

REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA



Jacobo Urbino Rodríguez
Berthá Díaz Martínez
Sergio Sigarreta Vilches

ISBN 978-950-312-240-5

CISAT - CEPRONIQUEL - IES
GEF-PNUD

GLOSARIO.

Amenaza. Probabilidad de que un fenómeno, originado por la naturaleza o por el hombre, se produzca en un tiempo y zona determinada y pueda afectar en diferentes magnitudes a un ecosistema o parte y que no está adaptado para enfrentarlo sin traumatismos.

Área disturbada. Es aquella área que ha perdido total o parcialmente sus atributos, entendidos estos como su función y estructura, por lo que a su vez ha perdido su capacidad de ofrecer bienes y servicios ecosistémicos.

Áreas Protegidas, partes determinadas del territorio nacional declaradas con arreglo a la legislación vigente, de relevancia ecológica, social e histórico-cultural para la nación, y en algunos casos de relevancia internacional, especialmente consagradas, mediante un manejo eficaz, a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos naturales, históricos y culturales asociados, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ley 81)

Aspecto Ambiental. Según la norma NC-ISO 14001: 2004, es un: “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. Si este aspecto ambiental tiene o puede tener un impacto significativo será “un aspecto ambiental significativo”.

Atributo. En ecología se hace referencia a todas y cada una de las características de los ecosistemas, como clima, geoforma, vegetación, fauna y otros.

Autoridad competente. Es la entidad o persona facultada para la aplicación y la exigencia del cumplimiento de lo dispuesto en la Ley y su legislación complementaria (Ley 81).

Banco de plántulas. Conjunto de plántulas en estado latente en el estrato rasante. Generalmente, su crecimiento se activa por algún tipo de estímulo, como el incremento de intensidad lumínica que se genera a partir de un disturbio.

Banco de semillas. Acumulación de semillas en el suelo en estado latente (dormancia) que usualmente germinan a partir de un determinado estímulo.

Bienes Ecológicos. Son recursos proveídos por los ecosistemas con valor directo en el mercado como alimentación, los materiales de construcción, las medicinas, el turismo y la recreación.

Biodiversidad o diversidad biológica. “Es la variedad completa de formas vivas tanto de plantas, animales y microorganismos, así como su constitución genética, las diferentes especies y los ecosistemas a las que pertenecen” (Ley 81, Cuba).

Cierre de Mina. Es el conjunto de actividades a ser implementadas en una mina, que varían desde un Plan de Cierre Inicial, pasa por los Planes de Cierre Progresivo y Plan de Cierre Final y llega al Post Cierre de Mina, con el fin de cumplir objetivos ambientales y sociales específicos (British Columbia, 2002). El Cierre de Mina incluye normalmente la implementación de diferentes medidas, tales como el desmantelamiento de instalaciones, estabilización química y física del terreno, recuperación y rehabilitación de suelos, revegetación y rehabilitación del ecosistema, la rehabilitación de hábitat acuáticos y el restablecimiento o adaptación de

condiciones socio - económicas de una zona determinada (British Columbia, 2002). Como se puede dilucidar, cada plan de cierre lleva un Proyecto de Restauración o Rehabilitación Ecológica Minera, los cuales podrían ser bien de ingeniería básica o de ingeniería de detalle.

Compartimento. Son los sitios del ecosistema donde se almacena la energía y la materia, dentro de los cuales se encuentran: el suelo, la fauna y la vegetación.

Composición. Variable que contempla los componentes físicos de los sistemas biológicos. Por ejemplo, la composición de una población es el número de especies en el tiempo y espacio, que interactúan entre si.

Conectividad. Son los vínculos o conexiones entre parches de un paisaje, puede ser funcional o estructural. Una conexión funcional depende claramente del proceso de interés y que se busca conectar; los parches que están conectados para la dispersión de aves podrían no estarlo para las salamandras o para el flujo hidrológico.

Corredor biológico. Es el tipo de cobertura continua que se genera para conectar fragmentos del bosque.

Daño. Es la pérdida de uno o varios elementos fundamentales para el funcionamiento de un ecosistema.

Daño ambiental, toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica (Ley 81).

Degradación. Se relaciona con cambios graduales o sutiles que reducen la integridad y salud ecológica de un ecosistema. Es considerado como un estado de alteración al que puede llegar un sistema al perder su capacidad de generar bienes y servicios en uno o varios compartimentos donde se almacena la materia o energía (suelo, banco de semillas, biomasa).

Desarrollo sostenible. Es el desarrollo de una nación, región o pueblo satisfaciendo las necesidades de la presente generación sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Considera el crecimiento económico como un proceso necesario.

Desarrollo sostenible (Según Ley 81 de Cuba). 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.

Desastre. Es el conjunto de daños o pérdidas generadas a partir de un fenómeno que por sus características se convierte y materializa en una amenaza íntimamente relacionada con la(s) vulnerabilidad(es) presente en un lugar y momento determinado.

Desechos peligrosos. Son aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas,

inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente (Ley 81).

Desempeño Ambiental. Según la norma NC-ISO 14031: 2001, es el: “Resultado de la gestión de los aspectos ambientales de una organización”.

Deterioro. Es la pérdida de uno o más atributos del sistema (suelo, biota, geomorfología, hidrología) de tal forma que no se pueda regenerar por si solo.

Destrucción. Se refiere a los casos en los cuales la degradación o el daño eliminan toda la vida macroscópica y generalmente parte de la microscópica y, por lo general también arruina el medio físico. Ej. minería a cielo abierto.

