

TRABAJO DE NATURALES:

TEMA:

LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ACTUALES

ÍNDICE:

LA CAPA DE OZONO _____	PÁG:04
EFFECTO INVERNADERO_____	PÁG:08
LLUVIA ÁCIDA_____	PÁG:18
DESERTIZACIÓN_____	PÁG:28
EROSIÓN_____	PÁG:36
PERDIDA DE BIODIVERSIDAD_____	PÁG:39
RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS_____	PÁG:44
PARTE PRÁCTICA_____	PAG:61

Un trabajo realizado por

LA CAPA DE OZONO Y SU DEGRADACIÓN

El mundo ha cambiado ostensiblemente desde que investigadores de las más diversas áreas dieran la señal de alarma ante la debacle ambiental que la actividad descontrolada del hombre estaba creando. Primero fue la comprobación del hecho de que los ecosistemas estaban siendo seriamente afectados por los desechos industriales, nucleares y domiciliarios y que el uso de combustibles fósiles estaba degradando la calidad de vida de los habitantes de las grandes urbes. Finalmente, como corolario a todo lo anterior, se descubre que uno de los "pilares" de la comodidad y modernidad de nuestra era, esto es, el uso de refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas y sistemas de prevención de incendios, eran los principales causantes de la destrucción de la capa de ozono del planeta. Definitivamente, después de este anuncio, el mundo ya no podía ser el mismo de antes. Es que la importancia de este, hasta hace poco desconocido ozono, radica en que protege toda la cadena de vida del planeta, ya que su estructura permite absorber los peligrosos rayos ultravioletas (UVB) provenientes del sol. Así pues, el temor de perder la vida en la tierra era amenazado por muchas causas, entre ellas el CFC.

El CFC es un derivado de los hidrocarburos saturados que se obtiene sustituyendo átomos de hidrógeno por átomos de cloro y flúor y se encuentra en forma de gas. Su utilización está prohibida o limitada en muchos países, porque reducen la cantidad de ozono existente en la estratosfera.

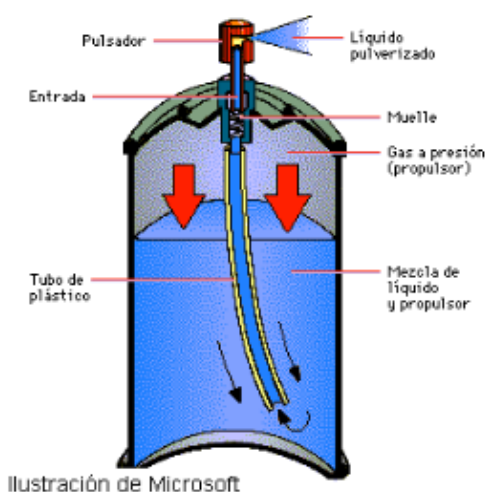
Aplicaciones

Los compuestos de flúor tienen muchas aplicaciones. Los clorofluorocarbonos, ciertos líquidos o gases inodoros y no venenosos, como el freón, se usan como agente dispersante en los vaporizadores aerosol y como refrigerante. Sin embargo, en 1974, algunos científicos sugirieron que esos productos químicos llegaban

a la estratosfera y estaban destruyendo la capa de ozono de la Tierra. Con la confirmación de estos descubrimientos al final de la década de 1980, la fabricación de esos productos químicos empezó a eliminarse por etapas.

Así, el aerosol es un recipiente provisto de una válvula, diseñado para proporcionar una amplia variedad de sustancias en forma pulverizada, de espuma o chorro líquido. El producto, que puede ser por ejemplo pintura, cosméticos o insecticida, se mezcla con un gas propulsor que está sellado a presión en el recipiente.

Algunos propulsores, como el óxido nitroso o el dióxido de carbono, se mantienen en forma de gas en el aerosol aunque estén a presión. Otros, como los clorofluorocarbonos, se licúan. Hay sistemas de dos fases en los que el producto se mezcla con el líquido propulsor, que al liberarse se convierte en gas y se expande, dividiendo el producto en gotas diminutas. Los sistemas de tres fases consisten en una capa del producto entre capas de propulsor licuado (en el fondo) y gases propulsores (en la parte superior). En ambos sistemas, al apretar el botón de la válvula, el producto sube por un tubo y sale por ella. El gas licuado del fondo del aerosol se vaporiza para mantener la presión constante.



capa de ozono

Es una zona de la atmósfera de 19 a 48 km por encima de la superficie de la Tierra. En ella se producen concentraciones de ozono de hasta 10 partes por millón (ppm). El ozono se forma por acción de la luz solar sobre el oxígeno. Esto lleva ocurriendo muchos millones de años, pero los compuestos naturales de nitrógeno presentes en la atmósfera parecen ser responsables de que la concentración de ozono haya permanecido a un nivel razonablemente estable. A nivel del suelo, unas concentraciones tan elevadas son peligrosas para la salud, pero dado que la capa de ozono protege a la vida del planeta de la radiación ultravioleta cancerígena, su importancia es inestimable. Por ello, los científicos se preocuparon al descubrir, en la década de 1970, que ciertos productos químicos llamados clorofluorocarbonos, o CFC (compuestos del flúor), usados durante largo tiempo como refrigerantes y como propelentes en los aerosoles, representaban una posible amenaza para la capa de ozono. Al ser liberados en la atmósfera, estos productos químicos, que contienen cloro, ascienden y se descomponen por acción de la luz solar, tras lo cual el cloro reacciona con las moléculas de ozono y las destruye. Por este motivo, el uso de CFC en los aerosoles ha sido prohibido en muchos países. Otros productos químicos, como los halocarbonos de bromo, y los óxidos nitrosos de los fertilizantes, son también lesivos para la capa de ozono.

Destrucción del ozono

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo un impacto negativo sobre la capa de ozono, una región de la atmósfera que protege al planeta de los daños

rayos ultravioleta. Si no existiera esa capa gaseosa, que se encuentra a unos 40 km de altitud sobre el nivel del mar, la vida sería imposible sobre nuestro planeta. Los estudios mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos (CFC, compuestos de flúor), que se emplean en refrigeración, aire acondicionado, disolventes de limpieza, materiales de empaquetado y aerosoles. El cloro, un producto químico secundario de los CFC ataca al ozono, que está formado por tres átomos de oxígeno, arrebatándole uno de ellos para formar monóxido de cloro. Éste reacciona a continuación con átomos de oxígeno para formar moléculas de oxígeno, liberando moléculas de cloro que descomponen más moléculas de ozono.

Al principio se creía que la capa de ozono se estaba reduciendo de forma homogénea en todo el planeta. En 1985, no obstante, posteriores investigaciones revelaron la existencia de un gran agujero centrado sobre la Antártida; un 50% o más del ozono situado sobre este área desaparecía estacionalmente (a partir del mes de octubre). El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico. Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos sobre el medio ambiente, muchos países trabajan en el proyecto de suprimir la fabricación y uso de los CFC de aquí al año 2000. No obstante, los CFC pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará representando una amenaza durante décadas.

EFEECTO INVERNADERO

Gases de la atmósfera

La atmósfera está compuesta por varios gases, entre los más importantes están: el oxígeno, el cual es necesario para el metabolismo de los seres vivos, el nitrógeno a partir del cual se forman los compuestos esenciales para el crecimiento de las plantas, el dióxido de carbono para la fotosíntesis, y el agua, cuyo ciclo atmosférico determina los diferentes climas.

Los componentes más escasos de la atmósfera y algunas sustancias antropogénicas pueden alterar la composición natural de la atmósfera y por ende afectar el delicado equilibrio entre ésta y la biosfera. La capa de ozono situada alrededor de 30 kilómetros de altura absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta del sol que es peligrosa para la vida. Por otro lado, la presencia de tan solo 0,2 partes por millón de ozono producido por gases contaminantes en la troposfera aumenta la formación de smog.

La carga de contaminantes que se desecha sobre la superficie del planeta y en la atmósfera, es cada día más alarmante. Las causas de todo esto son: el uso creciente de las fuentes de energía, el aumento de la población, la producción incontrolable de bienes materiales, la deforestación y la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos.

Las emisiones de gases a la atmósfera, producto de la actividad industrial, agrícola, pecuaria, doméstica y de las fuentes móviles, traen como consecuencia cambios en el clima, a través del efecto invernadero y efectos en la capa de ozono. Esto provoca la desaparición de muchas especies de plantas y de animales y también, efectos sobre la salud del ser humano. Lo alarmante de todo esto, es la velocidad con que estos procesos se están llevando a cabo, en contraste a nuestra indiferencia.

Se debe entender que el derecho a la manipulación de la naturaleza no debe condicionarse a la producción irrestricta de bienes de consumo y que debe prevalecer un desarrollo sostenible, que garantice a nuestras futuras generaciones, un planeta en condiciones de ser habitado.

Componentes de la atmosfera importantes para el efecto invernadero

1. Dióxido de azufre (SO₂)
2. Óxidos de nitrógeno (NO_x)
3. Partículas totales en suspensión (PTS)
4. Cloruro de hidrógeno (HCl)
5. Sulfuro de hidrógeno (H₂S)
6. Fluoruro de hidrógeno (HF)
7. Cloruros
8. Sulfatos
9. Amoníaco (NH₃)
10. Monóxido de dinitrógeno (N₂O)
11. Hidrocarburos
12. Formaldehído
13. Ácidos orgánicos
14. Ozono
15. Dióxido de carbono
16. Monóxido de carbono
17. Peroxido de hidrógeno
18. Iones (K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, etc)

¿Que es el efecto invernadero?

El Efecto Invernadero es lo que nos mantiene abrigados en la Tierra. Si alguna vez han estado en un auto o un invernadero en un día de sol puede apreciar lo bien que funciona. Los rayos del sol entran al invernadero o al auto a través de la ventana y parte de esa luz es convertida en rayos de calor que son retenidos en el interior.

La Tierra es como un invernadero porque la luz del sol penetra la capa atmosférica donde se encuentra con gases invernadero como bióxido de carbono (CO₂), metano, óxido nitroso y ozono. Los rayos del sol son entonces convertidos en rayos de calor y son retenidos en la atmósfera por los distintos gases invernadero.

La mayoría de los gases invernadero, como el CO₂, metano y óxido nitroso, están normalmente presentes en la atmósfera debido a procesos naturales. Con una cantidad adecuada de CO₂ en la atmósfera, la Tierra se mantiene en equilibrio. Sin embargo, muchas actividades humanas, como la combustión de hidrocarburos y el talado de bosques, han aumentado los niveles de gases invernadero en la atmósfera. Además, los seres humanos han creado artificialmente poderosos gases invernadero llamados "CFC". Todos estos gases invernadero excesivos retienen cada vez más calor. La mayoría de los científicos opinan que como resultado,

la temperatura en la Tierra irá incrementando.

Consecuencias del efecto invernadero

Los científicos están de acuerdo en general, en que el efecto invernadero está produciendo el mayor y más rápido cambio climático de la historia de la civilización. Lo cual tendría enormes consecuencias para todos los seres vivos de la tierra.

El dióxido de carbono y otros gases de la atmósfera actúan como el cristal de un invernadero: absorben la radiación infrarroja que intenta escapar desde la superficie de la Tierra y, por ello, una parte de la misma no regresa al espacio sino que es remitida de nuevo hacia la superficie terrestre.

Los niveles naturales de dióxido de carbono hacen posible la vida: sin él la temperatura media del planeta sería de 30°C menos. Si la presencia de ciertos gases atmosféricos se incrementa, como hoy sucede por la acción del ser humano, mayor es la radiación devuelta hacia la superficie del planeta. Como resultado de esto, el calentamiento es mayor, con los correspondientes perjuicios para todos los seres vivos.

Los cambios aparentemente pequeños pueden acarrear efectos dramáticos. Un incremento de 2°C produciría temperaturas no registradas en el planeta desde hace 125.000 años. Un aumento de 3°C haría que el mundo fuera más cálido de lo que ha sido durante los últimos 2 millones de años.

El nivel de los océanos subiría al calentarse el planeta, ya que el calor fundiría el hielo y aumentaría la cantidad de agua en éstos. Se espera que el nivel del mar ascienda un metro o más a lo largo del próximo siglo.

Para algunos países esto puede parecer deseable. Sin embargo un pequeño aumento de temperatura podría derretir los hielos en los polos Norte y Sur, elevando el nivel de los océanos e inundando ciudades costeras. Un aumento de temperatura de un cinco por ciento podría derretir totalmente la capa de hielo del Ártico.

Aún peor, pequeños cambios de la temperatura normal podrían también causar cambios significantivos en los ecosistemas del mundo. ¿Qué pasaría si la pradera que ahora produce alimentos llega a ser demasiado seca e inhóspita? Cambios en ecosistemas como el bosque boreal podrían también dañar a otras especies naturales.

El calentamiento de la Tierra podría causar climas cambiantes como tornados, sequías, inundaciones y huracanes. Podría también sostener y estimular plagas de insectos y hacer difícil la sobrevivencia de algunas especies.

El problema real es que no conocemos la magnitud de los daños ocasionados por el aumento de temperatura de la Tierra debido al efecto invernadero. ¡Es un experimento inmenso y a mucha gente le atemoriza la idea!

