

UNIVERSIDAD PARA TODOS

Protección ambiental y producción + limpia

Parte 1



PRECIO: 2:00

ISBN 978-959-270-097-0



9 789592 700970

Hacia un consumo sustentable

ÍNDICE

Parte 1

INTRODUCCIÓN / 2

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL / 4

GESTIÓN AMBIENTAL / 12

Parte 2

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA / 2

CONSUMO SUSTENTABLE / 13

BIBLIOGRAFÍA / 16

COORDINACIÓN GENERAL

Ing. Juana Herminia Serrano Méndez (Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA)

Lic. Teresa María Rubio Sarmiento (Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA)

AUTORES PRINCIPALES

Ing. Juana Herminia Serrano Méndez, Agencia de Medio Ambiente
MSc. Bárbara Ivette Tortosa Ferrer, Agencia de Medio Ambiente
MSc. Carmen Cristina Terry Berro, Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental

MSc. Mario Abó Balanza, Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental

Dr. Carlos Luis Menéndez Gutiérrez, Centro de Ingeniería de Procesos, Facultad de Ingeniería Química (CIPRO), del ISPJAE

MSc. Leticia Préviz Pascual, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical

Dr. Jorge Silvio González Alonso, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia

MSc. Alejandro Rivera Rojas, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia

MSc. Sonia Orús Valdés, Agencia de Medio Ambiente

Lic. Ricardo Bériz Valle, Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental

MSc. Marisela Quintana Orovivo, Instituto de Geografía Tropical

COLABORADORES

Dra. Gisela Alonso Domínguez, Presidenta de la Agencia de Medio Ambiente

Lic. Orlando Rey Santos, Director de la Dirección de Medio Ambiente

INSTITUCIÓN COORDINADORA

Agencia de Medio Ambiente del CITMA

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Agencia de Medio Ambiente. (AMA)

Instituto de Geografía Tropical (IGT)

Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental. (CIGEA)

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. (ISPJAE)

Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical (IIFT)

Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA)

Dirección de Medio Ambiente (CITMA)

GRUPO DE EDICIÓN EDITORIAL ACADEMIA



Edición: Lic. Raquel Carreiro García

Diseño y tratamiento de imágenes: Marlene Sardiña Prado

Corrección editorial: Caridad Ferrales Avín

ISBN: 978-959-270-097-0

2006, Año de la Revolución Energética en Cuba

Estimados lectores:

El contenido que les presentamos es un material de consulta para ampliar los conocimientos a tratar en el curso «Protección Ambiental y Producción Más Limpia» del programa de Universidad para Todos, y constituye a su vez, un complemento de otros que se han publicado

en los últimos años sobre la temática ambiental en el contexto del mencionado programa.

Se abordan conocimientos básicos relativos a la contaminación ambiental, gestión ambiental, producción más limpia y consumo sustentable. Los temas señalados están orientados a contribuir a que los lectores puedan participar de forma consciente en la solución de los problemas ambientales que hoy se presentan producto de la contaminación de los suelos, el agua y el aire; los que traen aparejado afectaciones a la salud, la calidad de vida, el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro de los ecosistemas.

Por otro lado, se enfatiza en las causas de esta problemática, las que en gran medida, son también consecuencias de procesos de producción y de servicios ineficientes. Tratar estos temas, además, tiene gran importancia en nuestras condiciones, teniendo en cuenta las políticas ambiental, económica y social trazadas en nuestro país.

Entre esas políticas se destacan: la Revolución Energética encaminada a lograr eficiencia y ahorro en el uso de todos los portadores energéticos, la estrategia dirigida a una adecuada gestión del agua como respuesta a la necesidad de incrementar la disponibilidad de este recurso, y aquellas orientadas al perfeccionamiento empresarial con el propósito del ahorro de todos los recursos disponibles, así como al aumento de la productividad y la eficiencia.

Les invito a seguir el curso «Protección Ambiental y Producción Más Limpia» y adentrarse en su contenido, lo que les permitirá ganar en información útil y práctica, para así hacer más efectiva su ayuda en la protección del medio ambiente con un enfoque preventivo y de hecho, a la conservación de las condiciones necesarias para mantener la vida en la Tierra.

Este texto está dirigido a diversos lectores, independientemente de su quehacer en la sociedad, ya que todos, como dijera Fidel «Tenemos el deber de salvar el planeta».

Dra. Gisela Alonso Domínguez
Presidenta
Agencia de Medio Ambiente
CITMA

INTRODUCCIÓN

Todos los procesos de la vida se caracterizan por los continuos cambios que en ellos ocurren; de estos no escapan la ciencia y la tecnología. En la medida en que los cambios han tenido lugar en las esferas socio-económica, política y cultural, también han ocurrido en la estrategia de la atención a la problemática ambiental.

Han sido muchos los esfuerzos que ya se han materializado en la comprensión de la relación compleja e interdependiente entre la actividad humana y el medio ambiente, pero la realización de mayores progresos futuros en el establecimiento de programas ambientales depende de que ocurran nuevos cambios culturales genuinos en la sociedad. Es necesario avanzar en la dirección de alcanzar una mayor integración entre las formas de vida y el desarrollo material con los intereses ambientales.

Hace unos 20 000 años el hombre vagaba por la Tierra en busca de caza y frutos. Cuando un grupo humano llegaba a una zona rica en caza o en vegetación comestible, establecía campamentos temporales hasta agotar los recursos. Sin embargo, algunos se encontraron con parajes especialmente fértiles, hasta el punto de que se regeneraban antes de ser agotados, de modo que poco a poco surgieron campamentos esta-

bles o poblados dedicados a la caza y la recolección. Así fue como el hombre se hizo sedentario.

Se ha estimado que el hombre primitivo consumía diariamente 2,5 L de agua, 15 kg de aire y 1 800 kcal en energía y alimentos. Al mismo tiempo expulsaba 14,1 kg de aire usado, 0,9 kg de dióxido de carbono (CO₂) y generaba heces con una Demanda Bioquímica de Oxígeno equivalente a 50 g (Fig. 1).

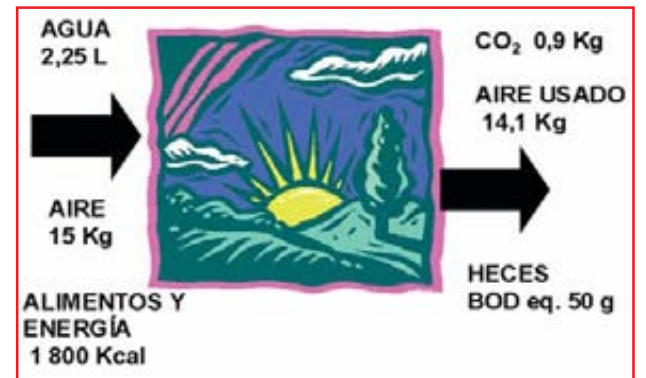


Fig. 1. Insumos y emisiones del hombre primitivo.

Los recursos naturales son todos aquellos que el hombre halla en la naturaleza y puede utilizar para su propio beneficio.

Pueden ser también definidos en función de la capacidad de la naturaleza para satisfacer necesidades, lo que a lo largo de la historia de la humanidad se ha logrado mediante la utilización directa de elementos que forman parte del sistema natural o por transformación de algunos de esos elementos en materiales que pueden, a su vez, utilizarse directamente o como materias primas para la producción de otros bienes.

En el primer caso, el hombre ha empleado y emplea recursos naturales que simplemente coge o colecta. Algunas de estas formas de utilización se llevan a cabo inconscientemente. Por ejemplo el aire, que es un elemento esencial, la energía solar, etcétera. Otra forma de utilización es consciente: se recogen frutas y alimentos para satisfacer necesidades. Una situación de este tipo es la de una sociedad primitiva en la cual la utilización de la naturaleza se llevaba a cabo por su simple ocupación. Los procesos de transformación eran mínimos y, por lo general, no conscientes. Otros elementos de la naturaleza —o combinaciones de ellos— empezaron a ser utilizados cuando se descubrieron formas de transformación para aprovechar algunas de sus propiedades individuales o conjuntas.

En un esfuerzo por satisfacer las demandas actuales condicionadas por las necesidades cada vez más crecientes de la población, según el modelo económico-social que prevalece, la industria produce comercialmente cerca de 100 000 de los 13 millones de productos químicos conocidos, e introduce casi 1000 nuevos cada año.

Cada uno de los habitantes actuales del planeta consume hoy, como promedio, un volumen de agua 140 veces mayor, 2,5 veces más aire y 110 veces más calorías en alimentos y energía, genera 16 veces más CO₂, y aparecen como nuevas figuras contaminantes los desechos industriales y residuos tóxicos (Fig. 2).

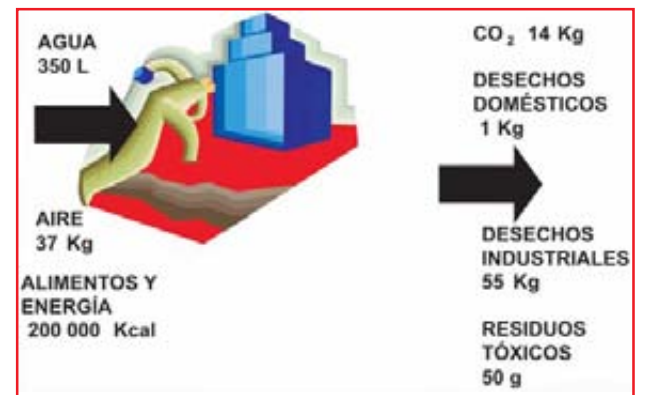


Fig. 2. Insumos y emisiones promedio del hombre moderno.

La actividad humana ha producido efectos y alteraciones en los sistemas naturales, algunos positivos, otros negativos; unos reversibles, otros irreversibles; algunos temporales, otros de carácter más permanente; unos inmediatos, otros de larga gestación y maduración; visibles a veces, no fácilmente perceptibles en la mayoría de los casos, y a menudo despreciables, pero muchas veces catastróficos. El planeta recibe cada año 99 millones de toneladas de óxido de azufre (SO_x), 68 millones de toneladas de óxido de nitrógeno (NO_x), 177 millones de toneladas de monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂), así como millones de toneladas de desechos tóxicos.

El manejo por el hombre de los recursos en su beneficio está produciendo modificaciones en el planeta de tal magnitud que hipotecan el futuro. Si la elevación masiva del consumo propiciado por la industrialización ha ido en detrimento de la disponibilidad mundial de algunos recursos naturales, los desechos liberados por las actividades económicas y domésticas están representando un problema permanente para su disposición en una forma ambientalmente aceptable.

Desde la década de los años sesentas del siglo pasado comenzó a difundirse en el mundo la conciencia de la limitación de recursos disponibles para el desarrollo y, en consecuencia, de la necesidad de hacer su uso más racional. La creciente conciencia sobre el problema no ha derivado en un cambio significativo de las prácticas, por lo cual muchos países se enfrentan a limitaciones actuales o futuras que plantean amenazas de diversos tipos.

En ocasiones, el agotamiento de los recursos y la forma en que actualmente se encuentran distribuidos es más grave que el de la propia contaminación. El espacio del que se extraen los recursos es el mismo en el que se vierte lo que se desecha.

Actualmente el planeta está sometido a grandes presiones que tienen como consecuencia transformaciones que todavía no han sido totalmente entendidas y mucho menos resueltas. Las demandas de la población mundial de los recursos naturales disponibles existentes casi se han triplicado en los últimos 50 años. Junto al crecimiento de la población se reduce y está mal distribuido el abastecimiento de alimentos en el mundo.

Una de las principales causas del agotamiento de recursos naturales, entre ellos los que se utilizan para generar energía, se debe a la difusión de formas de producción y de consumo diseñadas en momentos en que esos recursos se consideraban inagotables. Las primeras restricciones en este sentido se sintieron en las sociedades industrialmente más desarrolladas, más consumidoras de recursos, algunas de las cuales han respondido parcialmente con cambios técnicos destinados a hacer su uso más intensivo, no obstante, la sombra del agotamiento o la necesidad de recurrir a opciones riesgosas siguen presentes.

El recurso agua es un buen ejemplo de lo que se está afirmando. Las cifras difundidas en la II Cumbre sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo sobre la escasez de agua potable y sus consecuencias —un quinto de la población mundial sin acceso a dicho recurso, 2 400 millones en pésimas condiciones sanitarias— definen los contornos de una de las explosivas bombas de tiempo sobre las que descansa la humanidad. Las guerras por el agua son una de sus manifestaciones.

Fue en ese contexto que se desarrolló la primera cumbre mundial sobre medio ambiente, Río 92, que reveló la crisis del agua como una de las principales preocupaciones sobre el deterioro ecológico y su impacto social. Hoy, la crisis del agua empieza a tratarse de manera dramática, dentro de otro contexto dominado por una renovada preocupación por la seguridad internacional, así como por activas demostraciones de unilateralismo por parte de los Estados Unidos.

La forma de utilización de la naturaleza en la extracción de los productos que el hombre necesita para su

subsistencia o para satisfacer aquellos deseos que va creando el desarrollo, está indisolublemente ligada a la actividad humana en su relación con el sistema natural. En esta utilización el hombre no siempre ha actuado de forma racional o eficiente *vis à vis* el sistema natural, aún cuando su acción pudo parecer racional de acuerdo con los principios vigentes y aceptados del sistema económico-social en un momento histórico dado.

Los elementos que se extraen de la naturaleza para su utilización no se encuentran aislados. En realidad son parte de un sistema dinámico y abierto en que cada uno interacciona con los otros y desempeña un rol específico en su funcionamiento. De ahí que las alteraciones en uno de ellos —alteraciones de orden, tanto cualitativo como cuantitativo— repercutan necesariamente sobre el resto del sistema y lo afecten en su totalidad. Es así como la disponibilidad de ciertos recursos está condicionada por la existencia y forma de utilización de otros con los que interactúan en el mismo sistema, y a los que a su vez condiciona y determina.

Lo real es que tanto el proceso de producción como el de consumo dan origen a una cantidad de residuos que quedan en el ambiente y que, de no ser adecuadamente manejados y tratados, son causa —en lo económico y en lo social— de reducción de fertilidad, efectos nocivos a la salud, destrucción de flora y fauna, costos por deterioro de equipos, maquinarias e instalaciones por la contaminación ambiental, entre otros. Estos residuos negativos fluyen —quieranlo o no— hacia consumidores y productores, que generalmente no tienen control sobre tales fenómenos.

Un enfoque integral de los recursos y de los materiales a que dan origen no puede detenerse en el proceso de consumo, pues sus elementos materiales siguen existiendo y se pueden reutilizar o descargar en el ambiente natural. En un sistema cerrado con semejanza a los ciclos en la naturaleza (Fig. 3), en el que no hay acumulación neta de inventarios en términos de bienes y equipos, bienes duraderos e instalaciones, al volumen de residuos descargados en el sistema natural debería ser aproximadamente igual al volumen de los combustibles, minerales, alimentos y oxígeno utilizados en el proceso de producción, menos aquella parte incorporada a los bienes producidos. Si se considera un sistema económico abierto, los volúmenes mencionados se ven modificados por los flujos de importaciones y exportaciones. Finalmente, el proceso se completa con la consideración de la obsolescencia de equipos y bienes de consumo durables.

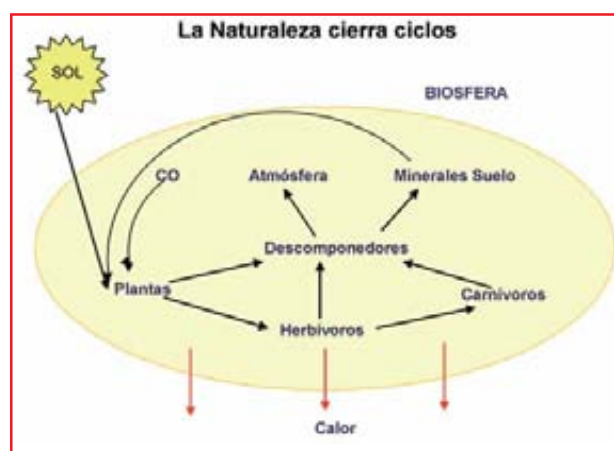


Fig. 3. Cierre de ciclos por la naturaleza.

