

ventilación que garantiza las condiciones aeróbicas del proceso. El residual, usualmente proveniente de un sedimentador primario, se riega de forma controlada en la superficie del lecho, para que percole a través del mismo y se ponga en contacto con los microorganismos y el oxígeno. El efluente se trata en un sedimentador secundario y se caracteriza por una elevada calidad.

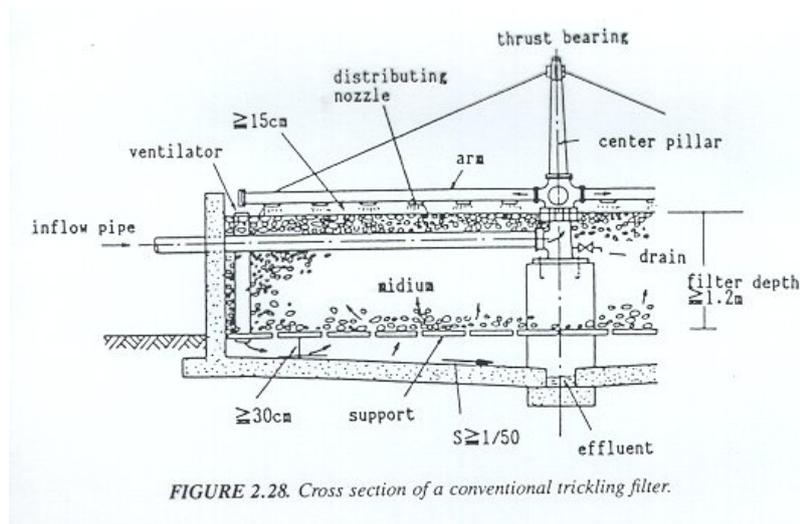


Figura 11. Sección transversal de un filtro percolador.

- **Lodos activados:** Consiste en el tratamiento del residual mediante un lodo biológicamente activo. Consta de un tanque de aireación que garantiza las condiciones aeróbicas para la oxidación biológica de la materia orgánica. La aireación puede ser superficial o mediante difusores sumergidos. El tanque de aireación se conecta a un sedimentador secundario para la separación de los sólidos suspendidos. Una parte de estos sólidos se recirculan al tanque de aireación para mantener una masa activa de microorganismos alta.

Las diferentes variantes de lodos activados son utilizadas frecuentemente en las plantas compactas, por tratarse de un tratamiento muy intensivo, en el que se logran altas eficiencias de remoción de la materia orgánica, con tiempos de residencia de hasta 6 horas. Su gran desventaja radica en los altos consumos energéticos del proceso y los costos de operación y mantenimiento.

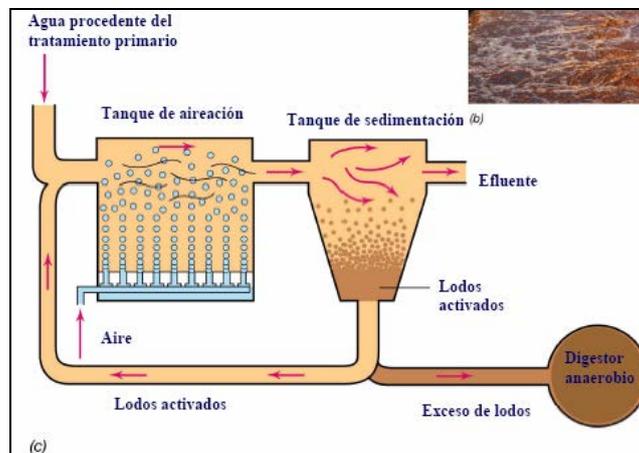


Figura 12. Esquema de un lodo activado.

- *Canales de oxidación:* Funcionan bajo el mismo principio de los lodos activados. Es un canal circular con un dispositivo de aireación para el tratamiento del residual. Igualmente consta de un sedimentador secundario para la sedimentación del material suspendido. Se utilizan con frecuencia en los sistemas compactos.
- *Humedal construido:* Se utiliza como sistema secundario o avanzado. Se compone de canales, zanjas o lechos de poca profundidad y fondos relativamente impermeables. El tratamiento se logra mediante procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar durante la circulación del residual a través de los tallos y raíces de la vegetación emergente.

Los humedales construidos son sistemas de depuración sencillos que no requieren de energía externa para funcionar. Se distinguen dos tipologías, de flujo subsuperficial o de flujo superficial. Los de flujo superficial se suelen utilizar en programas de restauración ambiental donde la depuración es un valor añadido. En este caso suelen recibir efluentes que ya han sido tratados intensamente en estaciones depuradoras y, por tanto, el sistema de humedales tiene como objetivo realizar un pulimento de la calidad del agua.

Los de flujo subsuperficial, en cambio, se suelen construir para tratar aguas simplemente pretratadas y constituyen, por tanto, la unidad de proceso clave en la instalación de depuración. Tienen como ventajas que evitan la proliferación de mosquitos y malos olores, así como el contacto directo de la población con el residual.

Los humedales de flujo subsuperficial están constituidos por balsas generalmente construidas por excavación, rellenas de un medio granular con suficiente conductividad hidráulica (grava) y plantadas con vegetales característicos de las zonas húmedas. El agua circula a nivel subterráneo en contacto con el medio granular y las raíces y rizomas de los vegetales. La eliminación de los contaminantes sucede gracias a una sinergia de procesos físicos, químicos y bioquímicos, aunque los principales son los bioquímicos asociados a la biopelícula que crece adherida al medio granular y a las partes subterráneas de las plantas.

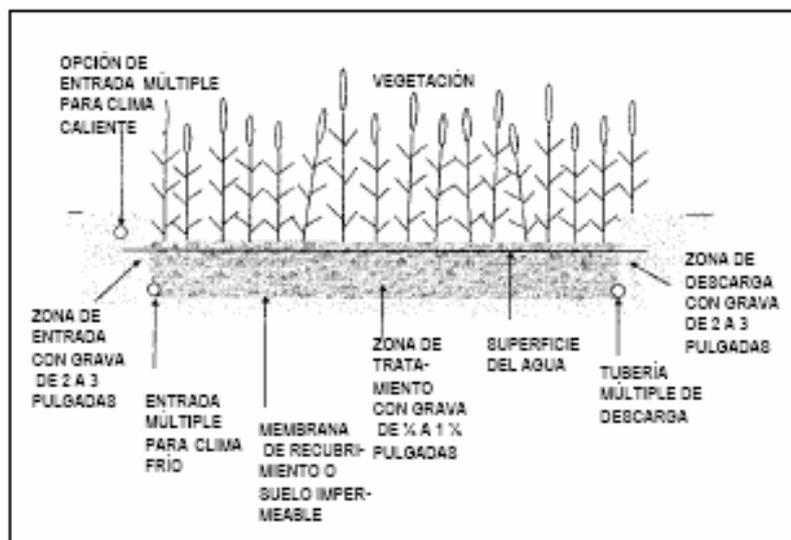


Figura 13. Esquema de un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal. Tomado EPA 2000.

El principal papel de los vegetales en estos sistemas es el de crear alrededor de sus partes subterráneas un ambiente adecuado para que crezcan y se desarrollen comunidades microbianas que después van a degradar o transformar los contaminantes.

- *Infiltración sub-superficial en zanjas o campos de infiltración: Es una combinación de tratamiento secundario y disposición final de residuales tratados. Consiste en trincheras poco profundas, diseñadas de acuerdo a la capacidad de absorción del terreno, rellenas de un medio poroso como gravas, a través de la cual se distribuye el residual, permitiendo su infiltración a las diferentes capas del terreno.*
- *Pozo absorbente: Se utiliza para la disposición de efluentes tratados. Son pozos abiertos en el terreno de un diámetro entre 1.20 y 1.90 m, cuyas paredes se revisten de piedras o ladrillos, colocados y fijados de forma tal que permita la existencia de espacios para la infiltración y el tratamiento en el suelo del residual.*
- *Pozos de infiltración: Consisten en pozos normalmente cilíndricos de profundidad variable y diámetro entre 30-60 cm, que pueden estar rellenos o no de material y permiten infiltrar el residual directamente al suelo en espacios reducidos. Esta técnica tiene la ventaja de poder ser aplicada en zonas en las cuales el estrato superior de suelo es poco permeable, pero que presentan capacidades importantes de infiltración en las capas profundas del suelo.*

El funcionamiento hidráulico de estas obras puede resumirse en tres etapas, la primera es el ingreso del residual al pozo de infiltración. Una vez que ingresa al pozo, se almacena temporalmente, dependiendo de las características del flujo y del suelo, para posteriormente ser evacuado mediante infiltración.

Es posible combinar los pozos de infiltración con otras alternativas, tales como estanques de retención, zanjas de infiltración y estanques de infiltración, lo que permite obtener la capacidad de almacenamiento suficiente y aumentar la infiltración. Desde el punto de vista de la forma en que evacúan el residual, se denomina pozo de infiltración cuando el mismo sale del pozo a través de estratos no saturados del suelo, es decir cuando la superficie del agua subterránea se ubica bajo la base del pozo, de manera que los residuales se filtran en el suelo antes de llegar al nivel del agua subterránea. Si el nivel de agua subterránea se ubica sobre el nivel del fondo del pozo, de manera que la evacuación del mismo se realiza directamente al agua subterránea, se denomina pozo de inyección.

Una desventaja es que pueden presentar problemas de colmatación al retener las partículas finas presentes en el residual, para lo cual se requiere de mantenimiento durante la vida útil. Otra desventaja es el riesgo de contaminación del acuífero, Cuando exista riesgo de contaminación, no son aconsejables los pozos de inyección, ya que drenan directamente y no existe una capa de suelo que ayude a reducir la contaminación.

- *Lecho de secado: Es un método de deshidratación de los lodos producidos en los sistemas de tratamiento de residuales. Consiste en extender el lodo en capas en un área determinada, favoreciendo la evaporación y el drenaje del agua y por tanto el secado de la fracción sólida.*

- *Emisario submarino: Es un conducto utilizado para la disposición final de aguas residuales en el medio marino a altas profundidades, generalmente superiores a los 20 m. Consta de un sistema de difusión diseñado para minimizar los impactos ambientales negativos, mediante una alta dilución inicial, la dispersión horizontal de los contaminantes y el decaimiento bacteriano.*
- *Tratamientos de lodos: Como resultado del tratamiento de los residuales líquidos se generan lodos que requieren de un correcto tratamiento y disposición final existiendo diferentes métodos como son el espesamiento, la estabilización, el acondicionamiento y la deshidratación.*

El espesamiento tiene como objetivo el incrementar la concentración de sólidos, eliminando una parte del líquido. La estabilización se realiza con el objetivo de reducir la presencia de patógenos, degradar una parte de la materia orgánica presente en el lodo eliminando o reduciendo su potencial de putrefacción y los malos olores. El proceso de estabilización más utilizado es la digestión anaeróbica, consistente en reactores donde el lodo permanece un tiempo de retención determinado, usualmente alto, para permitir la digestión anaeróbica del material orgánico biodegradable presente.

El acondicionamiento consiste en el uso de productos químicos para reducir la humedad, mientras que la deshidratación se logra mediante la evaporación, el drenaje natural o el uso de operaciones físicas.

11.3 Regulaciones asociadas y control de su cumplimiento.

La Ley 81/97 "Del Medio Ambiente", establece en su artículo 92 la obligación de todas las personas de proteger y conservar los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima los diversos usos de estos ecosistemas. En el artículo 93 establece la obligatoriedad de un tratamiento adecuado de los residuales, previo a su vertimiento a cualquier cuerpo de agua. En el artículo 95 plantea que las aguas residuales de la actividad económica y social, antes de ser vertidas al medio ambiente, tienen que recibir el tratamiento correspondiente para que no contaminen los embalses y cuerpos de aguas terrestres y marítimas.

La Ley define, en su artículo 97, al INRH como el Organismo Rector de las aguas terrestres y en el caso de los cuerpos marinos, en el artículo 104 de la Ley, se establece que toda disposición de residuales al medio marino requerirá de la previa autorización del CITMA.

El Decreto Ley 138/93 "De las Aguas Terrestres", establece los principios básicos con relación a la protección de las aguas terrestres, tanto superficiales como subterráneas y regula, entre otros aspectos, el aprovechamiento, la explotación, la conservación, el saneamiento y el uso racional de este recurso natural. Con estos objetivos establece:

- *Artículo 4: El deber de usar racionalmente las aguas terrestres y con este objetivo organizar, asegurar y controlar el uso eficiente del agua, incluida la supresión y eliminación de pérdidas por filtraciones y saladeros.*
- *Artículo 16: La prohibición, sin la autorización del INRH, de efectuar vertimientos directos o indirectos que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, o de degradación de su entorno y acumular basuras, escombros o sustancias de cualquier naturaleza que puedan*

contaminar las aguas terrestres o degradar su entorno, con independencia del lugar en que se depositen.

- *Artículo 17: La obligación, del que producto de sus actividades genere sustancias residuales que puedan dañar la calidad de las aguas terrestres, de controlar y garantizar el funcionamiento de las obras e instalaciones destinadas al tratamiento y a la disposición final de dichas sustancias, según las normas establecidas.*
- *Artículo 19: La obligación de contar con una autorización previa y expresa del INRH, para cualquier sistema de disposición final de residuales líquidos.*

El vertimiento de residuales a las aguas marinas está regulado por el Decreto Ley 212/2000 "Gestión de la Zona Costera", el cual establece en sus artículos 16 y 18.1 la prohibición de efectuar la disposición final de desechos sólidos y líquidos provenientes de cualquier actividad, cuando no cumplan con las normas de vertimiento establecidas, tanto en la zona costera como en la zona de protección costera.

Estos dos Decretos Leyes se complementan con las Normas Cubanas 27:1999 "Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. Especificaciones" y la 521:2007 "Vertimiento de Aguas Residuales a la Zona Costera y a las Aguas Marinas. Especificaciones".

El incumplimiento de lo que establece el Decreto Ley 138/93 es sancionado mediante el Sistema Contravencional que aplican los inspectores estatales del INRH.

En el caso de que se viertan desechos de cualquier naturaleza en la zona costera y su zona de protección, se podrá aplicar el Decreto Ley 200/99 (artículo 9 inciso h) el cual prevé multas de 200 y 2250 pesos, además de las restantes medidas previstas en el mismo. De igual forma se podrá aplicar este Decreto Ley a otras violaciones relacionadas con la contaminación de las aguas, en especial en relación con la protección de las aguas terrestres, en los casos en que se haya impuesto previamente alguna medida durante una Inspección Estatal Ambiental o el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y esta medida no sea cumplida. En estos casos las multas previstas son de 200 y 2250 pesos para el primer caso (artículo 6 inciso b) y 200 y 5000 para el segundo (artículo 5 inciso d).

Norma Cubana 27:1999 (Vertimiento de aguas residuales al alcantarillado y a las aguas terrestres).

Esta norma prohíbe el vertimiento directo a la red de alcantarillado de combustibles y grasas, así como sustancias sólidas o viscosas que puedan obstruir la red y establece los límites máximos permisibles de los parámetros de los residuales para verter al alcantarillado.

Si en lugar de verter al alcantarillado se va a verter de forma directa a algún cuerpo de agua, entonces la norma clasifica a estos cuerpos en tres categorías (A, B, C), en función del uso del agua o del interés ecológico del cuerpo receptor, estableciendo, de acuerdo con la categoría, los límites máximos permisibles para cada parámetro.

Norma Cubana 521:2007 (Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y a los cuerpos receptores marinos).

La norma clasifica los cuerpos de aguas en 6 categorías, de la A a la F, de acuerdo con los usos y el interés ecológico de los mismos, estableciendo entonces, en función de esta clasificación, los límites máximos permisibles para cada parámetro normado.

La norma no permite el vertimiento de aguas residuales crudas o tratadas, en áreas de baño o en pozos, cuevas, sumideros y otros que conlleven riesgos de contaminación en los lugares de baño.

La Clasificación de los Cuerpos Receptores Marinos de Cuba fue realizada por el CICA y la misma se encuentra disponible en formato digital (salida digital de la clasificación de estos cuerpos, protegida en el CENDA bajo depósito legal 2287-2005 y puesta en vigor por la Resolución 83/2005 del CICA) por lo que no existen limitaciones para aplicar las restricciones en los parámetros de vertimiento que la norma establece.

Norma Cubana 24:1999.

Esta norma, "Eliminación de contaminantes en Talleres Galvánicos. Parámetros de Vertimiento" establece acciones internas dentro de los talleres y define los parámetros que se autorizan a verter, así como la disposición de los desechos sólidos.

11.4 Aspectos a controlar en los sistemas de tratamiento de residuales, durante las inspecciones.

Aspectos generales:

- *Estado constructivo y de mantenimiento del sistema y de sus órganos de entrada y salida. Accesibilidad al mismo.*
- *Entrada y salida de residuales del sistema.*
- *Estado de la conductora de residuales. Detección de posibles obstrucciones o filtraciones. Estado de los registros.*
- *Funcionamiento de acuerdo a diseño. Carga de entrada. Eficiencia real y de diseño. Disposición final del residual.*
- *Existencia de caracterización de los residuales y de los efluentes del sistema. Monitoreo sistemático. Existencia de un Registro donde se asienten estos resultados e incidencias de importancia reseñable.*
- *Cumplimiento de las normas de vertimiento.*
- *Procedimientos de operación y mantenimiento. Frecuencia de las limpiezas, extracción de lodos, estado de las áreas que rodean al sistema y sus condiciones ambientales.*
- *Existencia de personal designado para la operación y mantenimiento del sistema. Capacitación del mismo.*
- *Existencia, en los casos sobre todo de plantas de tratamiento, del correspondiente manual de operación.*
- *Limitación de acceso de personal ajeno y de animales.*

- *Control de la presencia de mosquitos, moscas u otros vectores.*

Trampas de grasas y separadores de hidrocarburos:

- *Problemas de obstrucciones y desbordamientos.*
- *Existencia de costras o grasas en exceso, en la superficie o en los órganos de salida.*
- *Salida de aceites, grasas e hidrocarburos con el efluente.*
- *Frecuencia de las limpiezas.*
- *Limpieza y estado de los registros de entrada y salida.*
- *Disposición de los desechos generados por las limpiezas.*

Cámaras de rejas:

- *Acumulación de sólidos, obstrucciones.*
- *Desperfectos. Falta o roturas de las barras de las rejas.*
- *Acumulación de sedimentos en los canales de entrada o salida.*
- *Frecuencia de las limpiezas.*
- *Disposición final de los desechos.*

Desarenadores:

- *Eficiencia insuficiente en cuanto a remoción de arenas.*
- *Acumulación excesiva de sólidos en el canal.*
- *Frecuencia de las limpiezas.*
- *Disposición final de los desechos.*

Tanques sépticos y fosas:

- *Obstrucciones y desbordamiento.*
- *Entrada de pluviales.*
- *Presencia de otros desechos y basuras en su interior.*
- *Existencia de filtraciones (en el caso del tanque séptico).*
- *En el caso de los tanques sépticos, el control de la necesidad de limpieza a partir del espesor de la nata y de los sólidos acumulados en el fondo.*
- *Estado y limpieza de los registros.*

- *Acceso y estado ambiental de sus áreas aledañas.*
- *Frecuencia de las limpiezas.*

Sistemas de infiltración:

- *Fenómenos de anegamiento, obstrucciones o desbordamiento.*

Sedimentadores:

- *Presencia de sólidos flotantes.*
- *Altos niveles de sólidos suspendidos en el efluente.*
- *Acumulación excesiva de espuma o producción de gas.*
- *Existencia de cortos circuitos.*
- *Malos olores. Manifestaciones de procesos sépticos.*
- *Estado físico del órgano.*

Lodos Activados y Canales de Oxidación:

- *Obstrucción en los difusores de aire.*
- *Presencia de organismos filamentosos. Abultamiento del lodo con dificultades para sedimentar..*
- *Estado físico del órgano. Funcionamiento de todas sus bombas, aereadores superficiales o sumergidos.*
- *Control en la recirculación y extracción de lodos.*
- *Excesiva formación de espuma. Posible presencia de aceites y grasas.*
- *Posible existencia de zonas muertas.*
- *Presencia de malos olores.*

Filtros Percoladores:

- *Distribución no uniforme del afluente. Existencia de zonas encharcadas.*
- *Obstrucciones y colmatación.*
- *Crecimiento de vegetación.*
- *Presencia de malos olores.*
- *Obstrucción de los orificios del brazo giratorio.*

- *Estado físico del órgano.*

Lagunas de oxidación:

- *Estado higiénico sanitario de sus alrededores. Existencia de micro vertederos.*
- *Cercado y control de acceso de animales y personas no autorizadas.*
- *Estado de la conductora. Salideros, obstrucciones. Si no llega residuales a la laguna, probables causas.*
- *Estado constructivo, limpieza y tapas de los registros, órganos de entrada y salida.*
- *Estado de los taludes. Manifestación de procesos erosivos. Necesidad de rectificación. Mantenimiento y necesidad de chapea. Posibles filtraciones. Presencia de malezas y árboles.*
- *Estado del vaso: Presencia de vegetación acuática (emergente, sumergida o flotante), azolvamiento, presencia de objetos extraños. Presencia de vectores. Posibilidad de infiltración.*
- *Calidad de los efluentes: Caracterización y monitoreo sistemático. Eficiencia real y su comparación con la de diseño. Disposición final. Cumplimiento de las normas de vertimiento o las sanitarias en caso de re uso.*
- *Presencia de malos olores (lagunas facultativas y aeróbicas).*
- *Existencia de cortos circuitos.*
- *Ausencia de efluentes.*
- *Evaluación visual a partir de la apariencia de las lagunas:*
 1. *Lagunas anaeróbicas: deben tener una coloración de amarillenta a pardusca, pudiendo presentar natas y lodos en la superficie, con producción de gas. Un color rojizo, si no es debido a la presencia de un contaminante específico en la entrada, puede indicar que está trabajando por debajo de su carga de diseño, debido a la presencia de bacterias fotosintéticas oxidantes del sulfuro.*
 2. *Lagunas facultativas: deben tener una coloración verde. No deben tener nata o lodos flotantes. Un color rojizo, si no es debido a la presencia de un contaminante específico en la entrada, puede indicar que está trabajando por encima de su carga de diseño, debido a la presencia de bacterias fotosintéticas oxidantes del sulfuro. Por otra parte, las coloraciones verde azuladas denotan la presencia de algas verde azules (cianofíceas) que tienen efectos negativos por su menor productividad y la tendencia a la formación de agredados.*
 3. *Aeróbicas: Color verde brillante, sin natas ni sólidos en superficie.*

Digestores de lodos:

- *Lodos mal digeridos, con malos olores.*

- *Estado físico del digestor.*
- *Obstrucciones.*

Lechos de secado:

- *Distribución no uniforme del lodo. Anegamiento.*
- *Obstrucción y mal estado del sistema de drenaje.*
- *Crecimiento excesivo de vegetación.*
- *Estado físico de los lechos.*

CAPÍTULO XII

LA ACTIVIDAD REGULADORA AMBIENTAL Y LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS Y LA COBERTURA FORESTAL, ASÍ COMO EL CONTROL AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA.

12.1 Suelos.

12.1.1 Generalidades.

El suelo constituye la cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas.

Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo estos cambios se pueden ver acelerados por la acción del hombre. El cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños.