Podemos evitar estos efectos evitando la creación de gases invernadero como el CO₂.

Los gases del efecto invernadero

Los principales gases producto de la actividad humana que contribuyen al efecto invernadero son: el bióxido de carbono o gas carbónico [CO₂], el metano [CH₄], los óxidos nitrosos [N₂O], los cloro-fluoro-carbonos [CFCs], y el ozono troposférico [O₃].

• El Gas Carbónico

Las emisiones de gas carbónico [CO₂] representan el 50% del efecto

invernadero derivado de la actividad humana. El CO₂ proviene principalmente del consumo de energía fósil: petróleo, gas natural y carbón mineral. El aporte de carbono a la atmósfera en 1990, derivado del consumo de combustibles fósiles a nivel mundial, se estima en 6.000 millones de toneladas métricas anuales.

Una importante fuente adicional de CO₂ es la deforestación en el

tropico. Durante la década de los 80 se estima que representó un aporte promedio de aproximadamente 1.500 millones de toneladas métricas de carbono al año. Fuentes adicionales de importancia son los factores bióticos naturales, cuya contribución se estima entre 500 y 1.000 millones de toneladas de carbono al año.

La inyección total de gas carbónico (CO₂) a la atmósfera en 1990, como producto de la actividad humana, se estima en 30.000 millones de toneladas métricas anuales, lo que representa un aporte de

algo mas de 8.000 millones de toneladas anuales de carbono. La atmósfera contiene unas 750.000 millones de toneladas de carbono. Intercambia anualmente aproximadamente 90.000 millones de toneladas con los océanos, y 100.000 millones adicionales con la biósfera terrestre.

Los procesos naturales generan un balance entre lo que se emite y lo que se absorbe. Pero las evidencias indican que sólo algo mas de la mitad de las emisiones de carbono producto de la actividad humana es absorbida en estos procesos naturales. El resto (45%) contribuye a aumentar la concentración de carbono en la atmósfera, y por consiguiente, la retención de calor solar. El CO₂ registra un tiempo de residencia atmosférica de 100 a 150 años.

• El Metano

El metano se produce en forma natural por la descomposición de

sustancias orgánicas en ambientes pobres en oxígeno. También se produce en el sistema digestivo de rumiantes y otros animales, en la explotación de combustibles fósiles, y en la quema de biomasa.

Aproximadamente la mitad de la producción de metano proviene de los sembradíos de arroz, de la actividad animal, y de la acción de los termitas. Una cuarta parte proviene de tierras pantanosas y

húmedas. Un 15% de la producción industrial de gas natural y carbón mineral. Los rellenos de basura y otras sustancias orgánicas en descomposición contribuyen con un 5% de las emisiones de metano.

Asia produce y consume cerca del 90% del arroz del mundo, un producto que suministra la mayor parte de las calorías en la dieta de cerca de 2.500 millones de personas. Debido al crecimiento de la población, la producción de arroz probablemente pase de 470 millones de toneladas en 1990, a 760 millones en el año 2020.

En los últimos 25 años los aumentos en la producción de arroz se

debieron principalmente a mejoras en rendimiento y productividad, con un incremento en la superficie cultivada de sólo 15%. Sin embargo, los aumentos previstos en los niveles de producción pueden tener un efecto significativo sobre la emisión de metano.

La producción de metano se estima en 500 millones de toneladas métricas anuales, de las que 345 millones son producto de la actividad humana. La mayor proporción es neutralizada por los radicales OH, relacionados principalmente con la presencia de vapor de agua en la atmósfera. Sin embargo, la destrucción de los radicales OH por el continuo aumento en las emisiones de CO₂, que también reacciona con ellos, puede estar disminuyendo la neutralización del metano en la atmósfera, contribuyendo a alargar su vida útil como agente del cambio climático.

Aproximadamente un 90% de las emisiones de metano son neutralizadas por este proceso. Sólo unas 45 millones de toneladas métricas anuales inciden sobre el cambio climático. Aunque este volumen es considerablemente inferior al de CO₂, su efecto se magnifica debido a que la contribución de cada molécula de metano al efecto invernadero es aproximadamente 25 veces superior a la de cada molécula de CO₂. La concentración de metano en la atmósfera se ha duplicado en los últimos 200 años. Su tiempo de residencia en la atmósfera es de 7 a 10 años.

• Los Cloro-Fluoro-Carbonos (CFCs)

La producción de cloro-fluoro-carbonos [CFCs] contribuye con

aproximadamente el 14% del efecto invernadero. Los CFCs son sustancias químicas sintéticas, formadas por cloro, flúor y carbono. Las moléculas de CFC tienen una larga vida activa. El CFC-11 es activo durante unos 65 años y el CFC-12 durante unos 110 años. Cada molécula de CFC-11 y de CFC-12 contribuye 3.500 y 7.300 veces más, respectivamente, al efecto invernadero que cada molécula de CO₂. En 1985 se registró una producción anual de 330.000 toneladas de CFC-11, y 440.000 toneladas de CFC-12.

Los CFCs también destruyen la capa de ozono en la estratosfera, causando que una mayor proporción de rayos ultravioleta alcance la superficie de la tierra. Las moléculas de CFC son fraccionadas por los rayos ultravioleta, para producir cloro. Este a su vez reduce el ozono a oxígeno al quitarle uno de sus átomos. El cloro no sufre un cambio permanente, por lo que cada molécula puede repetir el proceso, destruyendo miles de moléculas de ozono.

Una mayor incidencia de rayos ultravioleta tendría importantes efectos tanto en la agricultura como en la salud humana. El cáncer en la piel, los problemas oculares, y las afecciones al sistema inmunológico, son las amenazas más inminentes sobre la salud de la población humana. Podrían también presentarse efectos adversos sobre las algas y el plancton, bases de la cadena alimentaria en el mar.

Debido a los efectos de las emisiones de CFCs, al bajo volumen que se produce en relación con otros gases, y al desarrollo de sustitutos, se hizo posible un acuerdo internacional para reducir su producción. El Protocolo de Montreal de 1987 limita la producción a los niveles ya alcanzados para ese año, y reducir las emisiones en un 50% para el año 2000.

El cumplimiento de este acuerdo implicaría que la concentración en la atmósfera de los CFCs aumentaría en aproximadamente un 60% para el año 2040. Reconociendo las implicaciones de estas proyecciones, se introdujeron modificaciones posteriores a este protocolo con el fin de eliminar totalmente la producción de estos gases para finales de siglo.

En la Convención de Viena se acordó también eliminar progresivamente todos los HCFC y el bromuro de metilo para el año 2040. Todas estas resoluciones tienen por objeto facilitar la recuperación de la capa de ozono a inicios del siglo 21. Es de destacar que la Convención sobre Cambios Climáticos excluye explícitamente los gases que se regulan a través del Protocolo de Montreal.

• Los Óxidos Nitrosos

Los óxidos nitrosos [N₂O] representan el 6% del efecto invernadero. La contribución de cada molécula es 200 veces más potente que el CO₂, con un tiempo de residencia en la atmósfera de 150 años. Proviene principalmente de las chimeneas de las centrales energéticas que utilizan carbón, de los tubos de escape de los automóviles, y por la acción de los fertilizantes nitrogenados que se utilizan en la agricultura. También provienen de la descomposición de materia orgánica por microbios.

Los principales gases contaminantes que se desprenden de las centrales eléctricas que consumen carbón son

los óxidos nitrosos, y el bióxido de azufre o anhídrido sulfuroso [SO₂]. Estas emisiones son la causa principal de la lluvia ácida que afecta bosques, lagos, ríos y cosechas, principalmente en zonas industriales de países desarrollados. Estas sustancias también son emitidas por las empresas siderúrgicas. Se estima que unas 25 millones de toneladas de nitrógeno, y 70 millones de toneladas de azufre, se inyectan anualmente a la atmósfera como producto del consumo de combustibles fósiles.

Las zonas más afectadas por la lluvia ácida se encuentran en países industrializados, en América del Norte, Europa y Japón. En la parte oriental de los Estados Unidos y en Europa Occidental se han registrado lluvias con un pH de 4, haciéndolas 60 veces más ácida que la lluvia natural.

En 1984, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente [EPA] de los Estados Unidos encontró 550 lagos fuertemente acidificados, y otros 960 parcialmente acidificados. Actualmente las cifras parecen haber aumentado a 1.000 y 3.000, respectivamente. En Noruega la pesca ha desaparecido de aguas que cubren 1.3 millones de hectáreas por efectos de la lluvia ácida, entre otros contaminantes. En Suecia unos 2.200 lagos se encuentran virtualmente muertos por sus altos niveles de acidez.

La lluvia ácida también ha contribuido al deterioro que hoy se registra en amplias extensiones de bosques en Europa. Asociada a la emisión de otros contaminantes, incluyendo ozono y metales pesados, ha debilitado la resistencia natural de los bosques a cambios naturales en la temperatura ambiental, a inundaciones y otros factores.

Unos 50 millones de hectáreas fueron reportadas como afectadas en 1988 por el Proyecto de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Comisión Económica para Europa, representando el 35% de los bosques Europeos. En algunos países la proporción es mucho mayor: 65% en el Reino Unido, 52% en Alemania, 50% en Holanda, Dinamarca y Noruega, 40% en Suiza, Finlandia y Suecia.

Las cargas críticas de sulfuro y nitrógeno, aquellas cantidades de

exposición a un elemento contaminante por debajo de la cual se sabe que no se presentan efectos adversos, han sido excedidas en más del 80% de los bosques de coníferas de la Comunidad Europea, y en más de 60% de los bosques de coníferas de los países nórdicos.

Efectos adicionales se encuentran en la agricultura, especialmente en la zona tropical, debido a la baja tolerancia de los suelos a cambios en los niveles de acidez. La corrosión de monumentos históricos es otra consecuencia, particularmente evidente en Europa, México y Grecia.

Aproximadamente 180 millones de toneladas de anhídrido sulfuroso [SO₂] se inyectan a la atmósfera anualmente, aunque las emisiones han sido reducidas considerablemente en algunos países en relación con los niveles de 1975: 55% en Suecia, 40% en Francia y 15% en los Estados Unidos. El Proyecto de Naciones Unidas para el Medio Ambiente estima que aproximadamente 625 millones de personas en el mundo se encuentran expuestas a niveles peligrosos en la concentración de bióxido de sulfuro.

• El Ozono Troposférico

Aunque el ozono en la estratosfera forma una capa protectora que nos escuda de los rayos ultravioletas que provienen del sol, su presencia en la baja atmósfera, o troposfera, contribuye al efecto invernadero. Cada molécula es 2.000 veces más efectiva en atrapar calor que una molécula de CO₂.

Se genera por la reacción de la luz solar con contaminantes comunes, como monóxido de carbono, óxidos nitrosos, e hidrocarburos. En el trópico su tiempo de residencia en la troposfera es de horas a días.

La capa de ozono y el efecto invernadero

Del griego ódsein (oler), el ozono, conocido en su fórmula química como O₃, es una forma alotrópica del oxígeno; es decir, una de las modalidades en que se presenta este gas en la naturaleza.

Se señala que en la llamada zona fotoquímica de la alta atmósfera, el O₃ se produce al actuar sobre ella los rayos ultravioletas (UV) del Sol, los que fraccionan las moléculas de oxígeno molecular común, O₂. Producido el ozono se ubica en la atmósfera en forma concentrada, en una capa de unos 30 kilómetros de altitud y en cantidades nunca superiores a las 10 partes por millón de volumen. El O₃ forma un escudo protector que impide que los rayos perjudiciales del Sol alcancen la faz de la Tierra, dejando, por el contrario, continuar su camino hacia la superficie los rayos benéficos.

En 1974, investigadores de la Universidad de California señalaron la seria amenaza para la Capa de Ozono mundial que significaban los productos químicos sintéticos denominados CLORO-FLUORO-CARBONOS (CFC). Se destaca que existen también otros compuestos sintéticos relacionados con los CFC que dañan en forma significativa la Capa de Ozono. Son las brominas, formadas por moléculas de bromo (Br) y llamadas Halones.

La disminución del O₃ comenzó a ser detectada en la Antártida en 1977, comprobándose en 1985 que la Capa de Ozono sobre la Antártida había disminuido en 40%. Se consignó que el sector dañado cubría una zona subcircular, donde se presentaba la delgadez máxima del O₃. A partir de entonces, se comenzó a hablar de Agujero en la Capa de Ozono, lo que en realidad es una gravísima disminución del espesor del escudo protector de O₃. Asimismo, junto con el adelgazamiento de la Capa de Ozono en el Antártico, se ha ido verificando una paulatina disminución de este gas en el Hemisferio Norte.

Se habla del Efecto Invernadero porque la atmósfera actúa como un Invernadero para la Tierra, dejando pasar la luz, pero guardando el calor. El aumento de la cantidad de ciertos gases (dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxido nitroso) aumenta la capacidad de la atmósfera para bloquear el calor, lo cual causa temperaturas más elevadas y cambios climáticos. Se produce, además, una elevación del nivel del mar por el derretimiento paulatino de grandes masas de hielo polar.