El sistema social siempre ha hecho uso del sistema natural, ya sea en la explotación misma de los recursos naturales, o mediante el aprovechamiento de la capacidad de adaptación y asimilación del medio natural en lo que genera residuos, pues los seres humanos en su relación con la naturaleza abren ciclos (Fig. 4).

La sociedad contemporánea se sustenta en una base que exige una cantidad cada vez mayor de recursos materiales, utilizados bajo formas innumerables y crecientemente diversificadas, en la mayoría de las ocasiones de manera ineficiente.

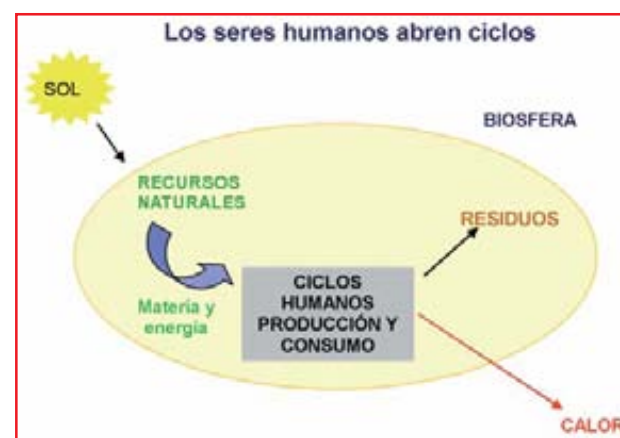


Fig. 4. Apertura de los ciclos por los seres humanos.

Este uso masivo y acelerado de los recursos naturales y la presión sobre los mecanismos naturales de asimilación y recuperación, se realiza a un ritmo y en una forma tal que supera los tiempos normales de regeneración y asimilación del sistema natural, que resulta en un agotamiento acelerado de recursos y degradación del medio.

Cuando se analiza lo que viene ocurriendo en los últimos 50 años en el mundo, puede apreciarse que el énfasis de la estrategia para la protección del medio se ha ido desplazando del control de la contaminación del agua a la del aire, y de esta hacia los desechos sólidos, el control de los residuos tóxicos y residuales llamados peligrosos. Por otra parte, hoy los enfoques locales dan paso a los regionales, y estos a los nacionales y globales, en la búsqueda de solución a los problemas ambientales que gravitan sobre la sociedad actual con grave peligro para su subsistencia.

El hombre, mediante el desarrollo de la ciencia y la tecnología, ha transformado el mundo en el que vive. El nivel de vida se ha elevado y también ha aumentado la generación de residuos.

Con los avances tecnológicos y los cambios en el medio ambiente artificial, se ha transformado el estilo de vida y modificado la composición de los desechos, en muchos casos se ha hecho difícil su manipulación y procesamiento.

Los problemas asociados al tema de la contaminación deben ser enfocados desde un punto de vista holístico. En el pasado la estrategia hacía énfasis en el control de la contaminación en un medio específico y en la depuración o limpieza después de producido el residuo. Esa estrategia tiende a desplazar el contaminante de un medio a otro. No hay forma de resolver el problema de un medio sin considerar también los otros. Por ejemplo, para resolver problemas de la contaminación del aire y el agua se puede producir contaminación del suelo. De forma similar, en la solución de problemas en el suelo se pueden crear otros en el aire o el agua. En cualquier caso, ese tipo de reciclaje de los contaminantes de un medio hacia otro dificulta aislar un tipo de contaminación a otro.

La contaminación ambiental puede ser controlada hasta un nivel aceptable solo si los costos económicos no son considerados. Sin embargo, el económico es un factor importante en la vida. Hay casos en los que los contaminantes persisten no obstante los esfuerzos que se hacen para su eliminación, tal es el caso de la presencia de sustancias tóxicas y residuos peligrosos, como lamentables realidades de la era industrial.

En la década de los años setentas del siglo pasado, sobre todo a partir de la crisis del petróleo de 1973, se planteó el problema de la escasez energética en función de la demanda creciente de la humanidad. Pero desde finales del propio siglo, además de la preocupación por el agotamiento de las reservas petroleras, surge en la escena mundial por una nueva preocupación asociada a la contaminación que produce la combustión de fósiles y la carencia de agua potable.

Se puede afirmar en este sentido, que en los últimos años se han producido cambios en la considera-

ción del daño ambiental ocasionado por la industria petrolera, puesto que inicialmente tenía un carácter localizado, por ejemplo, en el accidente conocido como Exxon Valdés, de gran repercusión mundial, estábamos frente a un daño ambiental localizado en Alaska, o bien cuando se aludía al índice de contaminación en Ciudad de México, Los Ángeles, Sao Paulo o Santiago de Chile.

Pero a partir de la década de los años ochentas, se dio un salto cualitativo, por demás importante, en la consideración de la problemática ambiental, al darse a conocer las teorías sobre el agotamiento de la capa de ozono o el recalentamiento de la atmósfera terrestre (efecto invernadero), lo que ha llevado la consideración del impacto ambiental a una dimensión global, abandonando definitivamente el carácter local anterior. A la luz de la discusión científica sobre la veracidad de estas teorías, la humanidad ha tomado conciencia de que el planeta es la casa común, cuya degradación tarde o temprano repercute sobre todos.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Contaminación

Se define como la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos que perjudique o resulte nocivo para uno o varios de los factores o componentes del medio.

Contaminante es aquella sustancia química, biológica o radiológica, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o encontrarse por encima de sus concentraciones normales en la atmósfera, agua, suelo, fauna o cualquier elemento del medio ambiente, altera y cambia su composición y condición natural.

Los contaminantes pueden clasificarse de acuerdo con su naturaleza en:

Biológicos: Incluyen aquellas formas de vida que pueden causar efectos adversos en el medio ambiente y la salud. Entre ellas las bacterias, virus y hongos.

Químicos: Se clasifican en dos clases fundamentales, los orgánicos (sustancias químicas que tienen una estructura basada en átomos de carbono como los hidrocarburos y alcoholes) e inorgánicos (no contienen o contienen pocos átomos de carbono, como son los halógenos, metales, ácidos y compuestos alcalinos corrosivos).

Físicos: Radiaciones, ruido, vibraciones, calor, sólidos.

Fuentes de contaminación.

Clasificación

Las fuentes de contaminación son aquellas instalaciones, procesos o actividades que provocan contaminación ambiental.

De acuerdo con la posibilidad de localizar el origen de la descarga o emisión las fuentes de contaminación se clasifican en:

Fuentes puntuales. Aquellas en que los contaminantes llegan al medio receptor desde un punto de descarga fijo y definido o ubicación geográfica particular, que se puede determinar de forma precisa, como pueden ser los sistemas de tratamiento de residuales, las industrias, escuelas, hospitales, edificios públicos, conductos y canales.

Fuentes difusas. Aquellas en que los contaminantes llegan a los medios receptores desde zonas amplias y extendidas, geográficamente disgregadas y de difícil identificación, como los escurrimientos agrícolas, mineros y urbanos, y la deposición atmosférica.

De acuerdo con el origen, las fuentes contaminantes se clasifican en:

- Fuentes naturales (erupciones volcánicas, incendios forestales).
- Fuentes tecnológicas (abarcando la actividad industrial de todo tipo, el transporte automotor y el consumo industrial y doméstico de combustibles fósiles).

- Fuentes agrícolas (áreas cultivadas a las que se aplican agroquímicos y estiércoles, áreas cultivadas a las que se aplica el riego, campos de forraje, terrenos en labores de preparación, quema de cultivos).
- Fuentes pecuarias (granjas avícolas, centros porcinos, vaquerías).
- Fuentes domésticas y municipales (viviendas, centros comerciales y de recreo, edificios públicos).

De acuerdo con su movilidad las fuentes contaminantes se clasifican en estacionarias y móviles (Figs. 7 y 8).



Fig. 5. Fuente puntual.

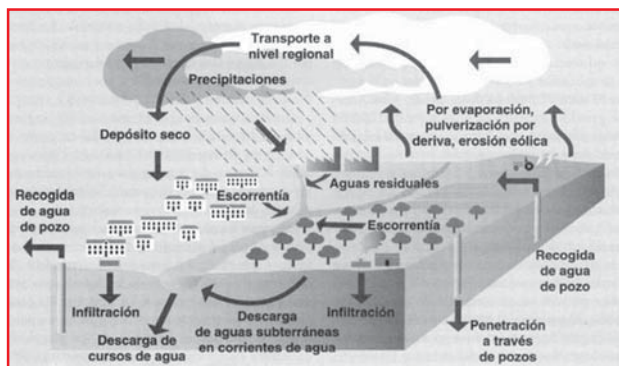


Fig. 6. Fuente difusa (Colección FAO).



Fig. 7. Fuente estacionaria.



Fig. 8. Fuente móvil.

Contaminación de componentes del medio ambiente

Contaminación de las aguas

La contaminación de las aguas, ya sean superficiales o subterráneas, se refiere a la presencia de contaminantes en cantidad y tiempo suficientes para provocar efectos adversos a la salud humana y a la calidad ambiental de los ecosistemas asociados. La contaminación de las aguas superficiales (ríos, mares, arroyos, lagos y estuarios) se produce, fundamentalmente, cuando estas actúan como receptor final de las descargas directas de residuales crudos o parcialmente tratados provenientes de la actividad agropecuaria, doméstica, comercial e industrial o de los escurrimientos de terrenos contaminados (Fig. 9).



Fig. 9. Descarga a las aguas superficiales.

Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran en las capas interiores de la tierra, en forma de corrientes o sin movimiento. La calidad de las aguas subterráneas sufre severas afectaciones como resultado de la aplicación inadecuada de agroquímicos a la superficie terrestre; la infiltración en el terreno de sustancias peligrosas derramadas accidentalmente o contenidas en los lixiviados de los rellenos sanitarios; la inadecuada ubicación y deficiente funcionamiento de los dispositivos de saneamiento (fosas, letrinas), e incorrectas prácticas de riego, entre otras causas.

Los principales contaminantes de las aguas superficiales y subterráneas son: materia orgánica, nutrientes, sólidos suspendidos, metales pesados, hidrocarburos, sales, sustancias químicas de diversa índole, calor y organismos patógenos. Su comportamiento en las aguas depende, entre otras cuestiones, de sus características y las del cuerpo receptor. También las condiciones climáticas pueden tener una importante influencia, pues por ejemplo, la temperatura ambiente es un factor de alta incidencia en las reacciones químicas y procesos de biodegradación que tienen lugar en las aguas superficiales, así como en la estratificación y mezcla de las zonas superior e inferior de la columna de agua en los cuerpos receptores.

Por su parte, las precipitaciones juegan un papel importante en el arrastre hacia las aguas de los contaminantes retenidos en el suelo, y contribuyen a la resuspensión en los cuerpos superficiales de aquellos acumulados en los sedimentos del fondo.

Algunos de los efectos de la contaminación de las aguas son:

- Afectaciones a los ecosistemas acuáticos y pérdida de la diversidad biológica.
- Azolvamiento (acumulación de sedimentos) y eutrofización de los cuerpos y corrientes hídricas (proliferación excesiva de algas y macrofitas).
- Afectaciones a la calidad de vida del hombre y la fauna local por la pérdida de valores estéticos y la generación de olores ofensivos en lugares de residencia, trabajo, esparcimiento y recreación de la población.

- Incremento de la morbilidad por enfermedades transmisibles de origen hídrico (producidas por bacterias, virus y parásitos).
- Incremento de la morbilidad por enfermedades no transmisibles debido a la contaminación química de las aguas por metales pesados, plaguicidas y otras sustancias tóxicas.
- Salinización y degradación de los suelos.
- Afectaciones a diferentes actividades económicas como el turismo, pesca, navegación, generación de energía eléctrica, agricultura y otras.

Contaminación del aire

Se refiere a la presencia de contaminantes en la atmósfera, en cantidades y períodos de tiempo tales, que resultan nocivos para la salud de las personas, los animales y las plantas, además de causar perjuicios económicos y deterioro del entorno.

Contaminantes del aire

Puede ser natural y artificial. Cuando se hace referencia a ella en el contexto de la gestión ambiental, se está haciendo referencia a la contaminación producida por el hombre.

Las fuentes artificiales de emisión de contaminantes a la atmósfera son:

- Transporte.
- Producción de energía.
- Industria.
- Agricultura.
- Quema de biomasa y de combustibles fósiles.
- Otras fuentes (estacionarias o móviles).

Según su estado físico los contaminantes del aire se clasifican en:

- Contaminantes en fase líquida (aerosoles, ya sea como partículas en fase líquida: gotas finas o microgotas; o asociados con partículas en fase sólida).
- Contaminantes en fase gaseosa (gases y vapores disueltos en el aire). Proceden fundamentalmente de procesos de combustión y fuentes de incineración de desechos.
- Contaminantes en fase sólida (polvo, hollín). Partículas creadas mediante procesos secos, que no han sufrido modificaciones químicas o físicas en relación con el material de origen, excepto en su tamaño. Son de diversos tipos de fuentes, entre ellas la combustión y el polvo que proviene del suelo.
- Contaminantes en forma de energía (térmica, vibratoria, radiaciones).

Algunas de estas formas pueden existir en forma separada o combinadas entre ellas. Por ejemplo, los aerosoles formados por una combinación de partículas en fase líquida y sólida, o gases y vapores asociados a gotas de agua.

De acuerdo con la forma en que se generan pueden ser:

- a) **Contaminantes primarios:** Son los que se emiten como tales a la atmósfera (fundamentalmente partículas sólidas y líquidas en suspensión, así como y gases y vapores).

Los de mayor importancia por el volumen de las emisiones, continuidad y universalidad de su presencia, así como por sus impactos sobre el ambiente y la salud son:

- Óxidos de azufre, principalmente el dióxido de azufre. Subproducto de la combustión de energéticos que contienen azufre.
- Óxidos de nitrógeno, principalmente el dióxido de nitrógeno. Subproducto de la quema de biomasa y combustibles fósiles.

- Monóxido de carbono. Proviene de la quema de biomasa y combustibles fósiles, así como de la combustión incompleta del carbono que contienen los combustibles que usan los vehículos.
- Humo y partículas en suspensión. Proviene de los procesos de combustión, hollín, construcción y suelo.
- Plomo. Proviene de las emisiones de aditivos de la gasolina que lo contiene, así como de las fundiciones y fábricas de baterías.
- Hidrocarburos. Proviene de la refinación y transporte del petróleo, de la quema de combustibles fósiles, de las fundiciones y de las sustancias químicas usadas en las viviendas.
- Compuestos orgánicos volátiles (benceno, cloroformo, metanol, tetracloruro de carbono y formaldehído, entre otros). Pueden tener su origen en productos de uso doméstico, en refinarias y estaciones de expendio de gasolina, entre otros. Su presencia constituye generalmente un problema de contaminación del aire en interiores (Fig. 10).



Fig. 10. Emisiones a la atmósfera.

- b) **Contaminantes secundarios:** Son los que se originan en la atmósfera como consecuencia de reacciones entre contaminantes primarios o de estos con los constituyentes normales del aire que tienen lugar bajo determinadas condiciones.

Los de mayor importancia son:

- Ozono. Compuesto formado por la reacción fotoquímica del oxígeno con compuestos de nitrógeno y otros contaminantes primarios como los compuestos orgánicos volátiles.
- Ácido sulfúrico. Compuesto formado producto de la disolución del dióxido de azufre (SO_2) en las gotas de agua que componen la niebla, las nubes y la lluvia.
- Sulfatos. Compuestos formados a partir de la oxidación del dióxido de azufre.
- Ácido nítrico. Compuesto formado producto de la oxidación de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y reacciones con el agua presente en la atmósfera.

