

Medio ambiente

nivel I



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Puertos del Estado



Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN A LA COMPETENCIA DEFINIDA COMO PRL	2
1. INTRODUCCIÓN GENERAL DEL CURSO	4
2. INTRODUCCIÓN AL MEDIO AMBIENTE	5
2.1. Introducción.....	5
2.2. Conceptos básicos	5
3. CONTAMINACIÓN	10
3.1. Introducción.....	10
3.2. Conceptos básicos	10
3.3. Tipos de contaminación.....	15
4. DETERIORO DEL MEDIO NATURAL	40
4.1. Introducción.....	40
4.2. Biodiversidad	40
4.3. Recursos naturales.....	47
5. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS: ASPECTOS TÉCNICOS.....	52
5.1. Introducción.....	52
5.2. Los residuos	52
5.3. Técnicas aplicadas a la gestión de residuos	64
6. TIPOS DE RESIDUOS Y SU GESTIÓN	97
6.1. Introducción.....	97
6.2. Residuos industriales	97
7. REFERENCIAS MEDIOAMBIENTALES DEL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE PUERTOS DEL ESTADO Y DE LA MARINA MERCANTE (TRLPEMM)	109

Introducción a la competencia definida como medio ambiente

Definición de la competencia

Conjunto de conocimientos de medición, evaluación y minimización de los impactos en el medio ambiente de las actividades realizadas por los agentes de la Comunidad Portuaria, así como de la normativa aplicable.

Conocimientos y capacidades definidas para esta competencia

- Buscar información relativa al medio ambiente.
- Comunicar anomalías detectadas en relación al medio ambiente producidas en el ámbito de su ocupación.

Objetivos de aprendizaje: ¿qué conocimientos y capacidades vas a alcanzar una vez estudiado el contenido del manual?

Este curso tiene como objetivos fundamentales:

- Revisar el vocabulario asociado (vertidos, contaminantes, residuos, etc.).
- Analizar conceptos básicos asociados a los residuos (aceites usados, polvo, humos, ruido, etc.) que se producen o se puedan producir en el ámbito de actuación.
- Sentar las bases que permitan un análisis básico de la normativa interna medioambiental aplicable a la ocupación.

1

Introducción general

1.1. Contextualización

En las últimas décadas el hombre ha alterado aceleradamente el equilibrio de la Naturaleza provocando una transformación acusada de su entorno: masificación, agotamiento de recursos, acumulación de residuos, contaminación, ruidos, etc., que llega a poner en peligro la salud y seguridad de sus habitantes.

Paralelamente a la aparición de estos problemas, ha ido surgiendo una preocupación social, política e incluso económica por el medio ambiente, como lo demuestra el gran número de congresos internacionales sobre este tema.

El Tratado de la Unión Europea exige que la protección y mejora del medio ambiente se integre en el conjunto de las políticas y actividades comunitarias, con vistas a promover un desarrollo sostenible.

Promover el desarrollo sostenible significa modificar y adaptar a nuevos modelos nuestro actual crecimiento, de tal manera que la sociedad europea de los próximos años verá cómo cambian sus formas de vida y de trabajo.

A través de estos convenios, tratados y conferencias, se consideró que la Educación Ambiental debe impartirse a personas de todas las edades, a todos los niveles y en los contextos de la enseñanza formal y de la no formal.

1.2. Objetivos generales

El desarrollo sostenible traerá nuevos sistemas de producción, nuevas relaciones, nuevos productos y mercados e, indudablemente, nuevos empleos.

Esta última afirmación fue resaltada ya por la Comisión Europea en 1997, preconizando que el medio ambiente sería en los próximos años uno de los nuevos yacimientos de empleo y por lo tanto la fuerza impulsora para llegar a una Unión Europea sostenible.

En este contexto, la formación ambiental constituye una pieza clave de cara a conseguir el objetivo de integración marcado por la Unión Europea, ya que a través de la misma es posible, por un lado, alcanzar una concienciación ambiental en el individuo, que le permita un uso prudente y racional de los recursos naturales, modificando los hábitos de comportamiento y de consumo, y, por otro, conseguir un nivel de cualificación de los trabajadores que les permita competir en un mercado en constante evolución.

Con este curso se pretende desarrollar una práctica educativa que trate de los problemas reales del medio ambiente y conseguir que quien realice el curso colabore en hacer que las cosas mejoren, contribuyendo así a la conservación del planeta.

La conservación del medio ambiente es tarea de todos y todas. Es fundamental hacer conscientes a todos los ciudadanos y ciudadanas de la importancia de nuestras actitudes cotidianas en la utilización de los recursos de nuestro entorno. El comportamiento individual es, pues, clave.

2 Introducción al medio ambiente

2.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- Distinguir los diferentes conceptos y términos que se utilizan habitualmente al referirnos al medio ambiente.
- Identificar las relaciones existentes entre el medio ambiente y el desarrollo económico y social en la actualidad. Conocer los elementos más comunes de riesgo dentro de la actividad laboral.

2.2. Conceptos básicos

Biosfera

La biosfera (también llamada medio físico) es la envoltura terrestre en la que desarrollan sus actividades los seres vivos.

Está formada por la troposfera (capa inferior de la atmósfera), la hidrosfera y el suelo (capa más superficial de la litosfera).

Ecosistema

Dentro de la biosfera se pueden delimitar unidades que reciben el nombre de ecosistemas.

Conviene saber...

La delimitación de los ecosistemas es arbitraria y sus límites son establecidos por los investigadores en función de la porción de biosfera (incluidos los organismos que viven en ella) que quieren estudiar y conocer.

Ejemplo. Una gota de agua, una porción de suelo, una charca, un bosque, una ciudad.

Un ecosistema se define como el conjunto formado por los seres vivos (biocenosis) y el medio físico (biotopo) en el que viven, así como las relaciones establecidas entre ambos.

Relaciones entre los seres vivos

Los seres vivos que forman la biocenosis establecen relaciones que pueden ser entre individuos de la misma especie (relaciones intraespecíficas) o entre individuos de especies diferentes (relaciones interespecíficas).

Ejemplo

Relaciones intraespecíficas. Competencia por un mismo territorio de caza por parte de dos águilas reales.

Relaciones interespecíficas. Depredación del lince ibérico sobre un conejo.

Conviene saber...

El conjunto de relaciones alimentarias (tróficas) entre las especies de una biocenosis recibe el nombre de cadena trófica (refleja el flujo de materia y energía en un ecosistema).

La Biocenosis

Engloba:

- Fitocenosis: son los organismos vegetales o flora.
- Zoocenosis: son los animales o fauna.

La Biocenosis está relacionada con los conceptos de:

- Organismo: es cada ser vivo en forma particular. Es un individuo. Un ejemplo sería una flor de cualquier especie.
- Población: conjunto de individuos de la misma especie que viven en una determinada área geográfica y en un momento dado. Un ejemplo serían las tencas de una charca, lobos de una provincia.
- Comunidad: conjunto de poblaciones de especies diferentes de animales y vegetales que viven en una determinada área geográfica y en un momento dado. Cuando se considera la comunidad de un determinado ecosistema este término es sinónimo de biocenosis.
- Nicho ecológico: función que desempeña una especie en un ecosistema. Un ejemplo sería el lince ibérico, un felino depredador que se alimenta principalmente de conejos.
- Hábitat: es el lugar en el que vive una especie. Un ejemplo sería el bosque mediterráneo, que es el hábitat del lince ibérico. Los hábitats se clasifican por formaciones vegetales, por formaciones geológicas o por las características físicas (en los medios acuáticos).

Relaciones entre los seres vivos y el medio físico

Los factores físicos afectan al desarrollo de los organismos y a su distribución.

Ejemplo

La trucha común requiere ríos de corriente rápida y aguas frías para su reproducción.

Los organismos determinan modificaciones en los factores físicos.

Ejemplo

El aporte de materia orgánica por parte de los árboles de un bosque (hojas y ramas caídas) mejora la estructura del suelo y su capacidad para mantener la vegetación.

Biotopo

El biotopo es el componente no vivo del ecosistema, es decir, el medio físico (troposfera, agua y suelo).

Puede ser descompuesto en una serie de factores (denominados factores físicos o abióticos).

Ejemplo

Temperatura del aire, temperatura del agua, humedad del suelo, velocidad de la corriente de agua.

El estudio de los ecosistemas lo realiza la ecología, que se define como la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y entre éstos y su medio físico.

El término fue propuesto por el zoólogo alemán Ernst Haeckel en 1869 en referencia al estudio de los seres vivos en su vida doméstica: Oecology, del griego oikos (hogar) y logos (tratado).

Durante el siglo XX, la ecología ha ido ganando peso específico hasta alcanzar el rango de ciencia y ha establecido unos principios que han trascendido el ámbito puramente científico para pasar a estar presentes en el conjunto de la sociedad y servir de base al desarrollo de movimientos sociales (ecologismo) y de políticas conservacionistas.

Medio ambiente

Cuando consideramos los seres vivos y el medio físico con relación a una determinada entidad surge el concepto de medio ambiente.

El medio ambiente es el marco o entorno vital en el que desarrolla su actividad una determinada entidad (un organismo, una población, una empresa, etc.) y abarca a los seres humanos, los animales, las plantas, los objetos, el agua, el suelo, el aire y las relaciones entre ellos.

Con respecto al medio ambiente se puede diferenciar:

- Medio natural. Es aquel medio ambiente cuyos componentes no han sido modificados (o lo han sido en pequeña medida) por parte del hombre.
- Medio antrópico. Es aquel medio ambiente cuyos componentes han sido intensamente modificados por parte del hombre.



3

Contaminación

3.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- distinguir los diferentes conceptos y términos que se utilizan habitualmente al referirnos a contaminación.
- identificar las causas y los efectos de la contaminación de las aguas.
- identificar las causas y los efectos de la contaminación acústica.
- identificar las causas y los efectos de la contaminación de los suelos.
- identificar las causas y los efectos de la problemática de los residuos.

3.2. Conceptos básicos

Agentes contaminantes

La contaminación es cualquier alteración desfavorable del medio ambiente como consecuencia de la incorporación al mismo de agentes por acción directa o indirecta del hombre.

Estos agentes reciben el nombre de contaminantes y pueden ser:

- **Sustancias**

Se trata de compuestos o materiales producidos por la actividad humana en los diferentes procesos industriales, urbanos o agrarios.

Ejemplo

En los domicilios particulares se generan residuos (denominados urbanos) formados por restos de comida, papel, cartón, plásticos, vidrio, etc.

- **Biodegradables**

Son aquellas que pueden ser descompuestas e incorporadas por el ecosistema (por la acción de bacterias y hongos principalmente).

Estas sustancias plantean problemas únicamente cuando su acceso al medio es superior a la capacidad de éste para degradarlas.

Ejemplo

Los excrementos producidos por una granja porcina son biodegradables y pueden ser utilizados como abono en los campos de cultivo.

- **No biodegradables**

Son aquellas que no pueden ser descompuestas por el ecosistema y que se bioacumulan (aumentan su concentración a lo largo de la cadena trófica).

Ejemplo

El DDT es un insecticida no biodegradable utilizado de forma masiva en los años 50 y 60 y que se acumula en los organismos acuáticos.

En aves que se alimentan de peces como los cormoranes se han detectado niveles de DDT hasta 500.000 veces superiores a las concentraciones del insecticida en el agua.

En esos casos, los cormoranes presentan un adelgazamiento en la cáscara de los huevos y una pérdida de puestas.

En la actualidad el uso de este compuesto está prohibido en muchos países.

- **Formas de energía**

Se trata de energía luminosa, energía acústica, energía térmica o radiaciones ionizantes.

Ejemplo

La descarga de agua caliente procedente de los sistemas de refrigeración de las centrales térmicas a la red fluvial es una contaminación térmica.

- **Microorganismos**

Se trata de bacterias, virus, protozoos y hongos con carácter patógeno (capacidad para producir una enfermedad).

Ejemplo

Las aguas residuales procedentes de los domicilios pueden presentar microorganismos que producen enfermedades en el hombre (que pasan a las heces desde el intestino de personas enfermas).

Es el caso de la bacteria SHIGELLA, responsable de la disentería bacilar.

Acceso de los contaminantes a la biosfera

La contaminación se produce cuando tiene lugar el acceso de los agentes contaminantes a la biosfera.

Se diferencia:

- Emisión. Es el acceso de contaminantes gaseosos a la atmósfera.
- Vertido. Es el acceso de contaminantes líquidos o pastosos (denominados efluentes) al medio acuático.
- Deposición. Es el acceso de contaminantes sólidos al suelo.

Efectos negativos

La contaminación provoca unos efectos negativos que se manifiestan en:

- Riesgos para la salud humana.

Ejemplo

Enfermedades auditivas provocadas por la contaminación acústica.

- Daños en los objetos e infraestructuras humanas.

Ejemplo

Deterioro de edificios provocado por la contaminación atmosférica.

- Alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas y en sus componentes.

Ejemplo

Muerte de los peces de un río provocada por la contaminación del agua.

Impacto ambiental

Cuando se consideran los efectos de una determinada acción humana sobre el medio ambiente surge el concepto de impacto ambiental.

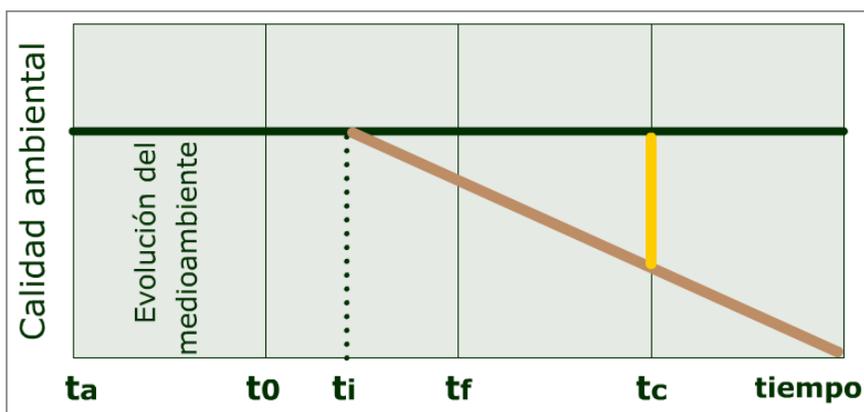
El impacto ambiental puede ser una contaminación o cualquier otra alteración (positiva o negativa).

Ejemplo

La construcción de una autopista provoca una serie de impactos:

- Eliminación de la vegetación y movimiento de tierras.
- Efecto de barrera para los animales terrestres.
- Contaminación acústica en las viviendas próximas.

Autopista que atraviesa una amplia zona boscosa:



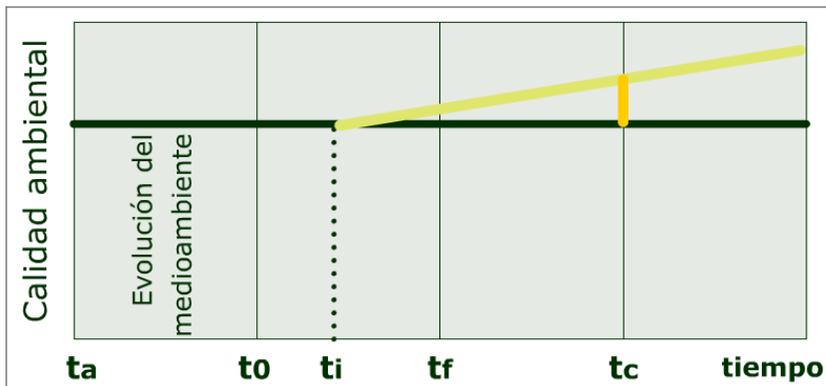
T_a = Momento actual
 T_0 = Mom. de inicio de la acción
 T_i = Mom. de inicio del impacto
 T_f = Mom. de finalización de la acción
 T_c = Mom. de interés considerado
— = Impacto ambiental

Impacto negativo:

- Tala de bosque.