Disturbio. Son eventos discretos en el tiempo que alteran la estructura y función de los ecosistemas al cambiar los recursos, el sustrato u otros elementos del medio físico. De acuerdo al origen los disturbios pueden clasificarse en naturales y antrópicos.

Diversidad biológica. Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Ley 81)

Ecología de la restauración y la rehabilitación. Es la ciencia que brinda las bases conceptuales, los modelos (conceptuales, empíricos, matemáticos), los métodos para las mediciones y las herramientas (matemática y estadística) para que los técnicos puedan realizar la restauración y rehabilitación ecológica. Cabe aclarar que la ecología de la restauración – rehabilitación y la restauración – rehabilitación ecológica se retroalimentan. En la medida en que se avance en la investigación se precisará y mejorará la restauración – rehabilitación ecológica y viceversa.

Ecosistema. Son espacios o áreas en los que interactúan los componentes bióticos entre si (flora, fauna, hongos y otros), y los bióticos–abióticos. Están compuestos por organismos productores (plantas), consumidores (fauna) y descomponedores (mesofauna, hongos, bacterias), a través de dichos organismos fluye y se almacena la energía, y también circula, se transforma y se almacena la materia.

Educación ambiental. Proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible (Ley 81).

Enriquecimiento. Es la técnica de manejo de rodales subserales (matorrales, rastrojos, bosques secundarios) consistente en la plantación o siembra de poblaciones que se quiera fomentar durante la sucesión.

Ensamble de especies. Agrupamiento de especies que puede ser permanente o desaparecer a lo largo de la sucesión con base en los tipos de interacciones.

Estructura. Es la disposición u ordenamiento físico de cada nivel de organización. Por ejemplo, a nivel de poblaciones un valor de la estructura puede ser la proporción de sexos. Otro ejemplo, los estratos que forma un tipo determinado de bosque; estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

Estructura ecológica principal. Es la red de espacios y corredores que permiten asegurar la preservación y restauración de la biodiversidad a diferentes niveles (especies, comunidad, ecosistema y paisaje), además de permitir el desarrollo de procesos ecológicos esenciales que garanticen el mantenimiento de los ecosistemas, la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en un territorio.

Especies indicadoras. Son aquellas cuya distribución, abundancia o dinámica poblacional puede servir como medida del estado de otras especies o atributos ambientales del ecosistema.

Especie exótica. Es aquella especie de flora o fauna que se ha introducido por actividades humanas, en una zona en la que no existía previamente.

Especie introducida. Es aquella que ha sido transportada fuera de su rango de distribución natural generalmente de forma accidental por actividades humanas.

Especie invasora. Especie capaz de producir descendencia reproductiva en áreas distantes a los sitios de introducción, mostrando una clara expansión y cuya presencia y distribución genera efectos negativos sobre su entorno.

Especie naturalizada. Especie introducida que comienza a reproducirse hasta mantener poblaciones estables sin la intervención del hombre.

Estabilidad del ecosistema. Es la capacidad de un ecosistema de mantener una determinada trayectoria a pesar de un estrés. La estabilidad se logra en parte gracias a la capacidad de resistencia y a la resiliencia de un sistema.

Estudio de impacto ambiental. Descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará (Ley 81).

Evaluación de impacto ambiental. Es procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas (Ley 81).

Factores limitantes. Son las condiciones propias del sistema que impiden o dificultan su

desarrollo natural, o pueden generar limitaciones sobre las diferentes especies que tratan de colonizar un lugar.

Factores potenciadores de la restauración y rehabilitación. Son los elementos internos y externos al sistema disturbado que pueden favorecer su restablecimiento.

Factores tensionantes. Son estímulos externos que pueden deflexionar (dañar) o no el desarrollo o estado de un sistema. Los factores tensionantes generan tensiones de diferente intensidad sobre los sistemas que pueden o no afectarlos negativamente.

Flora. Es la composición florística de un sitio determinado, o sea, es la lista sistemática de las especies de la flora que se encuentran en una región, zona o superficie determinada.

Formación vegetal. Son grandes contornos que determinan la fisonomía de la vegetación (ver vegetación).

Fragmentación. Es la acción de generar fragmentos a partir de un ecosistema o paisaje continuo no disturbado, cuya consecuencia es el aislamiento genético de las especies y en ocasiones la pérdida total del hábitat de algunas de ellas.

Gestión ambiental, conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (Ley 81).

Hábitat. Es la zona o parte de un ecosistema que reúne las condiciones de vida que una determinada especie necesita para sobrevivir.

Indicadores ecológicos. Son las variables que presentan el estado ecológico de un recurso de interés, en un tiempo y lugar determinado.

Inspección ambiental estatal. Actividad de control, fiscalización y supervisión del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente, con vista a evaluar y determinar la adopción de las medidas pertinentes para garantizar dicho cumplimiento (Ley 81).

Invasión biológica. Son movilizaciones de organismos vivos desde sus lugares de origen hasta lugares fuera del rango de su distribución natural, en donde se establecen y generan poblaciones con efectos negativos para los sistemas receptores (poblaciones, comunidades, ecosistemas).

