

TEMA 9. LOS PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES

1. CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL

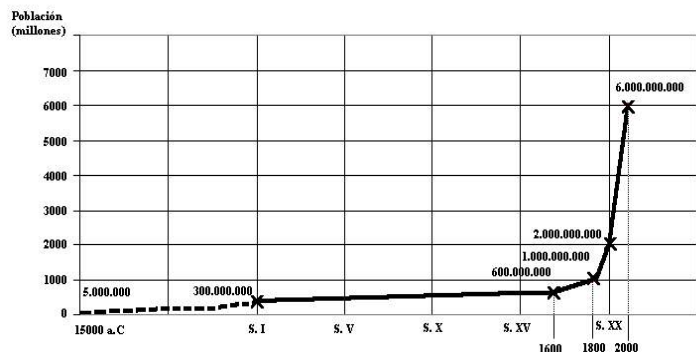
Son las alteraciones (positivas o negativas) del medio ambiente provocadas por las actividades humanas. Por ejemplo: una presa, una deforestación, una reforestación, vertido de residuos...

2. CONSECUENCIAS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

2.1 EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN Y LA NECESIDAD DE ALIMENTO

2.1.1 Crecimiento demográfico exponencial de la población humana

Con los avances en medicina, en higiene y la gran cantidad de recursos obtenidos por la revolución agrícola e industrial, el crecimiento de la población humana parece no encontrar límites ni freno, ya que estos avances le procuran alimento y defensa contra las enfermedades. En una gráfica se ve claramente que el tipo de crecimiento actualmente es exponencial. Antiguamente no lo era, como puedes observar en la gráfica el crecimiento exponencial comienza con la revolución industrial y en el siglo XX es todavía mayor.



2.1.2 Capacidad de carga de la Tierra para producir alimento para toda la población humana

El crecimiento de la población humana es uno de los problemas más grandes que existen, ya que implica un incremento de la demanda de alimentos y de bienes materiales, y acelera el proceso de agotamiento de los recursos aumentando la generación de residuos y otros impactos. En el caso del alimento, se está produciendo el agotamiento de muchos recursos alimenticios que nos proporciona la Tierra, como es el caso de la sobrepesca que agota muchas zonas pesqueras. Actualmente se produce suficiente alimento para abastecer a toda la población humana, pero esto es debido a la tecnología humana (como el tractor, fabricación de fertilizantes...) y a recursos energéticos no renovables (como el petróleo que se agotará en varias décadas) que nos permiten una agricultura intensiva que produce mucha mayor cantidad de alimentos, pero que genera numerosos impactos ambientales negativos.

La producción de alimentos ha crecido de forma considerable en todos los países del Tercer Mundo, sin embargo, debido al rápido crecimiento de la población, la producción de alimentos por persona ha aumentado muy poco o incluso ha descendido. Además, estos alimentos han sido utilizados para alimentar a la población que los puede comprar, no a la población hambrienta, falta de todo tipo de recursos. La presión sobre la Tierra hará que, en un futuro, los incrementos productivos sean más difíciles. La producción agrícola en la Tierra es limitada ya que depende del suelo cultivable que haya (cada vez desaparecen más tierras fértiles directamente bajo el asfalto y las construcciones e indirectamente por la erosión, provocada sobre todo por el hombre tanto de forma directa como indirecta) y de la disponibilidad de agua. Luego la capacidad de la Tierra para producir alimento para toda la población humana depende del suelo y del agua disponible siendo ambos recursos limitados. Además, una mayor población producirá una mayor contaminación, tanto del suelo como del agua disponibles, limitando aún más la utilización de estos recursos.

2.1.3 El problema del hambre en el mundo. Relaciones N-S

Aunque se producen alimentos suficientes para alimentar a toda la población humana, estos alimentos están desigualmente repartidos, así por ejemplo en el hemisferio norte donde están la mayoría de los países desarrollados, es donde se produce o donde va a parar la mayor cantidad de alimentos (el cual es muchas veces desperdiciado acabando en la basura de restaurantes lujosos y hogares), mientras que en el sur, muchos países

tienen a su población con déficit nutricionales por falta de alimento, bien porque no se produce suficiente alimento en estos países o, más bien, porque este alimento es vendido a los países desarrollados que son los que lo pueden pagar. Todos los años mueren en el mundo 40 millones de personas de hambre y enfermedades relacionadas con el hambre.

