

REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA



Jacobo Urbino Rodríguez
Berthá Díaz Martínez
Sergio Sigarreta Vilches

ISBN 978-959-312-240-5

CISAT - CEPRONIQUEL - IES
GEF-PNUD

Portada

Euphorbia helenae Urb., arbusto autóctono cubano perteneciente a la familia Euphorbiaceae. Es conocida con los nombres comunes de “jazmín del pinar o manzanillo”. Se desarrolla principalmente en el bosque de pino sobre cortezas de interperismo ofiolítica.

REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA

Editores científicos

**Jacobo Urbino Rodríguez
Bertha Díaz Martínez
Sergio Sigarreta Vilches**

2016

COLABORADORES

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos de Holguín

Alejandro Fernández
Yanier Rodríguez
Pedro González
Osvaldo Laffita
Carlos Peña
Juan Guarch
Rafael Salazar
José A. Ramírez
Ernesto Torres
Anel Matos
Roberto Pérez
Antonio Vega
Elier Córdova

Instituto de Ecología y Sistemática

Yamir Torres
María Rodríguez
Guillermina Hernández
Bárbara Muñoz
Ana Socarras
Grisel Herrero
Jorge Sánchez
Ramona Oviedo
Yamir Torres
María Rodríguez
René P. Capote
José Guzmán
Leda Menéndez
Deisy Vilamajó
Nancy Ricardo

Museo Nacional de Historia Natural de Cuba

Antonio López

Instituto de Geofísica y Astronomía

Efraín Jaime
Mario Campo

Empresa Ernesto Che Guevara de Moa

María I. García
Josefina Aguirre
Caridad Reinoso
Antonio Cutiño

Empresa de Servicios René Ramos Latour

Luís R. Castillo
José L. Castillo
Francisco Serrano
Antonio Capote
Ricardo Rodríguez
Luis E. Callejas
Marta Martínez
Juan C. Gómez
Néstor Castro

Servicio Forestal Estatal de Holguín

Jorge Gutiérrez

Instituto de Investigaciones Forestales

Arsenio Renda

Empresa Nacional de Flora y Fauna

Nancy Bruzón

Departamento de Sismología, CITMA, Holguín

Yamina Ríos
Nicolás Vega

Otros

Ramón Quinta
Nilson Peña
Norge Noda
Luis R. Días
José M. Cordovéz
Patricia Lancho
Juan Yamacho
Ciro Milian

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las entidades y personas que de una forma directa o indirecta han participado o simplemente han servido como inspiración y apoyo para la elaboración de esta obra, entre otros a:

Entidades

Western Miner Corporation de Australia
Empresa del níquel Ernesto Ché Guevara de Moa
Empresa de Servicios René Ramos Latour de Nicaro
Empresa de Rehabilitación Minera Rosa Elena Simeón
Compañía minera Moa Nikel S. A.
Unidad de Medio Ambiente de Holguín
Delegación del CITMA en Holguín
UPSA-CITMA de Guantánamo
Centro Provincial de Meteorología de Holguín
Departamento de Sismología de Holguín
Centro Nacional de Áreas Protegidas de Cuba
Agencia de Medio Ambiente del CITMA, Cuba
Instituto de Ecología y Sistemática de Cuba
Instituto de Geofísica y Astronomía de Cuba
Museo de Historia Natural de Cuba
Servicio Forestal Estatal de Holguín
Empresa Nacional de Flora y Fauna

Personas

Germán del Corral
Lázara Sotolongo
Pedro Pérez
Mayra Fernández
George White
Gerardo Machado
Pablo Fernández
Gisela Alonso
Maritza García
Armando Payo

A la memoria de:

Rosa Elena Simeón, Ricardo Herrera, Eduardo Martínez, Onaney Muñiz, Veroslav Samek, María Herrera y Leda Menéndez.

