

---

FACULTAD  
CIENCIAS EMPRESARIALES  
Y ADMINISTRACIÓN

DPTO. ECONOMÍA

## **Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en el yacimiento Camarioca Este.**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA

Autor: Frank Ernesto Zúñiga Tabares

Tutor: Dr. C Roberto Rodríguez Córdova

Ms. C Yordanis Torres Batista

HOLGUÍN 2019



## PENSAMIENTO

*"El deterioro acelerado y creciente del medio ambiente, es hoy día, posiblemente el peligro a largo plazo más grave que enfrenta toda especie humana en su conjunto y muy en particular el aún llamado Tercer Mundo".*

(Castro, 1992)



## DEDICATORIA

*A mis padres por ser mis mejores maestros*

*A mi hermana por apoyarme en esta gran aventura*

*A mi Virgen de la Caridad del Cobre que siempre me acompaña y protege*

*A Aliennis por su paciencia y complicidad en estos años*

*A Abuela Sara y Milena que Dios las tenga en el cielo y en la gloria por enseñarme que la vida se disfruta y por luchar hasta el final*



## AGRADECIMIENTOS

A mi tía Iris por ser mi aliada y cómplice

A mis tutores Yordanis y Roberto por toda su ayuda y conocimiento

A todos los compañeros de la beca principalmente a los más allegados

A los trabajadores de la empresa que me aportaron tanto conocimiento

A mi sobrino Dieguito por dejarme ser niño otra vez

A toda mi inmensa familia por ser un gran apoyo y soporte

A todos los que de alguna forma se involucraron en este proyecto

Mil Gracias



## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo diagnosticar el yacimiento Camarioca Este perteneciente a la Empresa Niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara ante las cambiantes condiciones que impone el entorno medio ambiental actual, a través de la aplicación de la guía metodológica del CITMA. En el mismo se incluyen herramientas matriciales, encuestas, consulta a expertos y la aplicación de software, fundamentado en el método de la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos. Con la aplicación de dicha guía se obtendrá una cuantificación en unidades físicas de los bienes y servicios del ecosistema en cuestión, su valor económico total y los principales impactos medio ambientales después de realizada la explotación minera.



## ABSTRACT

The present work has like objective to diagnose the deposit Camarioca East belonging to the Company Nickelifer Commandant Ernesto Che Guevara in front of the changing conditions that you force the half environmental present-day surroundings on, through the application of the guide the CITMA's methodological. In the same they include matrix tools, opinion polls, consult experts and the application of software, well-founded in the method of the cost-reducing assessment of goods and services ecosystem's. You will get a quantification in physical units from the goods and services of the ecosystem in point, his cost-reducing total value and the principal half environmental impacts with the aforementioned guide's application after of once the mining operation was accomplished.



## ENCABEZADO

La Universidad de Holguín satisface necesidades de formación integral y continua de profesionales en las ciencias exactas, económicas, técnicas, pedagógicas, agropecuarias, jurídicas, de la cultura física y el deporte, sociales y humanísticas, aporta resultados científico técnicos relevantes y de la extensión de su accionar hacia la comunidad local, nacional e internacional con alto impacto económico y social.

*Para ello cuenta con un claustro competente, y de reconocido prestigio orientado a la calidad y a la integración de sus procesos, que asumen su compromiso con el proyecto socialista cubano.*



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS</b> .....	<b>5</b>
1.1 Los ecosistemas .....	5
1.1.1 Definición y caracterización de los ecosistemas en los yacimientos lateríticos.....	11
1.1.2 La explotación de los yacimientos lateríticos y su incidencia en el ecosistema .....	12
1.2 Los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos.....	13
1.3 La valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos. Métodos para su aplicación.....	16
<b>CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (BSE) EN EL YACIMIENTO CAMARIOCA ESTE</b> .....	<b>23</b>
2.1 Caracterización de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.....	23
2.2 Guía metodológica para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos (BSE). Para su aplicación en los yacimientos lateríticos:.....	24
2.3 Aplicación de la guía metodológica para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos (BSE) en el yacimiento Camarioca Este.....	25
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>50</b>



## INTRODUCCIÓN

Para desarrollar la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos, es imprescindible definir como ecosistema “Toda unidad que incluye todos los organismos (es decir: la "comunidad") en una zona determinada interactuando con el entorno físico, así como un flujo de energía que conduzca a una estructura trófica claramente definida, diversidad biótica y ciclos de materiales (es decir, un intercambio de materiales entre la vida y las partes no vivas) dentro del sistema es un ecosistema”. (Odum, 1986)

A su vez, el ecosistema está compuesto por bienes y servicios ambientales que forman parte primordial de la supervivencia de cualquier sociedad. Por tanto, el desarrollo económico ha provocado la explotación irracional de los bienes y recursos ambientales con el fin de asegurar el desarrollo económico, sin tener en cuenta la preservación de los mismos, que permitan el necesario equilibrio entre el desarrollo económico y la utilización racional de los ecosistemas.

La asignación de recursos para la protección, conservación, restauración o rehabilitación de ecosistemas compite contra usos que implican la explotación y/o conservación de los mismos y en los cuales se derivan beneficios económicos.

Los recursos naturales contribuyen al bienestar social, al ser éstos, bienes públicos y de libre acceso, con las prioridades de la no-exclusión y la no-rivalidad en el consumo, carecen de un mercado donde intercambiarse y en consecuencia se desconoce su precio. (Torres, 2018)

La ausencia de la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos puede llevar al uso inadecuado o a la sobre explotación, pasando de un estado de conservación a otro más deteriorado, afectando de esta manera los flujos de bienes y servicios que benefician a la población.

En correspondencia a lo expuesto, es imprescindible tener en cuenta, al realizar inversiones, que los proyectos de infraestructura que generan crecimiento y desarrollo económico en un país, tengan en cuenta los bienes y servicios ecosistémicos que se encuentren en el área objeto de la inversión, así se evita que su aprovechamiento no comprometa el uso racional de los bienes y servicios ecosistémicos localizados en el área de inversión.



Esto evidenciándose en Cuba mediante los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba, celebrado del 16 al 19 de abril de 2016, en su acápite VII de la Política Agroindustrial expone en el no. 158: Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente, evaluar impactos económicos y sociales de eventos extremos, y adecuar la política ambiental a las proyecciones del entorno económico y social”.

En el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030 incorpora en los objetivos 179,180 y 181, del Eje estratégico: Recursos naturales y medioambientales, que tiene como objetivo lograr estabilidad con el medio ambiente mediante el mejoramiento, protección, prevención y control del mismo.

En la Constitución de la República de Cuba, aprobada el 24 de febrero de 2019 mediante referendo, el título IV Derechos, deberes y garantías, en su capítulo II, relacionado con los Derechos, el artículo 75 expone que el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país.

Para la aplicación de la valoración de bienes y servicios ecosistémicos se requiere de la gestión económica y ambiental que consiste en el proceso a través del cual realiza un conjunto de actividades, mecanismos y acciones, para minimizar el consumo de materias primas y materiales, los residuos y la contaminación, lo que implica un mínimo impacto y mayor satisfacción de la sociedad y su calidad de vida, lográndolo mediante la planificación, el control y el mejoramiento y se implementa a través de herramientas, constituido por la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos.(Rodríguez Córdova & Isaac Godínez,2012)

Los estudios de la valoración económica ambiental son fundamentalmente desarrollados con técnicas que emplean los economistas del bienestar aplicadas para medir el verdadero valor de los bienes y servicios ecosistémicos, aunque los mismos no cuenten con un precio en el mercado.

La valoración económica resulta un instrumento que permite identificar y monetizar aquellos impactos que son internalizables así como permite identificar y monetizar aquellos impactos



que se pueden mostrar en términos de externalidades ambientales con importantes costos sociales. (Montes de Oca, 2017)

Para Torres, (2018) la valoración económica del medio ambiente es encontrar la disposición de pagar para obtener los bienes y servicios ambientales o por evitar los costos ambientales medidos, donde el mercado revele esta información.

También es una herramienta que permite tomar decisiones más eficientes desde el punto de vista ambiental, económico y social, ya que su aplicación aproxima el costo total de los bienes, servicios e impactos ambientales que cualquier tipo de proyecto genera sobre el entorno, asintiendo de esta manera la realización del análisis costo beneficio.

La Empresa Niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara en sus proyectos de explotación minera no cuenta con un estudio de los bienes y servicios del ecosistema antes de la explotación, por lo que no es posible realizar la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos, por lo que no permite apreciar el nivel de afectación que se produce al ecosistema durante su estudio y explotación de los mismos.

**Problema Científico:**

¿Cómo lograr un estudio de los bienes y servicios del ecosistema en el yacimiento Camarioca Este?

**Objeto de estudio:** Gestión económica ambiental.

**Campo de acción:** Proceso de valoración económica del Ecosistema Camarioca Este de la Empresa Niquelífera Ernesto Che Guevara.

**Objetivo General:**

Diagnosticar los bienes y servicios ecosistémicos en la Empresa Niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara y su valoración económica, lo que permitirá una mejor toma de decisiones.

**Objetivos Específicos:**

1. Analizar los fundamentos teóricos y metodológicos del ecosistema, la gestión económica ambiental y la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos.
2. Diagnosticar los bienes y servicios ecosistémicos del yacimiento Camarioca Este (ex ante y pos explotación).



### 3. Valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos (ex ante y pos explotación)

#### **Hipótesis**

El diagnóstico de los bienes y servicios ecosistémicos en la Empresa Niquelífera Comandante Ernesto Che Guevara, así como su valoración económica, aplicando la guía metodológica del CITMA, contribuirá con una mejor toma de decisiones.

#### **Métodos Investigativos:**

##### **Métodos Teóricos**

- Histórico – lógico: para elaborar el marco teórico referencial y diagnosticar la situación actual de la entidad objeto de estudio.
- Hipotético – deductivo: para la formulación de la hipótesis de la investigación.
- Análisis – síntesis: permitió analizar por partes los principales documentos y consideraciones que describen la génesis y evolución de las temáticas vinculadas con el marketing y las diferentes metodologías existentes.

##### **Métodos Empíricos**

- Observación directa: para la caracterización del problema y en la aplicación de la metodología seleccionada.
- Entrevistas no estructuradas: para comprobar la veracidad del problema y dar posible solución al problema existente, fundamentadas sobre la base de preguntas abiertas.
- Encuestas.
- Revisión de documentos: para la determinación de los aspectos fundamentales relacionados con el objetivo de la investigación.

##### **Métodos estadísticos**

- Método DELPHI: facilitará la obtención del conocimiento tácito de los expertos donde se podrá evaluar sus criterios en contenidos que lo requieran.
- Estadísticos-matemáticos: se utilizará el costo-beneficio para realizar un análisis exhaustivo de los beneficios que ofrece el ecosistema y su valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos.



# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS

## Introducción

En el presente capítulo se hace un análisis de los fundamentos teóricos que sirven de soporte al desarrollo de la investigación, a partir de la revisión de las diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con la temática, con el fin de lograr una mejor comprensión del tema a tratar.

### 1.1 Los ecosistemas

El término “ecosistema” fue acuñado por Tansley en 1935 como el “complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente” en un lugar determinado, y propuesto además como una de las unidades básica de la naturaleza. Desde su planteamiento, Tansley resaltó la idea de ecosistema como “unidad básica de la naturaleza”. En lo anteriormente expuesto puede resumirse en la (tabla 1.1)

Tabla 1.1. Principales conceptos propuestos de ecosistema

Año	Concepto	Autor
1942	Sistema integrado de procesos físicos, químicos y biológicos dentro de una unidad espacio-temporal de cualquier magnitud.	Lineman
1954	Cualquier parte de la superficie terrestre donde la biocenosis se mantiene uniforme, como también lo hacen las partes correspondientes de la atmosfera, litosfera, hidrosfera y en donde, consecuentemente, la interacción de estas partes se mantiene uniforme.	Soukatchev
1956	Unidad básica tan importante para la ecología como lo es la especie para la taxonomía.	Evans
1961	Unidad topográfica, objeto geográfico, extendida sobre una parte específica de la superficie de la Tierra por un tiempo determinado. Esto lo hace único en el espacio y en el tiempo.	Rowe



---

1971	Unidad que incluye todos los organismos en un área determinada que interactúan con el ambiente físico, y por lo tanto el flujo de energía define de manera clara las estructura trófica, la diversidad biótica y los ciclos de materiales dentro del sistema o el ecosistema. El ecosistema es la unidad básica fundamental en la ecología.	Odum
1973	Sistema interactivo, conformado por los organismos bióticos y su ambiente abiótico.	Ellenberg
1980	Biocenosis homogénea desarrollada dentro de un ambiente homogéneo.	Duvigneaud
1981	Un ecosistema consiste en organismos vivos en un ambiente abiótico, que se comportan como un sistema debido a que existen relaciones dinámicas específicas entre estos componentes. Además tiene una característica cibernética ya que existe una coordinación, regulación, comunicación, y el control de estas relaciones.	McNaughton y Coughenour
1981	Un ecosistema consiste de componentes bióticos y abióticos que cambian y evolucionan juntos, este término implica una unidad de coevolución.	Jordan
1992	Complejos que las entidades individuales, tales como células, organismos, entidades inorgánicas, etc., forman con su entorno. Los ecosistemas son un todo cuyas partes incluyen a los vivientes y no vivientes, procesos y su asociado biogeográfico y físico-químico, energético, materiales y parámetros de información dentro de un tiempo y espacio, junto con porciones de los alrededores de estas unidades.	Jorgensen, Patten y Straskraba
1992	Un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos, y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional, y en el que el hombre se considera como parte integral.	CDB

---



---

1993	La comunidad y el ambiente abiótico funcionan conjuntamente como un sistema ecológico o ecosistema.	Odum
1993	Un ecosistema es una estructura de interacción de los organismos y su medio inorgánico, que es abierto y, en cierta medida, capaz de autorregularse.	Klötzli
1994	Componentes bióticos y abióticos de relevancia ecológica directa e indirecta son parte del ecosistema y tienen un carácter jerárquico en la estructura y los procesos, lo que significa que hay dependencia entre los componentes. Además, los ecosistemas se pueden distinguir a diferentes escalas.	Klijn y Udo de Haes
1997	Una unidad que comprende a una comunidad (o comunidades) de organismos y su ambiente físico y químico, a cualquier escala (especificada), en la que hay flujos continuos de materia y energía	Willis
1997	No son entidades identificadas y definidas por límites. Son ensamblajes que exhiben patrones característicos sobre un rango de escalas de tiempo y espacio, y organización compleja.	De Leo y Levin
1997	Sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.	CITMA
2000	Sistema biótico y funcional, capaz de mantener la vida incluyendo todas las variables biológicas. Donde la escala espacial y temporal no se especifica a priori, sino basado en los objetos de estudio del ecosistema.	Jorgensen y Muller
2001	Sistemas abiertos que intercambian materia, energía, diferenciándose arbitrariamente.	Noss
2011		Gignoux, Davies,

---



---

Sistema integrado por una comunidad de sistemas bióticos Flint y Zucker dentro de un único sistema físico conocido como la arena.

---

El autor de la investigación asume el concepto de ecosistema expuesto por el CITMA en el año 1997 “Sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico”.

### **Tipos de Ecosistemas**

**Los ecosistemas acuáticos:** incluyen las aguas de los océanos y las aguas continentales dulces o saladas. Cada uno de estos cuerpos de agua tiene estructuras y propiedades físicas particulares con relación a la luz, la temperatura, las olas, las corrientes y la composición química, así como diferentes tipos de organizaciones ecológicas y de distribución de los organismos.

**Ecosistema marino:** La oceanografía se ocupa del estudio de estos ecosistemas. Pueden ser de dos tipos dependiendo de la luz solar que reciben: Fótico: Cuando recibe luz suficiente para la fotosíntesis, lo que sucede hasta los 200 m de profundidad.

**Ecosistema terrestre:** Son aquellos en los que la flora y fauna se desarrollan en el suelo o subsuelo. Dependen de la humedad, temperatura, altitud y latitud, de tal manera que los ecosistemas biológicamente más ricos y diversos se encuentra a mayor humedad, mayor temperatura, menor altitud y menor latitud. Los ecosistemas pueden clasificarse según el tipo de vegetación, encontrando la mayor biodiversidad en los bosques, y esta va disminuyendo en los matorrales, herbazales, hasta llegar al desierto.