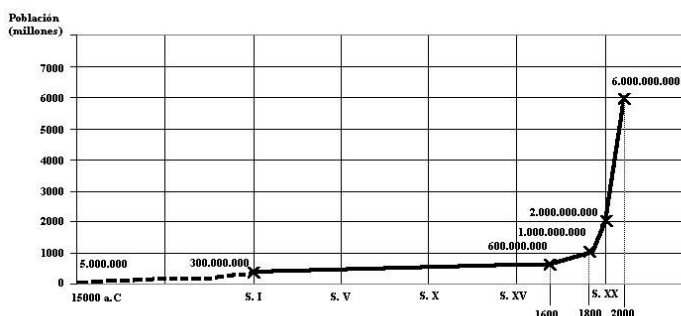
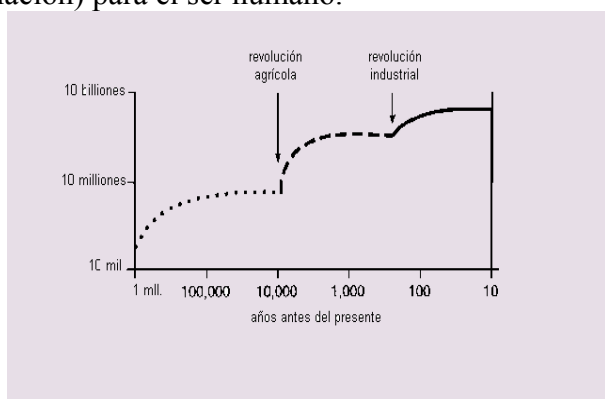
2.1.4 Necesidades alimenticias. Dieta sana y malnutrición

Mientras que muchos habitantes de los países del Norte (desarrollados) tienen una dieta con exceso de calorías, 1.300 millones de seres humanos viven en la más absoluta pobreza, 850 millones tienen una alimentación deficiente, 1.400 millones incluso carecen de agua potable. El insuficiente suministro de nutrientes y de calorías diarias mediante los alimentos consumidos, tal y como sucede en muchas personas pobres en el mundo, es lo que se conoce como malnutrición, aunque se puede decir que hay malnutrición tanto por exceso como por defecto de nutrientes (en ambos casos no tienen una proporción adecuada de nutrientes por lo que es malnutrición); en los países desarrollados el exceso de calorías está produciendo problemas serios de obesidad en su población, además de que abusan demasiado de la carne y otros alimentos ricos en proteínas, por el exceso de proteínas y de calorías no llevan una dieta sana (en los países desarrollados suele haber falta de fibra, vitaminas y minerales, junto con un exceso de calorías, suelen abusar de la carne y dulces, mientras que comen poca fruta y verduras). En los países del Tercer Mundo es todavía peor, tienen falta tanto de calorías como de proteínas y otros nutrientes. Predominan en la alimentación los vegetales y suelen carecer de las cantidades mínimas de carne que aporten los aminoácidos necesarios para el correcto funcionamiento del organismo, siendo una malnutrición por carencia, justo lo contrario que en los países desarrollados, incluso se dan situaciones de desnutrición (carencia casi total de alimentos).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN HUMANA.