El conocimiento básico de la textura del suelo es importante para los ingenieros que construyen edificios, carreteras y otras estructuras sobre y bajo la superficie terrestre. Sin embargo, los agricultores se interesan en detalle por todas sus propiedades, porque el conocimiento de los componentes minerales y orgánicos, de la aireación y capacidad de retención del agua, así como de muchos otros aspectos de la estructura de los suelos, es necesario para la producción de buenas cosechas. Los requerimientos de suelo de las distintas plantas varían mucho, y no se puede generalizar sobre el terreno ideal para el crecimiento de todas las plantas. Muchas plantas, como la caña de azúcar, requieren suelos húmedos que estarían insuficientemente drenados para el trigo. Las características apropiadas para obtener con éxito determinadas cosechas no sólo son inherentes al propio suelo; algunas de ellas pueden ser creadas por un adecuado acondicionamiento del suelo.

Los componentes primarios del suelo son:

- *Los compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales.*
- *Los nutrientes solubles utilizados por las plantas.*
- *Distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta.*
- *Los gases y el agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.*

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las partículas inorgánicas tienen tamaños que varían entre el de los trozos distinguibles de piedra y grava hasta los de menos de 1/40.000 centímetros. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes. El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas.

La parte orgánica del suelo está formada por restos vegetales y restos animales, junto a cantidades variables de materia orgánica amorfa llamada humus. La fracción orgánica representa entre el 2 y el 5% del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba.

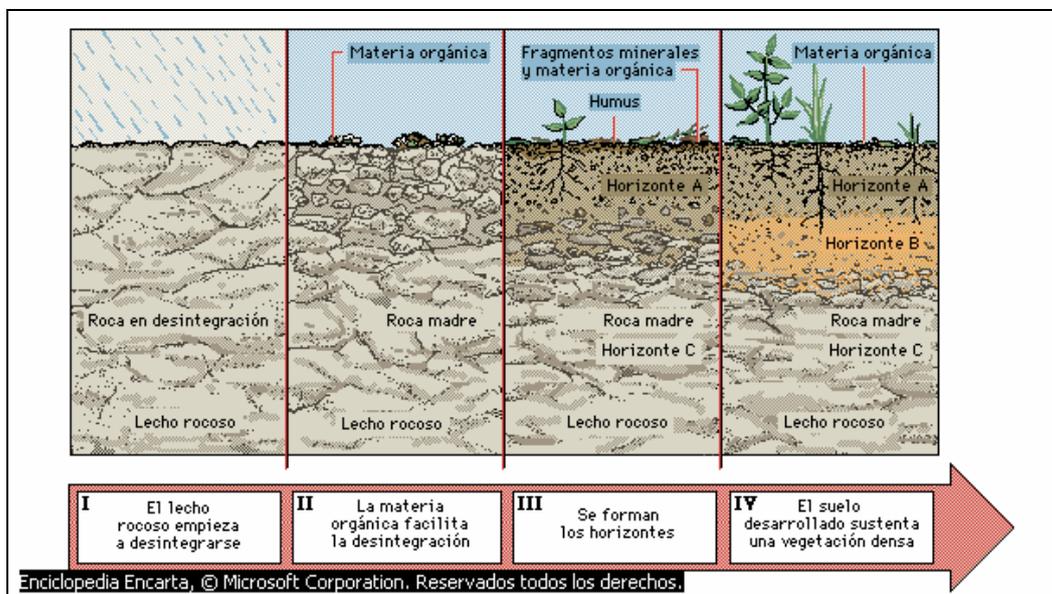


Fig. 1 Etapas de la formación del suelo (Tomado de la Enciclopedia Encarta 2005).

El componente líquido de los suelos, denominado *solución del suelo*, es sobre todo agua con varias sustancias minerales en disolución, cantidades grandes de oxígeno y dióxido de carbono disueltos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. Cuando la solución del suelo carece de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas, el suelo es estéril.

Los principales gases contenidos en el suelo son el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. El primero de estos gases es importante para el metabolismo de las plantas porque su presencia es necesaria para el crecimiento de varias bacterias y de otros organismos responsables de la descomposición de la materia orgánica. La presencia de oxígeno también es vital para el crecimiento de las plantas ya que su absorción por las raíces es necesaria para sus procesos metabólicos.

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que los forman. El color es uno de los

criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas. Casi todos los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado. Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como arena, limo y arcilla. Las partículas de arena tienen diámetros entre 2 y 0,05 mm, las de limo entre 0,05 y 0,002 mm, y las de arcilla son menores de 0,002 mm. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de limo apenas se ven sin la ayuda de un microscopio y parecen harina cuando se tocan. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

En función de las proporciones de arena, limo y arcilla, la textura de los suelos se clasifica en varios grupos definidos de manera arbitraria. Algunos son: la arcilla arenosa, la arcilla limosa, el limo arcilloso, el limo arcilloso arenoso, el fango arcilloso, el fango, el limo arenoso y la arena limosa. La textura de un suelo afecta en gran medida a su productividad. Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos que contienen una proporción mayor de partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas.

El suelo ha sido comparado con un laboratorio químico muy complicado, donde tienen lugar un gran número de reacciones que implican a casi todos los elementos químicos conocidos. Algunas reacciones se pueden considerar sencillas y se comprenden con facilidad, pero el resto son complejas y de difícil comprensión. En general los suelos se componen de silicatos con complejidades que varían desde la del sencillo óxido de silicio —cuarzo— hasta la de los silicatos de aluminio hidratados, muy complejos, encontrados en los suelos de arcilla. Los elementos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas incluyen el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el calcio, el hierro y el magnesio. Investigaciones recientes han mostrado que las plantas para crecer también necesitan cantidades pequeñas pero fundamentales de elementos como boro, cobre, manganeso y cinc.

Las plantas obtienen nutrientes de los coloides del suelo, partículas diminutas parecidas a la arcilla que se mezclan con el agua, aunque no se disuelven en ella. Se forman como producto de la meteorización física y química de minerales primarios. Consisten en cantidades variables de óxidos hidratados de hierro, aluminio y silicio y de minerales cristalinos secundarios como la caolinita y la montmorillonita.

Los coloides tienen algunas propiedades físicas marcadas que afectan fuertemente las características agrícolas de los distintos suelos. Los suelos de las regiones con precipitación escasa y poca agua subterránea están sometidos a lixiviación moderada y, por tanto, contienen gran cantidad de compuestos originales, como calcio, potasio y sodio. Los coloides de este tipo se expanden en gran medida cuando se mojan y tienden a dispersarse en el agua. Al secarse toman una consistencia gelatinosa y pueden, tras un secado adicional, formar masas impermeables al agua.

Donde el terreno está cubierto por bosques, los coloides inorgánicos y orgánicos penetran en la tierra transportados por el agua subterránea después de lluvias o inundaciones; forman una capa concentrada en la parte inferior del suelo y consolidan otras partículas de él para producir una masa densa y sólida.

Una de las características importantes de las partículas coloidales es su capacidad para participar en un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otro. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas. Cuando se añade a un suelo materia fertilizante como el potasio, una porción del elemento requerido entra en la solución del suelo de forma inmediata, y queda disponible, mientras que el resto participa en el intercambio de bases y permanece en el suelo incorporado a los coloides.

Uno de los ejemplos de intercambio de bases más simple y valioso para la agricultura es la reacción que se produce cuando la caliza (CaCO_3) se utiliza para neutralizar la acidez. La acidez del suelo, que puede definirse como la concentración de iones de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido.

Como se dijo, la cantidad de agua disponible en un suelo dado tiene un efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. La cantidad de agua retenida depende del tamaño y de la disposición de los poros en el terreno. En suelos gruesos y desagregados, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente.

Los suelos compuestos por partículas finas suelen tener una porosidad total superior, por tanto, retienen cantidades de agua mayores que los suelos de textura gruesa. El agua se mueve y queda retenida por un sistema de poros. Sólo están disponibles para las plantas dos tercios del agua almacenada después de que se haya drenado el exceso. Las partículas del suelo absorben el agua restante con fuerza suficiente como para impedir su uso por las plantas.

Las necesidades de agua de las plantas se satisfacen con el agua del suelo. El límite máximo de embalse depende de la capacidad del terreno, y el mínimo depende del porcentaje de secado permanente y también de la ocupación efectiva de las raíces de la cosecha. La capacidad del terreno es la cantidad de agua en un suelo dos o tres días después de una inundación completa de su perfil, expresada como peso seco del suelo. El coeficiente de marchitamiento se define como el valor de la humedad del suelo bajo el cual un vegetal se marchitaría y moriría, aún cuando se encuentre en una atmósfera húmeda. Se expresa como porcentaje de masa de suelo seco.

El término general utilizado para definir la mezcla compleja de materia orgánica del suelo es humus. No es una mezcla estable de sustancias químicas, es más bien una mezcla dinámica,

en constante cambio, que representa cada etapa de la descomposición de la materia orgánica muerta, desde la más simple a la más compleja. El proceso de descomposición está causado por la acción de un gran número de bacterias y hongos microscópicos. Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia viva, reduciéndola a formas más simples que las plantas pueden usar como alimento. Un ejemplo típico de acción de las bacterias es la formación de amoníaco a partir de proteínas animales y vegetales.

Unas bacterias oxidan el amoníaco para formar nitritos, y otras actúan sobre los nitritos para constituir nitratos, un tipo de compuesto del nitrógeno que puede ser utilizado por las plantas. Algunas bacterias son capaces de atraer, o extraer, nitrógeno del aire de forma que quede disponible en el suelo. Incluso partes no descompuestas del humus, o que sólo han experimentado descomposición parcial, contribuyen a la fertilidad del terreno dando al suelo una textura más ligera y porosa.

Bajo condiciones naturales, así como en zonas que no han sido nunca perturbadas por cultivos o por la deforestación, hay un equilibrio entre la cantidad de humus destruido por descomposición total y la materia añadida por la putrefacción de plantas y de cuerpos de animales. Donde se practica la agricultura o donde se altera el equilibrio de los procesos naturales, bien por los humanos, bien por accidentes naturales como el fuego, se pierde la estabilidad y se reduce el contenido orgánico del suelo hasta que se alcanza un nuevo equilibrio.

La degradación del suelo se define como la pérdida de calidad y cantidad de suelo. Ésta puede deberse a varios procesos: erosión, salinización, contaminación, drenaje, acidificación, laterización y pérdida de la estructura del suelo, o a una combinación de ellos. La degradación del suelo también está ligada a procesos desarrollados a mayor escala, como la desertización.

El proceso de degradación más importante es la pérdida de suelo por la acción del agua, el viento y los movimientos masivos o, más localmente, la acción de los vehículos, la maquinaria agrícola y el ganado; es decir por la acción de los procesos erosivos. Sus efectos son acumulativos y a largo plazo por lo que ofrecen abundantes motivos para la preocupación. La pérdida de las capas u horizontes superiores, que contienen materia orgánica y nutrientes, y el adelgazamiento de los perfiles del suelo reduce el rendimiento de las cosechas en suelos degradados. La deforestación es la causa principal de la pérdida de protección del suelo y actúa como un detonador del comienzo de los diferentes procesos erosivos.

La salinización es una concentración anormalmente elevada de sales, por ejemplo de sodio, en el suelo, debida a la evaporación. Se observa a menudo asociada a la irrigación y conduce a la muerte de las plantas y a la pérdida de estructura del suelo. La salinización tiene un origen geológico cuando el tipo de roca que sustenta al suelo posee un alto contenido de sales, las que por disolución se acumulan en la parte más profunda del suelo. En las zonas bajas, próximas al mar, se puede producir intrusión de las aguas salinas; mientras que por efecto del viento se acumulan en la superficie del suelo las partículas pulverizadas de sales provenientes del mar. También puede producirse otro tipo de salinización, la antrópica o secundaria, que puede evitarse combinando en el riego las aguas de poca calidad con otras de buena calidad y mediante la construcción de sistemas de drenaje.

La contaminación del suelo ocurre por los aportes de materias orgánicas o inorgánicas, que rompen el equilibrio normal entre el medio físico, químico y biológico, compatible con la

vida. Las causas principales de la contaminación de los suelos agrícolas son: el uso irracional de pesticidas agrícolas no biodegradables y de fertilizantes minerales, la aplicación de desechos industriales y urbanos con altos contenidos en metales pesados y microorganismos patógenos, el empleo de aguas de riego con altos contenidos de metales pesados, grasa, detergentes, combustibles, sales y microorganismos patógenos, y las lluvias ácidas. Entre los efectos derivados de la contaminación del suelo se encuentran la contaminación del manto freático por alteración de la composición de las aguas con metales pesados, nitratos, compuestos orgánicos y microorganismos patógenos, la contaminación de los productos agrícolas (frutas, vegetales, hierbas, carne, leche), la reducción de la actividad biológica del suelo, de los rendimientos de los cultivos y las enfermedades en plantas, animales y el hombre.

La acidificación es el proceso de remoción o pérdida de los elementos que forman el complejo catiónico del suelo, y puede tener origen natural o antrópico. Los suelos ácidos, por su naturaleza, tienen una estrecha relación con la roca o material de origen, la composición de sus arcillas, su baja capacidad de retención de las bases y con el alto régimen de precipitaciones; todo esto provoca la remoción de sus cationes hacia estratos inferiores y, en consecuencia, la saturación del complejo absorbente del suelo con iones hidrógeno, aluminio, hierro o manganeso, que le confieren un carácter ácido. El mal manejo de los suelos por el hombre, mediante la aplicación de tecnologías inapropiadas, el uso de fertilizantes minerales con carácter residual ácido, genera o intensifican este proceso.

Los efectos negativos que provocan acidez son:

- Insolubilización de nutrientes.*
- Toxicidad por la presencia de aluminio.*
- Disminución de la actividad biológica del suelo.*
- Carencia de elementos bases como el calcio, magnesio, potasio, entre otros.*
- Limitación del desarrollo y crecimiento normal de las plantas.*
- Limita la agro productividad de los suelos.*

La pérdida de materia orgánica debida a la erosión y a la oxidación degrada el suelo y, en especial, su valor como soporte para el cultivo. La pérdida de materia orgánica reduce también la estabilidad de los agregados del suelo que, que bajo el impacto de las precipitaciones, pueden dispersarse. Este proceso puede llevar a la formación de una corteza sobre el suelo que reduce la infiltración del agua e inhibe la germinación de las semillas.

La pérdida de estructura por parte del suelo puede deberse a la pérdida de materia orgánica, a la compactación producida por la maquinaria agrícola y el cultivo en estaciones húmedas, o a la dispersión de los materiales en el subsuelo.

La compactación de los suelos se manifiesta en la disminución de su porosidad (macro y micro poros), lo que reduce el intercambio de la parte sólida del suelo con el aire y el agua en él contenidos y con la atmósfera circundante. En consecuencia, se presentan condiciones de anaerobiosis tanto superficial como interna. Puede generarse de forma natural, cuando ocurre el proceso de lixiviación de las partículas más finas del suelo, de los óxidos o hidróxidos de hierro y otros compuestos, hacia el interior del perfil, por arrastre de las aguas. Estas partículas se depositan, y taponan los poros, formando un horizonte cementado. El hombre genera la compactación cuando no se adoptan las medidas necesarias en el manejo y la aplicación de las labores agrícolas; esto es, cuando se aplica la mecanización con la humedad inadecuada en el suelo, el uso de equipos pesados, el sobre laboreo, la utilización de implementos a la misma profundidad durante años; todo ello provoca la formación de una capa endurecida llamada también «piso de arado».

La degradación de los suelos se considera el principal problema ambiental de nuestro país. En relación con este problema, la Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010 plantea que 2,5 millones de Ha de suelos están afectadas por procesos erosivos, 3,4 millones por un alto grado de acidez, un millón por salinización y sodicidad, 2,5 millones por compactación y 2,7 millones por problemas de drenaje.

Se estima que un 60% de la superficie del país se encuentra afectada por alguno de estos problemas, incluso por más de uno a la vez, lo que puede conducir a procesos de desertificación.

La problemática de los suelos se encuentra directamente interrelacionada con la de la contaminación y la calidad de las aguas. Cuando se contaminan los suelos, bien mediante el vertimiento de residuales líquidos, desechos sólidos, hidrocarburos, desechos peligrosos o uso inadecuado de fertilizantes y plaguicidas, en la mayoría de los casos la contaminación termina afectando a algún cuerpo de agua.

De igual forma los procesos erosivos y de salinización en los suelos afectan la calidad de las aguas, al igual que los altos niveles de sales en las aguas usadas en riego o en los residuales que se vierten al suelo, que contribuyen a la salinización de los mismos.

12.1.2 Manejo Sostenible de Tierras. Medidas para contrarrestar los efectos de la degradación del suelo.

Manejo Sostenible de Tierras

El Manejo Sostenible de Tierras es una expresión cada vez más usada con el propósito de manifestar la excelencia en el tratamiento de las tierras, para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad sin comprometer el estado de los recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia. Es un modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socio económico que garantice la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad y el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas.

Se entiende por tierra a un área definida de la superficie terrestre que abarca al suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima, las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas, lo que permite referirse más directamente al manejo de los recursos naturales.

Uno de los grandes retos del Manejo Sostenible de Tierras lo constituye la decisión relacionada con el uso de la tierra, por lo que es de gran importancia el ordenamiento del territorio y la planificación del uso de la tierra (evaluación sistemática del potencial de la tierra, las alternativas de uso y las condiciones socio económicas que permitan seleccionar y adoptar las mejores opciones) como elementos iniciales del proceso único del ciclo productivo. Otros retos se asocian al uso de la tecnología de explotación, al sistema de conservación y comercialización y a la inversión financiera para atender las necesidades del nuevo ciclo productivo.

El Manejo Sostenible de Tierras se basa en principios tales como el respeto a la legislación y a las normas técnicas, las acciones basadas en la introducción de los resultados de la ciencia e innovación tecnológica combinado con los conocimientos locales tradicionales, el enfoque integrador de las acciones, la respuesta satisfactoria y oportuna a las necesidades de la sociedad, específicamente en función del desarrollo rural y la sostenibilidad de las acciones a

corto, mediano y largo plazo para preservar los recursos naturales y asegurar el desarrollo de las actuales y futuras generaciones.

Indicadores que evalúan el Manejo Sostenido de Tierras

Los indicadores que permiten evaluar si un área se encuentra sometida a un régimen de Manejo Sostenible de Tierras se pueden clasificar como:

- *La Presión (fuerza causante): Incluye aquellos indicadores que propician procesos degradativos. Generalmente se asocian al desarrollo económico social y a las condiciones del entorno físico geográfico. Por ejemplo: presión demográfica, precios, disponibilidad de materias primas, topografía, procesos agroindustriales, tecnología, disponibilidad y calidad de las aguas y tradiciones. Genera un deterioro de los recursos naturales, asociado directamente a la intensidad de la presión y a las condiciones en que la misma actúa. Refleja la condición multi causal de la degradación de las tierras.*
- *El Estado (condición resultante): Se encuentran los referidos a las condiciones resultantes, consecuencia de la presión y que prevalecen aún cuando la misma haya sido eliminada. Como ejemplo se pueden mencionar: la erosión, la salinización, la reducción de rendimientos, la deforestación, baja disponibilidad de agua, etc. Son indicadores del estado de los recursos naturales y de las condiciones sociales y económicas.*
- *La Respuesta (acción mitigante): Es la acción del hombre en función de la prevención, la mitigación, la adaptación o reversión de los procesos degradativos. Muestra la intensidad de la aplicación de medidas de remediación y avances en la condición de la tierra.*
- *El Impacto (efecto transformador): Son los indicadores encargados de verificar la transformación del ecosistema en términos de resultados concretos obtenidos a partir de eliminar las fuerzas causantes.*

El Manejo Sostenible de Tierras se puede utilizar como un indicador de desempeño estratégico a partir de que cumple con las siguientes condiciones:

- *Permite evaluar resultados a corto, mediano y largo plazo.*
- *Es interdisciplinario.*
- *Es integrador y sinérgico.*
- *Mide beneficios ambientales, económicos y sociales, tanto a nivel local, como nacional.*
- *Es aplicable tanto a ecosistemas como a áreas definidas.*
- *Permite evaluar beneficios sociales como seguridad alimentaria, diversidad biológica, reducción de la contaminación y capacidad de captura del CO₂.*

En el contenido de un Plan de Manejo de la Tierra no deben faltar elementos como:

- *Ordenamiento del área: Incluye el propósito productivo (tipo de cultivo, desarrollo forestal, pecuario, etc) y actividades propias (áreas de beneficio, cosecha, post cosecha, etc); tecnologías a aplicar y disponibilidad de recursos.*
- *Alternativas de preparación del sitio: No se consideran deseables el uso del fuego, desfoliantes, herbicidas y la utilización para la disposición de residuales. Son deseables el laboreo mínimo, cero labranza, uso de maquinaria de bajo impacto y el tiro animal. Se consideran obligatorias las medidas de conservación y mejoramiento de suelos.*

- *Selección de cultivos, variedades y especies: Se debe tener en cuenta la aptitud del suelo, la disponibilidad de agua y fuerza de trabajo y las tradiciones. Se recomienda el uso de variedades de plantas y especies de ganado resistentes a las condiciones de estrés biótico y abiótico, la diversificación de las producciones y la máxima explotación del área mediante la rotación y alternancia de cultivos.*
- *Alternativas de manejo de agua: Se debe llevar a cero las pérdidas de agua por fugas en los sistemas de riego y el riego innecesario. Se debe maximizar la aplicación del riego por pronóstico, las tecnologías de riego a baja presión, la captación de agua de lluvia y el reuso de agua. Se debe garantizar la funcionabilidad de los sistemas de drenaje, la máxima cobertura de los cultivos, el uso del colchón de materia seca (mulch) y el uso de cultivos, especies y variedades resistentes y de bajo consumo hídrico.*
- *Adecuada agrotecnia: Se debe priorizar el uso de semillas de buena calidad, la reproducción y conservación de semillas propias, el aviveramiento con énfasis en las especies locales. Se deben utilizar alternativas de control integrado de plagas y enfermedades, combinando las vías mecánicas, químicas, físicas y biológicas. Se debe prestar atención especial a la reducción de pérdidas de cosechas y de post cosechas, implementando alternativas de conservación de alimentos, beneficio y comercialización.*
- *Métodos adecuados de explotación de áreas boscosas: Se deben potenciar la aplicación de medidas contra incendios, la diversidad forestal y ganadera. Implementar sistemas mixtos de explotación (silvopastoril, agrosilvícola y agrosilvícola – pastoril). Se debe establecer al menos una relación 10:1 de especies maderables:frutales. Se deben aprovechar los productos no maderables del bosque y alcanzar altos índices de logro y supervivencia.*
- *Aprovechamiento económico de residuales: Se debe garantizar un manejo adecuado de los residuales dentro del área para proteger la calidad de las aguas (subterráneas y superficiales); evitar la contaminación de la atmósfera y proteger a las personas y los animales. Hacer un uso económico de los residuales sólidos y líquidos (lombricultura, compost; cobertura muerta, mulch). Hacer un uso y disposición correcta de los residuales crudos y tratados.*
- *Control económico y energético: Incentivar los costos y beneficios económicos, las alternativas de sustitución de importaciones y ahorrar los combustibles fósiles potenciando el uso de alternativas energéticas (eólicas, solares, mecánicas y biológicas).*

Medidas para contrarrestar los efectos de la degradación del suelo.

Existen numerosas medidas y acciones que se pueden ejecutar para la conservación y el mejoramiento de los suelos, que van desde medidas sencillas para el acondicionamiento de los suelos (nivelación, subsolación y recogida de obstáculos), las tendientes a incrementar los niveles de drenaje (drenaje parcelario, drenaje simple, construcción de canales, etc) que sirven de base de la organización antierosiva y para evitar el empantanamiento y la salinización secundaria (con este último fin también es importante el control y monitoreo de la calidad de agua para riego), la aplicación de enmiendas minerales y orgánicas para mejorar la fertilidad, el uso de abonos verdes como protector y mejorador del suelo, entre otras, particularizando en este acápite algunas de las más medidas más usadas, sobre todo para el enfrentamiento de la erosión.