- Pérdida de biodiversidad.
- Erosión de suelos en los taludes.
- Barrera artificial para los animales.

Autopista de circunvalación de una ciudad:



T_a = Momento actual
 T_0 = Mom. de inicio de la acción
 T_i = Mom. de inicio del impacto
 T_f = Mom. de finalización de la acción
 T_c = Mom. de interés considerado
— = Impacto ambiental

Impacto positivo:

- Evita congestiones de tráfico en el centro urbano.
- Disminución del tiempo de recorrido.
- Disminución de emisiones de contaminantes.
- Minimiza la contaminación acústica en el interior de la ciudad.

3.3. Tipos de contaminación

3.3.1. Contaminación atmosférica

La atmósfera es receptora de gran cantidad de agentes contaminantes (gases y partículas sólidas en suspensión) generados principalmente por el aprovechamiento energético de los combustibles fósiles (centrales térmicas, hornos, calderas, tráfico) y determinados procesos industriales.

Conviene saber...

La atmósfera se ve afectada por los agentes contaminantes principalmente en su capa inferior, la troposfera (que se extiende desde la superficie terrestre hasta una altura de 8 km. en los polos y de 18 km. en el ecuador).

El resultado es la aparición en el aire de sustancias extrañas o un aumento de los niveles de ciertos componentes habituales dando lugar a una contaminación.

Consecuencias de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica tiene la característica de que, aunque la emisión de los agentes contaminantes se produzca en un área reducida, sus efectos negativos pueden manifestarse a escala mundial.

- **Niebla fotoquímica**

La niebla fotoquímica es característica de ciudades con elevado tráfico (como Los Ángeles, Roma o Madrid) y días soleados.

Los tubos de escape de los automóviles emiten óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (C.O.V.) que, con la participación de los rayos solares, dan lugar a contaminantes como el ozono.

El ozono formado provoca irritación ocular y nasal, perturbaciones de la vista y dolores de cabeza.

- **Lluvia ácida**

La lluvia ácida es un fenómeno generado por la presencia en la atmósfera de altas cantidades de óxidos de azufre (procedentes de centrales térmicas, calderas y hornos) y de óxidos de nitrógeno (procedentes del tráfico).

Al entrar en contacto con las gotas de agua forman ácidos (ácido sulfúrico, ácido nítrico) que provocan una bajada en el pH de la lluvia (por debajo de 6).

Los efectos de la lluvia ácida son:

- Acidificación del suelo y del medio acuático.
- Degradación y muerte de la vegetación.
- Reducción de las cosechas agrícolas.
- Disminución de la fauna.
- Alteración de las fachadas de edificios y monumentos.

Conviene saber...

Las lluvias ácidas se comenzaron a detectar a comienzos de los años 50 en los países escandinavos (Finlandia, Suecia, Noruega) y en los años 60 afectaron en gran medida a los bosques de Europa Central (Alemania, Suiza, Checoslovaquia).

Es una contaminación de características transfronterizas, es decir, los efectos negativos se manifiestan en países diferentes a los que han generado los agentes contaminantes.

Ejemplo.

Las lluvias ácidas que afectan a los países escandinavos se deben en gran medida a emisiones producidas por Alemania y el Reino Unido.

- **Disminución de la capa de ozono**

La capa de ozono u ozonosfera se encuentra localizada en la estratosfera (capa siguiente a la troposfera) entre los 20 y 30 km. de altura.

Conviene saber...

No debe confundirse el ozono de la estratosfera con el ozono que aparece en la troposfera y que alcanza niveles perjudiciales como consecuencia de la niebla fotoquímica.

Las moléculas de ozono que la forman absorben una gran parte de la radiación ultravioleta del espectro solar y actúan como un auténtico filtro protector de la vida sobre la superficie del planeta.

Fue en 1974 cuando dos científicos estadounidenses alertaron sobre el efecto destructor del ozono estratosférico por parte de los gases CFCs (compuestos clorofluorocarbonados muy estables) utilizados como propelentes en los aerosoles, como refrigerantes (en aparatos frigoríficos) y como espumantes.

Conviene saber...

La primera llamada de atención sobre la posibilidad de un deterioro de la ozonosfera tuvo lugar en los años 60, cuando surgió el temor de que los NOx emitidos por los motores de los aviones a reacción que vuelan a gran altura provocaran una destrucción de las moléculas de ozono.

En este sentido, se limitó la altura de los vuelos a unos 15 km.

Al alcanzar la ozonoesfera, estos gases liberan átomos de cloro (por acción de los rayos ultravioletas) que provocan la ruptura de las moléculas de ozono (un solo átomo de cloro puede destruir hasta 100.000 moléculas de ozono).

El resultado es un adelgazamiento de la ozonoesfera que se manifiesta sobre todo en la Antártida (hasta un 40%) y un incremento de la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre.

Este incremento determina alteraciones genéticas y trastornos en los organismos (el fitoplancton marino se ve afectado en gran medida) y enfermedades en el hombre (cánceres de piel, cegueras).

Conviene saber...

En 1978 se prohibió en EE.UU. el uso de CFCs como propelentes en los sprays. La medida supuso una disminución del 40% de emisión de estos gases a la atmósfera, pero el incremento de su utilización como refrigerantes hizo que en 1984 se volviera a los niveles anteriores.

En 1996 se establece la supresión completa del uso y fabricación de los compuestos clorofluorocarbonados pero, debido a su alta estabilidad química en la atmósfera (entre 60 y 400 años), la acción destructiva del ozono se prolongará durante largo tiempo.

Además, los países menos desarrollados tienen un plazo más amplio para eliminar el uso de CFCs.

Los productos que se están utilizando como sustitutos son los HCFCs (compuestos hidroc fluorocarbonados) que tienen un menor impacto sobre la capa de ozono.

- **Efecto invernadero**

De forma natural, la atmósfera ejerce un papel regulador de la temperatura media sobre la superficie de la Tierra situándose en torno a los 15^o C.

Conviene saber...

Si la atmósfera no tuviera las características actuales y no ejerciera un papel regulador, la temperatura media sobre la superficie de la Tierra se situaría en -18^o C.

Este papel regulador recibe el nombre de efecto de invernadero natural y se debe a la absorción, por parte del dióxido de carbono (CO₂) y del vapor de agua de la atmósfera, de la radiación solar que se refleja en la superficie terrestre.

Como consecuencia de las actividades humanas se ha producido un incremento de la presencia a nivel atmosférico de determinados gases generando un efecto invernadero artificial que suma su acción al efecto invernadero natural.

El efecto invernadero artificial también se ve favorecido por:

- Incremento de la radiación solar reflejada debido a la deforestación y al desarrollo urbanístico:
- La cantidad de radiación solar reflejada por la superficie terrestre es mucho mayor en aquellos terrenos desprovistos de vegetación u ocupados por las infraestructuras humanas.
- Desaparición de sumideros naturales de CO₂:
- La destrucción de los bosques (sobre todo los tropicales) supone una reducción importante en la absorción de CO₂ por parte de la masa forestal (en la fotosíntesis).

Los gases implicados reciben el nombre de G.E.I. (gases de efecto invernadero) y son los siguientes:

- CFCs. Participan en un 25%. Estos gases, además de destruir el ozono a nivel estratosférico, tienen capacidad de absorción de la radiación reflejada por la superficie terrestre.
- Óxido nitroso (N₂O). Participa en un 10%. Se libera a la atmósfera por la quema de biomasa (árboles, matorral, etc.).
- Dióxido de carbono (CO₂). Participa en un 50% en el efecto invernadero artificial. Se libera por la respiración de los seres vivos y en todos los procesos de combustión. La actividad humana, principalmente por la utilización de combustibles fósiles (carbón y petróleo), ha provocado un aumento de las emisiones de este gas a la atmósfera. La responsabilidad de este incremento recae en un 94% en los países industrializados.
- Metano (CH₄). Participa en un 15% en el efecto invernadero artificial. Es un gas que se genera por la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (degradación de residuos agrícolas y ganaderos) y en la extracción de carbón y de gas natural.

- **Consecuencias del efecto invernadero artificial**

- ✓ Aumento de la temperatura y cambio climático.

Es difícil establecer la evolución futura de las temperaturas terrestres y las características del cambio climático que generaría el efecto invernadero artificial.

Los datos termométricos de este siglo establecen un aumento de 0,3°C entre 1920 y 1940, una disminución de 0,2°C entre 1940 y 1970 y un nuevo incremento de 0,3°C en la década de los 80.

De continuar esta tendencia, los científicos pronostican un aumento de 2°C en la temperatura global de la Tierra para el año 2030 y de 3-4°C para el año 2100.

Conviene saber...

Durante los últimos 100 años, el nivel de los océanos se ha elevado una media de 10-15 cm. en todo el planeta, principalmente debido al deshielo de los glaciares y a la expansión térmica de los mares. Esto se ha traducido en que algunas pequeñas islas del Pacífico sur han desaparecido bajo las aguas o están camino de ello.

El aumento de temperatura daría lugar a un deshielo a nivel de los casquetes polares, una subida del nivel del mar y una variación en la distribución del clima.

✓ Alteración de los ecosistemas.

El cambio climático supone una modificación de los biotopos con la consiguiente repercusión en la distribución de las especies.

La velocidad a la que se están produciendo estas modificaciones impide la adaptación de los organismos a las nuevas condiciones (al contrario de lo que ocurrió en el pasado cuando los cambios climáticos se manifestaban de

forma paulatina durante largos periodos de tiempo) y puede determinar la extinción de muchas especies.

Algunos investigadores están descubriendo evidencias del cambio climático y de sus efectos sobre las poblaciones de organismos.

3.3.2. Contaminación acústica

La contaminación acústica es debida a la existencia en una determinada zona de unos niveles de ruido que suponen un riesgo para la salud de las personas.

El decibelio (dB) es la unidad que mide la intensidad de un sonido (el umbral de audición para el oído humano se establece para un sonido de 0 dB).

La contaminación acústica es una problemática ambiental frente a la cual la población está muy sensibilizada, especialmente en áreas residenciales y en las proximidades de escuelas y hospitales.

Las medidas aplicadas son la colocación de pantallas anti-ruido y el aislamiento de los edificios mediante dobles ventanas y reforzamiento de las fachadas.

- **Consecuencias de la contaminación acústica**

Los ruidos lógicamente provocan contaminación ambiental, y en el hombre pueden ocasionar desde molestias a daños más serios. Algunos efectos pueden ser: dolor de cabeza, dificultad para dormir, defectos auditivos, tensión nerviosa, etcétera.

El ruido, como agente contaminante, no sólo puede generar daños al sistema auditivo, como el trauma acústico o la hipoacusia, sino que puede causar efectos sobre:

- Sistema cardiovascular, con alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo coronario, hipertensión arterial y excitabilidad vascular por efectos de carácter neurovegetativo.
- Glándulas endocrinas, con alteraciones hipofisarias y aumento de la secreción de adrenalina.
- Aparato digestivo, con incremento de enfermedad gastroduodenal por dificultar el descanso.
- Otras afecciones, por incremento inductor de estrés, aumento de alteraciones mentales, tendencia a actitudes agresivas, dificultades de observación, concentración, rendimiento y facilitando los accidentes.
- También puede provocar irritación, pérdida de la concentración, de la productividad laboral, alteración del sueño, etc.

3.3.3. Contaminación de las aguas

El medio acuático ha sido receptor, tradicionalmente, de los vertidos (aguas residuales) procedentes de las poblaciones y de las industrias.

Estos efluentes generan graves problemas de contaminación a los que hay que unir aquellos derivados de accidentes (mareas negras) o de la actividad agraria.

La contaminación afecta a las aguas continentales (arroyos, ríos y lagos), a las aguas subterráneas (acuíferos) y a las aguas marinas (mares y océanos).

- **Aguas continentales**

- ✓ Las aguas de arroyos, ríos y lagos se encuentran afectadas por:
- ✓ Vertidos urbanos: Se producen cuando los núcleos de población no depuran sus aguas residuales o lo hacen de forma inadecuada y el principal agente contaminante que aportan es materia orgánica (heces y restos de comida).
- ✓ Vertidos industriales: Son debidos a industrias que no depuran sus aguas residuales o lo hacen de forma inadecuada (en algunos casos aprovechan tramos poco frecuentados de los ríos para realizar vertidos ilegales).
- ✓ Vertidos agrícolas: Se producen como consecuencia del arrastre por parte del agua de escorrentía (procedente de la lluvia) y del agua de riego de productos aplicados a los cultivos con el fin de mejorar la producción plaguicidas y fertilizantes.

Conviene saber...

Los vertidos agrícolas tienen una característica particular ya que no se producen en un punto concreto sino que se generan por un arrastre en las superficies de cultivo.

La contaminación que provocan se denomina contaminación difusa en contraposición de la producida por los vertidos urbanos e industriales que recibe el nombre de puntual.

Los plaguicidas que plantean problemas son principalmente aquellos no biodegradables que se acumulan a lo largo de la cadena trófica.

Ejemplo

Plaguicidas organoclorados como el DDT (utilizado como insecticida) o el diclorofenoxiacético

- **Aguas subterráneas**

Es la contaminación que afecta a las aguas presentes en los acuíferos.

Se debe a vertidos urbanos, industriales y agrícolas que acceden a las aguas subterráneas a través del suelo (por infiltración) o a través de pozos.

También se puede producir el acceso de los vertidos a un acuífero al quedar al descubierto por la extracción de áridos en graveras.

- **Aguas marinas**

La contaminación de las aguas marinas afecta principalmente a la plataforma continental (zona próxima a los continentes en la que se concentra el 90% de las capturas) y sus efectos son más graves en mares con escasa renovación de sus aguas (Mar Mediterráneo, Mar Negro, Mar Caspio, Mar Báltico).

Se debe a:

- ✓ Vertidos urbanos. Cuando la descarga de la red de alcantarillado se realiza directamente al mar sin un proceso previo de depuración.
- ✓ Vertidos industriales. Cuando las industrias vierten sus aguas residuales al mar sin depurar.

- ✓ Residuos sólidos. Es la eliminación de basura y elementos sólidos en las aguas marinas.
- ✓ Vertidos de petróleo y derivados. El vertido de estos compuestos tiene lugar como consecuencia de:
 - Accidentes de barcos petroleros y pozos de extracción: provocan grandes mareas negras y suponen entre el 6% y el 10% de los vertidos totales.
 - Pequeños vertidos: son los responsables del 90-94% de la contaminación marina por petróleo y sus derivados. Incluye:
 - Desechos de aceites usados arrojados al mar.
 - Fugas en operaciones de carga y descarga de petróleo.
 - Fugas en perforaciones de pozos de extracción.
 - Lavado de las cisternas de los petroleros: es una operación realizada de forma ilegal fuera de las estaciones de limpieza de los puertos.
 - Lastrado de petroleros: los petroleros no pueden navegar con los tanques vacíos debido a la inestabilidad que presentan y a una inadecuada inmersión de las hélices. Los tanques se llenan de agua y ésta es descargada antes de llegar a puerto (el agua incorpora restos de petróleo).
- ✓ Residuos radiactivos. El mar ha sido utilizado para la eliminación de residuos radiactivos en bidones metálicos rellenos de cemento y asfalto.