2.2.1 Historia demográfica de la humanidad.

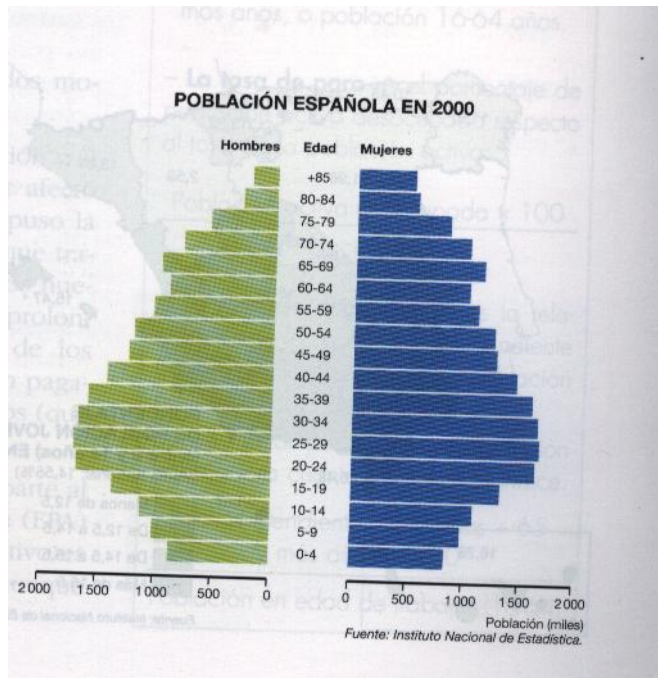
Al principio en la especie humana, la población estaba en equilibrio con su ambiente, pero hace 1 millón de años, la construcción de herramientas disminuyó la mortalidad y aumentó la natalidad porque fabricaron armas para defensa y caza, originándose con ello un mayor crecimiento de la población. Hace 10.000 de años, con la aparición de la agricultura, volvió a tener la población un incremento muy elevado por la mayor producción de alimento. Y por último, hace poco más de 100 años, la revolución científica e industrial, produjo la mayor explosión demográfica de la historia, gracias a los avances en medicina y la mecanización de la agricultura, apareciendo la agricultura intensiva. Por tanto, ni la falta de alimento ni las enfermedades son ya causas importantes de resistencia ambiental (factores que limitan el crecimiento de una población) para el ser humano.



En la gráfica de la izquierda como es logarítmica (las unidades son siempre 10 veces superiores a la anterior) se pueden observar los destacados crecimientos producidos por la aparición de la agricultura y la revolución industrial, mientras que en la gráfica de la derecha (algebraica, donde las unidades no han sido modificadas) que está a escala real, se observa cómo a lo largo de la historia de la humanidad jamás ha habido un crecimiento tan significativo como el actual, que es claramente exponencial. Esto ha sido debido a que hemos desplazado la capacidad de carga (numero máximo de individuos que puede soportar una población en un lugar determinado) de nuestra población al eliminar factores de resistencia ambiental tan importantes como son la falta de recursos como el alimento y los avances en medicina e higiene que evitan una gran mortalidad. La duda que surge sería ¿podemos seguir mucho tiempo con este crecimiento exponencial insostenible? ¿Dónde estará nuestra capacidad de carga?

2.2.2 Situación demográfica actual. Contribución del primer y tercer mundo. Perspectivas de futuro.

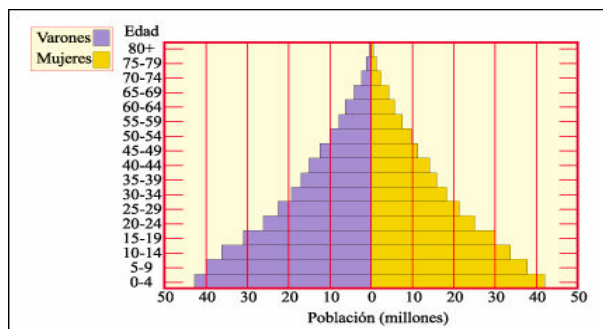
Actualmente la población humana está en crecimiento exponencial. La población humana en todo el planeta Tierra supera los 6.000 millones y se estima que seremos más de 8.000 en el año 2050. El ritmo de crecimiento es hoy de más de 80 millones de habitantes por año de los cuales el 80 % se produce en países subdesarrollados. En resumen, el crecimiento sigue siendo exponencial debido sobre todo a los países del Tercer Mundo que son los que tienen mayores tasas de natalidad y no se puede saber con certeza cuanto tiempo podrá mantenerse esta tendencia (crecimiento exponencial). En el futuro la producción de alimentos debe ser mayor para poder abastecer a la población, aunque la única manera de llegar a una situación sostenible deberá ser la combinación de la mayor producción de alimentos con controlar el crecimiento demográfico (disminuir la natalidad).