Lateritas. El término “Laterita” se usó originalmente por Buchanan en 1807 para describir terrenos con rocas ferruginosas que cubrían extensas áreas del subcontinente Indio (Brooks, 1987). Sin embargo, se han realizado varias definiciones de lateritas, a partir de diversos criterios de diferentes autores, entre las que se destacan; Buchanan (1807), Alexander and Candy (1962), Schellmann (1980). Este último autor define las lateritas como: “Las Lateritas son el producto de la intensa intemperización de rocas subyacentes, cuyos contenidos de Fe y Al son altos, así como

bajo el de Si. Ellas consisten prominentemente en una mezcla de minerales de geotita, hematita, hidróxidos de aluminio y minerales de kaolín y cuarzo”. Según Brooks (1987), otros autores emiten otros criterios sobre las lateritas, a saber; (1) las lateritas, químicamente están compuestas principalmente por SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y H_2O , y sus principales minerales son; gibbsita, hematita, geotita, cuarzo y anastasia. Para el caso de las lateritas derivadas de rocas ultramáficas contiene además cromita.

Limitación. Son las condiciones propias de los sistemas generadas por los factores o agentes limitantes que impiden su normal desarrollo. Por ejemplo, en áreas donde se ha alterado el pH del suelo se presenta como limitación la movilidad de los nutrientes.

Manejo adaptativo. Es el proceso que hace referencia a los correctivos que se deben implementar en los casos en los que el sistema restaurado o rehabilitado se desvía de la trayectoria deseada. Para verificar la trayectoria del sistema obtenido es indispensable evaluar y seguir los efectos de las estrategias de restauración-rehabilitación sobre el área.

Medio ambiente. Sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades (Ley 81).

Ordenamiento Minero Ambiental. Constituye una estrategia del sistema de gestión de la minería que garantiza la dimensión ambiental de cualquier Explotación Minera, el cual está formada por: (1) la planificación del medio físico, (2) la evaluación del riesgo geológico y ambiental, (3) el proceso de explotación, (4) el proceso de zonificación y planificación, (5) el proceso de reconstrucción del terreno y (6) los procesos de rehabilitación y restauración ecológica de los ecosistemas (Guardado, 2006).

Paisaje. Es una extensión geográfica compuesta por componentes abióticos, bióticos y humanos que interactúan y que se repiten a través del espacio. También es considerado como un mosaico de dos o más ecosistemas que intercambian organismos, energía, agua y nutrientes.

Parche. Es un área homogénea que difiere en apariencia y atributos de las áreas contiguas, es considerado un elemento del paisaje.

Perturbación. Son las manipulaciones planeadas que afectan la estructura y función de los ecosistemas y que son producto de un proceso de experimentación.

Pionera. Son las especies, poblaciones y comunidades que se establecen en los primeros momentos de la sucesión.

Plan de Cierre Inicial de Exploración Geológica. El Plan de Cierre Inicial de exploración es desarrollado durante el Proceso de Certificación Ambiental para proyectos mineros nuevos, como lo es el Estudio de Impacto Ambiental. Es un plan que se basa en un proceso de ingeniería básica, donde se plasman las ideas y actividades básicas para efectuar los demás cierres de las actividades de exploración (British Columbia, 2002).

Plan de Cierre Inicial de Extracción del Mineral. El Plan de Cierre Inicial es desarrollado durante el Proceso de Certificación Ambiental para proyectos mineros nuevos y según disponga

la autoridad Ambiental para las operaciones existentes. El Plan de Cierre Inicial forma parte de los documentos de Certificación Ambiental (British Columbia, 2002). Este Plan de Cierre es considerado inicial ya que es desarrollado durante las etapas de planeamiento y esta basado en una Ingeniería Básica. Según British Columbia (2002) un Plan de Cierre Inicial debe identificar lo siguiente:

- Los componentes ambientales residuales que permanecerán en el sitio después del cierre de la mina.
- Los objetivos ambientales y de Uso de la Tierra para cada componente con el fin de minimizar los pasivos ambientales post-cierre para las generaciones futuras.
- Las actividades específicas de cierre que serán implementadas durante los periodos de operación y de cierre para cumplir estos objetivos.
- El nivel de actividades de cuidado y mantenimiento post-cierre para cada componente que sea necesario para poder cumplir con los objetivos ambientales y de Uso de la Tierra.
- Los temas claves de tipo socio-económico que se estima que necesitarán ser tratados como resultado del cierre de la mina.
- Un estimado preliminar de los costos que serán incurridos para actividades de rehabilitación durante las operaciones minera, periodo de desmantelamiento de las instalaciones y en la etapa de Post-cierre de la mina.

Plan de Cierre Final. Es el conjunto de actividades que se elaboran e implementan una vez finalizadas las actividades de extracción como tal. Estas actividades se hacen a partir de un proyecto de “ingeniería de detalle” (British Columbia, 2002). Su éxito también depende del estricto cumplimiento de la Normativas Ambientales para la etapa.

Plan de Cierre Progresivo. Es un conjunto de actividades relacionadas con el cierre, que son implementadas en forma progresiva durante las etapas de operaciones del proyecto de extracción del mineral. Se ejecutan a partir de proyectos ejecutivos de ingeniería de detalle. Las actividades de cierre progresivo constituyen el mecanismo más importante para minimizar la cantidad de esfuerzo necesario para la implementación de medidas del Cierre Final y optimizar los resultados del cierre. (British Columbia, 2002).

Plan de Post-Cierre. Conjunto de actividades que se elaboran e implementan a mediano y largo plazo una vez finalizada el Cierre Final, lo cual permite garantizar que se cumplan los objetivos ambientales de Uso de la Tierra y Socio-económicos. Estas actividades generalmente comprenden el cuidado, mantenimiento y monitoreo a largo plazo (British Columbia, 2002).

Población. Es el grupo de organismos de la misma especie que interactúan entre si y se encuentran en un área definida.