Índice

PROLOGO	
PRESENTACIÓN -----	1 - 4
INTRODUCCIÓN -----	5 - 10
CAPITULO I.	
CONCEPTOS Y TÉRMINOS PARA LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA.	
RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN ECOLÓGICA Y AMBIENTAL.	
Fundamentación, Ecología, Historia de la Ecología, Medio Ambiente, Restauración y Rehabilitación Ecológica; Restauración y Rehabilitación Ambiental. -----	11 - 15
REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA (RAM)	
En que consiste la RAM. -----	16 - 17
TIPOS DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA.	
La Rehabilitación Ecológica Conservativa, la Rehabilitación Ecológica Productiva y la Rehabilitación Ecológica Especial. -----	18
ECOLOGÍA Y ECOSISTEMA	
Consideraciones, Ecología, ecosistema, componentes del ecosistema, funciones de los compartimentos del ecosistema -----	19 - 20
ATRIBUTOS DE LOS ECOSISTEMAS.	
Atributos de los ecosistemas. Nivel de resistencia. Nivel de resiliencia. Relación resistencia – resiliencia. -----	21
SUCESIÓN ECOLÓGICA	
La sucesión como proceso de desarrollo de los ecosistemas y el agrupamiento de especies. Sucesión primaria y secundaria -----	22 - 24
FILTROS ECOLÓGICOS	
¿Qué son los filtros ecológicos?. Filtros abióticos, filtros bióticos y filtros socioeconómicos. -----	25

TEORIA DEL DISTURBIO	
¿Qué son los disturbios?. Disturbios naturales, disturbios antrópicos, estrategia de manejo de los disturbios, régimen de los disturbios. Historia Ambiental. -----	26 - 27
CAPITULO II. RESTAURACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HUMANO ANTE EL MEDIO AMBIENTE.	
“LA MEJOR FORMA DE HACER LAS COSAS ES LA MEJOR PRÁCTICA AMBIENTAL”	
Fundamentación. -----	28
Comportamiento Ambiental y modelo teórico. -----	29 - 30
PROGRAMA DE CULTURA AMBIENTAL Y TECNOLÓGICA (PCAT).	
¿Qué es un Programa de Cultura Ambiental y Tecnológica? Objetivo de un PCAT. Fines de PCAT. Direcciones estratégicas de un PCAT. Etapas de ejecución de un PCAT. -----	31 - 32
PLANIFICACIÓN DE UN PCAT.	
Evaluación de la efectividad de formación de cultural ambiental empresarial. Conocimiento, Conducta y formación de la Conciencia Ambiental. -----	33
Dirección 1. El Conocimiento. -----	34 - 36
Dirección 2. La Conducta. -----	37 - 38
Dirección 3. La Conciencia. -----	39 - 48
PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL	
Implementación de un Programa de Interpretación Ambiental Empresarial (IAE). ¿Qué es la Interpretación Ambiental (IA). Objetivo general de la IA. -----	49 - 50
Planificación de la Interpretación Ambiental Empresarial (PIAE). -----	51 - 53
Niveles de la Planificación de la Interpretación Ambiental Empresarial. -----	54
Fases de la Planificación Interpretativa Ambiental Empresarial. -----	54 - 58
BENEFICOS Y LIMITACIONES DE UN PCAT.	

Beneficios y limitaciones	59
ESTUDIO DE CASO	
Estudio de Caso No.1. Elaboración y aplicación de la IAE en la Compañía Minera Pinares S. A. Exploración Geológica.	60 - 72
CAPITULO III. HISTORIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES ASOCIADOS A LAS LATERITAS NORORIENTALES DE CUBA.	
RECURSOS NATURALES MINEROS.	
Fundamentación. Las lateritas niquelíferas en el mundo. Yacimientos niquelíferos cubanos. Ubicación de los yacimientos niquelíferos cubanos.	73 - 74
HISTORIA NATURAL Y AMBIENTAL DE LA REGIÓN.	
Historia Natural. Origen probable de la flora cubana	75 - 77
Vegetación original y su mapa vinculado al área de influencia de lateritas niquelíferas.	78 - 82
Los asentamientos aborígenes y la llegada de Cristóbal Colon a la región.	83
Historia Ambiental de la región niquelífera de Cuba nororiental.	84 - 89
CARACTERÍSTICAS FISICOGEOGRÁFICAS Y BIOGEOGRÁFICAS.	
CARACTERIZACIÓN FISICOGEOGRÁFICA.	
Geología. Suelos. Clima. Hidrología.	90 - 102
CARACTERIZACIÓN BIOGEOGRÁFICA.	
Vegetación y Flora.	103 - 115
Ecología del paisaje. Distribución Hidro- Topográfica de la vegetación.....	116 - 118
Unidades del Paisaje.	119 - 120
BREVE HISTORIA AMBIENTAL DE LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS MINADAS.	