Otros contaminantes atmosféricos de naturaleza física son el ruido y las radiaciones. El primero se define como un sonido indeseable para los sujetos que lo perciben.

Por su parte, las radiaciones son un conjunto de fenómenos físicos a los que va asociado un estado de propagación. Las más importantes, desde el punto de vista de los efectos ambientales que ocasionan, son las ionizantes (rayos X, radiaciones alfa y beta y gamma, las tres últimas son resultado del fenómeno de radiactividad), llamadas así por su poder para ionizar la materia que encuentran a su paso. Entre las radiaciones no ionizantes de mayor interés se incluyen las ultravioletas y los rayos láser.

Los principales factores que determinan el comportamiento de los contaminantes del aire son las características de las emisiones (cantidad; tipo y concentración

de los contaminantes), así como la altura en que se liberan y las condiciones meteorológicas en el punto de emisión y en la zona circundante. Aún cuando las emisiones y sus características permanezcan relativamente constantes, en la atmósfera tiene lugar una compleja serie de procesos que incluyen el transporte de los contaminantes; su dispersión y dilución (aprovechando los movimientos turbulentos del aire); la transformación (cambios físicos, químicos y fotoquímicos) y su eliminación de este medio ambiental a través de la formación de lluvia, lavado y deposición.

Las condiciones del área y de la localidad donde se produce la emisión tienen notable influencia en el comportamiento de los contaminantes en la atmósfera.

La contaminación del aire tiene numerosos y variados efectos que pueden agruparse de la siguiente forma:

- **Problemas ambientales globales** (incremento del efecto invernadero y el cambio climático asociado; agotamiento de la capa de ozono).

El incremento del efecto invernadero es el aumento de la temperatura de la Tierra, producido por la liberación de determinados gases a la atmósfera, tales como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nítrico (N_2O), vapor de agua (H_2O), ozono (O_3), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). La principal fuente del efecto invernadero es el dióxido de carbono, resultante de los procesos de combustión.

Tiene consecuencias negativas de gran incidencia en la vida del hombre; entre ellas los cambios del clima y el aumento de eventos causantes de desastres como los huracanes, grandes inundaciones y tifones; la elevación del nivel del mar por el descongelamiento de los glaciares; la desertificación y sequía, así como la extinción de centenares de miles de especies animales y vegetales.

El ozono es un gas que está presente de manera natural en la atmósfera. Cerca de 10 % está en la troposfera (capa más cercana a la superficie terrestre), mientras que aproximadamente 90 % se encuentra en la estratosfera o capa superior (ubicada entre 15 y 35 km de altura) y es a este ozono estratosférico a lo que se denomina comúnmente «capa de ozono».

La emisión de gases fuentes de halógenos es la causa del agotamiento de la capa de ozono, que tiene la función de absorber los rayos ultravioletas perjudiciales para los seres vivos. Entre estos gases se encuentran aquellos que contienen cloro; por ejemplo, los clorofluorocarbonos (CFCs) e hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) que se usan en los sistemas de refrigeración y climatización, aerosoles y espumas sintéticas, así como los que contienen átomos de bromo (halones usados en extintores de incendios y el bromuro de metilo que se emplea como fumigante en la agricultura).

El agotamiento de la capa de ozono conduce a un incremento de la radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra, lo que provocaría daños a los seres humanos (quemaduras en la piel; reducción de la resistencia a enfermedades como cáncer, alergias, ceguera y cataratas) y serias afectaciones a otras formas de vida como los animales y las plantas. La exposición a los rayos ultravioletas podría afectar los ecosistemas naturales, disminuir el rendimiento de los cultivos y reducir su valor nutritivo.

- **Problemas ambientales regionales** como acidificación de la lluvia y el aire (Figs. 11 y 12).

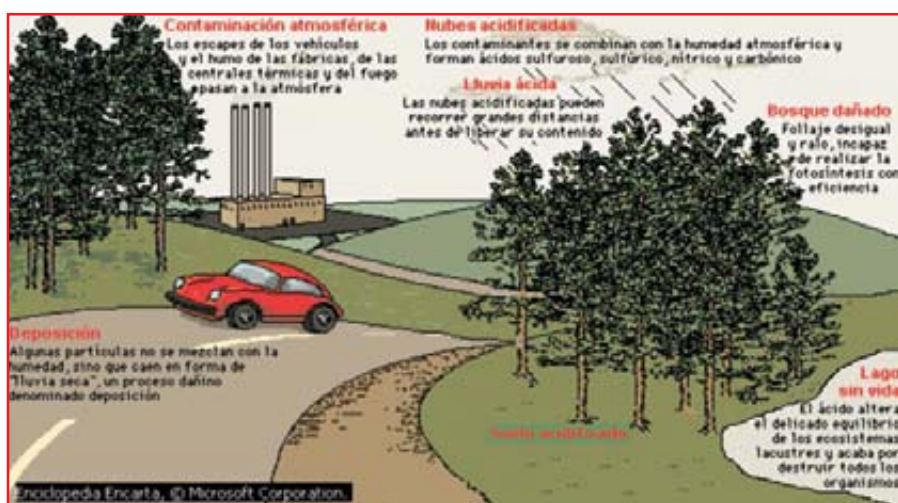


Fig. 11. Mecanismos de formación y deposición de acidificantes.



Fig. 12. Efectos de la lluvia ácida.

La lluvia ácida es cualquier forma de precipitación (lluvia, nieve, granizo o niebla) cuya acidez es alta, debido a la absorción de contaminantes presentes en el aire, fundamentalmente el ácido sulfúrico y nítrico, producidos como consecuencia de la oxidación del dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera.

La deposición de acidificantes desde la atmósfera mediante la lluvia provoca efectos nocivos como la disminución del pH en los cuerpos de agua y suelos, con la consiguiente afectación a los organismos acuáticos y terrestres por la disolución de iones metálicos tóxicos; la desaparición de los bosques y la corrosión de estructuras y materiales diversos de las edificaciones e instalaciones construidas por el hombre.

• Problemas ambientales locales

Son aquellos asociados a la contaminación del aire en los asentamientos humanos, fundamentalmente en los centros urbanos, producida por una amplia diversidad de fuentes, que incluyen las industrias, los medios de transporte y el uso de la energía. También incluyen los problemas de contaminación del aire interior de las viviendas, puestos de trabajo y edificaciones en general, vinculados a otras fuentes como son los materiales de construcción (que contienen formaldehídos, compuestos orgánicos volátiles y asbestos), las pinturas de los edificios y muebles, y algunos materiales de limpieza, además de las actividades domésticas que implican la quema de combustibles.

Los daños a la salud asociados a la contaminación de aire en una localidad dependen de los tipos de contaminantes, el nivel y las condiciones de exposición, así como de la vulnerabilidad de los individuos expuestos. La contaminación del aire se ha relacionado con trastornos psíquicos y malestar en las personas; síntomas de irritación sensorial (de garganta, nariz y ojos); infecciones respiratorias agudas y enfermedades obstructivas crónicas (bronquitis, asma, enfisema pulmonar); cáncer de pulmón; enfermedades pulmonares

fibróticas en trabajadores (silicosis, asbestosis, neumoconiosis); agravamiento de las enfermedades cardiovasculares; deterioro funcional y disminución del rendimiento físico y psíquico de los seres humanos.

El plomo se acumula en la sangre, huesos y tejidos blandos, provoca afectaciones a los riñones, el hígado y el sistema nervioso, así como disfunción del sistema digestivo. Los compuestos orgánicos volátiles ocasionan irritación del tracto respiratorio y dolores de cabeza, y a concentraciones elevadas tienen efectos tóxicos severos que incluyen daños neurológicos.

En dependencia de la exposición, los animales sufren afectaciones en sus vías respiratorias, mucosas y glándulas por la contaminación del aire, así como el acortamiento de la vida y efectos genéticos o mutaciones.

La vegetación también sufre afectaciones como consecuencia del contacto directo de los contaminantes en suspensión en el aire, o del depósito en las plantas de productos químicos indeseables y su absorción por ellas. Algunos contaminantes del aire ocasionan efectos fitotóxicos en determinados cultivos, producen defoliaciones o alteraciones foliares en las plantas y son causa de la reducción del crecimiento y rendimiento de estas, así como de la inhibición de la fotosíntesis.

Los altos niveles de ruido provocan efectos clínicos en el hombre tales como la pérdida de audición, dolor auricular, estrés, irritabilidad, agresividad, malestar, alteraciones del sistema nervioso y disminución de la eficacia en el trabajo. También produce perturbaciones a la fauna local y puede llevar a un desplazamiento de las especies más sensibles.

Las vibraciones producen la anulación de ciertos reflejos, afectan el carácter y rendimiento en el trabajo de los individuos, y son causa de invalidez por alteraciones vasculares ante una alta exposición.

Como resultado de la exposición de las personas a las radiaciones ionizantes se producen lesiones o trastornos diversos, tales como: desórdenes funcionales, alteraciones, inducción al cáncer, acortamiento de la vida, envejecimiento precoz y taras genéticas. Las radiaciones no ionizantes como los rayos ultravioletas, en dependencia del nivel de exposición, producen afectaciones a la piel incluyendo el cáncer, cataratas, esterilidad en los hombres, así como fenómenos de fototoxicidad y fotoalergia. Por su parte, los rayos láser pueden provocar pérdida de visión y quemaduras, en dependencia de la energía del láser y del nivel de exposición.

Además de las afectaciones directas a la salud de los seres vivos, la contaminación del aire tiene impactos negativos en el ambiente físico y socioeconómico, pues produce pérdidas debido a la corrosión, alteración y deterioro de materiales diversos y de sus revestimientos de protección, incrementa los costos de mantenimiento de la infraestructura creada por el hombre y origina gastos por las acciones orientadas a su vigilancia y control.

Contaminación de los suelos

Se refiere al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas que experimentan los suelos como resultado de la incorporación en su seno de diversas sustancias contaminantes. (Figs. 13 y 14).

Una de las principales fuentes de contaminación de los suelos es la actividad agrícola, cuando tiene lugar la aplicación inadecuada, excesiva y prolongada de agroquímicos, los cuales pueden provocar efectos adversos en las poblaciones de microorganismos que determinan el equilibrio biológico de las áreas objeto de aplicación. La ejecución de prácticas inadecuadas de riego,

que incluyen el insuficiente control de la calidad de las aguas utilizadas para esta actividad, puede conducir a un incremento significativo del contenido de sales, con la consiguiente pérdida de su capacidad productiva.



Figs. 13 y 14. Contaminación del suelo.

Asimismo, la actividad pecuaria contribuye a la contaminación de los suelos cuando el ganado, concentrado en gran número en áreas determinadas y campos de forraje, deposita excretas que contienen gérmenes patógenos. Estos pueden afectar directamente al hombre al entrar en contacto con ellos, incorporarse a la cadena trófica y también llegar a las aguas por la vía de los escurrimientos.

Los suelos pueden contaminarse producto de fugas o derrames accidentales de depósitos que contienen sustancias peligrosas. Otras fuentes pueden ser las emisiones de los sistemas de tratamiento de residuales y de los incineradores, así como los vertederos de residuos sólidos. La acumulación de metales pesados y compuestos orgánicos persistentes en el suelo, produce afectaciones a las plantas, a los animales y a la salud humana, pues estas sustancias tóxicas pueden entrar a la cadena alimenticia a través de productos de cosecha ingeridos directamente por el hombre, o destinados a los animales. Los suelos contaminados con sustancias químicas volátiles en altas concentraciones pueden afectar seriamente a trabajadores y personas expuestas.

También, la presencia de contaminantes en el suelo se manifiesta de forma directa sobre la vegetación, pues lleva a su degradación, a la reducción del número de especies presentes y también a la acumulación de contaminantes en las plantas sin generar daños notables en estas. Los efectos en el hombre se limitan a la ingestión y contacto dérmico, e indirectamente a través de la cadena trófica. Otros efectos son la degradación paisajística, el abandono de la actividad agropecuaria y la desvalorización de los terrenos. Las precipitaciones y escurrimientos asociados a estas pueden provocar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas al producirse el lavado y arrastre de los contaminantes retenidos en los diferentes estratos del suelo.

Gestión de la contaminación

Una jerarquía lógica de gestión de la contaminación está basada en el principio de que la contaminación debe evitarse o reducirse en la propia fuente de emisión siem-

pre que sea factible, mientras que aquella que no se puede evitar debe reciclarse de una manera ambientalmente segura (Fig. 15).

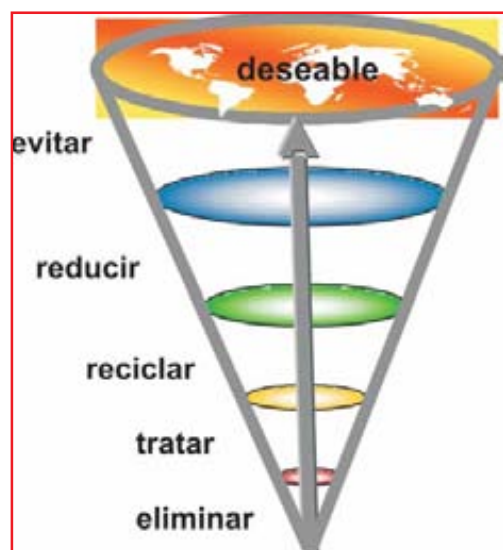


Fig. 15. Gestión de la contaminación. Jerarquía de las opciones.

Las técnicas de gestión de la contaminación, incluyen:

Reducción en la fuente: Es la opción más deseable y la manera más eficiente de disminuir el riesgo. Consiste en la aplicación de cualquier alternativa (tecnologías, prácticas, métodos) que previene, reduce o elimina la generación de contaminantes en la propia fuente de emisión.

Reciclaje / reuso: Cuando la contaminación no se puede evitar a través de métodos de reducción en la fuente, los residuos que tienen utilidad deben recuperarse para su procesamiento en nuevos productos, o para su reutilización en la forma original.

Tratamiento: Cuando la reducción en la fuente y el reuso y reciclaje ya se han empleado hasta sus máximas posibilidades o no son aplicables, resulta conveniente utilizar métodos de tratamiento de residuos para mitigar el impacto ambiental de los contaminantes que ellos contienen.

Descarga / disposición: Es el vertimiento, depósito o enterramiento, según sea el caso, de los materiales contaminantes en un medio ambiental determinado (agua, aire, suelo), una vez agotadas las posibilidades anteriores.

Residuales líquidos. Impactos ambientales

Los residuales líquidos o aguas residuales se definen como la combinación de agua y residuos procedentes de residencias, instituciones públicas y establecimientos industriales, agropecuarios y comerciales, a los que pueden agregarse de forma eventual determinados volúmenes de aguas subterráneas, superficiales y pluviales. Son esencialmente aquellas aguas de abasto cuya calidad se ha degradado por diferentes usos.

De acuerdo con la fuente generadora se clasifican como:

Domésticos: Aguas residuales generadas en asentamientos poblacionales, escuelas, instalaciones turísticas, edificios públicos, centros comerciales e instalaciones sanitarias de las industrias, que se componen fundamentalmente de desperdicios humanos.

Industriales: Aguas residuales resultantes de la actividad manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos de la actividad agropecuaria.

Agropecuarias: Aguas residuales generadas en las instalaciones agropecuarias (centros porcinos, vaquerías, granjas avícolas, producciones agrícolas).

Municipales: Combinación de aguas residuales provenientes de residencias, edificios públicos, establecimientos comerciales, sistemas de drenaje pluvial y algunas industrias.