2.2.3 Distribución por clases de edad de poblaciones humanas (pirámides de edad).

La composición de la población humana en función de la edad se puede representar mediante barras horizontales en la que cada barra expresa el porcentaje de individuos que hay para cada edad. En uno de los lados se ponen los varones y en otro las mujeres, dando lugar a las pirámides de edad. Las pirámides de edad nos proporcionan de un rápido vistazo una información sobre el crecimiento de la población. Así por ejemplo podemos ver la población de 0 -14 años (población prerreproductiva), y observar si la natalidad es alta o baja. Si nos fijamos en la población reproductiva (15 -49 años) vemos si es superior o no a la prerreproductiva dándonos una idea del nº de hijos por adulto. Si observamos la edad postreproductiva (45-80 años) podemos ver si es una población envejecida o no.

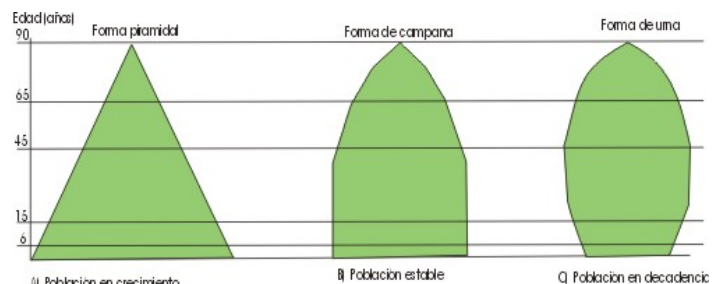
Hay 3 tipos:



Estructura de edades de la población humana de la India.

- Forma de hucha o urna. Típica de países desarrollados con baja natalidad y baja mortalidad. Es una población en regresión. La base estrecha con respecto a un centro ancho nos indica una porción muy pequeña de individuos jóvenes. Estas poblaciones en declive corren riesgos de desaparecer.

- Forma piramidal. Típica de países subdesarrollados con alta natalidad y alta mortalidad. Es una población en crecimiento como lo demuestra el alto número de individuos jóvenes.
- Forma de campana. Típica de países con población estable (crecimiento estacionario, constante y no significativo), en estas pirámides de edad la relación entre los distintos grupos de cada edad es aproximadamente constante.



2.2.4 La transición demográfica.

Es el cambio del crecimiento poblacional con altas tasas de natalidad y mortalidad típico de zonas subdesarrolladas hacia crecimiento poblacional con baja natalidad y baja mortalidad típico de zonas desarrolladas debido al desarrollo económico. A medida que los países se industrializan, sus tasas de mortalidad disminuyen primero y luego sus tasas de natalidad. De acuerdo con esta hipótesis, la transición se lleva a cabo en 4 etapas.

Primero está la etapa preindustrial cuando el crecimiento de la población es pequeño debido a las condiciones severas de vida que ocasionan altas tasas de natalidad (para compensar la mortalidad infantil alta) y de mortalidad.

En seguida viene la etapa de transición en donde empieza la industrialización, la producción de comida aumenta y se mejora el cuidado de la salud. Las tasas de mortalidad bajan y las de natalidad permanecen altas, de manera que la población crece con rapidez.

Durante la tercera fase, denominada la etapa industrial, la tasa de natalidad cae y tarde o temprano se aproxima a la de mortalidad a medida que se extiende la industrialización, los avances médicos y la modernización. El crecimiento de la población continúa, pero a una tasa más lenta y tal vez fluctuante dependiendo de las condiciones económicas. La mayoría de los países desarrollados y algunos en vías de desarrollo están ahora en esta tercera etapa (las tasas de fertilidad en muchos países desarrollados han caído dramáticamente, pero continúan arriba de la tasa de fertilidad de reemplazo, por lo que las poblaciones continúan creciendo).