Rehabilitación Ecológica en el contexto internacional. -----	121 - 122
Restablecimiento natural de un área devastada a principios del Siglo XX por la minería a cielo abierto en Pinares de Mayarí, Cuba. -----	123
Desempeño Ambiental del proceso de rehabilitación ecológica de áreas minadas por la industria niquelífera cubana. -----	124 - 129
CAPÍTULO IV.	
GESTIÓN, NORMATIVAS Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL VINCULADA A LA REHABILITACIÓN ECOLÓGICA.	
GESTIÓN, NORMATIVAS Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL.	
Fundamentación. -----	130
GESTIÓN AMBIENTAL.	
Definición de Gestión Ambiental. Medio Ambiente y minería a cielo abierto, Tiempo Minero y Tiempo Ecológico -----	131
Modelo de Gestión Ambiental para la minería. -----	132
Principios generales de la Gestión Ambiental Minera. -----	133
Actividades de la Gestión Ambiental Minera. -----	134
Descripción de las actividades de la Gestión Ambiental. -----	135 - 140
Impactos negativos de la Gestión Forestal en territorios mineros a cielo abierto. -----	141 - 142
NORMATIVAS AMBIENTALES.	
Definición de Normativas Ambientales. -----	143
Fines y principios generales de la RAM. Principios específicos. -----	144 - 146
Normativas Ambientales para las actividades mineras a cielo abierto. Aspectos generales para la Explotación Minera. -----	147
Manejo de impactos específicos. Caminos y trochas de acceso. Apertura y reapertura. -----	148 - 152
Exploración Geológica. Actividades de topografía. Actividades de Geoquímica y	

Geofísica. Actividades de perforación. Excavación de pozos. Restauración ecológica del terreno. -----	153 - 155
Extracción del Mineral. Aspectos Generales. Preparación del yacimiento. Recomendaciones. -----	156 - 159
Rehabilitación Ecológica de áreas minadas. Aspecto general. Rehabilitación ecológica del terreno. -----	160 - 164
LEGISLACIÓN AMBIENTAL MINERÍA.	
Relación entre Legislación Ambiental cubana y Rehabilitación Ambiental Minera. Ley 81 de Medio Ambiente. Ley No. 76. Ley de Minas. Decreto Ley No. 79. Ministerio de la Agricultura. Protección, usos y conservación de los Suelos y sus contravenciones. Ley 85. Ley Forestal. Propuesta de inclusión en la legislación cubana -----	165 - 173
CAPITULO V. PROCEDIMIENTOS DE LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA.	
REAHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA.	
Concepto, particularidades y objetivo del capítulo -----	174
COMPONENTES DE UN PROYECTO DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA MINERA.	
Componentes y modelo -----	175 - 177
PROCEDIMIENTOS.	
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (IC).	
Fundamentación.-----	178
Monitoreo Ecológico. -----	179 - 188
Historia Medioambiental. -----	189 - 190
Diagnóstico Ambiental. -----	191 - 200
Pronóstico Ecológico. -----	201 - 208
Estudio de Caso No. 2. (IC). Mina de níquel, Compañía Pinares S. A. Experimento de Revegetación Espontánea. -----	209 - 211