Se caracterizan por su composición *física* (contenido de sólidos), *química* (materia orgánica, inorgánica y gases) y *biológica* (plantas, animales, algas, hongos, protozoos). Los contaminantes de mayor importancia son: sólidos en suspensión y disueltos, materia orgánica biodegradable y no biodegradable, organismos patógenos, nutrientes, metales pesados, hidrocarburos y contaminantes orgánicos persistentes.

Los impactos ambientales de los principales constituyentes de los residuales líquidos se resumen a continuación:

- Los altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno en las aguas naturales, como resultado de las descargas de residuales ricos en materia orgánica, llevan al decrecimiento del oxígeno disuelto y al desarrollo de condiciones sépticas, frecuentemente causa la muerte de la biota acuática.
- Las grasas y aceites causan problemas en el funcionamiento de las redes de alcantarillado y plantas de tratamiento. Cuando flotan en la superficie de las aguas receptoras interfieren con la aireación natural, pueden ser tóxicas a ciertas especies de peces y de vida acuática, crean peligro de fuego cuando están en suficiente cantidad en el agua, destruyen la vegetación a lo largo de las orillas de los cuerpos receptores y reducen los usos recreativos.
- La temperatura tiene gran influencia en los procesos químicos y biológicos en las aguas superficiales, especialmente en los niveles de oxígeno, fotosíntesis y producción de algas, así como en la biota acuática, particularmente en los peces.
- La acidez del agua, medida como pH, afecta el balance químico y ecológico de los cuerpos receptores y es un factor limitante para ciertos usos del agua.
- El exceso de nutrientes puede causar eutrofización en las aguas naturales.
- Altas concentraciones de nitratos en el agua para consumo son tóxicas para los niños menores de 6 meses de edad.
- Las descargas de residuales líquidos provenientes de asentamientos humanos e instalaciones pecuarias transportan una variedad de organismos patógenos como bacterias, virus, helmintos y protozoos, que son causa de numerosas enfermedades y muertes en los países en desarrollo.
- Los efluentes con altas concentraciones de sólidos disueltos crean problemas de incrustación y corrosión en los sistemas de conducción y causan importantes afectaciones si se descargan al alcantarillado público o se reusan.
- Los sólidos suspendidos pueden afectar significativamente el uso del agua, estos limitan la penetración de la luz y la vida útil del reservorio, dañan el hábitat de los bentos al generar condiciones anaerobias en el fondo de los lagos, ríos y mares y afectan la vida acuática, desde el fitoplancton hasta los peces.
- Los compuestos orgánicos volátiles liberados a la atmósfera pueden implicar riesgos para la salud pública, conducen a la formación de oxidantes fotoquímicos y pueden afectar la salud de los trabajadores de los sistemas de alcantarillado y de las plantas de tratamiento de residuales líquidos.
- El impacto de los residuales industriales, en específico aquellos que contienen metales pesados y sustancias químicas orgánicas, es particularmente severo, debido a la persistencia de estos contaminantes, a sus efectos dañinos a bajas concentraciones y a su capacidad para entrar en la cadena alimentaria.

Manejo de residuales líquidos

Durante muchos años, el manejo y control de los residuales líquidos ha estado dirigido a normar la evacuación en los cuerpos receptores, estableciendo sistemas y grados de tratamiento para cada tipo de residual y los valores máximos permisibles de los

parámetros físicos, químicos y biológicos que deben tener los efluentes vertidos, de acuerdo con las características de cada cuerpo receptor y el uso del agua de éstos. Sin embargo, como se ha mencionado con anterioridad, esta práctica tiene grandes inconvenientes y generalmente no reporta beneficios tangibles desde el punto de vista económico.

En Cuba existen dos normas que establecen los límites máximos permisibles para las descargas de residuales líquidos a cuerpos receptores: la NC 27: 99. *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones*, y la NC TS 360: 2004 (obligatoria experimental). *Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas-especificaciones*.

Para garantizar que las cargas contaminantes descargadas al medio sean aceptables para este, aún cuando se apliquen técnicas de minimización, no se puede prescindir del tratamiento de residuales líquidos. Este se define como el conjunto de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos a que se someten las aguas residuales para la remoción de contaminantes seleccionados y el cumplimiento de parámetros de vertimiento o reuso; se evita afectar patrones higiénicos, estéticos y económicos.

Los sistemas de tratamiento de residuales líquidos se clasifican de acuerdo con diferentes criterios, tales como: el tipo de proceso utilizado para la remoción de los contaminantes (físicos, químicos y biológicos), y el grado de tratamiento necesario de acuerdo con los objetivos que se quieren alcanzar (pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado). Los métodos de tratamiento más comúnmente empleados en Cuba son las lagunas de estabilización, los lodos activados, filtros percoladores, tanques sépticos, la filtración y la desinfección, entre otros (Figs. 16, 17 y 18).



Fig. 16. Tamiz rotatorio (tratamiento físico).



Fig. 17. Cloración (tratamiento químico).



Fig. 18. Filtro percolador (tratamiento biológico).

En la actualidad se promueven los sistemas de tratamiento natural, que son aquellos que aprovechan los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren cuando interaccionan el agua, el suelo, las plantas, los microorganismos y la atmósfera, para proporcionar tratamiento a los residuales líquidos. En ellos se incluyen los humedales naturales y artificiales (Fig. 19), y los sistemas solares.



Fig. 19. Humedal construido.

Las tecnologías para remover contaminantes de los residuales líquidos generan residuos sólidos y lodos. Existen diversos métodos para el tratamiento y disposición final de los lodos: espesamiento, estabilización, acondicionamiento, deshidratación y secado, que persiguen reducir su volumen y la presencia de organismos patógenos, eliminar los olores desagradables e inhibir, reducir o eliminar su potencial de putrefacción. La aplicación al suelo es un método de disposición final extendido. Cuando el contenido de metales pesados u otras materias tóxicas la limita, los lodos deben ser dispuestos en rellenos sanitarios.

Disposición final de residuales líquidos

Para la descarga de las aguas residuales en cuerpos de agua hay que tener en cuenta:

- Volumen, temperatura y composición de las descargas.
- Capacidad de asimilación del cuerpo receptor.
- Uso del cuerpo receptor y valor de sus ecosistemas.

El suelo es un medio con gran capacidad para remover y asimilar contaminantes de diversa naturaleza (materia orgánica, sólidos suspendidos, bacterias, virus, fosfatos), por lo que es muy utilizado para la disposición final de efluentes tratados si las condiciones hidrogeológicas son apropiadas (buena permeabilidad y nivel freático a adecuada profundidad). Los efluentes de tanques sépticos y lagunas de estabilización con frecuencia son dispuestos al subsuelo a través de zanjas de infiltración o pozos de absorción (Figs. 20 y 21).

La descarga de aguas residuales al mar empleando emisarios submarinos de acero, hormigón y plásticos de alta densidad es una alternativa posible, para ciudades, poblados y centros turísticos localizados en zonas costeras. La opción es particularmente atractiva para países subdesarrollados, en los cuales los recursos financieros son limitados para asumir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.



Fig. 20. Zanja de infiltración.

Un emisario bien diseñado, construido y operado puede aprovechar al máximo la capacidad de dilución y asimilación del ambiente marino sin generar impactos ambientales significativos.



Fig. 21. Pozo de absorción.

Reuso de aguas residuales

En los últimos años, debido a la creciente escasez de agua fresca, la necesidad de proteger el medio ambiente y aprovechar económicamente los residuales se ha promovido internacionalmente el reuso de efluentes, que consiste en la utilización planificada de estos en actividades como:

- Riego agrícola, de áreas verdes en parques, cementerios y campos deportivos.
- Actividades industriales (sistemas de enfriamiento, alimentación de calderas y otros).
- Recarga de acuíferos, acuicultura y alimentación de lagos recreativos.
- Descarga de inodoros, sistemas contra incendios.

Para la mayoría de estos usos se han establecido requerimientos de calidad.

En el análisis de la conveniencia de reusar el agua residual deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Valoración de las necesidades de tratamiento y disposición de aguas residuales, así como de los beneficios de reuso (precio del agua potable y costo del reuso).
- Análisis del mercado para el reuso.
- Análisis de alternativas y factibilidad técnico económica.

Residuos sólidos

Se definen como aquellas sustancias o materiales generados por una actividad productiva o de consumo, de los que hay que desprenderse por no ser de utilidad para la entidad que los generó. Sus principales componentes son: materia orgánica, papel y cartón, plásticos, metales, vidrio, textiles, escombros y minería, residuos de podas, madera, entre otros.

De acuerdo con las fuentes generadoras se clasifican como:

- Urbanos (basura residencial, de actividades comerciales, oficinas y servicios; escombros y materiales de demoliciones, y de origen industrial. Fig. 22).
- Industriales.
- Mineros y de cantería.
- Forestales.
- Agrícolas.
- Pecuarios.



Fig. 22. Residuos sólidos urbanos.

- Radiactivos.
- Médicos (Fig. 23).



Fig. 23. Residuos sólidos médicos.

Teniendo en cuenta las características o propiedades de los materiales, los residuos sólidos pueden ser:

- Inertes (incapaces de reaccionar con otros materiales o residuos, entre ellos el vidrio, plástico, cerámicas y residuos de demoliciones).
- Fermentables (biodegradables que constituyen fuentes de nutrientes y capaces de generar gases, entre ellos los residuos alimenticios y de jardinería).
- Combustibles (textiles, papel, cartón, tetrapack, madera, cuero y hule).
- Tóxicos (ocasionan afectaciones a los seres humanos y organismos vivos que se expongan a ellos).
- Infecciosos (capaces de ocasionar enfermedades contagiosas por tener organismos patógenos o gérmenes en su composición. Entre ellos se encuentran los cultivos de laboratorio, los residuos patológicos humanos, las agujas hipodérmicas y jeringas usadas, así como los animales muertos contaminados).
- Inflamables (fácilmente combustibles durante el transporte o que pueden causar un incendio o contribuir al mismo debido a la fricción).
- Radiactivos (los que presentan radiactividad, entre ellos se encuentran los residuos transuránicos de la producción de armamento nuclear: fragmentos metálicos, vidrios, equipos para el procesamiento, polvos, filtros; residuos de la investigación; colas del procesamiento de los minerales de uranio; detectores de humo; objetos contaminados como trajes protectores y vidrios; y también lodos).

Los residuos tóxicos, infecciosos e inflamables se incluyen en la categoría de *desechos peligrosos*, que es una definición legal para aquellos residuos que representan una grave amenaza para la salud humana y el ambiente, y cuyo manejo se realiza con otras exigencias.

Manejo integral de los residuos sólidos

El manejo integral de los residuos sólidos es la combinación de opciones de manejo de estos residuos que incluye la recolección, tratamiento, reuso, reciclaje, recuperación de energía y disposición final; de las cuales se obtienen beneficios ambientales y ventajas económicas, al mismo tiempo que se logra aceptación social (Fig. 24).

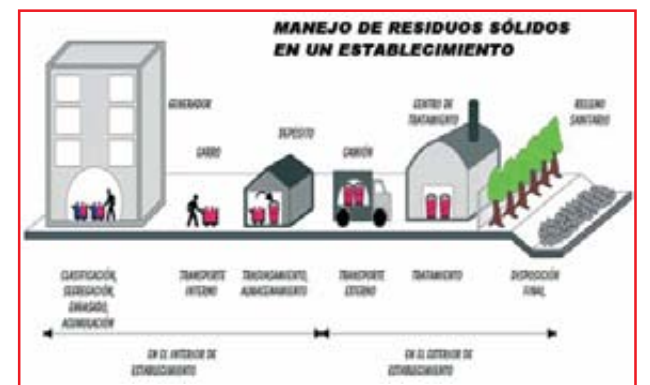


Fig. 24. Manejo de residuos sólidos en un establecimiento.

Existen diferentes opciones para prevenir la contaminación generada por los residuos sólidos y gestionarlos de manera sostenible. Estas se pueden jerarquizar de la siguiente forma:

- Reducción en la fuente.
- Reutilización.
- Compostaje.
- Reciclaje.
- Incineración con recuperación de energía.
- Relleno sanitario.

No obstante a esta jerarquización, en la selección de la opción que se implementará deben tenerse en cuenta las condiciones existentes en el lugar de aplicación y elementos tales como: tipos y volúmenes de los residuos generados, análisis comparativos de ciclo de vida de los materiales que se proponen reciclar y la factibilidad técnico-económica de cada una de las opciones. Las normas técnicas vigentes en nuestro país relativas al manejo de desechos sólidos son:

- NC 133:2002. Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénico-sanitarios y ambientales.
- NC 134:2002. Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos higiénico-sanitarios y ambientales.
- NC 135:2002. Residuos sólidos urbanos. Disposición final. Requisitos higiénico-sanitarios y ambientales.

Reducción en la fuente

Es una práctica orientada a prevenir la generación de residuos en el origen, con la que se logran reducir los volúmenes generados y evitar, en alguna medida, que residuos de determinada naturaleza se incorporen a la corriente residual que posteriormente hay que manejar. Con frecuencia supone cambios en las materias primas, procesos de producción, actividades o servicios, así como en los hábitos diarios. (Fig. 25).



Fig. 25. Segregación de residuos sólidos en la fuente.

Reuso y reciclaje

Reutilización o reuso: Es la recuperación de materiales o productos que se han lavado, reparado o vuelto a armar, para ser usados con el mismo fin para el que fueron elaborados, sin que medie un proceso de transformación.

Reciclaje: Proceso mediante el cual los residuos se incorporan a un proceso industrial como materias primas para su transformación en un nuevo producto.

Ambas formas de aprovechamiento requieren la ejecución de medidas internas en las instalaciones, para no afectar la calidad del material a reciclar y del nuevo producto que se desea obtener, o crear dificultades en el proceso receptor del residuo. La más importante es la separación en la fuente de los diversos residuos generados, para permitir su manejo diferenciado de acuerdo con la peligrosidad, grado de contaminación y posibilidades de tratamiento y aprovechamiento.

Independientemente de sus ventajas ambientales y económicas debe tenerse en cuenta que el reciclaje es un proceso complejo, que implica en muchos casos un

alto consumo de recursos durante el transporte, selección, limpieza y reprocesamiento de los materiales reciclables, así como la generación de residuos, por lo que debe ser considerado como parte de una estrategia integral de manejo y no como un fin en sí mismo, tomando en cuenta el ciclo de vida de los productos.

Papel y cartón

Son productos reciclables que pueden ser usados una y otra vez. En su fabricación siempre se necesita un porcentaje de pulpa virgen, pues el reciclaje daña las fibras de celulosa. En la mayoría de los casos en que el proceso de reciclaje se repite un número de veces, en cada ocasión se crea un material de menor valor que en su vida anterior. Por cada tonelada de papel que se recicla se dejan de talar aproximadamente 17 árboles medianos, se reduce el consumo de energía en 58 % y se ahorran entre 1,5 y 2 m³ de espacio en un relleno sanitario.

Vidrio

Se obtiene de recursos no renovables (arena sílice, piedra caliza y carbonato sódico). Es un material que puede reutilizarse y reciclarse varias veces sin perder calidad. Al utilizar una mezcla de 50 % de vidrio reciclable y 50 % de materias primas vírgenes, se ahorra 50 % del consumo de agua, 79 % de los residuos mineros y 14 % de las emisiones contaminantes al aire. La pedacería de vidrio puede emplearse como materia prima para la obtención de materiales de aislamiento a base de fibra de vidrio o vidrio-espuma para la industria de la construcción, en la fabricación de nuevos envases y como aditivo para el asfalto.

Aluminio

Es un material no renovable que puede ser reciclado 100 %. Para ello las latas se recolectan, se funden y se transforman en lámina de aluminio. Reciclar aluminio significa ahorrar 95 % de los consumos de agua y energía, así como 95 % de los contaminantes emitidos a la atmósfera en el proceso de obtención de este metal.

