causas que han provocado la pérdida de diversidad biológica son las siguientes: alteraciones, fragmentación o destrucción de hábitat, ecosistemas y paisajes, la contaminación del suelo, las aguas y la atmósfera.	Flora	9	Muy Alta	Mitigante: Favorecer el crecimiento de vegetación espontánea en los alrededores de los depósitos donde no existe vegetación alguna. Correctivas: Al cerrar el proyecto de secado solar, restaurar las áreas afectadas con la siembra de especies propias del territorio.
MB-02	Alteración del hábitat para la fauna (migración y muerte) por la actividad minera.	Este impacto negativo permite analizar las condiciones de esta etapa operativa en la que está encausado este proyecto, donde las plazoletas son desérticas, y el ruido por el tráfico de los equipos es continuo. Todo esto es lo que propicia al seguro la no permanencia de especies en la zona.	Fauna	8,9	Muy Alta	Correctiva: Supervisión del modo operativo de los equipos en el área para evitar graves modificaciones del terreno.

Tabla 3.16. Continuación.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Socio-económico.				
MS-02	Consumo de combustible.	Este impacto repercute en el medio económico, ya que todo equipamiento minero es habilitado con diesel, y al año se consumen 4 488 202.29 litros del mismo en función de las labores mineras, por lo que se toman medidas para evitar el desvío de este recurso que le cuesta tanto al país.	Económico	9	Muy Alta	Correctivas: 1. Uso estricto de las medidas (control de los GPS y mediciones de combustible).
MS-03	Aumento de la probabilidad de riesgo de accidentes por incremento del tráfico de equipos.	La probabilidad de riesgo de accidentes no solo está dada por el incremento del tráfico de equipos, sino también por las condiciones irregulares existentes en el terreno, por lo que al personal del área se le exige que solo deben circular de día para los recorridos, y en horario nocturno hacerlo en camiones.	Sociedad	7,8	Alta	Mitigante: Prohibición de la permanencia de personas ajenas a la actividad del área. Correctiva: Uso de los medios de seguridad, y no exceso del uso del claxon de los camiones (principalmente frente a la caseta de muestreo).

Tabla 3.16. Continuación.

Código	Nombre del impacto	Descripción	Medio Afectado	VIA	Probabilidad de ocurrencia	Medidas a Aplicar
		Componente Socio-económico.				
MS-01	Generación de nuevas fuentes de empleo.	La aparición de este impacto positivo está ligado a la fase operativa del proyecto, puesto que existe demanda de fuerza de trabajo producto al incremento de los volúmenes de extracción haciéndose necesario la adquisición de nuevos equipos.	Sociedad	2,4	Baja	Correctivas: Realizar chequeos médicos con mayor rigor y frecuencia al personal que labora directamente en los depósitos.

ANEXOS.