Se afirma que el Efecto Invernadero y el deterioro de la Capa de Ozono tienen un denominador común: la actividad incontrolada del hombre; y que, lamentablemente, ambos fenómenos estarían involucrados en la disminución de la masa de hielo de la Patagonia chilena.

Se señala que frente a la conmoción mundial que ha provocado la disminución del ozono, se han suscrito Acuerdos Internacionales como: el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, adoptado en Viena en marzo de 1985 y ratificado por Chile en 1989; y el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, suscrito en Canadá, en 1987, y ratificado por Chile en 1990.

¿Que podemos hacer?

Todos los habitantes de este planeta, estamos obligados a tomar medidas para detener el cambio climático y el aumento del efecto invernadero. Aunque las grandes decisiones, tomadas por los gobiernos de los países, son fundamentales, hay muchas formas de ayudar a la descontaminación que están a nuestro alcance.

Por ejemplo, cada vez que usamos una bicicleta o caminamos en vez de utilizar el auto, estamos ayudando a mejorar el aire. Lo mismo sucede cuando plantamos un árbol.

En tu casa, recuerda no malgastar la energía eléctrica. Apaga las luces cada vez que salgas de una pieza; no dejes el televisor o el equipo de música encendidos cuando no los estés usando. No dejes correr el agua caliente cuando lavas.

También puedes dar nuevos usos a las botellas. Recicla el vidrio, los plásticos y el papel.

Recuerda siempre que cada minuto los seres humanos emitimos 48 mil toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera. Y todos podemos ayudar a disminuir esta cantidad.

LA LLUVIA ÁCIDA

La lluvia ácida es producida fundamentalmente por la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx) y anhídrido sulfuroso (SO₂). Estos gases y los compuestos ácidos formados a partir de los mismos pasan del aire a las nubes mediante la solubilización en el agua de las gotas que forman las nubes.

Luego, mediante varios mecanismos como son las lluvias, las nevadas, las nieblas y las deposiciones secas, se produce la acidificación de aguas y suelos.

El agua de lluvia limpia se puede considerar naturalmente ácida, dado que tiene un pH aproximado de 5,6. Esto es debido al dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera que es absorbido por las gotas de agua de las nubes formando una solución débilmente ácida de ácido carbónico.

Mientras tanto, la lluvia ácida tiene un pH entre 4,5 y 5,6, aunque se han observado pH Los principales compuestos que se encuentran en la lluvia ácida son:

- Ácido sulfúrico: generado principalmente por las emisiones antropogénicas de SO₂ y las naturales de gas sulfhídrico (H₂S).
- Ácido nítrico: generado por las emisiones antropogénicas de NOx.
- Ácido carbónico: generado a partir del CO₂ que en su mayoría es de origen natural aunque parte procede de la combustión de combustibles fósiles.
- Ácidos orgánicos: principalmente son: el acético, originado en procesos petroquímicos; y el fórmico, que proviene de la descomposición de hidrocarburos complejos.
- Menores de 3.

Cuantificación de las emisiones

Las emisiones antropogénicas globales de SO₂ y NOx son:

SO₂: 100 millones de toneladas por año.

NOx: 50 millones de toneladas por año.

Las cantidades de SO₂ y NOx emitidas están directamente relacionadas con la densidad de población por lo que dicho fenómeno tiende a incrementarse con el transcurso del tiempo.

Un hecho que alerta a los países escandinavos sobre los efectos de la contaminación atmosférica sobre los seres vivos fue la merma y en algunos casos la desaparición de especies de peces en los lagos del sur de Escandinavia a partir de los años sesenta.

Así fue que se detectó la acidificación de las aguas de dichos lagos y de las aguas subterráneas, las que millones de personas utilizan para beber y que cuentan con una elevada concentración de metales. También los daños sobre los bosques de Europa Central fueron importantes.

Dentro de los contaminantes atmosféricos se destacan los oxidantes fotoquímicos, que son formados a partir

de óxidos de nitrógeno, y los hidrocarburos volátiles bajo la influencia de la luz solar.

El oxidante conocido más común es el ozono (O₃) troposférico, altamente perjudicial para las plantas.

Como los oxidantes fotoquímicos no son ácidos es incorrecto hablar solo de la acidificación como la causa de los daños en bosques. Las causas de dichos daños son bastante complicadas ya que los contaminantes son arrastrados grandes distancias por la acción de los vientos, los cuales no respetan las fronteras entre los diferentes países.

Algunos países son netos «importadores» de contaminantes, mientras que otros por el contrario, son netos «exportadores» de dichas sustancias.

De lo visto se desprende que la acidificación es un problema internacional.

La acidificación y sus causas

La contaminación atmosférica afecta el medio ambiente directa e indirectamente. Es así que cuando en la atmósfera se presentan altas concentraciones de óxidos nitrógeno o dióxido de azufre, los mismos afectan directamente tanto a los seres vivos como también a otro tipo de materiales.

Puede suceder que los contaminantes antes mencionados reaccionen formando ácidos sulfúrico y nítrico, los cuales son arrastrados por los vientos antes de descender en lluvias y nevadas. Así es entonces que las aguas y los suelos se vuelven ácidos a grandes distancias de las fuentes de emisión de los contaminantes.

La magnitud de la acidificación depende de dos factores:

- De la magnitud que de dichos contaminantes desciende en las lluvias.
- de la resistencia que tanto el agua como el suelo ofrezcan a dicha acidificación.

Azufre como contaminante

Los óxidos de azufre y nitrógeno son las principales causas de la acidificación tanto del suelo como de las aguas.

Los compuestos de azufre son responsables de dos tercios del total de la lluvia ácida y los compuestos de nitrógeno del resto. Pero parte de los compuestos de nitrógeno no producen acidificación si los mismos son absorbidos por las plantas. Por dicha razón la polución real producida por los compuestos sulfurados es mayor a los dos tercios antes mencionados.

Dentro de dichos compuestos el SO₂ es el principal contaminante y se produce en la combustión de carbón y del petróleo crudo.

La concentración de azufre en el crudo varía de acuerdo a la procedencia del mismo por lo que se pueden dar valores de décimas de uno por ciento a dos o tres por ciento en peso.

En el carbón las concentraciones varían en un rango más amplio, mientras que en el gas natural los niveles son considerablemente menores.

El mayor consumo de crudos aumentó vertiginosamente luego de la segunda guerra mundial en Europa pasando en 1970 a valores 15 veces mayores que en 1945.

En el orden de 30 millones de toneladas son las emitidas en Europa anualmente. La mayoría de esta cantidad (80%) proviene de la combustión de crudo y carbón, mientras que el 20% restante proviene del resto de los procesos industriales.

Dentro de Europa Occidental, el país con mayor emisión es Gran Bretaña sobrepasada únicamente por la Unión Soviética.

El valor anterior lo podemos comparar con los 16 millones de toneladas de azufre emitido por EE.UU. y los 75 millones de toneladas que es el total emitido anualmente por todo el planeta debido a las diferentes actividades realizadas por el hombre.

La atmósfera también recibe azufre proveniente de las erupciones volcánicas y de los mares y suelos.

Con respecto a Europa y EE.UU. los niveles emitidos son 10 veces superiores a los considerados naturales.

Nitrógeno como contaminante

Los principales compuestos nitrogenados que contaminan la atmósfera son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) que son agrupados con la denominación NO_x.

Dichos óxidos son formados durante toda clase de combustión, y a diferencia del azufre que proviene de los combustibles sólidos y líquidos, el nitrógeno proviene en su mayoría del aire necesario para que la misma se efectúe.

En Escandinavia aproximadamente dos tercios del total de óxidos de nitrógeno que contaminan la atmósfera proviene de los coches de transporte.

Anualmente en Europa se liberan a la atmósfera 20 millones de toneladas de dióxido de nitrógeno.

Debido a que las emisiones de óxidos de azufre están siendo controladas para abatirlas, las emisiones de óxidos de nitrógeno se convierten cada día en más importantes como acidificantes del medio ambiente.

También ciertos tipos de fertilizantes son fuente de compuestos nitrogenados contaminantes.

Es así que son liberadas cantidades importantes de amoníaco el cual causa un aumento en el pH de las lluvias, pero dicho efecto se elimina cuando los iones amonio (NH₄⁺) en la lluvia son convertidos por microorganismos en los suelos o absorbidos por los árboles luego de su contacto con los suelos.

Las grandes cantidades de contaminantes en base a nitrógeno provocan una sobre fertilización de los suelos. La mayoría de las plantas se adaptan a una deficiencia de nitrógeno, pero cuando se produce el fenómeno opuesto aparecen daños en la vegetación y se causan problemas secundarios como en la potabilidad de las aguas y los fenómenos de eutroficación de los cuerpos de agua.

Además la acidificación de los suelos producida por la reacción de nitratos provoca la liberación de sustancias peligrosas como el aluminio que ataca las raíces de los árboles y que al pasar a las aguas subterráneas llegan a los lagos depredando las colonias de peces.

EFFECTO DE LA ACIDIFICACION

SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

La acidificación de las aguas de los lagos está directamente relacionada con la acidificación de los suelos ya

que el 90% de las aguas pasan previamente por los suelos y solo el 10% proviene directamente de lluvias y nieve.

Las aguas de los lagos con problemas de acidificación son claras y de poca turbidez ya que las sustancias que constituyen el plancton precipitan sedimentando en el fondo.

La desaparición de peces es debida a una combinación de la disminución del pH de las aguas y el envenenamiento provocado por el aluminio libre cuya concentración aumenta en medio ácido.

Otro efecto, aunque secundario, muy importante, es el crecimiento de las colonias de insectos debido a la desaparición de las especies de peces que se alimentan precisamente de esos insectos. O sea que es un efecto biológico indirecto que pone de manifiesto algo contrario a lo que primariamente se cree de que en lagos de aguas acidificadas no existe ninguna especie viviente.

Otro elemento nocivo para las especies vivientes es el mercurio, el cual aumenta su concentración en los peces produciendo efectos letales. La razón por la cual aumenta la concentración de dicho elemento en los seres vivos es que en medio ácido desaparece el alimento natural de dichas especies de peces lo que obliga a un cambio en la alimentación de los mismos, éstas tendrán que nutrirse de otras especies de peces (que ya tienen mercurio) agudizando así el fenómeno antes mencionado.

Acidificación de suelos

Varios procesos de acidificación tienen lugar en forma natural en los suelos. Uno de los más importantes es la absorción de nutrientes por las plantas a través de los iones positivos. A su vez las plantas compensan lo anterior liberando iones hidrógeno positivos. Por lo tanto el crecimiento de las plantaciones es de por sí acidificante mientras que la muerte de la misma provoca el efecto contrario. Es decir que en un ecosistema donde el crecimiento y el envejecimiento son aproximadamente iguales no se produce una acidificación neta. Pero si el ciclo se rompe por cosechas, la acidificación dominará.

En el caso de bosques de coníferas existe usualmente una acumulación de residuos de plantas no totalmente muertas las cuales provocan un efecto acidificante similar al descrito anteriormente. Pero el problema grave de acidificación de suelos ocurre cuando la acidificación proviene del exterior y no solo de los procesos naturales normales.

A su vez esa acidificación externa provoca los siguientes efectos biológicos:

- Disminución de los valores de pH
- Incremento en los niveles de aluminio libre y otros metales tóxicos en las aguas que están en contacto con dichos suelos.
- Pérdida de los nutrientes de las plantas como el potasio, calcio y magnesio

Se constató además que el efecto buffer de los suelos no poseen el poder suficiente como para neutralizar dicha acidez que en el caso del sur de Escandinavia llega a valores de 0,3 a 1 unidad de pH.

Es de remarcar también que estos valores de pH no solo se dan en las capas superiores sino que los mismos se extienden hasta profundidades de 1 metro.

En este tipo de suelos desaparecen las bacterias y demás especies que tienen como función descomponer la materia animal o muerta pasando a desempeñar dicha función los hongos presentes. Pero, debido a que estos organismos realizan su función mucho más lento, gran parte de los nutrientes son perdidos agravando aún más

la situación.

La acidificación tiene lugar más lentamente en los suelos que en las aguas debido al mayor efecto buffer de los primeros. Pero una vez que se inicia la pérdida de nutrientes en los suelos es mucho más difícil de detenerla.

Por lo tanto aún cuando se reduzcan drásticamente las emisiones, el proceso presumiblemente continuará por un largo tiempo.

Efecto de la acidificación sobre los bosques

Los árboles dañados exhiben una serie de síntomas pero es muy dificultoso establecer una conexión entre cada tipo de daño y las causas correspondientes.

El aire contaminado afecta directa e indirectamente los árboles.

Los efectos directos consisten en daños sobre las hojas debido a que la capa de grasa protectora es corroída por el depósito seco de dióxido de azufre, la lluvia ácida o el ozono.

Además las membranas constituyentes de la estructura interna del árbol son atacadas provocando la pérdida de nutrientes.

Los efectos indirectos están relacionados con la acidificación del suelo lo que produce una reducción de nutrientes y una liberación de sustancias perjudiciales para el árbol como lo es el aluminio.

La sensibilidad de las diferentes especies frente a los contaminantes atmosféricos varía de acuerdo con la superficie de las hojas y la caducidad de las mismas.