Entre 1967 y 1982, 85.000 toneladas de residuos radiactivos fueron arrojadas en el Atlántico noreste, relativamente cerca de las costas gallegas.

Desde 1991 este tipo de vertidos está prohibido.

- **Consecuencias de la contaminación de las aguas**

Las consecuencias que los vertidos, los accidentes o la actividad agraria, tienen sobre el medio acuático, son:

- **Aguas continentales.**

Las consecuencias de la contaminación en aguas continentales viene determinada por:

- **Vertidos urbanos**

Al acceder a las aguas, dicha materia orgánica es degradada por bacterias con gran consumo de oxígeno.

En verano, cuando los ríos presentan un caudal bajo y la temperatura del agua es alta, un vertido de estas características reduce drásticamente el oxígeno y se produce la muerte de peces y otros organismos acuáticos.

Las heces también presentan microorganismos de origen intestinal que pueden provocar enfermedades en el hombre y alterar la potabilidad del agua.

Ejemplo. El cólera es una enfermedad producida por la bacteria VIBRIO CHOLERAEE, cuyo contagio tiene lugar como consecuencia de la ingestión de aguas contaminadas por heces de individuos enfermos o portadores del citado agente infeccioso.

➤ Vertidos industriales.

Los contaminantes que aportan son muy variados y en muchos casos de alta toxicidad.

Ejemplo. Los aceites usados forman una película sobre la superficie del agua que impide el intercambio de oxígeno y dificultan el paso de la luz (afectando al fitoplancton).

Algunos de ellos son muy tóxicos.

➤ Vertidos agrícolas.

Los fertilizantes (sobre todo los fertilizantes químicos a base de nitrógeno y de fósforo) provocan un incremento de nutrientes en el medio acuático que origina un crecimiento desmesurado del fitoplancton, las algas y otras plantas acuáticas.

Como consecuencia de este crecimiento se acumula materia orgánica en los fondos y el oxígeno disminuye en gran medida por su degradación.

Este proceso recibe el nombre de eutrofización y afecta en gran medida a la supervivencia de la fauna de ríos y lagos.

Ejemplo. También provocan eutrofización determinados detergentes (presentes en vertidos urbanos e industriales) que contienen compuestos de fósforo (fosfatos).

Esta es la razón por la que se recomienda la utilización de detergentes sin fosfatos.

- **Aguas subterráneas**

Las consecuencias de la contaminación de las aguas subterráneas son muy graves ya que se utilizan en gran medida para el consumo humano (el 22% de los municipios de más de 20.000 habitantes y el 70% de aquellos de población inferior) y para el riego.

Ejemplo

Si los nitratos (compuestos de nitrógeno procedentes de vertidos agrícolas) alcanzan niveles elevados en el agua de uso doméstico, ésta pasa a ser no potable.

Se ha establecido que los nitratos dan lugar a nitritos por acción de bacterias presentes en el estómago y en la vejiga urinaria y que estos nitritos se transforman a su vez en compuestos que tienen un efecto cancerígeno en hígado y estómago.

- **Aguas marinas.**

- Vertidos industriales

Ejemplo

En la bahía de Minamata (Japón), entre 1953 y 1971, se produjeron 48 muertes y lesiones neuronales en los habitantes de la costa como consecuencia del consumo de pescado que había acumulado mercurio procedente de una industria que vertía a dicha bahía.

En el Mar Mediterráneo se han detectado niveles elevados de mercurio en el atún rojo y en el pez espada.

➤ Residuos sólidos

Ejemplo

Las bolsas de plástico son ingeridas por las tortugas marinas al confundirlas con medusas (que forman parte de su dieta).

Estas bolsas provocan una obstrucción en su estómago y muerte por desnutrición.

➤ Vertidos de petróleo y derivados

Conviene saber...

El petróleo y sus derivados forman una película sobre la superficie del agua (1 tonelada de petróleo se extiende en 12 Km. cuadrados) y provocan los siguientes efectos:

- ✓ Limita el paso de luz afectando al plancton y a los organismos del fondo.
- ✓ La mezcla del petróleo con partículas sólidas en suspensión forma alquitrán que se deposita en los fondos marinos eliminando la flora y la fauna.
- ✓ Los componentes no biodegradables del petróleo se concentran en organismos filtradores como los moluscos. Algunos de ellos presentan una gran toxicidad para el hombre en un consumo posterior.

- ✓ Mortalidad en las formas larvarias y en los alevines de caracoles, almejas, calamares y peces. En los individuos adultos se observan cambios en el comportamiento. Ej.: peces de profundidad que aparecen en la superficie, cangrejos que pierden el instinto de huida.
- ✓ Alteración en el comportamiento migratorio de ballenas y delfines.
- ✓ Acumulación del petróleo entre los bloques de hielo que constituyen los respiraderos de focas y morsas.
- ✓ Daños en la pared intestinal y en el hígado de focas y de tortugas marinas.
- ✓ Las aves marinas sufren sobre la mancha de petróleo un ascenso de su línea de flotación por la menor densidad del mismo, pudiendo llegar a ahogarse. Asimismo, los hidrocarburos que componen el petróleo presentan una gran afinidad por las grasas que recubren el plumaje y alteran su función impermeabilizante y aislante. Las características mecánicas y aerodinámicas de las alas se modifican impidiendo el vuelo y la capacidad visual disminuye. La ingestión del petróleo en el intento de limpiar las plumas da lugar a alteraciones digestivas y efectos tóxicos.

3.3.4. Contaminación del suelo

El suelo es el sustrato físico y nutritivo de la vegetación y el soporte para el asentamiento del urbanismo, las industrias y las infraestructuras humanas.

Características

- **Escasa capacidad de dilución**

El suelo, al contrario que los medios acuáticos o la atmósfera, tiene una escasa capacidad de diluir los agentes contaminantes que acceden al mismo.

Conviene saber...

Cuando se depositan agentes contaminantes en el suelo, sus partículas sólidas no pueden disolverlos o dispersarlos como ocurre con un vertido realizado en un río o los gases emitidos por una chimenea.

- **Transferencia**

El suelo mantiene una amplia interacción con los otros dos componentes del medio físico.

Recibe deposiciones atmosféricas y transfiere contaminantes (por escorrentía e infiltración) al medio acuático.

También hay que considerar que los contaminantes presentes en el suelo pueden ser incorporados por las plantas por absorción y desde éstas pasar al resto de la cadena trófica.

- **Retención de agentes contaminantes**

El suelo presenta una gran capacidad para la captación y la retención de sustancias, algunas de las cuales pueden ser contaminantes.

Fuentes de contaminación

- **Actividades industriales**

A continuación se van a tratar las causas de la contaminación del suelo que pueden generar las instalaciones industriales y los principales agentes contaminantes de origen industrial.

Contaminación del suelo como consecuencia de:

- derrames procedentes de tanques, cisternas, tuberías, etc. Siempre está relacionada con mal estado de los dispositivos.

Ejemplo.

Los depósitos subterráneos de almacenamiento de combustibles (gasolina, gasóleo, fuel-oil) pueden presentar fugas que acceden al suelo.

- derrames en áreas en las que se disponen bidones (con los productos fabricados o productos de deshecho), materiales en desuso, residuos de la actividad, etc.
- infiltraciones en balsas destinadas al almacenamiento o tratamiento de vertidos industriales. Se producen cuando su diseño no es el adecuado y no están impermeabilizadas.

- **Agentes contaminantes de origen industrial**

- Combustibles líquidos: son hidrocarburos utilizados en motores de explosión o para generar calor. Incluye las gasolinas, el gas-oil y el fuel-oil (todos ellos obtenidos a partir del refinado del petróleo).
- Aceites y grasas: compuestos utilizados como lubricantes en las maquinarias.
- Policlorobifenilos (PCBs): son compuestos orgánicos dorados, de gran viscosidad, utilizados como refrigerantes y en transformadores a nivel industrial. Presentan una elevadísima persistencia en el medio (no son biodegradables) y son cancerígenos.
- Metales pesados: se generan en la industria metalúrgica y de transformados metálicos. Incluye los siguientes elementos: arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, mercurio, níquel y zinc.

- **Actividades mineras**

Las explotaciones mineras generan efluentes y lodos de carácter contaminante que deben ser recogidos en presas o balsas con un fondo impermeable (de arcillas o material plástico) para evitar infiltraciones en el terreno.

Cuando las condiciones de las balsas no son las adecuadas se produce la contaminación del terreno subyacente y de las aguas subterráneas.

Las minas de cobre y hierro generan unos efluentes con un pH muy ácido (en torno a 2) y niveles elevados de zinc, cobre, hierro y aluminio.

- **Deposición de residuos**

El depósito de residuos urbanos en el suelo es una práctica habitual como medida de gestión por parte de la administración.

Este depósito se realiza en vertederos que deben cumplir una serie de condiciones entre las que destaca que la superficie sobre la que se disponen los residuos sea impermeable.

En el caso de que el vertedero o el depósito de residuos sea ilegal, el riesgo de contaminación es muy elevado.

Consecuencias de la contaminación del suelo

La contaminación del suelo puede provocar efectos en la salud de las personas cuando los contaminantes presentes en el mismo pasan al aire que se respira, al agua de bebida y a las plantas y animales que forman parte de la alimentación humana.

- Consecuencias derivadas de las actividades industriales

Las plantas pueden acumular metales pesados. Si se trata de vegetales de consumo animal (forraje), los metales pasan al ganado y después al hombre. También pueden afectar al hombre por consumo directo de vegetales (frutas, legumbres, etc.).

La ingestión de alimentos con niveles elevados de cadmio provoca alteraciones en el aparato digestivo que cursan con náuseas y dolor abdominal. A dosis bajas provoca una alteración de la función renal y en el sistema óseo (el cadmio interfiere con el metabolismo del calcio). Asimismo se considera cancerígeno.

- Consecuencias derivadas de las actividades mineras

El mal diseño de las balsas o de las presas que albergan los residuos de la actividad minera puede desembocar en accidentes como el ocurrido en Aznalcóllar y que afectó al entorno de Doñana.

Las plantas se ven afectadas en gran medida por el zinc y el cobre determinando la muerte de la vegetación a dosis elevadas como consecuencia de una inhibición en el crecimiento de las raíces. Con niveles más bajos provocan efectos de carácter crónico como alteraciones del crecimiento.

- Consecuencias derivadas de la deposición de residuos

El agua de lluvia arrastra componentes contaminantes de los residuos que, si no son retenidos por un fondo impermeable, contaminan el terreno y el medio acuático.

3.3.5. Residuos

Gran parte de los agentes contaminantes que afectan a la atmósfera, a las aguas y al suelo son residuos, es decir, sustancias o materiales desechados por carecer de valor inmediato y que se generan como sobrantes de las diferentes actividades humanas.

Los residuos urbanos son los producidos en los núcleos de población e incluyen:

- Residuos domiciliarios. Son los generados en las casas particulares (restos de comida, papel, cartón, plásticos, vidrios, etc.). Cada habitante produce por término medio 1 kg. de basura al día.
- Residuos de limpieza de los servicios municipales. Son aquellos procedentes de las labores de limpieza de las calles y

acondicionamiento de la vía pública (papeles, animales muertos, hojas caídas de los árboles, etc.).

- Residuos de construcciones y demoliciones. Son aquellos procedentes de las obras de reforma, reparación, construcción y demolición de edificios (ladrillos, madera, cascotes, cerámicas, etc.).
- Residuos comerciales. Son aquellos generados por comercios, oficinas y empresas de servicios (papeles, cartón, envases, etc.).

Los residuos constituyen un grave problema ambiental debido a las siguientes causas:

- La producción de residuos se incrementa año tras año debido al desarrollo industrial y al aumento del consumo.
- Paralelamente se generan nuevos compuestos con efectos desconocidos para el hombre y para el medio ambiente. Se considera que durante el siglo XX se han sintetizado alrededor de 10 millones de nuevos compuestos químicos.
- Cuando los residuos son liberados a la biosfera sin control se comportan como agentes contaminantes.
- Determinados residuos tienen un carácter de peligrosidad por la posesión de unas características que determinan una amenaza grave y directa para la salud de las personas y para el medio ambiente.

Ejemplo

Las pilas eléctricas tipo botón presentan mercurio, que es un metal pesado tóxico para el hombre y para los animales.

Rechazo de los ciudadanos a que determinadas instalaciones para el tratamiento o el depósito de los residuos se localicen en sus proximidades.

Ejemplo

La incineración es una técnica de eliminación de residuos basada en su combustión controlada.

Se trata de unas instalaciones muy criticadas por parte de los vecinos de zonas residenciales próximas y de los grupos ecologistas debido a la emisión de olores y de dioxinas.

- La inexistencia de soluciones definitivas en la gestión de determinados residuos.

Ejemplo

Los residuos radiactivos son aquellos que presentan núcleos que se desintegran emitiendo radiaciones, las cuales provocan (a partir de ciertas dosis) alteraciones genéticas y cáncer.

La emisión la realizan durante mucho tiempo (hasta decenas de miles de años en el caso del combustible gastado de las centrales nucleares) y es muy difícil establecer un sistema que evite de forma permanente el peligro.

En la actualidad se está optando por un enterramiento a gran profundidad (para el combustible gastado) con el fin de evitar el acceso de los radionúcleos a la biosfera.

Conviene saber...

Es necesario desarrollar una gestión adecuada de los residuos para impedir su acceso al medio ambiente o bien establecer que dicho acceso se produzca en condiciones tales que no generen efectos perjudiciales para el hombre y el medio ambiente.

4 Deterioro del medio natural

4.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- reconocer el deterioro del medio natural: la pérdida de la biodiversidad en el mundo y el agotamiento de los recursos naturales.
- identificar las causas del deterioro del medio natural.
- reconocer las consecuencias del deterioro del medio natural.
- apreciar los valores y recursos naturales, globales y locales, como elementos esenciales a proteger y conservar.

4.2. Biodiversidad

4.2.1. Concepto de biodiversidad

La biodiversidad es la variedad de manifestaciones de vida existentes en la Tierra.

De forma habitual se utiliza como sinónimo de la diversidad de especies que pueblan el planeta pero en realidad se trata de un concepto mucho más amplio que también engloba:

- Diversidad de genes. Es la variabilidad genética de los individuos que pertenecen a una misma especie por la cual no son totalmente idénticos entre sí y presentan determinadas diferencias (de tamaño, de color, etc.).

- **Diversidad de especies.** Es la variabilidad de especies que pueblan el planeta.
- **Diversidad de ecosistemas.** Es la variedad de biotopos y biocenosis en los que las especies establecen unas relaciones características y desarrollan una determinada función.

Conviene saber...

Los valores más altos de biodiversidad se encuentran en las selvas tropicales y se considera que albergan más de la mitad de las especies animales y vegetales del planeta (algunas de ellas aún no descubiertas).

España presenta la mayor biodiversidad de Europa al contar con 8.000-9.000 especies de plantas y 50.000-60.000 especies de animales.

Muchas de ellas son endémicas, es decir, su distribución se restringe a la península Ibérica o a las islas Canarias.

4.2.2. Principales amenazas a la biodiversidad

La biodiversidad puede verse amenazada por diferentes causas. Las principales son:

- **Destrucción de hábitats**

La destrucción de hábitats supone la desaparición o la degradación de los lugares en los que viven las diferentes especies.