Surcado en contorno:

Consiste en trazar los surcos de forma perpendicular a la pendiente del terreno, siguiendo las curvas de nivel, lo que provoca un efecto de obstáculo al paso del agua de escorrentía por parte de cada hilera de plantas y el propio surco. Se incrementa el tiempo de retención

del agua y disminuye su velocidad, favoreciendo la infiltración. En muchas ocasiones la sola aplicación de este método no es suficiente y se requiere de su combinación con otros.

Manejo de coberturas:

Constituye un aspecto primario y poco costoso para que cualquier sistema rinda la efectividad deseada ayudando a resolver los problemas de erosión en determinadas condiciones topográficas. Es aplicable a todos los sistemas de cultivos. En regiones montañosas dedicadas a la actividad forestal o al cultivo del café, el establecimiento de una cobertura riza es vital para evitar el desprendimiento de suelos por salpicaduras, así como al desarrollo de escorrentías superficiales, a la vez que contribuye al mejoramiento del suelo por aporte de materia orgánica.

En el caso de cultivos varios en regiones montañosas y premontañosas, el uso de las leguminosas como abonos verdes y de cultivos asociados, son técnicas imprescindibles que se aplican durante el período lluvioso donde son más elevados los riesgos de erosión.

Bordos de desagües:

Son obras hidrotécnicas sencillas que no requieren de equipamiento especial para su construcción, pues no generan grandes movimientos de tierras como las terrazas, por lo que son perfectamente aplicables a suelos con escasa profundidad efectiva. Consisten en el levantamiento de estructuras permanentes, que toman formas de camellones en el terreno y siguen las curvas de nivel permitiendo el desagüe controlado y la disminución de la velocidad de las aguas de escorrentía. Se protegen con vegetación.

Barreras vivas:

Se utilizan plantas para enfrentar la erosión. El vetiver es la planta más utilizada debido a su carácter alelopático, no es una planta invasora, es resistente a la sequía, se adapta a una amplia gama de suelos y climas y además es capaz de formar una barrera casi infranqueable en un período relativamente corto. También se pueden emplear otras plantas, como la *Leucaena leucocephala* y el millo forrajero, en dependencia de su disponibilidad en la región y el posible uso secundario en la alimentación de los animales. La primera es capaz de formar una barrera de gran hermeticidad; no obstante resulta importante mantener un régimen de poda que impida el crecimiento de las plantas y mantener la línea en forma de seto para impedir que se conviertan en árboles. En el caso del millo, sería una barrera temporal para cultivos varios, la cual admite hasta tres cortes para su uso como forraje, garantizando un rebrote eficaz en período lluvioso. En algunas regiones también se puede utilizar como barrera viva la piña de ratón.

La barrera viva, cuando es permanente, al igual que los bordos de desagüe, constituyen una guía para el trazado de los surcos siguiendo las curvas de nivel.

Terrazas individuales:

Consisten en cortes circulares u ovalados alrededor de las plantas con un diámetro de 2 m y profundidad de 30 cm. Su función es formar una especie de escalón que disminuya el escurrimiento e incremente la altura del agua en el suelo en la zona donde crecen las raíces, de forma tal que sirva como una medida antierosiva y al mismo tiempo beneficien al cultivo. Se utiliza en áreas montañosas donde se inicia el fomento del café o de especies forestales, en combinación con la siembra en contorno.

Control de cárcavas:

Es más importante la labor preventiva que la correctiva, pues esta última es más costosa y no siempre efectiva.

La formación de cárcavas se produce en pendientes sin cobertura vegetal y en los suelos donde se siembran cultivos perennes sin ningún tipo de medida. Es una consecuencia de los escurrimientos superficiales que van formando pequeñas zanjas, las que paulatinamente van incrementando su tamaño. Con frecuencia son las responsables de la destrucción de carreteras, caminos y campos de cultivo.

Las cárcavas se clasifican en profundas cuando su profundidad es mayor de 5 metros y como poco profundas para las de menos de 1 metro, mientras que las medianamente profundas son aquellas cuya profundidad se encuentra entre 1 y 5 metros. Según el área que tributa, se consideran grandes cuando la superficie de drenaje es mayor de 5 ha, medianas para superficies de drenaje entre 2 y 5 ha y pequeñas las que tienen una superficie de drenaje de menos de 2 ha.

Uno de los principios fundamentales para el control de cárcavas lo constituye la integración de un sistema de medidas que permita controlar las escorrentías líquidas y sólidas. Siempre que sea posible deben desviarse las aguas de las escorrentías que llegan a la cárcava antes de comenzar su trabajo en la misma.

Los métodos más sencillos para el control de cárcavas son los tranques que se pueden construir con piedra o madera, dejando una abertura o vertedor para evacuar el agua en exceso retenida por la estructura. Aguas abajo se colocan troncos debajo del vertedor para evitar que el agua al caer impacte al suelo desnudo y prevenir la formación de un hoyo que reduciría la vida útil del tranque.

Los tranques de madera se utilizan en cuencas pequeñas con poco drenaje donde las cárcavas formadas no son muy grandes. Además en la región deben abundar árboles. Primeramente se determinará la línea por donde se construirá, después se clavan postes o troncos de forma transversal a la cárcava a diferentes profundidades (entre 60 y 80 cm) de acuerdo a la altura del tranque, para sujetar los troncos, introduciéndose en ambos taludes de la cárcava. Se entierran troncos de forma vertical a ambos lados de la empalizada para dar firmeza a la estructura y se hace una abertura en la parte superior para que actúe como vertedor. Aguas abajo se colocan troncos para evitar el socavamiento de la estructura.

Para cuencas pequeñas o medianas se recomiendan los tranques de piedras. En el lugar debe disponerse de las piedras y rocas. En el sitio seleccionado se hace una zanja transversal (como base) que se extiende dentro de cada talud y se rellena con piedras y rocas, levantando un muro dejando una abertura central como vertedor, las rocas deben colocarse de forma tal que no sean desprendidas por el agua. Como en los tranques de madera, se debe construir un delantal para evitar el socavamiento del suelo por parte del agua que cae por el vertedor.

El distanciamiento de las barreras está en función de las distancias a la siguiente presa aguas abajo y de la magnitud de la pendiente.

Zanjas de infiltración:

Consisten en la excavación de zanjas (que siguen las curvas de nivel) de aproximadamente 0.5-1.0 m de ancho y 0.5-1.0 m de profundidad. La obra actúa como trampa de infiltración y sedimentación por lo que con el tiempo se va relleno hasta cumplir con su vida útil y entonces se construyen nuevas zanjas.

12.1.3 Control ambiental para la protección de los suelos.

En el tema de la protección de los suelos la Ley 81 establece en su artículo 106 la obligación de las personas naturales y jurídicas que tienen a su cargo el uso y explotación de los suelos, de compatibilizar su actividad con las condiciones naturales de los suelos y protegerlos. De igual forma deberán adoptar las medidas que correspondan para evitar y corregir la degradación de los suelos. Además la Ley 81 establece disposiciones más específicas en su artículo 108, el que plantea:

“ARTÍCULO 108.- A los fines de la prevención y control de la contaminación de los suelos, los órganos y organismos competentes actuarán en correspondencia con las siguientes disposiciones:

a) El deber de todas las personas naturales y jurídicas de utilizar prácticas correctas en la generación, manejo y tratamiento de desechos domésticos, industriales y agrícolas y en el uso de cualquier tipo de sustancias químicas y hormonales que puedan contaminar los suelos o los cultivos.

b) Prestar especial cuidado a evitar y controlar la contaminación de los suelos y a garantizar una adecuada disposición final de los residuos de origen doméstico, industrial y hospitalario.

c) La prohibición de la disposición de desechos en terrenos baldíos urbanos y rurales y zonas aledañas a vías de comunicación terrestres, sin previa autorización de las autoridades competentes.”

Finalmente en su artículo 109 la Ley define la responsabilidad del MINAG de dirigir y controlar la aplicación de las disposiciones relativas a la administración, conservación y mejoramiento de los suelos agrícolas y forestales y controlar su cumplimiento en coordinación con el CITMA y demás órganos y organismos competentes. Como legislación complementaria de la Ley 81 se cuenta con el Decreto 179 de 1993, que originalmente complementó a la Ley 33.

Este instrumento legal tiene como objetivos el control sobre la protección, el uso, la conservación, el mejoramiento y la rehabilitación de los suelos, su caracterización y clasificación, la conservación y protección de la fertilidad y la protección contra los efectos derivados de la minería, las instalaciones industriales, socio económicas y las obras hidráulicas.

El Decreto 179 establece, entre otras regulaciones, las siguientes:

“ARTÍCULO 9.- Los usuarios de suelos para producción agrícola o forestal deberán cumplir los sistemas de protección y uso de los suelos, así como explotarlos en forma racional, de acuerdo con las normas y procedimientos vigentes.

ARTÍCULO 10.- Los usuarios de suelos estarán obligados a conservarlos y a protegerlos contra la erosión, la salinidad, la acidificación, la alcalinización, la contaminación u otras formas de degradación, así como de actos y efectos que le sean perjudiciales.

Igualmente deberán rehabilitar los suelos dañados, elevar la fertilidad de estos, y cumplir las medidas anteriores, todo conforme a las normas establecidas y las disposiciones que emanen de los estudios efectuados.

ARTICULO 22.- A los efectos de evitar la contaminación de los suelos, no se usarán para el riego aguas contaminadas con residuos de actividades domésticas, industriales, agropecuarias

o de otra procedencia que no se ajusten a las normas de calidad establecidas para las aguas, atendiendo a la naturaleza específica de los suelos y cultivos.”

Este Decreto define además las contravenciones de la legislación ambiental relacionada con la protección de los suelos, las que deben ser aplicadas por los inspectores del MINAG.

Debido a lo explicado con anterioridad, el Decreto Ley 200/99 no tipifica contravención ambiental alguna en el tema protección de los suelos. Se podrá aplicar este Decreto Ley, de forma indirecta, a violaciones de la legislación ambiental relacionadas con la protección de los suelos, en los casos en que se haya impuesto previamente alguna medida durante una Inspección Estatal Ambiental o el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y esta medida no sea cumplida. En estos casos las multas previstas son de 200 y 2250 pesos para el primer caso (artículo 6 inciso b) y 200 y 5000 para el segundo (artículo 5 inciso d).

12.2 Actividad Minera.

La actividad minera puede tener un impacto significativo sobre el medio ambiente, en especial sobre el suelo, su cobertura forestal, las aguas y la biodiversidad, especialmente cuando esta actividad se desarrolla a cielo abierto.

La minería consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad. Al principio, la minería implicaba simplemente la actividad, muy rudimentaria, de desenterrar el sílex u otras rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, hasta que empezó la minería subterránea.

Todos los materiales empleados por la sociedad moderna han sido obtenidos mediante minería, o necesitan productos mineros para su fabricación. Puede decirse que, si un material no procede de una planta, entonces es que se obtiene de la tierra. Incluso las otras actividades del sector primario (agricultura, pesca y silvicultura) no podrían llevarse a cabo sin herramientas y máquinas fabricadas con los productos de las minas. Cabe argumentar por ello que la minería es la industria más elemental de la civilización humana.

Los métodos de minería se dividen en cuatro tipos básicos. En primer lugar, los materiales se pueden obtener en minas de superficie, explotaciones a cielo abierto u otras excavaciones abiertas. Este grupo incluye la inmensa mayoría de las minas de todo el mundo. En segundo lugar, están las minas subterráneas, a las que se accede a través de galerías o túneles. El tercer método es la recuperación de minerales y combustibles a través de pozos de perforación. Por último, está la minería submarina o dragado, que próximamente podría extenderse a la minería profunda de los océanos.

La minería siempre implica la extracción física de materiales de la corteza terrestre, con frecuencia en grandes cantidades para recuperar sólo pequeños volúmenes del producto deseado. Por eso resulta imposible que la minería no afecte al medio ambiente, al menos en la zona de la mina. De hecho, algunos consideran que la minería es una de las causas más importantes de la degradación medioambiental provocada por los seres humanos. Sin embargo, en la actualidad, cuando se adoptan las medidas pertinentes, es posible limitar al máximo los daños y recuperar la zona una vez completada la explotación minera.

Por lo general, la minería tiene como fin obtener minerales o combustibles. Un mineral puede definirse como una sustancia de origen natural con una composición química definida y unas propiedades predecibles y constantes. Los combustibles más importantes son los hidrocarburos, que, por lo general, no se definen como minerales. Un recurso mineral es un

volumen de la corteza terrestre con una concentración anormalmente elevada de un mineral o combustible determinado. Se convierte en una reserva si dicho mineral, o su contenido (un metal, por ejemplo), se puede recuperar mediante la tecnología del momento con un costo que permita una rentabilidad razonable de la inversión en la mina. Generalmente, se dice que una mina es explotable cuando la inversión para la explotación es inferior al beneficio obtenido por la comercialización del mineral.

Existe una gran variedad de materiales que se pueden obtener de los yacimientos mineros, los que pueden clasificarse en:

Metales: incluyen los metales preciosos (el oro, la plata y los metales del grupo del platino), los metales siderúrgicos (hierro, níquel, cobalto, titanio, vanadio y cromo), los metales básicos (cobre, plomo, estaño y cinc), los metales ligeros (magnesio y aluminio), los metales nucleares (uranio, radio y torio) y los metales especiales, como el litio, el germanio, el galio o el arsénico.

Minerales industriales: incluyen los de potasio y azufre, el cuarzo, la trona, la sal común, el amianto, el talco, el feldespato y los fosfatos.

Materiales de construcción: incluyen la arena, la grava, los áridos, las arcillas para ladrillos, la caliza y los esquistos para la fabricación de cemento. En este grupo también se incluyen la pizarra para tejados y las piedras pulidas, como el granito, el travertino o el mármol.

Gemas: incluyen los diamantes, los rubíes, los zafiros y las esmeraldas.

Combustibles: incluyen el carbón, el lignito, la turba, el petróleo y el gas (aunque generalmente estos últimos no se consideran productos mineros). El uranio se incluye con frecuencia entre los combustibles.

Como se ha indicado antes, existen cuatro sistemas fundamentales de extracción minera: la minería de superficie (que incluye las canteras), la minería subterránea, la minería por dragado (que incluye la minería submarina) y la minería por pozos de perforación. A continuación se describe cada uno de estos sistemas. Dentro de cada uno, los puntos fundamentales permanecen constantes, pero los detalles varían según el material extraído, la dureza de la roca y la geometría del depósito. Por supuesto, existe un cierto solapamiento entre los distintos métodos.

La minería de superficie: Es el sector más amplio de la minería, y se utiliza para más del 60% de los materiales extraídos. Puede emplearse para cualquier material. Los distintos tipos de minas de superficie tienen diferentes nombres, y, por lo general, suelen estar asociados a determinados materiales extraídos. Las minas a cielo abierto suelen ser de metales; en las explotaciones al descubierto se suele extraer carbón; las canteras suelen dedicarse a la extracción de materiales industriales y de construcción, y en las minas de placer se suelen obtener minerales y metales pesados (con frecuencia oro, pero también platino, estaño y otros).

Las minas a cielo abierto son minas de superficie que adoptan la forma de grandes fosas en terrazas, cada vez más profundas y anchas. La extracción empieza con la perforación y voladura de la roca. Ésta se carga en camiones con grandes palas eléctricas o hidráulicas, o con excavadoras de carga frontal, y se retira del foso. El tamaño de estas máquinas llega a ser tan grande que pueden retirar 50 m³ de rocas de una vez, pero suelen tener una capacidad de entre 5 y 25 m³. La carga de los camiones puede ir desde 35 hasta 220 toneladas. Un avance de la minería moderna consiste en que las palas descarguen

directamente en una trituradora móvil, desde la que se saca de la mina la roca triturada en cintas transportadoras.

El material clasificado como mineral se transporta a la planta de recuperación, mientras que el clasificado como desecho se vierte en zonas asignadas para ello. A veces existe una tercera categoría de material de baja calidad que puede almacenarse por si en el futuro pudiera ser rentable su aprovechamiento.

Muchas minas empiezan como minas de superficie y, cuando llegan a un punto en que es necesario extraer demasiado material de desecho por cada tonelada de mineral obtenida, se empiezan a utilizar métodos de minería subterránea.

Las explotaciones al descubierto se emplean con frecuencia, aunque no siempre, para extraer carbón y lignito. La principal diferencia entre estas minas y las de cielo abierto es que el material de desecho extraído para descubrir la veta de carbón, en lugar de transportarse a zonas de vertido lejanas, se vuelve a dejar en la cavidad creada por la explotación reciente. Por tanto, las minas van avanzando poco a poco, rellenando el terreno y devolviendo a la superficie, en la medida de lo posible, el aspecto que tenía antes de comenzar la extracción. Al contrario que una mina a cielo abierto, que suele hacerse cada vez más grande, una explotación al descubierto alcanza su tamaño máximo en muy poco tiempo. Cuando se completa la explotación, el foso que queda se puede convertir en un lago o rellenarse con el material procedente de la excavación realizada al comenzar la mina.

Parte del equipo empleado en las explotaciones al descubierto es el mismo que el de las minas a cielo abierto, sobre todo el utilizado para extraer el carbón. Para obtener las rocas de desecho situadas por encima, la llamada sobrecarga, se emplean los equipos más grandes de toda la minería. En Alemania existe una excavadora de cangilones que puede extraer 250.000 m³/día de material. La máquina va montada sobre orugas y es automotriz. Otra máquina de gran tamaño que se emplea sobre todo en explotaciones al descubierto es la excavadora de cuchara de arrastre; una de estas máquinas, empleada en el Reino Unido en el pasado, extraía 50 m³ de sobrecarga cada vez.

Las canteras son bastante similares a las minas a cielo abierto, y el equipo empleado es el mismo. La diferencia es que los materiales extraídos suelen ser minerales industriales y materiales de construcción. En general, casi todo el material que se obtiene de la cantera se transforma en algún producto, por lo que hay bastante menos material de desecho. A su vez, esto significa que al final de la vida útil de la cantera queda una gran excavación. No obstante, debido a los bajos precios que suelen tener los productos de la mayoría de las canteras, éstas tienen que estar situadas relativamente cerca de los mercados. Si no fuera así, los gastos de transporte podrían hacer que la cantera no fuera rentable. Por esta razón, muchas se encuentran cerca de aglomeraciones urbanas. También supone que las cavidades creadas por muchas canteras adquieren un cierto valor como vertederos de residuos urbanos. En las cercanías de las grandes ciudades, puede ser que la excavación creada por la cantera tenga un valor superior al del material extraído. Debido al bajo costo actual del transporte marítimo, se están abriendo nuevos tipos de grandes canteras costeras. Estas canteras pueden servir a mercados alejados porque los gastos de transporte son lo bastante bajos como para que sus productos sigan siendo competitivos.

Los placeres o minas de placer son depósitos de partículas minerales mezcladas con arena o grava. Las minas de placer suelen estar situadas en los lechos de los ríos o en sus proximidades, puesto que la mayoría de los placeres son graveras de ríos actuales o graveras fósiles de ríos desaparecidos. No obstante, los depósitos de playas, los sedimentos del lecho marino y los depósitos de los glaciares también entran en esta categoría. La

naturaleza de los procesos de concentración que dan lugar a los placeres hace que en este tipo de minas se obtengan materiales densos y ya liberados de la roca circundante. Eso hace que el proceso de extracción sea relativamente sencillo y se limite al movimiento de tierras y al empleo de sistemas sencillos de recuperación física, no química, para obtener el contenido útil. El material extraído puede depositarse en zonas ya explotadas a medida que va avanzando la mina, a la vez que se recupera la superficie. Las minas de placer terrestres emplean equipos similares a los de otras minas de superficie. Sin embargo, muchas minas de placer se explotan mediante dragado.

La minería subterránea: Se puede subdividir en minería de roca blanda y minería de roca dura. Los ingenieros de minas hablan de roca "blanda" cuando no exige el empleo de explosivos en el proceso de extracción. En otras palabras, las rocas blandas pueden cortarse con las herramientas que proporciona la tecnología moderna. La roca blanda más común es el carbón, pero también lo son la sal común, la potasa, la bauxita y otros minerales. La minería de roca dura utiliza los explosivos como método de extracción.

En la minería de roca blanda se perforan en la veta de carbón dos túneles paralelos separados por unos 300 m (llamados entradas). A continuación se abre una galería que une ambas entradas, y una de las paredes de dicha galería se convierte en el frente de trabajo para extraer el carbón. El frente se equipa con sistemas hidráulicos de entibado extremadamente sólidos, que crean un techo por encima del personal y la maquinaria y soportan el techo de roca situado por encima. En la parte frontal de estos sistemas de entibado se encuentra una cadena transportadora. Los lados de la cadena sostienen una máquina de extracción, la cizalladora, que corta el carbón mediante un tambor cilíndrico con dientes, que se hace girar contra el frente de carbón. Los trozos de carbón cortados caen a la cadena transportadora, que los lleva hasta el extremo del frente de pared larga. Allí, el carbón pasa a una cinta transportadora, que lo lleva hasta el pozo o lo saca directamente de la mina. Cuando se ha cortado toda la longitud del frente, se hace avanzar todo el sistema de soporte, y la cizalladora empieza a cortar en sentido opuesto, extrayendo otra capa de carbón. Por detrás de los soportes hidráulicos, el techo cede y se viene abajo. Esto hace que esta forma de extracción siempre provoque una depresión del terreno situado por encima.

En la mayoría de las minas de roca dura, la extracción se realiza mediante perforación y voladura. Primero se realizan agujeros con perforadoras de aire comprimido o hidráulicas. A continuación se insertan barrenos en los agujeros y se hacen explotar, con lo que la roca se fractura y puede ser extraída. Después se emplean máquinas de carga especiales —muchas veces con motores diesel y neumáticos— para cargar la roca volada y transportarla hasta galerías especiales de gran inclinación. La roca cae por esas galerías y se recoge en el pozo de acceso, donde se carga en contenedores especiales denominados cucharones y se saca de la mina. Más tarde se transporta a la planta de procesado, si es mineral, o al vertedero, si es material de desecho.

Para poder acceder al yacimiento de mineral hay que excavar una red de galerías de acceso, que se suele extender por la roca de desecho que rodea el yacimiento. Este trabajo se denomina desarrollo. La extracción del mineral propiamente dicho se denomina arranque, y la elección del método depende de la forma y orientación del yacimiento. En los depósitos tubulares horizontales hay que instalar sistemas de carga y transporte mecanizados para manejar la roca extraída. En los yacimientos muy inclinados, una gran parte del movimiento de la roca puede efectuarse por gravedad. En el método de socavación de bloques se aprovecha la fuerza de la gravedad incluso para romper la roca. Se socava el bloque que quiere extraerse y se deja que caiga por su propio peso.

La minería subterránea es la más peligrosa, por lo que se prefiere emplear alguno de los métodos superficiales siempre que resulte posible. Además, la explotación subterránea de un yacimiento exige una mayor complejidad técnica, aunque las instalaciones para la extracción varían notablemente según las características de la estructura del propio yacimiento, del tamaño de la unidad de producción y del coste de la inversión.

La minería por dragado: El dragado de aguas poco profundas es con toda probabilidad el método más barato de extracción de minerales. Por aguas poco profundas se entienden aguas de hasta 65 m. En esas condiciones se pueden recuperar sedimentos poco compactos empleando dragas con cabezales de corte situados en el extremo de tubos de succión, o con una cadena de cangilones de excavación que gira alrededor de un brazo.

La minería oceánica es un método reciente. En la actualidad se realiza en las plataformas continentales, en aguas relativamente poco profundas. Entre sus actividades están la extracción de áridos, de diamantes (frente a las costas de Namibia y Australia) y de oro (en diversos placeres de todo el mundo).

