



## MODELO DE GESTIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL PARA LA REHABILITACIÓN MINERA EN FUNCIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.

**AUTORES:**

**Lic. Yordanis Torres Batista**

**Dr. C Roberto Rodríguez Córdova**

**Dra. C Clara Luz Reynaldo Argüelles**

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Yordanis Torres Batista, Roberto Rodríguez Córdova y Clara Luz Reynaldo Argüelles (2018): "Modelo de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera en función del desarrollo sostenible", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (julio 2018). En línea: [//www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/gestion-economico-ambiental.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/gestion-economico-ambiental.html)

### RESUMEN

La rehabilitación minera es uno de los mecanismos implementados para equilibrar la degradación en las áreas minadas y en varios países son descritos como importantes instrumentos en las políticas públicas. Su objeto es asegurar la corrección de los impactos ambientales negativos y de grandes envergaduras, dándole un uso final a los terrenos rehabilitados, según las necesidades sociales y económicas de cada región.

La actividad minera de níquel es uno de los sectores más importantes de la economía nacional cubana dado el nivel de aportaciones que genera al PIB. Esta actividad, por su naturaleza, tiende a ser no sustentable, pues impacta devastadoramente los ecosistemas ubicados en el yacimiento. Es por ello que existe una necesidad inmediata de proponer una solución desde las diferentes ciencias, fundamentalmente las ciencias económicas.

El trabajo tiene como objetivo incorporar las dimensiones económicas, ambientales y sociales en el proceso de rehabilitación minera, a través de la concepción de un Modelo de Gestión que contribuya al logro del desarrollo sustentable. Se realiza un análisis documental de bibliografía científico-técnica especializada, el cual aflora los problemas ambientales que afectan al municipio de Moa por el desarrollo de la minería de níquel. Como resultado se propone UN MODELO DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL PARA LA REHABILITACIÓN MINERA que permita aprovechar adecuadamente el escenario afectado por la actividad minera en aras de disminuir la afectación de los ecosistemas y elevar la calidad de vida de los pobladores.

**Palabras clave:** minería, rehabilitación, ecosistemas, desarrollo sustentable.

## **ABSTRACT**

Mining rehabilitation is one of the mechanisms implemented to balance degradation in mined areas and it is described in several countries as important instruments in public policies. It is called as: restoration, rehabilitation and recovery although it has the same object in common: to ensure the correction of negative environmental impacts and large scale, giving a final use to the rehabilitated land, according to the social and economic needs of each region.

Nickel mining activity is one of the most important sectors of the Cuban national economy due to the level of contributions that it generates to PIB. This activity, because of its nature, tends to be unsustainable, as it devastates the ecosystems located in the deposit. That's why there is an immediate need to propose a solution from the different sciences, specifically the economic sciences.

The objective of this paper is to incorporate the economic, environmental and social dimensions in the mining rehabilitation process, through the conception of a Management Model that contributes to the sustainable development achievement. It is carried out a documentary analysis of specialized scientific-technical literature, which surfaces the environmental problems that affect Moa municipality due to the development of nickel mining. As a result, a MODEL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR MINERAL REHABILITATION is proposed that will allow taking advantage of the scenario affected by the mining activity in order to reduce the ecosystems' affectation and raise the people life quality.

**Keywords:** mining, rehabilitation, ecosystems, sustainable development

## **INTRODUCCIÓN**

La explotación de yacimientos minerales tiene incidencia en los tres componentes fundamentales del desarrollo sustentable, cuya consecución permite la armonización económica, social y ambiental. En el orden económico, la explotación de yacimientos minerales, es una fuente de ingreso para las naciones, en especial para los países en vías de desarrollo, donde su explotación tiene un alto significado en el Producto Interno Bruto (PIB).

Desde el punto de vista ambiental, no existe equilibrio entre la explotación de los yacimientos y la preservación del ecosistema que por lo general, se localizan en áreas con un alto componente de flora, fauna y microorganismos, provocando impactos ambientales que producen severas afectaciones.