El daño sobre los abetos se traduce en un color marrón amarillento de sus hojas, pérdidas de las mismas y deterioro de sus raíces.

Los pinos sufren también decoloración con estrechamiento de su extremo cónico superior por pérdida de sus hojas.

Incidencia de los deterioros sobre los bosques

La forestación en Escandinavia es importante para toda Europa Occidental dado que es la mayor fuente de materia prima en la industria de la madera. Cerca del 80% de su producción está destinada a la exportación.

Además los bosques son el ambiente natural para varias especies de Insectos, pequeños animales, plantas y mamíferos de mayor tamaño.

Por último no se debe olvidar la función que desempeñan en el mantenimiento de la economía del agua y en la regulación de los climas tanto locales como regionales.

Efectos sobre la fauna y la flora

Con respecto a las plantas, las especies que se ven más afectadas son los líquenes y los musgos que toman directamente el agua a través de sus hojas. Además estas especies son indicadores directos de la contaminación atmosférica como es el caso de los líquenes respecto a las emisiones de SO₂.

También en el caso de los pájaros pequeños que viven cerca de aguas acidificadas se ve afectada su

reproducción.

Los huevos de varias especies de pájaros aparecen con paredes muy delgadas debido al aluminio ingerido a través de los insectos de los cuales se alimentan. Dichos insectos precisamente se desarrollan en aguas acidificadas.

Los animales herbívoros se ven afectados ya que al acidificarse los suelos, las plantas que aquellos ingieren, acumulan una mayor cantidad de metales pesados (aluminio, cadmio, etc.).

Resumiendo lo anterior, se puede afirmar que la fauna también se verá afectada por los cambios en la composición y estructura de la vegetación.

Si, por ejemplo, los bosques son dañados, se producirán grandes cambios en las especies animales que integran el ecosistema forestal.

Efectos sobre las aguas subterráneas

Parte importante de las precipitaciones penetran a través del suelo y cuanto más permeable sea el mismo, más profundidad alcanza.

En áreas donde el suelo está densamente compactado, la casi totalidad del agua caída fluye hacia los lagos u otras corrientes.

El agua que ha percolado alcanza por último, niveles donde el suelo está completamente saturado pasando a formar parte de las aguas subterráneas que son la principal fuente de suministro de agua.

Las aguas en los lagos son siempre más ácidas que las aguas subterráneas debido a la función de filtro que desempeña el suelo, removiendo así gran parte del ácido.

Si el suelo está constituido por material finamente granulado y el pozo de extracción es lo suficientemente profundo, el agua de lluvia ha sido neutralizada y al ser extraída no presenta problemas de acidificación.

La acidificación de las aguas subterráneas se realiza en tres etapas.

Primero disminuye la capacidad de los suelos de neutralizar las precipitaciones. Aumentan los niveles de sulfato, calcio y potasio, en las aguas subterráneas, no existiendo ningún otro efecto que altere la calidad del agua.

En esta etapa el agua se torna corrosiva y ataca las cañerías.

Luego de esta etapa la acción neutralizante del suelo decae aún más y el efecto buffer de las aguas subterráneas comienza a disminuir. Se nota en esta etapa un aumento en el poder corrosivo sobre metales y concreto.

Por último, la capacidad neutralizante del suelo desaparece y los valores de pH descienden con un aumento en las concentraciones de metales en las aguas de los pozos, tornándose aún más corrosivos.

Efectos sobre la salud humana

No está del todo claro que las aguas subterráneas ácidas sean por sí mismas nocivas para la salud. Pero sí se conoce el efecto negativo de los metales como el aluminio y el cadmio que se liberan en la tercera etapa a pH inferiores a 5. Aunque se ha encontrado en algunos casos altos niveles de plomo, zinc y cadmio aun a pH

superiores (entre 5,2 y 6,4).

Con respecto a los metales tenemos:

- **Cadmio:** Es el más móvil de los metales pesados comunes y debido a las altas concentraciones presentes en los países industrializados, es necesario alertar sobre su presencia. El cadmio se acumula en la corteza renal causando graves lesiones. Las principales fuentes son los fertilizantes y las debidas a la acidificación de las aguas subterráneas.
- **Cobre:** Debido a que es el metal con el cual se construyen la mayoría de las cañerías, cuando las aguas se tornan corrosivas dicho elemento es disuelto. Uno de los efectos más comunes sobre la salud es la diarrea infantil.
- **Aluminio:** Es el más común en la corteza terrestre y si bien está unido a los minerales que constituyen la misma, la acidificación lo torna altamente soluble. El aluminio penetra en la corriente sanguínea en forma directa pasando las barreras de protección normales del ser humano y provocando graves daños al cerebro y al sistema óseo. Si la concentración es muy elevada puede causar demencia senil y muerte.
- **Plomo:** También se libera por acidificación de las aguas y en los países donde este elemento es utilizado para la construcción de las cañerías de agua la situación se puede tornar bastante peligrosa. Dicho elemento provoca daños considerables a nivel cerebral, sobre todo en los niños.

Corrosión provocada por la contaminación atmosférica

Dentro de los agentes corrosivos el dióxido de azufre es el principal aunque también contribuyen los óxidos de nitrógeno y la lluvia ácida.

En cuanto a los materiales que son atacados por dicho fenómeno, existe una gran variedad que va desde los metales conocidos pasando por el granito y concreto hasta los plásticos, textiles y papeles.

Otros materiales son atacados por acidificación de las aguas en los casos que aquellos formen parte de las cañerías de distribución de aguas o simplemente cañerías subterráneas ubicadas en suelos acidificados.

Medidas para mitigar dicho

Fenómeno

Con respecto a las medidas a tomar para evitar la acidificación de las aguas, la solución a largo plazo es la reducción de las emisiones.

Con respecto a las medidas a corto plazo tenemos la neutralización de lagos y demás corrientes de aguas, mediante el agregado de una base, lo que provoca un aumento de pH. La acción anterior causa la precipitación del aluminio y otros metales que luego sedimentan en el fondo y además está relacionado con la disminución en los niveles de mercurio en los peces.

Si bien la medida antes mencionada permite restituir las condiciones de vida de flora y fauna en esas aguas, aparecen problemas por la acumulación de metales tóxicos en los lechos de los cursos.

Con respecto a las aguas subterráneas la acidez se puede combatir colocando un filtro de carácter básico cerca del fondo del pozo para que actúe como neutralizante. Alternativamente el suelo cercano a la zona del pozo puede ser tratado con una sustancia básica.

Pero si solo se desea contrarrestar la corrosión, esto puede ser realizado mediante la sustitución del cobre por otro material menos susceptible en la construcción de las cañerías.

Este tipo de soluciones, como dijimos al principio, son efectivas para un corto período de tiempo y por lo general son caras, teniendo en cuenta que quien las paga no fue quien realmente causó el problema.

Para lograr el objetivo de limitar las emisiones se debe usar la tecnología más adecuada para la combustión así como de limpieza de los gases desprendidos.

La mayor parte del azufre emitido sobre Europa proviene de la combustión de carbón o combustibles líquidos en plantas de generación de energía. Existen métodos para limitar las emisiones antes, durante y después de la combustión.

Una alternativa es el uso de combustibles con bajo contenido de azufre. En el caso de los óxidos de nitrógeno se pueden reducir mediante el cambio en los métodos de combustión, un ejemplo son los quemadores de baja producción de NOx los que requieren menor exceso de oxígeno, tiempos más cortos de combustión y menores temperaturas.

Alternativamente se pueden purificar los humos mediante métodos catalíticos los cuales permiten la reacción de los óxidos de nitrógeno con amoníaco convirtiéndolos en nitrógeno gas y agua.

Debido a que un alto porcentaje de los óxidos de nitrógeno provienen de los vehículos de motor, las medidas a tomar son la reducción del tránsito carretero, establecimiento de límites de velocidad y la imposición de obligatoriedad en el uso de los convertidores catalíticos.

Con respecto a los gases de escape de los automotores veremos las diferentes formas de reducir los escapes de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono.

Lo primero que hay que tener presente es un diseño adecuado del motor que permita una combustión lo más completa posible. Con la recirculación de los gases de escape las emisiones de óxidos de nitrógeno pueden en parte reducirse.

La inyección controlada de fuel permite a su vez evitar la emisión de partículas que son producto de una combustión incompleta.

Para reducir las emisiones de hidrocarburos los autos deben ser equipados con un catalizador para oxidación. El sistema más eficiente para la purificación de los gases de escape de los automotores es el convertidor catalítico el cual transforma más del 90% de los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono en nitrógeno, dióxido de carbono y agua.

Desertización

En la actualidad, uno de los problemas, en el ámbito global, más importantes y preocupantes es la desertización. Este problema esta aumentando cada vez más día a día.

Para comenzar con el tema y poder entenderlo se debe tener un concepto general del suelo, que es precisamente donde se produce este fenómeno. El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre cuyo espesor es variable. Convencionalmente se considera suelo hasta la profundidad en que es posible la vida de las raíces. Está constituido por elementos minerales y orgánicos. Para evitar que éste sufra la desertificación deben seguirse una serie de pasos:

1) Un buen laboreo

- 2) La escarpe o control de las malas hierbas
- 3) Control de las enfermedades vegetales o plagas de insectos
- 4) Poseer un cuidadoso orden de cultivos
- 5) Abastecimiento adecuado de vegetales asimilables

Este problema surge de gran cantidad de causas que serán explicadas a lo largo del trabajo produciendo consecuencias realmente peligrosas y amenazadoras para cualquier país.

Para encontrarle una solución a la desertización se han conformado gran cantidad de organizaciones como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización No Gubernamental Red Ambiental. También existe el Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (IFAD. Al considerarse el problema de carácter global la ONU puso en manos del programa para el Medio Ambiente de las naciones Unidas (UNEP) la coordinación de un intento global de combatir el problema. Finalmente, se conformó el grupo Gorse que será analizado más profundamente en el punto 5.

Todo esto demuestra la importancia que tiene este problema en el mundo.

1– Desertización se refiere, en términos generales, al empobrecimiento de la tierra a causa de las prácticas del sobre pastoreo, exceso de agricultura, deforestación y poco riego. Bajo estas presiones, la tierra se degrada de manera gradual e insidiosa hacia una condición desértica. Es un proceso muy avanzado de deterioro casi irreversible.

Este término se aplica a la degradación de las tierras en zonas secas, debido, fundamentalmente, al impacto humano. En esta definición, el término tierras incluye el suelo, los recursos hídricos locales, la superficie de la Tierra y la vegetación o las cosechas, mientras que el término degradación implica una reducción de los recursos potenciales.

Este término fue acuñado en 1949 por un francés que trabajaba en África Occidental y lo empleaba para describir la destrucción gradual de los bosques de las zonas húmedas adyacentes al desierto de Sahara, hasta que éstos desaparecían y el área se hacía más desértica. Después, la desertización ha sido identificada como una serie de procesos que afectan a las tierras secas de todo el mundo. Estos procesos incluyen la erosión por el agua y el viento, junto con las sedimentaciones producidas por ambos agentes, la disminución a largo plazo de la diversidad de la vegetación natural y la salinización.

2– Hay dos causas básicas de la distribución de los desiertos. La más importante se encuentra en las normas de la circulación atmosférica; la segunda, a menudo juzgada erróneamente como la más importante, la cual se relaciona con la actividad del hombre. Se oye hablar con frecuencia de "avance de los desiertos", debido al mal empleo de la tierra por parte del hombre. En éstas afirmaciones existe un punto muy importante implícito en ellas, y es el hecho de que las márgenes del desierto, muy extensos y semiáridos, son zonas en las que el equilibrio de las condiciones del medio ambiente es muy precaria. Por lo tanto, un ligero cambio en una o más variables del medio ambiente, puede conducir fácilmente a un trastorno ambiental que causa el deterioro de la vegetación y la y la implantación de condiciones "desérticas".

Entre las causas atmosféricas las principales son:

- **Alta Presión:** A escala mundial, las zonas desérticas están asociadas con la existencia de zonas de alta presión a ambos lados del ecuador. Estas franjas de alta presión se deben al descenso del aire que ha ascendido desde el ecuador y ha disminuido a su vez hacia el Norte y el Sur. Durante su descenso, este aire se calienta, aumenta su capacidad para retener el agua, por lo tanto capta una humedad que

más tarde liberará en forma de lluvia.

- **Corrientes Oceánicas:** La presencia de corrientes oceánicas frías cerca de ciertos litorales continentales occidentales, y la expulsión del agua hacia tierra firme, sirve para incrementar la aridez de los desiertos costeros, tales como el Atacama (Chile y Perú) y el de Namib (África meridional). Estas lluvias suelen perderse al chocar con los sistemas montañosos. Las regiones del sotavento pueden ser relativamente áridas.
- Durante el último millón de años, más o menos, las principales regiones de extrema aridez se han extendido y contraído al compás de los cambios globales en la circulación atmosférica, cambios que están refutados con mayor espectacularidad en el legado de los glaciares y blancos de hielo en las regiones polares.