Plásticos

Proviene de recursos no renovables (productos derivados del petróleo o del gas natural). No se degradan, no son tóxicos, no producen malos olores ni enfermedades, no propician el desarrollo de vectores; pero producen rechazo visual, ocupan algún espacio en los rellenos sanitarios y con el paso del tiempo, los aditivos y estabilizadores que contienen pueden pasar a los lixiviados y crear peligro potencial para las aguas subterráneas. Son difíciles de reciclar debido a las dificultades para separarlos por resinas, aunque en algunos casos se recicla una mezcla de plásticos distintos para producir la llamada «madera plástica». Los reglamentos sanitarios prohíben el uso de plásticos reciclados en contacto directo con alimentos y bebidas, por lo que se utilizan en gran cantidad de aplicaciones no alimentarias. Se considera que los mercados para los plásticos mejorarán en la medida en que lo hagan las tecnologías de recuperación y procesamiento (Fig. 26).



Fig. 26. Reciclaje de plásticos.

Envases compuestos

Los materiales complejos (envases asépticos para leche, jugos) contienen papel, polietileno y hoja de aluminio. El hecho de estar constituidos por seis capas de materiales diferentes (cuatro de polietileno, una de papel y una de aluminio) hace que estos envases sean difíciles de reciclar. En algunos países, junto con otros residuos de plásticos mezclados, son transformados en tableros compactos o tablas de «madera plástica», utilizadas para mesas y bancos al aire libre, postes y señales.

Existen diferentes métodos de tratamiento de residuos sólidos. Para seleccionar el apropiado a cada situación resulta necesario estimar las cantidades a tratar diariamente, su composición y naturaleza, las normativas jurídicas y técnicas vigentes en la materia, así como los recursos disponibles para la inversión inicial, operación y mantenimiento. Los más utilizados son los tratamientos biológicos y térmicos. Entre los primeros se pueden citar la digestión anaerobia y el compostaje, mientras la incineración destaca entre los segundos. Cada una de estas alternativas tiene ventajas y desventajas que hay que tener en cuenta en el momento de su elección.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo, que utiliza principios de ingeniería para confinarlos en un área limitada, cubriéndolos con tierra diariamente y compactar por capas para reducir su volumen. La misma prevé los problemas que pueden causar los líquidos y gases producidos en el relleno por efecto de la descomposición de la materia orgánica, y en sus variantes más sofisticadas se considera una alternativa de costo aceptable. La posibilidad de extraer, recolectar y utilizar el biogás resultante de la descomposición anaerobia de la materia orgánica le da un valor agregado (Fig. 27).



Fig. 27. Relleno sanitario.

Prevención y control de la contaminación del aire

En la actualidad las estrategias de vigilancia de la calidad del aire y control de su contaminación se han concentrado en los contaminantes críticos generados por la producción de energía, el sector industrial, el transporte y la quema de residuos sólidos.

La vigilancia comprende la recolección y evaluación sistemática de datos e informaciones acerca de los diferentes tipos de fuentes contaminantes, así como naturaleza, cantidad y comportamiento de las emisiones. Sus objetivos incluyen: la observación y evaluación de las tendencias que se manifiestan en los niveles de calidad del aire; control del cumplimiento de las normativas vigentes; obtención de información actualizada para la planificación urbana; prevención de la ocurrencia de fenómenos de contaminación y evaluación de la efectividad de los programas de gestión implementados, así como la magnitud de la exposición de los grupos poblacionales. En Cuba la NC 111: 2004. Calidad del aire. Reglas para la vigilancia de la calidad del aire en asentamientos humanos, es la norma vigente en esta materia.

Los resultados de los programas de vigilancia constituyen la base para la adopción de medidas adminis-

trativas, jurídicas y técnicas, orientadas a la prevención, reducción y control de la contaminación atmosférica. Entre ellas, la ordenación territorial y la planificación urbana garantizan que los niveles de calidad ambiental en los asentamientos poblacionales no se deterioren por la ubicación, en sus proximidades, de industrias y otras entidades que emiten contaminantes a la atmósfera o por una mala planificación del transporte y el tráfico asociado.

Las normas de calidad del aire también se incluyen dentro de estas medidas. Ellas establecen las concentraciones máximas admisibles en las que un contaminante específico, sobre la base del conocimiento actual, no ejerce una influencia perjudicial demostrable, directa o indirecta, sobre el organismo humano. En nuestro país se encuentra en vigencia la NC 39:99. Calidad de aire. Requisitos higiénicos sanitarios.

No obstante, aun cuando se disponga de normas de calidad del aire, en un sistema moderno de prevención y control de la contaminación atmosférica también se requiere la existencia de normas de emisión, que posibiliten el adecuado manejo de las emisiones generadas por diversas fuentes y la mitigación de sus efectos aditivos y sinérgicos. Estas normas establecen límites sobre la cantidad de contaminantes específicos en un volumen determinado de efluente gaseoso emitido por una fuente.

Otras acciones orientadas a la prevención y control de la contaminación atmosférica son la reducción de la generación de contaminantes en la propia fuente, mediante la aplicación de estrategias de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable, y los controles de salida o tratamiento de emisiones, que consisten en la instalación de determinados dispositivos que depuran las descargas a la atmósfera.

Las tecnologías comúnmente utilizadas para remover partículas suspendidas son las cámaras de sedimentación, ciclones, filtros de mangas, precipitadores electrostáticos y la purificación por vía húmeda (lavadores) (Fig. 28).

Se pueden utilizar diversos métodos para el control de emisiones gaseosas, fundamentalmente en la industria. La combustión se emplea cuando el contaminante es de naturaleza oxidable, con lo cual muchos agentes orgánicos pueden ser destruidos a temperaturas altas, transformándose en dióxidos de carbono y vapor de agua. La absorción se basa en la transferencia de materia entre el gas contaminado y un líquido absorbente, lo que hace circular este último en contracorriente con el gas, mientras en el método de adsorción se emplea un material sólido con elevada capacidad para separar selectivamente las sustancias que se desean eliminar, fijándolas en su superficie. La reducción se emplea cuando el contaminante que se quiere eliminar puede transformarse en compuestos no tóxicos por reacción con un agente reductor.

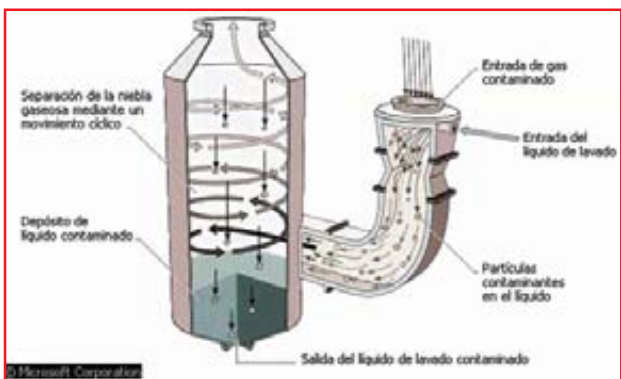


Fig. 28. Sistema de depuración.

Para controlar el ruido ambiental las medidas regulatorias juegan un rol imprescindible. Entre ellas, la correcta planificación urbana, la puesta en vigor de normas que establezcan niveles máximos permisibles de ruido y la exigencia de su cumplimiento. La norma cubana en esta materia es la NC 26: 99. Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénico-sanitarios. El uso de pantallas acústicas (aprovechamiento de obstáculos

naturales que se opongan a la propagación del ruido, barreras artificiales, pantallas vegetales) en las proximidades de fuentes generadoras de ruido constituye una medida de mitigación de los impactos generados por este contaminante físico.

Y para el control del ruido en interiores, fundamentalmente en las actividades productivas, existen medidas tales como: alineamiento de cojinetes y engranajes, instalación de elementos antivibratorios e insonorizantes en el equipamiento, uso de materiales amortiguadores y absorbentes, empleo de silenciadores en equipos ruidosos y el aislamiento de locales y máquinas. La NC 19-01-04: 80. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Ruido. Requisitos generales higiénico sanitarios, es la norma que regula los niveles de ruido en el ambiente laboral.

En lo que respecta a las radiaciones, en dependencia del grado de peligrosidad, el tipo de radicación, la actividad y la clase de instalación, las medidas de control y seguridad serán diferentes. La más común es el confinamiento (interposición de barreras absorbentes de las radiaciones, entre los seres vivos y la fuente generadora).

Gestión ambientalmente segura de productos químicos y desechos peligrosos

Productos químicos y desechos peligrosos. Características y efectos sobre la salud humana y el medio ambiente

Por *producto químico* se entiende toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, fabricada u obtenida de la naturaleza, excluidos los organismos vivos (Fig. 29).

Producto químico ocioso es aquel que no se utiliza por motivos de diversa índole, pero conserva las propiedades físicas y químicas que lo hacen apto para los usos a los que estaba destinado.



Fig. 29. Almacenamiento de productos químicos.

Producto químico caducado es un producto no apto para el uso, como resultado de la pérdida de sus propiedades físicas y químicas.

El término *desechos peligrosos* está referido a las sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad, que por sus características físicas, biológicas o químicas, pueden representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana (Fig. 30).



Fig. 30. Acumulación de desechos peligrosos.

En esta publicación sólo se hará referencia a aquellos desechos considerados peligrosos que tengan constituyentes o contaminantes químicos.

Riesgo y peligrosidad de los productos químicos y los desechos peligrosos de esta naturaleza

El peligro es el potencial inherente o intrínseco de un agente ambiental (ejemplo: productos químicos, desechos peligrosos), que dadas sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o infecciosas, puede causar efectos adversos a la salud.

Algunos ejemplos de productos químicos con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ejemplos de productos químicos

Corrosivos	Reactivos	Explosivos	Tóxicos	Inflamables
Ácidos fuertes Bases fuertes Fenol Bromo Hidracina	Nitratos Metales alcalinos Metil isocianato Magnesio Cloruro de acetileno Hidruros metálicos	Peróxidos Cloratos Percloratos Ácido picrico Trinitrotolueno Trinitrobenzeno Permanganato de potasio	Cianuros Arsénico Plomo Polifenoles Pesticidas Anilina Nitrobenzeno	Hidrocarburos alifáticos y aromáticos Alcoholes Éteres Aldehidos Cetonas Fósforo

La mayoría de los desechos peligrosos reconocidos internacional y nacionalmente como tales deben esta consideración a sus constituyentes de naturaleza química.

Entre las propiedades que inciden en la peligrosidad de los productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza, resaltan la solubilidad, volatilidad, persistencia y bioacumulación (Figs. 31 y 32). La solubilidad puede contribuir a la movilidad de los contaminantes desde el suelo o sitios donde se encuentran confinados, hacia otros medios como el agua. La volatilidad o presión de vapor puede convertir a un agente químico en un contaminante potencial del aire, con gran capacidad de transportación a grandes distancias.



Figs. 31 y 32. Derrame de contaminantes persistentes (petróleo).

La persistencia se refiere a la capacidad que poseen estos agentes de permanecer por largos períodos de tiempo en el medio ambiente, sin perder sus propiedades tóxicas, mientras que la capacidad de bioacumulación depende de la solubilidad de las sustancias en los lípidos que forman parte de las membranas celulares, pues a

medida que esa solubilidad se incrementa, aumenta su capacidad de penetrar al cuerpo de los organismos vivos y acumularse en el tejido adiposo.

Sin embargo, para que un producto químico o un desecho de esta naturaleza pueda representar un riesgo para el medio ambiente o la salud, no basta con que presente las propiedades que lo hacen peligroso, sino que se requiere su contacto con los receptores (seres humanos, flora, fauna o materiales) en una cantidad y tiempo suficiente para provocar sus efectos perjudiciales.

Por lo antes señalado, el riesgo se define como la probabilidad de que un producto químico o desecho peligroso produzca un efecto adverso o dañino, en función de la exposición, y dependerá en gran medida de la forma en que se manejen estos agentes, por lo que debe centrarse el interés en las medidas que supongan su prevención y/o reducción.

Al considerar los efectos de los productos químicos y desechos de esta naturaleza deben tenerse en cuenta las interacciones entre diferentes agentes. Algunas de ellas son:

- **Efecto aditivo:** Suma de los efectos independientes de dos o más agentes químicos que actúan juntos.
- **Efecto sinérgico:** Efecto de dos o más agentes químicos que actúan juntos y que es mayor que la suma de sus efectos cuando actúan separados.
- **Efecto de potenciación:** Cuando un agente químico, por sus propias características, no produce daño, pero provoca que los efectos de otros sean más adversos.
- **Efecto de antagonismo:** Cuando la acción de un agente químico contrarresta el efecto negativo de otro.

Los efectos adversos de los productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza sobre la salud humana, en dependencia de la exposición, incluyen las malformaciones congénitas, cáncer, problemas de esterilidad, trastornos hormonales, daños en los riñones y el sistema respiratorio, disfunciones de los sistemas inmunológicos, nervioso y reproductivo, y problemas en el desarrollo intelectual.

Por su parte, la fauna expuesta a estos agentes, ya sea en su hábitat natural o través de los alimentos, puede sufrir alteraciones dermatológicas, discapacidad reproductiva, deformaciones, deficiencias hormonales, cáncer, aumento de la mortalidad y disminución del número de individuos.

El manejo de productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza posee puntos de contacto, ya que por lo general, los productos químicos fabricados o utilizados en un proceso productivo o actividad de servicios, se transforman al final de su ciclo de vida en desechos de diversas características, que responden a la naturaleza peligrosa de las sustancias químicas que forman parte de su composición.

Quienes están involucrados en la gestión de productos químicos y desechos peligrosos deben tomar en cuenta el carácter intersectorial que tiene esta esfera de trabajo, como resultado de los múltiples ámbitos de competencia existentes y de la necesidad de desarrollar acciones nacionales que cubran todas las etapas y actividades que conforman el ciclo de vida de los productos químicos (importación, exportación, transporte, almacenamiento, uso, tratamiento y disposición final).

El principal enfoque de manejo de desechos peligrosos debe basarse en la consideración de que la generación de residuos de toda índole y la disposición final de aquellos que aún tienen valor, representa una pérdida económica y una amenaza para el medio ambiente y la salud humana, pues se desperdician materiales cuya producción implica presiones significativas sobre los recursos naturales (extracción de materias primas, consumo de energía y agua en el proceso de transformación), y por otro lado, la sociedad incurre en gastos considerables para sufragar los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los desechos (Fig. 33).



Fig. 33. Manejo inadecuado de productos químicos y desechos peligrosos.

En la actualidad se presta mayor atención a la regulación y control de las sustancias y desechos que son tóxicos, persistentes y bioacumulables, en atención a sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud (Fig. 34).



Fig. 34. Manejo inadecuado de transformadores eléctricos que contienen bifenilos policlorados (PCBs).

Los principios sobre los cuales se basa la gestión de productos químicos y desechos peligrosos incluyen:

- **Precaución.** Desde la perspectiva ambiental es mejor prevenir e intervenir ante la sospecha de un riesgo significativo para el medio ambiente y la salud, que remediar, aún cuando no se cuente con evidencias irrefutables de la existencia del riesgo.
- **Quien contamina paga.** Atribuye la responsabilidad de resarcir los daños a quien los ocasione o provoque la contaminación.
- **Proximidad.** Los desechos deberán manejarse lo más cerca posible de la fuente generadora, tanto por razones de seguridad como de costos.

En el presente prevalece el concepto de manejo de riesgos en la gestión de productos químicos y desechos peligrosos (Fig. 35 y 36). Entre los principales instrumentos para el manejo de riesgos se incluyen las medidas de carácter normativo y jurídico, las acciones de carácter preventivo, las medidas de control, las medidas científico-técnicas, así como la capacitación y educación ambiental.

Medidas de carácter normativo y jurídico para la prevención y reducción de riesgos asociados a los productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza, adoptan una gran variedad de formas que incluyen especificaciones normativas relativas a los requisitos de envasado, almacenamiento, transporte, manipulación, tratamiento y disposición final, según corresponda, así como instrumentos jurídicos que establecen la prohibición o restricción de la importación y utilización de estos agentes.