Programa de Cultura Ambiental y Tecnológica. Es el instrumento operativo que nos dice como lograr un cambio de actitud favorable y perdurable en breve y a largo plazo hacia el medio ambiente de ejecutivos, empleados y contratistas de una empresa determinada (Urbino, 2011).

Recuperación. Es el restablecimiento de algunos atributos perdidos o que han sido transformados completamente en el sistema disturbado con respecto a su estado original. Generalmente, el sistema final recuperado es diferente al predisturbio y no es autosostenible, por lo cual requiere una asistencia permanente para mantenerse.

Recursos naturales, todos los componentes del medio ambiente, renovables o no renovables, que satisfacen necesidades económicas, sociales, espirituales, culturales y de la defensa nacional, garantizando el equilibrio de los ecosistemas y la continuidad de la vida en la tierra (Ley 81).

Recursos paisajísticos, entornos geográficos, tanto superficiales como subterráneos o subacuáticos, de origen natural o antrópico, que ofrecen interés estético o constituyen ambientes característicos (Ley 81).

Rehabilitación minera. La rehabilitación minera es el procedimiento por el cual se mitigan los impactos negativos provocados por actividades minera (Ward, 1997).

Rehabilitación biológica. Se refiere en lo fundamental al manejo de las especies de la flora en el proceso de Rehabilitación Ecológica y se considera que tiene dos partes fundamentales, las cuales se llevan a cabo combinadamente, o sea, la revegetación y la reforestación (Urbino, 2011).

Rehabilitación biológica directa (Urbino, 2011). Este término se emplea en el actual trabajo cuando se planta o siembra una especie arbórea, arbustiva o herbácea sin necesidad de sustituirla por otra, siendo esta la definitiva.

Rehabilitación técnica (Rehabilitación física). Se refiere al restablecimiento de las topografías del relieve lo más cercanas posibles al terreno antes de ser explotado, de tal forma que restablezca el flujo normal del drenaje tanto superficial como subterráneo, además que permita la disminución de los procesos erosivos provocados por la propia explotación del mineral (Ward, 1997). A esta etapa también se le conoce con el nombre de Conformación del Terreno. La Rehabilitación Técnica también contempla la posibilidad de construcción de terrazas (Martinov, 1978). Una vez lista la Rehabilitación Técnica, se procede a la Rehabilitación Biológica.

Reforestación. Es el proceso por el cual se realiza la plantación o siembra de árboles con valor forestal o frutal. Se puede considerar su inicio en la etapa de selección de las especies arbóreas a utilizar, la selección de la masa semillera y su posterior aviveramiento en bolsas (cepellón) o a raíz desnuda. Esta reforestación puede ser también por siembra directa de semillas botánicas. Una vez obtenidas las posturas con el porte y madurez requerida, se procede al traslado y plantación de las mismas (Ward, 1997). Antes de dicha plantación, se realiza en las áreas a restaurar o a rehabilitar, la preparación del terreno, que consiste en la apertura de los huecos y la fertilización orgánica en el fondo de dichos huecos. Realizada esta operación, se procede a la plantación de la postura, para lo cual deben ser recogidas las bolsas usadas en caso de que no sean biodegradables. Durante los primeros 5 años de realizada la plantación o siembra, se procede a la reposición de las plantas muertas, así como a varias fertilizaciones inorgánicas, según sea requerido (López y col., 1988).

Reforestación sucesional. (Herrera, 1989) Este término se emplea en el actual trabajo cuando se planta o siembra una o varias especies en una primera fase para crear o mejorar las condiciones ecológicas o medioambientales de un sitio, que puede ser la propia vegetación o el suelo y posterior se elimina y se planta o siembra de nuevo una o varias especies definitivas.

Revegetación. Según Matos y Ballate (2004) *“es cuando se crea una comunidad vegetal totalmente artificial por razones prácticas o estéticas”*.

Revegetación (Urbino, 2011). “Es la reimplantación de cualquier tipo de vegetación arbustiva o herbácea, o la combinación de ellas sobre un sustrato determinado”. La revegetación puede ser artificial o seminatural.

Revegetación artificial (Urbino, 2011). “Es cuando se crea una comunidad vegetal arbustiva, herbácea o combinada de ambas totalmente artificial a partir de un proceso de plantación, siembra o trasplante, considerando el empleo de semillas, plántulas, rizomas, o partes vegetativas con yemas germinativas de cualquier parte de la planta, o bien cuando usamos coberturas verdes elaborada industrialmente”.

Revegetación seminatural (Urbino, 2011). “Es el proceso por el cual se produce el crecimiento de forma espontánea de arbustos y/o hierbas, lo cual se produce a partir de un sustrato que conserve parte de su potencial biológico”, como lo puede ser el horizonte “A” de un suelo conservado (Capa Vegetal). En esta juega un papel importantísimo el manejo y reutilización de las interacciones biológicas contenidas en el sustrato natural (horizonte “A” y estera radical de los suelos) o sustrato creado al efecto, lo cual acarrea toda una serie de cuidados y precisiones para no perturbar significativamente la potencialidad biológica de dicho sustrato, como lo es: el contenido de materia orgánica y nutrientes naturales o añadidos; su estructura; el contenido de diseminulos de la vegetación; como semillas, rizomas, partes de raíces y tallos con yemas germinativas, hongos micorrizógenos, bacterias propias del suelo, mesofauna edáfica y otros componentes biológicos.

Riesgo. Es la coexistencia en un lugar y tiempo determinado de una (s) amenaza (s) y una (s) vulnerabilidad (es), que interdependiente una de la otra y manejadas inadecuadamente pueden provocar daños y pérdidas.