Otras causas importantes de la degradación de la tierra son:

- **Sobre pastoreo extensivo:** a medida que la cantidad de cabezas de ganado supera la receptividad de los pastizales perennes, el terreno es conquistado por pastos anuales menos apetitosos y por arbustos. Finalmente las plantas van desapareciendo y la tierra queda expuesta a la acción devastadora del viento y agua.
- **Agricultura continua en tierras cultivables:** Las tierras cultivables que quedan desprovistas de una cubierta vegetal que las proteja quedan expuestas al poder erosivo del viento y la lluvia. La producción de la cosecha sufre a largo plazo debido a que esas capas superiores de tierra contienen la mayor parte de la materia orgánica y los nutrientes que las plantas necesitan para crecer. La erosión rompe la estructura del suelo y disminuye la capacidad de acumulación de agua del mismo.
- **Anegamiento y salinización de tierras irrigadas.**

3– En la actualidad es difícil dar apoyo a la desertización y adoptarla como causa. Sus consecuencias no podrían ser mas reales sin buenas tierras la humanidad no tiene la base para crecer. La Patagonia abarca dos tercios de la superficie Argentina, esta se caracteriza por ser árida. Solo una pequeña porción al oeste y al sur reciben mas de 800 milímetros de lluvia por año. El resto es considerado como un semidesierto. Esto se debe a que los vientos húmedos del pacifico cruzan los andes sin posibilidades de generar grandes precipitaciones. El avance de la desertización amenaza en convertir esta región en uno de los desiertos más grandes del mundo.

La mayoría de las personas afectadas son agricultores y pastores pobres, sin privilegios, que viven al margen de la sociedad.

Hay 4.400.000 de hectáreas—35% de la superficie total del planeta—amenazada por la desertización, y junto con esas tierras, también se ve amenazada la quinta parte de la humanidad ya han sufrido degradación moderada, y una alarmante tercera parte han perdido mas de un 25% de su potencial productivo. Cuando los pastores y agricultores de subsistencia ya no logren lo necesario para sobrevivir dejen su tierra en busca de suelos más fértiles o una vida mejor en las grandes ciudades ya colmadas de gente.

Las consecuencias de la población no tiene solo que ver con el empobrecimiento y la degradación de la tierra sino que afecta a toda la sociedad.

4– Los desiertos, en la actualidad, cubren mas de la tercera parte de la superficie terrestre. En los últimos años se observa un avance de éstos a causa de la deforestación, escasez de agua, el deterioro de los suelos y las alteraciones climáticas.

Un caso alarmante constituye el Mar Aral, la extensión de este mar, ubicado en Asia central. Se redujo un 40% en menos de 30 años debido a las excesivas extracciones de agua de los ríos que lo nutren. Por lo tanto, también ha disminuido la pesca, la cual era muy importante hace muchos años.

Las zonas mas amenazadas por la desertización son el Asia central, el norte de Méjico y el Sahel (limite sur del desierto del Sahara). Ésta última se trata de las regiones subdesérticas más pobladas del planeta, cuya presión demográfica acelera el proceso del avance de los desiertos.

En el mapa también se encuentra la diagonal árida de América del sur. Esta franja se extiende desde el Golfo de Guayaquil (Ecuador) hasta las mesetas patagónicas y recibe muy escasas precipitaciones.

En el norte y centro de nuestro país las precipitaciones son insuficientes en las planicies y en los valles del oeste debido a que los vientos alisios provenientes del nordeste condensan su humedad en las sierras Subandinas y en los cordones orientales de las sierras Pampeanas; mientras que en la Patagonia extrandina la insuficiencia de las precipitaciones se genera por el desplazamiento estacional de los anticiclones y por la presencia de los andes que ofician de barrera para los vientos planetarios del oeste.

5- Debido al deterioro ambiental en África Occidental, el banco mundial constituyó un grupo liderado por Jean Gorse. Este grupo se concentró en las zonas sahelinas y sudanesas constituidas por siete países: Burkina Faso, Chad, Gambia, Malí, Mauritania, Nigeria, Senegal. En estos países la capacidad de precipitaciones aumenta de norte a sur, y en consecuencia, lo mismo ocurre con la cantidad de personas que pueden ser alimentadas mediante la agricultura y la ganadería. Este grupo descubrió que la población rural era superior con respecto a la cantidad de personas que podían ser alimentadas por la tierra, es decir los recursos vegetales no podían mantener a toda la población ya que la suma de habitantes de todos los países superaba en 10.100 millones.

En consecuencia, este desequilibrio entre lo que la tierra puede producir y la cantidad de personas que en ella vive haya llevado a una desertización generalizada. Alrededor de las tierras aptas para cultivo ya soportan una degradación moderada.

Se ha hecho una proyección para el año 2000 de 55 millones de personas (77% sobre el total de 1980) que develan que las presiones sobre la tierra aumentarán de manera ostensible y de este modo la productividad de la tierra inevitablemente disminuirá todavía más.

6- Esta afirmación es verdadera. Las tierras irrigadas también sufren un tipo de desertización aunque tengan la cantidad suficiente de tierra. Con el tiempo, el nivel freático aumenta debido a la filtración de los canales y el exceso de aguas sobre el terreno. Si el drenaje es inadecuado la zona de las raíces terminará por anegarse y será inhóspita para las plantas. Los agricultores que participan en un proyecto para terminar con este tipo de desertización en el estado de MADHYA PRADESH se refieren a estos campos como desiertos húmedos.

7- Según Charney, la reducción de la cubierta vegetal en las regiones secas podría provocar una disminución de las precipitaciones debido al incremento del albedo, que es la cantidad de luz solar reflejada desde la Tierra.

Según su hipótesis, a medida que aumenta el albedo es menor la radiación solar absorbida por la superficie de la tierra, por lo tanto las temperaturas de la tierra disminuyen. Esto lleva al hundimiento de la atmósfera. En consecuencia al ser el aire subsólo seco la lluvia disminuye.

La desertización no genera sequía ya que estos son dos conceptos diferentes. El primero se refiere al mal uso de la tierra por acción humana y solo puede solucionarlo el hombre mismo. La desertización es un fenómeno mundial debido al impacto de la acción humana sobre los ecosistemas en las regiones áridas y semiáridas. Sus efectos son la disminución gradual de los recursos naturales renovables y el incremento de áreas en condición de desierto. La desertización puede considerarse como un impacto a largo plazo de la sequía.

Una sequía catastrófica que dure varios años puede relacionarse con la desertificación pues la intensificará. Esta intensificación impide que la tierra se recupere, una parcela de tierra recupera su productividad luego de

una sequía pero es muy difícil que lo logre luego de ser maltratada y degradada.

8- Una de las estrategias que se ha puesto a prueba para la recuperación de las tierras es el que propone el renacimiento del sistema de administración HEMA en Siria. Esto se basa en cooperativas que tienen un permiso para pastear una cierta cantidad de ovejas. Esto se basa en la reducción del sobre pastoreo y ha permitido la revegetación de casi 7 millones de hectáreas.

Otras de las soluciones que se mencionan son la que se realiza en Etiopía. Esta se basa en la fabricación de buds que son paredes de piedra o tierra que cruzan las colinas en sentido transversal, de esta forma se contiene la forma que resbala cuesta abajo por Las laderas. Cuando las tierras se acumulan contra estas paredes se forma una terraza natural que disminuye la erosión y facilita la infiltración de agua.

Otra solución para proteger los cultivos es la siembra en callejuelas, en la cual los cultivos alimenticios se plantan entre setos vivos de árboles. Esta parece una solución viable para las regiones tropicales. Además las ramas y las hojas caídas sirven de rastrojo excelente para el cultivo.

También existe controversia acerca de algunos de los intentos que se han hecho por combatir la desertización. La habitual mal interpretación del problema, que se visualiza como el avance de un frente de dunas de arena, ha dado luz a proyectos de cinturones verdes, en los que se plantan líneas de árboles para detener el avance del desierto. Por ejemplo, ha habido propuestas de plantar este tipo de cinturones verdes en todo el contorno del desierto del Sahara. Si bien las dunas móviles causan auténticos problemas en algunas áreas específicas, como ocurre en zonas de Arabia Saudita, no constituyen el problema generalizado que se creía que eran.

Otro método consiste en plantar que tiene gran cantidad de penachos y raíces profundas llamado pasto vetiver. Este pasto cultivado en India, puede sembrarse en tierras erosionables. Si se planta con poco espacio de separación entre las plantas en las laderas de las montañas, forma una barrera vegetal que detiene la escorrentía permitiendo que la lluvia tenga la posibilidad de cubrir campo y filtrarse en la tierra. Además contiene el sedimento formando una terraza natural.

En los últimos años se han producido cambios en el enfoque académico e institucional respecto a los medios para resolver la desertización. Un área en la que el pensamiento convencional ha sido reevaluado es la del sobre pastoreo. Las ideas sobre la capacidad de sustentación desarrolladas en medios ambientes menos variables pueden no ser aplicables al entorno muy dinámico de las tierras secas, ya que los cambios naturales significan que las áreas de pastos disponibles se encuentran en un continuo estado de flujo. Más aún, los mecanismos sociales desarrollados por pueblos dedicados al pastoreo, que llevan muchas generaciones criando rebaños de ganado en las tierras secas, suelen impedir el sobre pastoreo antes de que se produzca la degradación.

El éxito de la recuperación de las tierras depende de técnicas simples que incorporan nutrientes y humedad a la tierra que mejoren el suelo.

En general se ha llegado a esperar demasiado de las soluciones técnicas a los problemas de desertización y, al tomar conciencia de ello, en los últimos años se han puesto a punto enfoques nuevos para luchar contra la degradación de las tierras secas. A menudo, las dificultades a las que se enfrentan las comunidades que viven en áreas secas están relacionadas con el crecimiento de la población y con factores sociales, económicos y políticos. Hoy en día se hace hincapié en la participación de las comunidades locales, la reimplantación de estrategias tradicionales en tiempos de estrés medioambiental, como la sequía, y en los problemas que derivan de la marginalización de la población rural por parte de los gobiernos, que acostumbran a tener su sede en las ciudades.

Finalmente y quizás la más difícil sería lograr una disminución para el crecimiento de la población. Para lograr esto los gobiernos deberían impulsar métodos anticonceptivos tales como preservativos y campañas

preventivas. Otra opción defendida por Malthus es la abstinencia sexual que este decía que era la única forma para detener la explosión demográfica y lograr satisfacer las necesidades alimenticias de la sociedad. La victoria sobre la degradación de la tierra quedara fuera del alcance hasta que se logre aliviar presiones de la población como por ejemplo el crecimiento de ésta.

9- En nuestro país, la diagonal árida abarca dos tercios de la superficie total. La superficie afectada por la erosión eólica alcanza el 9% de la superficie total argentina.

Hacia fines del siglo pasado, la Patagonia, estaba cubierta por pastizales que satisfacían la demanda forrajera de la fauna nativa. Este equilibrio se quebró debido a la introducción de los ovinos. Esto debilitó la persistencia de los pastizales y el desierto fue ganando terreno.

Esta disminución del forraje afecta la alimentación de los animales y su producción, de manera que disminuye la calidad y cantidad de lanas y carnes.

Se reduce la capacidad de resistencia de los ganados a los rigores climáticos (sequías, nevadas) y recientemente la acción de las cenizas volcánicas.

El problema actual es el avance de los desiertos sobre sus áreas adyacentes.

Otros factores que contribuyeron a la desertización son:

- La baja receptividad de los campos
- La unidad económica de las mesetas es de 10.000 habitantes. Por eso, si se subdivide el espacio en parcelas el rendimiento sería muy bajo.
- La división de la tierra es totalmente antisocial. Esto se debe a que las personas que trabajan en los campos, no son propietarios, sino arrendados.

La Patagonia constituye una porción considerable del territorio Argentino, caracterizada por la aridez.

Gran parte de ésta recibe lluvias entre 100 y 300 milímetros de lluvia por lo que es considerado un semidesierto. Solo una porción al oeste recibe lluvias por encima de los 800 milímetros. Es un semidesierto debido a que los vientos húmedos chocan contra los andes y pasan a las regiones Patagónicas secas.

El problema es aún más terrible en las márgenes de los desiertos o zonas semiáridas con ecosistemas muy frágiles afectando más a la población rural.

Los factores naturales condicionantes de este proceso son: el suelo el clima y el tapiz vegetal. Los factores agravantes son: la receptividad de los campos, la división de la propiedad, la tenencia de tierra, el uso del suelo y el dominio de la cría de ganado ovino.

Esta ganadería es la actividad dominante de la región, sin embargo en los últimos años a disminuido a causa de la desertización. Además posee varios obstáculos, entre ellos la falta de facilidades para la permanente erradicación de familias, la división de la propiedad y la unidad económica. Esta última es el tamaño de un fondo considerado óptimo para proveer lo necesario para la subsistencia de una familia y lograr excedentes para la inversión y varían geográficamente según las condiciones ecológicas del área.

Las soluciones para este problema son la detención de la deforestación y la reforestación, la conservación del manto vegetal autóctono, la racionalización del agua, el establecimiento de una agricultura conservacionista, el aprovechamiento de los recursos hídricos en las estancias.