Según la densidad de la vegetación predominante, pueden ser abiertos o cerrados. Entre los principales ecosistemas terrestres tenemos: Bosques Los ecosistemas forestales o bosques conforman la mayor masa de biósfera terrestre. Pueden ser: Bosque de frondosas o bosques de hoja ancha: Formados mayormente por angiospermas (árboles con floración). Selva: Ecosistemas con la mayor densidad biológica, mayor precipitación y de vegetación perennifolia.

El clima determina diversos tipos: Según la latitud y temperatura puede ser selva tropical o subtropical, según la estacionalidad y humedad es selva lluviosa o monzónica y según la altitud



es selva montaña o basal. Son de gran complejidad, el dosel arbóreo y el sotobosque se consideran sub ecosistemas marcadamente diferenciados. La selva más extensa y diversificada es la selva ecuatorial, que es de tipo tropical-lluviosa-basal.

Bosques Secos; Bosques tropicales y subtropicales con una estación seca larga y una lluviosa breve, por lo que abunda la vegetación xerófila y caducifolia. Bosque templado de frondosas: En zonas menos húmedas se desarrolla el bosque mediterráneo y el bosque caducifolio; en regiones más húmedas está el bosque laurifolio o selva templada.

Bosque de coníferas o bosque de hoja acicular: Formados principalmente por gimnospermas como las coníferas. Taiga o bosque boreal: Bosques de mayor extensión pero de menor biodiversidad. Tiene unos 4 meses de estación favorable. El suelo presenta líquenes y musgo. Bosque templado de coníferas: Bosques de pino, cedro, abeto y secoya, entre otros, que se encuentran entre los más altos del mundo. Bosque subtropical de coníferas:

Bosques subhúmedos, principalmente de pino. Matorrales Los ecosistemas arbustivos o matorrales son aquellos que tienen plantas de menor porte como los arbustos y matas. Pueden ser: Arbustal: Según la región y el tipo de arbustos recibe diversas denominaciones tales como chaparral, matorral mediterráneo, brezal, jaral y fynbos. Xerófilo: El matorral xerófilo se compone principalmente por espinos como cactus y bromelia en regiones semidesérticas. Páramo: Son matorrales de montaña, cuyos arbustos suelen llamarse frailejones. Son ecosistemas húmedos de gran altitud y latitud ecuatorial propios de América, África y Nueva Guinea. Herbazales.

**Los ecosistemas herbáceos o herbazales** son aquellos con predominio de hierbas (gramíneas) y suelen estar en medios semiáridos con clima estacional. Pueden ser: Pradera: De clima templado y verde la mayor parte del año por predominio de la estación húmeda. Son transformados con facilidad en terrenos agrícolas.

Estepa: De clima templado a frío y de color amarillento la mayor parte del año por predominio del clima árido continental.

Sabana: De clima tropical y subtropical, suele limitar con la selva. Su estacionalidad conduce a los hábitos migratorios de la fauna. La ausencia o presencia irregular de arbustos o árboles da lugar a los ecosistemas de sabana herbácea, sabana arbustiva y sabana boscosa o arbolada.



Pradera alpina: También llamada pradera de montaña, tundra alpina o herbazal de montaña. Son ecosistemas de gran altitud. En los Andes (región puna) destacan los pajonales. La tundra está conformada por musgos, líquenes, hierbas y pequeños arbustos, por lo que en realidad es un ecosistema húmedo definido por la ausencia de árboles y que presenta el subsuelo congelado. Se encuentran entre la taiga y las nieves perpetuas. La tundra ártica tiene gran extensión, en la antártica son áreas pequeñas y la tundra alpina se define mejor como pradera de montaña.

Desierto propiamente dicho: Poseen flora y fauna muy escasa. Son típicos de los climas subtropicales, aunque también pueden encontrarse en zonas tropicales, templadas, frías y en montaña.

Inlandsis: Es la capa de hielo o desierto polar. El ecosistema tiene más desarrollo en las costas o bordes del hielo.

**Ecosistema de Paisaje modificado:** Es el ecosistema no natural con control o intervención del ser humano. Medio urbano. Medios rurales de explotación como los campos de cultivo, crianza, minas y tala.

**Ecosistemas artificiales y seminaturales:** Como la creación de bosques, estanques, introducción de nuevas especies, abandono de campos de cultivo, desertificación.

**Ecosistema híbrido.** Es el ecosistema inundable o humedal como el pantano o ciénaga, el cual es considerado según sea el caso, un ecosistema terrestre o acuático, o más cercanamente, un híbrido entre ellos. Son suelos cubiertos de agua dulce o salada, permanentemente o durante gran parte del año, encontrándose comúnmente en las llanuras aluviales. Dependiendo de sus características presentan plantas acuáticas, herbáceas, árboles, helechos, algas y una fauna adaptada a este hábitat.

**Ecosistema microbiano.** Dentro de la microbiología igualmente podemos describir sistemas compuestos de organismos microbianos interdependientes que comparten un mismo hábitat. Entre ellos destacan: las microbiotas: que están conformadas por un conjunto de microorganismos que se localizan de manera normal en distintos sitios del cuerpo de los seres vivos pluricelulares, como por ejemplo en el ser humano. las biopelículas o biofilms: que son ecosistemas microbianos organizados, conformados por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, los cuales presentan características funcionales y



estructuras complejas. Los gránulos de kéfir: conformados por una masa biótica simbiótica en el que conviven diferentes especies de bacterias probióticas y levaduras, envuelta en una matriz polisacárida, denominada kefiran.

### **1.1.1 Definición y caracterización de los ecosistemas en los yacimientos lateríticos**

Los recursos minerales, por su carácter no renovable, presentan un alto grado de explotación al ser una de las principales fuentes de ingresos financieros en los países en vías de desarrollo. La explotación irracional de los yacimientos lateríticos provoca afectaciones en los componentes del ecosistema natural donde se localizan geográficamente. Por esto la Ley 81/1997 de Medio Ambiente define ecosistema como un sistema complejo, con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interrelaciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.

El ecosistema se caracteriza por rocas del corte ofiolítico, el complejo ultramáfico metamorfozado, compuesto por peridotitas normales, peridotitas piroxénicas, gabro-peridotita, peridotitas plagioclásicas, gabroides olivínicos y gabroides normales. Estas rocas del complejo ultramáfico metamorfozado que originan las cortezas de intemperismo friables, ricas en fósforo (Fe), níquel (Ni) y cobalto (Co), son las más abundantes en el sector y se extraen como materia prima mineral para el proceso metalúrgico.

Los yacimientos lateríticos son ricos en vegetación, se desarrollan sobre suelos derivados de las rocas ultrabásicas serpentinizadas que tienen abundantes elementos pesados como hierro, sílice, aluminio, cromo, manganeso, níquel, cobalto y altas concentraciones de óxido de magnesio (MgO) y óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), los cuales provocan enfermedades respiratorias que afectan la salud humana.

La flora se encuentra constituida por plantas que a través de su evolución se han adaptado a este medio y han tomado características muy particulares. La fauna se caracteriza por especies poco comunes (anolis rubribarbus, anolis inexpectatus y leicocephalus macropus macropus) y está en correspondencia con el clima y la vegetación existente, por lo que abundan especies raras, sobre todo en los invertebrados.

La avifauna que no es muy abundante en cuanto a especies, cuenta con ejemplares poco comunes en otras regiones, como el tocororo (Priotelus temnurus), Capromys pilorides, pedorrera (Todus multicolor), carpintero verde (Xiphidiopicus percussus), totí (Dives



atroviolaceus), tomeguín del pinar (*Tiaris canora*), *Tropidophis melanurus*, *Epicrates angulifer*, *Porcatus* y *Eleutherodactylus auriculatus*, endémicas de la región y tienen presencia en las concesiones mineras. (Durán Zaldívar, 2016)

### **1.1.2 La explotación de los yacimientos lateríticos y su incidencia en el ecosistema**

Al analizar la composición de los recursos naturales se evidencia la importancia que los minerales representan en la satisfacción de las necesidades humanas, de ahí que sea una actividad económica importante en el desarrollo de la sociedad. Dichos minerales constituyen la base de la materia prima para la industria y para la producción de gran parte de los bienes materiales que actualmente se utilizan.

Por eso los yacimientos minerales constituyen cualquier acumulación natural de sustancias minerales en el suelo o en el subsuelo, que puedan ser utilizados y explotados como fuente de materia prima y de energía, y las concentraciones de piedras preciosas, semipreciosas y de cualquier otra sustancia mineral, cuya explotación tenga importancia económica (Ley 76, 1995). Por tanto, los países que cuentan con estos recursos desarrollan la minería a cielo abierto o subterráneo, pues incorpora grandes ingresos al producto interno bruto.

La minería es el conjunto de actividades referentes al descubrimiento y la extracción de recursos minerales que se encuentran bajo la superficie de la tierra. Esta trae aparejada altas degradaciones del suelo, contaminación (emisiones a la atmósfera y contaminación sónica, productos químicos y desechos peligrosos, residuales líquidos y residuos sólidos), carencia y dificultades con la disponibilidad y calidad del agua, pérdida de la biodiversidad, en la que se destacan las pérdidas de la flora, especialmente de la cobertura forestal, la fauna, lo que repercute negativamente en el paisaje y contribuye a las afectaciones del cambio climático. Además, afecta la salud humana. En este sentido, el desarrollo minero genera grandes impactos ambientales en los países donde se realiza esta actividad.

Aunque los impactos más evidentes ocurren en la zona minera propiamente dicha, son frecuentes las afectaciones en los lugares adyacentes y pueden alcanzar zonas muy alejadas del foco de contaminación. Estos impactos ambientales poseen dos elementos que los interrelacionan: el movimiento de las masas de aire y, sobre todo, el ciclo hidrológico del planeta; en ocasiones son extremadamente graves, incluso pueden tener carácter terminal



(difícil de recuperar mediante técnicas de tratamiento de residuos, rehabilitación, restauración o combinación de varios). (Rendón Díaz, 2011)

Para revertir los daños ocasionados por la actividad minera y los impactos negativos al medio ambiente se hace necesario incorporar la categoría de valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos que permita valorar de una forma cuantitativa el ecosistema, antes de ser explotado (ex-ante), durante la actividad extractiva y posterior, en el proceso de la rehabilitación minera, como expresión de la necesaria aplicación de la gestión socioambiental y económica.

## **1.2 Los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos**

Son muchos los bienes y servicios que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de las personas, generados de manera natural o por medio de su aprovechamiento sostenible. La base de estos beneficios, conocidos como servicios ecosistémicos, se deriva de los componentes y procesos naturales de los ecosistemas.

En años recientes el aprovechamiento y sobreexplotación de los recursos naturales ha fomentado, por un lado, la discusión y estudio del impacto que las actividades antropocéntricas tienen sobre la provisión de servicios ecosistémicos y, por el otro, la búsqueda de un manejo adecuado que asegure su provisión a largo plazo.

Por ello, el conocimiento científico sobre la manera en que los ecosistemas proveen a los servicios ecosistémicos, además de cómo cuantificarlos y valorarlos, es relevante para promover procesos de desarrollo económico-social que nos permitan avanzar hacia su conservación y utilización sostenible.

Se han propuesto varias definiciones del concepto servicios ecosistémicos, generalmente refiriéndose a ellos como los bienes (como alimentos) y servicios (como asimilación de residuos) de los ecosistemas, que representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas (Costanza , 1997).

Se pueden entender como aquellas funciones que resultan de las distintas combinaciones de procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en la regulación de los ecosistemas.

A su vez, las distintas combinaciones de estas funciones resultan en beneficios tangibles e intangibles que sostienen y satisfacen el bienestar de las sociedades humanas (Daily, 1997; de Groot, 2012).



Aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro (U.S. EPA, 2004).

Son componentes de la naturaleza, disfrutados, consumidos o directamente usados para producir bienestar humano (Boyd y Banzhaf, 2007).

Son los aspectos de los ecosistemas utilizados (activa o pasivamente) para producir bienestar humano (Fisher, 2009)

Aquí es importante resaltar que los servicios y funciones ecosistémicas no tienen necesariamente una relación uno a uno. Muchas veces, un servicio es el producto de dos o múltiples funciones ecosistémicas, mientras que en otros casos una sola función contribuye a la provisión de distintos servicios ecosistémicos.

### **Clasificación de los servicios ecosistémicos**

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) provee el marco y la síntesis definitiva sobre el estado y las tendencias globales de los servicios ecosistémicos. La clasificación de los mismos es amplia y generalmente aceptada, agrupándolos en cuatro tipos:

**Soporte:** Servicios necesarios para producir todos los demás servicios, que incluyen la producción primaria, formación y retención de suelos, producción de oxígeno, ciclo de nutrientes.

**Regulación:** Servicios derivados de la regulación de los procesos ecosistémicos como el mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima, regulación del ciclo hidrológico, control de la erosión, mitigación de riesgos, control biológico, control de plagas y polinización de plantas.

**Provisión o suministro:** Bienes producidos o proporcionados por los ecosistemas como alimentos, agua limpia, combustibles, maderas, fibras, recursos genéticos y medicinas.

**Culturales:** Beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida en la diversidad cultural, valores religiosos y espirituales, conocimiento tradicional y formal, inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido de lugar, valores de patrimonio cultural, recreación y ecoturismo.

Es por esto que desde una perspectiva social se reconoce que la provisión de los servicios ecosistémicos constituye un capital natural con el valor social necesario para la prosperidad



de la población, no sólo en su economía sino también en su salud, estabilidad, relaciones interpersonales, seguridad y libertades, entre diversos satisfactores conocidos como componentes del bienestar social.

En este sentido, se puede decir que los bosques y selvas no deben ser considerados como un simple recurso forestal, sino como el capital natural capaz de suministrar una variedad de servicios que van más allá de la provisión de bienes maderables.

Por tanto, las funciones que proveen servicios ecosistémicos existen independientemente de su uso, demanda o valoración económica, cultural o ecológica. Sin embargo, dichas funciones sólo se traducen en servicios ecosistémicos cuando son aprovechadas por la población (de Groot, 2012). Por lo anterior es importante distinguir entre consumo directo e indirecto de servicios al momento de cuantificar y localizar espacialmente los beneficios proporcionados por los ecosistemas.

Dicho de otra forma, si únicamente se considera el aprovechamiento de aquellos de uso directo como los servicios de suministro, se obvian la mayoría de los servicios utilizados de manera inconsciente o indirecta, como los de soporte, regulación y culturales.

Para incluir el concepto de servicios ecosistémicos en la toma de decisiones, resulta de vital importancia identificar la escala espacial y temporal en la cual son generados y aprovechados (Martín-López, 2009). Dada la estructura del paisaje y características de los procesos ecológicos involucrados, los servicios son suministrados y aprovechados a diferentes escalas espacio-temporales. El estudio y comprensión de estas escalas es importante para determinar quiénes pueden beneficiarse de la provisión de un servicio en particular y, consecuentemente, otorgarle un valor.

### **Escala y servicios ecosistémicos**

Los bienes y servicios ecosistémicos pueden ser consumidos localmente, exportados al resto de una cuenca o incluso fuera de ella, por lo cual se considera que la provisión de servicios tiene estos alcances:

Local: los servicios son consumidos en el área donde se producen (como en las partes altas de las cuencas, donde usualmente se ubican los bosques).

Regional: además de satisfacer el área donde se originan, también se consumen en el resto de una cuenca o sobrepasan los límites de la misma.



Nacional: la población en general obtiene un beneficio de ellos y los consume más allá del área donde se generan (tales como la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad).

Global: la sociedad humana en general se ve beneficiada de su adecuada conservación.

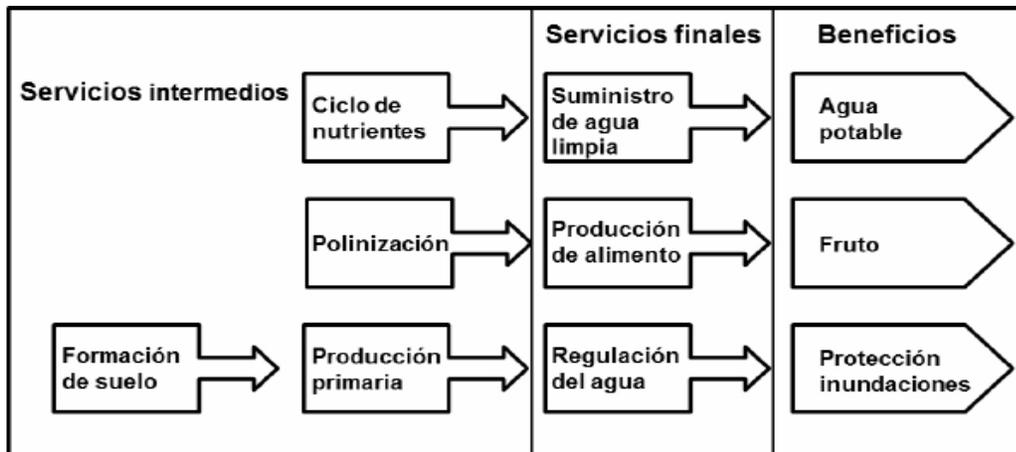


Figura 1.1. Relación entre los servicios intermedios, finales y los beneficios Fuente: (Martín-López, 2009).