Tiene lugar como consecuencia de:

- Ocupación del territorio por parte del urbanismo y de las infraestructuras humanas.

Ejemplo

Desarrollo turístico de las zonas costeras.

Conviene saber... Determinadas infraestructuras humanas (autopistas, líneas de alta velocidad, embalses) provocan una fragmentación del hábitat y un aislamiento de las poblaciones al actuar como barreras que ciertas especies (mamíferos, reptiles, anfibios) no pueden atravesar.

Ejemplo

Las carreteras provocan la muerte por atropello de gran cantidad de animales.

- Explotación de los recursos naturales

Ejemplo

Explotaciones mineras a cielo abierto.

- Aprovechamiento agrícola y ganadero

Ejemplo

Desecación de zonas húmedas para la implantación de cultivos.

- Contaminación

Ejemplo

Acidificación de las aguas de un río como consecuencia de la lluvia ácida.

- **Tráfico de animales y plantas**

Determinadas especies están sometidas a un comercio ilegal para la fabricación de objetos de lujo (marfil, pieles), obtención de supuestos medicamentos en países orientales (cuerno de rinoceronte, huesos de tigre) o simplemente su uso como mascotas (primates, reptiles).

Generalmente se trata de animales y plantas en grave peligro de extinción (situación que incrementa su demanda como objeto de lujo, eleva su precio y desata la codicia de las mafias implicadas).

Conviene saber...

En España se han detectado redes de comercio ilegal relacionadas con la captura de pollos de halcón peregrino y otras rapaces para su utilización en cetrería y con el tráfico de huevos de especies en peligro de extinción como el águila imperial ibérica.

Se considera que el tráfico ilegal puede afectar a unas 20.000 especies vegetales y unas 2.000 animales en todo el mundo.

- **Introducción de especies exóticas**

Las especies exóticas son aquellas extrañas a la flora y fauna de un determinado lugar.

Su llegada a nuevos territorios se produce de forma accidental o intencionada (aprovechamiento económico, uso ornamental en jardines, mascotas, etc.).

La mayoría de las veces no prosperan (por falta de adaptación a las condiciones del medio) pero en ciertos casos la especie recién llegada coloniza o invade el territorio y desplaza a las especies autóctonas al competir con ellas por el alimento, los lugares de cría, etc.

Ejemplo

El cangrejo rojo americano fue introducido en las marismas del Guadalquivir por pescadores para su posterior aprovechamiento.

No sólo no tuvo problemas de adaptación, sino que se extendió por toda la península, desplazando al cangrejo de río autóctono por su mayor voracidad y por ser portador de una enfermedad infecciosa, la afanomicosis, producida por un hongo y que afecta al caparazón de la especie autóctona.

El cangrejo de río ibérico ha pasado de ser una especie abundante a encontrarse al borde de la extinción.

Ejemplo

La uña de gato (CARPOBROTUS EDULIS) es una planta muy utilizada en jardinería originaria de Suráfrica y que se introdujo en la isla de Menorca como ornamental en las urbanizaciones costeras a partir de los años 60.

Posteriormente se asilvestró y colonizó el medio natural con gran éxito.

En la actualidad se extiende por parajes costeros de la isla desplazando a la vegetación autóctona y convirtiéndose en la especie dominante.

- **Caza indiscriminada**

La caza causa graves daños en las poblaciones animales cuando se practica de forma furtiva y actúa sobre especies que cuentan con un número muy reducido de efectivos.

Ejemplo

El oso pardo continúa siendo considerado como un trofeo para ciertos cazadores sin escrúpulos que no dudan en abatirlo si se cruza delante de su puesto en una batida de jabalíes.

En muchos casos, la agresión a determinadas especies (rapaces, lince ibérico, gato montés) se justifica en base a su supuesto perjuicio para las piezas objeto de caza (perdices, conejos) sin tener en cuenta que la salud de un ecosistema se basa en la existencia de todos sus componentes y que la desaparición de los depredadores conduce a graves desequilibrios.

Conviene saber...

Una práctica que vuelve a aparecer con fuerza en determinados cotos es la colocación de cebos envenenados para exterminar cualquier tipo de depredador.

Nota

El caso más extremo de agresión a la biodiversidad por la caza fue la extinción de la paloma migratoria.

Se trataba del ave más común de Norteamérica y probablemente una de las más abundantes del mundo.

Cuando llegaron los primeros colonos europeos su población era de 3.000-5.000 millones de individuos.

Su caza fue tan intensa que el 24 de marzo del año 1900 fue abatido el último ejemplar en libertad y pocos años después se extinguía la especie definitivamente al morir en un zoológico una hembra que se mantenía en cautividad.

4.2.3. Consecuencias de la pérdida de biodiversidad

- **Reducción de la variabilidad genética.**

Cuando la población de una especie se reduce drásticamente se pierden combinaciones genéticas únicas y disminuye la capacidad de respuesta ante las posibles modificaciones del medio (pueden perderse variedades de genes que permitirían la adaptación a las nuevas condiciones).

Por otro lado, cuando se produce el aislamiento de poblaciones, se originan fenómenos de endogamia (reproducción entre un número reducido de individuos) que conducen a una uniformidad genética y a que se manifiesten alteraciones como una disminución en la fecundidad o una menor resistencia a las enfermedades.

- **Extinción de especies**

La extinción de una especie supone la pérdida irreversible de un grupo de organismos con una combinación genética única e irrepetible y que es resultado de miles de años de evolución.

Aparte de consideraciones éticas, esta desaparición conlleva la eliminación de una pieza del ecosistema (con el consiguiente desequilibrio en el medio natural) y una pérdida de recursos de posible interés para el hombre.

Ejemplo. La curación de muchas enfermedades puede estar en los principios activos elaborados por plantas de la selva amazónica que aún no conocemos y que podrían extinguirse por la destrucción del hábitat.

La extinción de una especie es un proceso que ha ocurrido de forma natural desde el origen de la vida sobre la Tierra pero nunca a la velocidad actual, la cual no permite el desarrollo de nuevas especies que ocupen los

nichos ecológicos que han quedado vacíos ni un desarrollo natural de la evolución.

Se considera que, de continuar la destrucción y degradación del medio natural como en la actualidad, a finales del siglo XXI habrán desaparecido el 70% de las especies.

Conviene saber...

Se calcula que entre 10.000 y 40.000 especies se extinguen anualmente.

4.3. Recursos naturales

4.3.1. Concepto de recurso natural

Los recursos naturales son todos aquellos bienes de la naturaleza utilizados por el hombre para satisfacer sus necesidades.

Ejemplo

Minerales, agua, pesca, etc.

Como consecuencia del aumento de población y del consumo, ciertos recursos pueden llegar a agotarse afectando al desarrollo del hombre y al medio ambiente en general.

Conviene saber...

El consumo de recursos naturales no es similar para todos los habitantes de la Tierra.

Un ciudadano del mundo desarrollado consume varios cientos de veces más recursos que uno del tercer mundo y, paralelamente, genera una cantidad ingente de residuos (se considera que el 20% de la población consume el 80% de los recursos naturales).

Estos residuos provocan contaminación, que a su vez afecta a ciertos recursos naturales (contribuyendo a su agotamiento).

4.3.2. Recursos no renovables

Son aquellos cuya explotación lleva consigo irremediablemente una disminución de las reservas disponibles.

Esto es debido a que su formación requiere periodos muy largos con respecto a la escala de tiempo de las actividades humanas.

Ejemplo

Los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo son recursos naturales no renovables ya que su formación requiere periodos muy largos de tiempo.

Las previsiones actuales establecen el agotamiento del petróleo en el plazo de 30-50 años, aunque siempre hay que tener en cuenta el posible descubrimiento de nuevos yacimientos y los avances tecnológicos para su explotación.

En cualquier caso, el carbón y el petróleo son dos fuentes de energía de gran carácter contaminante (reciben el nombre de energías sucias) como consecuencia de los gases que se generan en su combustión (responsables del cambio climático, de la lluvia ácida) y de accidentes durante su explotación y comercialización de gran impacto en el medio (como las mareas negras).

La no renovabilidad y el carácter contaminante establecen la necesidad de desarrollar otras formas de energía inagotables y limpias como la energía solar o la energía eólica.

4.3.3. Recursos renovables

Son aquellos que una vez aprovechados son susceptibles de volver a serlo pasado un periodo de tiempo relativamente corto.

Estos recursos son inagotables si se realiza un uso racional de los mismos.

El agotamiento se produce cuando la extracción o el consumo del recurso es superior a su tasa de renovación.

Ejemplo

Determinados bancos pesqueros están siendo sometidos a una sobreexplotación tal que el número de alevines que se incorporan a la edad adulta no llega a cubrir las bajas en la población.

Las capturas comienzan a disminuir y afectan cada vez a individuos de menor talla, agravando una situación que culmina en la esquilmación del banco pesquero y su abandono por una falta de rentabilidad.

Esta situación se ha producido con el bacalao y el arenque en el Atlántico norte y con la sardina en California.

Los bancos pesqueros también se encuentran afectados por la contaminación marina que es muy intensa en la plataforma continental (donde se concentra el 90% de las capturas).

El agua es un recurso que se renueva a través del ciclo hidrológico y que aparece en el planeta en una cantidad de 1.400 millones de kilómetros cúbicos.

Es un recurso escaso debido a:

- Su distribución.

Sólo un 3% de este agua es dulce y la mayoría se encuentra localizada en los casquetes polares y en los glaciares.

De esta forma, el agua para consumo se restringe a las aguas continentales y a las aguas subterráneas (un 0,017% y un 0,62% respectivamente).

También hay que tener en cuenta el reparto irregular de las precipitaciones en el territorio (se diferencia una España húmeda con excedentes hídricos y una España seca con déficit).

- El uso.

El consumo de agua por persona y día se establece en unos 150 litros en el uso doméstico, pero a esta cantidad hay que sumar el uso industrial (200.000 litros para fabricar una tonelada de acero o 500.000 litros para fabricar una tonelada de papel) y el uso agrícola (que supone el mayor porcentaje del consumo).

- La gestión inadecuada.

El uso del agua presenta deficiencias y desequilibrios como consecuencia de:

- Fugas en los sistemas de canalizaciones y riego.
- Ausencia de prácticas de ahorro en los hogares.
- Concentración urbanística en áreas secas: complejos turísticos con campos de golf en las zonas costeras del sur peninsular.
- Incremento de los cultivos de regadío (puede llevar a un agotamiento de los acuíferos).

- La contaminación.

La presencia de agentes contaminantes impide determinados usos del agua y reduce la cantidad utilizable del recurso.

Las aguas continentales pueden dejar de ser aptas para uso doméstico o para el riego como consecuencia de una contaminación por aguas residuales urbanas o industriales.

En los acuíferos próximos a la costa aparecen fenómenos de intrusión marina.

Se trata de una salinización de las aguas subterráneas por penetración del agua marina que tiene lugar en acuíferos en los que la sobreexplotación reduce la descarga hacia el mar invirtiéndose el flujo.

El incremento de sales en el agua dificulta su uso doméstico y para riego.

5

Gestión de los residuos: aspectos técnicos

5.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- Clasificar los residuos en base a su origen, peligrosidad y biodegradabilidad.
- Definir el sistema de tratamiento adecuado para cada tipo de residuo.
- Comparar y contrastar los diferentes sistemas de aprovechamiento y eliminación de los residuos.

5.2. Los residuos

5.2.1. Conceptos generales

Los residuos son cualquier sustancia o material desechado por carecer de valor inmediato o el sobrante de un proceso, operación o actividad.

La producción de residuos se incrementa año tras año como consecuencia del desarrollo industrial y del aumento del consumo.

Paralelamente se generan nuevos compuestos con efectos desconocidos para el hombre y para el medio ambiente.

Conviene saber...

Se considera que durante el siglo XX se han sintetizado alrededor de 10 millones de nuevos compuestos químicos.

Estas dos circunstancias hacen que la sociedad se enfrente a un número creciente de residuos, tanto en cantidad como en calidad, y que deba desarrollar una gestión de los mismos.

La gestión de los residuos se define como la aplicación coordinada por parte de la administración y de los diferentes sectores sociales y económicos de las técnicas y procedimientos más adecuados a la producción, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y depósito permanente de los residuos con el fin de reducir al máximo sus efectos perjudiciales para la salud del hombre y para el medio ambiente y cumplir la legislación vigente al respecto.

Esta gestión se enmarca dentro de un control activo de la contaminación en la fase control de los residuos.

Conviene saber...

Cuando los residuos son liberados a la biosfera se comportan como agentes contaminantes. La gestión de los residuos debe impedir su acceso al medio ambiente o bien establecer que dicho acceso se produzca en condiciones tales que no generen efectos perjudiciales para el hombre y el medio ambiente.

Nota

La gestión de los residuos no incluye la depuración de las aguas residuales urbanas ni el tratamiento de las emisiones, ya que su control presenta unos dispositivos técnicos, una legislación y una organización administrativa específica.

Sí interviene en la gestión de aquellos materiales y sustancias generados como consecuencia de dichos tratamientos:

Ejemplo

Fangos generados en la depuración de las aguas residuales urbanas.

Cenizas recogidas por el filtro de una chimenea.

La creciente producción de residuos es considerada en la actualidad uno de los factores limitantes del desarrollo como lo puede ser el agotamiento de los recursos naturales.

Esta consideración se establece en base a:

- Los costes que supone su gestión.
- Las dificultades técnicas que implica.
- El rechazo de los ciudadanos a que determinadas instalaciones para el tratamiento o el depósito de los residuos se localicen en sus proximidades.
- La inexistencia de soluciones definitivas en el tratamiento de determinados residuos.
- La imposibilidad técnica actual para reducir a cero los riesgos para la salud y para el medio ambiente de ciertos residuos.

5.2.2. Clasificación

Existen diferentes clasificaciones de los residuos según el criterio que se considere.

Criterios:

- **Origen**

Se diferencian:

- Residuos agrícolas. Son aquellos procedentes de la actividad agraria.

Ejemplo

Residuos generados por la aplicación de plaguicidas a los cultivos.

- Residuos ganaderos: Son aquellos procedentes de la actividad ganadera.

Ejemplo

Estiércol generado por una explotación de ganado bovino.

- Residuos urbanos: Son aquellos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y empresas de servicios.

Ejemplo

Restos de comida.

- Residuos industriales: Son aquellos procedentes de las diferentes actividades industriales.

Ejemplo

Taladrinas utilizadas en una industria de transformados metálicos.

- Residuos mineros: Son aquellos procedentes de las actividades mineras.

Ejemplo

Material de desecho generado tras la extracción del mineral o del elemento de interés.

- Residuos sanitarios: Son aquellos procedentes de las actividades hospitalarias y clínicas.

Ejemplo

Vendas usadas.

- **Peligrosidad**

Se diferencian:

- Residuos peligrosos: Son aquellos que presentan unas características tales que hacen que supongan una amenaza para la salud y para el medio ambiente.

Ejemplo

Las pilas eléctricas tipo botón presentan mercurio, que es un metal pesado tóxico para el hombre y para los animales.

- Residuos no peligrosos: Son aquellos que no suponen una amenaza para la salud y para el medio ambiente.

Ejemplo

El material vegetal resultante de una poda realizada en un cultivo.

Conviene saber...

Dentro de los residuos no peligrosos se define un grupo especial que son los residuos inertes. Son aquellos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas (son muy poco solubles, no se ven afectados por la acción de los microorganismos, etc.). Es el caso de gran parte de los materiales de desecho que se generan en las obras de reforma en las viviendas.