En el ámbito social, la actividad minera repercute en la salud de los trabajadores y en los pobladores que se encuentran en el entorno del yacimiento y además provoca afectaciones al paisaje y a otras actividades sociales

Los impactos ambientales producidos en la explotación de los yacimientos son múltiples. Por ello indispensable analizar el proceso de rehabilitación de las áreas minadas.

Este proceso es complejo, pues la recuperación del ecosistema afectado, requiere de distintas etapas, iniciando por la caracterización plena del ecosistema previo a su explotación, ex ante, un diagnóstico del nivel de afectaciones provocado al ecosistema durante la explotación del yacimiento y un tercer paso relacionado con las acciones dirigidas a su rehabilitación.

En Cuba se ha prestado atención a los instrumentos jurídicos relacionados a la problemática que genera la explotación de los recursos naturales a partir del triunfo de la Revolución en el año 1959. Para ello se han

trazado diferentes políticas de desarrollo, que han tenido como prioridad la protección del medio ambiente, las cuales se ven reflejadas en:

- La Constitución de la República, aprobada el 26 de febrero de 1976, en el capítulo I Fundamentos económicos, políticos y sociales del estado, en su artículo # 27 el cual establece:  
"El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza".
- La Ley 76/1995 de Minas plantea en su artículo # 41 que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera, tanto en esta área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados. Aparejado a esta Ley se aprueba el reglamento de la ley de minas donde expone las especificaciones que se debe cumplir las empresas.
- La Ley 81/1997 (Ley del Medio Ambiente), establece la obligación de minimizar o mitigar los efectos negativos al medio ambiente.
- La Estrategia Ambiental Nacional aprobada en junio de 1997 y elaborada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, constituye el documento directriz de la política ambiental cubana.
- El lineamiento 158 de la política económica y social del Partido y la Revolución aprobado en el VII Congreso del PCC, celebrado del 16 al 19 de abril de 2016 para el período 2016-2020 va dirigido a:  
"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. Ejecutar programas para la conservación, rehabilitación y uso racional de recursos naturales. Fomentar los procesos de educación ambiental, considerando todos los actores de la sociedad (Ruiz Quintero, 2016).
- El plan nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030, aprobado en el 7<sup>mo</sup> Congreso del Partido Comunista de Cuba, el 18 de abril de 2016, incorpora como una de las prioridades el Eje estratégico: Recursos naturales y medioambientales que tiene como objetivo lograr estabilidad con el medio ambiente mediante el mejoramiento, protección, prevención y control; todas estas acciones se encuentran distribuidas en tres objetivos generales y un total de diecisiete objetivos específicos.

El conocimiento de los instrumentos jurídicos permite precisar su alcance y consecuente utilización.

El objeto de este artículo va dirigido a analizar la explotación de los yacimientos lateríticos en Cuba lo cual se realiza en la provincia de Holguín a partir de la década del 40 del siglo XX y donde se ha evidenciado las limitaciones en los procesos de restauración, rehabilitación y recuperación del medio ambiente y principalmente de las áreas que se encuentran afectadas por la explotación a cielo abierto, por lo que es imprescindible potenciar los estudios relacionados con la temática.

La rehabilitación minera es uno de los mecanismos implementados para equilibrar la degradación en las áreas minadas, pues en varios países como: Australia, Colombia, España y Perú son descritos como importantes instrumentos en las políticas públicas. Se le denomina de varias formas: restauración, rehabilitación y recuperación aunque tienen el mismo objeto en común: asegurar la corrección de los impactos ambientales negativos y de grandes envergaduras, dándole un uso final a los terrenos rehabilitados, según las necesidades sociales y económicas de cada región. De ahí, la importancia de proyectar el trabajo de rehabilitación con un enfoque de sostenibilidad.

El objetivo de la investigación es: incorporar las dimensiones económicas, ambientales y sociales en el proceso de rehabilitación minera, a través de la concepción de un Modelo de Gestión que contribuya al logro del desarrollo sustentable.