### 1.3 La valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos. Métodos para su aplicación

La supervivencia o desarrollo de cualquier sociedad tiene una alta dependencia del flujo de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas. Sin embargo, la asignación de recursos para la protección, conservación, restauración o rehabilitación de ecosistemas compite contra usos que implican la explotación y conversión de los mismos y de los cuales se derivan beneficios económicos.

Los beneficios económicos se pueden obtener como consecuencia de una inversión realizada, donde generalmente no se contemplan las afectaciones producidas en los ecosistemas y, por tanto, no forman parte de los costos de producción derivados de la ejecución de la inversión. Estas afectaciones o impactos ambientales al ecosistema son conocidas como externalidades y el objetivo central es lograr que formen parte del costo de producción. Para lograrlo se deben internalizar las externalidades y así contribuir con el cálculo de los costos ambientales, como parte de los costos de producción.

Los beneficios económicos que se derivan de la aplicación de la rehabilitación de los ecosistemas están en la mayoría de los casos determinados por el mercado, pero no siempre

responden plenamente a las afectaciones producidas al ecosistema, por ser complejo su cálculo y, por tanto, no se contempla la magnitud total de las afectaciones al mismo y no tienen en cuenta todas las externalidades producidas, para así recuperar plenamente las capacidades del ecosistema en el proceso de rehabilitación. Dejar de calcular los costos ambientales que implican la inversión realizada no permite un análisis correcto del costo-beneficio de la inversión.

Aunque los ecosistemas brindan diferentes beneficios económicos, en muchos casos no se tiene apreciación de los mismos en el mercado, pues no se cuenta con una expresión contable ni monetaria que muestre su importancia y repercusión en el bienestar de la sociedad.

Por ello la valoración económica y ambiental surge como una alternativa y permite por diferentes métodos obtener indicadores que pueden traducir en unidades monetarias los costos que implican los usos de explotación de los ecosistemas y los beneficios derivados de los usos de protección y conservación de los ecosistemas. Ello hace posible comparar usos alternativos de los recursos naturales para hacer una mejor asignación de los mismos. (PNUD/CEPAL, 2000)

Analiza, además, que la valoración económica puede ser útil en la definición de un grupo de prioridades, políticas o acciones en relación con la protección del medio ambiente y sus servicios. Este concepto pone al descubierto la necesidad de la sociedad de incorporar nuevos conceptos para efectuar el proceso de toma de decisiones en relación con los recursos naturales. (PNUD/CEPAL, 2000)

David Pearce (1993), citado por Osorio Múnera y Correa Restrepo (2004), expresa que la valoración económica del medio ambiente consiste en encontrar la disposición a pagar por obtener los beneficios ambientales o por evitar los costos ambientales medidos a través del comportamiento del mercado.

Azqueta (1994), citado por Osorio Múnera y Correa Restrepo (2004), señala que la valoración económica significa poder contar con indicadores que permitan apreciar la importancia del medio ambiente en el bienestar social, y estos permiten apreciar su comportamiento.

El Programa de Desarrollo Sostenible para la Industria Minera del Departamento de Industria; Turismo y Recursos del Gobierno de Australia (2006), señala la valoración económica como una herramienta que ofrece la ciencia económica en su incesante propósito de trazar un



camino hacia el desarrollo sostenible, que permita dirigir los esfuerzos a la formulación de políticas de protección y conservación de los recursos naturales con vistas a revelar su verdadero valor.

Hartley Ballesteros (2008), considera la valoración económica como una herramienta que traduce en unidades monetarias los cambios en el bienestar de las personas ante variaciones en la calidad o cantidad de los bienes y servicios ecosistémicos.

Oyarzun Muñoz (2011), señala que valorar económicamente los bienes y servicios ambientales significa contar con un indicador monetario que permita determinar el valor de una alteración desfavorable en el medio natural provocada por una acción o actividad económica. Esta acción provoca un cambio en la condición de los recursos afectados, al pasar de un estado de conservación a otro más deteriorado.

Alpizar (2014), plantea que el ejercicio de valoración económica del daño causado por la explotación minera debe plantearse haciendo una distinción entre costos financieros y costos económicos, directos e indirectos. Los costos financieros se estiman utilizando típicamente precios en mercados existentes, y como tal el análisis se limita a hacer un balance contable de las pérdidas asociadas a la explotación minera.

De esta forma la valoración económica permite cuantificar, en términos monetarios, el valor de los bienes y servicios ecosistémicos, independientemente de si cuentan o no con un precio o mercado. (Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación. Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015)

Los costos económicos se estiman partiendo de los costos financieros, pero ajustándolos para capturar el cambio en bienestar. En el caso de daños, se afirma que los costos financieros son siempre una subestimación de los costos económicos. Típicamente los costos económicos trascienden la valoración de daños directos, para incluir efectos indirectos de los eventos extremos y desastres. Esto obliga al evaluador a rastrear y tipificar una serie de daños que vienen ligados al daño directo más obvio. (Gómez Pais, Gómez Gutiérrez y Rangel Cura, 2015)

Gómez Pais (2015), expone que el proceso de valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos constituyen argumentos para el proceso de toma de decisiones al definir políticas de desarrollo, incorporar el valor del capital natural en la contabilidad nacional, sustentar indicadores ambientales y argumentar pagos por servicios ambientales ante un



evento extremo y desastre, de manera que estos resultados puedan ser incorporados en el proceso de toma de decisiones para decidir las políticas que seguirán en los territorios.

Por su parte Montes de Oca Risco (2017) plantea que dicho proceso permite identificar y monetizar aquellos impactos internalizables en términos de la implementación de pertinentes medidas de corrección y mitigación. Y permite identificar y monetizar aquellos impactos que se pueden mostrar en términos de externalidades ambientales con importantes costos sociales.

En este sentido, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios ecosistémicos deben formar parte de la estrategia de desarrollo local en cada país; ello requiere de investigaciones sobre la asignación de los recursos escasos (bienes y servicios del ecosistema) que aporten argumentos técnicos para la cuantificación de los beneficios provenientes del ambiente.

Por lo antes expuesto, la valoración económica dentro de las políticas ambientales sirve como el instrumento para atribuir valor económico a los bienes y servicios ecosistémicos. Mediante este proceso se busca lograr dos objetivos esenciales para la economía: lograr una eficiencia económica y un crecimiento sostenible.

Posterior al análisis teórico de diferentes fuentes bibliográficas, el autor asume que la valoración económica del medio ambiente es el método que permite evaluar monetariamente los bienes y servicios ecosistémicos, cuyo propósito es revelar el verdadero costo del uso y la escasez de los recursos naturales.

Actualmente el proceso de la valoración económica de bienes y servicios se realiza fundamentalmente mediante los inventarios efectuados a los ecosistemas, los balances al patrimonio natural (ex ante) y su valoración económica, la evaluación de los impactos ambientales que se producen por la explotación y el proceso de rehabilitación del ecosistema con su valoración económica.

### **Métodos para la valoración económica**

En el análisis recursos naturales existentes en los ecosistemas y su incidencia en el desarrollo económico en el campo de la teoría económica, se debe destacar que estas corrientes del pensamiento han sido tratadas por varios autores en las diferentes escuelas surgidas, como la mercantilista, fisiócrata, clásica, marxista, neoclásica, entre otras.



La escuela mercantilista del siglo XVI contó con precursores como Thomas Mun (1571-1641), William Petty (1623-1687), Antoine Montchetrein (1615) y Juan Bautista Colbert (1619-1683), los mismos exponen que para producir lo que la población necesita se debe favorecer a las industrias y el comercio con vistas a la obtención de ganancias y para ello era necesario vender mucho y comprar poco a otras naciones (exportaciones sean superiores a las importaciones). En el siglo XVIII surgió la escuela fisiócrata con figuras destacadas como: François Quesnay (1694-1774), Pierre Samuel Dupont de Nemours (1739-1817) y Ana Roberto Jacobo Turgot (1727-1781), estos explicaban que la economía era generada fundamentalmente por la producción agraria capitalista.

Más tarde en la escuela neoclásica Alfred Marshall (1842-1924), plantea la economía como la maximización de la satisfacción individual con objetivos múltiples y recursos escasos. Exponía, además, sobre el equilibrio general, asumió como premisa el equilibrio parcial y los precios que tendrían todos los bienes de la economía en los cuales deben ser fijados simultáneamente, cada uno de ellos en su propio mercado de precios flexibles (Labandeira, León y Xosé Vázquez, 2007).

La economía ambiental utiliza como herramientas fundamentales para determinar el grado de degradación ambiental, la teoría de las externalidades y la asignación intergeneracional óptima. La existencia de efectos externos o externalidades negativas, como la contaminación ambiental, se identifica como costo externo marginal e integralmente como costo social marginal, al ser equivalente a los costos sociales, los cuales no son compensados en general, es decir, no se logran internalizar en los costos de producción las externalidades (Rodríguez Córdova, 2002).

La relación entre crecimiento y medio ambiente ha cobrado gran fuerza para los estudiosos de la economía en los últimos años, debido, fundamentalmente, a la creciente degradación de los recursos naturales que acompaña al incremento de la producción a escala mundial y a la necesidad de cuantificar los elementos que componen los ecosistemas.

Es por esto, que la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos contempla una serie de elementos como:



El valor de uso directo incluye los bienes y servicios de los ecosistemas, de los cuales el hombre puede beneficiarse de manera directa. Pueden formar parte de esta función productos asociados a actividades comerciales y no comerciales.

En el primer caso se incluyen todos aquellos productos y servicios provenientes del ecosistema que son comercializados, tales como la extracción de madera, productos de la pesca, recreación y turismo. En general, el valor de dichos productos y servicios es de fácil determinación, pues existe un mercado definido, aunque los precios no siempre sean los adecuados.

En el segundo caso se incluyen aquellos productos destinados para la subsistencia de la población local y que no pasan por el mercado como alimento, agua, energía y materiales para vivienda. En este caso el valor económico resulta más difícil de medir; con mucha frecuencia estos productos no mercantiles destinados a la subsistencia no son incluidos ni tenidos en cuenta en las decisiones de desarrollo.

El valor de uso indirecto está representado por servicios ambientales que brinda el ecosistema. Desde el punto de vista económico la tarea consiste en la determinación de un estimado económico de los mismos, pues no poseen precio en el mercado y no son comercializables. Existen dos alternativas posibles para ello: la primera se basa en el hecho de que generalmente protegen o soportan actividades económicas que sí tienen valores medibles directamente, por lo que resulta posible inferir su precio; la segunda está condicionada por el hecho de que en el mercado pueden existir sustitutos perfectos que infieren su valor.

El valor de opción representa potencialmente el posible uso futuro del ecosistema, directa o indirectamente. En tal caso se aplicaría cualquiera de las variantes mencionadas, según corresponda.

Los valores de no uso están relacionados con el valor que encierra el ecosistema para el conocimiento futuro. En lo económico esta función suele definirse como la disposición a pagar por la sociedad, con el objetivo de preservar el recurso natural dado por el valor intrínseco. El valor de existencia es el valor de la información genética que contiene, como el hábitat crítico de especies en peligro de extinción.

El valor económico total: se considera que cualquier bien o servicio ecosistémicos puede estar compuesto por distintos valores: unos tangibles y fácilmente medibles, otros intangibles y



difíciles de cuantificar (Monroy Hernández, Valdivia Alcalá, Sandoval Villa, & Rubiños Panta, 2011). La sumatoria de los valores de uso directo, indirecto, opción y existencia, genera el valor económico total de un recurso.

En resumen, la valoración económica y ambiental permite establecer un valor económico de los bienes y servicios ambientales, principalmente en las afectaciones producidas al medio físico, la biota y lo socioeconómico. Esto constituye una expresión cuantitativa de las degradaciones producidas al medio ambiente, que permita incorporar acciones en función de la toma de decisiones. El valor de uso directo e indirecto se realiza ex-ante y ello sirve de base económica para calcular el daño ambiental que se produzca al ecosistema.



Figura 1.2. Valoración Económica Ambiental.



## CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (BSE) EN EL YACIMIENTO CAMARIOCA ESTE

### Introducción

En este capítulo se realizará la aplicación de la guía metodológica para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos (BSE) en el yacimiento Camarioca Este en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, donde se presentarán los resultados en unidades físicas de los diferentes bienes y servicios antes la explotación y posterior a la extracción minera, así como los impactos ambientales del ecosistema en cuestión.

### 2.1 Caracterización de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara

La empresa Comandante Ernesto Che Guevara se ubica en el macizo montañoso Moa-Baracoa, a cinco kilómetros de la ciudad de Moa, a 177 km de la ciudad de Holguín y a unos 950 km de la capital del país (Figura 2.1)

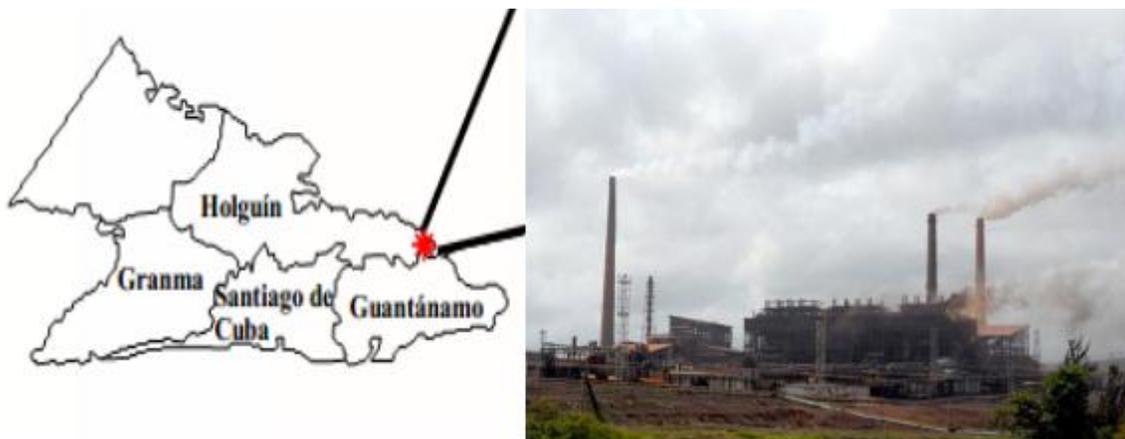


Figura 2.1. Ubicación geográfica de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara

Su actividad fundamental, basada en la Resolución 856/2013 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), es la producción y comercialización de níquel y cobalto, así como otros productos afines e inherentes al proceso minero.

La actividad productiva de níquel inicia con la extracción y transportación de minerales en la Unidad Básica Minera; posteriormente tiene lugar el proceso de preparación del mineral, que es conducido por cinco plantas principales y tres plantas auxiliares, hasta totalizar los 10 procesos que intervienen en la obtención de los productos finales de níquel más cobalto.

Constituyen plantas principales: Hornos de reducción, Lixiviación y lavado, Sulfuro, Recuperación de amoníaco, Calcinación y Sínter. Las plantas auxiliares son: Termoeléctrica, Servicios termoenergéticos y Potabilizadora de agua.

En la empresa objeto de estudio, los yacimientos se localizan próximos a la superficie y pueden extraerse en minas a cielo abierto, con un costo menor al de su extracción en profundidades subterráneas, pero con un impacto mayor sobre el medio ambiente.

La empresa Comandante Ernesto Che Guevara fue diseñada con una capacidad productiva de 30 000 ton de níquel al año, meta que se ha visto afectada en ocasiones por las deficiencias en la tecnología de extracción y la evolución de los precios de las materias primas en el mercado, fundamentalmente el petróleo.

En el período 2016-2018 la producción de níquel de la empresa osciló entre 19 500 ton y 18 500 ton. En igual período los precios de níquel disminuyeron drásticamente en el mercado internacional de 12 000,00 USD/ton a 11 000,00 USD/ton. (Principales indicadores económicos 2016-2018. Banco Mundial, 2018).