- **Biodegradabilidad**

Se diferencian:

- Residuos biodegradables: Son aquellos que se descomponen por la acción aerobia (en presencia de oxígeno) o anaerobia (en ausencia de oxígeno) de los microorganismos y que el ecosistema es capaz de incorporar cualitativamente.

Ejemplo

Estiércol generado por una explotación de ganado bovino.

- Residuos no biodegradables: Son aquellos que no se descomponen como consecuencia de la acción microbiana y que se bioacumulan en el ecosistema.

Ejemplo

El 2,4, D (Diclorofenoxiacético) es un compuesto organoclorado utilizado como herbicida que no se degrada en el medio y que se acumula a lo largo de la cadena trófica.

Los distintos criterios permiten definir grupos de residuos, caracterizarlos y establecer el tipo de gestión que les corresponde.

Conviene saber...

Determinados residuos presentan una característica diferencial que por sí sola define un tipo de residuos y una gestión específica.

Es el caso de los residuos radiactivos, que se caracterizan por presentar núcleos que se desintegran emitiendo radiaciones.

5.2.3. Peligrosidad

La peligrosidad de un residuo (su consideración como peligroso) se establece en base a la posesión de unas características que determinan que represente una amenaza para la salud de las personas y para el medio ambiente.

Estas características se definen por las propiedades químicas del residuo, por sus efectos negativos sobre el hombre y/o por sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

CARACTERÍSTICAS:

Definidas por las propiedades químicas

Incluye:

- **Inlamable.**

El residuo arde con facilidad desprendiendo llamas inmediatamente al entrar en contacto con una fuente de ignición (una llama, un cuerpo caliente, etc.).

Por lo general, el grado de peligrosidad es inversamente proporcional al punto de inflamación (temperatura a la cual la sustancia empieza a arder).

Conviene saber...

Existen compuestos muy inflamables que pueden arder espontáneamente sin entrar en contacto con una fuente de ignición.

Ejemplo. Fósforo blanco.

El carácter de inflamable se define cuando el punto de inflamación es inferior a 55°C.

Para aquellas sustancias con un punto de inflamación inferior a 21°C se les aplica el carácter de fácilmente inflamables.

Ejemplo

Sustancias inflamables. Petróleo, aceites minerales, aluminio en polvo.

- **Comburente**

El residuo da lugar a reacciones exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias y activa o mantiene la combustión de las mismas.

Por lo general, se trata de compuestos muy ricos en oxígeno que actúan como sustento de una combustión.

Si existen cercanas a ellos sustancias que pueden arder (madera, papel, etc.) incrementan la posibilidad de que se produzca un fuego y la violencia del mismo.

Ejemplo

Sustancias comburentes. Cloratos, peróxidos.

- **Explosivo**

El residuo explota por exposición al calor o como consecuencia de un choque o de una fricción.

Estas explosiones suelen estar seguidas de un incendio.

Ejemplo

Sustancias explosivas. Nitroglicerina.

Definidas por los efectos negativos sobre el hombre

Son características que se ponen de manifiesto cuando el residuo entra en contacto con el organismo.

Este contacto puede tener lugar por tres vías:

- Vía respiratoria: el residuo es inhalado.
- Vía digestiva: el residuo es ingerido.
- Vía dérmica: el residuo entra en contacto con la piel o con los ojos.

Incluye:

- **Tóxico:**

El residuo afecta al organismo provocándole lesiones reversibles o irreversibles e incluso la muerte.

Nota

La toxicidad de una determinada sustancia se establece mediante estudios de relación dosis-respuesta.

Consisten en exponer a animales de laboratorio a dosis crecientes de la sustancia investigada y estudiar la respuesta de su organismo a tales dosis.

La relación dosis-respuesta permite establecer:

- Dosis letal 50 (DL50): es la concentración de una sustancia tóxica que determina la muerte del 50% de los organismos expuestos durante un periodo de tiempo determinado.
- Dosis efectiva 50 (DE50): es la concentración de una sustancia tóxica que provoca la aparición de una determinada alteración en el 50% de los organismos expuestos durante un periodo de tiempo determinado.

Conviene saber...

Cuando la gravedad de las lesiones es limitada (no llega a provocar un estado muy grave o la muerte del individuo) se utiliza el término de nocivo.

La toxicidad de un residuo puede ser aguda (producida por la exposición a altas dosis de residuo durante un corto periodo de tiempo) o crónica (resultado de la exposición a bajas dosis de residuo durante un periodo largo de tiempo).

Ejemplo

La creosota determina a dosis altas una disminución de la función circulatoria en el organismo y debilidad muscular que puede conducir a la muerte por insuficiencia cardio-respiratoria.

A dosis bajas provoca lesiones en el hígado y anemia.

Determinadas sustancias tóxicas (que constituyen el residuo o forman parte del mismo) pueden provocar alteraciones que tienen un carácter específico y que permiten diferenciar:

- Sustancias carcinogénicas (cancerígenas):

Son sustancias que determinan un crecimiento incontrolado de determinados grupos celulares dando lugar a la aparición de tumores.

Ejemplo

Las dioxinas (dibenzo-para-dioxinas) son compuestos orgánicos clorados de elevada toxicidad y cancerígenos.

Se trata de un grupo que engloba a 75 compuestos distintos que se caracterizan por presentar dos anillos de átomos de carbono en su molécula que incorporan moléculas de cloro.

Dependiendo del número de átomos de cloro se diferencian varias familias.

Las más conocidas y estudiadas son las tetraclorodibenzo-para-dioxinas (TCDD) que presentan cuatro átomos de cloro en su molécula.

Son compuestos de gran estabilidad y que se incorporan a la cadena trófica (acumulándose en los tejidos grasos de los organismos).

Se generan en procesos industriales y en la incineración y compostaje de residuos cuando están presentes compuestos organoclorados (PVC, PCBs, etc.).

- Sustancias mutagénicas:

Son sustancias que determinan cambios estables y heredables en el material genético de las células.

Ejemplo

El captane es un compuesto orgánico utilizado como fungicida que puede determinar alteraciones en el material genético del organismo.

- Sustancias teratogénicas:

Son sustancias que determinan cambios funcionales o estructurales en el feto.

Ejemplo

Los compuestos orgánicos de mercurio como el metil-mercurio (CH₃-Hg) pueden provocar alteraciones en el feto.

Corrosivo:

El residuo provoca, al entrar en contacto con los tejidos vivos del organismo, la destrucción de los mismos.

- **Infecioso:**

El residuo presenta microorganismos (bacterias, virus, hongos) capaces de provocar enfermedades en el hombre.

Conviene saber...

Estos microorganismos reciben el nombre de patógenos.

También se aplica a aquellos residuos que contengan toxinas elaboradas por dichos microorganismos.

Ejemplo

El CLOSTRIDIUM BOTULINUM es una bacteria que puede aparecer en conservas caseras que no han recibido la cocción adecuada.

Elabora la toxina botulínica (es el compuesto conocido de mayor toxicidad) que provoca una parálisis en el individuo.

Definidas por los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Son características que se ponen de manifiesto cuando el residuo accede a la biosfera y que se engloban bajo la denominación de ecotoxicidad.

Un residuo es ecotóxico cuando provoca alteraciones con consecuencias negativas en los ecosistemas terrestres o marinos.

Ejemplo

El zinc es un metal pesado que se acumula en el suelo y provoca la inhibición del crecimiento de las raíces de las plantas y la muerte de la vegetación.

Conviene saber...

Las características de peligrosidad las puede presentar todo el residuo o bien un componente del mismo.

En ese caso todo el residuo pasará a ser considerado peligroso (a no ser que se realice una extracción o una eliminación de dicho componente).

Cuando las características de un determinado residuo sean desconocidas (por ser un compuesto de nueva síntesis, por falta de investigaciones) se debe considerar de la máxima peligrosidad hasta que los estudios establezcan sus características reales. Es el llamado principio de precaución.

5.3. Técnicas aplicadas a la gestión de residuos

5.3.1. Conceptos generales

La gestión de los residuos se desarrolla mediante la aplicación de técnicas que persiguen su aprovechamiento o su eliminación.

Aprovechamiento

Engloba un conjunto de técnicas dirigidas a aprovechar los recursos presentes en los residuos.

Las técnicas de aprovechamiento se clasifican en:

- **Técnicas de reciclaje:**

Son todas aquellas aplicadas con la finalidad de que los residuos sean utilizados como materias primas en la fabricación del producto original (del que proceden) o de otro con características parecidas.

Ejemplo

El papel usado es sometido a un tratamiento de pulpación que permite obtener una pasta de papel que es utilizada nuevamente como materia prima.

- **Técnicas de transformación:**

Son todas aquellas que establecen la transformación de los residuos en productos de características diferentes al original.

Incluye:

- Técnicas basadas en tratamientos biológicos:

Aquellas que establecen la transformación de la materia orgánica presente en los residuos por acción de los microorganismos.

Ejemplo

El compostaje es un tratamiento biológico que establece la degradación aerobia de la materia orgánica presente en los residuos y su transformación en un compuesto de uso agrícola (como fertilizante y acondicionador del suelo).

- Técnicas basadas en tratamientos físico-químicos:

Aquellas que establecen la transformación de los residuos por aplicación de procesos físico-químicos.

Son técnicas muy específicas de aplicación restringida a determinados tipos de residuos.

Ejemplo

La pirólisis es un tratamiento térmico realizado a temperaturas entre 400-1.000°C y en ausencia de oxígeno que permite obtener a partir de plásticos determinados aceites de uso industrial.

Eliminación

Engloba un conjunto de técnicas dirigidas a aislar o destruir los residuos.

Conviene saber...

La eliminación de los residuos ha sido la opción tradicional de gestión pero en la actualidad es cada vez más contestada por los riesgos que implica, el rechazo social a la misma y porque no permite desarrollar una valorización de los residuos.

Las técnicas de eliminación se clasifican en:

- **Vertido controlado:**

Es el depósito de los residuos sobre el terreno en condiciones controladas (aquellas que ofrezcan las mayores garantías desde el punto de vista medioambiental).

Dependiendo de las características de los residuos (peligrosidad, carácter radiactivo, etc...) las condiciones de depósito y las medidas establecidas para evitar una posible contaminación varían.

Ejemplo

Vertederos de residuos inertes para la eliminación de escombros.

- **Incineración:**

Es la combustión controlada de los residuos.

Conviene saber...

Puede ser a la vez una técnica de aprovechamiento cuando el calor generado en la combustión es utilizado para producir energía eléctrica.

Ejemplo

Incineradoras de residuos urbanos.

- **Técnicas basadas en tratamientos físico-químicos:**

Es la aplicación de procesos físico-químicos que permitan la conversión de residuos peligrosos en residuos que no lo son.

Ejemplo

La cloración es un tratamiento que permite la eliminación del cloro de determinados compuestos organoclorados tóxicos.

Conviene saber...

Las tendencias actuales en la gestión de residuos potencian cada vez más el aprovechamiento de los residuos sobre la eliminación.

En este sentido se da prioridad a la valorización, término que se aplica a toda técnica que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

Reciclaje

El reciclaje es el proceso que tiene por objeto la utilización de los residuos como materias primas en la fabricación del producto original o de otro de características parecidas.

En el ámbito legislativo, el término reciclaje se emplea con un significado más amplio.

Se considera como la transformación de los residuos dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines e incluye al compostaje y a la biometanización.

Conviene saber...

Cuando un producto usado se emplea para el mismo fin para el que fue diseñado originalmente se emplea el término reutilización.

Ejemplo. Volver a utilizar una botella de vidrio como envase.

Incluye las siguientes técnicas:

- **Separación en origen:**

Es la formación de grupos homogéneos de residuos en el mismo punto en el que se generan.

Permite realizar una recogida selectiva posterior.

Ejemplo

Separación de la basura en diferentes cubos en los domicilios particulares.

- **Separación en plantas especializadas:**

Es la formación de grupos homogéneos de residuos en instalaciones dotadas con dispositivos que permiten su separación.

Ejemplo

Separación de los materiales féreos (aquellos en los que el hierro es el componente principal) de los residuos urbanos mediante un separador magnético dotado de imanes.

- **Recuperación:**

Es la aplicación de un tratamiento que permita la extracción de los componentes valiosos presentes en los residuos.

Ejemplo

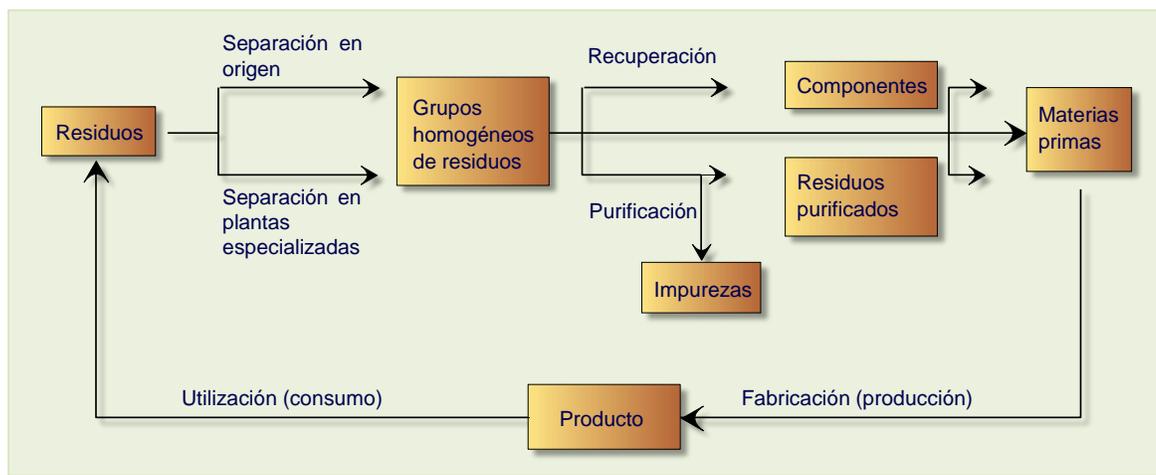
Extracción del mercurio presente en las pilas eléctricas tipo botón.

- **Purificación:**

Es la aplicación de un tratamiento que permite la eliminación de ciertos componentes no deseados presentes en los residuos y que pueden dificultar su uso como materia prima.

Ejemplo

Eliminación de la tinta presente en la pasta de papel procedente de papeles usados.



Consideraciones sobre el reciclaje

- **Ventajas**

- Conservación de recursos naturales.

Ejemplo

Para obtener una tonelada de papel se necesitan alrededor de 4 metros cúbicos de madera.

Si se utiliza como materia prima papel usado se conserva dicho recurso forestal.

La fabricación del papel reciclado requiere un 60% menos de agua que la fabricación de papel virgen

- Ahorro de energía.

Ejemplo

La utilización de una tonelada de vidrio usado como materia prima supone un ahorro de 130 kg de fuel-oil.

El reciclaje de 2 toneladas de plásticos supone el ahorro de 1 tonelada de petróleo.

- Reducción del volumen de residuos que son destinados a eliminación.
- Valorización de los residuos.

- **Inconvenientes**

- Inferior calidad de las materias primas.

Ejemplo

La pasta de papel reciclado es una materia prima de inferior calidad que la pasta obtenida a partir de la madera.

Cuando se quiere producir un papel reciclado de alta calidad es necesario incorporar una cierta cantidad de pasta virgen.

Por el contrario, el aluminio o el vidrio pueden ser reciclados repetidas veces sin pérdida de calidad.