## **MÉTODOS**

La aproximación teórica a un modelo de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera se soporta en los métodos:

Analítico-sintético: permitió desarrollar un análisis exhaustivo en cuanto a las teorías y las diferentes prácticas desarrolladas en el mundo y descomponer los elementos que lo integran y su interrelación, como resultado de un proceso de síntesis

Hipotético-deductivo: facilitó la comparación de los diferentes conceptos, modelos, estrategias y guías relacionada con la temática, teniendo en cuenta sus generalidades para lograr la modelación del modelo propuesto.

Observación científica: para la caracterización del objeto de estudio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La minería ha existido desde la época de la prehistoria con la utilización del sílex como materia prima. Se extrajo al principio este yacimiento a cielo abierto, aunque con posterioridad se utilizó la minería subterránea para beneficiar esta sustancia. Las extracciones a cielo abierto son incontables, siendo más escasos los ejemplos de extracción en subterráneo como aconteció en la mina de sílex de Casa Montero en Vicálvaro-Madrid (Vidal, 2012). El sector minero ha constituido un eslabón esencial e integral en el desarrollo de los países pues genera grandes ingresos al PIB. El término de minería se puede definir como un conjunto de actividades subterráneas o a cielo abierto, referentes al descubrimiento y extracción de recursos minerales.

Dicha actividad provoca grandes externalidades al medio ambiente que no es más que los efectos indirectos de las actividades de consumo o producción, es decir, los efectos sobre agentes distintos al originador de tal actividad que no funcionan a través del sistema de precios. (Vázquez Manzanares, 2014)

En la revisión bibliográfica realizada existen diversidades de criterios entre los autores con respecto al tratamiento que se debe realizar en las diferentes áreas degradadas por la minería explotadas a cielo abierto principalmente, por lo que se requiere un tratamiento teórico conceptual sobre los conceptos que existen de recuperación, restauración y rehabilitación para tomar como punto de partida el que se pueda realizar en el área experimental que será objeto de la aplicación del modelo.

Según el Ministerio de Ambiente; Vivienda y Desarrollo Territorial (2003) en Colombia se plantea que la restauración ecológica se define como la aplicación de técnicas y estrategias tendientes al restablecimiento parcial o total de la estructura y función de los ecosistemas disturbados.

Ollero Ojeda (2011) expone que el restaurar es restablecer o recuperar un sistema natural a partir de la eliminación de los impactos que lo degradaban y a lo largo de un proceso prolongado en el tiempo, hasta alcanzar un funcionamiento natural y autosostenible. Un sistema natural restaurado habrá recuperado:

- Sus procesos naturales y todas las interacciones entre sus elementos y con otros sistemas,
- Su estructura, es decir, todos sus componentes y flujos en toda su complejidad y diversidad,
- Sus funciones dentro del sistema Tierra (por ejemplo: transporte, almacén, regulación, hábitat...),
- Su territorio, es decir, el espacio propio y continuo que debe ocupar para desarrollar todos sus procesos y funciones,
- Su dinámica natural a lo largo del tiempo,
- Su resistencia o fortaleza frente a futuros impactos, su capacidad de auto-regulación y auto-recuperación
- Todos los bienes y servicios que aporta a la sociedad.

Vargas Ríos (2011) refiere que la rehabilitación no implica llegar a un estadio original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original.

También para Robert Kernizan, González Izquierdo, and Figueredo Cardona (2013) la rehabilitación de tierras forestales degradadas se requiere en sitios donde el manejo inadecuado ha llevado al reemplazo total de los ecosistemas forestales por otra vegetación.

En las diferentes leyes como la 76/1995 de Minas y la Ley 81/1997 del Medio ambiente se utilizan indistintamente los términos de rehabilitación, restauración y recuperación, pero en la revisión bibliográfica rehabilitación ambiental minera se contactó que no son términos iguales, principalmente la restauración y la rehabilitación ya que la primera tiene el objetivo de llevar el ecosistema al estado antes de encontrarse degradado y el objetivo de la rehabilitación es lograr un ecosistema parcialmente restablecido, aunque en ocasiones se puedan recuperar las funciones ecosistémicas, sin alcanzar completamente la estructura inicial. La recuperación por su parte se define como: puede ser considerada como un proceso que debe comprender los procedimientos y medidas necesarias para la rápida estabilización del ambiente y la progresiva instalación de un uso del suelo planificado. (Urbino, J, Díaz, B, Sigarreta, S; 2016)