## **2.2 Guía metodológica para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos (BSE).**

### **Para su aplicación en los yacimientos lateríticos:**

ETAPA I: Valoración previa o ex ante a la ocurrencia del evento extremo y/o desastre. Para ello se requiere:

1. Conformar los equipos de trabajo en cada territorio, los cuales asumirán la valoración económica de BSE como estudio básico que, en su momento, tributará a los procesos de valoración económica del daño ambiental. Debe asegurarse en cada territorio que siempre exista un equipo disponible para asumir tal estudio.
2. Entrenar a los grupos en el empleo de la guía, así como en las técnicas de valoración económica.
3. Identificar ecosistemas fundamentales que deben ser objeto de una evaluación e identificación preliminares de tipos de daños potenciales (directos e indirectos), en tales ecosistemas, asociados a tipo de evento.
4. Identificar los BSE de cada ecosistema seleccionado.
5. Desarrollar la evaluación económica ex ante de los ecosistemas aprobados en cada territorio a partir de la estimación del valor económico de los BSE.



6. Estimación del Valor Económico Total (VET) de los ecosistemas seleccionados. Validar los resultados.

ETAPA II: Valoración posterior in situ. Es aquella que se realiza después de la ocurrencia de un evento extremo y/o desastre. Incluye las siguientes acciones:

1. Identificación de los componentes del medio natural o ecosistemas que han sufrido daños.
2. Precisión del procedimiento de actuación ante la ocurrencia de un evento extremo: evaluadores de los daños por tipo de ecosistema, estrategia de recolección de información, plazos por tipo de evento y coordinaciones requeridas con diversos organismos, especialistas a convocar.
3. Identificar y tipificar los daños ocurridos, cuantificar la magnitud de estos daños en unidades físicas.
4. Definir la importancia de cada impacto, según la metodología propuesta en la presente guía u otra similar.
5. Precisar los servicios del ecosistema más importantes que han resultado afectados.
6. Decidir cuáles de los impactos más importantes en los ecosistemas pueden ser valorados económicamente.
7. Proceder a una evaluación económica de los daños ambientales.

### **2.3 Aplicación de la guía metodológica para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos (BSE) en el yacimiento Camarioca Este**

**Etapas I: Valoración previa o ex ante a la ocurrencia del evento extremo y/o desastre.**

**Acción 1. Conformer los equipos de trabajo en cada territorio, los cuales asumirán la valoración económica de BSE como estudio básico que, en su momento, tributará a los procesos de valoración económica del daño ambiental. Debe asegurarse en cada territorio que siempre exista un equipo disponible para asumir tal estudio.**

El consejo de dirección de la Empresa asignó un jefe técnico para supervisar el cumplimiento del procedimiento propuesto. Como resultado de la aplicación de las entrevistas no estandarizadas para la selección de expertos, el grupo de trabajo multidisciplinario quedó conformado por diez miembros.



Tabla 2.1. Grupo de trabajo multidisciplinario

No	Nombre y apellidos	Especialidad	Tarea que realiza
1	María Isabel García de la Cruz	Minera	Jefa de los Técnicos en la Mina ECG
2	Antonio Cutiño Jiménez	Minero	Especialista del medio ambiente
3	Rafael Guardado Lacava	Geólogo	Profesor investigador
4	Yadelín de la Cruz Fernández	Bióloga	Profesor investigador
5	Carmen María Hernández Fernández	Microbióloga	Profesor investigador
6	Kenia Batista Martínez	Forestal	Dra. de UEB Rehabilitación Minera
7	Josefina Aguirre Aguirre	Metalúrgica	Medio Ambiente ECG
8	Yordanis Torres Batista	Económico	Profesor e investigador
9	Gricel Palacio Castillo	Química	Presidenta del Colegio de Medio Ambiente en el grupo empresarial Cubaníquel
10	Frank Ernesto Zúñiga Tabares	Estudiante	Estudiante e investigador

**Acción 2. Entrenar a los grupos en el empleo de la guía, así como en las técnicas de valoración económica.**

Para la capacitación del grupo de trabajo multidisciplinario se efectuaron sesiones de trabajo según el cronograma propuesto, con la participación de especialistas en talleres, conferencias y tormenta de ideas (Anexo 1). También se realizó el entrenamiento en el yacimiento Camarioca Este con los trabajadores que llevan a cabo la implementación del procedimiento.

**Acción 3. Identificar ecosistemas fundamentales que deben ser objeto de una evaluación e identificación preliminares de tipos de daños potenciales (directos e indirectos), en tales ecosistemas, asociados a tipo de evento.**

**Caracterización de la línea base**

El yacimiento Camarioca Este tiene una extensión territorial de 262,15 hectáreas. Se localiza en el macizo Moa-Baracoa, en el extremo oriental de la faja Mayarí-Baracoa; abarca un área



de 19,53 km<sup>2</sup>, separados por áreas sin mineralizar o accidentes geográficos, tales como cañadas, arroyos y laderas pronunciadas. El yacimiento está dentro de los límites del macizo montañoso Moa-Baracoa y limitado por las coordenadas Lambert, X -704400, X- 706500 y Y- 217400, Y-219800.

Desde el punto de vista ambiental requiere máxima atención, pues colinda con la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humboldt, y otra parte cubre las cuencas de los ríos Cayo Guam y Punta Gorda. Sus límites naturales son: al norte por la línea convencional que lo separa del yacimiento Yagrumaje Sur y Yagrumaje oeste; al este y sureste el río Cayo Guam; al oeste la línea convencional que lo separa del yacimiento Camarioca Norte y Moa Oriental.

### **Caracterización del yacimiento**

El yacimiento Camarioca Este cuenta con diferentes minerales como: las menas lateríticas de balance (LB), menas serpentiniticas de balance (SB), serpentinita dura de balance (SD), menas lateríticas fuera de balance (Ollero Ojeda), menas serpentiniticas de fuera de balance (SF), mena ferrosa fuera de balance (FF), roca estéril (RE); todas estas forman el área de estudio. Las utilizadas en el proceso del níquel más cobalto son las menas lateríticas de balance y las menas serpentiniticas de balance.

### **Clima**

El clima en este yacimiento es subtropical, existen dos períodos de lluvias (mayo-junio y agosto-octubre). Las lluvias máximas para la zona en 24 h se corresponden con registros históricos, con valores medios de 450 mm, y para lluvias en una hora, en el orden de los 200 mm. La humedad relativa del aire es de un 79%, la temperatura promedio anual del aire es de 24 °C, con oscilaciones de 15 a 30 °C.

### **Relieve**

El relieve geomorfológico de la región es de una zona de sedimentación pre montañosa con una inclinación general hacia el norte de unos 6-7 grados, lo que constituye una superficie ondulante con dirección sureste-noroeste causada por la existencia de una sucesión de parte-aguas aplanadas y cañadas con pendientes que terminan en arroyos con aguas intermitentes y corrientes que siguen las direcciones noreste y noroeste, en el que coincide con los dos sistemas de fallas tectónicas principales que cortan el yacimiento.



## **Tectónica**

La tectónica del desarrollo del macizo es muy compleja. En el proceso de orogénesis ocurrido a finales del Cretácico Tardío, las rocas del macizo se dividieron en grandes bloques, dando lugar a la formación de fallas limítrofes y grandes zonas de fracturación. Como ejemplos de las fallas existen las que dieron lugar a los cauces de los ríos Yagrumaje, Los Lirios, Punta Gorda y Cayo Guam.

## **Hidrogeología**

Conforme con los resultados obtenidos durante la investigación hidrogeológica efectuada en el yacimiento, la mayoría de los pozos perforados resultaron secos durante el avance de la perforación espiral hasta su culminación. No obstante, los pozos hidrogeológicos cortaron el agua en las proximidades del ocre estructural inicial y la roca del basamento, excepto el pozo 225614 que cortó el agua en los ocre inestructurales.

Con los resultados de los bombeos de pruebas se pudo apreciar que los niveles del agua en época de sequía descienden rápidamente y luego se mantienen estables, hasta tanto comienza la lluvia, donde ascienden rápidamente, y al terminar estas, en pocos días retornan al comportamiento de periodo de sequía prolongado.

## **Características geológicas**

El yacimiento forma parte del grupo de yacimientos de la corteza de intemperismo ferroniquelífero cobáltico del norte de la región oriental de Cuba, desarrollados a partir de rocas del corte ofiolítico, el complejo ultramáfico metamorfizado, compuesto por peridotitas normales, peridotitas piroxénicas, gabro-peridotita, peridotitas plagioclásicas, gabroides olivínicos y gabroides normales; los cuales se localizan fundamentalmente en el flanco este del yacimiento.

## **Descripción del medio biológico**

Se ha inventariado un total de 122 especies animales, de ellas 65 de invertebrados pertenecientes a 21 familias y 57 de vertebrados distribuidos en 32 familias. También se identificaron 38 especies endémicas, de las cuales 17 son de la región oriental y las restantes 21 son pan cubanas.

El grupo animal más representativo resultó la clase aves, con 28 especies distribuidas en 15 familias; la mejor representada fue la familia Parulidae con nueve especies, de ellas el 88.8%



son migratorias neárticas, es decir, bajan del norte del continente a pasar el invierno en Cuba.( anexo 3).

Tabla 2.2. Listado de la fauna observada en las áreas de la concesión Camarioca Este

<b>Taxones</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Moluscos</b>	
<b>Familia Camaenidae</b>	
Caracolus sagemon	Caracol de bosque
Zachrysia lamelliscosta	
<b>Familia Helminthoglyptidae</b>	
Coryda alauda	
Coryda armasi	
<b>Familia Veronicellidae</b>	
Veronicella cubensis	Babosa
<b>Crustáceos</b>	
<b>Familia Atydae</b>	
Xiphocaris gomezii	Camaroncito viejita
Atya lanipes	
<b>Arácnidos</b>	
<b>Familia Buthidae</b>	
Centruroides gracilis	Escorpión
Rhopalurus junceus	
<b>Familia Thelyphonidae</b>	
Mastigoproctus baracoensis	Vinagrillo
<b>Familia Theridae</b>	
Latrodectus mactans	Viuda negra
<b>Familia Araneidae</b>	



Argiope trifasciata

Argiope argentata

Cyclosa carola

Micrathena banksi

Micrathena cubana

Micrathena forcipata

**Familia Hubbardiidae**

Rowlandius toldo

**Insectos mariposas diurnas**

**Familia Heliconiidae**

Heliconius charithonia

Dryas iulia nudeola

Agraulis vanillae insularis

**Familia Satyridae**

Calisto herophile

Calisto israeli

**Familia Nymphalidae**

Anartia jatrophae Guantanamo

Anartia crysopelea

Siproeta stelenes

Historis odius

**Familia Pieridae**

Ascia monuste

Phoebis avellaneda

Phoebis sennae

**Familia Hesperidae**

Urbanus proteus domingo



Ephyriades brunnea

**Familia Papilionidae**

Parides gundlachianus

Battus polydamas cubensis

**Himenópteros: abejas, avispas y hormigas**

**Familia Apidae**

Apis mellifera

Abeja común

Mellipona fulvipes

Abeja de la tierra

**Familia Formicidae**

Atta insularis

Bibijagua

Camponotus torrei

Solenopsis geminata

Hormiga brava

Solenopsis corticalis

**Familia Pompilidae**

Pepsis saphirus

Avispón azul

Pepsis marginata

Pepsis dominguensis

**Familia Vespidae**

Polistes cubensis

Avispa común

Polistes major

Polistes poeyi

**Familia Muscidae**

Musca domestica

Mosca común

Fannia benjamín

Stomoxys calcitrans

**Familia Tabanidae**

Stenotabanus fairchildi



Stenotabanus sp.

### **Peces fluviales**

#### **Familia Mugilidae**

Agonostomus monticola

#### **Familia Gobiidae**

Sicydium plumieri

#### **Familia Poeciliidae**

**Gambusia punctata**

**Quintana atrizona**

### **Anfibios**

#### **Familia Hylidae**

Osteopillus septentrionales

Rana platanera

#### **Familia Bufonidae**

Bufo Peltoccephalus

Sapo de muesca oriental

#### **Familia Leptodactylidae**

---

### **Descripción del medio social**

El área objeto de estudio Camarioca Este contiene cañadas, arroyos y laderas que afectan directamente los ríos Cayo Guam y Punta Gorda. Esto trae consigo el impacto a 74 640 habitantes del municipio de Moa, pues la zona constituye área de recreación para la población. Los principales grupos etarios están conformados de 0-14 con un total de 14 577 habitantes; de 15-59 con 49 568 habitantes; 60 y más con 10 495 habitantes. Antes de la apertura del yacimiento existían dos viviendas con seis habitantes, de ellos, dos niños de seis y siete años y los adultos con edad promedio de 40 años, dos de estos laboran en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara como operador de planta y en los hornos de reducción, respectivamente. Las familias descritas tenían acceso a agua potable y servicios de educación; sin embargo, no recibían una atención médica adecuada por la distancia existente entre sus hogares y los centros de salud. Cuando se realizó el estudio para la explotación del yacimiento sus viviendas fueron reubicadas por el Gobierno.



## Descripción del medio económico

Los asentamientos colindantes con los yacimientos pertenecientes a la empresa de níquel Comandante Ernesto Che Guevara generan fuentes de empleo, y el nivel de remuneración por la actividad minera es elevado, como la principal fuente de ingreso del municipio de Moa.

Las principales actividades socioeconómicas que se realizan en el área objeto de estudio son la extracción de mineral por las dos empresas de níquel anteriormente citado; la actividad forestal realizada por la empresa agroforestal; y la actividad científica, por el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa y el Centro de Investigaciones del Níquel Capitán Alberto Fernández Montes de Oca (CEDINIQ).

### Acción 4. Identificar los BSE de cada ecosistema seleccionado.

Para la identificación de los bienes y servicios ecosistémicos (ex-ante) se requiere del conocimiento e información del yacimiento antes del proceso de prospección. Para su ejecución se utiliza el método de Valoración Económica Total, compuesto por los valores de uso directo, indirecto, de opción y de existencia, y su conformación responderá a las características de los ecosistemas que se analiza.

Tabla 2.3. Los bienes y servicios ecosistémicos del yacimiento Camarioca Este

Valor de Uso Directo	
Agua	Leña y Carbón
Minerales	Bejucos y troncos
Educación	Semillas forestales
Fauna	Investigaciones
Valor de Uso Indirecto	
Productos no maderables del bosque	Producción de oxígeno
Espacios para hábitat	Diseminación de especies vegetales (polinización)
Protección de suelos	Purificación de aguas residuales
Absorción y fijación de carbono	Mantenimiento de la capacidad productiva del suelo



Valor de opción	
Especies	Conservación de hábitat
Protección de la biodiversidad	
Valor de existencia	
Valor estético (paisaje, especies)	Valor científico y educativo

Se han identificado en esta primera etapa bienes y servicios ecosistémicos: madera, minerales, suelos, agua y remoción de carbono. Esto permite lograr la estimación del valor económico del ecosistema, según el valor de uso directo que se obtiene mediante los precios predominantes en el mercado.

**Acción 5 y Acción 6. Desarrollar la evaluación económica ex ante de los ecosistemas aprobados en cada territorio a partir de la estimación del valor económico de los BSE. Estimación del Valor Económico Total (VET) de los ecosistemas seleccionados. Validar los resultados.**

### Madera

El estudio en el área ha permitido identificar como formaciones boscosas predominantes el semicaducifolio sobre suelo ácido con 262,15 ha con un total de 675,4 m<sup>3</sup>, en el cual predominan las principales especies como: *Calophyllum utile* (Ocuje Colorado), *Hyeronima nipensis* (Sangre de doncella), *Cecropia peltata* (Yagruma), *Dioymophanx morotonii* (Yagruma Macho), *Clusia rosea* (Cupey), *Gautteria brainii* (Purio Fangar), *Guatteria moralesi* (Purio Prieto), *Metopium pigra* (Guao), *Malpighia coccigera* (Palo Bronco), *Cycathea arbórea* (Helecho Arborescente) y *Pinus cubensis* (Pino).

La clase de madera predominante es B con 195,10 ha para un total de 375,4 m<sup>3</sup> y su edad promedio es 25 años. El total de madera dura clase B existente en el yacimiento Camarioca Este es de 256,9 m<sup>3</sup>, valores determinados por el Ordenamiento Forestal correspondiente al año 2016 por la Empresa Agro-Forestal de Moa. Los precios de la madera se establecen según la Resolución 372/2009 del Ministerio de Finanzas y Precios (Anexo 2).