En la actualidad se ha diseñado y probado la tecnología para realizar actividades mineras en fondos marinos profundos. A profundidades de hasta 2.500 o 3.000 m hay conglomerados de rocas ricas en metales denominadas nódulos de manganeso por ser éste el principal metal que contienen. En los nódulos también hay cantidades significativas de otros metales, entre ellos cobre y níquel. La tecnología de dragado para su recuperación está ya disponible, aunque ese tipo de actividades se encuentra en fase experimental hasta que las condiciones económicas y políticas las hagan factibles.

*Minería por pozos de explotación: Numerosos materiales pueden extraerse del subsuelo a través de un pozo de perforación sin necesidad de excavar galerías y túneles. Así ocurre con los materiales líquidos como el petróleo y el agua. También se pueden recuperar materiales solubles en agua haciendo pasar agua por ellos a través del pozo de perforación y extrayendo la disolución. Este sistema se denomina extracción por disolución. También se puede emplear un disolvente que no sea agua para disolver algún mineral determinado; en ese caso suele hablarse de lixiviación *in situ*. El azufre es un caso especial, como funde a una temperatura bastante baja (108 °C) es posible licuarlo calentándolo por encima de dicha temperatura y bombear a la superficie el azufre fundido.*

En la actualidad también existen métodos para recuperar materiales insolubles a través de pozos de perforación. Algunos sólidos, como el carbón, son lo suficientemente blandos o están lo suficientemente fracturados para poder ser cortados por un chorro de agua a presión. Si se rompen en trozos pequeños, éstos pueden bombearse a la superficie en forma de lodo a través de un pozo de perforación. Naturalmente, este método también permite recuperar sólidos que ya de por sí se encuentran en forma de partículas finas poco compactas.

Muchas sustancias —las más habituales son la sal común y la potasa— son solubles en agua. El método empleado para extraerlas consiste en perforar pozos hasta el yacimiento, insertar un sistema de tubos, bombear agua por el pozo dejando que disuelva la sal, bombear la salmuera resultante hacia la superficie y recuperar allí la sal disuelta. Según las minas, se puede utilizar el tubo exterior para el agua y el intermedio para la salmuera, o al contrario. En cualquier caso, el tubo interior se emplea para inyectar aire comprimido para elevar la salmuera.

El método de lixiviación se considera un método alternativo de extracción para algunos metales. En particular, se ha empleado con éxito para extraer uranio y cobre. En este caso

siempre se emplean pozos separados para inyectar el disolvente y para extraer la disolución de mineral. El yacimiento debe ser poroso para que el disolvente pueda fluir a través del mismo desde un pozo a otro disolviendo el mineral o metal en cuestión. Es preferible que la roca que rodea el yacimiento sea impermeable para poder controlar mejor el disolvente. Siempre que sea posible, conviene utilizar disolventes no tóxicos, ya que parte del disolvente puede pasar a la roca circundante. Este tipo de minería presenta importantes ventajas medioambientales, ya que se mueve una cantidad de roca mucho menor y las operaciones de limpieza posteriores resultan mucho más sencillas.

El archipiélago cubano posee limitados recursos de minerales metálicos en cuanto a la diversidad y magnitud de los mismos. Los únicos yacimientos de minerales metálicos realmente grandes son los de las lateritas portadoras de Fe-Ni-Co, que constituyen la mayor riqueza mineral metálica que posee nuestro país, y en su gran mayoría se localizan en el nordeste de la región oriental (Moa-Baracoa y Pinares de Mayarí). Otras regiones del país en que aparecen recursos significativos de lateritas son la Meseta de San Felipe en Camagüey y las Lomas de Cajalbana en Pinar del Río. En menor proporción parecen algunas capas de lateritas en San Miguel de Los Baños en Matanzas.

En el pasado se explotaron reservas de cobre, hierro, manganeso, cromo, cinc, plata; pero en este momento las reservas existentes generalmente tienen limitada importancia económica, quizás a excepción de algunos depósitos de oro y polimetales.

En relación con los minerales industriales o no metálicos sucede todo lo contrario. En Cuba se conocen depósitos de unas 65 variedades de rocas y minerales industriales, también llamados minerales no metálicos, que se agrupan en más de 600 depósitos o yacimientos y más de 900 lugares potencialmente útiles. Entre ellos existe un predominio de los depósitos de rocas carbonatadas de origen sedimentario como las calizas, margas y dolomitas, otros son rocas de origen volcánico como las tobas zeolíticas, basaltos, andesitas y tobas; los hay de rocas metamórficas como los mármoles y esquistos calcáreos.

Le siguen en orden de importancia los depósitos sedimentarios de arcillas, arenas policomponentes, arenas cuarcíferas y bentonita. Se conocen recursos de distinto origen y menor importancia de asfaltitas y bitúmenes, caolines, feldespato, fosforita, barita, cuarcita, granitoides, yeso, calcarenita, granodiorita, gabro, vidrio volcánico, areniscas, cuarzos, magnesitas, micas, paligorskita, sal gema, silicitas, wollastonita, asbestos crisotílico y anfibólico, ópalos, granates, grafito, cianita, cuarcitas secundarias, dacitas, diatomitas, anfibolitas, y dioritas.

Según la abundancia de sus yacimientos y la relevancia económica de su explotación las materias primas no metálicas más importantes son calizas, arcillas, arenas polimícticas, rocas magmáticas (principalmente andesitas), tobas zeolíticas, arenas cuarzosas, caolines, margas, dolomitas calcáreas, bentonitas y mármoles. De forma más limitada se explotan, feldespatos, fosforitas, yesos, magnesitas, serpentinitas y manifestaciones de variable importancia de piedras semipreciosas (principalmente calcedonias y ópalos). Se explotan indistintamente más de 200 depósitos. Más de la mitad de las principales materias minerales tienen uso práctico, comprobado por la explotación y aprovechamiento en la economía nacional.

En relación con la protección del medio ambiente y el desarrollo de las actividades mineras, la Estrategia Ambiental Nacional plantea como meta que en el 2010, se cumpla en más del 95% las obligaciones de rehabilitación de las áreas degradadas por la minería, con la calidad y en los términos establecidos en las licencias ambientales, haciéndose efectiva también la rehabilitación de las áreas afectadas con antelación al establecimiento de la legislación.

12.2.1 Regulaciones Ambientales.

En relación con los recursos minerales, la Ley 81 establece en su artículo 120 que:

“El aprovechamiento de los recursos minerales por cualquier persona natural o jurídica se regirá por las disposiciones siguientes:

a) La actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de investigación geológica y estará obligado a solicitar la licencia ambiental y a elaborar el estudio de impacto ambiental, cuando corresponda, en las fases de explotación y procesamiento.

b) La actividad minera deberá causar la menor alteración posible, sea de manera directa o indirecta, al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las aguas terrestres y marítimas, la capa vegetal, la flora y la fauna silvestre, el paisaje y al medio ambiente en general.”

Lo que se establece en el inciso a, se complementa por el artículo 28 de la propia Ley que en su artículo 28 incisos “e” y “r” regula la obligatoriedad de someter al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a las actividades mineras y la de perforación de pozos de extracción de hidrocarburos respectivamente.

Sobre las áreas degradadas por la actividad minera, la Ley establece las obligaciones pertinentes en su artículo 122, el cual plantea que:

“Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la presente Ley, o en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica.”

En relación con las responsabilidades la Ley establece que el MINBAS es el organismo rector y al efecto le corresponde reglamentar y controlar la actividad minera, incluyendo a las aguas y los fangos minero-medicinales.

Otro instrumento legal muy importante desde el punto de vista ambiental, lo constituye la Ley 76 “Ley de Minas”, aprobada en 1995. Esta Ley tiene como objetivos establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación.

Desde el punto de vista de la protección ambiental la Ley establece que todos los concesionarios tienen dentro de sus obligaciones la de “preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones -ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquéllos que puedan ser afectados” (artículo 41, inciso c).

Por otra parte, en el artículo 43 inciso g, se establecen las obligaciones de los concesionarios con las áreas degradadas por la minería, cuando plantea que estos tienen entre otras, la obligación de “planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las

áreas explotadas, en los términos que se establezcan por el órgano local del Poder Popular y la autoridad competente, según el caso, creando los fondos financieros necesarios para estos fines”, lo cual se complementa por el artículo 65 inciso e, el que plantea que “autorizado el cierre total o parcial con carácter temporal, el concesionario garantiza durante todo el período de cierre y hasta la extinción de la concesión las medidas de restauración y rehabilitación del entorno”, lo cual debe ser controlado por los inspectores estatales de la Autoridad Minera.

En relación con la rehabilitación de las áreas degradadas por la minería la Ley 85 “Ley Forestal” establece el carácter obligatorio de la forestación y la reforestación de los terrenos donde se haya realizado extracción de minerales a cielo abierto (artículo 35 inciso c).

En relación con la protección de las aguas terrestres, el Decreto Ley 138/93, establece que:

“ARTÍCULO 15.- El que realice investigaciones geológicas y edafológicas, extracción de minerales, explotación de canteras y construcción de terraplenes y embalses, deberá adoptar las medidas que se requieran para la preservación y el saneamiento de los recursos hídricos del país.

ARTICULO 25.- Cuando se trate de la extracción de arena u otros materiales de construcción del cauce de los ríos y zonas de protección de éstos, la autorización correspondiente habrán de otorgarla conjuntamente el Ministerio de la Industria Básica y Recursos Hidráulicos, a los efectos de evitar los daños posibles.”

Para la protección de los suelos, de los impactos negativos de la actividad minera, el Decreto 179/1993 establece que “los usuarios de suelos que en su actividad productiva exploten el subsuelo o la roca subyacente estarán obligados a preservar la capa vegetal, separarla y depositarla posteriormente en su lugar de procedencia u otro lugar dañado según disponga el Ministerio de la Agricultura, para devolver a los suelos su capacidad productiva y al paisaje su aspecto natural” (artículo 11) así como que “el proceso de rehabilitación de suelos se realizará simultáneamente a medida que se realice la actividad que provoque su alteración, una vez determinado el costo del procedimiento. Cuando esto no sea posible, el proceso se iniciará dentro de los 6 meses siguientes a la terminación de la actividad causante de la alteración. El proceso de rehabilitación sólo se considerará concluido cuando las áreas alteradas sean inspeccionadas por las autoridades competentes del Ministerio de la Agricultura.”

En relación con la protección de los recursos marinos, el Decreto Ley 212 prohíbe la extracción de áridos de la zona costera y de la zona de protección (Artículos 16 y 18 respectivamente), sin la debida licencia ambiental, la que solo se otorgará “cuando se demuestre que no existen alternativas factibles para realizar la extracción de áridos fuera de la zona costera y que la cuenca propuesta no interviene en el proceso de la dinámica de la playa o cuando la extracción de áridos se realice para el mejoramiento de la propia playa o de otra ubicada en el mismo sistema, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente podrá **excepcionalmente** autorizar que no se aplique lo dispuesto en el inciso b) del Artículo anterior (prohibición de extraer áridos), condicionado a que se obtenga la Licencia Ambiental antes de comenzar la actividad” (artículo 17).

Como se ha mencionado, en las sanciones de las infracciones de la legislación ambiental relacionada con las actividades mineras desempeñan un importante papel los inspectores estatales de la Autoridad Minera, del INRH y del MINAG.

En relación con los inspectores estatales ambientales, pueden sancionar estas violaciones de acuerdo con el Decreto Ley 200/99, cuando se detecta la ejecución de actividades mineras sin licencia ambiental, de acuerdo con el artículo 5 inciso a (multas de 250 y 5000 pesos), el

inciso d cuando se incumple con las medidas impuestas en las licencias (multas de 200 y 5000 pesos) o el inciso e, si existen problemas con la información entregada en el proceso de evaluación de impacto ambiental (multas de 200 y 5000 pesos).

Si se incumplen medidas impuestas durante Inspecciones Estatales Ambientales se puede aplicar el artículo 6 inciso b (multas de 200 pesos y 2250 pesos). De igual forma, de acuerdo con el artículo 9 inciso e, se puede sancionar la extracción de arena de las playas y sus fuentes de alimentación (multas de 200 y 2250 pesos). Además de la multa se podrán aplicar, según correspondan, el resto de las sanciones que establece el mencionado Decreto Ley. De igual forma se debe tener presente que en el desarrollo de las actividades mineras y los procesos industriales asociados se pueden incurrir en otras violaciones de la legislación ambiental tipificadas como contravenciones, como por ejemplo las relacionadas con las áreas protegidas, la diversidad biológica y el manejo de los desechos peligrosos.

12.3 Cobertura Forestal.

12.3.1 Cobertura Forestal. Generalidades.

Los bosques proporcionan un hábitat a una amplia variedad de plantas y animales y cumplen otras muchas funciones que benefician a los seres humanos. La fotosíntesis es el proceso químico mediante el cual las hojas usan la luz del sol y el dióxido de carbono para producir azúcares que proporcionan energía al árbol o a la planta; durante el proceso, el follaje de las plantas y los árboles liberan oxígeno, necesario para la respiración.

Los bosques también impiden la erosión del suelo por el viento y la lluvia. En parajes desnudos con poca o ninguna vegetación, las fuertes lluvias que caen sobre grandes áreas pueden arrastrar el suelo hasta los ríos y arroyos, provocando corrimientos de tierra e inundaciones. En áreas boscosas la bóveda de hojas (la copa de los árboles) intercepta y redistribuye gradualmente la precipitación, que de otro modo podría causar inundaciones y erosión, una parte de la precipitación fluye por la corteza de los troncos y el resto se filtra a través de las ramas y el follaje. Esa distribución más lenta y poco uniforme de la lluvia asegura que el suelo y el agua no sean arrastrados de forma inmediata. Además, las raíces de los árboles y las otras plantas sujetan el suelo e impiden inundaciones y el enturbamiento de los ríos y arroyos.

Los bosques también pueden aumentar la capacidad de la tierra para capturar y almacenar reservas de agua. La bóveda de hojas es especialmente eficiente para capturar agua procedente de la niebla (vapor de agua condensado, en forma de nube) que distribuye como precipitación, en la vegetación y el suelo. El agua almacenada en las raíces de los árboles, los troncos, los tallos, el follaje y el suelo del terreno forestal, permite a los bosques mantener un flujo constante de agua en los ríos y arroyos en tiempos de fuertes precipitaciones o durante sequías.

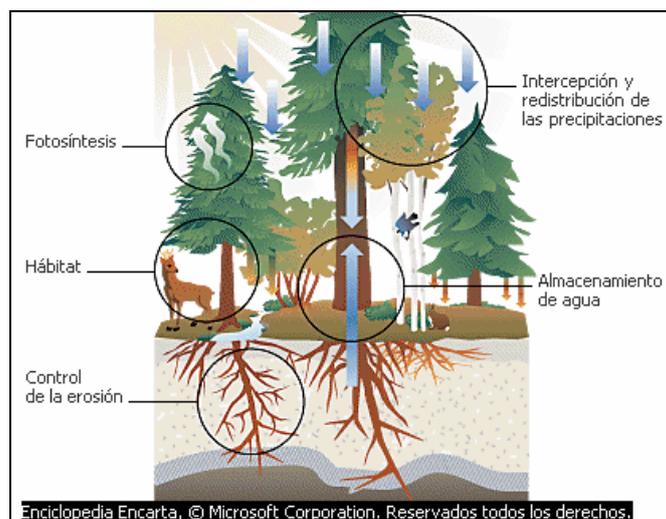


Figura 2. Funciones del bosque (Tomado de la Enciclopedia Encarta 2005).

La deforestación es el proceso de destrucción a gran escala del bosque por la acción humana, generalmente para la utilización de la tierra para otros usos. Avanza a un ritmo de unos 16 millones de hectáreas al año y alcanza sus valores más elevados en África y América del Sur.

La deforestación no es lo mismo que la degradación forestal, que consiste en una reducción de la calidad del bosque y que, en general, no supone un cambio en la utilización de la tierra. La degradación de las formaciones vegetales se debe a la intervención humana y puede originarse por numerosas causas, como la tala selectiva de especies forestales o la construcción de caminos para arrastrar los troncos. Ambos procesos, deforestación y degradación, están vinculados y producen diversos problemas, como pueden ser la erosión del suelo y desestabilización de las capas freáticas, lo que a su vez favorece las inundaciones o sequías. También pueden ocasionar la reducción de la biodiversidad (diversidad de hábitats, especies y tipos genéticos), que es especialmente significativa en los bosques tropicales. La deforestación y la degradación pueden contribuir a los desequilibrios climáticos regionales y globales. Los bosques desempeñan un papel clave en el almacenamiento del carbono; si se eliminan, el exceso de dióxido de carbono en la atmósfera puede llevar a un calentamiento global de la tierra, con multitud de efectos secundarios problemáticos.

Los procesos de deforestación son por lo general, más destructivos en los trópicos. La mayor parte de los suelos forestales tropicales son mucho menos fértiles que los de las regiones templadas y resultan sensibles al proceso de lixiviación, causado por la elevada pluviosidad que impide la acumulación de nutrientes en el suelo. No obstante, las políticas coloniales se basaban en el supuesto equivocado, de que un bosque exuberante significaba suelos fértiles. Pretendían conquistar los bosques, sobre todo para destinarlos a los cultivos comerciales y a la agricultura, y estas prácticas han dejado un legado de suelos exhaustos.

Principales causas de la deforestación:

- La agricultura itinerante de tala y quema, muy practicada por los pequeños agricultores de las regiones tropicales. Tras unos pocos años de cultivo, muchos suelos sólo pueden sustentar praderas y matorral, por lo que los agricultores tienen que trasladarse a otros bosques que acondicionan para el cultivo, en este caso mediante la tala de la cubierta vegetal y el fuego.

- *Las explotaciones madereras, durante la cual la tala suele dañar más árboles de los que se derriban.*
- *La deforestación con fines agrícolas en suelos no fértiles que sólo produce beneficios a corto plazo.*
- *La deforestación motivada por la creación de plantaciones de árboles. Los silvicultores de todo el mundo han talado bosques naturales para introducir plantaciones más rentables en la producción maderera, pero hoy son más conscientes del costo social y ambiental que esta práctica supone. Las plantaciones, dado que a menudo contienen tan sólo una especie de árbol (todos ellos de la misma edad) no reproducen el ecosistema del bosque original, que suele caracterizarse por la variedad de su flora y fauna en todas las fases de desarrollo.*
- *La deforestación motivada por la creación de pastos.*
- *La deforestación que se realiza para obtener leña.*
- *La deforestación que se realiza para crear asentamientos humanos, explotaciones mineras y petrolíferas.*
- *La construcción de carreteras y presas.*
- *Los incendios forestales, y otras catástrofes naturales como los huracanes y los temporales, también causan daños importantes en los bosques.*

El bosque es un recurso natural renovable que proporciona bienes y servicios de tipo económico, ambiental, social y cultural, que puede ser aprovechado racionalmente, sin detrimento de sus cualidades reguladoras y protectoras.

Los bosques, además de la importancia intrínseca de las especies forestales que los forman, desempeñan un importante papel en las áreas protegidas y otras áreas naturales, en la protección y conservación de la fauna, al ofrecer un hábitat favorable para la reproducción y el desarrollo de la fauna silvestre, creándoles condiciones para su reproducción y abrigo.

Los bosques desempeñan importantes funciones recreativas, de saneamiento ambiental y de ornato público, especialmente en zonas urbanas, instalaciones turísticas y recreativas, centros industriales y a lo largo de carreteras y autopistas, sin olvidar su función educativa, por ejemplo a través de los jardines botánicos.

Los manglares, situados a lo largo de las costas de nuestra isla, la Isla de la Juventud y de los cayos que conforman nuestro archipiélago, cumplen importantes funciones en relación con la protección contra el viento, las inundaciones costeras por penetraciones del mar, la intrusión salina y para la defensa del país, contribuyendo en general a la conservación de los ecosistemas costeros. También tienen gran importancia como refugio y reservorio de especies de la fauna terrestre y marina.

En la Estrategia Ambiental Nacional se reconoce que en los últimos años se ha podido incrementar de forma constante la cubierta forestal en el país, la cual asciende al 24,54% de su superficie. No obstante, existen afectaciones a la cobertura forestal por diversas causas, entre las que se pueden mencionar:

- *Los incendios forestales, como la mayor causa de afectación de los bosques.*
- *El inadecuado manejo y explotación de los bosques naturales.*
- *Los problemas con las fuentes de semillas.*
- *La no actualización de la ordenación forestal.*
- *El insuficiente tratamiento silvicultural de los bosques.*
- *Las deficiencias en los Planes de Manejo.*
- *Todavía se requiere de esfuerzos significativos en las fajas hidro reguladoras de ríos y embalses para lograr su total forestación.*
- *Aún se mantienen valores bajos en la supervivencia y el logro de las plantaciones.*
- *La insuficiente gama de especies forestales utilizadas.*
- *El bajo aprovechamiento de la biomasa derivada de los aprovechamientos forestales.*
- *La manifestación de procesos erosivos como consecuencia de la explotación forestal.*
- *La presencia de especies de plantas invasoras en los bosques.*

12.3.2 Control ambiental para la protección del patrimonio forestal.

La Ley 81 establece en su artículo 115 el papel rector del MINAG, en coordinación con los órganos y los organismos competentes (especialmente el MININT), y al respecto plantea que corresponde a dicho ministerio dirigir y controlar el cumplimiento de las disposiciones relativas al patrimonio forestal y adoptar las medidas necesarias para la protección y el uso racional de los recursos forestales.

Como reconocimiento de la prioridad que da nuestro Estado a la protección del patrimonio forestal, en 1998 se aprobó la Ley 85 "Ley Forestal". La Ley Forestal tiene dentro de sus objetivos los de establecer los principios reguladores generales para la protección, incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación, controlar sus recursos, promover e incentivar la repoblación forestal, conservar los recursos de la diversidad biológica asociados al bosque, proteger a los bosques contra todas las causas de su degradación y regular el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal.

La Ley Forestal reconoce en su artículo 7 el papel rector del MINAG en el tema, a través de su Servicio Estatal Forestal y en el artículo 9 el del MININT. Las atribuciones del CITMA se especifican en el artículo 8 de la Ley, pudiéndose destacar el control de las actividades relacionadas con el patrimonio forestal en las áreas protegidas y el de dirigir y controlar la aplicación de las regulaciones y medidas sobre la protección y uso sostenible de la diversidad biológica en los ecosistemas forestales.

La Ley Forestal es un instrumento legal eminentemente ambiental, por lo que debe ser conocida por los inspectores estatales ambientales, pudiéndose destacar de la misma los aspectos siguientes:

- *Crea el Fondo Forestal.*

- *Establece la clasificación de los bosques y regula las acciones que se permiten o prohíben en los mismos, en función de su clasificación. En este aspecto se debe destacar lo que establece el artículo 27:*

“No podrán realizarse talas de explotación, independientemente de la categoría a que pertenezcan, y quedarán sujetos a un régimen especial de protección las áreas siguientes:

- *bosques y fajas forestales de las zonas de protección de los embalses y cauces naturales, los que circundan manantiales y a lo largo de cárcavas y barrancos;*
- *bosques situados en pendientes superiores al 60 % y en lugares en que su presencia evite desprendimiento de tierras, sujete o afirme los suelos;*
- *fajas forestales a partir de la línea de costa y los bosques de los cayos;*
- *las áreas declaradas como fuentes especializadas para la producción de semillas; y*
- *las áreas consideradas de interés para la defensa del país.*

El ancho de las fajas forestales será establecido en el reglamento de la Ley.”