INVESTIGACIÓN GEOLOGO-MINERA (IGM).	
Pormenores de la IGM. -----	212
La Exploración Geológica. -----	213 - 214
El Ordenamiento Minero Ambiental. -----	215 - 216
PROYECTO EJECUTIVO.	
Premisas de un Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación Ecológica. -----	217
Deforestación del yacimiento. -----	218 - 219
Destape. -----	221 - 223
Extracción del mineral. -----	224
Rehabilitación física del terreno. Restablecimiento del Relieve / Drenaje. Distribución del escombros estéril y subsolación del terreno. Distribución de la capa vegetal conservada. -----	225 - 228
Rehabilitación biológica del terreno. Restauración de la flora. Restauración de la fauna (faunización). Mantenimiento.-----	229 - 233
CRITERIOS DE RENDIMIENTO Y MEDIDAS DE CONTROL PARA LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA.	
Criterios de Rendimiento. -----	234
Evaluación del Desempeño Ambiental de la Rehabilitación Ecológica. Evaluación Fisicogeográfica y Biogeográfica. Indicadores Ecológicos. Calidad Ecológica. -----	235 - 237
Indicador de Calidad Ecológica. Matriz de evaluación de la Calidad Ecológica de un sitio en proceso de rehabilitación. -----	238 - 239
Procedimiento para aplicar la Matriz de Evaluación de Calidad Ecológica. -----	240 - 243
Rehabilitación Socioeconómica. Evaluación del Uso Público y Empresarial de las zonas rehabilitadas. Uso del Suelo posterior a la Explotación Minera. Asentamientos establecidos. Red de accesos. -----	244 - 245
MEDIDAS DE CONTROL E INSPECCIÓN AMBIENTAL.	
Inspección y Control Ambiental de las áreas rehabilitadas o en proceso de rehabilitación. Monitoreos Ambientales. Auditorías Ambientales Internas. Auditorías Ambientales Externas. Inspecciones Ambientales Operativas.	

Supervisión Ambiental Operativa. -----	240 - 241
GLOSARIO. -----	248 - 257
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. -----	258 - 265
ANEXOS.	
Tablas de evaluación -----	266 - 274
Fundamentación. Ejemplo de planificación de la Explotación - Rehabilitación. -----	275 - 290
Árboles, palmas, arbustos autóctonos. Plantas introducidas y pioneras. -----	291 - 295

“La Mejor Práctica Ambiental es., la mejor forma de hacer las cosas”.

Este libro es el resultado de la experiencia teórica y práctica de un grupo de profesionales que por más de 20 años han estado vinculados directa o indirectamente a investigaciones ecológicas y a actividades mineras.

En especial está dirigido a los gerentes, trabajadores y contratistas que día a día enfrentan las diferentes actividades mineras, como lo son la Exploración Geológica, la Construcción de Infraestructura, la Extracción del Mineral y la Rehabilitación Ecológica de las áreas minadas, aunque también servirá como material de consulta y estudio a profesores y alumnos, así como al personal dedicado a realizar el control y la supervisión en materia de medio ambiente a la industria minera, por lo cual está redactado con un lenguaje lo más sencillo y a la vez profesional posible.

El objetivo general de esta obra es sobre todo contribuir a la rehabilitación ecológica efectiva de las áreas devastadas por la minería a cielo abierto en regiones de alto valor de flora y fauna exclusiva de Cuba, lo cual se logrará mediante la aplicación de la tecnología aquí descrita.

Seguro estamos mineros, que tú conoces que la industria del níquel le proporciona a Cuba altos ingresos para el desarrollo, el cual se revierte

en obras sociales de beneficio al pueblo; como la construcción de hospitales, escuelas, obras deportivas, círculos sociales, carreteras y otras actividades sociales y productivas. Sin embargo...

¿Sabías que las regiones niquelíferas cubanas están ubicadas en las áreas de mayor riqueza florística y faunística de Cuba y las Antillas?

¿Sabías que los yacimientos niquelíferos de Cuba coinciden con el área de mayor potencial hidráulico del país?

¿Sabías que tus impactos negativos sobre el medio ambiente son los más devastadores del país?

Este libro te dará la oportunidad de saber todo lo necesario para explotar de forma racional los recursos mineros y lo más sabio..., te dará la oportunidad de conocer la mejor forma de hacer las cosas para afectar lo menos posible el medio ambiente así como su restablecimiento de forma eficaz.