El listado oficial establece para maderas duras de categoría B un valor medio de \$ 423,05 pesos por metro cúbico en CUP 211,17 y 211,88 CUC. El plan de manejo refiere la calidad B como predominante, por lo cual se asumen los valores establecidos para un total estimado de 256,9 m<sup>3</sup> de madera dura de:

Calidad B 256,9 x 211,17 CUP = 54 249,573 CUP

Calidad B 256,9 x 211,88 CUC = 54 431,972 CUC

Para la madera blanda con categoría B se obtiene un volumen de 90 m<sup>3</sup>, con un precio de \$ 279,66 pesos por metro cúbico en CUP 158,87 y 120,79 CUC

Calidad B 90 x 158,87 CUP = 14 298,3 CUP

Calidad B 90 x 120,79 CUC = 10 871, 1 CUC

Para coníferas con categoría C se obtiene un volumen de 58,7 m<sup>3</sup>, con un precio de \$ 225,90 pesos por metro cúbico en CUP 123,52 y 102,38 CUC

Calidad B 58,7 x 123,52 CUP = 7 250,624 CUP

Calidad B 58,7 x 102,38 CUC = 6 009,706 CUC

En el yacimiento además se produce con la restante madera un total de 269,8 m<sup>3</sup> de leña con un precio de \$ 9.80 pesos por metro cúbico en provincias de Camagüey y Granma.

Leña 269,8 x 9,80 CUP = 2644,04 CUP

En resumen, el monto total de la madera existente en el yacimiento es:

54 249,573 + 14 298,3 + 7 250,624 + 2 644,04 =78 442,537 CUP

54 431,972 + 10 871, 1 + 6 009,706 = 7 1 312, 778 CUC

## **Fauna**

En el inventario realizado al yacimiento Camarioca Este se identificó la fauna existente (Anexo 3). Para su cuantificación se tomaron los precios establecidos de oferta y demanda de los municipios de Gibara, Holguín y Rafael Freyre en la provincia de Holguín, por la tienda Tritón, Madrid, España, con el link <http://www.tritonreptiles.com> y en el link [http://www.shellauction.net/auction\\_search.php?set\\_page=1&in\\_search=cod-cox-cri&dealer=&familia=LANDSNAILS&n\\_items=56](http://www.shellauction.net/auction_search.php?set_page=1&in_search=cod-cox-cri&dealer=&familia=LANDSNAILS&n_items=56)



Tabla 2.4. Precio unitario por cada especie

<b>Nombre de la Fauna</b>	<b>CUP</b>	<b>€</b>	<b>Tasa de cambio del € en Cuba (1,09)</b>	<b>CUC</b>
Osteopillus septentrionalis (Rana platanera)		14,00	15,26	16,5
Anolis sagrei		14,00	15,26	
Epicrates angulifer (Majá de Santa María)				25,00
E. caerulea (Garza azul)				30,00
Tiaris canora (Tomeguín del pinar)				5,00
Amazona leucocephala (Cotorra)				40,00
Capromys pilorides	100,00			
Anolis porcatatus (Lagartijos)				16,5
Anolis Alutaceus (Anolis caballero o chipoyo)		39,00	42,51	
Anolis homolequis		14,00	15,26	
Anolis argillaceus		14,00	15,26	
Anolis rubribarbus		14,00	15,26	
Spindalis zena (Cabrero)				4,00
Tiaris olivácea (Tomeguín de la Tierra)				50,00
Falco sparverius (Cernícalo)				4,00
Zenaida asiática (Paloma Aliblanca)	50,00			



Zenaida macroura (Paloma Rabiche)	50,00			
Melopyrrha nigra (Negrito)				50,00
Dendroica trigrina (Bijirita Atigrada)	25,00			
Dendroica trigrina (Bijirita Común)	25,00			
Dendroica pityophila (Bijirita del Pinar)	25,00			
Dendroica carrulescens (Bijirita Azul de Garganta Negra)	25,00			
Mniotilta varia (Bijirita Trepadora)	25,00			
Caraculus sagemon (Caracol de bosque)		20,00	21,80	
Coryda alauda		2,00	2,18	
Aribeus jamaicensis (Murciélago)	25,00			
Bufo Peltucephalus (Sapo de muesca oriental)		15,00	16,35	
<b>Total</b>	<b>350,00</b>	<b>146,00</b>	<b>159,14</b>	<b>241,00</b>

Por lo tanto, se cuenta con un monto por individuo de 400,14 CUC y 350,00 CUP. Para identificar el monto total de la fauna es necesario realizar un estudio poblacional.

### **Mineral (Níquel + cobalto)**

Para la cuantificación del níquel más cobalto que es producido por la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, se procede al análisis del proyecto de apertura del yacimiento Camarioca Este, donde se detalla minuciosamente, según los estudios, las reservas planificadas para extraer por año. El yacimiento tiene un total de 319 050, 56 toneladas de níquel más cobalto y se tomaron para su cálculo los valores establecidos en el mercado para el año 2016 por la Bolsa de Metales de Londres.



La eficiencia del níquel establecido por la empresa según las condiciones técnicas y metalúrgicas es de 0,7290 y para el cobalto es de 0,3679 por lo que se tomó estos valores para su estimación.

Níquel:  $30\,3074,55\text{ t} * 11\,013,25 = 3\,337\,835\,787,8\text{ CUC}$

Cobalto:  $15\,976,01\text{ t} * 1\,712,575 = 27\,360\,115,33\text{ CUC}$

Los cálculos anteriores demuestran que en el año 2016 el yacimiento Camarioca Este estuvo valorado en 3 365 195 903,1 CUC, al considerar los precios del mercado en la composición de níquel más cobalto.

### **Agua**

Para la realización del cálculo de los ríos colindantes al yacimiento se obtuvo el Informe sobre el cálculo del escurrimiento de las aguas superficiales. (Molina Núñez y Domínguez de la Cruz, 2016)

La cuenca del río Cayo Guam aporta un volumen de escurrimiento en su caudal de  $5,5\text{ m}^3$  por segundo, con un total de 173 448 000 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$ . Si se calcula el 8% de la correntía que es utilizado en las actividades del turismo que es del 3% y para la construcción del 5% de este valor se cuenta con 13 875 840 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$ . (Molina Núñez & Domínguez De la Cruz, 2016)

El valor del escurrimiento se obtiene multiplicando los 693 792 millones de  $\text{m}^3/\text{año}$  por 10 pesos que es el precio del  $\text{m}^3$  de agua que se le cobra a la construcción, sin incorporar el precio del turismo, ya que se encuentra en fase de contratación, se obtiene un valor total de 6 937 920 millones de pesos.

Punta gorda es de  $2,5\text{ m}^3$  por segundo con un total de 216 000 mil de  $\text{m}^3/\text{año}$  el cual tiene uso ecológico, es por esto que no se le tiene en cuenta la correntía del mismo.

### **Carbono**

Para la estimación del carbono retenido en suelos se tuvieron en cuenta estudios realizados por el Instituto de Investigación de la Agroforestal de La Habana en suelos forestales con características similares a la del yacimiento Camarioca Este. El mismo tiene suelo ferralítico rojo con textura arcillo-arenosa con composición máfica y ultramáfica que ocupa una superficie de 262.15 ha, caracterizado ampliamente desde el punto de vista edafológico forestal.

$262,15\text{ ha} * 159,99\text{ t/ha} = 41\,941,3785\text{ t}$



41 941,3785 t \* \$ 5,35 (SENDECO2, 2016)= \$ 224 386, 37€\*1,09 Tasa de cambio= 244 581,15 CUC

Tabla 2.5. Resumen de la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos

Servicios ecosistémicos	Valor económico CUP	Valor económico CUC
Madera	78 442,537	71 312, 778
Fauna	350,00	400,14
Níquel		3 337 835 787, 8
Cobalto		27 360 115,33
Agua	6 937 920,00	
Dióxido de Carbono		244 581,15
<b>Total</b>	<b>7 016 712, 537</b>	<b>3 365 512 197, 2</b>

**ETAPA II: Valoración posterior a la explotación minera.**

**Acción 1. Identificación de los componentes del medio natural o ecosistemas que han sufrido daños.**

**Estudio de Impacto Ambiental en los yacimientos lateríticos**

Con el objetivo de identificar los impactos ambientales provocados por la actividad minera se aplicó el método Delphi, según se establece en el procedimiento propuesto. La muestra representativa que reunía las características de una población con dominio de los temas ambientales en la minería, dio como resultado 50 personas para encuestar (anexo 4) y determinar los expertos (Anexo 5). De ellas, 14 tuvieron un coeficiente de conocimiento igual a 1 ( $K_c = 1$ ), una persona entre 0,8 y 0,9 ( $0,8 \leq K_c \leq 0,9$ ) y nueve entre 0,9 y 1 ( $0,9 \leq K_c \leq 1$ ). En relación con el coeficiente de argumentación, 26 personas no poseían criterios



sustanciales sobre el medio ambiente y la minería, pues sus trabajos de investigación se realizaban en otro perfil.

De los 50 especialistas encuestados, 24 fueron evaluados como expertos con un coeficiente de competencia alto ( $0,8 \leq K_{cm} \leq 1$ ). El criterio de los expertos en las encuestas aplicadas para la identificación de los impactos ambientales (anexo 6) coincidió en 25 impactos ambientales provocados por esta actividad y siete fueron incluidos por los expertos para un total de 32 impactos ambientales provocados (Anexo 7).

Con la ayuda del criterio de expertos en la aplicación del método Delphi, se elaboró la Matriz de identificación de impactos ambientales (Anexo 8) ocasionados por la minería donde se identifican las acciones impactantes al tener en cuenta la fase de apertura y explotación del proyecto minero, los impactos que pueden ser producidos por estas acciones y los factores del medio que pueden ser afectados.

A continuación se mostrarán las acciones en cada fase, los impactos y los factores identificados en la actividad minera para realizar la identificación y valoración de los impactos ambientales.

### **Acciones impactantes**

#### ➤ **Fase de Apertura:**

- A. Tala
- B. Construcción de diques de sedimentación
- C. Desbroce
- D. Construcción de caminos
- E. Destape, carga y transporte
- F. Conformación de escombrera

#### ➤ **Fase de Explotación**

- G. Extracción del mineral
- H. Carga y transporte del mineral
  - I. Trabajos de Drenaje

### **Factores del medio impactados**

Clima

Calidad del aire



Suelo  
 Relieve  
 Hidrología (Agua superficial y subterránea)  
 Viales y tráfico terrestre  
 Recursos naturales y energéticos  
 Vegetación y flora  
 Fauna  
 Ente ecológico  
 Paisaje  
 Agentes sociales (Población)  
 Agentes económicos (infraestructura económica)

**Acción 2. Precisión del procedimiento de actuación ante la ocurrencia de un evento extremo: evaluadores de los daños por tipo de ecosistema, estrategia de recolección de información, plazos por tipo de evento y coordinaciones requeridas con diversos organismos, especialistas a convocar.**

Para la evaluación de los daños del ecosistema por el equipo de trabajo multidisciplinario, se realizaron mediante el estudio del campo que posibilitará conocer los bienes y servicios que prestaba el ecosistema y que fueron afectados por la extracción del mineral. El presente estudio se deberá realizar periódicamente lo que permitirá a los directivos de la entidad tomar mejores decisiones.

**Acción 3. Identificar y tipificar los daños ocurridos, cuantificar la magnitud de estos daños en unidades físicas.**

Esta cuenta con dos pasos, identificar los daños ocurridos y cuantificar la magnitud de estos daños en unidades físicas.

*Tabla 2.6. Impactos identificados*

No.	Impactos
1	Cambios locales de microclima por la eliminación de la cobertura vegetal y los suelos
2	Incremento del nivel de ruido por incremento del trabajo de equipos pesados y tráfico de camiones



- 3 Contaminación de la atmósfera
  - 4 Emisiones continuas de polvo a la atmósfera
  - 5 Incremento de los procesos erosivos
  - 6 Modificación del relieve
  - 7 Aumento del deslizamiento y derrumbes
  - 8 Afectación a las cuencas hidrográficas
  - 9 Modificación del comportamiento de variables meteorológicas
  - 10 Contaminación de las aguas fluviales
  - 11 Aumento de la sedimentación en los márgenes de los ríos
  - 12 Alteración de las condiciones de alimentación y descarga de las aguas subterráneas
  - 13 Incremento de la diversidad de la red vial y del tráfico terrestre por la construcción de caminos mineros
  - 14 Aumento de los recursos de agua, combustible y electricidad
  - 15 Pérdida de la cobertura forestal en áreas que se minarán para el trazado de caminos mineros, terraplén del transportador del mineral
  - 16 Pérdida de material genético vegetal y germoplasma
  - 17 Pérdida de la capa vegetal
  - 18 Pérdida de las especies
  - 19 Migración (aves, mamíferos) y muertes (reptiles, anfibios, insectos)
  - 20 Alteración de los ecosistemas naturales y desaparición de la microflora y microfauna
  - 21 Alteración de la calidad estético-visual del paisaje
  - 22 Afectación a la salud e integridad física de los trabajadores y habitantes
  - 23 Alteración de la dinámica demográfica
  - 24 Afectaciones en la población por las reubicaciones de sus viviendas
  - 25 Aumento de las demandas sociales
- 



En las 13 hectáreas explotadas en el yacimiento Camarioca Este, existió una pérdida en el total de madera dura clase B existente en las 13 hectáreas explotadas en el yacimiento es de 68,9 m<sup>3</sup>, para las maderas duras de categoría B se asumen los valores estimados para un total de 30 m<sup>3</sup>, para la madera blanda con categoría B se obtiene un volumen de 10 m<sup>3</sup>, para coníferas con categoría C se obtiene un volumen de 8 m<sup>3</sup>. En el yacimiento se produce, con la restante madera, un total de 25,9 m<sup>3</sup> de leña. El río Cayo Guam, por encontrarse próximo al yacimiento y los impactos provocados por la actividad minera, afecta un total de 13 875 840 millones de m<sup>3</sup>/año. Se cuantificó una pérdida de 2079,87 t de carbono. Por último se evidenció una merma de 122 especies animales, de ellas 65 de invertebrados pertenecientes a 21 familias y 57 de vertebrados distribuidos en 32 familias.

**Acción 4. Definir la importancia de cada impacto, según la metodología propuesta en la presente guía u otra similar.**

Posteriormente se procedió a la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos según el valor de importancia del efecto (IM) utilizando la matriz Causa-Efecto (anexo 9) , donde se alcanzó de un total de 32 impactos identificados sobre el medio físico, la biota y el medio socioeconómico, de los cuales uno es positivo y 31 negativos, lo que representa el 96,88%. También se alcanzan 18 impactos clasificados en moderados para el 59,38 %, 12 de severos con el 37,5 % y un crítico, lo que representa el 3,12 % del total. (Anexo 10)

**Acción 5. Precisar los servicios del ecosistema más importantes que han resultado afectados.**

Los servicios del ecosistema más importantes que han resultados afectados:

Las afectaciones más significativas en el área objeto de investigación en cuanto al medio físico son: incremento del nivel de ruido por trabajo de equipos pesados y tráfico de camiones, contaminación de la atmósfera, emisiones continuas atmosféricas de polvo, contaminación de las aguas fluviales, aumento de la sedimentación en las márgenes de los ríos, alteración de las condiciones de alimentación y descarga de las aguas subterráneas, incremento de la diversidad de la red vial y del tráfico terrestre por la construcción de caminos mineros y el agotamiento de los recursos minerales del área.





*Figura 2.2.* Incremento del nivel de ruido por trabajo de equipos pesados



*Figura 2.3.* Contaminación de la atmósfera y emisiones continuas de polvo a la atmósfera



*Figura 2.4.* Contaminación de las aguas fluviales y aumento de la sedimentación en las márgenes de los ríos

En la biota los mayores impactos se producen en la pérdida de la cobertura forestal en áreas para minar por el trazado de caminos mineros, terraplén del transportador del mineral, pérdida de la capa vegetal y de las especies. En el medio socioeconómico, los impactos de mayor incidencia se producen en la salud e integridad física de trabajadores, habitantes y en el deterioro de las condiciones higiénicas de la población por aumento de los niveles de ruido y polvo.



*Figura 2.5.* Pérdida de la cobertura forestal y de las especies

**Acción 6. Decidir cuáles de los impactos más importantes en los ecosistemas pueden ser valorados económicamente.**

Los bienes y servicios ecosistémicos del yacimiento Camarioca Este, que pueden ser valorados económicamente después de los daños alcanzados por la explotación minera.