Para hacerle frente a la desertización, desde 1990 la INTA inició el proyecto Prevención y Control de la

desertificación en la Patagonia. Su principal objetivo fue que los habitantes tomen conciencia sobre el tema y lograr que los productores incorporen tecnología disponible, ya sea ecológica u económica, para la correcta utilización de recursos. El proyecto se complementa con comunicaciones a los medios, así como cursos y seminarios para docentes de los tres niveles como forma de acercar el tema a los estudiantes. La Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires ha trabajado también para revertir los procesos de deterioro y mejorar la producción.

a) Sin embargo en el resto de los países la situación no varía y hasta a veces es peor. Las perspectivas de invertir la erosión son desalentadoras. Brasil es uno de los países que más sufre el proceso en América Latina, con un octavo de su territorio susceptible en desertización y 18 millones de habitantes amenazados en el noreste, zona mayoritariamente semiárida donde se concentra la pobreza.

El desastre es mayor en África donde 65% de las tierras agrícolas sufren la degradación. Este es un problema global, lo único que varía es el grado de deterioro que sufren las tierras. En Uzbekistán, un 80% de su territorio es desierto o semidesierto, con dunas móviles que ocupan aproximadamente un millón de hectáreas.

En la India, donde tanto la población humana como la población animal se han incrementado sin cesar desde 1950, y la demanda de carbón y leña y forrajes a comienzos de la década de los 80 se ha incrementado a pasos agigantados. Como consecuencia, el sobre pastoreo y la deforestación causaron una degradación extensiva.

En Malí, los mapas actuales, muestran un anillo brillante de suelo alrededor de las ciudades. Estas zonas están en un 90% desprovistas de vegetación debido a que no tienen humus y su superficie está desprovista y quebrada.

En China, gran parte del territorio ha sido ganado por la erosión y las proyecciones dicen que si no se toman medidas, otros 70 mil km² serán erosionados.

Este proceso de erosión también se hace presente en 43 cuencas en Indonesia.

La importancia de los factores no físicos a la hora de favorecer el uso no sostenible de los recursos de las tierras secas queda ilustrado por el caso de las Grandes Llanuras, mencionado anteriormente, en el que a comienzos de la década de 1970 se reprodujo la erosión eólica a una escala comparable a la de la década de 1930. A comienzos de la década de 1970, debido al acicate de las grandes exportaciones a la antigua Unión Soviética y a los incentivos del gobierno federal, que subvencionaba a los agricultores en función del área cultivada, al margen de que recogieran o no una cosecha, se emprendió la explotación de grandes extensiones de tierra marginal para el cultivo de trigo. Cuando la sequía llegó a la zona en 1975, volvieron a verse grandes tormentas de polvo. El acontecimiento aislado más grave se produjo en Nuevo México en febrero de 1977. El polvo arrancado del suelo ensombreció 400.000 Km² de la superficie de los estados del centro- sur de Estados Unidos.

Erosión

Los procesos naturales de naturaleza física y química que desgastan y destruyen continuamente los suelos y rocas de la corteza terrestre; incluyen el transporte de material pero no la meteorización estática. La mayoría de los procesos erosivos son resultado de la acción combinada de varios factores, como el calor, el frío, los gases, el agua, el viento, la gravedad y la vida vegetal y animal. En algunas regiones predomina alguno de estos factores, como el viento en las zonas áridas. En función del principal agente causante de la erosión y del tiempo que sus efectos sobre la superficie terrestres tardan en manifestarse, se habla de erosión geológica o natural y de erosión acelerada. La primera es debida a la acción de agentes y procesos naturales que actúan a lo largo de millones de años; mientras que la erosión acelerada es el resultado de la acción antrópica y sus efectos se dejan sentir en un periodo de tiempo mucho menor.

Erosión geológica

Los fenómenos climáticos inician la erosión de los suelos y causan alteraciones en la superficie de sus estratos. En climas secos, el estrato superior de la roca se expande debido al calor del sol y acaba resquebrajándose, ya que si la roca está compuesta por varios minerales, éstos sufren diferentes grados de expansión y la tensión que se genera conduce a su fragmentación. El viento puede arrastrar diversos fragmentos y acumularlos en otro lugar, formando dunas o estratos de arena. El material perdido por la roca también puede ser arrastrado por la arroyada en fenómenos de escorrentía.

En climas húmedos, la lluvia actúa tanto química como mecánicamente en la erosión de las rocas. El vapor de agua contenido en la atmósfera absorbe dióxido de carbono y lo transforma en ácido carbónico; al precipitar, en forma de lluvia (lluvia ácida), disuelve algunos minerales y descompone otros. El duro feldespato del granito se transforma en arcilla; y determinados minerales del basalto, combinados con oxígeno y agua, forman óxidos de hierro como la limonita. Las altas temperaturas intensifican este tipo de erosión.

En climas fríos, el hielo rompe las rocas debido al agua que se introduce por sus fisuras y poros y se expande con las heladas. Las rocas también se agrietan por la acción de las raíces de las plantas.

El agua de los arroyos y de los ríos es un poderoso agente erosivo; disuelve determinados minerales y los cantos que transporta la corriente desgastan y arrastran los depósitos y lechos fluviales. Los ríos helados también erosionan sus valles; el lento movimiento del glaciar remueve gradualmente todo el material suelto de la superficie por la que se desliza, dejando algunas partes de roca desnuda cuando el hielo se derrite. Además de movilizar los materiales sueltos, los glaciares erosionan activamente la roca por la que se desplazan; los fragmentos de roca inmersos en el fondo y en los lados de la masa de hielo en movimiento actúan como un abrasivo, al arañar y pulir el lecho rocoso de los lados y del fondo de los valles.

En la costa, la erosión de acantilados rocosos y playas de arena es el resultado de la acción del mar, las olas y las corrientes. Ésta es especialmente fuerte durante las tormentas. En muchos lugares del mundo, la pérdida de terreno debido a la erosión costera representa un serio problema; de cualquier modo, la acción de las olas es superficial, por lo que la erosión marina tiende a modelar una característica plataforma plana sobre las rocas de la costa.

El agua tiene un papel aún más importante en lo que se refiere al transporte de material erosionado. Desde el momento en el que cualquier lugar reciba más agua (en forma de lluvia, nieve derretida o hielo) de la que el terreno pueda absorber, el excedente fluirá hacia niveles más bajos arrastrando el material suelto. Las laderas suaves sufren una erosión laminar y abarrancamientos, durante los cuales la denominada escorrentía arrastra la fina capa superior del suelo sin dejar rastros visibles de haber erosionado esa superficie. Este tipo de erosión puede compensarse con la formación de nuevos suelos. A menudo, especialmente en zonas áridas con escasa vegetación, los arroyos dejan un rastro de cárcavas. Parte de los detritos y de los suelos que arrastran los arroyos se depositan en los valles, pero una gran parte llega hasta el mar a través de los cursos de agua. El río Mississippi deposita todos los años unos 300 millones de m³ de sedimentos en el golfo de México.

La erosión esculpe constantemente nuevos relieves en la superficie de la tierra. La forma de los continentes cambia continuamente, a medida que las olas y las mareas invaden tierra firme y el limo de los ríos gana terreno al mar. De igual modo que los arroyos y ríos ahondan sus cauces, las cárcavas se convierten en barrancos y éstos en valles. El Gran Cañón del Colorado, en Estados Unidos, con más de 2 km de profundidad, es el máximo ejemplo de un cañón producido por la erosión a lo largo de un millón de años, no sólo por la acción del viento y las temperaturas extremas, sino también por la del río Colorado, cortando grandes espesores de roca.

El efecto conjunto del desgaste de montañas y mesetas tiende a nivelar el terreno; existe una propensión a la reducción del relieve al nivel del mar (nivel de base). Por ejemplo, cada 7.000 ó 9.000 años, la cuenca del

Mississippi pierde un promedio de 30 cm de altitud. La tendencia contraria la representan las erupciones volcánicas y movimientos de la corteza terrestre, que levantan montañas, mesetas y nuevas islas. Gran parte de la geología y de la geografía (en particular la geomorfología) se ocupa de las fuerzas y resultados de las formas de erosión sobre la tierra.

Erosión acelerada

Sin la intervención humana, las pérdidas de suelo debidas a la erosión probablemente se verían compensadas por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra. En terreno sin alterar, los suelos están protegidos por el manto vegetal. Cuando la lluvia cae sobre una superficie cubierta por hierba u hojas, parte de la humedad se evapora antes de que el agua llegue a introducirse en la tierra. Los árboles y la hierba hacen de cortavientos y el entramado de las raíces ayuda a mantener los suelos en el lugar, frente a la acción de la lluvia y el viento. La agricultura y la explotación forestal, la urbanización, la instalación de industrias y la construcción de carreteras destruyen parcial o totalmente el dosel protector de la vegetación, acelerando la erosión de determinados tipos de suelos.

Ésta es menos intensa en zonas con cultivos como el trigo, que cubren uniformemente el terreno, que en zonas con cultivos como el maíz o el tabaco, que crecen en surcos.

El exceso de pastoreo, que a la larga puede transformar la pradera en desierto, y las prácticas agrícolas poco cuidadosas, han tenido efectos desastrosos en determinadas regiones del mundo. Algunos historiadores piensan que la erosión del suelo ha sido un factor determinante en el conjunto de causas que han provocado algunos desplazamientos de población, debidos a la sequía, y en la decadencia de algunas civilizaciones. Las ruinas de pueblos y ciudades encontradas en regiones áridas, como los desiertos de Mesopotamia, indican que hubo un momento en el que la agricultura fue una actividad generalizada por toda la zona.

BIODIVERSIDAD

Biodiversidad deriva de la expresión diversidad biológica y alude a la variedad del mundo biológico. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de vida sobre la tierra.

Se consideran tres niveles jerárquicos de biodiversidad que afectan de manera especial al hombre:

- Genes.
- Especies.
- Ecosistemas.

Pero es importante saber que esta es una de las formas de evaluar la biodiversidad y que no hay una definición exacta del término ni sobre el modo de medir la biodiversidad. El mundo biológico se organiza en niveles que van de menos a más complejos, en un extremo van 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 de los demás niveles y constituye el punto de referencia a todos los estudios de biodiversidad.

Diversidad genética

Hay dos causas que hacen diferenciarse a dos organismos una es las variaciones del material genético que todos los organismos poseen y la otra es las variaciones que el medio ambiente ejerce sobre cada individuo. La variación heredable es la materia prima de la evolución y la selección natural y, por tanto, constituye en última instancia el fundamento de toda la biodiversidad observable actualmente. Depende de las variaciones

que experimenta la secuencia de los 4 pares de bases que forman los ácidos nucleicos (ADN) base del código genético en la mayoría de los organismos. Los individuos adquieren nuevas variaciones genéticas por mutación de genes y cromosomas; en organismos que se reproducen sexualmente, estos cambios se difunden a la población por recombinación del material genético durante la división celular que antecede a la reproducción sexual.

Las poblaciones que forman una especie comparten una reserva de diversidad genética. Si se extinguen poblaciones que albergan una variedad considerable de variación genética, aunque persista la especie, la selección natural tiene menor posibilidad de actuar, y las oportunidades de cambio evolutivo pueden verse aminoradas. La pérdida de diversidad genética dentro de una especie se llama erosión genética.

La diversidad genética es importante para la productividad y el desarrollo agrícolas. Durante siglos, la agricultura se ha basado en un número reducido de especies vegetales y animales, pero, sobre todo en el caso de las plantas se ha desarrollado un número extraordinariamente alto de variedades locales. A medida que los hábitats naturales se han visto desplazados por otros usos del suelo con la consiguiente destrucción de formas silvestres de plantas cultivadas que podrían ser necesarias con fines de selección, y a medida que los modernos sistemas de cultivo intensivo se han ido concentrando en un número muy reducido de variedades comerciales, se hace más urgente la necesidad de identificar y conservar los recursos genéticos vegetales y animales. Aunque, en este ámbito particular, es posible localizar y medir aspectos de diversidad genética, no hay forma práctica de responder a la pregunta general de cuál es la diversidad genética presente en una zona determinada, y mucho menos a escala global; por tanto, la pregunta no tiene sentido a este nivel.

Diversidad de especies

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

La riqueza de las especies varía según la zona geográfica en la que habita, en la áreas más cálidas tiende a haber más especies que en las 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.

A pesar de la importancia de la especie, todavía no tiene una definición exacta. Se han usado criterios distintos para clasificar las especies en grupos de organismos diferentes, y frecuentemente, cada taxónomo aplica un criterio distinto a un mismo grupo de organismo, por lo que identifica un número de especies diferente. No obstante, hay un acuerdo suficiente sobre el número de especies presente en grupos bien estudiados como mamíferos, aves, reptiles, o anfibios.

El número y riqueza de especies, aunque es un concepto práctico y sencillo de evaluar, sigue siendo una medida incompleta de la diversidad entre lugares áreas o países.

Otros aspectos de la diversidad de especies

Además de la riqueza de especies y las especies endémicas, una posible medida de biodiversidad la daría la magnitud de las diferencias entre especies. Una forma de evaluarlas se basa en el contenido informativo del sistema de clasificación o taxonómico. Las especies similares se agrupan en géneros, los géneros 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.