Antes de realizar cualquier actividad minera debes tomar en cuenta cinco principios fundamentales para garantizar el éxito total de la Rehabilitación Ambiental Minera, estos son:

- 1. Garantizar la restauración de la actitud del hombre minero ante el medio ambiente, lo cual se logrará mediante la obtención de un efectivo Conocimiento, una correcta Conducta y una positiva y perdurable Concientización hacia el medioambiente.*

2. *Realizar un correcto Ordenamiento Minero Ambiental del yacimiento, lo cual proporcionará una racional explotación del mineral y a la vez la minimización de los impactos negativos a los ecosistemas naturales o de reemplazo implicados en dicha explotación.*
3. *Conservar y reutilizar al máximo las interacciones biológicas presentes en la parte aérea de los ecosistemas, así como el potencial biológico contenido en la capa vegetal del suelo.*
4. *Considerar la protección del medio ambiente como parte importante de la actividad comercial de la empresa.*
5. *Concebir el Proyecto de Rehabilitación Ambiental Minera como un sistema altamente complejo, donde los problemas ambientales y sus soluciones son también altamente complejos, donde el enfoque del todo y la integralidad son sus elementos esenciales de su actuar.*

Solo así querido minero, tomando estos cinco principios muy en serio y con una alta responsabilidad lograras alcanzar un total éxito en la actividad de Rehabilitación Ecológica de una mina a cielo abierto.

Quizás la tecnología aquí descrita te parezca extremadamente compleja, pero minero, haz un esfuerzo, léela con detenimiento, paciencia e inteligencia y así te darás cuenta que no es tan difícil su aplicación y la tomarás inclusive como parte importante de tu propia vida.

Carta a los mineros

Un día del mes de este año

Amigo minero.

Todo cuanto veas y leas a continuación sobre la vegetación, la flora, la fauna, el agua y el suelo, están siendo severamente afectados por las actividades mineras que tú realizas a diario.

Por favor, esfuérzate al máximo por disminuir tus impactos negativos sobre estos recursos que yo te doy y al final, haz todo lo posible por hacer regresar a estas áreas afectadas, precisamente la flora, la fauna, la calidad del agua y el restablecimiento del suelo..., en fin, la vida.

Gracias.

La Naturaleza...

REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA.

Autores: Jacobo Urbino Rodríguez, Bertha Díaz Martínez y Sergio Sigarreta Vilches

INTRODUCCIÓN.



Environment Australia, 1997.

“La conservación de la vida en la Tierra y la gestión de los recursos naturales bajo un punto de vista global, se ha convertido en un reto inaplazable para la perpetuación de la propia especie humana, sin embargo, esto no impide la extinción de especies, la pérdida de hábitat, la fragmentación de los ecosistemas, la contaminación de cuencas hidrográficas y en general la pérdida de la diversidad biológica” (Vilamajó et al., 2002).

La protección del medio ambiente es una de las prioridades más importantes de la sociedad en la actualidad, por ello, ha sido una de las preocupaciones primordiales de numerosos gobiernos del mundo definir, implementar y velar por el cumplimiento de leyes y normas ambientales, tanto a nivel comunitario y empresarial, como individual, de tal forma que garanticen una gestión positiva y efectiva en todos los aspectos ambientales.

Uno de los sectores económicos que más ha incidido históricamente en el deterioro del medio ambiente y en particular en la diversidad biológica, ha sido el sector industrial y en especial el dedicado a la explotación de los recursos no renovables, como es el caso de la minería a cielo abierto.

Es por ello, que para minimizar y mitigar los impactos negativos que esta actividad provoca, la industria minera en muchas partes del mundo ha adoptado de forma prioritaria el concepto de Desarrollo Sostenible (Ward, 1997), el cual está definido en la Ley 81 de Medio Ambiente de Cuba (1997) como el “proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”.

Como todo sistema social, el Desarrollo Sostenible tiene sus propios “principios”. Entre estos, aplicables a la actividad minera, se pueden citar los siguientes: (1) “respetar y cuidar la comunidad de los seres vivos”; (2) “mejorar la calidad de vida humana”; (3) “conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra”; (4) “reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables” y (5) “modificar las actitudes y prácticas personales referentes al medio ambiente” (UICN, PNUMA y el WWF, 1991).

Una etapa importante donde deben cumplirse los principios del Desarrollo Sostenible aplicables a la minería es durante todo el proceso de rehabilitación ecológica de las áreas devastadas, siendo este proceso parte esencial de todo proyecto minero.

Las compañías explotadoras de recursos mineros, sobre todo a cielo abierto, deben procurar la protección del Medio Ambiente, lo que incluye la conservación de la biodiversidad, tomando como propia la protección y manejo de la misma (Ward, 1997).