La última fase es la etapa posindustrial, cuando la tasa de natalidad disminuye más, igualando a la tasa de mortalidad y llegando a un crecimiento de la población de cero. Si la tasa de natalidad cae por debajo de la tasa de mortalidad, el tamaño de la población disminuirá con lentitud. Cuarenta países que tienen el 13% de la población del mundo han entrado en esta etapa y se espera que más países desarrollados entren a esta fase en 2050.

2.2.5 Consecuencias ambientales del crecimiento exponencial de la población humana.

Cuanto mayor sea el número de individuos, más recursos serán necesarios. El consumo de esos recursos provoca alteraciones del medio ambiente y contaminación, con la consiguiente formación de ingentes cantidades de residuos. En los países subdesarrollados la población humana se comporta como una superpoblación de individuos que gastan recursos mientras que los desarrollados se comportan como superpoblación de consumo, ya que un individuo de un país desarrollado consume unas 18 veces más recursos que uno de un país subdesarrollado, pero como en los países subdesarrollados (aunque gastan menos recursos los individuos) hay una mayor población producen también un gran consumo de recursos.

Debido a que la población humana tiene un crecimiento exponencial, el consumo de recursos y sus consecuencias medioambientales aumentan también en gran medida. Actualmente, el país más poblado del planeta, China, se está desarrollando a gran velocidad por lo que se prevé un aumento mucho mayor del consumo de recursos por individuo en la población china, con los consecuentes impactos ambientales que ello creará.

3. LOS RESIDUOS: ORIGEN, TIPOS Y SU PROBLEMÁTICA

3.1 CONCEPTO DE RESIDUO

Residuo es todo material que resulta de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuando su poseedor o productor lo abandona. Una definición de residuo más sencilla sería cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda. No pienses solo en la basura que tiramos, el humo que sale de una fábrica o de un coche es algo de lo que nos desprendemos y se considera residuo.

En los sistemas naturales, los desechos (restos de hojas, heces...) son incorporados en los ciclos de materia (recuerda los ciclos biogeoquímicos del C, N, P, O y S: los descomponedores lo transforman en materia inorgánica y vuelve a las cadenas tróficas al incorporar los productores esta materia inorgánica) y en el flujo de energía, siendo constantemente reutilizados y no originan residuos, por tanto, los residuos son generados por las actividades humanas, sobre todo en los países desarrollados, que tienen elevada actividad industrial y un gran consumo de productos. En el pasado, cuando la población era más reducida, los residuos se producían en unas cantidades que el ambiente podía absorber y eliminar, pero actualmente, la cantidad de residuos que se producen es tan grande que tienden a acumularse causando impactos ambientales (los impactos son provocados por el ser humano por dos causas: las actuaciones directas sobre el ambiente y los residuos). En este tema nos vamos a referir sobre todo a los residuos sólidos.

3.2 TIPOS DE RESIDUOS SEGÚN SU PROCEDENCIA

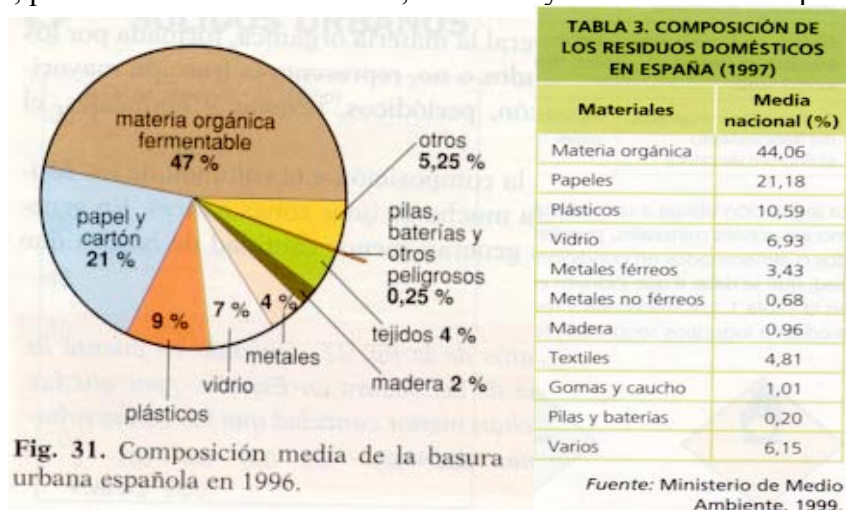
Al hablar de residuos sólidos se suele pensar de forma inmediata en las basuras domésticas. Sin embargo la procedencia y los tipos de residuos son muy variados. La clasificación más utilizada de los residuos es en base a su procedencia (origen), clasificándolos en residuos domésticos, agrícolas y ganaderos, sanitarios, industriales y radiactivos.