Figs. 35 y 36. Desechos peligrosos de naturaleza química.

Etiquetado de los productos químicos y desechos peligrosos tiene como finalidad ofrecer a los consumidores o a los responsables de su manipulación, información acerca de la peligrosidad de estos agentes, así como de las formas de manejo que contribuyen a prevenir los riesgos, se incluyen medidas de primeros auxilios en caso de que ocurran accidentes.

Hojas de datos de seguridad son una herramienta de comunicación de los peligros y riesgos a la salud a los que pueden verse expuestos los trabajadores y usuarios finales de los productos químicos. Estas hojas proporcionan información ambiental y recomendaciones de gran utilidad para el manejo de estos productos, y para responder de manera rápida ante accidentes y contingencias.

En atención a lo señalado, toda instalación que maneje productos químicos, no sólo debe disponer de hojas de datos de seguridad para cada uno de ellos, sino que debe entrenar a sus trabajadores en su utilización.

Existe una gran diversidad de acciones de carácter preventivo que pueden contribuir a prevenir los riesgos asociados al manejo de productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza. En este sentido se identifica como primera prioridad la reducción del uso de productos químicos de alta peligrosidad y la minimización de la generación de desechos peligrosos. Debe señalarse que aunque esta última es la alternativa prioritaria, no es la solución para todos los desechos que se generan y manejan en una instalación, pues siempre habrá una proporción más o menos importante que requerirá de la aplicación de otras opciones de manejo.

El reuso, reciclaje o regeneración están en el segundo orden de prioridad, seguido por la aplicación de medidas de control, que incluyen el tratamiento de los desechos con el propósito de destruirlos o reducir su volumen y peligrosidad.

Los principales procesos de tratamiento aplicables a los productos químicos que se encuentran bajo condiciones particulares (ociosos) y desechos peligrosos se muestran en el cuadro 2.

El confinamiento es considerado como la última alternativa que debe aplicarse sólo a aquellos desechos que no pueden ser manejados de otra manera.

Cuadro 2. Principales procesos de tratamiento

Procesos físicos	Procesos químicos	Procesos térmicos
Sedimentación	Neutralización	Incineración
Filtración	Precipitación	
Destilación	Oxidación	
Intercambio iónico	Reducción	
Adsorción en carbón	Electrólisis	
Extracción con solventes	Estabilización química	
Estabilización/solidificación		

Las medidas de carácter científico-técnico contribuyen a mejorar el diseño de los procesos y productos, facilitan la innovación tecnológica en el manejo y control adecuado de los productos químicos y desechos peligrosos, así como permiten precisar las metodologías para evaluar los riesgos y desarrollar alternativas para la mitigación de impactos ambientales adversos.

La creación de una cultura de seguridad química exige la introducción en los programas educativos formales y no formales de contenidos relacionados con el manejo seguro de los productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza, así como la minimización de su utilización o generación.

La capacitación implica proveer conocimientos y contribuir al desarrollo de las destrezas y capacidades necesarias que requiere el personal que se encuentra directamente vinculado al manejo de productos químicos y desechos peligrosos de esta naturaleza.

Las principales actividades a desarrollar en el marco de un plan de manejo integral de productos químicos y desechos peligrosos, incluyen:

- Elaboración y actualización periódica de inventarios nacionales de productos químicos y desechos peligrosos.
- Identificación de los principales problemas asociados al manejo de productos químicos y desechos peligrosos.
- Establecimiento de prioridades para los problemas identificados, sobre la base de las cantidades de los productos químicos y desechos a manejar, su peligrosidad y el nivel de riesgo existente, tanto para la salud como para la preservación de objetivos ambientales y económicos de interés.
- Identificación, selección y aplicación de alternativas de solución, con prioridad para el enfoque preventivo.
- Elaboración y aplicación de instrumentos normativos y jurídicos (leyes, resoluciones, reglamentos, normas, etc.) y establecimiento de mecanismos de verificación de su cumplimiento.
- Creación de la infraestructura adecuada para garantizar el manejo seguro de los productos químicos y desechos peligrosos.
- Desarrollo de programas de sensibilización y capacitación dirigidos a todos los actores involucrados en la gestión de productos químicos y desechos peligrosos (tomadores de decisiones, manipuladores, operadores de instalaciones generadoras de desechos peligrosos y público en general).
- Establecimiento de indicadores para evaluar la eficacia de los planes de acción en curso.

GESTIÓN AMBIENTAL

Las presiones de la actividad humana sobre el medio ambiente han sido el resultado de las relaciones que el hombre ha establecido con la naturaleza para satisfacer sus necesidades y aspiraciones.

Con el desarrollo y evolución de la sociedad a partir del siglo xx, esas presiones aumentaron por los avances tecnológicos, el incremento de la productividad, los cambios en la organización y relaciones sociales, el crecimiento de la población y su concentración en núcleos urbanos, y como consecuencia, comenzaron a ponerse en evidencias los impactos negativos que los procesos productivos, el comercio y el consumo ocasionan debido a la explotación irracional de los recursos naturales.

La evidencia de los impactos ambientales negativos y los resultados de la investigación científica, han llevado al incremento de las preocupaciones y la búsqueda de soluciones de los problemas ambientales, así como a la comprensión acerca del imperativo de integrar el componente ambiental al desarrollo económico y social, alcanzar equidad en el uso del medio ambiente y en la distribución de sus riquezas.

El medio ambiente es el ámbito en el que tiene lugar las interacciones entre la sociedad y la naturaleza y por ende, las acciones y las actividades humanas producen necesariamente efectos sobre ese medio. La sociedad en su quehacer y desarrollo genera contradicciones, conflictos y confrontación de intereses entre sus propósitos y objetivos y la conservación del medio ambiente.

Por ello, se requiere una adecuada gestión del ambiente, que posibilite utilizar con eficiencia sus recursos en beneficio del desarrollo económico y social, de la calidad ambiental y de vida.

La gestión del ambiente comprende acciones del hombre desde la sociedad y para la sociedad, con incidencia positiva en su protección y conservación, de forma tal de prever, reducir, controlar y solucionar los problemas ambientales. Esta determina y utiliza elementos prácticos y dinámicos necesarios para una adecuada administración del ambiente que favorezca:

- Resolver, mitigar o minimizar los problemas existentes.
- Asegurar equilibrio en el funcionamiento de los ecosistemas y evitar su deterioro.
- Lograr sostenibilidad ambiental, lo que implica garantizar el mantenimiento de un capital ambiental, mediante el uso eficiente y racional de los recursos naturales y el equilibrio entre su uso, la renovación y sustitución.
- Mantener los procesos ecológicos esenciales, los sistemas vitales y preservar la diversidad biológica.
- Eliminar y reducir la contaminación, de forma tal de no sobrepasar la capacidad de absorción de los residuos por parte del medio ambiente.
- Alcanzar crecimientos económicos, con cambios en los patrones de producción anárquicos y que respondan a la satisfacción de las necesidades básicas y reales de la sociedad.
- Lograr equidad en el uso del medio ambiente y en la distribución de las riquezas, eliminar las desigualdades en el consumo y satisfacer las necesidades materiales y espirituales de todos los integrantes de la sociedad, con cambios en los patrones actuales de consumo (consumismo).
- Identificar las oportunidades ambientales para el desarrollo económico social. Se entiende por oportunidades ambientales las potencialidades que ofrecen los componentes del medio ambiente, y sus recursos disponibles para su utilización inmediata o su conservación para su utilización mediata y a largo plazo.
- Educar a los diferentes actores de la sociedad para la gestión y protección del medio ambiente.

La Ley No. 81 de 1997 de Medio Ambiente de Cuba, define la gestión ambiental como «[...] el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales, a través de su conservación, mejoramiento y monitoreo del medio ambiente y las de control de la actividad del hombre en esta esfera. Esta permite aplicar la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana».

Para lograr una gestión ambiental eficaz es necesario:

- Conocer las características y particularidades ecológicas del país, la región o entorno de la entidad, en dependencia de su alcance, así como tener conocimientos acerca del funcionamiento del medio ambiente.
- Conocer las causas y los problemas ambientales y los peligros, vulnerabilidades y riesgos existentes.
- Que las acciones de la gestión ambiental formen parte de los objetivos económicos y sociales y se correspondan con la política ambiental trazada.
- Desarrollarse en consonancia con las realidades, peculiaridades, necesidades sociales, y el acervo cultural.
- Lograr la participación activa y consciente de todos los actores sociales involucrados.

El objetivo fundamental de la gestión ambiental es lograr sostenibilidad en el desarrollo, proteger la base de los recursos y la calidad ambiental, evitar la degradación del medio ambiente y mejorar la calidad de vida.

Al integrarse a los objetivos económicos persigue la utilización eficiente de los recursos, la disminución de los costos, incrementar la rentabilidad y la competitividad, así como la identificación de oportunidades económicas, técnicas y organizativas para prevenir y reducir la contaminación y los riesgos.

Para la ejecución de la gestión ambiental se requiere diseñar, organizar y planificar los diferentes mecanismos, elementos, herramientas y las acciones que se utilizarán como instrumentos para llevarla a cabo, concebido como sistema y teniendo en cuenta los problemas existentes, los objetivos a lograr y su alcance, el soporte institucional y los actores. En ello incide el nivel de conocimiento, las costumbres, la cultura de la sociedad y las condiciones económicas.

Los instrumentos de la gestión ambiental constituyen herramientas de actuación, para las esferas de gobierno y para toda la sociedad. Cada uno de los instrumentos puede tener capacidades propias para afrontar problemas y contribuir al logro de objetivos ambientales. Su ámbito de aplicación y alcance dependerá de: su generalidad de aplicación, el número de actores involucrados, las características de los ecosistemas, los recursos disponibles y las condiciones socioeconómicas.

Estos instrumentos de acuerdo con sus objetivos pueden ser:

- Para fijar condiciones ambientales y establecer niveles de calidad.
- Preventivos de ocurrencias de impactos negativos.
- Correctivos para revertir fenómenos de degradación.
- De cumplimiento.
- Económicos, para incentivar acciones amigables con el medio ambiente o desestimular acciones negativas.
- De educación e información.
- Para generar información para la toma de decisiones.

Existen instrumentos que cumplen simultáneamente con varios objetivos.

Los sistemas de gestión ambiental lo conforman un conjunto de componentes que se integran de forma coherente y funcional. Todo sistema de gestión tiene como componentes básicos: marco institucional, política ambiental, actores e instrumentos. Estos pueden establecerse a diferentes niveles (país, provincia, municipio, región, cuenca, ecosistema, y en entidades y empresas).

Sistema de Gestión Ambiental de Cuba

La política ambiental cubana está encaminada a elevar la calidad de vida de la población, que se expresa en el mejoramiento de la calidad ambiental y la garantía de los servicios básicos de salud, educación, alimentación,

servicio de agua, saneamiento y energía, entre otros. Está determinada por los principales problemas ambientales que enfrenta el país, los requerimientos de desarrollo económico y social, así como por la voluntad de lograr sostenibilidad en el mismo.

La Estrategia Ambiental Nacional es uno de los instrumentos de la política ambiental cubana que define entre sus objetivos «[...] indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros ambientales alcanzados por la Revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país, que requieren de una mayor atención en las condiciones actuales, sentando las bases para un trabajo más efectivo, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible».

En consecuencia la Estrategia Ambiental Nacional enmarca como objetivos estratégicos:

- Establecer el escenario y diseñar las acciones que conduzcan a la preservación y el desarrollo de los logros ambientales alcanzados por la Revolución.
- Contribuir a la preservación y a la solución de los principales problemas del medioambiente en el país.
- Establecer prioridades y líneas de acción en el país que sirvan de base al trabajo y la proyección ambiental de los diferentes sectores y organismos, otras instituciones y entidades, así como de la ciudadanía en general.

CUBA: PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES

- Degradación de los suelos.
- Afectaciones a la cobertura forestal.
- Contaminación.
- Pérdida de la diversidad biológica.
- Carencia de agua.

EAN (2005-2010)

El sistema de gestión ambiental de Cuba, tiene como soporte las mismas formas de organización y asociación que adopta el país para los diferentes fines: económicos, sociales, culturales, y científicos.

El país tiene hoy una estrategia medioambiental, los organismos y los territorios tienen una estrategia en ese sentido. No hay duda que eso requiere profundizarse, no es un trabajo terminado, ni será nunca un trabajo terminado, es un trabajo que requiere una revisión y una profundización permanentes, pero tenemos una política, tenemos una orientación, tenemos una estrategia que se ha venido exigiendo e impulsando por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medioambiente.

Carlos Lage Dávila
Secretario del Comité Ejecutivo
del Consejo de Ministros
Septiembre, 2000

Marco institucional y actores principales

Corresponde al Estado Cubano el ejercicio de los derechos soberanos sobre el medio ambiente y los recursos naturales del país. A partir de esa función estadual y a través de los órganos de gobierno, el Estado proyecta la política y la gestión ambiental, que tiene como marco institucional y actores principales:

- Asamblea Nacional del Poder Popular.
- Consejo de Ministros
- Organismos de la Administración Central del Estado y sus dependencias.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Organismo rector de la política ambiental nacional.

- Organizaciones políticas.
- Organizaciones sociales y de masas.
- Organizaciones No Gubernamentales de corte social.
- Órganos Locales de gobierno.
- Empresas y entidades de producción y servicios.
- El ciudadano: objeto y sujeto de la política ambiental.

FUNCIÓN COMÚN A TODOS LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL DEL ESTADO

Incorporar la dimensión ambiental en las políticas, planes, proyectos, programas y demás acciones que realice el organismo, en correspondencia con el desarrollo económico y social sostenible; cumplir con las disposiciones y medidas que deriven de la política ambiental nacional y a ese fin, dictar las disposiciones que correspondan, dentro del marco de su competencia, y controlar su cumplimiento.

Acuerdo no. 4002, año 2001 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros

La Ley de Medio Ambiente (No. 81, 1997) brinda la base para una acertada estrategia ambiental en las condiciones que el necesario desarrollo sostenible demanda y para la inserción armónica de múltiples instrumentos políticos, científicos, tecnológicos, jurídicos, educativos y de gestión en un sistema integrado, en el cual todos sus componentes se interrelacionan e influyen mutuamente.

Los instrumentos de gestión ambiental permiten de modo concreto llevar adelante la política ambiental de cualquier tipo de organización económica, política y social a cualquier nivel. La Ley No.81 de Medio Ambiente, en su título tercero define los instrumentos de Gestión Ambiental.

LEY DE MEDIO AMBIENTE ARTÍCULO 18. LOS INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

- a) La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.
- b) La presente Ley, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
- c) El ordenamiento ambiental.
- d) La licencia ambiental.
- e) La evaluación de impacto ambiental.
- f) El sistema de información ambiental.
- g) El sistema de inspección ambiental estatal.
- h) La educación ambiental.
- i) La investigación científica y la innovación tecnológica.
- j) La regulación económica.
- k) El fondo nacional del medio ambiente.
- l) Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.

Gestión ambiental empresarial

Las empresas, sobre todo las industriales, se han caracterizado por la generación excesiva de residuos y por la contaminación del aire, el agua y el suelo (Fig. 37). A ello se suma la demanda elevada de recursos naturales, altos consumo de energía y de insumos, de los cuales muchos son tóxicos y dañinos al medio ambiente y a la salud humana, así como la creación de escenarios de riesgos de accidentes y desastres.

Todo lo anterior hace que las actividades de las empresas sean de las que más impactos negativos causan al medio ambiente, debido fundamentalmente a procesos de producción y servicios ineficientes, por las tecnologías y materias primas empleadas y los gastos de energía requeridos, lo que afecta la productividad, eficiencia y competitividad de las empresas (Fig. 38).