La importancia ecológica de una especie es también muy importante, ya que algunas especies realizan un papel muy importante en el mantenimiento de la diversidad de una comunidad de otras especies. Estas especies clave agrupan los organismos descomponedores, los depredadores de nivel más alto, los polinizadores, entre otros. En general, los árboles aumentan la diversidad local porque proporcionan numerosos recursos naturales para otras especies. Pero todavía no hay forma de cuantificar esta clase de función de sostenimiento ni de comparar su magnitud para distintos grupos.

Diversidad de los ecosistemas

Evaluar la diversidad ecosistemas (hábitat o comunidad) sigue siendo un asunto problemático. No hay una forma única de clasificar los ecosistemas y hábitats. Las unidades principales que actualmente se reconocen representan distintas partes de un continuo natural muy variable.

La diversidad de los ecosistemas puede evaluarse en términos de distribución mundial, que hacen mayor hincapié en el clima, la vegetación, la biogeografía, la vegetación potencial o la vegetación modificada por el hombre. Estos esquemas muestran más que nada una visión general de la diversidad mundial de tipos de ecosistemas, pero proporcionan poca información sobre diversidad comparativa dentro de los ecosistemas y entre ellos. La diversidad suele evaluarse en términos de diversidad de especies. Lo que puede abarcar la evaluación de su abundancia relativa; desde este punto de vista, un sistema formado por especies presentes con una abundancia mas o menos pareja se considera más diverso que uno con valores de abundancia de extremos

Magnitud de la Biodiversidad

El número de especies que pueblan la Tierra es enorme, pero se desconoce incluso con un margen de un orden de magnitud, hasta la fecha se han descrito cerca de 2 millones de especies. En este contexto, descripción significa que se han descubierto ejemplares, se han recogido muestras, se han llevado a un museo, se han identificado como especies nuevas y, por último se han descrito y nombrado con carácter formal de una publicación científica. Las estimaciones sobre el número total de especies que podrían haber en el planeta se basan en el número de especies hasta ahora desconocidas que se han descubierto en zonas tropicales muestreadas meticulosamente y en la proporción que representan dentro del conjunto de muestras recogido. Estas estimaciones oscilan entre 5 y 100 millones de especies. Se ha propuesto un valor de aproximadamente 12.5 millones como estimación conservadora útil. Sin duda hay muchas especies que aún ignoramos que existen, entre ellas de hongos, insectos, nematodos, coleópteros, etc.

¿Qué está ocurriendo con la biodiversidad?

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 el agotamiento de especies y en la simplificación de comunidades y ecosistemas. Hay dos formas de evaluar el agotamiento de la biodiversidad: la investigación y la observación directas y la elaboración de hipótesis de lo que puede ocurrir sobre la base de lo que actualmente se sabe.

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 han estudiado 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 250.000 especies de plantas superiores y, aunque se dispone de cierta información sobre mariposas, libélulas y moluscos, en términos reales no se ha evaluado, ni probablemente se evaluará jamás, ni una sola de los muchos millones de especies de invertebrados que viven en la Tierra.

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 puedan 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. Los medios de comunicación han prestado mucha atención a estas tasas de extinción elevadas, pero es importante tener en cuenta el fundamento en que se basan.

Numerosos individuos, organizaciones y países han trabajado en las últimas décadas para identificar poblaciones, especies y hábitats amenazados de extinción o degradación y para invertir estas tendencias. Los objetivos comunes son gestionar más eficazmente el mundo natural para mitigar la influencia de las actividades humanas y, al mismo tiempo, mejorar las opciones de desarrollo de los pueblos desfavorecidos. Muchos conservacionistas esperan que la historia demuestre que el año 1992 ha constituido un punto de inflexión. En junio de ese año se presentó a la firma el Convenio sobre 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; esto significa que están de acuerdo con sus fines y que harán todo lo posible por cumplir con sus disposiciones.

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.

RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS

LEYES BÁSICAS

Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos

SUBÍNDICE

Capítulo I.– Disposiciones adicionales.

Capítulo II.– Régimen jurídico de la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos.

Capítulo III.– Responsabilidad, infracciones y sanciones.

Disposiciones transitorias y adicionales.

Relación de sustancias o materias tóxicas y peligrosas.

LEY20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

EXPOSICION DE MOTIVOS

De acuerdo con el artículo 45 de la Constitución, es deber de los poderes públicos velar por la utilización racional de todos los recursos naturales para proteger y mejorar la calidad de vida. Ello implica la necesidad de corregir el deterioro ambiental que ocasiona la contaminación del suelo, del agua y del aire a causa de la generación de residuos tóxicos y peligrosos. Resulta preciso, en consecuencia, en orden al cumplimiento del mandato constitucional, establecer una regulación adecuada del tratamiento de esta clase de residuos, llenando así el vacío normativo existente en nuestro ordenamiento y proceder, además a la adaptación del mismo a las provisiones del Derecho comunitario.

La Ley de Minas, de 21 de julio de 1973, preveía en su Disposición adicional la elaboración de una Ley que regulase el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos. Como consecuencia, se dictó la Ley 42/1975., de Recogida y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, que, tal como se señalaba en su exposición de motivos, pretendía "dentro de la limitación de su ámbito y finalidad" lograr una solución armónica de las disposiciones ya existentes, más que crear un sistema nuevo. No obstante, la complejidad e importancia de los problemas derivados de la existencia y diversificación de los residuos llevó al citado texto legal a incluir dentro de su ámbito de aplicación a los industriales y agrícolas, al tiempo que preveía que determinadas categorías de residuos fueran objeto de disposiciones especiales.

La existencia de residuos industriales que por sus características específicas permiten la equiparación en cuanto a su régimen jurídico a los de origen doméstico, sometidos a la citada Ley 42/1975, no excluye que un amplio sector de los mismos, teniendo origen industrial, necesite de unas prescripciones especiales para su

gestión a causa de los graves riesgos que representan para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente. Este hecho aconseja la promulgación de una disposición del mismo rango, que llene esta laguna tan necesitada de regulación, habida cuenta de la falta actual de mecanismos de control en una materia tan directamente relacionada con la salud y el medio ambiente.

Dicha regulación específica, es habitual en el Derecho comparado en general y en la normativa elaborada por la OCDE y la Comunidad Económica Europea en particular. Así, por ejemplo, en esta última, mientras la Directiva de 15 de julio de 1975 (75/442/CEE) contiene unas prescripciones generales sobre residuos, la de 20 de marzo de 1978 (78/319/CEE) se refiere únicamente a los tóxicos y peligrosos, previendo la aplicación a los mismos de normas especiales sobre su recogida, transporte, tratamiento, almacenamiento y destino final. Operaciones todas ellas que se comprenden en la gestión integrada que prácticamente agota los contenidos de la Directiva.

La política ambiental sobre residuos tóxicos y peligrosos tiene como principios básicos la prevención de posibles riesgos sobre la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente, mediante la transformación de los mismos en inocuos, evitando la transferencia de la contaminación a otro medio receptor y promoviendo tanto la recuperación de las materias primas y energía en ellos contenidas, como el desarrollo de tecnologías que permitan su reutilización a la vez que disminuyan sus efectos nocivos en el medio y contribuyan por tanto a preservar los recursos naturales.

La Ley contiene en consecuencia, un régimen jurídico básico, de acuerdo con lo establecido en el artículo 149.1.23a. de la Constitución, para que este tipo de residuos, que incluye tanto medidas preventivas en su fase de producción como la regulación de todas las fases de la gestión, que tiene en cuenta las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación, de forma integrada, en función del destino final más adecuado a las características de cada residuo. A este objetivo responden las técnicas de autorización previa, control, bolsas de gestión de residuos, identificación de éstos y planeamiento de las actividades que los generan.

Por último, es preciso establecer un régimen sancionador mediante la regulación de la responsabilidad, la consideración de ésta como solidaria en determinados supuestos, la tipificación de las infracciones, el

establecimiento del importante principio de que el residuo tóxico y peligroso debe tener siempre un titular, cualidad que corresponde al productor o al gestor, y la determinación que sólo se producirá transferencia de responsabilidad si dicha transferencia figura en documento fehaciente y se realiza a entidad autorizada para la gestión.

CAPITULO PRIMERO

DISPOSICIONES ADICIONALES

Artículo primero.

1. La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico básico necesario para que en la producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos se garantice la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.
2. Los poderes públicos fomentarán la recuperación de la energía y materias primas contenidas en los residuos tóxicos y peligrosos, la transformación de los mismos en inocuos y el desarrollo de nuevas tecnologías tanto de eliminación como de procesos poco generadores de residuos.
3. La producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos se considera actividad que puede dar origen a situaciones de emergencia, a los efectos previstos en las leyes reguladoras sobre Protección Civil.

Artículo segundo.

A efectos de la presente Ley se entiende por:

Residuos tóxicos y peligrosos: los materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que, siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destine al abandono y contengan en su composición alguna de las sustancias y materias que figuran en el Anexo de la presente Ley en cantidades o concentraciones tales que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente.

Gestión: el conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos tóxicos y peligrosos el destino final más adecuado de acuerdo con sus características y en orden al cumplimiento del artículo 1 de la presente disposición. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación de los mismos.

Almacenamiento: el depósito temporal de residuos tóxicos y peligrosos que no suponga ninguna forma de eliminación o aprovechamiento de los mismos.

Tratamiento: las operaciones cuya finalidad sea reducir o anular la toxicidad y demás características peligrosas para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente, así como facilitar el transporte, almacenamiento, eliminación y recuperación de los recursos contenidos.

Recuperación: todo proceso industrial cuyo objeto es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos tóxicos y peligrosos ya sea en forma de materias primas o de energía.

Eliminación: todo procedimiento que como el vertido controlado, la incineración sin recuperación de energía, la

inyección en el subsuelo y el vertido al mar, no implique aprovechamiento alguno de los recursos.

Productor: el titular de la industria o actividad generadora o importadora de residuos tóxicos y peligrosos.

Gestor: el titular autorizado para realizar cualesquiera de las actividades que componen la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos, sea o no el productor de los mismos.

Artículo tercero.

1. Lo dispuesto en la presente Ley será de aplicación tanto a los residuos tóxicos y peligrosos como a sus recipientes y a los envases vacíos que los hayan contenido.
2. Se excluyen de su ámbito de aplicación: los residuos radiactivos, los residuos mineros, las emisiones a la atmósfera y los efluentes cuyo vertido al alcantarillado, a los cursos de agua o al mar, esté regulado por la normativa vigente. No obstante, dicho vertido habrá de llevarse a cabo respetando, en todo caso, lo dispuesto en el artículo 6.3 de la presente Ley.

Artículo cuarto.

1. La instalación de industrias o actividades generadoras o importadoras de residuos tóxicos y peligrosos o de productos de cuyo uso pudieran derivarse residuos de este carácter, requerirá autorización de la administración ambiental competente, sin perjuicio de las demás licencias o autorizaciones que sean exigibles de acuerdo con la legislación vigente, y previa presentación de un estudio cuyo contenido se determinará reglamentariamente.
2. La Administración Pública competente para el otorgamiento de la autorización prevista en este precepto

podrá exigir de los productores de residuos tóxicos y peligrosos la constitución de un seguro que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades.

Artículo quinto.

Son obligaciones de los productores de residuos tóxicos y peligrosos:

- a) Garantizar el cumplimiento de lo establecido en el artículo 1.1 por sí mismo o mediante cesión de los residuos tóxicos y peligrosos a un gestor.
- b) Separar adecuadamente y no mezclar los residuos tóxicos y peligrosos evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de la peligrosidad de los residuos o de la dificultad para su gestión.
- c) Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos tóxicos y peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- d) Llevar un registro de los residuos tóxicos y peligrosos producidos o importados y destino de los mismos.
- e) Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos, la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.
- f) Presentar un informe anual a la Administración Pública competente en el que se deberán especificar, como mínimo, cantidad de residuos tóxicos y peligrosos producidos o importados, naturaleza de los mismos y destino final.
- g) Informar inmediatamente a la Administración Pública competente en caso de desaparición, pérdida o escape de residuos tóxicos y peligrosos.
- h) En la normativa de desarrollo de esta Ley Básica se podrán establecer otras obligaciones justificadas en una mejor regulación o control de estos residuos.

CAPITULO SEGUNDO

RÉGIMEN JURIDICO DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS

Artículo sexto.

1. Las operaciones de gestión de residuos tóxicos y peligrosos se realizarán de acuerdo con el régimen general de autorizaciones previstas en la presente Ley y demás disposiciones aplicables, así como en las condiciones que se establezcan por los Organismos competentes de las Administraciones Central,

Autonómica y Local.

2. En todo caso, las operaciones de gestión deberán asegurar que el destino final de los residuos tóxicos y peligrosos no suponga un peligro para la salud humana, los recursos naturales o para el medio ambiente.
3. En las operaciones de gestión se evitará trasladar la contaminación o el deterioro ambiental a otro medio receptor.

Artículo séptimo.

Los gastos originados por las distintas operaciones de gestión de los residuos serán a cargo de las personas o entidades productoras o gestoras que las hayan llevado a cabo o estén obligadas a hacerlo.