3.2.1 Residuos domésticos

Son los residuos generados en los núcleos urbanos o en sus zonas de influencia, además de las basuras originadas en los hogares se incluyen aquí algunos residuos de gran tamaño como muebles, electrodomésticos o coches. También se incluyen los residuos generados en los comercios y servicios como centros de enseñanza, los residuos producidos por la limpieza de calles, playas, áreas recreativas, zonas verdes y mercados, y los escombros de construcciones demoliciones y obras de reparación en viviendas.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) o basuras están compuestos por materiales muy diversos, que se agrupan, según su naturaleza, en inertes (vidrios, escoria...), fermentables (materia orgánica procedente de restos de alimentos) y combustibles (papel, cartón, plásticos). La cantidad y composición de las basuras varía dependiendo del nivel económico, características de la población, modo de vida, condiciones climáticas...

Entre los residuos domésticos habría que incluir también los residuos líquidos vertidos a la red sanitaria con detergentes y materia orgánica (aceites, agua de lavado de alimentos, heces...) y los residuos gaseosos emitidos a la atmósfera, procedentes de calefacciones, aerosoles y vehículos de transporte.



3.2.2 Residuos agrícolas y ganaderos

También llamados residuos agropecuarios. Son los residuos generados por la agricultura y la ganadería. En la agricultura destaca la contaminación por residuos de dos tipos, los fertilizantes y los plaguicidas (fungicidas, insecticidas, acaricidas...) que se acumulan en el suelo y pueden llegar a las aguas subterráneas. Otros residuos agrícolas son restos de podas, pajas, cascarillas..., que pueden ser aprovechados como biomasa para alimentación de animales, producción de energía (combustibles), biogás, fertilizantes (fabricación de compost)...

Los residuos ganaderos están siendo en muchos casos fuente de problemas, debido a la explotación intensiva. Al margen de los malos olores y los problemas sanitarios e higiénicos de las instalaciones, tanto los residuos sólidos (estiércol) como líquidos (purines) producen en las aguas una contaminación orgánica importante (elevan la concentración en el agua de materia orgánica, nitritos, nitratos, fosfatos y favorecen la aparición de gérmenes patógenos).

En este apartado se podrían incluir los residuos forestales como ramas, hojas, matorral que pueden ser aprovechados como biomasa al igual que los residuos de restos agrícolas.

3.2.3 Residuos sanitarios

Son los residuos generados en la actividad de centros hospitalarios, clínicas, ambulatorios, centros de investigación biológica y laboratorios farmacéuticos. Se pueden clasificar en:

- Residuos asimilables a urbanos: producidos en los servicios de hospitales que no realizan tareas sanitarias propiamente dichas como oficinas, cafeterías, jardines...

- Residuos sanitarios sin peligrosidad: son los que no implican riesgo de contaminación biológica como yesos, sondas...
- Residuos infecciosos y peligrosos: son bien los que contienen agentes infecciosos y, por tanto, con capacidad potencial de contagio y toxicidad (antes de ser recogidos por los servicios municipales es obligatorio someterlos a desinfección o esterilización) como materiales con restos de sangre de una persona o animal de experimentación infectado (jeringuillas, agujas, vendas, vacunas...), cadáveres, restos humanos y de animales de experimentación..., o bien, los residuos que contienen sustancias químicas con capacidad de contaminación ambiental o humana como restos químicos y farmacéuticos, son residuos tóxicos y peligrosos, por lo que es necesario aplicar tratamientos para disminuir su peligrosidad.