Fig. 37. Industria con emisiones gaseosas.

El mayor conocimiento sobre los problemas ambientales y el deterioro del medio ambiente, las causas y efectos de estos, y como consecuencia el incremento de las preocupaciones y de la conciencia ambiental, han ido desarrollando la comprensión acerca de la necesidad de adoptar medidas y realizar acciones que conduzcan a un cambio en este sentido.

Las empresas, eslabón fundamental de la actividad económica, comenzaron a realizar gestión ambiental empresarial, mediante el control y tratamiento de los residuales, basada fundamentalmente en un enfoque normativo y regulatorio.

Sin embargo, dado que ese enfoque no conduce a actuar sobre las causas y a la solución de los problemas, en la actualidad se enfatiza en que la gestión ambiental tiene que estar dirigida a prevenir la contaminación, para evitar y disminuir los impactos ambientales negativos y mitigar aquellos que aún no se puedan evitar.

La gestión ambiental empresarial tiene como objetivo la prevención de la contaminación, el uso más eficiente de las materias primas, insumos y energía, incrementar la eficiencia económica y la formación de una cultura ambiental. Además constituye una herramienta para reducir los riesgos operacionales y otros.



Fig. 38. Causas de los problemas ambientales.

Para cumplimentar su objetivo, la gestión ambiental tiene que estar integrada y formar parte de la gestión empresarial, la que a través de su mejoramiento continuo permita impedir o reducir la formación de contaminantes y residuos peligrosos y no peligrosos, disminuir los consumos de agua, energía y lograr un aprovechamiento eficiente y sostenible de todos los recursos utilizados.

La ejecución de la gestión ambiental requiere la utilización de mecanismos, realización de acciones, aplicación de instrumentos y técnicas, las que se realizan a través de las mismas forma organizativas de la empresa para su gestión económica y comercial y se integra y conjuga con otros instrumentos dirigidos a otros fines. Requiere de la participación activa de todos los actores de la empresa.

Con este objetivo en el país se ha trabajado, lo que se evidenció recientemente en el estudio «Diagnóstico de la Gestión Ambiental», realizado en 291 entidades, por la Dirección de Industria de la Oficina Nacional de Estadísticas (2006). Sus resultados muestran que ya cuentan con instrumentos de trabajo sobre gestión

ambiental 282 del total de encuestadas, para 96,2 % y relacionados con los instrumentos de sistema de gestión ambiental documentado 140 (49,6 %), con política ambiental escrita y declarada, 190 empresas (67,4 %); con objetivos y metas ambientales definidas y documentadas 190 (67,4 %); y con programas de acción ambiental escrito y documentado con definición de responsables y plazos de cumplimiento de las acciones previstas 200 empresas (70,9 %).

Sistemas de Gestión Ambiental Empresarial

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es definido como parte del sistema de gestión general de una organización, que incluye: la estructura organizativa, las actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos necesarios para desarrollar, implantar, revisar y mantener la política ambiental, previamente establecida.

En las industrias, los *Sistemas de Gestión Ambiental* y su establecimiento es una herramienta al servicio del empresario que le proporciona beneficios tales como:

1. Identificar y reducir las acciones y riesgos ambientales propios de cada una de las actividades productivas que integran el proceso industrial.
2. Brindar las soluciones más adecuadas para la consecución de la reducción de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, así como los mejores medios para su reciclaje, disposición y/o eliminación final.
3. Identificar, cuantificar, controlar y solucionar los problemas en aquellos procesos productivos que generan residuos, mediante el monitoreo sistemático cualitativo y cuantitativo de fuentes, y efectos contaminantes mediante un programa integral que propicie la búsqueda de soluciones óptimas, ambiental y económicamente compatibles.
4. Involucrar a todos los trabajadores y a las comunidades localizadas dentro de las zonas de influencia de la industria en los programas de mejoramiento ambiental, entre otros aspectos.

Para el establecimiento de un SGA en una empresa es esencial que exista voluntad desde todos los niveles de la organización, pero en especial de la alta dirección. El sistema se estructura «de arriba hacia abajo». La información y la comunicación deben ser fluida por toda la organización y favorecer la participación a todos los niveles.

En una empresa, la implantación de un SGA responde a su propia estructura organizativa, parte de la definición de la política ambiental y el compromiso de la alta dirección de su implantación y cumplimiento.

En general, los SGA deben disponer de un mecanismo para propiciar la mejora continua (Fig. 39), cuyo ritmo será determinado por la empresa de acuerdo con las circunstancias económicas. Su introducción y puesta en práctica no supone necesariamente, por sí sola, una inmediata reducción del efecto ambiental negativo, aunque sí se puede esperar cierta mejora en la actuación ambiental de la empresa, teniendo en cuenta que el SGA es el instrumento que sirve para que la organización alcance el nivel de actuación ambiental que se propone. En cualquiera de los casos el sistema debería ser capaz de:

- Identificar y valorar los efectos ambientales de las actividades, productos y servicios existentes o previstos de la organización.
- Identificar y valorar los efectos ambientales causados por incidentes, accidentes y posibles situaciones de emergencia.
- Identificar los requisitos reglamentarios aplicables.
- Posibilitar la identificación de prioridades y la definición de los consiguientes objetivos y metas ambientales.
- Facilitar las actividades de planificación, control, supervisión, auditoría y revisión para asegurar que la política se cumpla y siga siendo adecuada.
- Evolucionar para adaptarse al cambio de circunstancia.

Modelo de Sistema de Gestión Ambiental

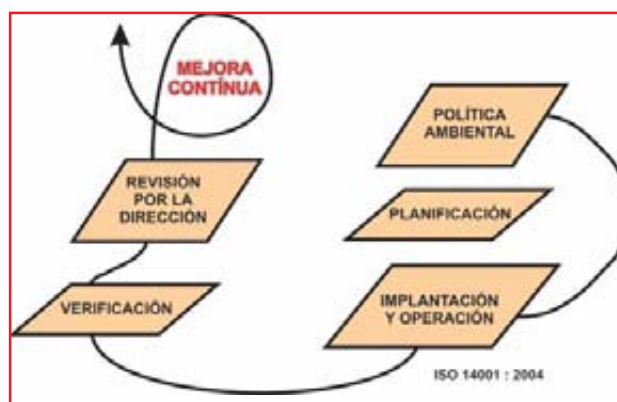


Fig. 39. Modelo de Sistema de Gestión Ambiental.

Las empresas u organizaciones que decidan implementar un SGA deberán concebir su trabajo por etapas:

1. Evaluación ambiental inicial de la organización.
2. Definición de la política ambiental de la organización.
3. Establecimiento de objetivos y metas ambientales.
4. Formulación de un programa de gestión ambiental o Plan de acción.
5. Implementación del programa de gestión ambiental o Plan de acción.
6. Verificación y acciones correctivas.
7. Revisión y mejoramiento del SGA implementado.

Un buen desempeño ambiental permite la diferenciación y competir en más mercados. La competitividad era concebida mediante el triángulo calidad-precio-servicio, la empresa moderna, la considera como un cuadrilátero, al añadir a estos tres la protección del medio ambiente (Castillo Lorenzo, 2004).

Auditoría ambiental y su relación con el Sistema de Gestión Ambiental

Es una herramienta de gestión que comprende una sistemática, documentada, periódica y objetiva evaluación de cómo la organización y gestión de bienes de equipo medioambientales están cumpliendo con el propósito de salvaguardar el medio ambiente.

La auditoría ambiental (AA) es un instrumento eficaz para la realización de la evaluación inicial en la implementación de un sistema de gestión, constituye también, un marco autorregulador preventivo de la calidad del medio ambiente, y su proceso de aplicación se facilita enormemente si la empresa a auditar ya tiene establecido su Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

La definición de auditoría ambiental adoptada por la Cámara Internacional de Comercio (UNEP, 1990) y por la CEE (Propuesta de reglamento 92/C 76/02) es: «La auditoría medioambiental es un instrumento de gestión, que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del funcionamiento de la organización ambiental, el sistema de gestión y el equipo destinado a la protección del medioambiente y que tiene como objetivos:

- a) Facilitar el control, por parte de la dirección, de las prácticas medioambientales.
- b) Evaluar su adecuación a las políticas de la Empresa, lo cual implica el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias en vigor.»

La revisión inicial ambiental (RIA) como un caso particular de auditoría, es el instrumento inicial que permite comenzar a desarrollar los Sistemas de Gestión Ambiental Empresarial, y se convierte en una vía concreta, rápida y efectiva de lograr mejoras en la actuación ambiental de las diferentes industrias.

Una auditoría debe ir desde el simple reconocimiento de los problemas ambientales existentes, hasta la revisión de la efectividad del sistema de gestión, puede incluir su verificación práctica. Además, se debe establecer el Sistema de Gestión Ambiental como conclusión básica y resumen de la auditoría.

SGA y normas ISO

Dentro de las acciones internacionales que se desarrollan relacionadas con el SGA en empresas, está el establecimiento de una normalización uniforme que respondiera a las necesidades que eran demandadas en la esfera ambiental, normalización que tiene su origen a partir de que la Comisión Europea encarga al Comité de Normalización Europeo (CEN) –organismo responsable de producción de normas europeas– la tarea de Normalización para el Reglamento de Ecoauditoría, y por otra parte, la Organización Internacional de Normalización (ISO), comenzó el desarrollo de normas antes de la conclusión del referido reglamento.

En marzo de 1994, en Viena, se firmó el acuerdo de cooperación entre la CEN e ISO. A partir de ello sale a la luz la serie ISO 14 000, que cubre la necesidad de las empresas de demostrar su responsabilidad ambiental, lo que se canaliza a través de sus normas, que se aplican en las empresas que así lo deseen:

1. Establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).
2. Asegurar que cumple con la política ambiental establecida.
3. Demostrar su cumplimiento.
4. Tener un sistema certificado por un organismo externo.

La Organización Internacional para la Normalización (ISO) es la entidad responsable para la normalización a escala mundial con una agrupación de más de 90 países. El propósito de la ISO es promover el desarrollo de la normalización para fomentar internacionalmente el intercambio de bienes y servicios para el desarrollo de la cooperación en actividades económicas, intelectuales, científicas y tecnológicas. El resultado del trabajo técnico dentro de ISO se publica en forma final como normas internacionales.

Tener el Sistema de Gestión de la Calidad (ISO 9000) no es un prerrequisito para la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental, pero sí ayuda a su implantación. Entre las diferencias fundamentales de las ISO 9000 y 14 000, es que la primera se refiere al contrato y a la satisfacción del cliente en relación con los productos o servicios de la empresa, mientras que la ISO 14 000 se refiere a la satisfacción y comportamiento global de las actividades, productos y servicios de la empresa con el medio ambiente.

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Órgano Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

Sistemas integrales de Gestión

La nueva estructura del modelo ISO 9001: 2000 abre el camino hacia la integración de sistemas. Las ventajas de establecer un Sistema Integrado de Gestión y su posterior certificación son indudables, y es la dirección ejecutiva de cada organización la que debería reflexionar sobre este asunto. Si se establecen la calidad, el respeto al medio ambiente y la prevención de los riesgos como líneas maestras de una gestión empresarial, teniendo en cuenta las interrelaciones que entre ellos existen, el éxito está garantizado.

El proceso de perfeccionamiento en empresas cubanas necesita de instrumentos para su gestión. El Sistema de Gestión Empresarial constituye una forma de llevar a vías de hecho también los Sistemas de Gestión de Calidad Total, conforme a las normas ISO 9000, ISO 14 000 y los Sistemas de Seguridad y Salud, 18 000.

Indudablemente, el concepto de calidad ha evolucionado, desde el objetivo de crear un producto único, que se identificaba con una producción que cumple ciertas especificaciones, pasando por la reducción de los costos incrementando la competitividad, hasta ser altamente competitivo, con una mejora continua e involucrando a toda la organización, siempre partía de satisfacer al cliente.

En la actualidad, al término de calidad total se le denomina al estadio más evolucionado del concepto, en el que se enfatiza en la calidad de toda la organización y en el mejoramiento continuo como principio y no como un fin y en la gestión de los procesos claves.

Por supuesto, el objetivo de producir con calidad es satisfacer a los clientes, por ende considerar los requisitos ambientales es una de las exigencias actuales de estos y de toda la sociedad, además de una responsabilidad social de realizar acciones de protección al medio.

Las acciones dirigidas a cumplir con su responsabilidad social de contribuir a proteger el medio ambiente, contribuyen a su imagen corporativa y es un elemento que incide en la actualidad en la competitividad.

La calidad depende de la eficiencia con que se produzca y las acciones de protección del medio ambiente y de producir de forma más limpia es una oportunidad de mejorar la eficiencia productiva y de negocios. Está íntimamente vinculada con la aplicación de buenas prácticas en el ciclo completo de la producción y los servicios, en la capacidad de gestión de la empresa, en la estrategia empresarial, en la aplicación de la ciencia y la innovación tecnológica y en la integración de proveedores, productores y usuarios.

Calidad total es una filosofía que sustenta una estrategia de gestión empresarial que busca la eficiencia y excelencia de la organización.

Por todo lo anterior, se propone que la empresa integre, conjugue y complemente, las exigencias que establecen los Sistemas de Gestión de la Calidad, de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud, con una política integrada, como vía y soporte para lograr los objetivos de elevar la eficiencia económica, proteger la calidad ambiental y la protección del trabajador (Fig. 40).

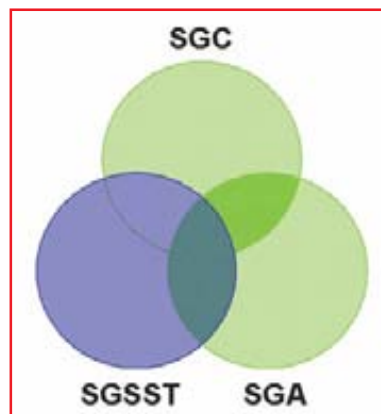


Fig. 40. Sistema de gestión de la calidad integrada.

Gestión ambiental urbana

Los procesos de urbanización comprenden la concentración de personas y actividades. Los espacios en que tienen lugar se les denominan urbanos. Las ciudades y zonas urbanas son un producto social, que no pueden desvincularse de las condiciones naturales en las cuales se han desarrollado, ni de las transformaciones de esas condiciones.

En el ambiente urbano concurren varios subsistemas donde se producen múltiples interacciones entre ellos y sus elementos. Estos subsistemas son: *el subsistema natural* (animales, plantas, microorganismos, suelo, agua, aire, ecosistemas); *el subsistema social* (individuos, colectividades, sus características, costumbres, relaciones, manifestaciones culturales, problemas sociales, su historia); y *el subsistema construido*, que constituye las formas y estructuras del espacio resultante de la dinámica social (viviendas, edificios, obras de infraestructuras de industrias y servicios, equipamientos y otros).

Tiene lugar en este ambiente un proceso de intercambio entre la base natural de una ciudad o zona urbana (componentes de la naturaleza), la respectiva sociedad allí existente (lo social) y la infraestructura creada (estructuras que ocupan el espacio). En estos procesos de interacción intervienen factores (cuyos orígenes son

tanto internos como externos a ese ambiente) de tipo histórico, económico, político, social, natural, ecológico y cultural en general. Cada una de estas instancias son al mismo tiempo una condicionante de las otras dos y una resultante de ambas. Para entender cómo se deteriora o se mejora el ambiente urbano hay que determinar cómo cada instancia lo condiciona.

Los problemas ambientales surgen cuando la sociedad les traspasa a su vez presiones a las otras. De esta manera se comprende cómo finalmente, todo se revierte sobre la organización social que originó los problemas (Fig. 41).