En correspondencia a las condiciones y posibilidades existentes se determinó profundizar en la aplicación de la rehabilitación pues es la más adecuada para llevar a cabo en las áreas donde se práctica la explotación minera, pues la misma no puede alcanzar el estado inicial y con este método se logra recuperar partes sustantivas de las funciones que presentaba anteriormente, insertando diferentes especies estudiadas científicamente que facilitan principalmente la regeneración de la capa vegetal del suelo, pues la misma pierde todas las propiedades morfológicas al existir una extracción del yacimiento y más a cielo abierto. En la medida que se profundice y perfeccione en la rehabilitación minera se podrá alcanzar una restauración bastante cercana a las características del ecosistema antes de ser afectado.

### **La rehabilitación minera**

La Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos (ANEFA) (2006), aplica un manual de restauración de explotaciones mineras y realiza una valoración ambiental de la minería donde se incluyen las medidas de prevención que se ejecutarán antes de la explotación minera para prevenir, aminorar y corregir los futuros impactos y las medidas correctoras en la fase de abandono de la mina. Todos estos objetivos van encaminados hacia la restauración ecológica fundamentalmente del suelo, donde se propone su acondicionamiento y otros tratamientos de fertilización para su posterior utilización, la siembra de determinadas especies nativas de la flora para lograr la integración paisajística que permita llegar a una restauración sustentable. Pero dicho manual no cuenta con diferentes indicadores que permitan la medición y monitoreo del ecosistema en su totalidad como un ciclo ya que no se logra integrar las tres dimensiones.

La rehabilitación minera ha sido una de las principales preocupaciones de todos los países que realizan la explotación minera. Y es por esto que en octubre del 2008, España estuvo a cargo de la celebración del seminario "Evaluación y recuperación ambiental de espacios mineros. Pasivos Ambientales Mineros (PAM)", organizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), por lo que tuvo lugar en el Centro de Formación de la AECID en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Este fue el marco preciso para lograr el intercambio sobre cómo se pudiera alcanzar la recuperación de la áreas degradadas por la minería, pero al existir la variedad de criterios sobre esta temática, originó que un año más tarde, octubre 2009, se celebrara la segunda edición del seminario quedando a cargo las mismas organizaciones y sede. Se propone la participación de representantes de los Servicios Geológicos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Perú, República Dominicana, y Venezuela.

Esta segunda oportunidad permitió a los diferentes países mostrar las experiencias sobre la temática con casos de estudios concretos, también se revelaron resultados logrados por el grupo de trabajo aprobado en el año anterior, que propició consensuar el diseño y contenido de una ficha de inventario, lo cual permitiría un diagnóstico de los pasivos ambientales mineros (PAM). Esta propuesta se analizó en la XVII Asamblea General de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericana (ASGMI), para su aprobación y aplicación.

Herrero Echevarría, Bruzón Sánchez, Batista Martínez, and Herrera Oliver (2009), señalan los impactos negativos generados durante el proceso de explotación de los yacimientos lateríticos de Nicaro y Mayarí, ofrecen resultados experimentales, donde la primera opción de uso de los terrenos afectados es forestal, principalmente con la casuarina que es formador de suelo, pero esta especie forestal no posee un uso realmente industrial. No se analizan otras formas de uso de los terrenos afectados, ya que estos pueden ser utilizados para diferentes fines teniendo en cuenta la capacidad del suelo y las necesidades económicas y sociales de la región.

Díaz (2009), diseña un plan de recuperación de una cantera, teniendo en cuenta la protección y cuidado del medio ambiente pero una vez concluida la explotación del yacimiento, este plan incluye la identificación de los impactos ambientales que genera esta actividad, plantea una serie de medidas de prevención y mitigación y propone variantes de recuperación de las áreas degradadas. Pero dicho autor realiza solo esta proposición en el cierre de la cantera, sin tener en cuenta el ecosistema que se encontraba en el área y las externalidades que se estaba creando al inicio de la explotación.