Riqueza de especies. Es el número de diferentes especies presentes en un área y en un período de tiempo determinado.

Servicios ambientales. Son aquellos servicios que son prestados por personas naturales y empresas para el mejoramiento de la calidad ambiental. Dentro de estos servicios se encuentran el manejo de residuos, de aguas residuales, el control de la contaminación del aire y auditiva, la potabilización del agua, los estudios de Impacto Ambiental, entre otros.

Servicios ecológicos. Son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que hacen parte de ellos sostienen y satisfacen los requerimientos de la vida humana, mantienen la biodiversidad y la producción de los bienes ecológicos. Dentro de estos se encuentran la formación de los suelos, el ciclaje de nutrientes, la producción primaria, el secuestro de carbono, entre otros.

Sistema de referencia. Representa un punto avanzado de desarrollo al que se quiere conducir al sistema disturbado. Su elección y análisis se requiere cuando se quiere rehabilitar o restaurar un área, más no cuando se quiere recuperar atributos perdidos o alterados.

Sucesión. Es el proceso a través del cual se reemplazan las especies y las comunidades a través del tiempo y en el espacio.

Sucesión primaria. Es el procesos de reemplazo de especies y comunidades en un área que no cuenta con un legado genético previo, es decir, no presenta un banco de semillas, por lo que el éxito de la sucesión dependerá de la oferta de propágulos que puedan arribar desde las áreas adyacentes, así como de las condiciones microclimáticas y características del sustrato.

Sucesión secundaria. Es el procesos de reemplazo de especies y comunidades en áreas que se caracterizan por presentar un banco de semillas (legado genético), que unido a nutrientes del suelo y a los propágulos que arriban desde áreas adyacentes permiten u restablecimiento mucho más rápido.

Tensión. Es el estímulo que tiene la capacidad de desviar la trayectoria de un ecosistema. Por ejemplo, en un área degradada por la actividad agropecuaria, una de las tensiones es el pisoteo de la vaca (estímulo), el cual genera la compactación del suelo reduciendo así su porosidad y con ello la capacidad de infiltración de agua y por ello aumentan las condiciones de sequía edáfica, lo que puede conducir al establecimiento de un ecosistema adaptado a la sequía. En este caso el factor tensionante es la vaca, mientras que la tensión es el pisoteo.

Tiempo ecológico (TE) (Urbino, 2011). “Este va desde el Cierre Inicial de Exploración, pasa por los Cierres Progresivos de la etapa de Extracción del Mineral y llega hasta el final del Postcierre Minero. Este tiempo coincide con el tiempo que deben incidir los mecanismos de supervisión, control e inspección de las entidades auditoras de la Gestión Ambiental, tanto al interior de la entidad productiva como de entidades reguladoras del nivel estatal.

Tiempo minero (TM) (Urbino, 2011). “Este se inicia con el Cierre Inicial de Exploración pasa por los Cierres Progresivos de la etapa de Extracción del Mineral y llega hasta el Cierre Final de la Extracción del Mineral. Este tiempo es menor que el Tiempo Ecológico y coincide con el tiempo de la responsabilidad ambiental de las entidades mineras en cada yacimiento”.

Variable ambiental, elemento del medio ambiente susceptible de ser medido o evaluado por diferentes métodos cualitativos o cuantitativos (Ley 81).

Vegetación. Es el conjunto de vegetales que viven en un lugar y le imprimen un aspecto particular, a causa de la fisonomía de las plantas presentes, sus proporciones, su disposición en el espacio y sus relaciones.

Vulnerabilidad. Es la condición propia de un sistema para ser afectado por la materialización de una amenaza y por la incapacidad local para recuperarse de sus efectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE LA INFORMACIÓN.

- Acevedo (1986): Influencia del Cuaternario en el desarrollo del relieve de Cuba occidental: su regionalización. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias geográficas. Facultad de Geografía. Instituto Superior Pedagógico Enrique J. Varona. La Habana: 197 pp.
- Arranz, J. (2003). Consideraciones generales sobre la Evaluación de Impacto Ambiental en actividades mineras. España.
- Baisre, J. y A. Cárdenas (1984): Aproximación a una definición del proceso de ferritización en los suelos cubanos. *Rev. Ciencias de la Agricultura* (20): 53 – 57.
- Barkley, W. D. 1975. Thoughts on Planning Interpretative Centers. Artículo presentado en reunión de la AIN.
- Barranco, G.; L. R. Díaz (1989): Mapa de Regionalización Climática y Tipos de Climas a escala 1: 10 000000. Nuevo Atlas Nacional de Cuba: VI.1.2.
- Barrera, J. I., Contreras, S. M., Garzón, N. V. y Moreno, A. C. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas disturbados del Distrito Capital. Bogotá, Colombia. ISBN 978-958-716-382-7.
- BIOECO, 2001. Manual del curso Principales métodos de muestreo para aves, reptiles, anfibios, artrópodos, moluscos y plantas.
- Bisse, J., Gutiérrez, J. y A. Álvarez (1981). Algunas observaciones sobre la flora y vegetación de La Melva, Moa. *Revista Jardín Botánico Nacional*. 2(2):85-114.
- Borhidi, A. 1987. The mains vegetation units of Cuba. *Acta Botánica Academiae Scientiarum Hungaricae* 33(3-4): 151-187.
- _____. 1988. El efecto ecológico de la roca serpentina a la flora y la vegetación de Cuba. *Acta Botánica Academiae Scientiarum Hungaricae* 34(1-2): 123-174.
- _____. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akadémiai Kiado, Budapest. 857.
- Brooks, 1987. Serpentine and its Vegetation. To Multidisciplinary Approach. Book.
- Buguelsky, Y. Y; F. Formell (1973): Regularidades hidroquímicas de la formación y desarrollo de las cortezas de intemperismo lateríticas de Cuba [en ruso]. *Kora Vivetrvanie* (12): 199 – 217.
- Capote R. y Berazaín, R (1984). Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional*. Vol. V, No. 2., V.