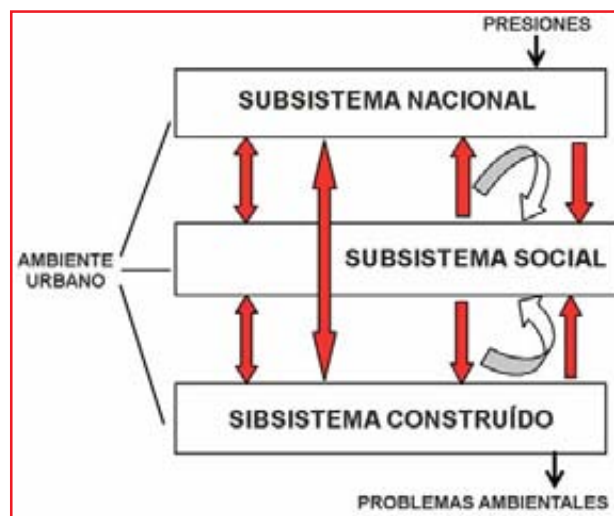


Fig. 41. Subsistemas del medio urbano, relaciones y presiones.

Los problemas ambientales urbanos son aquellos en los que existe variación o alteración de los elementos de un lugar, de manera que atenta contra la calidad, cantidad o diversidad de los recursos humanos, recursos naturales y del patrimonio construido, con deterioro de la calidad de vida y donde se dificulta o impide además el desarrollo sostenible.

Una de las principales causas que genera problemas ambientales urbanos es la pobreza, resultado del modelo de desarrollo imperante en el mundo, caracterizado por la inequidad y la injusticia social, que permite y promueve el libre juego de las fuerzas del mercado, el aumento de la productividad, de la producción y el consumo; pero no persigue satisfacer las necesidades de la sociedad en su conjunto. Todo ello genera marginalidad, inseguridad alimentaria e insalubridad, manifestaciones de la correlación existente entre la pobreza y la falta de control sobre los recursos y de acceso de todos a los derechos ciudadanos.

Las causas y el grado de incidencia de los problemas ambientales urbanos son múltiples; sus manifestaciones y comportamientos varían de una zona urbana a otra, en dependencia de sus características sociales, naturales y económicas. Entre esas causas se pueden señalar: la migración a las ciudades; la ausencia o deficiente cobertura de saneamiento; deficiente cobertura y calidad del agua; ausencia y deficiencias en los métodos de recolección y manejo en general de desechos sólidos tanto urbanos como industriales y peligrosos de cualquier tipo; procesos de producción y servicios que generan residuales que contaminan al aire, al suelo y las aguas; las concentraciones de vehículos; el mal estado de las viviendas y la insuficiente cultura ambiental.

Los problemas que tienen lugar en el medio ambiente urbano inciden de forma diferenciada de acuerdo con la escala en que actúan (Fig.42).

En la escala hogar se ponen de manifiesto e inciden directamente todos los problemas ambientales urbanos, como: hacinamiento, malas condiciones de las viviendas, falta de cobertura de saneamiento y de agua potable, generación indiscriminada de desechos y su acumulación en lugares inadecuados, mal manejo de los alimentos y falta de educación ambiental, entre otros.

Asimismo, en esta escala juega un papel decisivo la formación de los individuos para actuar responsablemen-

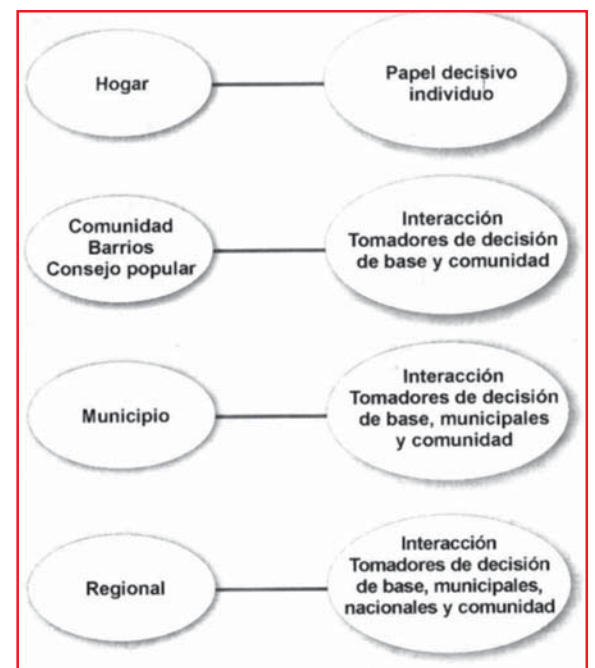


Fig. 42. Escalas de incidencia de los problemas del medio ambiente urbano.

te, tanto en el ambiente interno como en todo el ambiente urbano, ya que estos son los que generan los desechos domésticos en sus casas, áreas públicas, centros de producción o de servicios, los que pueden o no despilfarrar el agua o consumir altos niveles de energía.

La escala comunidad o barrio (Consejo Popular) es una escala básica del ambiente urbano. Aquí se producen conflictos ambientales importantes, tales como: ausencia o déficit de infraestructura de servicios básicos, ineficiencias en el sistema de recolección de los desechos sólidos urbanos, ausencia de áreas verdes, falta de áreas recreativas, etcétera. La interacción comunidad-dirigentes locales-empresas-organizaciones sociales y la educación ambiental son fundamentales para la solución o mitigación de los problemas ambientales que se manifiestan en este nivel.

Generalmente la escala municipal traspasa el límite de la ciudad y de las zonas urbanas y comprende también zonas rurales, de producciones agropecuarias y naturales y los problemas generados en los asentamientos inciden en el resto de las otras zonas o áreas. Es una escala mucho más compleja por la diversidad e interacciones de los problemas e intereses que inciden, los cuales en muchos casos se multiplican y hacen más complejo el manejo urbano.

Se le añaden en particular, los problemas generados por la concentración de vehículos, su estado técnico, el bajo índice de áreas verdes por habitante, la deforestación, la contaminación de diverso tipo, el mal manejo de los desechos y problemas sociales, entre otros. En este caso juega el papel principal la gobernabilidad y la incidencia efectiva de las instituciones y tomadores de decisiones en el liderazgo de los procesos y acciones para la solución o mitigación de los impactos ambientales negativos, con la amplia participación de las comunidades, barrios y demás organizaciones sociales.

Por otra parte, la escala regional comprende provincias y regiones. Los ecosistemas naturales son el soporte de las zonas urbanas creadas por los seres humanos y no se corresponden con las divisiones políticas administrativas de municipios, provincias, regiones y otras. Un ecosistema natural puede soportar más de una de esas divisiones o zona urbana o ciudad o estas últimas están vinculadas con más de un ecosistema. De forma similar sucede con una cuenca hidrográfica, que puede o comprende varios tipos de ecosistemas naturales y alberga diferentes zonas urbanas y ciudades.

La ausencia de correspondencia señalada hace que problemas ambientales manifiestos en una zona urbana o acciones realizadas en ella, produzcan impactos en otras áreas urbanas o naturales. La contaminación por residuales y desechos generados en una ciudad,

mal manejados y vertidos en ríos o en aguas marinas, tienen efectos negativos y se manifiestan en otros lugares, inclusive muy alejados del lugar de origen. De igual forma pueden señalarse como ejemplos, la construcción de obras que impidan el flujo natural de las aguas o especies y las emisiones de gases de una instalación lejana al asentamiento urbano, puede ocasionar serios problemas de inundaciones, pérdida de diversidad biológica y contaminación atmosféricas.

Los procesos de urbanización, el desarrollo urbano y su crecimiento, ejercen presiones directas en sus áreas aledañas y en otras, aunque no sean cercanas, por sus demandas de tierras agrícolas y forestales, de modificaciones para la realización de actividades económicas y sociales. Por lo general, en esta escala se requiere de la intervención de dirigentes de la provincia o región y la solución de los problemas estarán en este nivel o en otros de mayor jerarquía.

El desarrollo sostenible persigue el mejoramiento de la calidad de vida humana, y constituye una nueva forma de desarrollo social que establece un vínculo equilibrado entre la sociedad y el ambiente natural. La degradación ambiental no es una consecuencia ineludible de la actividad humana, es más bien el resultado de los modelos de desarrollo que han tenido lugar.

Al abordar este nuevo milenio el reto actual de los países es transitar a modelos de desarrollo urbano sostenible, que permitan conciliar la mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos con la preservación del patrimonio natural, cultural y socioeconómico.

A diferencia de los ecosistemas naturales, que pueden tener procesos espontáneos y alcanzar su equilibrio, las zonas urbanas solamente lo pueden hacer sobre la base de la gestión ambiental. Cuando esta premisa no se tiene en cuenta, se pueden romper los equilibrios establecidos y aparecen las manifestaciones ambientales negativas que a corto plazo repercuten sobre la salud de la población y en su calidad de vida.

La gestión ambiental constituye un instrumento muy eficaz para los tomadores de decisión de cada localidad es la gestión ambiental. Estos son en definitiva los máximos responsables de las acciones intersectoriales que posibiliten el flujo de materiales, energía y otros recursos, la minimización de la generación de desechos sólidos y residuales líquidos, así como del destino de las producciones industriales, agrícolas y manufacturadas y de la dirección de la labor de organización y educación de la población, con el fin de lograr su participación consciente y sostenida en el cuidado y mantenimiento de los asentamientos humanos.

Cada día se reconoce con más claridad que no es suficiente referirse a la gestión urbana, si por ella se comprende solamente la administración y manejo de las ciudades y asentamientos en aras de solucionar problemas económicos, del mercado y de algunos servicios básicos. Se manifiesta una toma de conciencia acerca de la necesidad de una gestión para el desarrollo urbano, que mediante acciones y actividades posibiliten el uso sostenible de los recursos humanos y naturales, así como del espacio físico, con el objetivo de satisfacer las necesidades de toda la población actual y futura. Esas nuevas ideas han llevado a la evolución de la concepción de la gestión urbana, incorporándole la dimensión ambiental.

La *gestión ambiental urbana* es el conjunto de acciones, actividades, mecanismos e instrumentos dirigidos a la administración, uso sostenible de los recursos naturales y sociales de las zonas urbanas y de las aledañas interrelacionadas con ellas. Tiene en cuenta las relaciones e interrelaciones con otras zonas urbanas y naturales, así como las necesidades y objetivos de desarrollo del país.

Una gestión ambiental urbana eficaz establece sus objetivos y metas, dirigidas a lograr:

- Mayor equidad en la distribución de las riquezas y en el uso del medio ambiente.

- Crecimiento económico, basado en la planificación, que parte de las necesidades reales de la población.
- Mejoramiento de la calidad de vida de la población. La satisfacción de las necesidades materiales y espirituales, el acceso a los servicios básicos de agua, saneamiento, salud, educación, cultura y de seguridad social.
- Conservación y rehabilitación del medio ambiente, que parta del conocimiento y la información sobre los problemas ambientales.
- Elevación de la cultura ambiental de todos los actores sociales.
- Fortalecimiento del liderazgo de los gobiernos locales, su capacidad integradora y de control, así como de las capacidades de gestión de todas las instituciones locales.
- Participación efectiva de la comunidad, de las organizaciones sociales y de los ciudadanos en la búsqueda de soluciones a los problemas urbanos.

En la localidad se puede establecer un SGA integrado a la gestión local, donde la comunidad juegue un papel activo y participativo y cuyo marco institucional son todas las estructuras locales, constituidas para los diferentes fines económicos y sociales, mediante las cuales se empleen los instrumentos definidos para la gestión ambiental.

Para el logro de una gestión ambiental eficaz en Cuba hay que partir del reconocimiento de las condiciones concretas del país, de su modelo de desarrollo, sus logros en materia económica, social y ambiental, los problemas ambientales existentes y las deficiencias que aún tenemos.

El objetivo y las metas del desarrollo cubano es la elevación del nivel y la calidad de vida de todo el pueblo, sustentada en su arsenal político, ideológico y revolucionario. En función de ello se realizan grandes esfuerzos y se ha trabajado por lograr un equilibrio en la relación población, medio ambiente y desarrollo, aun en condiciones muy difíciles como país subdesarrollado, en un mundo globalizado y neoliberal y bajo un bloqueo económico por parte de los Estados Unidos.

En la actualidad están implementados los principales instrumentos para la gestión ambiental, se desarrollan programas ambientales, se logra una mayor incorporación de la dimensión ambiental en los programas de desarrollo económico, se trabaja en la solución de los problemas ambientales con la participación de todos los sectores y ramas, todo ello entre otras múltiples acciones que se realizan.

Sin embargo, aún existen problemas y deficiencias, pero los logros alcanzados constituyen fortalezas para poder alcanzar una gestión ambiental más eficiente en el país y en particular, en las zonas urbanas y ciudades.

Los problemas que se presentan están vinculados con el deterioro del saneamiento y de las condiciones ambientales de los asentamientos humanos, debido a:

- Limitaciones aún en el servicio de agua en cantidad y en los tiempos medio de servicios, por insuficiencias en el suministro estable de productos para su tratamiento y el deterioro de las instalaciones y medios donde se tratan. Además existen dificultades con el estado técnico insatisfactorio de redes de acueducto y alcantarillado, consecuencia de largos tiempos de explotación y falta de mantenimiento y reparación, así como del deterioro del servicio público a favor del fácil acceso y dificultades para realizar una más efectiva vigilancia de la calidad.
- Contaminación de cuerpos de agua tanto terrestres como marinas y del suelo por residuales líquidos de industrias, actividad agropecuaria, entidades de servicios y de los asentamientos humanos, aún cuando existan redes de alcantarillado, al no contarse siempre con sistemas para el tratamiento de esas aguas residuales.
- Problemas con la recolección de desechos sólidos domésticos y en su disposición final, proliferación

de microvertederos, mal estado técnico y problemas en la operación de los vertederos. La mezcla de desechos industriales y de otras instalaciones con los domésticos, insuficientes y no adecuados vertederos para estos tipos desechos, al igual que para los peligrosos. Esta situación se agrava por manifestaciones de indisciplina social y de insuficiente cultura ambiental, por parte de la población y de empresas e instituciones.

- Existencias de áreas deforestadas y áreas verdes, así como afectaciones a los suelos de espacios públicos, parques, jardines vecinales, áreas de protección de cauces y cuerpos de agua por falta de mantenimiento, atención y cuidados.
- Contaminación del aire por emisiones de industrias y otras instalaciones de producción y servicios, sin sistemas de tratamientos, mal ubicadas, con obsolescencia tecnológica e indisciplina tecnológica en sus procesos productivos y de servicios. La quema, el uso y la utilización de algunos combustibles para la cocción de los alimentos, afectan también la calidad del aire.
- Contaminación sónica por actividades industrial, comercial y de servicio y por la población, debido a violaciones de las normativas establecidas, sobre pasando los niveles admisibles y de las normas de convivencia social.
- Algunas migraciones no controladas, la creación de viviendas improvisadas, el hacinamiento, y el mal estado constructivos de viviendas constituyen también en algunas zonas urbanas causas que agudizan algunos de los problemas señalados.

Hay que considerar también que manifestaciones de conductas inadecuadas desde el punto de vista social, como la no-incorporación al trabajo, hechos delictivos y otras actividades ilegales, afectan directa e indirectamente el medio ambiente urbano, tanto por sus impactos en lo social, lo económico y lo ecológico.

La solución de algunos de los problemas anteriormente señalados han transitado por dificultades dadas por limitaciones objetivas que han imposibilitado la realización de inversiones para mejorar la infraestructura de algunos servicios básicos como: sistema de acueducto y alcantarillado, de drenaje fluvial, recolección de desechos sólidos y solución de residuales procedentes de procesos productivos e industriales, entre otros. No obstante, hay que reconocer que la insuficiente cultura ambiental no posibilita en ocasiones o no contribuye a la mitigación y solución de muchos de esos problemas.

Es por ello que se requiere profundizar en la integración de la dimensión ambiental en la gestión urbana, promover una mayor participación ciudadana en las soluciones de los problemas existentes y desarrollar un amplio programa de educación ambiental.