Fig. 20. Niño rumano enfermo de SIDA. La enfermedad le fue transmitida por el uso de jeringuillas infectadas en el propio hospital, jeringuillas o agujas que no se esterilizaban adecuadamente; a veces ni siquiera se esterilizaban de un paciente a otro.

Los residuos agrícolas son los más abundantes

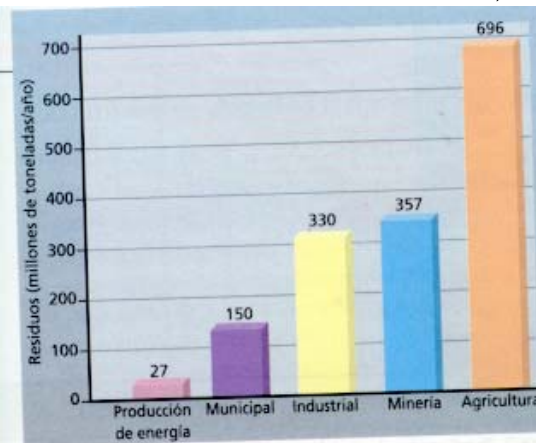


Figura 2. Producción de residuos de distintos orígenes en los países europeos de la OCDE en 1990.

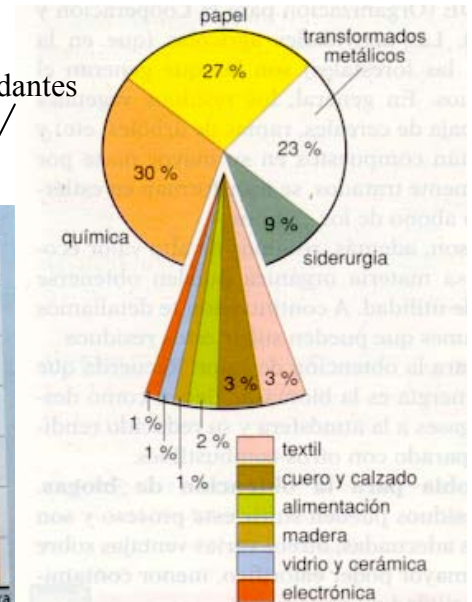


Fig. 11. Porcentaje de residuos industriales en España (1991). No incluye los producidos por la minería

3.2.4 Residuos industriales (química, papelera, siderurgia, textil...)

Por residuos industriales entendemos los subproductos de la industria que se producen en los distintos procesos de fabricación y que, al no tener valor económico, o ser su rentabilidad muy baja, se desechan. Pueden ser de tantos tipos como actividades industriales hay. De acuerdo a sus características se les puede agrupar en **inertes y residuos tóxicos y peligrosos (RTP)**.

Los inertes no tienen actividad físico-química o biológica, son escombros, escorias, chatarra, cenizas...

Los RTP son peligrosos para la salud y generalmente muy contaminantes de los ecosistemas como metales pesados, ácidos fuertes, sustancias cancerígenas, inflamables o explosivas..., y deben sufrir un tratamiento anterior al vertido para intentar reducir o eliminar su toxicidad.

3.2.5 Residuos radiactivos

Son los residuos que emiten partículas (partículas α y β) o radiaciones ionizantes (radiación γ y rayos X). Probablemente son los residuos más peligrosos que estamos generando por su elevada persistencia en el medio (algunos incluso mucho más de 100.000 años) y por su elevada toxicidad, ya que provocan mutaciones en el material genético y, por tanto, alteraciones celulares, lo que conduce a la aparición de tumores y diversas enfermedades. Además, si son afectados los órganos sexuales, pueden provocar la aparición de malformaciones genéticas en generaciones futuras. Los radioisótopos se introducen en las cadenas tróficas acumulándose en tejidos y organismos, por ejemplo las algas pueden concentrar hasta 1.000 veces la radiactividad presente en el agua y los peces hasta 20-30.000 veces (bioacumulación). Los materiales radiactivos se usan en muchos campos: en medicina (radioterapia contra el cáncer, radiografías, esterilización, marcapasos...), en investigación (espectrografías, aceleradores de partículas, análisis, mediciones...), incluso algunos pararrayos, paneles luminosos, detectores de humos..., (todos estos son residuos radiactivos de baja o media actividad), pero sobre todo en armamento y en centrales nucleares. Los residuos radiactivos producidos en las centrales nucleares, aunque su cantidad es pequeña (1% del total) contienen más del 99% de la radiación generada

(residuos radiactivos de alta actividad) y son los de mayor período de vida (ejemplo el U_{238} tiene una vida media de $4,47 \cdot 10^9$ años).