- Altas inversiones en plantas especializadas.

La implantación de una adecuada selección en origen y una recogida selectiva reduce las inversiones en dispositivos de separación.

5.3.4. Tratamientos biológicos

Los tratamientos biológicos son procesos desarrollados por la acción de los microorganismos con el objeto de transformar la materia orgánica presente en los residuos en productos de características diferentes al original.

Conviene saber...

Los tratamientos biológicos reproducen procesos que tienen lugar de forma natural en el medio y que forman parte del sistema de autodepuración del ecosistema.

Las técnicas más utilizadas son:

Compostaje aerobio

El compostaje aerobio es un proceso de descomposición en presencia de oxígeno de la materia orgánica de los residuos.

Permite su transformación en un compuesto estable, utilizado como fertilizante y acondicionador del suelo, denominado compost.

Los microorganismos que intervienen son bacterias y hongos.

Fases del proceso:

- Preparación del material orgánico:

Los residuos (constituidos por materia orgánica) son triturados para obtener un tamaño de grano inferior a 5 cm (el tamaño ideal se sitúa en torno a los 2,5 cm.).

Parámetros a considerar:

- Humedad:

El material debe presentar una humedad entre el 50-60%.

La humedad disminuye a lo largo del proceso de descomposición.

Conviene saber...

Si la humedad es inferior al 50%, los microorganismos se desarrollan muy lentamente.

Se corrige añadiendo agua.

Si la humedad es superior al 60%, el agua ocupa los espacios entre las partículas y desplaza al aire (necesario para que el proceso sea aerobio).

Se corrige incorporando materiales de origen vegetal (paja, serrín, etc.).

- Relación carbono/nitrógeno (C/N):

La relación C/N debe oscilar entre 25 y 50.

Esta relación disminuye a lo largo del proceso de descomposición.

Conviene saber...

La relación carbono/nitrógeno es la resultante de dividir la cantidad de carbono presente en el material orgánico entre la cantidad de nitrógeno.

- pH:

El pH debe ser inferior a 8 y lo ideal es que se sitúe entre 7-7,5.

- 1ª Etapa de descomposición:

El material orgánico comienza a degradarse y su temperatura se eleva hasta los 50-60°C (esta temperatura determina la eliminación de microorganismos patógenos y de sustancias tóxicas intermedias formadas en la descomposición).

Actúan principalmente las bacterias termofílicas.

- 2ª Etapa de descomposición:

La temperatura desciende a valores entre 15-30°C, se degradan todas las sustancias tóxicas formadas y la materia orgánica se estabiliza.

- Tamizado:

El material estabilizado se hace pasar por un tamiz para eliminar impurezas procedentes de los residuos como trozos de vidrio o de plástico.

En la práctica, el compostaje aerobio se puede desarrollar en dos modalidades:



Sistemas abiertos:

El material orgánico se deposita en superficies al aire libre (protegido por un techado) en montones de 2 metros de altura, 5 metros de anchura y una longitud a elegir según las necesidades.

Durante el primer mes se remueve y voltea cada diez días mediante palas-cargadoras para favorecer la aireación del material (tiene lugar la 1ª etapa de descomposición).

Durante los dos meses siguientes el volteo se realiza una sola vez al mes (tiene lugar la 2ª etapa de descomposición).

Conviene saber...

El techado puede estar dotado de un sistema de extracción del aire que conduce hasta un biofiltro con el fin de reducir los olores producidos.

Sistemas cerrados:

El material orgánico se introduce en dispositivos que permiten controlar la degradación (la humedad, la temperatura, etc.).

Se diferencia:

- Sistema cerrado en tambor: El dispositivo es un tambor de rotación lenta que presenta un aislamiento térmico y un sistema de aporte de oxígeno.
- Sistema cerrado en túnel: El dispositivo es un túnel cerrado de hormigón que permanece estático y dotado de un sistema de aporte de oxígeno.
- Sistema cerrado en nave: El dispositivo es una nave cerrada dotada de placas rotativas que remueven el producto y un sistema de aporte de oxígeno.

El material se mantiene en el dispositivo durante 4-5 días (1ª etapa de descomposición) y después se dispone al aire libre durante tres semanas (2ª etapa de descomposición).

Los sistemas cerrados tienen un coste más elevado que los sistemas abiertos pero permiten un mejor control de los parámetros del proceso y una mayor rapidez del mismo.

Ventajas del compostaje aerobio

- Valorización de la materia orgánica de los residuos.

Se obtiene un producto de uso agrícola que, aunque presenta una capacidad fertilizante reducida (por su bajo contenido en nitrógeno), mejora en gran medida la estructura del suelo, aumenta su contenido en materia orgánica y su capacidad de retención de agua.

- Reducción del volumen de los residuos:

El compost presenta un volumen entre un 60-80% inferior al del material de partida.

Inconvenientes del compostaje aerobio

- Mala calidad del producto:

Cuando no se realizan controles adecuados del material de partida el compost puede presentar niveles elevados de elementos tóxicos (metales pesados, compuestos orgánicos, etc.) que afectarían negativamente a los cultivos.

Asimismo, el compost presenta, en ciertas ocasiones, una baja calidad por un desarrollo incorrecto del proceso (relación C/N inadecuada, tamizado deficiente, etc.).

- Falta de aceptación del producto por parte del agricultor:

La información aportada al agricultor ha sido en muchos casos errónea, al ofrecerle el compost como un fertilizante y no como un acondicionador del suelo.

Al no lograr los resultados esperados, el agricultor rechaza de forma sistemática el producto.

En realidad el compost reduce la cantidad de fertilizante que hay que aplicar a un cultivo pero no lo sustituye.

La mala calidad de algunos composts también ha reforzado la baja consideración del producto por parte del agricultor.

Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso de descomposición en ausencia de oxígeno de la materia orgánica de los residuos.

El proceso se realiza siempre en digestores en los que se mantiene al material orgánico en condiciones de anaerobiosis y que permiten controlar la temperatura, la humedad, el pH y la concentración de nutrientes.

Los microorganismos que intervienen son bacterias anaerobias.

Permite obtener una fracción sólida y biogás.

Conviene saber...

El biogás está formado principalmente por metano (aparece en una proporción del 60%) y la obtención del mismo recibe el nombre de biometanización.

Fases del proceso:

- Preparación del material orgánico:

Los residuos son triturados y se les añade agua y nutrientes.

La mezcla se agita y se homogeneiza.

- Descomposición en el digestor:

La mezcla se mantiene a 35°C y en ausencia de oxígeno (anaerobiosis).

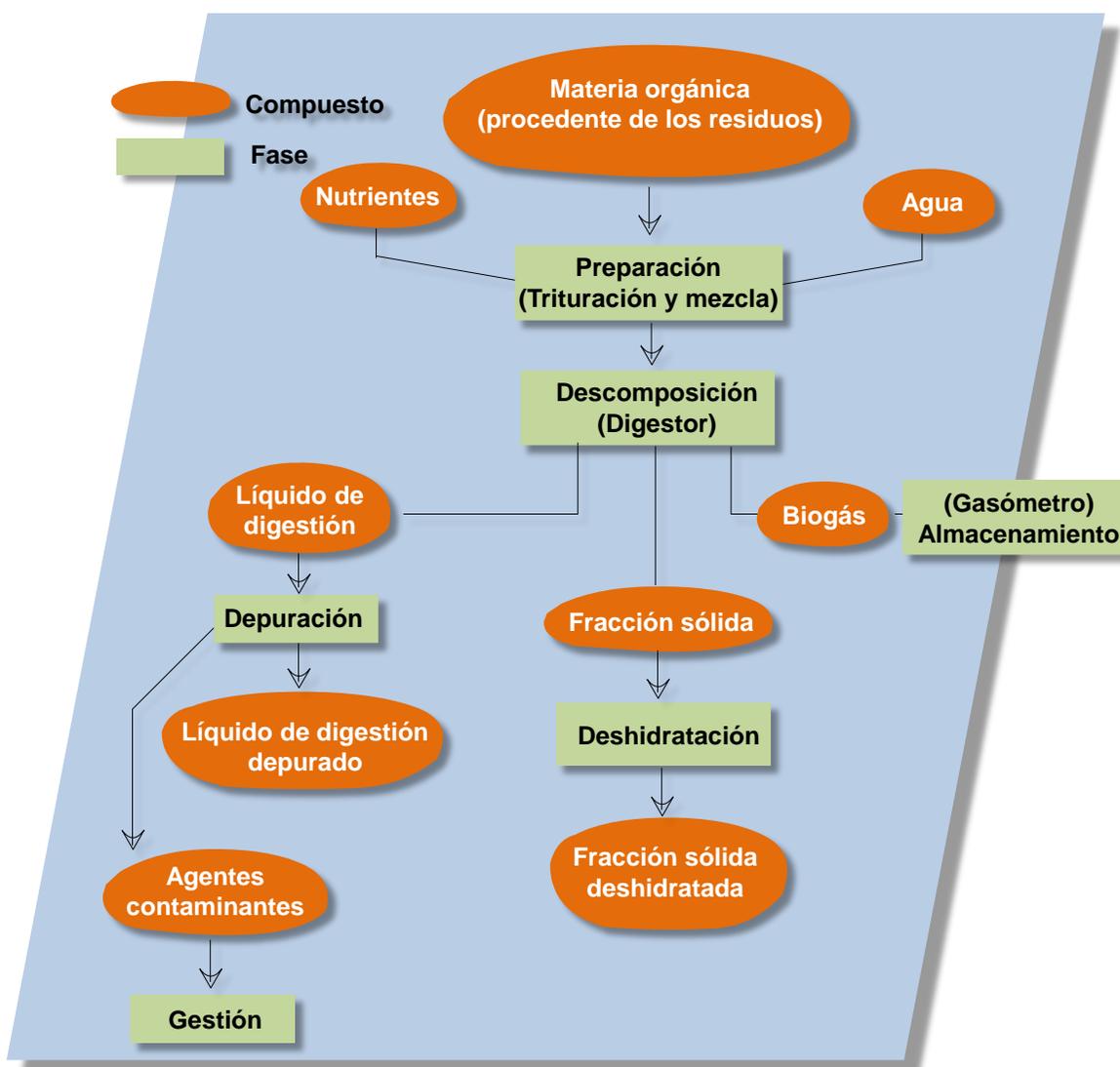
- Separación de fases:

Se evacúa el biogás formado (que es almacenado en un depósito denominado gasómetro) y se retira una fracción sólida y una fracción líquida (líquido de digestión).

- Tratamiento de los productos:

La fracción sólida es deshidratada para facilitar su transporte y su utilización.

El líquido de digestión se lleva a depuración.



Ventajas de la digestión anaerobia

- Valorización de la materia orgánica de los residuos:

Se obtiene una fracción sólida (de uso similar al compost) y metano que puede ser aprovechado para calentar agua en una caldera normal o para generar calor y electricidad (cogeneración) mediante un motor generador eléctrico.

Inconvenientes de la digestión anaerobia

- Mala calidad del producto:

La fracción sólida presenta una problemática similar al compost.

- Alta inversión necesaria para realizar una cogeneración:

El aprovechamiento del metano mediante una cogeneración requiere la instalación de dispositivos de alto coste que únicamente resultan rentables si la producción es elevada.

En muchos casos su utilización se restringe a la generación de calor.

Conviene saber...

Existen otras técnicas de aplicación más restringida como la fermentación alcohólica que determina una degradación de los azúcares presentes en la materia orgánica de origen vegetal por la acción de levaduras.

Permite obtener un bioalcohol (etanol) que es utilizado como combustible en vehículos.

La aplicación de los tratamientos biológicos requiere en algunos casos una fase previa de separación en origen o en plantas especializadas para obtener la materia orgánica presente en los residuos.

5.3.5. Vertido controlado

El vertido controlado es el depósito de los residuos sobre el terreno en condiciones ambientalmente correctas que impidan su dispersión.

Requiere la construcción de instalaciones diseñadas para albergar los residuos durante un periodo de tiempo indefinido que reciben el nombre de vertederos controlados.

Los vertederos controlados presentan una zona de depósito de residuos e instalaciones auxiliares (báscula para el pesaje de los residuos que acceden al vertedero, oficinas, etc...).

Conviene saber...

El vertido ha sido la opción más utilizada en la gestión de residuos. En la actualidad se tiende a aplicar únicamente en el caso de que no sea posible un aprovechamiento, reduciendo al máximo la cantidad de residuos destinados a vertido, y como sistema complementario a otros tipos de gestión.

Ejemplo.

La incineración de residuos da lugar a cenizas y a escorias que deben ser eliminadas mediante vertido.

En función de las características de la zona de depósito se diferencian:

- **Vertederos tipo zanja**

Los vertederos tipo zanja presentan una zona de depósito que ha sido excavada.

La tierra extraída se utiliza como material de cubrición (material para tapar los residuos).

- **Vertederos tipo área**

En los vertederos tipo área el depósito de los residuos se realiza sobre la superficie del terreno y el material de cubrición debe aportarse desde zonas ajenas al vertedero.

También reciben el nombre de vertederos tipo zona.

- **Vertederos tipo depresión**

Los vertederos tipo depresión son aquellos en los que el depósito de los residuos se realiza en antiguas explotaciones mineras a cielo abierto (es el caso de las canteras abandonadas) o aprovechando las características morfológicas del terreno.

Los vertederos controlados deben cumplir determinadas condiciones y su funcionamiento se basa en el desarrollo de una serie de operaciones y controles.

Condiciones

Los vertederos controlados deben cumplir las siguientes condiciones:

- **Ubicación:**

Los vertederos requieren grandes superficies de terreno que deben estar lo suficientemente alejadas de los núcleos de población (para evitar molestias como olores y ruidos) pero bien comunicadas (para facilitar el acceso de los camiones que transportan los residuos).

Su impacto visual debe ser el mínimo posible.

- **Impermeabilidad:**

La base y los lados del vertedero deben ser impermeables para evitar la infiltración de los lixiviados en el terreno.

La impermeabilización se logra mediante el extendido de una capa de arcilla y su posterior compactación (con un espesor mínimo de 1 metro) y la colocación de un revestimiento de material plástico (polietileno de alta densidad).

Conviene saber...

Los lixiviados son líquidos formados a partir de las aguas de lluvia y del propio agua liberada por los residuos (constituye hasta un 25% del agua total) que arrastran componentes de los mismos y sustancias formadas en su degradación.

Para establecer la impermeabilidad que se debe lograr en el vertedero se utiliza el coeficiente de permeabilidad (K).

Este coeficiente se expresa en unidades de longitud por unidad de tiempo.

Ejemplo

$K = 10\text{-}12$ metros/segundo indica que el lixiviado atraviesa 10-12 metros del material impermeabilizante en un segundo.

En este caso el agua necesitaría 300 años para atravesar 1 cm del material (se asegura la impermeabilidad).

- **Drenaje:**

El fondo del vertedero debe tener una cierta inclinación para que los lixiviados se desplacen hacia las zonas más bajas donde son recogidos y bombeados para su depuración.

El drenaje se facilita mediante la colocación de una capa de grava (de 50 cm) sobre la capa impermeable y un sistema de tuberías.

El vertedero también debe presentar una canal perimetral que recoja las aguas de escorrentía e impida su acceso a la zona de depósito.

- **Vallado:**

El vertedero debe estar vallado en todo su perímetro como medida de seguridad (se evitan accidentes de personas ajenas a la instalación) y para impedir la salida de materiales impulsados por el viento (bolsas de plástico, papeles, etc.).