Vilamajó et al. (2002) afirman: “la conservación de la diversidad biológica es hoy reconocida como uno de los problemas más apremiantes de la humanidad, relacionado estrechamente con el necesario desarrollo económico y social de las naciones”, considerando además que, “es por la aparente contradicción entre conservación y desarrollo que los pueblos se preguntan cuánto y cómo pueden utilizar sus recursos sin que disminuya la capacidad de renovarse a sí mismo”, a lo que podemos responder “sólo a partir de estrategias cuyos objetivos se centren en lograr el Desarrollo Sostenible”.

Una adecuada gestión ambiental durante todo el ciclo de vida de una mina reducirá al mínimo el efecto negativo de la Explotación Minera sobre el medio ambiente y en especial proporcionará la conservación de la biodiversidad. “Esto será particularmente importante cuando hubiere efectos negativos en especies exclusivas de la flora y la fauna, o en vías de extinción” (Ward, 1997).

El libro de Rehabilitación Ambiental Minera (RAM) que se presenta tiene por objetivo principal dotar a las empresas mineras de un instrumento para lograr de forma efectiva el restablecimiento de los ecosistemas devastados por la minería a cielo abierto, o lo que es lo mismo “el restablecimiento de la conectividad en ecosistemas devastados”, entendiéndose que RAM “es el proceso de carácter holístico que da soluciones teórico – práctica al proceso que potencia el

restablecimiento ecológico y socioambiental de sitios y/o zonas que han sido devastadas o afectadas por la actividad minera a cielo abierto” (Urbino, inédito).

“Ante la degradación natural como antrópica de los ecosistemas, la restauración y rehabilitación ecológica, parecieran ser la últimas opción para la sobrevivencia de la especie humana y de la vida en general en el planeta” (Barrera et al., 2010).

Para poderla llevar a cabo el hombre debería cambiar de actuar, darle el verdadero valor a la vida y entender que cada vez son menos las opciones para las generaciones futuras.

“De alguna manera, se debería desacelerar la tasa de degradación de los ecosistemas, aunque para lograrlo se deba replantear el modelo económico del consumismo, lo cual pareciera algo imposible, pero a los sistemas no se les puede pedir más de lo que no pueden dar, ya que de poco sirve hacer restauración o rehabilitación si sigue avanzando el deterioro” (Barrera et al. 2010).

El trabajo actual toma como base parte de la experiencia de compañías mineras australiana, así como los resultados de las “buenas prácticas” de la industria niquelífera cubana, tomando esta última como referencia debido a que el proceso de rehabilitación ecológica de sus áreas minadas es uno de los más complejos a escala internacional, no obstante sus procedimientos y metodologías aquí presentados son aplicables a la gestión ambiental minera en cualquier tipo de yacimiento minero a cielo abierto.

Desde el punto de vista medioambiental, las regiones niquelíferas cubanas son altamente complejas, debido a que coinciden en espacio y tiempo importantes recursos minerales a cielo abierto con la mayor biodiversidad del área de las Antillas (Vales et al. 1998) y el potencial hidráulico más importante de Cuba, lo que representa un enorme reto ambiental que hay que asumir con suma inteligencia y decisión. Dar solución a la minería niquelífera cubana equivale a proporcionar la solución ambiental a cualquier otro tipo de minería a cielo abierto en el mundo.

Los impactos negativos más significativos de la actividad minera a cielo abierto en las regiones niquelíferas cubanas provocan de forma sinérgica y en cadena los siguientes acontecimientos:

- Se produce por las diferentes actividades mineras la afectación y posterior devastación de los hábitats en importantes áreas naturales, ocupadas por diferentes tipos de ecosistemas, los cuales contienen altos números de especies exclusivas (endémicas), tanto de la flora, de la fauna y de microorganismos, así como se ocasiona un desequilibrio ecológico prácticamente irreversible en todo el territorio minero.
- Tanto la devastación de los hábitats, como los movimientos de tierra propios de la actividad minera, provocan un alto grado de afectación a los suelos, en especial ocasiona una alta erosión, que se intensifica por el régimen de lluvia más intenso del país (1500 - 4 000 mm / promedio anual).
- La devastación de la vegetación, la pérdida de suelo por su uso minero y la erosión provocan la contaminación y cambios negativos en la dinámica de importantes recursos hídricos del territorio, como lo son arroyos, ríos y embalses de agua, que afectan drásticamente a la flora y fauna natural dulceacuícola, así como influyen en la salud de la población y comunidades residente en estas regiones por el empleo de esta agua que posee altos contenidos de metales

pesados y de sólidos en suspensión en general.