En Perú, la Dirección de Asuntos Ambientales Mineros (2010), propuso una guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros, esta presenta un formato estándar para la preparación de los planes de cierre y requiere de un proyecto de cierre detallado a nivel de factibilidad que incluye la estimación de costos así como las actividades de rehabilitación. Después del desmantelamiento y rehabilitación del área de los pasivos ambientales, se requieren informes semestrales de mantenimiento, monitoreo y seguimiento post-cierre. A pesar de establecer y describir como premisas todas estas actividades, no se expone el cómo hacer las mismas y no tiene en cuenta en su concepción los minerales no metálicos. (Fuentes Sardiña, 2013).

Chaviano Beitra, Cervantes Guerra, and Pierra Conde (2011), realizan algunas consideraciones que se deben tener en cuenta para lograr una rehabilitación minera en las mineras del níquel pero este solo tiene presente las partes biológicas y técnicas dos de las vías más utilizadas para lograr esta recuperación. Estos autores tienen como finalidad lograr una reforestación del lugar, tomando experiencias con aspectos ecológicos y ambientales, pero no evalúan las integraciones que deben existir entre las tres dimensiones (económica, ambiental y social).

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012), elabora un plan de restauración el cual tiene como objetivo orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas, que conlleven a la distribución equitativa de beneficios, a la conservación de la diversidad biológica y a la sostenibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales, en un marco de adaptación a los cambios globales, pero la misma establece la planificación de rehabilitación en el proyecto de post-explotación, también faltándole la forma de medir las acciones propuestas en las fases de planificación, estructuración institucional y de la información; ejecución de experiencias piloto, guías y protocolos e implementación y ejecución de acciones a escala nacional.

Cuba no se encuentra aislada de estos problemas ambientales en cuanto a la explotación de los yacimientos, por ello se han realizado diferentes investigaciones con nuevos aportes que propician el mejoramiento del medio ambiente, las cuales aparecen a continuación.

Milián Milián, Ulloa Carcasés, Jornada Krebs, and Rosario Ferrer (2012), proponen un procedimiento para la rehabilitación minero-ambiental de yacimientos piríticos polimetálicos cubanos que cuenta con 8 pasos a seguir e incorpora 28 indicadores de variables ambientales, que tiene como objetivo mitigar la degradación existente. Este procedimiento tiene déficit en su elaboración ya que no se realizó una integración entre las dimensiones económica, social y ambiental, las que ayudarían a mejorar calidad de vida de la población.

Fuentes Sardiñas (2013), realiza una propuesta de planes de manejo como instrumento para la rehabilitación de canteras lo que cuenta con 4 pasos a seguir, la misma va encaminada a lograr la eliminación o mitigación de los problemas ambientales existentes con un enfoque hacia la ecología, sin tener presente la integraciones que deben existir entre el medio ambiente, la economía y la sociedad para lograr que se realice un trabajo hacia la sostenibilidad.

La explotación del yacimiento lateríticos en Cuba ha provocado grandes degradaciones al medio ambiente, pues dicha actividad minera se realiza a cielo abierto esto desbastando toda la flora, fauna y la biótica del ecosistema donde se encuentran enclavados así afectando cientos de miles de hectáreas de terreno, muchas de las cuales se encuentran en procesos de rehabilitación por la intervención del ser humano. Es por esto que varios autores han realizado aportes científicos como:

Rabilero (2013), elabora una metodología para rehabilitar desde el punto de vista biológico los terrenos explotados por la empresa Pedro Soto Alba. El mismo careciendo de un estudio preliminar que se debe realizar para conocer las características y composición que cuenta el ecosistema ante del proceso de explotación, para así efectuar una proyección hacia rehabilitación, donde permita la recuperación de los servicios ecosistémicos aunque sea en su parcialidad.

Todas las investigaciones realizadas tienen dos puntos en comunes: que la rehabilitación se debe hacer en áreas degradadas por la minería sin un trabajo previo a la explotación minera, y como segundo: proponen que el uso final de los terrenos rehabilitados debe ser forestal, sin comprender otros usos futuros.