*Tabla 2.7. Bienes y servicios ecosistémicos del Yacimiento Camarioca Este*

<b>Valor de Uso Directo</b>	
Agua	Leña y Carbón
Minerales	Bejucos y troncos
Educación	Semillas forestales
Fauna	Investigaciones
<b>Valor de Uso Indirecto</b>	
Productos no maderables del bosque	Producción de oxígeno
Espacios para hábitat	Diseminación de especies vegetales (polinización)
Protección de suelos	Purificación de aguas residuales
Absorción y fijación de carbono	Mantenimiento de la capacidad productiva del suelo
Captación hídrica	Reducción de la contaminación atmosférica
<b>Valor de opción</b>	
Especies	Conservación de hábitat
Protección de la biodiversidad	
<b>Valor de existencia</b>	
Valor estético (paisaje, especies)	Valor científico y educativo



### **Acción 7. Proceder a una evaluación económica de los daños ambientales.**

El total de madera dura clase B existente en las 13 hectáreas explotadas en el yacimiento es de 68,9 m<sup>3</sup>, valores determinados por la oficina de Ordenamiento Forestal correspondiente al año 2018 por la Empresa Agroforestal de Moa. Los precios de la madera se encuentran establecidos en la Resolución 372/2009 del Ministerio de Finanzas y Precios.

Para las maderas duras de categoría B se asumen los valores estimados para un total de 30 m<sup>3</sup> de:

Calidad B 30 x 211,17 CUP = 6 335,1 CUP

Calidad B 30 x 211,88 CUC = 6 356,4 CUC

Para la madera blanda con categoría B se obtiene un volumen de 10 m<sup>3</sup>

Calidad B 10 x 158,87 CUP = 1 588,7 CUP

Calidad B 10 x 120,79 CUC = 1 207,9 CUC

Para coníferas con categoría C se obtiene un volumen de 8 m<sup>3</sup>

Calidad B 8 x 123,52 CUP = 988,16 CUP

Calidad B 8 x 102,38 CUC = 819,04 CUC

En el yacimiento se produce, con la restante madera, un total de 25,9 m<sup>3</sup> de leña

Leña 25,9 x 9,80 CUP = 253,83 CUP

En resumen, el monto total de la madera existente en el yacimiento es:

6 335,1 + 1 588,7 + 988,16 + 253,83 = 9 165,79 CUP

6 356,4 + 1 207,9 + 819,04 = 8 383,34 CUC

### **Fauna**

En las 13 hectáreas en que se realiza el proceso de explotación minera y las hectáreas adyacentes se muestra la pérdida de la fauna, por un total de 400,14 CUC y 350 CUP aproximadamente.

### **Agua**

El río Cayo Guam, por encontrarse próximo al yacimiento y los impactos provocados por la actividad minera, afecta un total de 13 875 840 millones de m<sup>3</sup>/año. Es por tanto que se calcula la corriente que es utilizada por la construcción, que es el 5%, el cual asciende a 693 792 millones de m<sup>3</sup>/año por 10 pesos, se obtiene un valor total de 6 937 920 millones de pesos.



## Carbono

Para la estimación del dióxido de carbono con una composición máfica y ultramáfica con una superficie de 13 ha, se realiza una caracterización desde el punto de vista edafológico forestal.

$$13 \text{ ha} * 159,99 \text{ t/ha} = 2\,079,87 \text{ t}$$

$$2\,079,87 \text{ t} * \$ 15,88 \text{ (SENDECO2, 2018)} = \$ 33\,028,34€ * 1,09 \text{ tasa de cambio} = 36\,000,89 \text{ CUC}$$

## Salud

Al tener en cuenta los 18 nuevos casos con enfermedades respiratorias agudas provocados por la actividad minera en el año 2018 y al tener en cuenta el costo del sistema de salud en medicinas, personal y materiales para atender un paciente con problemas respiratorios, es de \$22,00 por día (Gómez Gutiérrez, 2016), por lo que se tiene un gasto de 396,00 pesos por día.

*Tabla 2.8.* Resumen de la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos dañados

Servicios ecosistémicos	Valor económico CUP	Valor económico CUC
Madera	9 165,79	8 383,34
Fauna	350,00	400,14
Agua	6 937 920,00	
Dióxido de Carbono		36 000,89
Salud	396,00	
<b>Total</b>	<b>6 947 831,79</b>	<b>44 784,37</b>



## CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación se arriba a las siguientes conclusiones

1. El análisis de los fundamentos teóricos y metodológicos sobre los ecosistemas, la gestión económica ambiental y la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en los yacimientos lateríticos contribuyó a elaborar el marco teórico referencial de la investigación.
2. La aplicación parcial de la Guía Metodológica del CITMA permitió el diagnóstico de los bienes y servicios ecosistémicos en el yacimiento Camarioca Este (ex ante y pos explotación).
3. Se realizó la valoración económica de los bienes y servicios del ecosistema lo que permite cuantificar el valor económico total que conllevará a los directivos de la empresa a una mejor toma de decisiones.



## RECOMENDACIONES

Al tener en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo de diploma se recomienda:

1. Presentar los resultados de esta investigación a la dirección General de la Empresa Niquelífera Ernesto Che Guevara y al CITMA municipal.
2. Realizar estudios poblacionales de la fauna que permita su cuantificación en cada hectárea del yacimiento.
3. Profundizar en los estudios ambientales del yacimiento.
4. Implementar la guía metodológica del CITMA en otros yacimientos perteneciente al municipio Moa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera Klink, F., y Alcántara, V. (2011). De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica (pp. 242). Doi: 33.999-1994
2. Alpízar, F. (2014). Valoración del impacto de eventos climáticos extremos: daños ambientales en el caso cubano. Inédito: Informe de Consultoría. La Habana.
3. Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., y Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 25(1), 83-89. Doi: 10.7818/ECOS.2016.25-1.12
4. Asamblea del Poder Popular. (1998). Ley 85 Forestal (pp. 773). Gaceta Oficial de la República de Cuba: La Habana.
5. Asamblea del Poder Popular. (1995). Ley 76 Ley de Mina (pp. 33). Gaceta Oficial de la República de Cuba: La Habana.
6. Asamblea del Poder Popular. (1997). Ley 81 Medio Ambiente (pp. 47). Gaceta Oficial de la República de Cuba: La Habana.
7. Batista Cutiño, M. (2014). Volúmenes por surtidos en la concepción minera y grupo de especies en áreas de concepción minera. (pp. 300): Empresa Agro-Forestal.
8. (Boyd y Banzhaf, 2007). What are Ecosystem services? <http://sciencedirect.com>
9. Bruzón Sánchez, N. (2013). Rehabilitación en áreas degradadas por la minería a cielo abierto en la región Nicaro - Mayarí, Cuba. (Tesis Doctoral), Universidad de Pinar del Río, Centro de Estudio Forestal.
10. CEPAL. (2015). Guía metodológica: Instrumentos económicos para la gestión ambiental (pp. 73): Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
11. CEPRONÍQUEL. (2011). Proyecto 1772 de Explotación del Yacimiento de Camarioca Este (pp. 53): Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.
12. Chaviano Beitra, A., Cervantes Guerra, Y., y Pierra Conde, A. (2011). Algunas consideraciones de rehabilitación minera en la minería del níquel: Municipio de Moa, Cuba. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 4(10), 41-52.



13. Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista. (2016). Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030: Propuesta de visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos. (pp. 32).
14. Constitución General República de Cuba. (2019). Epígrafe IV Derechos, deberes y garantías.
15. Costanza (1997). The Value of the Worlds Ecosystem Services and Natural Capital.
16. Dirección de Estudios Económicos del Banco Central de Cuba. (2006). Economía Cubana 1996 - 2006.
17. Durán Zaldívar (2016). Caracterización y evaluación de las escombreras de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara para su posible uso Industrial (Tesis de Diploma) Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
18. Daily. (1997). Nature´s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem.
19. De Groot. (2012). Ecosystem Services (Vol.1).
20. Estudio de evaluación de impacto ambiental del yacimiento Camarioca Este en la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. (2009): CESIGMA.
21. Fisher. (2009). Annual Review of Information Science and Technology.(Vol 43)
22. García, A. E., Bruzón, N., Campos, M., Olivera, J., Miravet, B. L., Jaimez, E., Carballosa, A. (2011). Principales problemas que confronta el proceso de rehabilitación de áreas impactadas por la minería del níquel en Cuba. Cuarta convención cubana de ciencias de la tierra, GEOCIENCIAS´2011., La Habana.
23. Gómez Gutiérrez, C. (2016). Economía Ambiental: Conceptos y aplicaciones prácticas (1ra ed.). La Habana: CITMATEL.
24. Gómez Pais. (2015). Valoración económica de los impactos ambientales. [http://:revistas.geotech.cu](http://revistas.geotech.cu)
25. Hartley Ballester. (2008). Economía Ambiental y Economía Ecológica: un balance crítico de su relación.
26. Información Económica. Banco Central de Cuba. (2012) (Vol. 19). La Habana.
27. Labandeira, León y Xosé Vázquez. (2007). Economía Ambiental. Edición I.
28. Lineamientos de la Política Económica y Social del Estado y la Revolución. (2016). VII Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana: pp. 38.



29. Martín López. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. <http://www.ecomilenio.es>
30. Milián Milián, E. (2014). Procedimiento para la rehabilitación minera ambiental de los yacimientos polimetálicos de Pinar del Río. (Tesis Doctoral), Instituto Superior Minero Metalúrgico.
31. Millennium Ecosystem Assessment. (2003)
32. Ministerio de Ciencia; Tecnología y Medio Ambiente. (2009). Resolución 132. Reglamento del proceso de evaluación de Impacto Ambiental. (Vol. 037). Gaceta Oficial de la República de Cuba: Ministerio de Justicia.
33. Ministerio de ciencia; Tecnología y Medio Ambiente. (2016). Estrategia Ambiental Nacional, Provincial y Municipal.
34. Ministerio de Finanzas y Precios. (2001). Resolución 198 Obligaciones tributarias. La Habana.
35. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación. Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015)
36. Molina Núñez, A., & Domínguez De la Cruz, K. (2016). Informe sobre el cálculo del escurrimiento de las aguas superficiales (pp. 215): Recursos hidráulicos.
37. Monroy Hernández, Valdivia Alcalá, Sandoval Villa, & Rubiños Panta. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de Zonas áridas y semiáridas. (Vol 29)
38. Morales M, E. V. (2011). Modelo multidimensional para la educación medioambiental empresarial y el desempeño sostenible Vol. 5. (pp. 10).
39. Montes de Oca (2017). Revista Cubana de Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.
40. Moreno Díaz, M. L. (2009). Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 11, 29-38.
41. Odum, E. P. (1982). Ecología (Edición cubana, Primera edición ed.): Edición revolucionaria.
42. Oficina Nacional de Estadística. (2015). Anuario Estadístico de Cuba 2014 (pp. 143): Oficina Nacional de Estadística e Información.



43. Osorio Múnera y Correa Restrepo. (2004). Valoración económica del ruido: una revisión analítica de estudio.
44. Oyarzun Muñoz (2011). Repositorio universitario Institucional de Recursos Abiertos. <http://ruidera.uclm.es>
45. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030. (2016). Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista. VII Congreso del Partido Comunista de Cuba: La Habana.
46. PNUD/CEPAL. (2000). Desafíos y propuestas para una implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe. XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Bridgetown, Barbados.
47. Principales indicadores económicos 2016-2018. Banco Mundial. 2018. Disponible en: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado>
48. Programa de Desarrollo Sostenible para la Industria Minera del Departamento de Industria; Turismo y Recursos del Gobierno de Australia (2006)
49. Reynaldo Arguelles, C. L. (2013). Procedimiento para la valoración económica y ambiental en la actividad minera de níquel. (Tesis Doctoral), Santiago de Cuba, Instituto Superior Minero Metalúrgico. Disponible en: <http://www.ismm.edu.cu/edum>
50. Rendón Díaz. (2011). Modelo Geológico descriptivo para los yacimientos lateríticos. Díaz. . Disponible en: <http://revista.ismm.edu.cu/>
51. Rodríguez Córdova, R. G. (2002). Economía y recursos naturales. Una visión ambiental de Cuba: Apuntes para un libro de texto. Universitat Autònoma de Barcelona: Servei de publicacions. (2005). Evaluación de Impactos ambientales (pp. 128). Universidad autónoma de Nicaragua.
52. Rodríguez Córdova, R., & Isaac Godínez, C. L. (2012). Manual de Gestión Ambiental Organizacional doi: IF0512012574355
53. Rodríguez Córdova, R., Mir Frutos, Z., & Guzmán Alberteris, L. (2018). Incidencia de la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en la gestión ambiental. Congreso Universidad 2018, La Habana.



54. Ruiz Quintero, J. (2016). La minería en Cuba. Una aproximación. La Habana, Cuba: Científico-Técnica.
55. SENDECO2. (2016). Precios del CO2. Disponible en: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
56. SENDECO2. (2018). Precios del CO2. Disponible en: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
57. Serrada Hierro, R. (2000). Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid.77.
58. Tansley (1935). Historia del Concepto Ecosistema en ecología.
59. Torres Batista, Y., Rodríguez Cabrera, M., Rodríguez Córdova, R. G., & Reynaldo Argüelles, C. L. (2018). La Educación Ambiental: potencialidades para favorecer su implementación en la Educación Superior. Convención Internacional de Ciencia, Tecnología e innovación, La Habana.
60. Torres Batista, Y., Rodríguez Córdova, R. G., y Reynaldo Argüelles, C. L. (2017). Aproximación teórica a un modelo de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera Conferencia Nacional de Economía Aplicada para el desarrollo municipal (ECODEM´2017), Moa.
61. Torres Batista, Y; Rodríguez Cabrera, M; Reynaldo Arguelles, C; Rodríguez Córdova, R. (2017) Alternativa económica al cierre de mina (CD-ROM. ISBN: 978-959-16-34412)
62. Urbino Rodríguez, J., Díaz Martínez, B., & Sigarreta Vilches, S. (2016). Rehabilitación ambiental minera (pp. 317).
63. Urbino, J., & Díaz, M. (2011). Rehabilitación ambiental minera, una opción holística. Cuarta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias´2011, La Habana.



## ANEXOS

### ANEXO 1. Preparación inicial para la implementación del procedimiento de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera



## **ANEXO 2. Resolución no. 372-2009 del Ministerio de Finanzas y Precios**

**POR CUANTO:** Mediante el Acuerdo No. 3944, de fecha 19 de marzo del 2001, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, fueron aprobados con carácter provisional hasta tanto sea adoptada la nueva legislación sobre la organización de la Administración Central del Estado, el objetivo y las funciones y atribuciones específicas de este Ministerio, entre las que se encuentran la de dictar cuantas normas y disposiciones fueran necesarias para asegurar la política de precios del Estado y del Gobierno.

**POR CUANTO:** La Resolución No. P-51, de fecha 18 de febrero de 2004, dictada por el Viceministro que atiende la actividad de Precios en este Ministerio, fija los precios mayoristas máximos y sus componentes en pesos convertibles, de los tipos de madera aserrada.

**POR CUANTO:** El Ministerio de la Agricultura, en lo adelante MINAG, ha presentado la solicitud de modificación de los precios mayoristas máximos y su componente en pesos convertibles, de los tipos de madera aserrada que se producen en las empresas forestales del Grupo Empresarial Agricultura de Montaña, subordinado a dicho Ministerio, lo que este Organismo ha decidido aceptar y en consecuencia derogar la Resolución No. P - 51 de 2004.

**POR CUANTO:** Por Acuerdo del Consejo de Estado de fecha 2 de marzo de 2009, quien resuelve fue designada Ministra de Finanzas y Precios.

**POR TANTO:** En uso de las facultades que me están conferidas,

## RESUELVO

**Primero:** Modificar los precios mayoristas máximos y sus componentes en pesos convertibles de los tipos de madera aserrada, que se producen en las empresas forestales del Grupo Empresarial Agricultura de Montaña, subordinado al MINAG, según se describe en el Anexo Único de la presente Resolución, que consta de cuatro (4) páginas y que forma parte integrante de la misma.

**Segundo:** Los directivos que atienden la actividad de precios en los Organismos de la Administración Central del Estado comunicados en la presente Resolución y los directores provinciales de Finanzas y Precios de los consejos de la Administración de las asambleas provinciales del Poder Popular y el del Municipio Especial Isla de la Juventud deben confirmar a la Dirección de Precios de Bienes Agroindustriales de este Ministerio, antes de los cinco (5) días hábiles siguientes a la recepción de esta Resolución, que la misma les ha sido comunicada, así como que han procedido a adoptar las medidas para su aplicación y control.