- _____, Ricardo N., García, E., Vilamajó y Urbino, J. 1989. Mapa de vegetación actual de Cuba. Escala 1: 1 000 000. *In*: Nuevo Atlas Nacional de Cuba.
- Cejas, F. 2007. Diversidad vegetal, impactos y amenazas en la altiplanicie del Toldo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, La Habana, Cuba.
- CEPRONIQUEL, 2006. Cierre de Mina Martí. Informe Técnico.
- _____, 2011. Cierre temporal de Mina Pinares. Informe Técnico.
- CESIGMA S. A. 1995. Informe de Línea Base Ambiental de la región del norte de Moa, para la compañía Malecon S. A.
- _____. 1999. Informe de Línea Base Ambiental de la Sierra de Nipe y sus alrededores. Pinares S.A.
- CITMA, Holguín (1989). I Taller de Recultivación de áreas minadas. Estación para la Conservación y Desarrollo de la Montaña. Informe de Investigación.
- Daget Ph. y Poissonet J., 1969. Analyse phycologique des prairies. Application Agronomiques. Document du C.E.P.E. Montpellier, num. 48.
- Environment Australia (1991), Mine Rehabilitation Handbook de Australia.
- Fernández, A. 2005. Métodos de muestreos para investigaciones de la fauna. Informe de Investigación, CISAT.
- Fernández, S. 2015. Gestión Ambiental de la cuenca hidrográfica del municipio de Holguín. Tesis en opción al grado científico de doctor en Gestión Ambiental. INSTED.
- Formel, F. 1989a. Constitución geológica. *In*: Nuevo Atlas nacional de Cuba, sección II- I. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. pp. 2-3.
- _____. 1989b. Zonación estructuro-formacional. *In*: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, sección II- I. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. pp. 2-3.
- Gagua, G., S. Zarembo y A. Izquierdo. 1989. Precipitación anual: 1931-1972. *In*: Nuevo Atlas de Cuba, sección VI-3. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. pp. 1.
- García, A. E., Bruzón N., Campos M., Olivera J., Miravet B., Jaimez E., Spencer D., Orta R., Castillo L., Téllez R., Garrote P. y Carballosa A. (2011). "Principales problemas que

confronta el proceso de rehabilitación de áreas impactadas por la minería del níquel en Cuba”. IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra.

- Gentry A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: Phylogeographical connections between central and South America. Pleistocene climatic fluctuations or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical garden* 69(30): 557-593.
- _____. 1985. Phylogeographic patterns of uplands and lowlands Panamian plants. *In: W. G. D'Arcy y M. Correa (eds.) La botánica e historia natural de Panamá. Missouri Botanical Garden, San Louis. pp. 147-160.*
- _____. 1985. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de Amazonia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 16: 101-116.
- Godron M. 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Tesis doct. Univ. des Science et des Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Guarch, J. 2014. Los aborígenes cubanos. Editorial Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.
- Guardado (inédito). Conferencia sobre Ordenamiento Minero Ambiental.
- Hamrick, J. L. 1982. Plant population genetics and evolution. *American Journal of Botany* 69 (10): 1685-1693.
- Hernández, P. L., J. Guarch y Sotolongo O. 2014. Cuba, Pasaje a la naturaleza. Holguín. Editorial Científico – Técnica, La Habana.
- Herrera, R., L. Menéndez y E. García. (1989). Funcionamiento de un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario. Pinar del Río, Cuba. Libro, UNESCO.
- Hodgson, J. M. (1985). Soil Survey Field Handbook. Soil Survey Technical Monograph, N° 5. Harpenden-Bartolomeau Press, Dorking.
- Hortensia Pichardo, (1985). “Capitulaciones de la Santa Fe”. Relación del primer viaje de Cristóbal Colón. Editorial de Ciencias Sociales, Ciudad de la Habana.
- Howard, R. A. 1973. The vegetation of the Antilles. *In: A. Graham (ed). Vegetation and vegetational history of northern Latin America. Elsevier Scientific Publication, Amsterdam.*
- Informe de Recultivación Minera 1989. Taller sobre estado actual de las labores de recultivación. ECODEM, Pinares de Mayarí, Cuba.
- Informe de Rehabilitación Minera en Mina Falcando, República Dominicana (1998).