Artículo octavo.

1. La gestión de los residuos tóxicos y peligrosos requerirá autorización administrativa previa, expedida por el Organismo ambiental competente, sin perjuicio de las demás licencias o autorizaciones que sean exigibles.
2. La autorización fijará el plazo y condiciones en que la misma se otorga y quedará sujeta a la constitución por el solicitante de un seguro de responsabilidad civil y a la prestación de fianza en la forma y cuantía que en aquélla se determine.
3. Las actividades de transporte propias de dicha gestión requerirán un documento específico de identificación de los residuos, expedido en la forma que se determine reglamentariamente, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa vigente sobre transporte de mercancías peligrosas.

Artículo noveno.

Toda persona o Entidad que trate, almacene, recupere o elimine residuos tóxicos y peligrosos está obligada, en la forma que reglamentariamente se determine, a llevar un registro de las operaciones que realice, así como a establecer las medidas de seguridad, autoprotección y Plan de emergencia interior para prevención de riesgos, alarma, evacuación y socorro.

Artículo décimo.

1. Todas las actividades e instalaciones relativas a la producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos estarán sometidas al control y vigilancia de la Administración Pública competente.
2. Los productores y los gestores de los residuos tóxicos y peligrosos estarán obligados a prestar toda la

colaboración a las autoridades competentes a fin de permitirles realizar cualesquiera exámenes, controles, encuestas, tomas de muestras y recogida de información necesaria para el cumplimiento de su misión.

Artículo undécimo.

1. La Administración del Estado, de acuerdo con las previsiones suministradas por las Comunidades Autónomas, formulará un Plan Nacional de Residuos Tóxicos y Peligrosos, con validez para todo el territorio nacional con objeto de racionalizar coordinar y optimizar la gestión de los residuos a que se refiere esta Ley El

citado Plan incluirá objetivos específicos, programas y acciones a desarrollar, contenidos mínimos y medios de financiación, así como el procedimiento de revisión del mismo.

2. El Gobierno podrá prohibir la importación y fabricación de residuos tóxicos y peligrosos o de productos que originen residuos tóxicos y peligrosos para los que no se disponga de un adecuado método de tratamiento, recuperación o eliminación.

Artículo duodécimo.

Los poderes públicos podrán establecer o fomentar la creación de bolsas de Gestión de Residuos como centros de información de datos relativos a las materias primas contenidas en los residuos tóxicos y peligrosos susceptibles de su aprovechamiento posterior por terceros.

CAPITULO TERCERO

RESPONSABILIDADES, INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo decimotercero

1. Las infracciones a lo establecido en la presente Ley serán sancionadas con arreglo a lo dispuesto en los artículos siguientes, sin perjuicio, en su caso, de las correspondientes responsabilidades civiles y penales.

2. Se considerarán como circunstancias que agravan la responsabilidad: el grado de incidencia en la salud humana, recursos naturales y medio ambiente, la reiteración, la intencionalidad y el riesgo objetivo de contaminación grave del agua, aire, suelo, subsuelo, fauna o flora.

Artículo decimocuarto.

1. A efectos de lo dispuesto a este Capítulo, los residuos tóxicos y peligrosos tendrán siempre un titular, cualidad que corresponderá al productor o al gestor de los mismos.

2. Sólo se produce transferencia de responsabilidad en el caso de cesión de los residuos tóxicos y peligrosos a entidades autorizadas para realizar las operaciones que componen la gestión de los mismos. La cesión ha de constar en documento fehaciente.

Artículo decimoquinto.

1. La responsabilidad será solidaria en los siguientes supuestos:

- a) Cuando el productor o el gestor de residuos tóxicos y peligrosos haga su entrega a persona física o jurídica que no esté autorizada para ello.
- b) Cuando sean varios los responsables de algún deterioro ambiental, o de los daños o perjuicios causados a terceros, y no fuese posible determinar el grado de participación de las diferentes personas físicas o jurídicas en la realización de la infracción.

2. En caso de que los efectos perjudiciales al medio ambiente se produzcan por acumulación de actividades debidas a diferentes personas, la Administración competente podrá imputar individualmente esta responsabilidad y sus efectos económicos.

Artículo decimosexto.

Se consideran infracciones administrativas a la presente Ley:

- La importación, producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos o de productos de cuyo uso puedan derivarse residuos de este carácter, sin las autorizaciones previstas en la presente Ley o con incumplimiento de las condiciones fijadas en la misma.
- El abandono, vertido y depósito incontrolado de residuos tóxicos y peligrosos.
- La transformación de estos residuos que implique el traslado de la contaminación o el deterioro ambiental a otro medio receptor.
- La mezcla de los residuos tóxicos y peligrosos entre sí o con los residuos urbanos o industriales en contra de lo dispuesto en el artículo 5º. c).
- La entrega, venta o cesión de los residuos a personas físicas o jurídicas que no posean la debida autorización para la gestión de los mismos.
- La resistencia a una inspección y control sobre la producción, transporte, almacenamiento, tratamiento,

recuperación y eliminación de los residuos tóxicos y peligrosos, conforme de lo dispuesto en el artículo 10°.2.

- La omisión o incumplimiento del documento específico de identificación previsto en el artículo 8.º, 3.
- El falseamiento de cualquier dato referido a las operaciones de producción y gestión de residuos tóxicos y peligrosos, así como la negativa a suministrar la información solicitada por la Administración Pública competente o el retraso intencionado en cumplimentar la información solicitada.

Artículo decimoséptimo

1. Las infracciones previstas en la presente Ley podrán ser muy graves, graves o leves.

2. Las infracciones podrán dar lugar a la imposición de todas o de algunas de las siguientes sanciones:

a) Las muy graves:

- Clausura definitiva o temporal total o parcial de las instalaciones.
- Cese definitivo o temporal de las actividades.
- Prohibición definitiva o temporal del ejercicio futuro de actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
- Multa de hasta 100 millones de pesetas.

b) Las graves:

- Clausura temporal total o parcial de las instalaciones.
- Cese temporal de las actividades.
- Prohibición temporal del ejercicio futuro de actividades de gestión de residuos tóxicos y peligrosos.
- Multa de hasta 50 millones de pesetas.

c) Las leves:

- Clausura temporal parcial de instalaciones.
- Multa de hasta un millón de pesetas
- Apercibimiento.

3. La Administración Pública competente podrá hacer públicas, en los medios de comunicación social, las listas de infractores, con especificación de las infracciones cometidas y de las sanciones impuestas.

4. En los supuestos de clausura de instalaciones o cese de actividades se tendrá en cuenta lo dispuesto en

la legislación laboral.

Artículo decimoctavo

Las sanciones previstas en el artículo anterior se impondrán por los órganos de las distintas Administraciones públicas, en función de sus respectivas competencias.

Artículo decimonoveno.

1. Sin perjuicio de las sanciones que procedan, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley, los responsables de actividades infractoras quedarán obligados a reponer las cosas al ser y estado anteriores a la infracción cometida y, en su caso, a abonar la correspondiente indemnización por los daños y perjuicios causados.

Asimismo podrán imponerse al infractor sucesivas multas coercitivas, cuyo importe no deberá exceder del tercio del montante de la multa por sanción máxima que pueda imponerse a la infracción de que se trate y de conformidad con lo preceptuado en la Ley de Procedimiento Administrativo.

2. La recogida y tratamiento de los residuos tóxicos y peligrosos abandonados, así como la restauración del medio ambiente, podrán ser realizados por la Administración competente por cuenta de los responsables y sin perjuicio de las indemnizaciones a que hubiere lugar.

3. La valoración de los daños ocasionados a la salud humana, recursos naturales y medio ambiente se llevará a cabo por la Administración competente con audiencia de los interesados.

4. Cuando los daños fueran de difícil evaluación y la legislación aplicable no estableciera criterios específicos se aplicarán, conjunta o separadamente, los siguientes criterios:

- Coste teórico de la restitución.
- Valor de los bienes dañados.
- Coste del proyecto o actividad causante del daño.
- Beneficio obtenido con la actividad infractora.

Artículo vigésimo.

1. En el supuesto de que la infracción pudiera ser constitutiva de delito o falta, la Administración dará traslado del expediente al Ministerio Fiscal, quedando en suspenso la actuación sancionadora en vía

administrativa. Sin embargo, la vía penal no paralizará el expediente que se hubiere incoado en orden al restablecimiento de la situación anterior o, en su caso, al abono de daños y perjuicios por parte del infractor, a que éste se encontrará siempre obligado conforme a lo dispuesto en el artículo anterior.

2. Si la resolución judicial fuera absolutoria, se proseguirán las actuaciones para la imposición de la sanción administrativa en caso de que procediera. En el caso de que fuere condenatoria y, por cualquier circunstancia, se hubieran impuesto sanciones administrativas de naturaleza análoga, por los mismos hechos con anterioridad al traslado del expediente al Órgano jurisdiccional, quedarán aquéllas sin efecto y su importe será reintegrado al infractor si hubiere sido hecho efectivo.

Artículo vigésimo primero.

Los productores y los gestores de residuos tóxicos y peligrosos que proporcionen información a la Administración, en relación con la presente Ley, podrán invocar el carácter de confidencialidad de la misma, debidamente justificada, en la forma y contenido que reglamentariamente se determine, sin perjuicio de lo establecido en las leyes reguladoras de la Defensa Nacional.

Artículo vigésimo segundo

A los efectos de aplicación de la Ley de Expropiación Forzosa se declara de utilidad pública el tratamiento, la recuperación, el almacenamiento y la eliminación de los residuos tóxicos y peligrosos.

DISPOSICION TRANSITORIA

1. Las instalaciones para la gestión de residuos tóxicos y peligrosos autorizadas en el momento de la publicación de la presente Ley se adaptarán en un plazo de dieciocho meses a contar desde la entrada en vigor de las normas de desarrollo de la misma a las condiciones técnicas que en éstas se determinen.
2. En el mismo plazo señalado en el apartado anterior los productores de residuos tóxicos y peligrosos se adaptarán a lo establecido en esta Ley.

DISPOSICIONES ADICIONALES

Primera.

1. El Gobierno, en el plazo máximo de seis meses, a contar de la entrada en vigor de la presente Ley, dictará las normas reglamentarias necesarias para su desarrollo y ejecución.

2. En todo caso, tendrá carácter básico, además de todos los preceptos de la presente Ley, el desarrollo reglamentario de la misma en las siguientes materias:

- a) Condiciones mínimas para la autorización de instalaciones de industrias productoras y de operaciones de gestión.
- b) Obligaciones de productores y gestores.
- c) Confidencialidad de la información.

3. Las normas reglamentarias que no tengan carácter básico se aplicarán, en su caso, en los territorios de las Comunidades Autónomas en la forma que proceda según sus respectivas competencias.

Segunda.

El Gobierno podrá modificar la relación de sustancias tóxicas y peligrosas contenidas en el Anexo, así como complementarla con el establecimiento de las cantidades y concentraciones significativas para las sustancias incluidas en la misma.

Tercera.

El Gobierno podrá modificar las cuantías de las multas previstas en la presente disposición cuando las circunstancias económicas así lo aconsejen.

Cuarta.

Reglamentariamente se especificarán las empresas que, en función de su volumen de actividad, no estarán sujetas a las prescripciones establecidas en los artículos 4.º y 5.º de la presente Ley.

ANEXO

RELACION DE SUSTANCIAS O MATERIAS TOXICAS Y PELIGROSAS

- 1. El arsénico y sus compuestos de arsénico.
- 2. El mercurio y sus compuestos de mercurio.
- 3. El cadmio y sus compuestos de cadmio.
- 4. El talio y sus compuestos de talio.
- 5. El berilio y sus compuestos de berilio.
- 6. Compuestos de cromo hexavalente.

7. El plomo y sus compuestos de plomo.
8. El antimonio y sus compuestos de antimonio.
9. Los fenoles y los compuestos fenólicos.
10. Los cianuros orgánicos e inorgánicos.
11. Los isocianatos.
12. Los compuestos órgano-halogenados, con exclusión de los polímeros inertes y otras sustancias mencionadas en esta lista.
13. Los disolventes clorados.
14. Los disolventes orgánicos.
15. Los biocidas y las sustancias fitosanitarias.
16. Los productos a base de alquitrán procedentes de operaciones de refinado y los residuos alquitranados procedentes de operaciones de destilación.
17. Los compuestos farmacéuticos.
18. Los peróxidos, cloratos, percloratos y nitruros.
19. Los éteres.
20. Las sustancias químicas de laboratorio no identificables y/o nuevas cuyos efectos sobre el medio ambiente no sean conocidos.
21. El amianto (polvos y fibras).
22. El selenio y sus compuestos de selenio.
23. El telurio y sus compuestos de telurio.
24. Residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio.
25. Los compuestos aromáticos policíclicos (con efectos cancerígenos).
26. Los carbonilos metálicos.
27. Los compuestos solubles de cobre.
28. Las sustancias ácidas y/o básicas utilizadas en los tratamientos de superficie de los metales.
29. Los aceites usados minerales o sintéticos, incluyendo las mezclas agua-aceite y las emulsiones.

1

51

CFC