**Cuarto:** La presente Resolución entra en vigor el primero (1) de enero de año 2010.

**Quinto:** Derogar la Resolución No. P-51, de fecha 18 de febrero de 2004.

**COMUNÍQUESE** a los ministros de la Agricultura y del Azúcar, a los directores de Finanzas y Precios de los consejos de la Administración de las asambleas provinciales del Poder Popular y el del municipio especial Isla de la Juventud, a la Directora General de Precios y a los directores de Política de Precios y de Precios de Bienes Agroindustriales, todos de este Ministerio.

Archívese el original en la Dirección Jurídica de este Organismo.

Dada en la ciudad de La Habana, a los 18 días del mes de noviembre de 2009.

Lina Olinda Pedraza

Rodríguez Ministra

**Ministerio de Finanzas y Precios**

**Resolución No. 372-2009**

**Anexo Único**

**LISTA OFICIAL DE PRECIOS**

**PRECIOS MAYORISTAS MAXIMOS DE LA MADERA ASERRADA UM: M3**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>PRECIO</b>	<b>DE ELLO: PESOS</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>CONVERTIBLES</b>
4661010001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	488.77	221.51
4661010002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	440.33	199.56
4661010003	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	400.30	181.42
4661010004	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	367.25	166.44
4661010005	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	340.05	154.11
4661010006	125 a 300 x 125 a 300 x 0,5 a 1,25 m	317.80	144,03
<b>CONIFERA "B"</b>			
4661020001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	314.80	142.67
4661020002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	299.08	135.88
4661020003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	269.83	122.29

4661020004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	245.55	111.28
------------	------------------------------------	--------	--------

**CONIFERA "C"**

4661030001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	225.90	102.38
------------	------------------------------------	--------	--------

4661030002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	210.09	95.21
------------	-------------------------------------	--------	-------

4661030003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	212.35	96.24
------------	-----------------------------------	--------	-------

4661030004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	199.58	90.45
------------	------------------------------------	--------	-------

**PRECIOSA**

**CEDRO EN LOQUE**

4662010001	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	754.99	377.34
------------	---------------------------------------	--------	--------

4662010002	125 a 300 x 125 a 300 x 0,50 a 1,25 m	723.53	361.62
------------	---------------------------------------	--------	--------

**PRECIOSA "A"**

4662470001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	631.78	319.00
------------	------------------------------------	--------	--------

4662470002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	569.17	287.39
------------	-------------------------------------	--------	--------

4662470003	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	517.42	261.26
------------	---------------------------------------	--------	--------

4662470004	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	474.70	239.69
------------	-----------------------------------	--------	--------

4662470005	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	439.54	221.93
------------	------------------------------------	--------	--------

4662470006 125 a 300 x 125 a 300 x 0,5 a 1,25 m 410.78 207.41

### LISTA OFICIAL DE PRECIOS

#### PRECIOS MAYORISTAS MÁXIMOS DE LA MADERA ASERRADA UM: M3

<b>CÓDIGO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>PRECIO</b>	<b>DE ELLO: PESOS</b>
<b>PRECIOSA "B"</b>		<b>TOTAL</b>	<b>CONVERTIBLES</b>
4662480001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	406.91	205.46
4662480002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	386.80	195.67
4662480003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	348.78	176.11
4662480004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	317.39	160.26
<b>PRECIOSA "C"</b>			
4662490001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	292.00	147.44
4662490002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	271.56	137.12
4662490003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	274.48	138.59
4662490004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	257.98	130.26
<b>DURA "A"</b>			
4663470001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	656.83	328.98
4663470002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	591.74	296.37

4663470003	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	537.95	269.43
4663470004	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	493.53	247.18
4663470005	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	456.97	228.87
4663470006	125 a 300 x 125 a 300 x 0,5 a 1,25 m	427.08	213.90

### LISTA OFICIAL DE PRECIOS

#### PRECIOS MAYORISTAS MÁXIMOS DE LA MADERA ASERRADA UM: M3

CÓDIGO	DIMENSIONES	PRECIO	DE ELLO: PESOS
		TOTAL	CONVERTIBLES
<b>DURA "B"</b>			
4663480001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	423.05	211.88
4663480002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	402.90	201.79
4663480003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	383.72	192.18
4663480004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	364.35	183.03
<b>DURA "C"</b>			
4663490001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	336.21	168.39
4663490002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	312.67	156.60
4663490003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	316.04	158.29

4663490004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	297.04	148.77
------------	------------------------------------	--------	--------

**SEMIDURA "A"**

4664470001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	497.73	221.43
------------	------------------------------------	--------	--------

4664470002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	448.41	199.49
------------	-------------------------------------	--------	--------

4664470003	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	407.64	181.35
------------	---------------------------------------	--------	--------

4664470004	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	373.98	166.38
------------	-----------------------------------	--------	--------

4664470005	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	346.28	154.05
------------	------------------------------------	--------	--------

4664470006	125 a 300 x 125 a 300 x 0,5 a 1,25 m	323.63	143.98
------------	--------------------------------------	--------	--------

**SEMIDURA "B"**

4664480001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	320.57	142.62
------------	------------------------------------	--------	--------

4664480002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	305.12	135.83
------------	-------------------------------------	--------	--------

4664480003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	274.78	122.24
------------	-----------------------------------	--------	--------

4664480004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	250.05	111.24
------------	------------------------------------	--------	--------

**SEMIDURA "C"**

4664490001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	230.04	102.34
------------	------------------------------------	--------	--------

4664490002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	213.94	95.18
------------	-------------------------------------	--------	-------

4664490003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	216.24	96.20
------------	-----------------------------------	--------	-------

4664490004 50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m 203.24 90.42

### LISTA OFICIAL DE PRECIOS

#### PRECIOS MAYORISTAS MÁXIMOS DE LA MADERA ASERRADA UM: M3

<b>CÓDIGO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>PRECIO</b>	<b>DE ELLO: PESOS</b>
<b>BLANDA "A"</b>		<b>TOTAL</b>	<b>CONVERTIBLES</b>
4665470001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	455.91	196.92
4665470002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	410.73	177.41
4665470003	125 a 300 x 125 a 300 x más de 1,25 m	373.39	161.28
4665470004	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	342.56	147.96
4665470005	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	317.19	137.00
4665470006	125 a 300 x 125 a 300 x 0,5 a 1,25 m	296.44	128.04
<b>BLANDA "B"</b>			
4665480001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	279.66	120.79
4665480002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	264.17	115.04
4665480003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	239.71	103.54
4665480004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	218.13	94.22
<b>BLANDA "C"</b>			

4665490001	13 a 38 x 75 a 300 x más de 1,25 m	200.68	86.68
4665490002	50 a 113 x 75 a 300 x más de 1,25 m	186.63	80.61
4665490003	13 a 38 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	188.64	81.48
4665490004	50 a 113 x 75 a 300 x 0,5 a 1,25 m	177.30	76.58

Anexo 3. Fauna observada en las áreas de la concesión Camarioca Este



Septentrionalis (Rana Platanera)



Osteopillus Anolis sagrei



*Epicrates angulifer* (Majá de Santa María)



*E. caerulea* (Garza azul)



*Tiaris canora* (Tomeguín del pinar)



*Amazona leucocephala* (Cotorra)



Capromys pilorides



Anolis porcatus (Lagartijos)



Anolis rubribarbus



Anolis Alutaceus (chipojo)  
homolequis



Anolis



Anolis argillaceus



Tiaris olivácea (Tomeguín de la Tierra)



Falco sparverius (Cernícalo)



Zenaida asiática (Paloma Aliblanca)



Spindalis zena (Cabrero)



Dendroica trigrina (Bijirita Atigrada)



Melopyrrha nigra (Negrito)



(Bijirita del Pinar)



Zenaida macroura (Paloma Rabiचे)



Dendroica trigrina (Bijirita Común)



Bijirita Azul de Garganta Negra



(Bijirita Trepadora)



Caracolus sagemon (Caracol de bosque)



Coryda alauda



Aribeus jamaicensis (Murciélago oriental)



Bufo Peltoccephalus (Sapo de muesca)

#### Anexo 4. Encuesta a expertos para la determinación del coeficiente de competencia

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto al grado de relevancia del tema Rehabilitación minera.

Como parte del método empírico de la investigación se realiza la consulta a expertos para determinar el coeficiente de competencia que tienen en el tema que se trabaja, con el objetivo de fortalecer la validación de los resultados de la consulta realizada. Por esta razón se solicita que las siguientes preguntas se respondan de la forma más objetiva posible:

1. Marque con una cruz, en la tabla siguiente, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre el tema la rehabilitación minera.

La escala que se presenta es ascendente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autovaloración del grado de influencia de las fuentes que se presentan a continuación.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teórico realizado			
Su experiencia obtenida			
Trabajo con autores nacionales			

Trabajo con autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema			
Su intuición			

3. Realice una autoevaluación de la interdisciplinariedad que usted ha utilizado en los trabajos de rehabilitación minera.

Dimensiones	Grado de interdisciplinariedad de cada uno		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Económica-ambiental-social			
Ambiental-social			
Económica-ambiental			
Económica-social			

**Muchas gracias.**

## Anexo 5. Análisis del coeficiente de competencia de los expertos

No	Nombre y Apellidos	Profesión	Especialidad	Categoría científica	País	Centro de Trabajo	Año de experiencias	Constante	EC	Kc	Ka	Kcm
1	Roberto Guillermo Rodríguez Córdova	Ingeniero	Minas	Dr. C. Económicas	Cuba	Universidad Holguín	52 años	0,1	10	1	1	1
2	Clara Luz Reynaldo Argüelles	Licenciada	Economía	Dra. C. Económicas	Cuba	ISMMMoA	16 años	0,1	10	1	1	1
3	Alina Chaviano Beitzá	Ingeniera	Geología	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	ISMMMoA	15 años	0,1	7	0,70	0,615	0,6575
4	Maday Cartaya Pino	Ingeniera	Minas	Dra. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	15 años	0,1	8	0,60	0,84	0,72
5	Maiquel León Meriño	Ingeniero	Minas		Cuba	Ernesto Che Guevara	35 años	0,1	7	0,70	0,615	0,6575
6	Antonio Cutiño Jiménez	Ingeniero	Minas		Cuba	Ernesto Che Guevara	30 años	0,1	10	1	0,985	0,9925
7	Raisa Rivas Hinojosa	Licenciada	Economía		Cuba	Ernesto Che Guevara	25 años	0,1	5	0,50	0,65	0,575
8	Diosdanis Guerrero Almeida	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	21 años	0,1	10	1	0,84	0,92
9	Yosbanis Cervantes Guerra	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	15 años	0,1	7	0,70	0,615	0,6575
10	Héctor Esparraguera Guilarte	Ingeniero	Minas		Cuba	ISMMMoA	1 año	0,1	6	0,60	0,675	0,6375
11	Miriam Rodríguez Bárcenas	Ingeniera	Geóloga		Cuba	Ernesto Che Guevara	20 años	0,1	3	0,30	0,615	0,4575
12	Yoandro Diéguez García	Ingeniero	Mina	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	12 años	0,1	7	0,70	0,84	0,77
13	Rafael Noa Monjes	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	14 años	0,1	6	0,60	0,875	0,7375
14	Ramón Gilberto Polanco Almanza	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	21 años	0,1	6	0,60	0,875	0,7375
15	Ana Caridad Che Viera	Ingeniera	Minas		Cuba	ISMMMoA	16 años	0,1	8	0,70	0,615	0,6575
16	Alexis Montes de Oca Risco	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	12 años	0,1	10	1	0,845	0,9225
17	Julio Montero Matos	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	7 años	0,1	9	0,90	0,85	0,875
18	Yordans Esteban Batista Legrá	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	18 años	0,1	7	0,65	0,84	0,745
19	Armando Cuesta Rocío	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	18 años	0,1	5	0,50	0,785	0,6425
20	Mayda Ulloa Carcassés	Ingeniera	Minas	Dra. C. Económicas	Cuba	ISMMMoA	40 años	0,1	10	1	0,925	0,9625
21	Naísma Hernández Jatib	Ingeniera	Minas	Dra. C. Técnicas	Cuba	ISMMMoA	12 años	0,1	6	0,60	0,56	0,58
22	Ismael Terrero Aguirre	Ingeniero	Minas		Cuba	ISMMMoA	7 años	0,1	4	0,40	0,42	0,41

23	José Antonio Otaño Noguel	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMOa	50 años	0,1	10	1	1	1
24	Bertha Sánchez Díaz	Ingeniera	Geología	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	Ceproníquel	18 años	0,1	10	1	0,9	0,95
25	Agustín Miranda Correa	Licencia	Contabilidad y Finanzas	M. Sc. Contabilidad	Cuba	Universidad de Pinar del Río	15 años	0,1	5	0,50	0,785	0,6425
26	Rafael Guardado Lacava	Ingeniero	Geólogo	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMOa	45 años	0,1	10	1	1	1
27	José A. Carmentate Fernández	Ingeniero	Minas	M. Sc. Mina	Cuba	ISMMMOa	15 años	0,1	6	0,60	0,56	0,58
28	Asel Guilarte Gaínza	Licenciado	Biólogo	M. Sc. Biología	Cuba	ISMMMOa	8 años	0,1	4	0,40	0,42	0,41
29	Yanmari Paumier Frómeta	Licenciada	Físico	Especialista	Cuba	ISMMMOa	15 años	0,1	7	0,60	0,84	0,72
30	Juan Manuel Montero Peña	Licenciado	Filósofo	Dr. C. Filosóficas	Cuba	ISMMMOa	32 años	0,1	5	0,50	0,785	0,6425
31	María Isabel García de la Cruz	Ingeniera	Minas	Dra. C. Técnicas	Cuba	Ernesto Che Guevara	20 años	0,1	10	1	0,925	0,9625
32	Kenia Batista Martínez	Ingeniera	Forestal	MSc. Desarrollo sustentable	Cuba	Rehabilitación Minera	15 años	0,1	10	1	0,925	0,9625
33	Allan Pierra Conde	Ingeniero	Biólogo	Dr. C. Técnicas	Cuba	ISMMMOa	25 años	0,1	5	0,50	0,785	0,6425
34	Omar Yazbek Bitar	Ingeniero	Geólogo	Dr. C. Técnicas	Brasil	Universidad de Buenos Aires	35 años	0,1	10	1	1	1
35	Rafael Fernández Rubio	Ingeniero	Minas	Dr. C. Técnicas	España	Universidad Politécnica de Madrid	35 años	0,1	10	1	1	1
36	Pablo León Higuera Higuera	Ingeniero	Geólogo	Dr. C. Técnicas	España	Universidad de Castilla-La Mancha	40 años	0,1	9	0,93	0,95	0,94167
37	Melanio Madem Bentacourt	Ingeniero	Minas	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	Combinado	30 años	0,1	10	1	1	1
38	Teresa Hernández Columbié	Ingeniera	Geólogo	Dra. C. Técnicas	Cuba	ISMMMOa	24 años	0,1	10	1	1	1
39	Josefina Aguirre Aguirre	Ingeniera	Metalurgia	M. Sc. Medio Ambiente		Medio Ambiente Ernesto Che Guevara	40 años	0,1	10	1	1	1
40	Idania Romero Pineda	Licenciada	Geología	Especialista en DL	Cuba	Medio Ambiente Gobierno	23 años	0,1	10	1	1	1
41	Oscar González Fernández	Licenciado	Ciencias Ambientales	Dr. C. Ambientales	México	Universidad Americana de Europa	12 años	0,1	9	0,9	0,945	0,92
42	Gricel Palacio Castillo	Ingeniera	Química	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	Cubaníquel	25 años	0,1	10	1	1	1
43	Selmira Perdomo Sierra	Licenciada	Bióloga	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	Agencia de Medio Ambiente	20 años	0,1	10	1	1	1

44	Maritza García García	Licenciada	Bióloga	Dra. C. Medio Ambiente	Cuba	Agencia de Medio Ambiente	28 años	0,1	5	0,50	0,785	0,6425
45	Idalmis Milagros Vargas Tamayo	Licenciada	Economía	M. Sc. Desarrollo sustentable	Cuba	ISMMMoA	40 años	1,1	5	0,50	0,785	0,6425
46	Carmen María Hernández Fernández	Licenciada	Microbiología	M. Sc. Metalurgia	Cuba	ISMMMoA	15 años	0,1	10	1	1	1
47	Yosvani Fernández Ramírez	Licenciado	Biólogo	M. Sc. Medio Ambiente	Cuba	ISMMMoA	18 años	0,1	7	0,70	0,615	0,6575
48	Francisco Cejas Rodríguez	Ingeniero	Geología	Dr. C. Técnicas	Cuba	Instituto de Geografía Tropical	12 años	0,1	10	1	1	1
49	Diliana Leyva Cisnero	Licenciada	Economía	M. Sc. Contabilidad y Finanzas	Cuba	ISMMMoA	16 años	0,1	4	0,40	0,42	0,41
50	Ramón González Agüero	Licenciado	Contabilidad y Finanzas	M. Sc. Pedagogía	Cuba	ISMMMoA	16 años	0,1	4	0,40	0,42	0,41

## Anexo 6. Encuesta a expertos para la identificación de los impactos ambientales

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_

Cargo actual: \_\_\_\_\_

Calificación profesional, grado científico o académico:

Profesor: \_\_\_\_\_ Licenciado: \_\_\_\_\_ Ingeniero: \_\_\_\_\_ Especialista: \_\_\_\_\_ Máster: \_\_\_\_\_ Doctor: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en la profesión: \_\_\_\_\_ Años de experiencia docente y en la investigación: \_\_\_\_\_

1. Según Rodríguez Córdova, 2005, la matriz se conforma verticalmente por los factores ambientales y horizontalmente las acciones que provocan los impactos ambientales en la actividad minera. Relacione factor-acción-impacto según corresponda.