- *Lo relacionado con la elaboración, aprobación y ejecución de los proyectos de ordenamiento forestal, como base primordial del desarrollo forestal sostenible y de la planificación, la organización y el control del manejo forestal.*
- *Regula la forestación y la reforestación, pudiéndose destacar lo que establece el artículo 35:*

“La forestación o reforestación será de carácter obligatorio en las áreas siguientes:

- a) zonas de protección de los embalses, cauces naturales y canales, en el ancho y con las características que se dispongan en las regulaciones complementarias de la presente Ley;*
- b) terrenos del patrimonio forestal en los cuales se hayan realizado talas de aprovechamiento;*
- c) terrenos donde se haya realizado extracción de minerales a cielo abierto;*
- d) terrenos que se destinan para satisfacer las necesidades económicas del país en productos forestales;*
- e) Terrenos en los que por interés y necesidad de la defensa, así lo indique el Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias;*
- f) Terrenos destinados a esta actividad en áreas urbanas y rurales que estén parcial o totalmente deforestados;*
- g) zonas de recarga de las cuencas subterráneas, con prioridad en todo caso a las correspondientes a fuentes de abastecimiento de agua a la población y las que circundan cavidades y depresiones cársticas;*

- h) terrenos que ayuden a contener el proceso de desertificación u otros tipos de degradación del ambiente;
- i) terrenos que forman la faja litoral;
- j) terrenos que por su grado de inclinación u otros factores sean susceptibles de cualquier forma de erosión; y
- k) franjas destinadas a la reforestación a lo largo de autopistas y carreteras."

- El aprovechamiento de los recursos forestales y la industria forestal.
- Los derechos y deberes respecto al bosque, pudiéndose destacar:

"ARTÍCULO 45.- Todas las personas tienen derecho al disfrute del bosque y el deber de contribuir a su cuidado y conservación.

ARTÍCULO 46.- Los habitantes del bosque tienen derecho, además, a su uso en actividades que no afecten su integridad, ni a los recursos de la diversidad biológica asociados a ellos.

El derecho que se reconoce consiste en la recolección de frutos, naturalezas muertas, leña seca, plantas alimenticias, ornamentales y medicinales, así como realizar agrosilvopastoreo con animales de su propiedad sin que esto ocasione daños a los árboles, arbustos, a los suelos o a la regeneración natural. Todo ello de acuerdo con las regulaciones que se establezcan para cada tipo de bosque.

ARTICULO 47.- Podrán utilizar o aprovechar también otros recursos del bosque para satisfacer sus necesidades, previa autorización del Servicio Estatal Forestal, en los volúmenes que se determinen en las disposiciones reglamentarias."

- La conservación y protección de los bosques. En este tema se puede destacar lo que establecen los artículos siguientes:

"ARTÍCULO 55.- En las áreas del patrimonio forestal, la introducción de especies forestales, de la fauna y la flora silvestres, procedentes del extranjero o de otras localidades del país, deberá estar avalada previamente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y su ejecución y control será regulada por el Servicio Estatal Forestal, en coordinación con las entidades que correspondan.

ARTICULO 57.- Para la ejecución de cualquier inversión, obras y actividades susceptibles de perjudicar el patrimonio forestal o de afectar el hábitat o las condiciones de vida y reproducción de las especies forestales, es requisito la evaluación del Ministerio de la Agricultura, previa al proceso de otorgamiento de cualquier permiso o autorización."

- Las regulaciones para la protección de los bosques contra los incendios forestales.
- Prohíbe los desmontes, salvo autorización del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros,
- Finalmente, define los regímenes de sanciones administrativas, penal y la responsabilidad civil.

La Ley Forestal se implementa mediante la Resolución 330/99 del MINAG "Reglamento de la Ley Forestal" y el Decreto 268/99 "Contravenciones de las Regulaciones Ambientales".

En la protección del patrimonio forestal y en especial en las sanciones de las infracciones de la legislación relacionada, desempeñan un papel fundamental, el Servicio Estatal Forestal del MINAG y el Cuerpo de Guardabosques del MININT, lo cual se establece claramente en el Decreto 268/99. El papel de los inspectores estatales ambientales en el control y la protección de los recursos forestales será tratado en el Capítulo correspondiente a la protección de la diversidad biológica.

CAPÍTULO XIII.

EL CONTROL AMBIENTAL EN LA ZONA COSTERA.

13.1 Generalidades.

Los aspectos que se abordarán en este Capítulo de una forma u otra han sido tratados en otras partes de este material. De hecho el control ambiental en la zona costera se dirige a la protección de la misma contra la contaminación, la erosión, la protección de su cobertura forestal y de la diversidad biológica que en ella habita. Las particularidades que sugieren la importancia de tratar de forma diferenciada a la zona costera, radica en las características físico – geográficas de nuestro país, la importancia de las actividades socio económicas que tienen lugar en la zona costera, la vulnerabilidad de los ecosistemas que existen en la misma, las regulaciones estrictas que en materia de protección ambiental están vigentes y el importantísimo papel que le corresponde a los inspectores estatales ambientales en el control de su cumplimiento.

Para nuestro país la protección de la zona costera y los cuerpos receptores marinos reviste una importancia vital. La longitud de nuestras costas alcanza más de 6 000 km. Cuba posee una plataforma insular con una profundidad promedio entre 6 m y 8 m. La Isla de Cuba tiene una longitud aproximada de 1 200 Km., con un ancho máximo de 191 Km. (Región Oriental) y un ancho mínimo de 31 Km. (Región Occidental). Los puntos más alejados de la costa se encuentran a 90 km.

La zona costera del archipiélago cubano está formada por un variado conjunto de ecosistemas, entre los que se destacan:

- *Los arrecifes coralinos que constituyen más del 98% de los 3 966 Km. del borde de la plataforma insular. Son estructuras geológicas de origen biológico, sólidas, masivas y de formas variadas; cubren la matriz rocosa de algunos fondos marinos tropicales y subtropicales y son creados por organismos que forman esqueletos pétreos de carbonato de calcio. Estos organismos se desarrollan en condiciones ambientales relativamente estables: aproximadamente 36‰ de salinidad, temperaturas entre 20 y 28 °C, poca materia orgánica en suspensión, buena iluminación, niveles de nutrientes relativamente bajos y una fuerte circulación y oxigenación del agua. Este hábitat es el más diverso y rico entre los marinos, solo comparable con las grandes selvas tropicales.*

Los organismos fijos se componen, principalmente, de corales pétreos, gorgonias, esponjas, ascidias, algas, y los móviles, de una rica fauna de peces e invertebrados.

Estos arrecifes tienen gran valor ecológico por constituir el área vital de refugio, alimentación o reproducción de gran cantidad de especies. En muchos países son la base de la mayoría de las pesquerías tropicales. Los arrecifes constituyen un extraordinario atractivo para el turismo por su impresionante belleza.

La arena de que se nutren las playas, es fabricada por los organismos que habitan en el arrecife. Tales estructuras brindan una efectiva protección a las costas contra la erosión que produce el oleaje. Se estima que los arrecifes poseen gran valor intrínseco por su carácter único. A pesar de su muy limitada extensión sobre el océano, albergan la cuarta parte de las especies del mundo y poseen la mayor diversidad entre los ecosistemas marinos. Se considera que 70% de los arrecifes

coralinos del mundo están bajo una considerable amenaza de exterminio por encontrarse cerca de zonas de desarrollo e influencia terrígena.

- *Los manglares que ocupan una superficie de 5 321 km², es decir el 4.8% de la superficie del país. Están presentes en formaciones importantes, en casi el 70 % de las costas cubanas. Resultan muy importantes en la protección y estabilidad de las áreas costeras y el funcionamiento de los ecosistemas vecinos, los arrecifes coralinos y los pastos marinos, debido a la estrecha interrelación entre estos, y constituyen también áreas de reproducción y cría de especies.*

Se localizan en las costas de origen biológico, acumulativas, cenagosas y que tienen esteros con escurrimientos de agua dulce, aunque también en ambientes salinos como los cayos e islas de las plataformas. En este complejo ecosistema, hay que considerar el hábitat aéreo o terrestre y el sumergido, que si bien son diferentes están relacionados.

En zonas con aportes de agua dulce y nutrientes, los bosques de mangle alcanzan 20 a 25 m de altura y una alta densidad, mientras que en aguas muy saladas y pobres en nutrientes pueden ser de pequeña talla, achaparrados o enanos. Asociados al bosque de manglar habita una rica fauna. Las raíces sumergidas de los mangles sirven de sustrato a numerosos invertebrados y peces, y de refugio a langostas y peces durante sus etapas juveniles.

Los manglares aportan energía al ecosistema acuático mediante sus hojas, ramas y raíces, las que pasan a formar parte del detrito acumulado en los sedimentos. Protegen a las costas de la erosión provocada por el oleaje, el viento y las corrientes costeras; además, filtran los contaminantes evitando que lleguen a los arrecifes coralinos y a otros hábitat.

- *Los pastizales (también seibadales o pastos) marinos se caracterizan porque en sus fondos predominan las hierbas marinas y las algas, vía principal de entrada de energía al sistema, la cual se exporta a los arrecifes, a través de las especies que se alimentan en ellos. Los seibadales son un importante hábitat para el asentamiento y cría de las etapas juveniles de muchas especies comerciales y un valioso sustrato de pesca.*

Los pastos marinos actúan como estabilizadores del fondo, previenen la erosión de los arrecifes y de las playas, regulan la concentración de oxígeno y gas carbónico en el mar, y en muchas zonas son formadores de gran parte de las arenas de las playas, gracias a que en ellos habitan las algas calcáreas, uno de los principales productores de arena orgánica, así como muchas especies de moluscos. Por último, en los pastos marinos o seibadales se asienta una rica biocenosis de gran importancia para las cadenas tróficas costeras. Estas plantas marinas por sí solas, no son una fuente de alimento para ninguna especie, debido a que sus hojas poseen compuestos difíciles de digerir. Sólo algunos vertebrados se han adaptado a alimentarse de ellas, como las tortugas marinas, los manatíes y algunas iguanas.

- *Las playas, de las que se han identificado en nuestro país 366 playas de arena. Se calcula que el 16 % de las costas cubanas, es decir alrededor de 1000 Km. de longitud, están constituidas por playas. Constituyen uno de los ecosistemas con menor diversidad biológica, por su homogeneidad física, su baja bio productividad y elevada turbulencia.*

No obstante, las etapas juveniles de muchas especies de peces transitan por este biotopo, especialmente en aquellas donde existe vegetación marina, o en las que se encuentran ubicadas en aguas interiores, donde es mayor el aporte de nutrientes y menor la turbulencia. Sirven, además, de sitio de nidificación de diversas especies de aves y tortugas marinas, que son de gran interés para la conservación. En algunos casos también pueden ser importantes zonas de cría de peces comerciales, y son, además, un recurso significativo para el turismo.

Las principales afectaciones ambientales de las playas han sido provocadas por el inadecuado uso de la zona costera: invasión del litoral por el urbanismo, extracción de arena, deforestación y construcción de viales sobre la misma línea de costa y siembra de especies no compatibles con este frágil ecosistema, como es el caso de las casuarinas, entre otras.

El origen de las playas es variado, según sea la fuente que aporta la arena: algunas son biogénicas, otras se forman por la acumulación de sedimentos o por la acumulación de arenas fluviales o por la abrasión costera. Estas acumulaciones son frágiles, y aunque en muchos casos su erosión acelerada se debe al mal manejo, también puede haber erosión por causas naturales. El control de estos procesos se logra por dos vías: la eliminación de los agentes erosivos y la alimentación artificial de arena.

- *Los humedales, que ocupan una superficie de 10 410 km², aproximadamente el 9,3 % de la superficie del país. Cuba cuenta con el mayor y mejor conservado humedal del Caribe Insular, la Ciénega de Zapata.*

Los ecosistemas de humedales tienen alta fragilidad y vulnerabilidad. Los principales beneficios de los humedales pueden ser de tipo ecológico y económico, como son: protección del hábitat, mitigación de la erosión costera, captura del CO₂ atmosférico, depuración de efluentes, amortiguación de los impactos sobre la infraestructura socioeconómica por fenómenos meteorológicos extremos, abastecimiento de agua para el consumo y las actividades económicas, recarga del agua subterránea y captación de aguas de lluvia. También tienen funciones primordiales para la vida, al contribuir positivamente a la calidad de las aguas, controlar las inundaciones, estabilizar la línea costera y servir de barreras y/o filtro natural entre los eventos marinos y terrestres, fundamentalmente, con la acción protectora de los bosques de mangles.

- *Las lagunas litorales y los estuarios son cuerpos de agua poco profundos (0,2 a 2 m) con escaso intercambio con el mar, ya que usualmente éste se realiza a través de estrechos y canales, y está en dependencia de la amplitud de las mareas. Reciben, en su mayoría, considerable aporte de agua, sedimentos y materia orgánica procedente de la tierra, lo que determina en gran parte su alta productividad biológica. El fondo generalmente está cubierto de fango de color oscuro, casi siempre con olor a anhídrido sulfhídrico, aunque cerca de las desembocaduras puede haber sustrato rocoso.*

Las lagunas y los estuarios figuran entre los ecosistemas marinos de mayor productividad pesquera. Son zonas potenciales para el desarrollo del maricultivo y para la reproducción y cría de los camarones y de otras especies comerciales. También albergan especies en peligro de extinción, como el manatí.

Se conoce que existe un intercambio intenso entre los ecosistemas costeros (manglares, pastizales marinos y arrecifes de coral) que se resume de la manera siguiente:

- *Los manglares desempeñan un rol esencial en la retención de los flujos de agua dulce y de los sedimentos, crean condiciones para que las aguas se mantengan limpias en la zona costera, facilitando así el crecimiento de los pastizales y corales. Retienen nutrientes procedentes del escurrimiento, previniendo los procesos de eutrofización. Constituyen áreas de cría, de los primeros estadios de desarrollo, de especies que viven en arrecifes de coral.*
- *Los pastizales disminuyen la velocidad de la corriente y permiten que el sedimento precipite, lo que favorece la limpieza del agua. Reciben el flujo de nutrientes procedentes de la orilla y a muchos organismos que viven en manglares y arrecifes coralinos, que llegan a estos durante la noche para alimentarse, entre ellos, especies de importancia comercial. Constituyen áreas de cría de juveniles de especies típicas de arrecifes coralinos.*
- *Los arrecifes son, en muchas partes, una barrera efectiva que disipa la energía del oleaje, crean zonas de calma, permiten la acumulación de sedimentos finos que ofrecen sustrato ideal para el crecimiento de los pastizales y manglares. Son fuente de sedimentos carbonatados que contribuyen a la estabilización de los pastizales (por los procesos de erosión).*

Como conclusión se puede plantear que los ecosistemas marinos constituyen elementos fundamentales para la sostenibilidad del Archipiélago Cubano, debido a que:

- *Son el asiento de la casi totalidad de los recursos de la diversidad biológica marina del país.*
- *Juegan un papel vital en la reproducción, cría y alimentación de las más importantes especies comerciales.*
- *Algunos de ellos son, al mismo tiempo, elementos indispensables para el aporte de energía al medio.*
- *Constituyen también las más eficientes estructuras de que pueda disponer el hombre para la defensa natural de las costas.*
- *Constituyen importantes fuentes de recursos naturales.*
- *En ellas se ubican importantes áreas para el desarrollo socio-económico del país.*
- *Elevada importancia para el desarrollo de la industria turística y la recreación de nuestra población.*

Las zonas costeras y marinas del archipiélago cubano, al igual que en la casi totalidad del mundo, no están exentas de experimentar diversos problemas de carácter ambiental, los cuales son una consecuencia lógica y directa de la estricta relación causa-efecto existente en el proceso de uso y/o explotación de los recursos marinos y costeros.

Los principales problemas específicos del medio ambiente marino y costero del archipiélago cubano son la erosión, la contaminación, el desmonte de los manglares, el incremento de

asentamientos humanos en esta zona, las construcciones sobre las dunas, la actividad marítimo portuaria, la siembra de plantas inapropiadas, la extracción de áridos para la construcción, la destrucción de dunas litorales, el relleno de lagunas costeras, la ejecución de obras marítimas y la sobreexplotación de los recursos marinos en especial mediante la pesca de arrastre, entre otros factores, lo que conduce a la modificación de la zona costera y a la pérdida de la diversidad biológica que en ella habita.

13.2 Regulaciones ambientales en la zona costera.

La Ley 81 define como recursos marinos a “la zona costera y su zona de protección, las bahías, estuarios y playas, la plataforma insular, los fondos marinos y los recursos naturales vivos y no vivos contenidos en las aguas marítimas, fondos y subsuelos marinos y las zonas emergidas”. En relación con la protección de los recursos marinos, además de lo ya explicado, en el Capítulo dedicado a la contaminación por residuales líquidos, la Ley 81 establece:

“ARTÍCULO 99.- La protección de las aguas marítimas comprende la de las aguas marítimas interiores, el mar territorial, la zona contigua y la zona económica, en la extensión que fija la ley y los recursos marinos existentes en ellas.

ARTÍCULO 103.- Los órganos, organismos y entidades estatales y las personas naturales o jurídicas que realizan actividades dirigidas a la exploración y explotación de los fondos marinos, o su subsuelo y los recursos que en ellos se encuentran, las efectuarán sin causar daños al medio ambiente y en particular a los ecosistemas marinos.

ARTÍCULO 104.- Toda disposición de residuales en el medio marino requerirá la previa autorización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, quien podrá disponer lo que proceda respecto a esta actividad, en coordinación con los órganos y organismos competentes.”

Además en esa misma sección la Ley define las responsabilidades de otros OACEs, en coordinación con los otros órganos y organismos competentes, estableciendo que:

- El Ministerio de la Industria Pesquera (en la actualidad Ministerio de la Industria Alimenticia) regulará el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos pesqueros contenidos en el medio marino.*
- El Ministerio de la Industria Pesquera (en la actualidad Ministerio de la Industria Alimenticia) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, propondrán y coordinarán las medidas adecuadas para mitigar y restaurar los efectos perjudiciales causados en la relación funcional de los ecosistemas acuáticos, terrestres y marinos.*
- El Ministerio de Transporte establecerá las regulaciones, para que las actividades de transportación y navegación civil en las aguas marítimas y la actividad portuaria se efectúen sin ocasionar daños a los recursos marinos y costeros y a las instalaciones portuarias.*
- El Ministerio de la Agricultura, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, regulará la gestión de los manglares u otra vegetación en los cayos, canalizos, ensenadas, caletas y zonas costeras, a orillas del mar, en la desembocadura de los ríos y otros lugares que puedan servir de refugio a recursos pesqueros y demás recursos marinos y de protección a otros recursos naturales.*

La implementación de lo que establece la Ley 81 en materia de protección de los recursos marinos se materializa mediante la aprobación en el año 2000 del Decreto Ley 212 "Gestión de la Zona Costera".

Este Decreto Ley tiene como objetivo el establecer las disposiciones para la delimitación, la protección y el uso sostenible de la zona costera y su zona de protección, conforme a los principios del manejo integrado de la zona costera.

El Decreto Ley 212 define como zona costera a la franja marítimo terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales.

En su Sesión Segunda el Decreto Ley 212 define los límites de la zona costera y los de la zona de protección. Los límites interiores de la zona costera y de la zona de protección hacia la tierra se establecen atendiendo a la estructura y configuración de las costas, por lo que se establece una clasificación de seis tipos de costas en función de los cuales se definen sus límites. El límite exterior de la zona costera hacia el mar, será el borde de la plataforma insular del territorio, regularmente a profundidades entre 100 y 200 metros.

La definición de los límites hacia tierra de la zona costera y de la zona de protección, es quizás uno de los aspectos más complicados para cumplimentar por parte de las entidades y las personas naturales, lo que regula el Decreto Ley 212 y a la vez, para los inspectores estatales ambientales para controlar su cumplimiento. Con el objetivo de facilitar la comprensión de estos límites, en el Anexo II se presentan los mismos de forma gráfica.

En el Capítulo II del Decreto Ley 212 se definen las autoridades responsables, sus atribuciones y funciones. En primer lugar se define al CITMA como el encargado de proponer la política y las estrategias de manejo integrado de la zona costera, encaminadas al logro de los objetivos del Decreto Ley y del control de su ejecución, así como de organizar, dirigir y controlar, según proceda, la gestión ambiental necesaria a esos fines, en coordinación con los órganos y organismos competentes y sin perjuicio de las atribuciones y funciones que a éstos correspondan. Dentro de las funciones del CITMA, en el artículo 9 inciso c se establece la de "Participar en la vigilancia de las zonas costera y de protección, a los efectos de impedir la comisión de contravenciones y de imponer las sanciones correspondientes". Lo que se complementa con lo que establece el artículo 11:

*"Las autoridades competentes para la vigilancia de la zona costera a los efectos de su protección, lo **constituyen los inspectores estatales ambientales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente**, los inspectores estatales de los diferentes órganos y organismos estatales vinculados a los recursos costeros y marinos, que hayan sido debidamente acreditados y los miembros del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias y el Ministerio del Interior, que tengan asignada esta función."*

También en este Capítulo se definen las atribuciones y funciones del Ministerio de Economía y Planificación como rector de la política nacional de ordenamiento territorial en la que se debe considerar de forma integral la dimensión ambiental.