- Instituto de Geografía Tropical e Instituto de Geodesia y Cartografía (1989). In: Nuevo Atlas Nacional de Cuba.
- Instituto de Suelos (1971): Mapa Genético de los Suelos de Cuba, a escala 1: 250 000 (reducción del 1: 100 000). Editado por Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía: 19 hojas.
- _____ (1973): Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 315 pp.
- _____ (1980): Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Editorial Academia: 28 pp.
- _____ (1999): Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR. La Habana: 64 pp.
- Iturralde, M. A. 1982. Aspectos geológicos de la biogeografía. Ciencias, Tierra Espacio 5:85 – 100.
- _____. (1990): Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba. Geotectonics. Moscú, (4): 63 – 76.
- _____. (1996): Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. Project 364. Caribbean Ophiolites and Volcanic Arcs. Special Contribution. No 1, USA.
- _____. 2005. La Paleogeografía del caribe y sus implicaciones para la biogeografía histórica. Revista de Jardín Botánico Nacional 25-26: 49-78, 2004-2005.
- Jaimez, E. y F. Ortega (2009): Diferenciación paleoclimática del cuaternario de algunos sectores de Cuba occidental y oriental según relictos edáficos. Implicaciones para la desertificación en la provincia de Pinar del Río. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias geográficas. Editorial Universitaria. La Habana: 140 pp.
- Janze, D. H. 1983. Insect. Introducción. In: D. H. Janzen (ed) Costa Rica natural history, The Chicago.
- Jaques, E. & Clement, S. D. 1991, Reprinted 1995, Executive Leadership, Blackwell Publishers, ISBN 0-631-19313-8.
- Jeanmonod, D. 1984. La speciation: aspects divers, modele recents. Candollea 39(1): 151-194.
- Kellogg, C. E. (1961). Soil interpretation in the Soil survey. U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington, D. C.

- Lapinel, B. (1989). Temperatura media anual del aire. Mapa escala 1: 2 000 000. *In*: Nuevo Atlas Nacional de Cuba.
- Liogier, A. H. H. 1978. Flora de la Española, vol. 3. Análisis y origen probable. Academia de Ciencias de la República Dominicana, Santo Domingo. 46 pp.
- Lon G., y Col. 1972. Contribution de la Phyto-ecologie au diagnostic des conditions hydriques du soil. Bull. Techn. D'inf. Min. Agric., Paris, num. 271/272, pags. 749-802
- López, A., M. Rodríguez y A. Cárdenas 1989. El endemismo vegetal en Moa – Toa – Baracoa (Cuba Oriental). *Fontqueria* 37: 40 – 79.
- _____, E. Pouyú y L. Catasús. 1989. El endemismo de la familia Poaceae. *Acta Botánica Cubana* 82: 1-11.
- _____, 2005- Nueva perspectiva para la regionalización fitogeográfica de Cuba: definición de los sectores.
- MacArthur, R. y E. O. Wilson.1975. The theory of island biogeography. *In*: R. H. Wittaker y S. A. Levin (eds) *Niche Theory and Application*. Doven Hutchinson et Ross, pp. 323-327.
- Malecon S. A. (1995). Informe de Estudio de Impacto Ambiental. CESIGMA S. A.
- Marrero, A., J. M. Pérez, E. Suarez y C. Vega. 1989. Suelos. *In*: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, sección IX-I. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana. pp. 2-3.
- Matteucci, S. D. y A. Colma, A. 1982. Métodos de estudio de vegetación. OEA.
- Matos, J., 2003. El ABC de la Restauración Ecológica.
- MINAGRI, 1987. Suelos de la provincia de Holguín.
- Muir-Smith, J. 1997. Planificación de un programa de formación de conciencia ambiental en la fuerza laboral. La mejor práctica de gestión ambiental en la minería. Environment Australia. ISBN 0 644 39580 3 de la serie 0 642 19418 1.
- Oficina Regional de la FAO para América Latina. 1992. Manual para la Interpretación Ambiental en Áreas Silvestres Protegidas. ORFAL.
- Oosting, H. J. 1956. The study of plant communities: an introduction to plant ecology, segunda edición, W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Órgano de Montaña, 2004. Mapa de Suelo.

- Pérez, G., e Hidalgo, A. 2016. Regionalización Climática de la provincia de Holguín. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 22, No 1, ene-jun pp. 34 – 46.
- Perfit, M. R. y E. E. Williams. 1989. Geological constraints and biological retrodiction in the evolution of Caribbean Sea and its islands. In: C. A. Woods, (ed) *Biogeography of West Indies*. Sandhill Crane Press. Pp. 47 – 102.
- Peters, T. J. & Waterman, R. H. 1982, *In search of excellence*, Harper and Row, ISBN 0-06-015042-4.
- Pinares S. A. (1999). Informe de Línea Base Ambiental de Sierra de Nipe. CESIGMA S. A.
- Raven, P. H., R. I. Evert y S. E. Eichorn. 1992. *Biología de las plantas*. Reverté, Barcelona. 773 pp.
- Rego J, S., 1989. Campo de presión y vientos en enero y julio. Mapa escala 1: 2 000 000. *In: Nuevo Atlas Nacional de Cuba*.
- Resolución No. 77/99 (1999). “Reglamento del proceso de evaluación de Impacto Ambiental”. Ministerio de Ciencia, tecnología y Medio Ambiente de Cuba.
- Reyes et al. 2005. Inventario Rápido de Biodiversidad.
- Ricardo, N., Herrera, P., Cejas, F., Bastard, J. A. y Regalado, T. (2009). Tipos y características de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Acta Botánica*, No. 203.
- Rodríguez, M., Mercado, O. y Martínez, M. 1987. Actividad biológica y degradación del suelo en algunas áreas de la zona minera de Moa. *Revista del jardín Botánico Nacional*. Vol. VIII, No. 3,
- Samek, V., 1973a. Pinares de la Sierra de Nipe. Estudio Sinicológico. Academia de Ciencias de Cuba, serie forestal 14: 1 – 59.
- _____ 1973b. Regiones Fitogeográficas de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, serie forestal 15: 1 – 63.
- _____ y J. J. Duek. 1967. Nombres topográfico derivados de árboles y formaciones vegetales en la provincia de pinar del Río. Academia de Ciencias de Cuba, serie Pinar del Río 4: 1 – 11.
- _____ A. López y E. del Risco. 1969. Observaciones sobre la repoblación forestal de pinos en la región de las Cañas (Macurije), Pinar del Río. Academia de Ciencias de Cuba, serie forestal 5: 1 - 16.