Factores	Acciones impactantes											
	Fase de apertura						Fase de explotación			Fase de rehabilitación minera		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Clima												
Calidad del aire												
Suelo												
Relieve												
Hidrología (Agua superficial y subterránea)												
Viales y tráfico terrestre												

Recursos naturales y energéticos													
Vegetación y flora													
Fauna													
Ente ecológico													
Paisaje													
Agentes sociales (Población)													
Agentes económicos (infraestructura económica)													

1. A continuación deberá clasificar según la escala de la matriz causa- efecto titulada Tipificación de los impactos. Valoración cuantitativa y cualitativa

<b>Factores ambientales</b>	<b>Impactos ambientales</b>	<b>CI</b>	<b>I</b>	<b>EX</b>	<b>SI</b>	<b>PE</b>	<b>EF</b>	<b>MO</b>	<b>AC</b>	<b>MC</b>	<b>RV</b>	<b>MI</b>
Clima	Cambios locales de microclima por la eliminación de la cobertura vegetal y los suelos											
Calidad del aire	Incremento del nivel de ruido por el trabajo de equipos pesados y tráfico de camiones											
	Contaminación de la atmósfera											
	Emisiones continuas de polvo a la atmósfera											
Suelo	Incremento de los procesos erosivos											
Relieve	Modificación del relieve											
	Aumento del deslizamiento y derrumbes											

Hidrología superficial y subterránea)	(Agua y	Afectación a las cuencas hidrográficas																		
		Modificación del comportamiento de variables meteorológicas																		
		Contaminación de las aguas fluviales																		
		Aumento de la sedimentación en los márgenes de los ríos																		
		Alteración de las condiciones de alimentación y descarga de las aguas subterráneas																		
Viales y tráfico terrestre		Incremento de la diversidad de la red vial y del tráfico por la construcción de caminos mineros																		
Recursos naturales y energéticos		Aumento de los recursos de agua, combustible y electricidad																		
Vegetación y flora		Pérdida de la cobertura forestal en áreas por minar por el trazado de caminos mineros, terraplén del transportador del mineral																		
		Pérdida de material genético vegetal y germoplasma																		
		Pérdida de la capa vegetal																		
Fauna		Pérdida de las especies																		
		Migración (aves, mamíferos) y muertes (reptiles, anfibios, insectos)																		
Ente ecológico		Alteración de los ecosistemas naturales y desaparición de la microflora y microfauna																		
Paisaje		Alteración de la calidad estético-visual del paisaje																		
		Afectación a la salud e integridad física de los trabajadores y habitantes																		

Agentes sociales (Población)	Alteración de la dinámica demográfica												
	Afectaciones en la población por las reubicaciones de sus viviendas												
Agentes Económicos (infraestructura económica)	Aumento de las demandas sociales												

3. Escriba los impactos ambientales que usted considera deban ser incluidos o eliminados en esta propuesta:

No.	Impactos ambientales que deben ser incluidos
1.	
2.	
3.	
Impactos ambientales que deben ser eliminados	
1.	
2.	

**Muchas gracias**

## Anexo 7. Identificación de impactos

<b>N.</b>	<b>Impactos</b>	<b>Causa-Efecto</b>
1	Cambios locales de microclima por la eliminación de la cobertura vegetal y los suelos	Indirecto
2	Incremento del nivel de ruido por incremento del trabajo de equipos pesados y tráfico de camiones	Directo
3	Contaminación de la atmósfera	Directo
4	Emisiones continuas de polvo a la atmósfera	Directo
5	Incremento de los procesos erosivos	Indirecto
6	Modificación del relieve	Directo
7	Cambio morfológico del lugar debido a los movimientos de tierra	Directo
8	Aumento del deslizamiento y derrumbes	Directo
9	Alteración del drenaje superficial natural	Directo
10	Afectación a las cuencas hidrográficas	Directo
11	Modificación del comportamiento de variables meteorológicas	Indirecto
12	Contaminación de las aguas fluviales	Indirecto
13	Aumento de la sedimentación en las márgenes de los ríos	Directo

14	Alteración de las condiciones de alimentación y descarga de las aguas subterráneas	Directo
15	Incremento de la diversidad de la red vial y del tráfico terrestre por la construcción de caminos mineros	Indirecto
16	Aumento de los recursos de agua, combustible y electricidad	Directo
17	Agotamiento de los recursos minerales del área	Directo
18	Pérdida de la cobertura forestal en áreas por minar por el trazado de caminos mineros, terraplén del transportador del mineral	Directo
19	Pérdida de material genético vegetal y germoplasma	Directo
20	Pérdida de la capa vegetal	Directo
21	Disminución en la productividad de biomasa vegetal	Directo
22	Destrucción de los hábitats de la fauna silvestre	Directo
23	Pérdida de las especies	Directo
24	Migración (aves, mamíferos) y muertes (reptiles, anfibios, insectos)	Directo
25	Alteración de los ecosistemas naturales y desaparición de la microflora y microfauna	Directo
26	Alteración de la calidad estético-visual del paisaje	Indirecto
27	Afectación de los composición y funcionamiento del paisaje	
28	Afectación a la salud e integridad física de los trabajadores y habitantes	Indirecto

29	Alteración de la dinámica demográfica	Indirecto
30	Deterioro de las condiciones higiénicas de la población por aumento de los niveles de ruido y polvo	Indirecto
31	Afectaciones en la población por las reubicaciones de sus viviendas	Indirecto
32	Aumento de las demandas sociales	Indirecto

### Anexo 8. Matriz causa-efecto para la identificación y valoración de impactos ambientales

Factores	Acciones impactantes								
	Fase de Apertura						Fase de Explotación		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Clima	1						1		
Calidad del aire	2	2,3,4	2, 3,4	2, 3,4	2,3,4	2, 3,4	2,3,4	2,3,4	3,4
Suelo			5	5	5		5		
Relieve		7, 8	5,6,7, 8	5,6,7, 8	5,6,7, 8	5,6,7,8	5,6,7,8	6,7,8	
Hidrología (Agua superficial y subterránea)			9,10,11, 12,13, 14	9,13	10,12, 13,14	14	9,10,12, 13,14		
Viales y tráfico terrestre			15	15	15		15	15	
Recursos naturales y energéticos	16	16	16	16	16	16	16,17	16	16
Vegetación y flora terrestres	18,19,21	18	18,19, 20	18,19 ,21	18		18,20	18	
Fauna terrestre	22,23,24		22,23, 24	22,23 ,24	23,24		23,24	23,24	

Ente ecológico	25		25				25		
Paisaje	26	26	26,27	26,27	26	26	26,27	26	26
Agentes sociales (Población)	30,31	30,31	28,29, 30,31	28,29 ,30, 31	28,29, 30,31	29,30	28,29,30, 31	28,29, 30,31	30
Agentes Económicos (infraestructura económica)		32	32	32	32		32	32	

## Anexo 9. Matrices causa – efecto

### Tipificación de los impactos. Valoración cuantitativa y cualitativa

Representación	Denominación y significado	Clasificación
CI	<p>Carácter del impacto (Efecto beneficioso, perjudicial o difícil de cualificar)</p> <p>Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados. En casos específicos puede aplicarse un tercer carácter: previsible (difícil de cualificar o sin estudios específicos), que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o dañina) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.</p>	<p>(+) Positivo (Beneficioso)</p> <p>(-) Negativo (Dañino)</p> <p>(x) Previsto (difícil de cualificar sin estudios específicos)</p>
I	<p>Intensidad del impacto (Grado de afectación)</p> <p>Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. El valor 1 corresponde a la afectación mínima del valor considerado; el valor 12 representa una destrucción casi total del factor en cuestión en caso de producirse el efecto: el resto de los valores refleja situaciones intermedias.</p>	<p>1. Baja</p> <p>2. Media</p> <p>4. Alta</p> <p>8. Muy Alta</p> <p>12. Total</p>

EX	<p>Extensión del impacto (Área que será afectada)</p> <p>Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntual (la acción impactante causa un efecto muy localizado)</li> <li>2. Parcial (el efecto supone una incidencia apreciable en el medio)</li> <li>4. Extenso (el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado)</li> <li>8. Total (el efecto se manifiesta de forma generalizada en todo el entorno)</li> <li>+4. Crítico (el impacto se produce en una situación crítica; característico de impactos puntuales; se atribuye un valor de 4 unidades por encima del que le correspondía)</li> </ol>
SI	<p>Sinergia (Reforzamiento de dos o más efectos simples)</p> <p>Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, que pueden generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No sinérgico (cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre el mismo factor)</li> <li>2. Sinérgico (presenta sinergismo moderado)</li> <li>4. Muy sinérgico ( el impacto es altamente sinérgico)</li> </ol>
PE	<p>Persistencia (Permanencia del efecto)</p> <p>Refleja el tiempo en que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones previas a la acción por medios naturales o por la introducción de medidas correctoras.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fugaz (produce un efecto que dura menos de un año)</li> <li>2. Temporal (el efecto persiste entre 1 y 10 años)</li> <li>4. Permanente ( el efecto tiene una duración superior a los 10 años)</li> </ol>

EF	<p>Efecto (Relación Causa - Efecto)</p> <p>Representa la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa - efecto.</p>	<p>D. Directo o primario (su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, y la repercusión de la acción es consecuencia directa de esta)</p> <p>1. Indirecto o secundario ( su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario y actúa este como una acción de segundo orden)</p>
MO	<p>Momento del impacto (Plazo de manifestación)</p> <p>Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.</p>	<p>1. Largo plazo (el efecto demora en manifestarse más de 5 años)</p> <p>2. Mediano plazo (el período de tiempo varía de 1 a 5 años)</p> <p>4. Corto plazo (el tiempo entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor de 1 año).</p> <p>+4. Crítico (si concurre alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se le adicionan 4 unidades)</p>
MC	<p>Recuperabilidad (posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación)</p> <p>Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras, protectoras o de recuperación).</p>	<p>1. Recuperable de inmediato</p> <p>2. Recuperable a mediano plazo</p> <p>4. Mitigable (el efecto puede recuperarse parcialmente)</p> <p>8. Irrecuperable (alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana)</p>

AC	<p>Acumulación (Incremento progresivo)</p> <p>Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.</p>	<p>1. Simple (Es el impacto cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.)</p> <p>4. Acumulativo (Es aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.)</p>
RV	<p>Reversibilidad (Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales)</p> <p>Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilado por el entorno ( de forma medible, ya sea a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio; o lo que es lo mismo, la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.</p>	<p>1. Corto plazo (retorno a las condiciones iniciales en menos de un año)</p> <p>2. Mediano plazo (se recuperan las condiciones iniciales entre 1 y 10 años)</p> <p>4. Irreversible (imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones iniciales, o hacerlo en un período mayor de 10 años)</p>
PR	<p>Periodicidad (Regularidad de manifestación del efecto)</p> <p>Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto: de forma impredecible, de manera cíclica o recurrente o constante en el tiempo.</p>	<p>1. Irregular (el efecto se manifiesta de forma impredecible)</p> <p>2. Periódica (el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente)</p> <p>4. Continua (efecto constante en el tiempo)</p>

## Anexo 10. Criterios de valoración de impactos

Factores ambientales	Impactos ambientales	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	MC	AC	RV	PR	IM
Clima	Cambios locales de microclima por la eliminación de la cobertura vegetal y los suelos	(-)	8	1	2	2	I	4	4	1	2	4	45
Calidad del aire	Incremento del nivel de ruido por incremento del trabajo de equipos pesados y tráfico de camiones	(-)	8	8	2	4	D	4	4	4	2	1	61
	Contaminación de la atmósfera	(-)	8	8	4	4	D	4	4	4	2	4	70
	Emisiones continuas de polvo a la atmósfera	(-)	8	8	4	4	D	4	2	4	2	4	68
Suelo	Incremento de los procesos erosivos	(-)	4	4	2	1	I	2	1	4	2	2	42
Relieve	Modificación del relieve	(-)	4	4	4	2	D	4	2	4	2	2	40
	Cambio morfológico del lugar debido a los movimientos de tierra	(-)	8	2	2	2	D	2	2	1	2	2	41
	Aumento del deslizamiento y derrumbes	(-)	4	2	4	2	I	4	2	4	2	2	46
Hidrología (Agua superficial y subterránea)	Alteración del drenaje superficial natural	(-)	4	4	2	2	D	4	2	4	2	2	46
	Afectación a las cuencas hidrográficas	(-)	4	1	4	4	D	2	2	4	2	4	47
	Modificación del comportamiento de variables meteorológicas	(-)	4	4	2	4	I	4	2	1	4	4	49

	Contaminación de las aguas fluviales	(-)	8	8	4	4	I	2	2	4	2	4	66
	Aumento de la sedimentación en los márgenes de los ríos	(-)	8	1	4	4	D	2	2	4	2	4	59
	Alteración de las condiciones de alimentación y descarga de las aguas subterráneas	(-)	8	8	4	4	D	2	2	4	2	2	64
Viales y tráfico terrestre	Incremento de la diversidad de la red vial y del tráfico terrestre por la construcción de caminos mineros	(-)	8	4	4	2	I	4	2	1	2	4	59
Recursos naturales y energéticos	Aumento de los recursos de agua, combustible y electricidad	(-)	4	1	1	4	D	4	1	4	2	4	45
	Agotamiento de los recursos minerales del área	(-)	12	8	4	4	D	1	8	4	4	4	85
Vegetación y flora terrestres	Pérdida de la cobertura forestal en áreas por minar por el trazado de caminos mineros, terraplén del transportador del mineral	(-)	8	2	4	2	D	4	2	4	2	4	60
	Pérdida de material genético vegetal y germoplasma	(-)	4	1	4	2	D	4	2	4	2	4	47
	Disminución en la productividad de biomasa vegetal	(-)	4	1	4	2	D	4	2	4	2	4	47
	Pérdida de la capa vegetal	(-)	8	1	4	2	D	4	2	4	2	4	59
Fauna terrestre	Destrucción de los hábitats de la fauna silvestre	(-)	4	1	4	2	D	4	2	4	2	4	47
	Pérdida de las especies	(-)	8	1	2	2	D	4	2	4	2	4	57
	Migración (aves, mamíferos) y muertes (reptiles, anfibios, insectos)	(-)	4	1	2	2	D	4	2	4	2	4	45

Ente ecológico	Alteración de los ecosistemas naturales y desaparición de la microflora y microfauna	(-)	4	1	4	2	D	4	2	4	2	2	45
Paisaje	Alteración de la calidad estético-visual del paisaje	(-)	4	4	4	2	I	4	2	4	2	2	48
	Afectación de los composición y funcionamiento del paisaje	(-)	4	4	4	1	I	4	2	4	2	2	47
Agentes sociales (Población)	Afectación a la salud e integridad física de los trabajadores y habitantes	(-)	8	8	4	4	I	2	2	4	4	4	68
	Alteración de la dinámica demográfica	(-)	4	4	4	2	I	4	2	4	2	2	48
	Deterioro de las condiciones higiénicas de la población por aumentos de los niveles de ruido y polvo	(-)	8	4	4	4	I	2	2	4	4	4	64
	Afectaciones en la población por las reubicaciones de sus viviendas	(-)	4	4	4	1	I	4	1	1	2	2	43
Agentes económicos (infraestructura económica)	Aumento de las demandas sociales	(+)	4	8	4	2	I	2	2	1	2	1	46