El conocimiento de lo que establece el Decreto Ley 212 debe ser de total dominio del inspector. No obstante a continuación se puntualizará en aquellos aspectos, que con mayor frecuencia, se encuentra el inspector estatal ambiental en el ejercicio de sus funciones:

- En relación con la utilización de la zona costera: "Artículo 12. - La utilización de la zona costera será libre, pública y gratuita para los usos comunes de acuerdo con su naturaleza, tales como pasear, permanecer, bañarse, pescar, navegar, varar y otros semejantes que no requieran obras e instalaciones de ningún tipo y que se realicen de conformidad con este Decreto Ley y demás legislación sobre la materia, excepto en las áreas destinadas o de interés de la defensa, la seguridad y el orden interior, instalaciones portuarias, áreas protegidas con categorías estrictas de manejo, instalaciones productivas y científicas y las señales marítimas."
- En relación con el acceso a la zona costera: "Artículo 13.1- Las obras, proyectos u actividades que se ejecuten en la zona costera, tendrán que garantizar el acceso a la zona costera y su zona de protección desde la vía pública más cercana.
 - 3.- Las entidades que utilizan los recursos de la zona costera, quedan obligadas a financiar la creación de los pasos peatonales, los que en todos los casos serán rústicos, de forma tal que se ocasione el menor daño al ecosistema.
 - 4.- Cuando una entidad desarrolle un proyecto o actividad que implique la afectación o destrucción de infraestructuras de uso público ubicadas en zona costera, quedará obligada a habilitar un área costera para la ubicación de nuevas estructuras de uso público atendiendo a lo que ese efecto le imponga el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente."
- La zona costera debe permanecer desocupada: "Artículo 15.1.- La zona costera permanecerá preferentemente desocupada, autorizándose solamente el desarrollo o la ejecución de actividades o instalaciones que por su propia naturaleza no admiten otra ubicación, tales como puertos, embarcaderos, astilleros, marinas, varaderos, termoeléctricas, cultivos marinos, emisarios submarinos, parques submarinos, plataformas de perforación de petróleo, señales de ayuda a la navegación, salinas, obras de defensa, regeneración, mejora y conservación de dicha zona, actividades de forestación y reforestación y otras de similar naturaleza, siempre y cuando se haya cumplido con el proceso de evaluación de impacto ambiental.
 2. En los espacios de la zona costera que se desocupen por cualquier causa no se permitirá la ubicación de nuevas instalaciones permanentes, excepto en los casos debidamente justificados por utilidad pública o interés social, o para las actividades previstas en el apartado anterior."
- Prohibiciones en la zona costera: "Artículo 16.- Se prohíbe en la zona costera, sin perjuicio de otras prohibiciones específicas:
 - a) la instalación de toda nueva edificación, excepto los casos previstos en el Artículo 15 del presente Decreto-Ley;
 - b) las extracción de áridos;
 - c) el estacionamiento y la circulación de vehículos terrestres, salvo equipos especializados de seguridad, limpieza, vigilancia, salvamento, los de mantenimiento y los relacionados con la actividad de ayuda a la navegación, hidrografía y de investigaciones científicas. Se exceptúan los casos de embarcaciones en arribada "forzosa" y los vehículos para realizar actividades forestales, que estén debidamente autorizadas;

- d) *la creación de nuevos áreas residenciales o de alojamiento y la ampliación de las ya existentes hacia esas áreas;*
 - e) *la ampliación de las edificaciones existentes ocupando áreas de la zona costera y de protección; excepto para los casos establecidos en el 15.1;*
 - f) *la circulación de vehículos acuáticos y motorizados en áreas donde haya sido prohibida o limitada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en coordinación con el Ministerio del Turismo;*
 - g) *la disposición final de los desechos sólidos y líquidos provenientes de cualquier actividad, cuando no cumplan con las normas de vertimientos establecidas;*
 - h) *la introducción de especies exóticas, sin cumplir con los requerimientos establecidos para esta actividad;*
 - i) *las actividades de equitación, circulación de animales de tiro y de vehículos de tracción animal, en las playas;*
 - j) *la construcción de cualquier tipo de instalación, excepto para los casos establecidos en el 15.1."*
- Extracción de áridos: *"Artículo 17.- Cuando se demuestre que no existen alternativas factibles para realizar la extracción de áridos fuera de la zona costera y que la cuenca propuesta no interviene en el proceso de la dinámica de la playa o cuando la extracción de áridos se realice para el mejoramiento de la propia playa o de otra ubicada en el mismo sistema, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente podrá **excepcionalmente** autorizar que no se aplique lo dispuesto en el inciso b) del Artículo anterior, condicionado a que se obtenga la Licencia Ambiental antes de comenzar la actividad."*
 - Prohibiciones en la zona de protección: *"Artículo 18.- A la zona de protección le resulta aplicable en lo pertinente lo dispuesto en el Artículo 16."*
 - Posibles autorizaciones en la zona de protección: *"Artículo 16.2- **En casos excepcionales** y previa autorización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, podrán ejecutarse las obras o actividades siguientes:*
 - a) *la ubicación de obras ligeras dedicadas a la prestación de servicios necesarios para el uso de la propia zona, si cumplen con los requisitos siguientes:*
 - *ser ligeras, construidas con elementos de serie prefabricados, módulos paneles o similares.*
 - *montarse y desmontarse mediante procesos que permitan realizarse su levantamiento sin demolición y siendo el conjunto de sus elementos fácilmente transportables.*
 - *que al desmontarse se garantice que el área quede libre y desocupada.*
 - *contar con sistemas y medios adecuados para la recogida y depósito de residuales.*
 - b) *Los cultivos y plantaciones, agrícolas, siempre que:*

- no impidan el derecho de paso;
- no perjudiquen la estabilidad de los ecosistemas;
- no provoquen el desplazamiento de la vegetación natural y
- no afecten la observación o acceso a las señales de ayuda a la navegación.

c) *El depósito temporal de objetos y materiales arrojados por el mar o como consecuencia de operaciones de salvamento marítimo.*"

- Condicionamiento al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental: "Artículo 19.- La ejecución de obras o actividades en la zona costera y de protección, está condicionada a que se obtenga la licencia ambiental y se cumpla con los requisitos de la misma, conforme a lo dispuesto en el artículo 28 de la Ley No. 81, Ley del Medio Ambiente y la legislación correspondiente."
- Suspensión definitiva de Licencias Ambientales: "Artículo 21.- Si se suspende definitivamente una licencia por cualquier causa, su titular estará obligado a la retirada de las instalaciones, fuera de las zonas costeras y de protección, en la forma y plazo que se señale por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, restaurando además las condiciones alteradas."
- En relación con los cayos y penínsulas:

"Artículo 25- El otorgamiento de la Licencia Ambiental para las obras o actividades permanentes que se ejecuten en los cayos requerirá de la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.

Artículo 26.1- En los cayos o penínsulas donde no se cumplan las distancias establecidas para la zona costera y su zona de protección, o los de extrema fragilidad por su estadio de desarrollo geomorfológico, superficie cubierta totalmente por vegetación de manglar o incipiente desarrollo de sus playas, no se autorizarán construcciones de ningún tipo, salvo que por interés de la defensa y la seguridad nacional sea necesario.

2.- Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente identificar aquellos cayos con las características señaladas anteriormente."

Lo que se establece en el punto 2 de este artículo es responsabilidad del Nivel Central del CITMA.

"Artículo 27. - En los cayos y las penínsulas geomorfológicamente consolidados, las construcciones permanentes sólo se autorizarán en las superficies firmes, en los acantilados y en los tramos costeros que cumplan estrictamente las distancias estipuladas en el Artículo 4 del presente Decreto-Ley para esa tipología de costa.

Artículo 28.- En todos los cayos y penínsulas donde se ejecuten construcciones permanentes los sistemas de tratamiento de residuales, tendrán que ser definidos en la inversión y además apropiados atendiendo las condiciones de fragilidad de los cayos, por lo que su efectividad será evaluada en cada caso, y se determinará la factibilidad o no de autorizar su instalación.

DISPOSICION ESPECIAL

ÚNICA: Cuando circunstancias excepcionales impongan la necesidad de establecer instalaciones permanentes en los cayos, contrario a lo establecidos en el artículo 27, compete al Consejo de Ministros, oído el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, evaluar y si corresponde conceder la autorización."

También resulta importante que el inspector conozca lo que establece el Decreto Ley 212, en relación con las autorizaciones concedidas con anterioridad a la entrada en vigor de este instrumento legal y que se oponen a lo que el mismo establece. Al efecto la Disposición Final Segunda establece:

"Las autorizaciones concedidas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto Ley y que se opongan a las disposiciones o requerimientos que en el mismo se establecen, se mantendrán bajo las condiciones que fueron otorgadas hasta tanto prescriban. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, queda encargado de establecer las disposiciones correspondientes para regular las acciones a ejecutar una vez que hayan prescrito dichas autorizaciones."

Otro instrumento legal que complementa a lo que establece la Ley 81 (originalmente fue complementario de la Ley 33) en materia de protección de los recursos marinos lo constituye el Decreto Ley 164 de 1996 "Reglamento de Pesca". Los aspectos fundamentales que este Decreto Ley establece son:

- *Constituye la Comisión Consultiva de Pesca y define sus atribuciones y funciones.*
- *Establece la obligatoriedad de tener autorizaciones para la pesca, incluida la acuícola, con la excepción de la que se realiza desde el litoral o la orilla, sin el auxilio de medios flotantes y mediante varas, carretes, cordel y anzuelo, excepto en áreas sujetas a regímenes especiales.*
- *Define las zonas y modalidades de la pesca.*
- *Establece las regulaciones sanitarias de las especies acuáticas.*
- *Finalmente el Decreto Ley pone en vigor las sanciones que se aplicarán a las infracciones del régimen de pesca, definiendo un listado de especies objeto de protección específica, así como a las autoridades facultadas para imponer las sanciones, es decir a los inspectores estatales de las Oficinas Provinciales de Inspección Pesquera.*

El incumplimiento de lo que establecen las normas legales vigentes en el país en materia de protección de la zona costera y la zona de protección, se sanciona también, de forma directa mediante el Artículo 9 del Decreto Ley 200 "De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente", con cualquiera de las medidas previstas en el mismo, incluyendo las multas que aparecen en cada uno de los incisos relacionados a continuación:

"ARTÍCULO 9.- Se consideran contravenciones respecto a la zona costera y su zona de protección, cuando sin contar con la autorización correspondiente se realicen las siguientes actividades, y se impondrán las multas que para cada caso se establecen:

- a) *altere o destruya los hitos de las señalizaciones, 50 pesos y 1 000 pesos;*
- b) *realice actividades de equitación sobre las dunas y las playas, 50 pesos y 1000 pesos;*

- c) *estacione o circule vehículos, motos o ciclos, excepto los equipos especializados de limpieza, vigilancia y salvamento, 50 pesos y 1000 pesos;*
- d) *construya muros de contención para la protección de las edificaciones, 50 pesos y 1000 pesos;*
- e) *extraiga arena de las playas y de sus fuentes de alimentación, 200 pesos y 2 250 pesos;*
- f) *extraiga ejemplares de coral, gorgonias u otras especies marinas, que no sean objeto de protección en la legislación relativa a la pesca, 200 pesos y 2 250 pesos;*
- g) *cemente los senderos o paseos marítimos que se establezcan en la zona costera y los cayos, 200 pesos y 2250 pesos;*
- h) *vierta desechos de cualquier naturaleza a la zona costera, 200 pesos y 2 250 pesos;*
- i) *interrumpa los accesos públicos y limite el derecho de paso, uso y disfrute, 250 pesos y 2 500 pesos;*
- j) *fondee embarcaciones, o hunda o deposite objetos sobre las barreras coralinas, 250 pesos y 2 250 pesos;*
- k) *queme, remueva, tale, destruya o de cualquier otra forma dañe la vegetación original de estas zonas, 250 pesos y 2 500 pesos; y*
- l) *instale o construya nueva edificación, excepto en los casos previstos en la legislación específica, 250 pesos y 5 000 pesos."*

Como se puede observar mediante ese artículo del Decreto Ley 200 se sancionan, entre otras infracciones de lo que establece el Decreto Ley 212, todas las prohibiciones que se establecen en el mencionado Decreto Ley para la zona costera (artículo 16); y la mayoría de las que se establecen para la zona de protección en el artículo 18. En este sentido el inspector debe considerar las siguientes precisiones que difieren de lo antes señalado:

- *En el inciso b se hace alusión a las dunas y playas y no a la zona costera y a la zona de protección. No siempre resultan coincidentes.*
- *En el inciso e sucede lo mismo, cuando la infracción se enmarca en las playas y sus fuentes de alimentación.*
- *El inciso g solo es aplicable a la zona costera y a los cayos (no a la zona de protección).*
- *El inciso h solo es aplicable a la zona costera, no incluye la zona de protección.*

Se podrá aplicar también el Decreto Ley 200, ante otras violaciones de la legislación ambiental que se cometan en la zona costera y la zona de protección, en los casos en que se haya impuesto previamente alguna medida durante una Inspección Estatal Ambiental o el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y esta medida no sea cumplida. En estos casos las multas previstas son de 200 y 2250 pesos para el primer caso (artículo 6 inciso b) y 200 y 5000 para el segundo (artículo 5 inciso d), o que se detecte la realización de cualquier obra o la ejecución de cualquier actividad sin la licencia ambiental requerida, en cuyo caso se podrá aplicar el artículo 5 inciso a, el cual prevé multas de 250 y 5 000 pesos.

CAPÍTULO XIV.

LA INSPECCIÓN ESTATAL AMBIENTAL Y LA PROTECCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y OTRAS ÁREAS NATURALES.

14.1 Generalidades.

La diversidad biológica expresa la variedad o diversidad del mundo biológico. Se ha hecho habitual, por funcionalidad, considerar tres niveles jerárquicos de biodiversidad: genes, especies y ecosistemas.

El mundo biológico puede considerarse estructurado en una serie de niveles de organización de complejidad creciente; en un extremo se sitúan las moléculas más importantes para la vida y en el otro las comunidades de especies que viven dentro de los ecosistemas. Se encuentran manifestaciones de diversidad biológica a todos los niveles. Como la biodiversidad abarca una gama amplia de conceptos y puede considerarse a distintos niveles y escalas, no es posible reducirla a una medida única. En la práctica, la diversidad de especies es un aspecto central para evaluar la diversidad a los demás niveles y constituye el punto de referencia constante de todos los estudios de biodiversidad.

El número de especies se puede contar en cualquier lugar en que se tomen muestras, en particular si la atención se concentra en organismos superiores (como mamíferos o aves); también es posible estimar este número en una región o en un país (aunque el error aumenta con la extensión del territorio). Esta medida, llamada riqueza de especies, constituye una posible medida de la biodiversidad del lugar y una base de comparación entre zonas. Es la medida general más inmediata de la biodiversidad.

La riqueza de especies varía geográficamente: las áreas más cálidas tienden a mantener más especies que las más frías, y las más húmedas son más ricas que las más secas; las zonas con menores variaciones estacionales suelen ser más ricas que aquellas con estaciones muy marcadas; por último, las zonas con topografía y clima variados mantienen más especies que las uniformes.

El número o riqueza de especies, aunque es un concepto práctico y sencillo de evaluar, sigue constituyendo una medida incompleta de la diversidad y presenta limitaciones cuando se trata de comparar la diversidad entre lugares, áreas o países. Además aunque es importante la diversidad como criterio de evaluación de una comunidad, un ecosistema o un territorio, no deben perderse de vista otros criterios complementarios, como la rareza o la singularidad.

Cualquier área contribuye a la diversidad mundial, tanto por el número de especies presentes en ella como por la proporción de especies únicas de esa zona. Estas especies únicas se llaman endémicas. Se dice que una especie es endémica de una zona determinada si su área de distribución está enteramente confinada a esa zona.

Las islas suelen tener menos especies que las zonas continentales de superficie equivalente, pero también suelen albergar más especies que no se encuentran en ningún otro lugar. En otras palabras, tienen menor riqueza de especies, pero mayor proporción de especies endémicas.

Las áreas ricas en especies endémicas pueden ser lugares de especiación activa o de refugio de especies muy antiguas; sea cual sea su interés teórico, es importante para la gestión práctica de la biodiversidad identificar estas áreas discretas con proporciones elevadas de

endemismos. Por definición, las especies endémicas de un lugar determinado no se encuentran en ningún otro. Cuanto menor es el área de endemismo, mayor es el riesgo de que las especies endémicas sufran cambios de población de origen selectivo o aleatorio. Aunque todas pueden ser vulnerables a un mismo episodio de modificación del hábitat, por el mismo motivo pueden también beneficiarse de una misma medida conservacionista.

Además de la riqueza de especies y las especies endémicas, una posible medida de la biodiversidad sería la magnitud de las diferencias entre especies. Una forma de evaluar este aspecto se basa en el contenido informativo del sistema de clasificación o taxonómico. Las especies similares se agrupan en géneros, los géneros similares en familias, las familias en órdenes y así sucesivamente hasta el nivel más elevado, que es el reino. Esta organización taxonómica es un intento de representar las verdaderas relaciones entre organismos, es decir, de reflejar la historia de la evolución, pues se considera que las especies agrupadas en un mismo género están más estrechamente relacionadas que las pertenecientes a géneros distintos, y lo mismo para los demás niveles taxonómicos. Ciertos taxones superiores tienen miles de especies, mientras que otros sólo tienen una. Las especies muy distintas (clasificadas en familias u órdenes diferentes) contribuyen por definición más a la biodiversidad que las similares (clasificadas dentro de un mismo género). Por tanto, según esta medida mejorada de la biodiversidad, si hay que elegir entre conservar uno de dos lugares con igual número de especies, sería mejor elegir el que alberga mayor número de especies esencialmente distintas frente al que mantiene especies más afines.

La importancia ecológica de la especie puede ser también considerable, pues algunas especies claves desempeñan una importante función en el mantenimiento de la diversidad de una comunidad de otras especies. Estas especies claves agrupan los organismos descomponedores, los depredadores de nivel más alto y los polinizadores, entre otros. En general, los árboles grandes aumentan la biodiversidad local porque proporcionan numerosos recursos naturales para otras especies (aves nidificadoras, epífitos, parásitos, herbívoros que se alimentan de frutos, y muchos otros organismos). Pero todavía no hay forma de cuantificar esta clase de función de sostenimiento ni de comparar su magnitud para distintos grupos.

El enfoque por ecosistemas es una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo. Por lo tanto, la aplicación del enfoque por ecosistemas ayudará a lograr un equilibrio entre conservación; utilización sostenible; y distribución justa y equitativa de los beneficios de la utilización de los recursos biológicos. El enfoque por ecosistemas se basa en la aplicación de las metodologías científicas adecuadas y en él se presta atención prioritaria a los niveles de la organización biológica que abarcan los procesos esenciales, las funciones y las interacciones entre organismos y su medio ambiente. En dicho enfoque se reconoce que los seres humanos con su diversidad cultural, constituyen un componente integral de muchos ecosistemas.

Por 'ecosistema' se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. En esta definición no se especifica ninguna unidad o escala espacial particular, en contraste con la definición de "hábitat".

La diversidad de los ecosistemas puede evaluarse en términos de distribución mundial o continental de tipos de ecosistemas definidos con carácter general, o bien en términos de diversidad de especies dentro de los ecosistemas. Hay varios esquemas de clasificación mundial, que hacen mayor o menor hincapié en el clima, la vegetación, la biogeografía, la vegetación potencial o la vegetación modificada por el ser humano. Estos esquemas pueden

aportar una visión general de la diversidad mundial de tipos de ecosistemas, pero proporcionan relativamente poca información sobre diversidad comparativa dentro de los ecosistemas y entre ellos. La diversidad de ecosistemas suele evaluarse en términos de diversidad de especies. Esto puede abarcar la evaluación de su abundancia relativa; desde este punto de vista, un sistema formado por especies presentes con una abundancia más uniforme se considera más diverso que otro con valores de abundancia extremos.

Es ahora motivo común de inquietud el hecho de que las actividades humanas han reducido la biodiversidad a escala mundial, nacional y regional y que esta tendencia continúa. Esto se manifiesta en la pérdida de poblaciones vegetales y animales, en la extinción y en el agotamiento de especies y en la simplificación de comunidades y ecosistemas.

El análisis de restos animales (sobre todo huesos y conchas de moluscos) y de datos históricos revela que desde el comienzo del siglo XVII se han extinguido unas 600 especies. Desde luego, esto no constituye el cuadro completo, pues muchas especies se han extinguido sin que la humanidad tenga conocimiento de ello. Cerca de las tres cuartas partes de estas extinciones conocidas han ocurrido en islas, como consecuencia de la ocupación por colonos; las causas han sido la sobreexplotación, la destrucción de hábitats y el impacto causado por la introducción de animales. Las extinciones registradas han aumentado mucho desde principios del siglo XIX hasta mediados del XX, y han disminuido desde entonces. Este descenso aparente puede ser consecuencia de las iniciativas de conservación adoptadas en el curso de las últimas décadas, o bien reflejar el hecho de que pueden pasar muchos años entre la última vez que se ve una especie y el momento en que puede registrarse como extinguida con cierta seguridad. De hecho, se han redescubierto varias especies que se consideraban extinguidas.

Cerca de 6.000 especies animales se consideran amenazadas de extinción porque está disminuyendo el número de individuos que las forman, porque se están destruyendo sus hábitats a consecuencia de la sobreexplotación o porque, sencillamente, se ha limitado mucho su área de distribución. Aunque es un número considerable, el estado de conservación de la mayor parte de las especies sigue sin evaluar. Se ha estudiado una parte importante de las aproximadamente 9.700 especies de aves que hay en el mundo, pero sólo cerca de la mitad de los 4.630 mamíferos y proporciones pequeñas de otros vertebrados. Se ha examinado un número relativamente reducido de las más de 280.000 especies de plantas superiores y, aunque se dispone de cierta información sobre mariposas, libélulas y moluscos, en términos reales no se ha evaluado el estado de conservación de la mayoría de las especies de invertebrados.

Observaciones de campo han confirmado que hay una relación entre el tamaño de un área y el número de especies que contiene. Una generalización sugiere que si una mancha de hábitat se reduce hasta la décima parte de su superficie original, es probable que pierda la mitad de las especies que tenía. Puede utilizarse esta relación entre área y especies para predecir las tasas de extinción. Como la mayor parte de las especies viven en las selvas tropicales húmedas, suscita especial inquietud la influencia que la tala y la modificación de estos hábitats pueda ejercer sobre la extinción de especies. Aunque no cuentan con mucho apoyo, si se toman como punto de partida las estimaciones más elevadas de riqueza de especies de los trópicos húmedos, la relación entre especies y área sugiere que las tasas mundiales de extinción podrían ser extremadamente altas.

En junio de 1992 se presentó a la firma el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro. El Convenio entró en vigor a finales de 1993, y a principios de 1995 lo habían firmado más de cien países; entre ellos Cuba. Los objetivos generales del Convenio son:

conservar la diversidad biológica, utilizar una biodiversidad sostenible a largo plazo y compartir lealmente las ventajas del uso de los recursos genéticos (en selección vegetal y biotecnología, por ejemplo). Las dificultades son muchas e imponentes, pero el Convenio constituye el único marco mundial amplio para planificar y emprender las acciones necesarias. En él se declara explícitamente que, aun cuando los países tienen la responsabilidad de la biodiversidad dentro de sus fronteras, la planificación eficaz exige tener en cuenta el contexto mundial y que los países en desarrollo necesitarán el apoyo de todos los demás.

Otro Convenio Internacional importante en materia de la protección de la diversidad biológica lo constituye la Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres), acuerdo internacional que regula el comercio de especies amenazadas de flora y fauna por el comercio. La CITES cuenta con 160 estados Partes, Cuba entre ellos.

La Convención proporciona distintos grados de protección a más de 30.000 especies, que están incluidas en 3 apéndices, según el grado de protección que necesiten. En el apéndice 1 se incluyen las especies que se encuentran en peligro de extinción: el comercio de estas especies está prohibido salvo en circunstancias excepcionales. En el apéndice 2 se incluyen especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio tiene que regularse para evitar que lleguen a estarlo. En el apéndice 3 se incluyen las especies que están protegidas en algún país y que necesitan la cooperación de otros países para controlar su comercio. En ocasiones, se incluyen en estos apéndices grupos enteros, como los primates o los cetáceos, mientras que otras veces, sólo se incluye una subespecie o una población geográficamente aislada de una especie. Para poder importar o exportar algún ejemplar de alguna especie incluida en los apéndices de la CITES se necesita un permiso o certificado especial.

En el caso de la biodiversidad de nuestro país, sus características insulares han propiciado la evolución de una diversidad biológica particular y con valores muy altos de endemismo (se estima un endémico por cada 12,02 Km²), que condicionan a la vez la fragilidad y vulnerabilidad de algunos de nuestros ecosistemas. Junto con ello, diversos procesos antrópicos han provocado un proceso continuo de pérdida de nuestra biodiversidad, que se expresa, de forma más crítica, en aquellos ecosistemas frágiles como los arrecifes coralinos, los manglares, las pluvisilvas y los bosques o matorrales remanentes de lo que fue la cobertura original de Cuba.

*La flora cubana es una de las más ricas de Las Antillas, cuenta con cerca de 8 000 especies de plantas terrestres, de las cuales entre 45 y 50% son endémicas. Las familias botánicas más representadas en la flora de Cuba son: Rubiaceae (café), Euphorbiaceae (flor de pascua y coronita de cristo) y Asteraceae (romerillo y girasol). Algunos endémicos de interés de nuestra flora, son la palma barrigona (*Colpotrinx wrightii*), que se distribuye por las sabanas de Pinar del Río e Isla de la Juventud; el aguacate cimarrón (*Dendrocereus nudiflorus*), del que se conservan individuos en Punta Francés (Varadero), cuya edad se estima superior al medio milenio; y el roble blanco (*Tabebuia leptoneura*), que crece espontáneamente en suelos húmedos, cercanos a los ríos y arroyos, y es sembrado frecuentemente en los parques y avenidas.*

Desde el punto de vista económico se identifican dos floras: la cultivada y la silvestre. Tres cuartas partes del territorio cubano son llanuras dedicadas a cultivos como la caña de azúcar, el tabaco, los frutales, los frutos menores, las plantas medicinales, maderables y ornamentales.