Operaciones

Las operaciones realizadas en un vertedero tienen la finalidad de colocar los residuos sobre el terreno extendiéndolos en capas de poco espesor y compactados para disminuir su volumen.

Se diferencian:

- **Recepción.** Se pesan los residuos en el camión y se llevan hacia la zona de depósito.

Existen vertederos en los que se realiza una separación (recuperando aquellos residuos que pueden ser destinados a reciclaje) previa al depósito.

- **Extendido.** Los residuos son depositados y distribuidos regularmente en celdas.

Conviene saber...

Las celdas son las diferentes unidades en las que se divide la zona de depósito.

- **Compactación.** Los residuos son sometidos a una presión por medio de máquinas compactadoras que reduce su volumen y aumenta su densidad.

La compactación de los residuos puede ser más o menos intensa diferenciándose:

- **Compactación baja:** Los residuos alcanzan una densidad de 0,5 toneladas por metro cúbico.
 - **Compactación media:** Los residuos alcanzan una densidad de 0,8 toneladas por metro cúbico.
 - **Compactación alta:** Los residuos alcanzan una densidad de 1 tonelada por metro cúbico.
- **Cubrición.** Los residuos compactados son cubiertos por una capa de material inerte (tierra) para evitar el vuelo de plásticos y papeles, la presencia de aves y roedores y los malos olores.

Este material recibe el nombre de material de cubrición o cobertera.

La cubrición se debe realizar de forma diaria cuando la compactación es baja y cada cubrición define una celda.

- **Clausura.** Cuando el vertedero o una parte del mismo ha llegado al límite de su capacidad de depósito se procede a su clausura mediante un sellado consistente en el extendido de una capa de arcilla compactada de 25 cm (impermeabilización superficial), una capa de gravas de 50 cm (que permite el drenaje de las aguas de lluvia) y una capa superficial de suelo de 1 m. (tierra vegetal) que se revegetará en función del uso seleccionado para la zona.

Conviene saber...

Entre los residuos y la capa de arcilla se puede colocar una capa de grava que intercepta los gases generados en el vertedero y en la que se localizan sistemas de evacuación.

Controles

Los controles aseguran que el funcionamiento del vertedero es el adecuado y que no existe riesgo de dispersión de los residuos al medio.

Se diferencian:

- Control de lixiviados. Los lixiviados recogidos por el sistema de drenaje deben ser analizados para conocer su composición química y el tipo de tratamiento que se debe aplicar para su depuración.
- Control de gases. En aquellos vertederos en los que se depositen residuos biodegradables se debe realizar una evacuación del biogás formado (desgasificación) una vez que se selle el vertedero o parte del mismo.

La evacuación se logra mediante la construcción de pozos (que se rellenan con grava) o la instalación de tuberías de captación.

En la actualidad se tiende a conectar los sistemas de evacuación a un sistema de recogida que permite el almacenamiento del biogás y posterior aprovechamiento energético.

Conviene saber...

Los residuos biodegradables sufren una degradación anaeróbica por la acción de los microorganismos generando un biogás formado por metano, dióxido de carbono (CO₂), amoníaco, monóxido de carbono (CO), nitrógeno molecular (N₂) y ácido sulfhídrico.

De esta forma se realizaría una cierta valorización de los residuos.

- Control de las aguas subterráneas: Se realiza cuando debajo del vertedero existe un acuífero mediante la perforación de pozos que permitan controlar el nivel piezométrico de las aguas subterráneas y tomar muestras que determinen una posible contaminación.

Los vertederos se clasifican en tres grupos según el tipo de residuo que pueden admitir.

Condiciones

Cada grupo debe cumplir unas determinadas condiciones.

Se diferencian:

- Vertederos para residuos peligrosos: K (coeficiente de permeabilidad) debe ser menor o igual a 10^{-9} metros/segundo y el espesor de la capa de impermeabilización mayor o igual a 5 metros.

Los vertederos para residuos peligrosos también reciben el nombre de depósitos de seguridad.

- Vertederos para residuos no peligrosos: K debe ser menor o igual a 10^{-9} metros/segundo y el espesor de la capa de impermeabilización mayor o igual a 1 metro.
- Vertederos para residuos inertes: K debe ser menor o igual a 10^{-7} metros/segundo y el espesor de la capa de impermeabilización mayor o igual a 1 metro.

Conviene saber...

También existen otras modalidades de deposición de los residuos en el terreno como es el caso de los enterramientos superficiales y profundos de residuos radiactivos.

Ventajas del vertido controlado:

- Fácil implantación y costes reducidos de construcción y mantenimiento.
- Capacidad de adaptación a las variaciones de producción:

Los vertederos pueden acoger una mayor o menor cantidad de residuos según la época del año sin modificar sensiblemente sus operaciones.

- Aprovechamiento del terreno:

Una vez clausurado, el vertedero puede ser aprovechado para otros fines según la selección de uso que se establezca.

Inconvenientes del vertido controlado:

- Necesidad de grandes superficies de terreno.
- Costes altos de transporte:
- La ubicación en puntos alejados de los núcleos urbanos encarece en gran medida el transporte de los residuos.
- Imposibilidad de aprovechamiento de los residuos (excepto el aprovechamiento energético del metano).

5.3.6. Incineración

La incineración es una combustión controlada que determina la oxidación a altas temperaturas de los residuos.

Permite reducir su peso en un 70% y su volumen en un 90% (pero no los elimina totalmente).

Conviene saber...

La combustión genera escorias, cenizas y gases que hay que tratar y gestionar de forma adecuada.

La incineración se realiza en plantas especializadas (incineradoras) cuyas características varían dependiendo del tipo de residuos a tratar.

Se diferencian:

- **Grandes incineradoras**

Son aquellas diseñadas para tratar grandes volúmenes de residuos de procedencia urbana.

En ellas se realiza una separación previa (para retirar aquellos materiales que pueden ser destinados a reciclaje) y una trituración del resto del material para facilitar la combustión (se asegura una gran superficie de contacto con el oxígeno).

Conviene saber...

En los residuos tratados por las grandes incineradoras es importante conocer un parámetro denominado poder calorífico inferior (PCI).

El poder calorífico inferior es la cantidad de energía térmica (expresada en kilocalorías por kilogramo) que libera un compuesto en su combustión.

Varía según el tipo de residuo.

Ejemplo.

El PCI del cartón es de 3.000 kcal/kg y el del polietileno es de 10.000 kcal/kg.

Se considera que el PCI debe ser como mínimo de 1.000 kilocalorías/kilogramo para que la combustión se desarrolle sin necesidad de añadir un combustible adicional.

Las grandes incineradoras suelen disponer de un sistema de aprovechamiento del calor producido que permite la generación de energía eléctrica.

Se establece que este aprovechamiento es rentable cuando la capacidad de incineración es superior a 500 toneladas de residuos por día.

Proceso

El proceso de incineración incluye las siguientes operaciones:

- **Combustión**

Los residuos se introducen en un horno rotatorio (que permite homogeneizar el material) en el que tiene lugar la combustión a una temperatura entre 950 - 1.200°C dando lugar a escorias, partículas sólidas y gases.

Las escorias son retiradas del horno.

Los gases (que arrastran las partículas sólidas) son conducidos hasta una cámara de combustión donde se mantienen a una temperatura entre 850°C - 1.000°C durante 2-4 segundos.

De esta cámara pasan a una caldera en la que se enfrían por intercambio de calor con vapor de agua.

Éste alcanza una temperatura de 360°C y puede ser utilizado para generar energía eléctrica en una turbina (valorización energética).

En la caldera también se recogen las partículas sólidas que caen al fondo por gravedad.

La temperatura de los gases pasa a 200°C y son conducidos a depuración.

- **Depuración de los gases**

El proceso de combustión da lugar a la formación de gases que deben ser tratados antes de su emisión a través de la chimenea.

Conviene saber...

Los gases generados por la combustión presentan partículas sólidas, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, metales (principalmente cadmio, mercurio y plomo), dioxinas y furanos.

En primer lugar se eliminan las partículas en suspensión de mayor tamaño por medio de ciclones.

Posteriormente, los gases son conducidos hasta un absorbedor en el que son sometidos a un rociado con una disolución de hidróxido cálcico ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) que determina el arrastre de partículas.

A nivel de las gotas de la disolución se absorben y se neutralizan los gases ácidos.

A continuación atraviesan un filtro de carbón activo para la adsorción de dioxinas y furanos.

Finalmente, los gases acceden a un filtro de mangas donde se retienen las partículas de menor tamaño (captura partículas hasta de 0,1 micrómetros).

La temperatura de los gases a lo largo del proceso de incineración tiene una gran influencia en la formación y en el comportamiento de los diferentes agentes contaminantes.

En el caso de los metales es importante su punto de ebullición. Aquellos que presentan puntos de ebullición altos (como el cadmio y el plomo) se volatilizan durante la combustión pero se condensan, al enfriarse los gases,

incorporándose a las partículas sólidas (se retiran junto con las cenizas).

Si el punto de ebullición es bajo (es el caso del mercurio) no llegan a condensar y deben ser controlados sus niveles de forma estricta.

La formación de óxidos de nitrógeno se produce a temperaturas altas y cuando hay exceso de oxígeno.

Para reducir su formación se deben mantener niveles bajos de oxígeno en la cámara de combustión (en ella la temperatura es de 850-1.000°C).

Las dioxinas y los furanos se generan en el proceso de incineración a partir de compuestos organoclorados presentes en los residuos.

La generación se produce en la combustión y también después de la misma sobre la superficie de las partículas sólidas (cuando los gases tienen una temperatura entre 250-400°C).

Para reducir su formación los gases se enfrían hasta 200°C y son retiradas las partículas sólidas de mayor tamaño por medio de ciclones.

- **Gestión de escorias y cenizas**

Las escorias y las cenizas (formadas por el material recogido en la caldera, los ciclones, el absorbedor, el filtro de carbón activo y el filtro de mangas) son analizadas para establecer su composición química y su peligrosidad.

Si constituyen un residuo peligroso son enviadas a un depósito de seguridad.

En caso contrario son eliminadas en un vertedero de residuos inertes.

- **Incineradoras específicas**

Son aquellas diseñadas para tratar residuos peligrosos con unas características muy específicas. Presentan una capacidad de incineración reducida y no realizan una valorización energética.

Ejemplo

El vertedero de Valdemingómez (Madrid) dispone de una incineradora para la eliminación de los animales muertos retirados de la vía pública.

Su capacidad de tratamiento es de 20 toneladas/día.

Estas instalaciones también deben disponer de sistemas de depuración de gases y realizar una gestión adecuada de las escorias y cenizas.

Ventajas de la incineración:

- Reducción del volumen de los residuos.
- Escasa ocupación de terreno por parte de las instalaciones.
- Valorización energética de los residuos.

Inconvenientes de la incineración:

- Alta inversión inicial.
- Exposición a paros y averías.
- Generación de residuos. La incineración no es una técnica de eliminación total de los residuos ya que genera escorias y cenizas que deben ser gestionadas de forma adecuada.

- Rechazo social: A pesar de contar con sistemas de depuración de gases y estar sometidas a los controles de la administración, las incineradoras tienen una fuerte oposición social.
- Existe una sensibilización especial con respecto al problema de la emisión de dioxinas y de olores.

5.3.7. Tratamientos físico-químicos de eliminación

Los tratamientos físico-químicos de eliminación son procesos que permiten la conversión de residuos peligrosos a residuos no peligrosos.

Los tratamientos físico-químicos de eliminación modifican la estructura química de determinados residuos peligrosos estableciendo la pérdida de sus características de peligrosidad o permiten la retirada de los componentes que presentan dichas características.

Incluye un grupo de técnicas que se aplican a residuos en estado líquido.

- **Neutralización**

Es la adición de un ácido o de una base a un residuo líquido para ajustar su pH a niveles próximos a la neutralidad (entre 6 y 8).

Conviene saber...

La neutralización elimina el carácter corrosivo de los residuos líquidos.

Si el residuo es ácido se añaden bases (álcalis) como la cal viva (CaO), el hidróxido cálcico o la sosa caústica (NaOH).

Si el residuo es básico (alcalino) se añaden ácidos como el ácido sulfúrico (H₂SO₄), el ácido clorhídrico (HCl) o el ácido nítrico (HNO₃).

La neutralización se realiza en tanques en los que se mezcla el residuo con el ácido o la base mediante un agitador.

- **Precipitación**

Es la transformación de una sustancia (que aporta las características de peligrosidad a un residuo líquido) en un sólido insoluble y su posterior retirada mediante una sedimentación o filtración.

La precipitación transforma en insolubles sustancias peligrosas que aparecen disueltas en el residuo.

La precipitación se logra mediante una modificación del pH del residuo (se lleva a valores en los que la sustancia no sea soluble) y/o por la adición de un precipitante químico (reacciona con la sustancia y forma un compuesto insoluble).

La retirada del sólido insoluble se puede favorecer añadiendo un floculante (compuesto que provoca una agregación de las partículas sólidas que aparecen en el residuo facilitando su sedimentación o filtración).

Ejemplo

Los residuos líquidos con niveles elevados de metales pesados son tratados mediante la adición de sosa cáustica (que eleva el pH a un valor de 11) y de sulfuro de bismuto (Bi_2S_3) (actúa como precipitante químico).

Los metales pesados precipitan en forma de sulfuros y se retiran del residuo por sedimentación formando un lodo que es deshidratado y llevado a un vertedero para residuos peligrosos.

- **Oxidación**

Es la transformación de sustancias peligrosas presentes en los residuos líquidos por la acción de un oxidante.

Conviene saber...

La oxidación se consideró en un primer momento como el proceso de combinación de una sustancia con el oxígeno.

Posteriormente el concepto se amplió a todo proceso en el que se produce una pérdida de electrones.

Ejemplo.

El ion ferroso (Fe^{+2}) se oxida perdiendo un electrón y da lugar al ion férrico (Fe^{+3}).

La oxidación va siempre acompañada de un proceso de reducción (ganancia de electrones).

Un oxidante es una sustancia que provoca la oxidación de otra reduciéndose al actuar como aceptor de los electrones.

Los oxidantes utilizados de forma más frecuente son el cloro en forma gaseosa (Cl_2), el hipoclorito sódico (HCNa), el permanganato potásico (KMnO_4), el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el ozono.

- **Reducción**

Es la transformación de sustancias peligrosas presentes en los residuos líquidos por la acción de un reductor.

Conviene saber...

La sustancia peligrosa acepta los electrones (se reduce) y el reductor los pierde (se oxida).

Los reductores utilizados de forma más frecuente son el sulfito de sodio (Na_2SO_3) y el borohidruro de sodio (NaBH_4).

Ejemplo

Los compuestos de cromo hexavalente (Cr^{+6}) aparecen en los residuos líquidos que se generan en la industria de tratamiento de superficies.

Presentan una toxicidad elevada y son cancerígenos.

La aplicación de un proceso de reducción permite la transformación del cromo hexavalente (Cr^{+6}) en cromo trivalente (Cr^{+3}) que tiene una menor toxicidad y forma un hidróxido (a pH básico) que es insoluble en agua y precipita.

El hidróxido de cromo ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) puede ser retirado por sedimentación formando un lodo que, una vez deshidratado, se lleva a un vertedero para residuos peligrosos.

- **Decloración**

Es la eliminación del cloro de compuestos orgánicos clorados tóxicos presentes en residuos líquidos.

Conviene saber...