- Storie, R. E. (1970). Manual de evaluación de suelos. Unión Tipográfica. Editorial Hispano Americana, México.
- Suelos de la provincia de Holguín, 1985. Según el mapa escala 1:50 000. Dirección General de Suelos y fertilizantes, MINAGRI. Editorial Científico-Técnica.
- Swalestski, E. (1973): Características ingeniero-geológicas de las serpentinitas de Cuba. Rev. Voluntad Hidráulica, (25): 27 – 3.
- Tabio, E. 1988. Introducción a la Arqueología de las Antillas. Editorial de Ciencias Sociales, Cuba.
- Tilden, F. 1957. Interpreting Our Heritage. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- Torres, Y y Rodríguez, M. 2002. Propuesta de Metodología para la Rehabilitación Ecológica Integral (REI) de áreas afectadas por la minería. Instituto de Ecología y Sistemática. Proyecto 053, del Programa Ramal de Medio Ambiente, CITMA.
- UNESCO, 1970. Clasificación Internacional de la Vegetación.
- Urbino, J. y White, G. (1998). Normativas Ambientales para la Exploración Geológica en Pinares de Mayarí. Informe Técnico Pinares S. A.
- _____ Fernández, A y González, P. (2003) “Diagnóstico Biogeográfico la Rehabilitación Ecológica en áreas minadas de Moa”. INVERSIONES GAMMA S.A.
- _____ y Díaz, B. (2005). “Restablecimiento eficiente de la biodiversidad en áreas devastadas por la minería niquelífera”. Publicada en CD de la “V Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo”.
- _____ 2009. “Normativas Ambientales para la Rehabilitación Ecológica Minera”. Publicado en CD de la “VII Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo”.
- _____ 2011. Rehabilitación Ambiental Minera, un opción holística. En CD de la “IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra”, Cuba. ISBN 978-959-7117-30-8.
- _____ 2015. Modelo de Gestión Ambiental para la minería a cielo abierto de Cuba. VI Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Habana, Cuba. ISBN 2307 – 499X
- _____ 2015. Metodología para la Elaboración de Programas de Cultura Ambiental y Tecnológicas en empresas mineras. VI Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Habana, Cuba. ISBN 2307 – 499X

- _____ Fernández, A., Peña, C., Gutiérrez, P., Guarch, J., Hernández, D., Esnard, B., García, E. y Meriño R. 2016. Restauración Ambiental de la región de Playa Blanca, Holguín, Cuba. Publicado en Memorias del evento internacional “Trópico 2016”.
- _____, Antonio López, Logan Kistler, Jorge L. Delgado, Carlos Peña, Yanier Rodríguez, Enrique Reinaldo, Yudith Floirian y Madelyn Hidalgo. (2016). Análisis de los biomas boscosos en la región ofiolítica de Cuba nororiental. Relación con la Conectividad. Informe de Investigación, CISAT.
- Vales, M., Álvarez, A., Montes, L. y Ávila, A. 1998. Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba.
- Ward, S. 1997. Rehabilitación y Repoblación Forestal. La mejor práctica de gestión ambiental en la minería. Environment Australia. ISBN 0 644 39581 1 of series 0 642 19418 1.



Jacobo Urbino Rodríguez es Ingeniero Agrónomo y Master en Gestión Ambiental, a participado en 30 publicaciones entre las que se destacan el libro “Ecología de un bosque siempreverde mesófilo de la Sierra del Rosario”, así como cuatro publicaciones referidos a la flora y vegetación en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba y una en el Atlas de la provincia de Camagüey. Tiene presentado más de 100 trabajos entre investigaciones y servicios en la temática de ecológica y medioambiente. Ha realizado misiones de trabajo a Venezuela, Canadá y El Salvador. Trabajó en el Instituto de Botánica y en el Instituto de Ecología y Sistemática, ambos en La Habana. Posteriormente fue director por 6 años de la Estación de Investigaciones Integrales de la Montaña en Pinares de Mayarí, además fue Consultor Ambiental en la compañía minera Pinares S. A. y por último labora en el Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos de Holguín, todos en Cuba.



Bertha Días Martínez es Ingeniera en Minas y Master en Medioambiente y ha realizado más de 80 servicios en las temáticas de minas y medioambiente, así como ha presentado un total de 7 publicaciones y ha participado en 20 cursos de postgrado, todos vinculados con ambas temáticas. Actualmente trabaja en el Centro de Ingeniería y Proyectos del Níquel en Moa. En 1988 fue jefa del Departamento de Geología y Minas y entre 1996-1999 fue jefa del Departamento de Medio Ambiente, actualmente es Especialista “A” de dicho departamento.

Sergio Sigarreta Vilches es Licenciado en Geografía y Master en Gestión Ambiental y a presentado un total de x publicaciones destacándose.... Ha trabajado en más de x investigaciones y servicios en la temática medioambiental de Cuba. Actualmente labora en el Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos de Holguín donde fue Jefe del Departamento de Recursos Naturales durante 10 años. Trabajó durante un año como Consultor Ambiental en la compañía minera Pinares S. A. y actualmente es coordinador por la provincia de Holguín del Proyecto Nacional GEF, conocido con el nombre “conectando paisajes”.