Dentro de la flora silvestre, las especies alóctonas (introducidas por el hombre con intención o sin ella) son 700 y todas son malezas en mayor o menor grado, que atacan cultivos y lugares construidos por el hombre como viviendas, aceras, orillas de carreteras y terrenos yermos. Después de los cultivos, son los elementos con mayor presencia en el paisaje.

La flora autóctona (propia del país desde antes de la existencia del hombre) tiene dos grupos bien definidos: las que no resisten el impacto antrópico (o humano) que son mayormente endémicas, de distribución restringida o puntual; y las que son capaces de resistir el desmonte y la tala de la vegetación original, dentro de las que algunas son consideradas malezas, pues a menudo interfieren con el desmonte, la tala y los cultivos.

Las principales formaciones vegetales en las que se distribuyen las especies de la flora cubana son: complejos de vegetación de costa rocosa y arenosa, monte seco, matorral subalpino, cuabal, charrascal, pinar, vegetación de mogote, bosque pluvial montano, bosque nublado, bosque semicaducifolio, bosque siempreverde, bosque de galería y vegetación secundaria.

*Aunque el paisaje cubano es dominado por la palma real, *Roystonea regia*, esta no es endémica de Cuba, pues se encuentra además en La Florida y Las Antillas Mayores; no obstante fue considerada como árbol nacional, debido a su gran representatividad, abundancia en los campos cubanos, esbeltez y amplia utilidad. Los pinares forman parte de una vegetación muy característica de nuestros paisajes; existen cuatro especies de pinos, todas endémicas del territorio nacional.*

*La fauna terrestre cubana se caracteriza por poseer una gran diversidad de especies, formas, colorido y tamaño. Dentro de los animales con coloridos más vistosos se encuentran las polimitas, cuyas combinaciones de colores unidas a su endemismo las convierten en verdaderas joyas de los moluscos cubanos, también presentan un elevado endemismo los anfibios, en el grupo de los vertebrados, y los moluscos, en el grupo de los invertebrados. Son muchas las especies endémicas carismáticas, entre las que se encuentran la mayor de nuestras serpientes, el Majá de Santa María (*Epicrates angulifer*); el lagarto caimán (*Anolis vermiculatus*) que sólo habita en la Cordillera de Guaniguanico y se caracteriza por sus hábitos acuáticos; el tocororo (*Priotelus temnurus*), nuestra ave nacional; y el totí (*Dives atrovioleacea*), que es un ave exclusiva de Cuba. La Gallinuela de Santo Tomás, la *Ferminia* (*Ferminia cervicalis*) y el Cabrerito de la Ciénaga (*Torreornis inexpectata inexpectata*), son todos endémicos locales de la Ciénaga de Zapata. Los ejemplos de moluscos exclusivos de Cuba, pueden alcanzar la cifra de 1 381 especies, siendo el grupo de mayor endemismo de nuestra fauna.*

La riqueza de especies de los invertebrados es muy superior a la de los vertebrados a pesar de que estos últimos están mejor estudiados. Los insectos, los moluscos y las aves son los grupos más diversos en cuanto a su riqueza específica. Otros como los murciélagos, están representados por pocas especies, sin embargo son muy numerosos en individuos. Otra característica peculiar es el hecho de no poseer ninguna especie venenosa. Algunos animales como los alacranes y arañas pueden segregar sustancias tóxicas para el hombre, pero estas no son letales.

La diversidad de especies de la plataforma de Cuba ha sido bastante estudiada, en los últimos 25 años. Hasta la fecha se conocen unas 360 especies de microalgas en la plataforma y las aguas oceánicas adyacentes, y 465 especies de macroalgas en la plataforma. Entre los microorganismos, se conocen 533 especies de bacterias, pero los hongos, levaduras y protozoos han sido poco estudiados. El número de invertebrados conocidos sobrepasa la cifra de 3 500 especies y la de vertebrados más de 1 000

(principalmente peces). Es decir, que hasta la fecha se conoce la existencia de unas 9000 especies marinas del reino animal y vegetal en Cuba.

A partir del conocimiento sobre la diversidad de especies en el Gran Caribe, se estima que el número probable del reino animal y vegetal en las aguas marinas de Cuba, pudiera sobrepasar la cifra de 12-13000 especies. De esta estimación se infiere, que aproximadamente 25-30% de las especies de la flora y fauna marina de Cuba aún están por descubrir, lo que pudiera ser mucho más elevado en el caso de los microorganismos y la fauna de las grandes profundidades (fauna abisal).

El nivel de conocimientos acumulado difiere de forma notable entre las zonas de la plataforma. Así, por ejemplo, se tiene mayor información del Golfo de Batabanó y las aguas interiores y exteriores del Archipiélago Sabana- Camagüey, por su accesibilidad e importancia para la pesca y el turismo marítimo. Los Golfos de Ana María y Guacanayabo, así como la zona noroccidental de la isla y la estrecha faja de plataforma que bordea las provincias orientales, han sido menos estudiadas, aunque en todas ellas se realizaron investigaciones de diversa índole que aportaron información importante sobre su diversidad biológica.

En las siguientes tablas (tomadas del Curso Introducción al Conocimiento del Medio Ambiente. De Universidad Para Todos) se da una información general sobre el total y la riqueza de especies y sobre los niveles de endemismo en plantas y animales.

TABLA 8. Especies de la biota cubana por cada 10 km²

	Superficie en Km ²	Total de especies	Riqueza
Toda Cuba	164625	32080	0,194
Plataforma marina	53713	7571	0,141
Territorio emergido	110922	21725	0,195

TABLA 9. Valores de endemismo para plantas y animales terrestres

Grupo	Especies conocidas	Especies endémicas	% de endemismo
Plantas	7941	3553	44,74
Animales	11690	4825	41,27
Totales	19631	8378	42,68

En relación con las causas principales que han provocado la pérdida de diversidad biológica en Cuba, en la Estrategia Ambiental Nacional se destacan:

- Alteraciones, fragmentación o destrucción de hábitat/ecosistemas/ paisajes, debido fundamentalmente al cambio del uso del suelo y al empleo de prácticas inadecuadas de pesca, cosecha y preparación de los suelos para la agricultura, entre otras.
- Sobreexplotación de los recursos, por ejemplo, los pesqueros y forestales.
- Degradación y contaminación del suelo, las aguas y la atmósfera.
- Introducción de especies exóticas invasoras que sustituyen o afectan el funcionamiento de los ecosistemas y especies nativas.

- *Insuficientes mecanismos regulatorios y de control para prevenir y sancionar actividades ilícitas como la caza y la pesca furtivas, así como el comercio de especies amenazadas y otros recursos de la naturaleza.*
- *El cambio climático, con la consecuente agudización de los periodos de seca, la ocurrencia de lluvias intensas, la elevación de la temperatura y el incremento de las penetraciones del mar, así como de la intensidad y frecuencia de fenómenos extremos como los huracanes.*
- *Incendios forestales.*

Existen diversas vías para garantizar la protección y conservación de la biodiversidad, una de ellas es la conservación ex situ, que está dirigida al mantenimiento de las especies fuera del medio donde naturalmente ellas habitan, por ejemplo: zoológicos, jardines botánicos, acuarios, áreas de conservación de especies exóticas y los bancos de genes.

La vía más importante y viable a largo plazo para la protección y conservación de la diversidad biológica, es la conservación in situ, medio primordial de conservación del patrimonio natural que para garantizar la preservación de los genes, las especies, los ecosistemas y paisajes, establece medidas tales como: regular la utilización de los recursos naturales, introducir prácticas de uso sostenible, rehabilitar los ecosistemas, los hábitat degradados, promulgar leyes para proteger las especies en peligro y fundamentalmente el establecimiento de áreas protegidas.

Las áreas protegidas son territorios que de acuerdo a la legislación, están especialmente consagrados a la protección de los valores originales de la diversidad biológica, los paisajes y el patrimonio cultural asociados con estos. A diferencia de las vías de conservación ex situ, las áreas protegidas tratan de amparar los valores del patrimonio en el propio sitio donde se hallan de manera natural. Ellas atesoran los valores más representativos y sobresalientes del mismo.

Para lograr sus objetivos de conservación las áreas protegidas se organizan en un sistema donde son clasificadas en categorías de acuerdo con objetivos generales y al tipo de actividades de manejo y uso de los recursos que se admiten en ellas.

En estos momentos el país cuenta con 42 áreas protegidas aprobadas por los Acuerdos 4262/2001 y 6291/2008 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Actualmente el Sistema Nacional de Áreas Protegidas cubre el 22% de la superficie del país.

14.2 Regulaciones Ambientales. Control de su cumplimiento.

En materia de protección de la diversidad biológica la Ley 81 establece la obligación de todos los órganos y organismos estatales y demás personas naturales y jurídicas, de adoptar en las esferas de sus respectivas competencias, las acciones y medidas necesarias para asegurar la conservación de la diversidad biológica nacional y la utilización sostenible de sus componentes, así como la obligación del Estado de prestar especial protección a las especies endémicas, las amenazadas o en peligro de extinción así como las que tengan una connotación especial o sean representativas de los diferentes ecosistemas, para lo cual faculta al CITMA en coordinación con el MINAG y demás órganos y organismos competentes a declarar las especies amenazadas o en peligro de extinción, regular la importación e introducción al medio de especies nuevas o sujetas a regulaciones especiales, así como la exportación de determinadas especies.

En relación con las áreas protegidas la Ley de Medio Ambiente designa al CITMA como el organismo encargado con la dirección y el control de las actividades relacionadas con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, de su gestión ambiental y su dirección técnica y metodológica. En este tema también define los objetivos básicos del Sistema, así como las obligaciones de las personas naturales y jurídicas que administran áreas protegidas con cumplir y hacer cumplir las regulaciones establecidas.

Lo que establece la Ley 81 en relación con la protección de la diversidad biológica se implementa mediante varias Resoluciones del CITMA que demandan de revisión y actualización. Estas Resoluciones son:

- *Resolución 111/96 "Regulaciones sobre la Diversidad Biológica".*
- *Resolución 33/96 "Control del Coral Negro".*
- *Resolución 87/97 "Reglamento para el cumplimiento de los compromisos contraídos por la República de Cuba en la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres."*
- *Resolución 51/2004 "Sobre los delfines".*
- *Resolución 34/96 "Normas para la evaluación y aprobación de propuestas de ejecución de expediciones, investigaciones y visitas de carácter científico-técnico e interés ambiental."*

Resolución 111/96:

La Resolución tiene como objetivos el establecer las disposiciones que permitan lograr una gestión adecuada en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica en el país y garantizar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por el Estado Cubano como parte del Convenio de la Diversidad Biológica.

La Resolución no se aplica a los recursos biológicos correspondientes a las producciones agrícolas, pecuarias y pesqueras del Ministerio de la Agricultura, de la Industria Azucarera, de la Industria Pesquera (en la actualidad Ministerio de la Industria Alimentaria) y de otros productores estatales, cooperativos y privados, destinadas a la alimentación humana y animal, y que son tradicionalmente empleados en el país para estos fines.

Establece la obligatoriedad de obtener una Licencia Ambiental de todo órgano, organismo o entidad estatal o persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que pretenda acceder a los recursos biológicos de la biodiversidad del país o comerciar con ellos.

Esta Resolución tiene como gran limitación lo planteado en el párrafo anterior, debido a que los términos "acceso" y "diversidad biológica" son tan amplios que dificultan su aplicación práctica en el control que realizan los inspectores estatales ambientales, al no estar definido un listado de especies de especial significado u objeto de protección específica, estableciendo aquellas especies sobre las que no se pueden autorizar usos comerciales, aquellas que requieren de una licencia ambiental para estos tipos de usos y por lo tanto las restantes especies de la diversidad biológica no serían objeto de control ambiental.

Resolución 33/96:

Básicamente la Resolución establece que el CICA, como Autoridad Administrativa de CITES, definirá anualmente los límites máximos de captura de la especie coral negro, así como las zonas a las que se limita nacionalmente dicha actividad, en función de los cuales, otorgará a las entidades solicitantes las licencias correspondientes para las actividades de extracción y comercialización del coral negro.

Resolución 87/97:

Esta Resolución tiene como objetivo establecer las regulaciones que permitan el adecuado cumplimiento de los compromisos contraídos por la República de Cuba en la Convención CITES y el ejercicio de las atribuciones y funciones que a este Ministerio vienen encomendadas en relación con la Convención.

Establece que el CICA, en su carácter de Autoridad Administrativa de CITES, concederá las autorizaciones y permisos que correspondan para la exportación, la importación, la reexportación y la introducción procedente del mar, de las especies amenazadas de la flora y la fauna silvestres protegidas por CITES y que requerirán de dichas autorizaciones y permisos todas las exportaciones, importaciones, reexportaciones e introducción procedente del mar, aun cuando no tengan carácter comercial, tales como las que se realizan por intercambio, préstamo o donación.

Resolución 51/2004:

*Define que la ORASEN, oído el parecer del CICA, establece la cuota anual de captura y de exportación del delfín nariz de botella (*Trusiops truncatus* sp), así como la necesidad de obtener una licencia ambiental del CICA para cualquier acción de manejo con ejemplares de esta especie (captura, reproducción, cría en cautiverio, exhibición, construcción de nuevos delfinarios, comercialización nacional o internacional). Solo autoriza la captura de esta especie de delfín al Acuario Nacional de Cuba y la comercialización internacional del mismo a EMIDICT.*

Resolución 34/96:

Esa Resolución establece la obligatoriedad de obtener un permiso para la realización de expediciones, investigaciones y visitas de carácter científico técnico o de interés ambiental a las áreas naturales.

El incumplimiento de lo que establecen las normas legales vigentes en el país en materia de protección de la diversidad biológica, se sanciona de forma directa mediante el Artículo 8 del Decreto Ley 200 "De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente", con cualquiera de las medidas previstas en el mismo, incluyendo las multas que aparecen en cada uno de los incisos relacionados a continuación:

"ARTICULO 8.- Se consideran contravenciones respecto a la diversidad biológica, y se impondrán las multas que para cada caso se establecen;

- a) dañar o destruir especies de especial significado u objeto de protección específica, 250 pesos y 5 000 pesos;*
- b) coleccionar ejemplares de flora y fauna sin la debida autorización, 250 pesos y 2 250 pesos;*
- c) violar las disposiciones establecidas para la exportación de especies sujetas a regulaciones especiales, 250 pesos y 5 000 pesos; y*

d) acceder a los recursos de la diversidad biológica sin tener la autorización correspondiente, 250 pesos y 5 000 pesos.”

Para poder aplicar lo que se establece en los artículos a y b de este inciso existen las limitaciones, que en materia de protección de la diversidad biológica, presenta nuestra legislación y que se plantearon con anterioridad en el resumen de la Resolución 111/96. No obstante, hasta que se defina el listado de especies de especial significado o las de objeto de protección específica, el inspector estatal ambiental podrá hacer uso, analizando de forma mesurada cada caso particular, de las especies listadas en las regulaciones vigentes en el país. A continuación se listan las mencionadas especies, precisando lo que específicamente regula la norma en cuestión:

Resolución CITMA 33/96 (se requiere de una licencia ambiental para extracción y comercialización):

- Coral negro.

Resolución CITMA 51/2004 (establece una licencia ambiental para cualquier acción de manejo):

- Delfín nariz de botella.

Decreto Ley 200/99 “De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente (sanciona la extracción sin licencia ambiental):

- Coral.
- Gorgona.

Resolución 330/99 del MINAG “Reglamento de la Ley Forestal” (prohíbe la tala):

- Ébano carbonero.
- Ébano real.
- Sabina de costa.
- Sabina cimarrona.
- Nogal del país.
- Palma corcho.
- Aguacate cimarrón.
- Cúrbana.
- Chicharrón.
- Manajú.
- Sangre doncella.
- Abrojo erizo.
- Acacia erizo.
- Acacia.
- Marañón de la Maestra o Mantequero.
- Marañón de Sierra baja.
- Mantequero.
- Ébano amarillo.
- Bruja.
- Cocuyo Malangueta.
- Malaguilla.

Decreto Ley 164/1996 “Reglamento de Pesca” (sanciona cualquier acción de manejo sin autorización):

- Manatí.
- Delfín.
- Cocodrilo.

- Caimán.
- Carey, tortuga, caguama y tinglado.
- Coral negro.
- Jicotea.
- Cobo.
- Huevos de tortugas.
- Cangrejo moro.
- Cangrejo de tierra.
- Anguila.
- Guabina.
- Manjuarí.
- Moluscos.
- Esponjas.

Resolución del MIP 206/2004 (prohíbe cualquier acción de manejo):

- Quinconte (*Cassius magadascariensis*).

Se podrá aplicar también el Decreto Ley 200, ante otras violaciones de la legislación ambiental que se relacionan con la protección de la diversidad biológica, en los casos en que se haya impuesto previamente alguna medida durante una Inspección Estatal Ambiental o el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y esta medida no sea cumplida. En estos casos las multas previstas son de 200 y 2250 pesos para el primer caso (artículo 6 inciso b) y 200 y 5000 para el segundo (artículo 5 inciso d), o que se detecte el acceso de expediciones a la áreas naturales con fines de investigación sin la licencia ambiental requerida, en cuyo caso se podrá aplicar el artículo 5 inciso b, el cual prevé multas de 250 y 5 000 pesos.

En relación con el manejo y la protección de las áreas protegidas, la Ley 81 se complementa con el Decreto Ley 201 de 1999 "Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas". El objeto del Decreto Ley, es el de establecer el régimen legal relativo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, lo cual incluye las regulaciones del ejercicio de su rectoría, control y administración, las categorías de las áreas protegidas, su propuesta y declaración, el régimen de protección y el otorgamiento de las autorizaciones para la realización de actividades en dichas áreas.

El Decreto Ley establece tres niveles de clasificación de las áreas protegidas: de significación nacional, de significación local y regiones especiales de desarrollo. Además clasifica a las áreas en ocho categorías:

- a) Reserva Natural;
- b) Parque Nacional;
- c) Reserva Ecológica;
- d) Elemento Natural Destacado;
- e) Reserva Florística Manejada;
- f) Refugio de Fauna;
- g) Paisaje Natural Protegido;
- h) Área Protegida de Recursos Manejados.

Estas categorías están ordenadas en orden creciente, de acuerdo con la intensidad del manejo y la posibilidad de intervención antrópica en las mismas.

Entre los aspectos fundamentales que establece este Decreto Ley y que deben ser del conocimiento del inspector se pueden mencionar:

- *Declaración de las áreas protegidas:*

Faculta al Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo como el órgano encargado de aprobar la declaración o modificación de las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento, a propuesta del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Por lo que desde el punto de vista regulador, las áreas protegidas existentes, son las que están legalmente aprobadas por esas instancias de gobierno, es decir por los Acuerdos 4262/2001 y 6291/2008 del CECM mediante los cuales se aprobaron las 42 áreas protegidas que hasta la fecha existen en el país con respaldo legal.

En el resto de las áreas que están propuestas, o que cuentan con algún nivel de control o administración, los inspectores estatales ambientales pueden cooperar en la protección de sus valores, bajo el concepto de protección del patrimonio natural, es decir de la protección de la biodiversidad, la cobertura vegetal, el suelo, el agua, etc.

- *Régimen de vigilancia y protección:*

Establece que las personas naturales y jurídicas encargadas de la administración son las responsables de su protección, en estrecha colaboración con el Cuerpo de Guardabosques, sin perjuicio de las actividades de inspección, supervisión y control ambiental o de cualquier otro tipo que corresponda al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y a otros órganos y organismos estatales en el ejercicio de sus atribuciones.

- *Plan de Manejo y Planes Operativos:*

La administración del área protegida será responsable de la elaboración de su plan de manejo. El Plan de Manejo incluirá los correspondientes estudios económicos para la conservación, uso sostenible o recuperación de los recursos naturales del área. Provisionalmente y mientras no exista Plan de Manejo, podrá ser sustituido por un Plan Operativo, el cual se elaborará para un período de hasta dos años.

Los Planes de Manejo se implementarán a través de Planes Operativos que contendrán los indicadores para el Plan de la Economía Nacional que se elabore para el área protegida.

- *Del régimen de autorizaciones:*

Se establece que toda obra o actividad que se pretenda desarrollar en un área protegida o en su zona de amortiguamiento, podrá estar sujeta a una previa Licencia Ambiental de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, salvo que resulte expresamente exenta de tal requisito, conforme a lo que se disponga en el plan de manejo.

El incumplimiento de lo que establecen las normas legales vigentes en el país en materia de protección del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, se sanciona de forma directa mediante el Artículo 7 del Decreto Ley 200 "De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente", con cualquiera de las medidas previstas en el mismo, incluyendo las multas que aparecen en cada uno de los incisos relacionados a continuación:

"ARTICULO 7.- Se consideran contravenciones respecto al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y se impondrán las multas que para cada caso se establecen:

- a) acceder a áreas protegidas sin la debida autorización en los casos en que se requiera, 200 pesos y 2 250 pesos;*

- b) *sin contar con la autorización correspondiente:*
1. *altere senderos, linderos, señales o avisos, 50 pesos y 1 000 pesos;*
 2. *fije carteles, anuncios o vallas, 50 pesos y 1 000 pesos;*
 3. *realice investigaciones, 200 pesos y 2 250 pesos;*
- c) *no elaborar en los plazos establecidos el Plan de Manejo o el Plan Operativo, según corresponda, teniendo a su cargo la administración de un área protegida, 200 pesos y 2 250 pesos; e*
- d) *infringir las prohibiciones, normas o especificaciones técnicas establecidas en el Plan de Manejo o el Plan Operativo, 250 pesos y 5 000 pesos."*

En el caso de la protección de las áreas protegidas también es posible, según proceda, la aplicación de otros artículos del Decreto Ley 200 ya vistos en este material, tales como el correspondiente a la Inspección Estatal Ambiental, a la licencia ambiental, a la diversidad biológica y a la zona costera.

14.3 Turismo de Naturaleza.

Una actividad muy vinculada con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el acceso al resto de las áreas naturales y la protección de la diversidad biológica, lo constituye el turismo de naturaleza. Las actividades de turismo de naturaleza se norman en Cuba, mediante el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Resolución CITMA 132/2009) y la Resolución Conjunta No. 1/1999 del MINTUR, CITMA, MINAG.

El turismo de naturaleza se define como todas las modalidades de turismo en que la motivación del viaje o la selección del destino, estén determinados por el acercamiento y disfrute de la naturaleza o de componentes de la misma. Tiene diferentes modalidades, como los senderos, las caminatas y los recorridos y se puede realizar lo mismo, en áreas naturales terrestres, que en áreas marinas.