- Los arrastres, producto de la erosión del suelo, llegan a los ecuatorios marinos de las regiones costeras aledañas a dichos recursos mineros, provocando la pérdida casi total de la vida normal en dichos ecuatorios, así como el cambio drástico de sus fondos marinos, causado por la deposición en el mar de los arrastres terrestres.

Si queremos resolver el problema de los impactos negativos ocasionados a los ecuatorios marinos, así como a los arroyos, ríos, embalses y a los hábitats, debemos, primero que todo, buscar las formas más efectivas de restablecer los ecosistemas que fueron o están siendo devastados por dichas actividades mineras.

García, A. et al., (2011) reconocen tres tipos de problemas fundamentales que afectan decisivamente la rehabilitación ecológica de áreas minadas por la industria niquelífera cubana; problemas de orden conceptual, problemas de orden legal-administrativo y problemas de orden práctico-operativos.

Para resolver parte de la problemática planteada, se propone a la industria minera asumir la RAM como solución eficaz al deterioro ambiental que provoca, así como que esta no debe contemplarse solamente durante o justo antes de la clausura de la mina. Por el contrario, ella deberá formar parte de un eficaz programa de gestión ambiental que abarque todas las fases del desarrollo de las actividades mineras, como son: la Exploración, la Construcción de Infraestructura, la Explotación Mineral, la Rehabilitación Ecológica y el Cierre Final de Mina” (Ward, 1997). Se podría decir inclusive, que para una rehabilitación ambiental de excelencia en áreas devastadas, se debería tomar en cuenta otras actividades económicas previas y posteriores a la actividad minera, como lo son las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y turísticas.

La RAM es una tecnología que garantiza el cumplimiento de los principios del Desarrollo Sostenible aplicables a la actividad minera e incluye la restauración de la actitud del hombre (minero) hacia el medio ambiente, así como la rehabilitación de la actividad socioeconómica y concluye en la rehabilitación ecológica de los ecosistemas devastados, considerando todas estas partes como un solo sistema.

Más que una tecnología, RAM es también una guía para buscar soluciones a la problemática de la gestión ambiental en cualquier yacimiento minero a cielo abierto. RAM responde además al proyecto del Fondo Mundial de Medioambiente (Global Environment Fond) “Conectando paisajes”, el cual tiene entre sus propósitos dar respuesta a la Gestión Ambiental Minera en montañas cubanas con alto valor de diversidad biológica.

RAM es sobre todo **Gestión Ambiental**, dirigida en lo fundamental a los **mineros**, en segundo término está dirigida a **profesores y estudiantes** de carreras técnicas vinculados a la actividad minera y en tercer lugar al **personal de control e inspección ambiental**.

Debemos considerar que esta tecnología nos da diferentes opciones o vías para alcanzar el restablecimiento ecológico y socioambiental deseado de áreas devastadas, pero siempre será posible la aplicación de otras técnicas o procedimientos que no están contenidas en la actual contribución. Esta se ha diseñado tomando muy en cuenta el modelo teórico del Comportamiento Ambiental expresado en el Capítulo II, por ello en sus inicios se plantean dos cuestiones

fundamentales en función del conocimiento; los conceptos y términos de la ecología, el medio ambiente, la restauración y rehabilitación ambiental, así como la descripción de los recursos naturales de la región nororiental niquelífera de Cuba.

Es muy justo, antes de comenzar esta obra, destacar el enorme esfuerzo que ha realizado la industria minería cubana del níquel que a partir de los años 1970 que dedicó día tras día a lograr el restablecimiento de las áreas devastadas que como herencia ambiental había quedado desde 1943, así como reconocer los esfuerzos que hasta fechas actuales ha realizado dicha industria en la mejora continua del trabajo de rehabilitar ecológica de las áreas impactadas.

Fig. 1. Esquema general de la Rehabilitación Ambiental Minera (RAM).