La rehabilitación en Cuba es una preocupación de los investigadores de las diferentes ramas de las ciencias puesto que cada año aumenta considerablemente los espacios degradados por esta actividad minera siendo esta tan dañina para el medio ambiente. Es por eso la necesidad de diseñar un modelo que integre las tres dimensiones (económica, ambiental y social) que ayude a dar un salto superior.

El presente modelo tiene como finalidad establecer una nueva concepción teórico- metodológico que permita favorecer la rehabilitación de áreas afectadas por la explotación minera, no solo para los yacimientos lateríticos sino para todo tipo de yacimiento. El modelo tiene la secuencia lógica que se debe cumplir para el desarrollo del proceso y posteriormente se explicará detalladamente las acciones que se deben implementar en cada una de estas etapas. (Ver Figura 1).

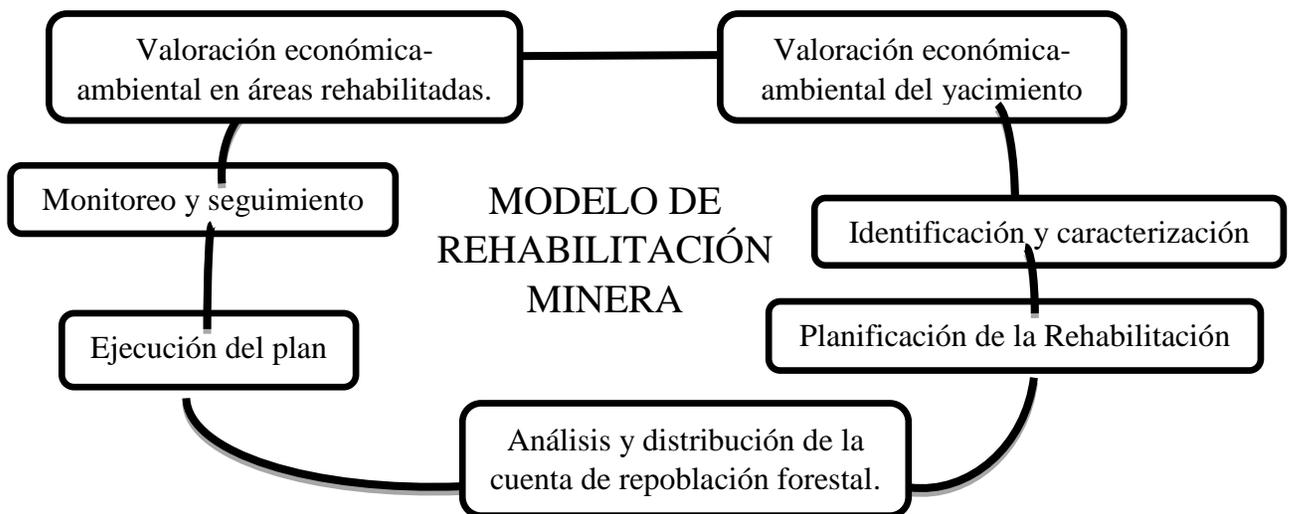


Figura # 1 Modelo de gestión económico – ambiental para la rehabilitación minera. Elaboración propia.

Para la confección de cualquier proyecto de explotación minera para las empresas niquelíferas y no niquelíferas, se debe tener en cuenta la rehabilitación, pero no como un elemento aislado ya que debe ser proyectado desde el inicio como una de las principales vía de resarcir los daños provocados al medio ambiente por dichas actividades.

Es por esto que la **primera etapa** de este modelo es la valoración económica-ambiental del yacimiento el que permitirá identificar el ecosistema objeto de estudio, dejando precisos los bienes y servicios ambientales que lo caracteriza y su valoración económica. Aplicando la fórmula del valor Económico Total.

**Valor Económico Total (VET)= Valor de Uso directo (VUD)+ Valor de uso indirecto (VUI) + Valor opción (VO) + Valor de existencia (VE)**

La **segunda etapa** es el que permitirá precisar el nivel de afectación que produce la explotación del yacimiento donde debe quedar claro las afectaciones producidas, los impactos ambientales recibidos y su valoración económica, utilizando los métodos que se requieran para su obtención.