Los aspectos más importantes que establece la Resolución Conjunta y sus anexos son:

- *La necesidad de que las áreas aprobadas cuenten con una Administración responsabilizada con el control del acceso, la conservación y gestión ambiental del área.*
- *La existencia de un contrato entre la Administración del área y el Cliente para poder ejecutar la explotación turística del área.*
- *La constitución de Grupos Provinciales y uno Nacional para la aprobación de las áreas. Estos Grupos están integrados por los firmantes de la Resolución Conjunta y además por: el MINFAR, el MININT y el IPF. En ambos niveles, el Grupo es presidido por el MINTUR.*
- *Los Grupos Provinciales proponen, mediante dictamen al Grupo Nacional, las áreas y el Grupo Nacional realiza la aprobación o denegación definitiva de la actividad.*
- *Con la aprobación del Grupo Nacional, se procede entonces a solicitar la licencia ambiental en la Delegación Territorial del CITMA, con la excepción de aquellas actividades que se pretendan realizar en áreas protegidas de significación nacional, en cuyo caso la solicitud de la licencia ambiental se presentará en el CICA.*

- *Las visitas se harán siempre acompañadas de guías especializados.*
- *La Administración del área es la responsable de que no se excedan las cargas admisibles y del manejo de los desechos y su disposición final.*
- *No se podrá extraer ningún elemento del medio natural, ni afectar a la flora y la fauna silvestre.*
- *Se prohíbe la introducción de plantas y animales.*

En relación con las actividades de turismo de naturaleza el inspector estatal ambiental deberá estar claro que las mismas sólo se pueden realizar en aquellos lugares y áreas que estén debidamente autorizados para su ejecución y donde solo se podrán realizar actividades turísticas. De igual forma, deberá comprender la relación que existe entre la actividad de turismo de naturaleza y lo que establece la Resolución 34/96 del CITMA, mediante la cual se otorgan permisos para la realización de expediciones, investigaciones y visitas de carácter científico técnico o de interés ambiental a las áreas naturales, es decir las modalidades y acciones antes subrayadas no se podrán ejecutar en ningún área natural, incluyendo a las áreas aprobadas para las actividades de turismo de naturaleza, si no cuentan con el permiso correspondiente, otorgado a partir de la Resolución 34.

El desarrollo de actividades de turismo de naturaleza sin la correspondiente licencia ambiental se podrá sancionar con multas de 250 y 5000 pesos según corresponda, de acuerdo con lo que establece el artículo 5 inciso a del Decreto Ley 200. De igual forma el incumplimiento de las medidas impuestas en las licencias ambientales otorgadas se podrá sancionar de acuerdo con lo que establece el inciso d del mismo artículo (multas de 200 y 5000 pesos según corresponda). También podrán ser aplicadas el resto de las sanciones previstas en el mencionado Decreto Ley o sancionarse otras violaciones de la legislación ambiental que se comentan, relacionadas con las áreas protegidas, la protección de la diversidad biológica y la zona costera, según corresponda y acorde con lo explicado en el presente material en esos temas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ley 59 "Código Civil".
2. Ley 62 "Código Penal".
3. Ley 76/1995 "Ley de Minas".
4. Ley 81/1997 "De Medio Ambiente".
5. Ley 85/1998 "Ley Forestal".
6. Decreto Ley 138/1993 "De las Aguas Terrestres".
7. Decreto Ley 164/1996 "Reglamento de Pesca."
8. Decreto Ley 200/1999 "De las Contravenciones en Materia de Medio Ambiente".
9. Decreto Ley 201/1999 "Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas."
10. Decreto Ley 212/1999 "Gestión de la Zona Costera"
11. Decreto Ley 241/2006 "Modificación de la Ley de Procedimiento Civil, Administrativo y Laboral."
12. Decreto 179/1993 "Protección, Uso y Conservación de los Suelos".
13. Resolución 103/2008 "Reglamento de la Inspección Estatal Ambiental de la Actividad Reguladora Ambiental".
14. Acuerdo 4262/2001 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.
15. Acuerdo 6291/2008 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.
16. Resolución CITMA 33/96 "Control del Coral Negro".
17. Resolución CITMA 34/1996 "Normas para la Evaluación y Aprobación de Propuestas de Ejecución de Expediciones, Investigaciones y Visitas de Carácter Científico Técnico de Interés Ambiental".
18. Resolución CITMA 111/1996 "Regulaciones sobre la Diversidad Biológica".
19. Resolución CITMA 87/1997 "Reglamento para el Cumplimiento de los Compromisos Internacionales Contraídos por la República de Cuba en la Convención CITES".
20. Resolución CITMA 132/2009 "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental".
21. Resolución CITMA 136/2009 "Reglamento para el Manejo Integral de los Desechos Peligrosos".
22. Resolución CITMA 51/2004 "Sobre los delfines".

23. *Resolución CITMA 96/2004 "Restricciones a determinados productos químicos".*
24. *Resolución CITMA 107/2004 "Recuperación, reciclado y destrucción de gases refrigerantes".*
25. *Resolución CITMA 108/2004 "Importación y uso del bromuro de metilo".*
26. *Resolución CITMA 116/2005 "Cronograma para el Control de las SAOs".*
27. *Resolución CITMA 128/2006 "Metodología y Procedimiento para la atención a quejas planteamientos y denuncias de los trabajadores y la población en el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente."*
28. *Resolución CITMA 185/2006 (Corregida) "Implementación del Decreto Ley 200/99."*
29. *Resolución CITMA 40/2007 "Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010".*
30. *Resolución Conjunta/1999 CITMA-MINCIN "Balance Nacional de las SAOs del Anexo 1".*
31. *Resolución Conjunta No. 1/1999 MINTUR, CITMA, MINAG "Turismo de Naturaleza."*
32. *Resolución ORASEN 80/2003 "Código de Ética de la Actividad Reguladora."*
33. *Resolución ORASEN 306/2006 "Indicaciones sobre la confección de los expedientes derivados de la aplicación del Decreto Ley 200/99; para la remisión de asuntos al Jefe de Inspección Ambiental."*
34. *Resolución 287/1999 del MINCEX "Entidades autorizadas a importar SAOs del Anexo1".*
35. *Resolución 384/2003 del MINCEX "Entidades autorizadas a importar SAOs del resto de los Anexos."*
36. *Resolución 330/1999 "Reglamento de la Ley Forestal."*
37. *NC 27:1999 "Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado".*
38. *NC 521:2007. "Vertimiento de Residuales a la Zona Costera y a las Aguas Marinas. Especificaciones".*
39. *NC 93-02-202/1987 "Requisitos higiénico-sanitarios: Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria. "*
40. *NC 26:2007 "Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios. "*
41. *NC 24:1999 "Eliminación de contaminantes en talleres galvánicos. Parámetros de vertimiento."*
42. *NC 133:2002: "Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales".*

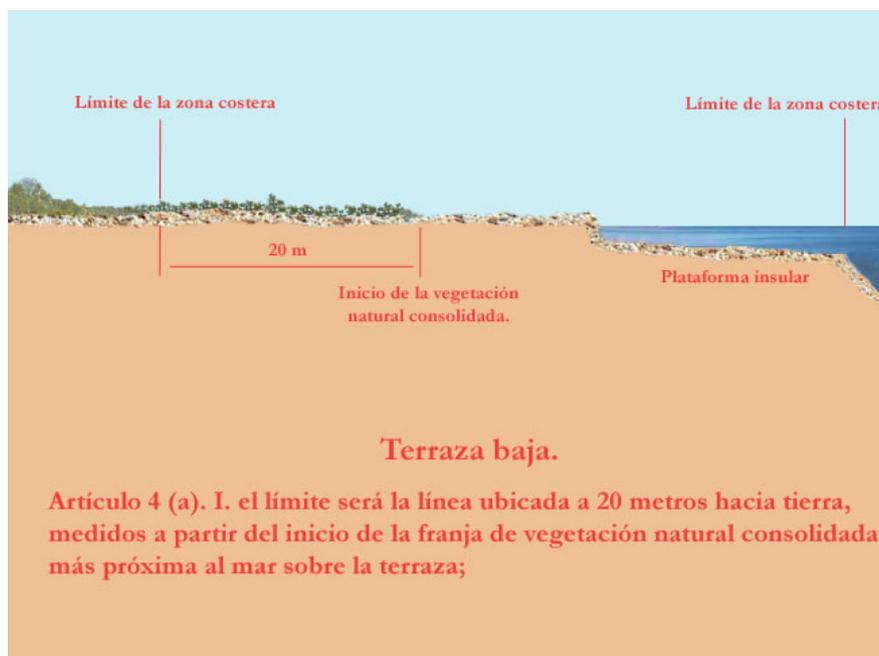
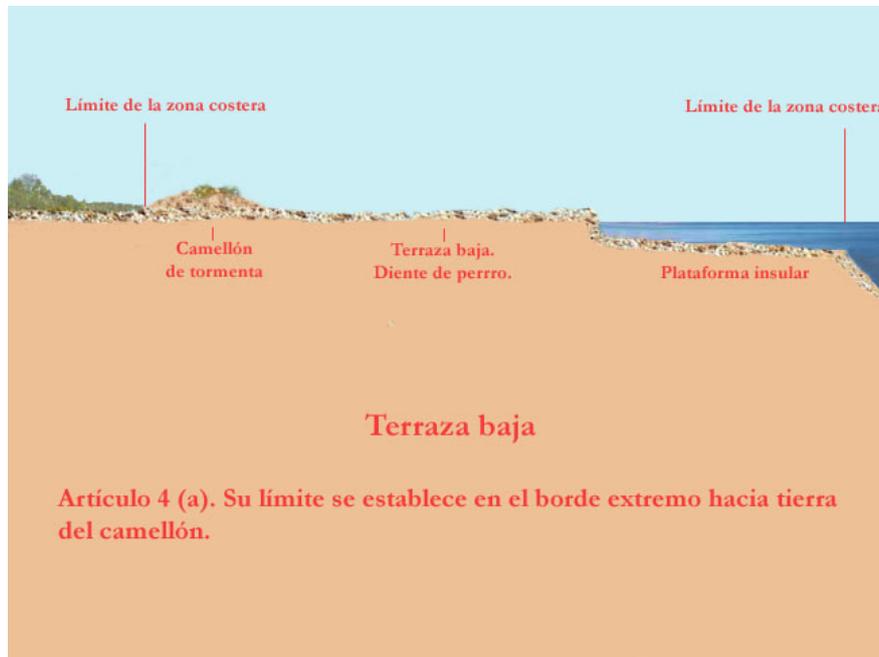
43. NC 134:2002: "Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos Higiénicos sanitarios y ambientales".
44. NC 135:2002: "Residuos sólidos urbanos disposición final. Requisitos Higiénicos sanitarios y ambientales".
45. Basel Convention Series/ SBC No. 99/001 (1999) "Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. "
46. Basel Convention Series (1999). "Technical Guidelines on specially engineered landfill (D5)."
47. Basel Convention Series (1995). "Technical Guidelines on incineration on land."
48. Basel Convention Series (1999). "Technical Guidelines on hazardous wastes: physico-chemical treatment and biological treatment."
49. Gristo P. (2005) "Tratamiento y disposición final de desechos peligrosos. Presentación realizada por un especialista del Centro Regional del Convenio de Basilea de Uruguay, para el Curso de Gestión de desechos peligrosos para especialistas municipales efectuado en La Habana".
50. Sorinas, L. (2005) "Tratamiento y disposición final de desechos peligrosos". Presentación realizada por un especialista del INSTEC, para el Curso de Gestión de desechos peligrosos para especialistas municipales efectuado en La Habana.
51. Centro Coordinador del Convenio de Basilea de Uruguay (2005) "Guía para la gestión integral de los residuos peligrosos". Tomo I.
52. CICA. CITMA (2000). "Guías para la realización de la Inspección Estatal Ambiental".
53. Resolución 32/2005 del CICA "Lineamientos metodológicos para el manejo y disposición de los desechos compuestos por medicamentos u otros generados por la atención médica".
54. Resolución 73/2006 del CICA "Indicaciones Metodológicas para la Tramitación y Aprobación de las Solicitudes de Licencias Ambientales para la Captación y Utilización de los Aceites Usados como Combustible".
55. Resolución CICA 83/2005. "La Clasificación de los Cuerpos Receptores Marinos de la República de Cuba". 23 de diciembre del 2005.
56. CICA (2007) "Indicaciones para el actuar del sistema regulador ambiental en la tarea de cambio de televisores y la disposición de sus desechos".
57. Biblioteca de Consulta Encarta 2005. Microsoft Corporation.
58. Curso de Derecho y Medio Ambiente. Universidad Para Todos. 2006.
59. Curso Naturaleza Geológica de Cuba. Universidad Para Todos. 2006.
60. Curso El Mar y sus Recursos. Universidad Para Todos. 2005.

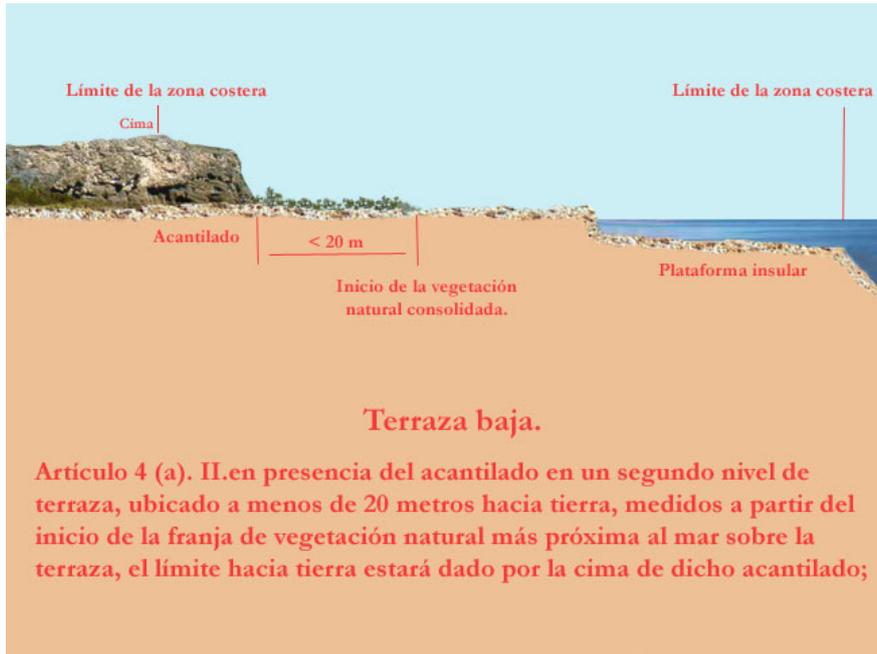
61. *Curso Introducción al Conocimiento del Medio Ambiente. Universidad Para Todos 2004.*
62. *Curso Áreas Protegidas de Cuba y Conservación del Patrimonio Natural. Universidad Para Todos 2005.*
63. *Curso Diversidad Biológica. Universidad Para Todos 2005.*
64. *Diplomado Protección del Medio Ambiente Físico. Contaminación Atmosférica. Universidad de Alicante. 1998.*
65. *Diplomado Protección del Medio Ambiente Físico. Vertedero de residuos. Universidad de Alicante. 1998.*
66. *Diplomado Protección del Medio Ambiente Físico. Contaminación de las aguas. Universidad de Alicante. 1998.*
67. *CEPIS (2004) Curso de orientación para el control de la contaminación del aire. Lima.*
68. *CEPIS (2008) "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales". Tomado de la página WEB de CEPIS. .*
69. *Water for de World (2001) "Designing a Landfill". Technical Note SAN. 3. D. 1.*
70. *Terry C. y col.(2006) "Manejo de aguas residuales en la gestión ambiental. CIGEA". Cuba.*
71. *Brito L (2001) Representación gráfica de los límites de la zona costera definidos por el Decreto Ley 212. Presentación realizada en el Taller de Inspectores Ambientales que trabajan en el área del Proyecto GEF Sabana-Camaguey.*
72. *Brito L. y Alvarez J. (2005) "Clasificación de los Cuerpos Receptores Marinos de la República de Cuba". Presentación CICA. Trabajo presentado en la V Convención sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana.*
73. *CIGEA (1998) "Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante en las cuencas hidrográficas de interés nacional y provincial". Documento de trabajo. Reunión Nacional de Gestión Ambiental. Sancti Spiritus.*
74. *Water for de World (2001) "Operating and Maintaining Septic Tanks". Technical Note No. 2.0.3.*
75. *Water for de World (2001) Methods of Combined Wash Water and Excreta Disposal". Technical Note No. SAN.2.M.*
76. *OPS/CEPIS/UNATSABAR (2003) "Especificaciones técnicas para el diseño de trampas de grasas". 0381. Lima.*
77. *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (2006) Tema 11 Contaminación del Agua. Libro Digital.*

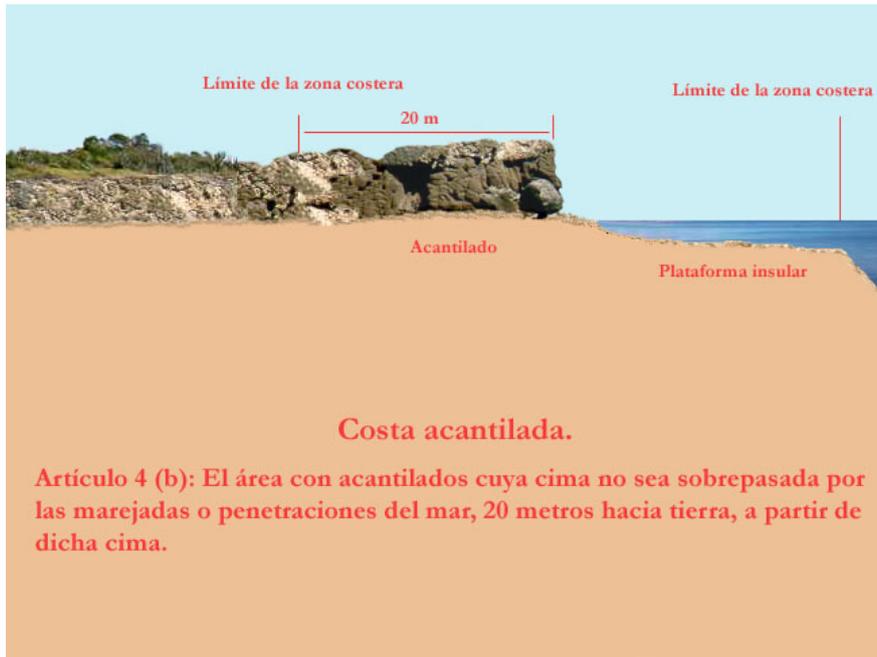
78. Allende A. (2001) *"Diseño Hidráulico de plantas de tratamiento de residuales"*. ENPSES. Cuba.
79. EPA (2000) *"Folleto Informativo de Tecnologías de aguas residuales. Humedales de flujo sub superficial"*.
80. Marsilli I. (2005). *"Tratamiento de aguas residuales"*. Documento tomado de INTERNET.
81. Instituto de Suelos (2004) *"Indicaciones prácticas de conservación de suelos para los agricultores"*. Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. MINAG. La Habana. Cuba.
82. Urquiza M. (2008) *"Acercamiento al Manejo Sostenible de Tierras (MST)"*. Documento del CIGEA.
83. Wikipedia. *Enciclopedia Libre (2009). Los biocombustibles. Tomado de INTERNET.*
84. CIPIM (2005). *Proyecto presentado al CICA en el proceso de solicitud de Licencia Ambiental para la destrucción de penicilinas en mal estado. La Habana. Cuba*

ANEXO I

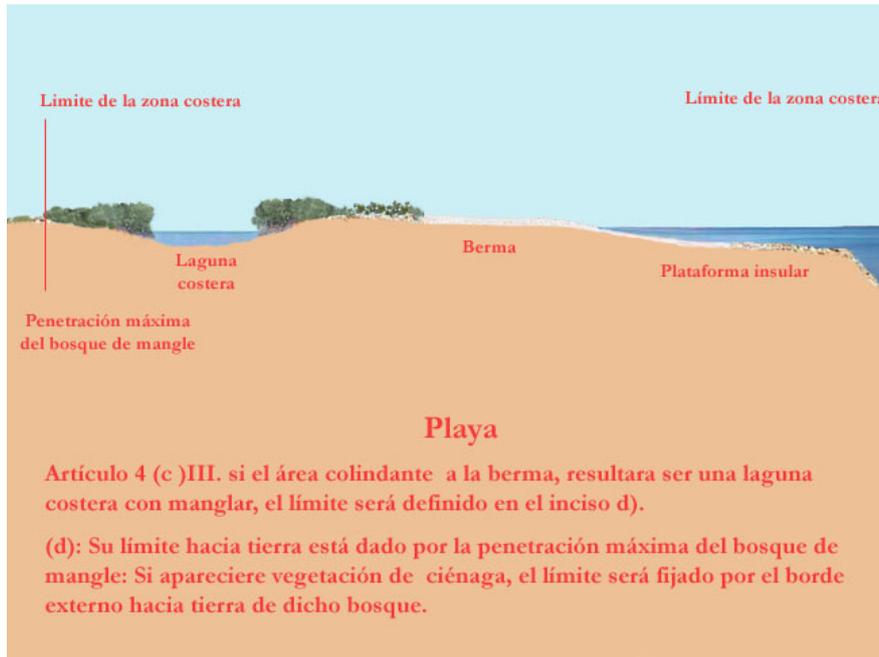
Representación gráfica de los límites de la zona costera y la zona de protección de acuerdo a lo que establece el Decreto Ley 212 (Elaborado por Brito, L. 2001).

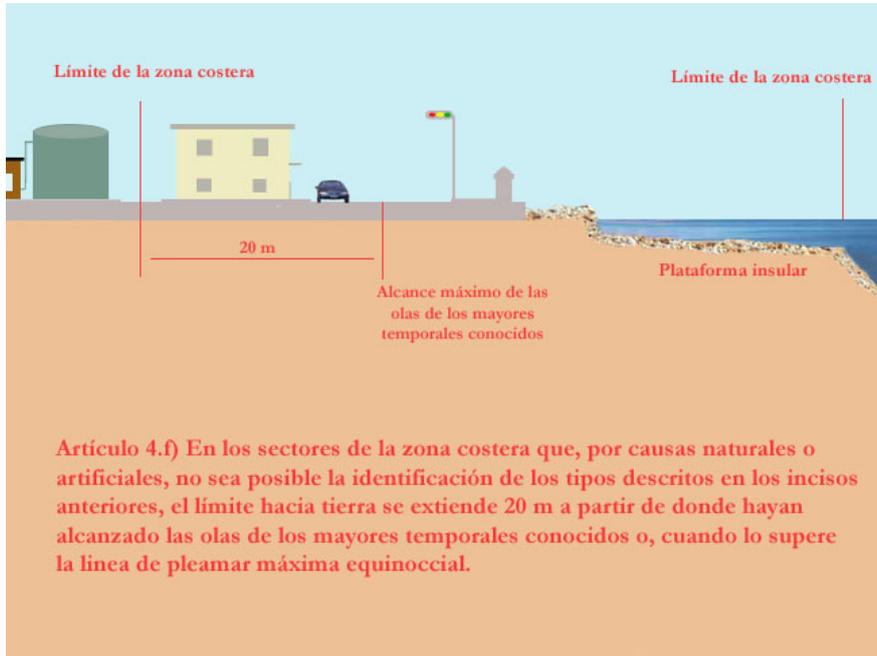












SIGLAS USADAS

CFC: *Compuestos de clorofluorocarbonos.*

CGIA: *Centro de Gestión e Inspección Ambiental.*

CICA: *Centro de Inspección y Control Ambiental.*

CITMA: *Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.*

COMARNA: *Comisión Nacional de Protección del Medio Ambiente y Uso Racional de los Recursos Naturales.*

CPA: *Contaminantes Peligrosos del Aire.*

DBO₅: *Demanda Química de Oxígeno.*

DQO: *Demanda Química de Oxígeno.*

EIA: *Evaluación de Impacto Ambiental.*

EsIA: *Estudio de Impacto Ambiental.*

IEA: *Inspección Estatal Ambiental.*

INRH: *Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.*

IPF: *Instituto de Planificación Física.*

MICONS: *Ministerio de la Construcción.*

MINAG: *Ministerio de la Agricultura.*

MINAL: *Ministerio de la Industria Alimenticia.*

MINBAS: *Ministerio de la Industria Básica.*

MININT: *Ministerio del Interior.*

MINSAP: *Ministerio de Salud Pública.*

OACEs: *Organismos de la Administración Central del Estado.*

ORASEN: *Oficina de Regulación Ambiental y Seguridad Nuclear.*

PCDD: *Dioxinas.*

PCDF: *Furanos.*

PNR: *Policía Nacional Revolucionaria.*