Los compuestos orgánicos clorados tóxicos a los que se aplica este tratamiento son los PCBs, las dioxinas, los disolventes clorados y los plaguicidas organoclorados.

La decloración permite transformar el residuo y su peligrosidad ya sólo dependerá de las características de la fracción orgánica restante.

El proceso consiste en la adición de sodio, el cual expulsa el cloro de la molécula orgánica del compuesto organoclorado y forma cloruro sódico (NaCl).

Se realiza en un tanque de decloración y permite obtener un efluente (con hidróxido sódico (NaOH) y cloruro sódico) y un lodo con la fracción orgánica.

6 Tipos de residuos y su gestión

6.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- Clasificar los residuos generados en la industria.
- Identificar las operaciones que provocan la generación de residuos.
- Participar activamente en la gestión de los residuos en la empresa.

6.2. Residuos industriales

6.2.1. Residuos industriales: características

Los residuos industriales son aquellos generados en los procesos productivos de las diferentes actividades industriales.

Cada actividad industrial se caracteriza por establecer la transformación de materias primas mediante la aplicación de una serie de operaciones unitarias que integran el proceso productivo.

Conviene saber...

Los residuos industriales son muy heterogéneos debido a las características particulares de los procesos desarrollados en cada tipo de industria.

El resultado final de este proceso es la obtención de un producto o productos de interés pero su desarrollo implica también la generación de otras

sustancias o materiales que son los residuos industriales (también reciben el nombre de subproductos).

Un subproducto industrial es toda sustancia o material que se genera como consecuencia no deseada de una actividad industrial destinada a la obtención de otro producto elaborado final.

El subproducto puede contener recursos susceptibles de ser aprovechados en forma de materias primas por parte de otras industrias.

En el contexto industrial, el subproducto pasa a ser considerado residuo cuando no se realiza dicho aprovechamiento y se destina a la eliminación.

Dentro de los residuos generados por una actividad industrial se pueden diferenciar:

Residuos asimilables a urbanos

Son aquellos que por su naturaleza o composición pueden asimilarse a los residuos urbanos no peligrosos (papel-cartón, vidrio, plásticos, etc.).

Residuos específicos de los diferentes procesos productivos

Son residuos de características muy diversas según la actividad industrial considerada.

Conviene saber...

Los residuos generados de forma específica por cada industria pueden ser inertes o presentar un mayor o menor grado de peligrosidad.

Se pueden distinguir dos grandes grupos de industrias.

- **Industrias agro-alimentarias**

Son aquellas industrias que transforman materias primas obtenidas a partir de las actividades agrícolas, forestales y ganaderas.

Generan residuos constituidos en su mayor parte por materia orgánica (restos animales, restos vegetales, etc.) y que son biodegradables.

Ejemplo

- Mataderos e industrias cárnicas. Generan pieles, grasas, huesos, sangre, etc.
- Industrias de envasado de frutas y verduras. Generan cáscaras, huesos y materia prima desechada (frutas y verduras que no cumplen los requisitos de calidad exigidos).
- Industrias oleicas. Generan orujo (residuo de la aceituna molida y prensada), huesos y alpechines.
- Industrias de la madera. Generan recortes de madera, serrines, pinturas, colas y barnices.
- Industrias conserveras. Generan conchas, huesos, pulpas y recortes metálicos.

- **Industrias no agro-alimentarias**

Engloba una gran variedad de industrias que generan residuos con una naturaleza y composición muy diversa.

Ejemplo

- Industrias químicas. Generan residuos de diferentes productos químicos, metales, gomas, pinturas, pigmentos, etc.

- Industrias del petróleo. Generan asfaltos, alquitranes, gomas, colorantes, negro de humo, etc.
- Industrias farmacéuticas. Generan residuos de productos químicos, microorganismos (utilizados en la fabricación de vacunas, sueros y antibióticos), etc.
- Industrias de transformados metálicos. Generan chatarras férreas, chatarras no férreas, limaduras, soluciones ácidas, disolventes

Residuos de funcionamiento de maquinaria

Se trata de sustancias empleadas para el correcto funcionamiento de la maquinaria y que sufren un agotamiento con el paso del tiempo.

Los aceites usados se caracterizan por estar sometidos durante su uso como lubricantes a condiciones variables de temperatura y presión (provocan reacciones químicas diversas) y estar en contacto con metales.

Estos hechos determinan que el producto original se transforme en un líquido negro y viscoso compuesto por una mezcla de hidrocarburos que incorporan cenizas, metales pesados (plomo, cadmio, manganeso), azufre, cloro, etc.

Constituyen un residuo peligroso.

- Las taladrinas agotadas se generan por acción mecánica y térmica ejercida sobre las mismas (actúan como lubricantes y refrigerantes).
- Contienen metales pesados, aceites parásitos (procedentes de fugas de los sistemas hidráulicos y del aceite de engrase de piezas y máquinas), nitritos, fenol, limaduras, etc.

Residuos de procesos de combustión

Se trata de escorias y cenizas generadas en calderas y hornos de las industrias.

Ejemplo

Escorias de fabricación de acero, escorias de fundición de hierro.

6.2.2. Residuos industriales: gestión

La gestión de los residuos industriales se basa en la aplicación de las técnicas más idóneas de aprovechamiento y eliminación para dar a los mismos el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental.

Conviene saber...

La gestión actual de los residuos industriales está dirigida a potenciar el aprovechamiento de los recursos presentes en los subproductos, bien como materias primas para otras industrias o mediante una valorización energética.

Esta aplicación tiene unas características particulares dependiendo del tipo de residuo considerado.

Residuos asimilables a urbanos

La gestión tiene unas características similares a la gestión de los residuos urbanos.

Ejemplo

En una industria cárnica que produce jamones y embutidos se generan los siguientes residuos asimilables a urbanos:

- Papel utilizado en las labores administrativas de la oficina.
- Papel secamanos usado por los operarios.
- Cartón de embalaje de materias primas (pimentón y otros aditivos).
- Envases de plástico (botellas de aceite, sacos de sal).
- Restos de cuerdas utilizadas para colgar los embutidos.
- Restos de etiquetas utilizadas para identificar los productos.
- El papel-cartón es recogido por una empresa de recuperación y el resto es depositado en un contenedor general y otro destinado a envases de cuya recogida se encargan los servicios municipales.

Residuos específicos

Las técnicas de posible aplicación son numerosas dada la diversidad de residuos generados.

Se diferencia:

- **Aprovechamiento:**

Incluye:

Utilización de los subproductos como materias primas en otros procesos industriales.

Las sustancias y materiales generados como consecuencia no deseada de un proceso industrial pueden ser utilizados como materias primas por parte de otras industrias.

Conviene saber...

Las Cámaras de Comercio, Industria y Navegación disponen de servicio gratuito abierto a todas las empresas que lo deseen denominado Bolsa de Subproductos Industriales.

Se trata de un medio de comunicación entre empresas dirigido a facilitar el intercambio de los residuos producidos en una empresa y que, en muchos casos, pueden ser utilizados por otra como materia prima en sus procesos de fabricación.

Las empresas interesadas pueden anunciar sus ofertas o demandas en un Boletín que publican las Cámaras.

Ejemplo

La pulpa de la aceituna generada en las industrias oleicas puede ser utilizada por las industrias de alimentación animal como materia prima en la fabricación de piensos.

El hueso de la aceituna puede ser utilizado en la fabricación de filtros para gases y líquidos y de máscaras antigás.

- **Transformación por tratamientos biológicos:**

Los tratamientos biológicos se aplican en gran medida a los residuos generados por las industrias agro-alimentarias dado su carácter orgánico.

Conviene saber...

Una parte de los residuos generados por las industrias agro-alimentarias aparecen en forma líquida constituyendo un efluente formado por las aguas de limpieza y los residuos orgánicos que arrastran.

Estos efluentes son sometidos a un proceso de depuración de características muy similares al aplicado a las aguas residuales urbanas.

El proceso incluye un tratamiento primario y un tratamiento secundario que generan fangos o lodos que pueden ser destinados a compostaje.

Ejemplo

Los efluentes generados por los mataderos presentan una DBO5 muy elevada y pueden ser sometidos a un proceso de digestión anaerobia.

- **Valorización energética:**

Es el aprovechamiento del PCI de los residuos (también es una técnica de eliminación).

Ejemplo

La empresa Vetejar ha desarrollado un tipo de caldera con capacidad para quemar residuos con una alta humedad en la que se pueden utilizar como combustible los alpechines producidos por las industrias oleicas.

El calor generado calienta agua que pasa a vapor y mueve una turbina generando energía eléctrica.

- **Eliminación:**

Incluye:

- **Vertido controlado:**

El depósito de los residuos industriales sobre el terreno se realiza en instalaciones específicas según sus características de peligrosidad.

Ejemplo

La Comunidad Autónoma de Asturias dispone de un centro de gestión de residuos industriales en La Zoreda que cuenta con un depósito de seguridad para residuos industriales orgánicos (se trata de residuos de baja peligrosidad como fangos procedentes de la depuración de efluentes de industrias lácteas y mataderos) y un depósito de seguridad para residuos industriales inorgánicos (se trata de residuos peligrosos como lodos procedentes de la precipitación de metales).

- **Incineración:**

Es la combustión controlada de los residuos industriales.

Ejemplo

La aparición de la encefalopatía espongiforme bovina o mal de las vacas locas determinó la obligación de los mataderos de retirar determinadas partes del ganado vacuno por el riesgo de que presenten el príon causante de la enfermedad.

Estas partes son el cráneo (incluyendo sesos y ojos), médula espinal, tendones e intestinos y constituyen los denominados materiales específicos de riesgo (M.E.R.).

Los M.E.R. son residuos peligrosos (por la posibilidad de presentar un agente infeccioso para el hombre) y deben ser destinados a incineración.

Esta incineración se puede realizar en hornos de cremación que actúan a una temperatura de 800°C y que determinan la combustión de los tejidos orgánicos y la calcinación de los restos óseos.

Los gases generados son mantenidos durante dos segundos a una temperatura mínima de 850°C en presencia de oxígeno

(para asegurar su oxidación total) y después dirigidos hasta un dispositivo de depuración.

La eliminación de cadáveres de animales bovinos (afectados por la enfermedad o positivos al test que determina el prión así como los pertenecientes a la misma explotación) está planteando problemas debido a que constituyen un volumen de residuos que no son capaces de asimilar los hornos de cremación.

La opción que se está llevando a cabo es la conversión de estos materiales en harinas en plantas especializadas (generalmente fábricas de transformación de grasas animales).

El proceso tiene lugar a una temperatura de 133°C.

Las harinas generadas pueden ser eliminadas en cementeras.

- **Tratamientos físico-químicos:**

Son tratamientos que permiten convertir un residuo peligroso en no peligroso o extraer del mismo los componentes responsables de dicha peligrosidad.

- **Residuos de funcionamiento de maquinaria**

Las técnicas aplicadas a la gestión son la valorización energética y la regeneración.

Conviene saber...

La gestión de los aceites usados se desarrolla de forma conjunta para los de automoción (recogidos por los particulares o en los talleres mecánicos) y para los industriales.

- Valorización energética:

Los aceites usados son utilizados como combustibles en instalaciones autorizadas.

En la actualidad son las cementeras las instalaciones consideradas más adecuadas para desarrollar la valorización energética.

Las cementeras disponen de un horno que alcanza la temperatura de 1.450°C y en el que se forma a partir de caliza y arcilla una mezcla denominada *clinker* (que una vez enfriada y triturada constituye el cemento).

El *clinker* también incorpora las cenizas y las escorias generadas por la combustión (no se produce ningún tipo de residuo).

Debido a esta característica, los hornos de las cementeras constituyen una excelente herramienta para la eliminación con valorización energética de los residuos industriales.

Las escorias y cenizas generadas por los residuos quedan incorporadas a la matriz del *clinker* y determinados componentes peligrosos se neutralizan (Ej: el cloro y el azufre presentes en los aceites usados se neutralizan en cloruros y sulfatos).

En este sentido, las cementeras están siendo consideradas como un dispositivo de eliminación de residuos dentro de los diferentes planes de gestión elaborados por las administraciones.

- Regeneración:

Es la aplicación de un tratamiento que permita la utilización del aceite usado en el mismo uso u otro de características parecidas.

Este tratamiento se basa en la eliminación de los componentes contaminantes del aceite como partículas sólidas, agua de la mezcla (en el caso de las taladrinas), metales pesados, etc.

Ejemplo

Los aceites usados regenerados pueden ser utilizados como combustible en un motor diesel para la generación de energía eléctrica.

- **Residuos de procesos de combustión**

Las escorias y cenizas generadas en las diferentes actividades industriales deben ser sometidas a un análisis previo para establecer su carácter (inerte o peligroso).

La gestión incluye:

- Aprovechamiento:

Ejemplo

Las escorias procedentes de los altos hornos de la industria siderúrgica son un residuo industrial inerte que puede ser utilizado como aditivo del cemento, relleno en carreteras o en la fabricación de hormigón.

Ejemplo

Las cenizas de piritas generadas en la industria química como consecuencia de la obtención de ácido sulfúrico tienen un alto contenido de óxido de hierro (en torno al 80%).

Este componente aparece en muchas ocasiones como deficitario en el *clinker* y por ello son utilizadas como materia prima en las cementeras incorporándolas al horno.

- Eliminación:

Se realiza en vertederos para residuos inertes o para residuos peligrosos según las características del material.

7

Referencias medioambientales del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRLPEMM)

7.1. Introducción

Objetivos

Al finalizar este módulo serás capaz de:

- Identificar los aspectos más relevantes del TRLPEMM en cuanto a la prevención y lucha contra la contaminación.
- Revisar la regulación de la Ley de Puertos en materia de recepción de residuos.
- Determinar la importancia de las obras de dragado en la gestión medioambiental portuaria.

7.2. Prevención y lucha contra la contaminación en el dominio público portuario

Se prohíben los vertidos o emisiones contaminantes, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, en el dominio público portuario, procedentes de buques o de medios flotantes de cualquier tipo.

No tienen la consideración de vertidos las obras de relleno con materiales de origen terrestre o marítimo para la modificación o ampliación de puertos.

Las instalaciones de manipulación y transporte de mercancías, las refinerías de petróleo, las factorías químicas y petroquímicas, las instalaciones de almacenamiento y distribución de productos químicos y petroquímicos, las instalaciones para el abastecimiento de combustibles a buques, los astilleros e instalaciones de reparación naval, así como cualquier otra actividad comercial o industrial que se desarrolle en el dominio público portuario,

deberán contar con medios suficientes para la prevención y lucha contra la contaminación accidental, marina, atmosférica y terrestre, de acuerdo con lo establecido en la normativa aplicable.

7.3. Recepción de desechos y residuos procedentes de buques

Las Autoridades Portuarias elaborarán y aprobarán cada tres años un Plan de Recepción de Residuos.

Los desechos generados por buques deberán descargarse a tierra, debiendo solicitar a tal efecto el servicio portuario de recepción de desechos generados por buques regulado en el TRLPEMM.

7.4. Obras de dragado

Toda ejecución de obras de dragado o el vertido de los productos de dragado en el dominio público portuario, sobre la base del correspondiente proyecto, requerirá autorización de la Autoridad Portuaria.

Para la modificación o ampliación de puertos podrán realizarse obras de dragado y de relleno con materiales de origen terrestre o marítimo que por su naturaleza, disposición final o aislamiento protector no den origen a procesos de contaminación que superen los niveles exigibles por la normativa aplicable de calidad de las aguas marítimas.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Puertos del Estado