En la **Tercera etapa** se realiza la propuesta de rehabilitación avalada por la experimentación realizada, donde se aprecien, las acciones a realizar y las inversiones que se requieren para su ejecución y los beneficios económicos, sociales y ambientales que se obtengan y la cuarta etapa el seguimiento y control de la aplicación del método y según los resultados realizar los ajustes necesarios en la etapa del modelo que lo requiera.

**Cuarto etapa:** Se ejecutara un análisis del presupuesto aprobado para la empresa Comandante Ernesto Che Guevara por el organismo superior para la actividad de rehabilitación minera donde se desglosara todas las acciones que se van a ejecutar para el logro del objetivo que no es más que la recuperación del ecosistema parcialmente y a largo plazo se lograría la restauración del terreno.

**Quinta etapa:** Es la puesta en marcha del proyecto de rehabilitación donde se deben encontrarse vinculados todos los trabajadores que atienden esta actividad, en conjunto con la empresa de rehabilitación minera que es la encargada de la ejecución de estas actividades en las empresas productoras del municipio.

**Sexta etapa:** Controlar mediante los indicadores diseñados las áreas degradadas por la minería y en las ya rehabilitadas para conocer la recuperación económica, ambiental y social y es en este paso donde se permitirá evaluar la calidad y eficiencia del proceso, y donde es detectada alguna falla permite la incorporación de medidas correctoras en los casos que así lo amerite.

**Séptima etapa:** En esta última se realizará la valoración económica-ambiental la cual permitirá conocer cuáles son el valor económico total que ha recuperado el ecosistema después del trabajo de rehabilitación realizado en las áreas afectadas.

## CONCLUSIONES

Después del estudio realizado teóricamente se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

1. Existen varias formas de abordar el efecto que produce la explotación de los yacimientos en las áreas minadas como: restauración, rehabilitación y recuperación y se selecciona la rehabilitación por ser la más adecuada a las condiciones existentes en los yacimientos lateríticos
2. En el análisis realizado a las definiciones de rehabilitación minera se evidencia que las mismas no contemplan las dimensiones económica y social por lo que imposibilita lograr una integración y armonización con respecto al desarrollo sustentable.
3. La aplicación del modelo propuesto y sus etapas de ejecución, permitirán a las empresas niquelíferas y otras del país alcanzar estadios superiores en la rehabilitación de las áreas minadas con un enfoque que coadyuve a la recuperación de los ecosistemas afectados sobre bases sustentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asamblea del Poder Popular. (1995). Ley 76 Ley de Mina (pp. 33). Gaceta Oficial de la República de Cuba: La Habana.
2. Asamblea del Poder Popular. (1997). Ley 81 Medio Ambiente (pp. 47). Gaceta Oficial de la República de Cuba: La Habana.

3. Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos (ANEFA). (2006). Manual de Restauración de explotaciones a cielo abierto de Aragón (pp. 130). Gobierno de Aragón.
4. Chavarro, A., & Quintero, J. C. (2011). Economía ambiental y economía ecológica: Hacia una visión unificada de la sostenibilidad. *Revista Ideal ambientales* (2), 10.
5. Chaviano Beitra, A. (2011). Algunas consideraciones de la rehabilitación minera en la minería del níquel: municipio de Moa, Cuba. *Revista DELOS: Desarrollo local sostenible*. Universidad de Málaga., 4(10), 41-52.
6. Chaviano Beitra, A., Cervantes Guerra, 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), 10.
7. Díaz, M. (2009). Proyecto de recuperación del yacimiento "Carbonato Tanque Viñas. Tercera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2009, La Habana.
8. Dirección de Estudios Económicos del Banco Central de Cuba. (2006). *Economía Cubana 1996 - 2006*.
9. Durán Zaldivar, Y. (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.
10. *Estrategia Ambiental Nacional* (1997). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana.
11. Fernández Rubio, R. (2006). *Activos ambientales en la minería de España*. Cumbre de desarrollo sostenible, España.
12. Fuentes Sardiña, R. I. (2013). Propuesta de planes de manejo como instrumento para la rehabilitación de canteras. Estudio de casos: Cantera la Zamora, Matanzas. (Tesis Doctoral), Pinar del Río.
13. Herrero Echevarría, G., Bruzón Sánchez, N., Batista Martínez, K., & Herrera Oliver, P. P. (2009). Reforestación para la rehabilitación de terrenos degradados por la industria minera a cielo abierto en la región Nicaro – Mayarí, Holguín, Cuba. *Agricultura orgánica*, 3
14. Milián Milián, E., Ulloa Carcasés, M., Jornada Krebs, A. S., & Rosario Ferrer, Y. (2012). Procedimiento para la rehabilitación minero-ambiental de yacimientos piríticos polimetálicos cubanos. *Revista Minería y Geología*, 28(4), 20-40.
15. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Plan nacional de restauración: restauración ecológica; rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas* (pp. 80). Colombia: Bogotá D.C.
16. Ministerio de Ambiente; Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Restauración de Ecosistemas: A partir del manejo de la vegetación*. Guía Metodológica Colombia: República de Colombia.
17. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación. *Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. (2015). Manual de valoración económica del patrimonio natural (Vol. 45). Perú: Lima, Perú.
18. Montes de Oca, A. (2015). Procedimiento para la recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos. (Tesis Doctoral), Instituto Superior Minero Metalúrgico.

19. Ollero Ojeda, A. (2011). Sobre el objetivo y la viabilidad de la restauración ambiental. *Geographicalia*, 59(60), 267-279.
20. Otaño Noguel, O. (2013). *Nociones de Minería*. Editorial Universitaria: Félix Varela La Habana.
21. Oyarzun Muñoz, R. (2011). *Introducción a la Geología de Minas: Exploración & Evaluación* (pp. 175). [www.aulados.net/GEMM/GEMM.html](http://www.aulados.net/GEMM/GEMM.html)
22. 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.
23. Programa de Desarrollo Sostenible para la Industria Minera del Departamento de Industria; Turismo y Recursos del Gobierno de Australia. (2006). *Manual para la Rehabilitación de Minas*
24. Rabilero, M. (2013). *Metodología para la rehabilitación biológica que propicie la recuperación paulatina de los terrenos minados de la empresa Pedro Soto Alba Moa-Níquel S.A.* Quinta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2013 [CD-ROM], La Habana.
25. Ramos Rodríguez, M. A. (2010). *Megaminería a cielo abierto* 5.
26. 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. <http://www.ismm.edu.cu/edum>
27. Robert Kernizan, E., González Izquierdo, E., & Figueredo Cardona, L. M. (2013). *Propuesta para la rehabilitación ecológica de un sitio degradado en la franja costera de la Reserva de la Biosfera Baconao*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(2), 15.
28. 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.
29. Rodríguez Urbino, J., Díaz Martínez, B., & Sigarreta Vilches, S. (2016). *Rehabilitación ambiental minera*. 18.
30. Ruiz Quintero, J. (2016). *La minería en Cuba. Una aproximación*. La Habana, Cuba: Científico-Técnica.
31. Sánchez Espinoza, D., Quintana García, Y., & María Sánchez, J. S. (2010). *Rehabilitación ambiental de un área degradada por la actividad minera en HUALGAYOC, CAJAMARCA, PERU*. VI Simposio Internacional Sobre Manejo Sostenible de Recursos Forestales
32. Serrada Hierro, R. (2000). *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. 77.
33. Urbino, J., & Díaz, M. (2011). *Rehabilitación ambiental minera, una opción holística*. Cuarta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2011, La Habana.
34. Vargas Ríos, O. (2011). *Los pasos fundamentales en la restauración ecológica*. I Congreso Colombiano de restauración ecológica y II Simposio Nacional de experiencias en restauración ecológica, Colombia.
35. Vázquez Manzanares, V. M. (2014). *Externalidades y medioambiente*. *semestral*(1), 15.
36. Vidal, R. (2012). *La minería metalúrgica prehistórica en la Península Ibérica*. (35), 67-78.
37. Vilariño Corella, C. M. (2013). *Dinamización de la gestión ambiental desde la estrategia empresarial. Caso empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara*. (Tesis Doctoral), Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Holguín.