¿CUÁNTOS RESIDUOS PRODUCIMOS?

Para tener una idea de las cantidades de residuos que generan las sociedades más desarrolladas, se puede analizar la producción de residuos domésticos, es decir, los que se producen en un hogar medio y urbano de una de estas sociedades. Esta cantidad se cifra en unos 3 kg por habitante y día. Si se cuenta también con otros residuos, como los agrícolas o los industriales, se pueden alcanzar cantidades de 50 kg por habitante y día. Por ejemplo, en España, según el Ministerio de Medio Ambiente, se produjeron en el año 1996 unos 15 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, lo que equivale a 1 kg por persona y día. Pero si se consideran los residuos totales producidos, la cifra alcanza los 46 kg por persona y día.

Procedencia de los residuos



3.3 PROBLEMAS QUE GENERAN LOS RESIDUOS

La acumulación de residuos que produce una sociedad genera problemas en el medio ambiente y en la salud. Gran parte de estos problemas derivan del abandono incontrolado de estos residuos. Destacamos los siguientes problemas:

- Al igual que sucede con un agua con cierto grado de contaminación que ya no se puede destinar a ciertos usos, el suelo contaminado no se puede destinar (por problemas de salud) a zonas de ocio, parques... La presencia de residuos en bosques, parques... deterioran el medio ambiente y no son indicados para uso humano.
- Los residuos con materia orgánica aumentan el riesgo de plagas que pueden ser portadoras de enfermedades, como insectos (moscas, mosquitos...), roedores (sobre todo ratas), gaviotas, microorganismos muchos de ellos patógenos..., además de los malos olores debidos a las fermentaciones por microorganismos como las fermentaciones pútridas (putrefacción).
- Los residuos fermentables (materia orgánica) además son fácilmente autoinflamables debido a los gases producidos en las fermentaciones como el metano (CH_4) y al calor generado en dichas fermentaciones, pudiendo provocar incendios, explosiones y contaminación atmosférica (el metano por ejemplo provoca efecto invernadero con mayor intensidad que el CO_2).
- Los vertidos incontrolados pueden ocasionar contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, debido a los lixiviados producidos cuando el agua de lluvia arrastra sustancias (los lixiviados pueden contener gérmenes patógenos, metales pesados...).
- Aumento de los riesgos como desprendimientos (residuos mineros de materiales no cohesionados y que se acumulan en grandes cantidades).
- Degradación del paisaje.
- En el transporte de residuos radiactivos y RTP pueden haber accidentes con fatales consecuencias, al igual que accidentes en las industrias que producen estos residuos liberándolos con graves consecuencias para las personas y el medio ambiente.
- Los residuos radiactivos y los RTP son los más peligrosos debido a sus graves efectos sobre la salud y el medio ambiente, siendo muy complicado encontrar emplazamientos adecuados donde almacenarlos, sobre todo los residuos radiactivos de larga vida media porque no se puede garantizar la seguridad de ningún emplazamiento durante tantos miles de años. Estos residuos pueden crear los siguientes efectos en la salud: efectos mutagénicos, cancerígenos, corrosivos, inflamables, toxicidad (envenenamiento), reactividad...
- Ocupación e inutilización de grandes superficies de terreno útil por acumulación de residuos.

En resumen, los residuos originan problemas para la salud (intoxicaciones, propagación de enfermedades...) y el medio ambiente (desde el suelo se expanden residuos también a la hidrosfera y la atmósfera contaminándolas también), además de aumentar riesgos (como explosiones, desprendimientos...), ocupar suelo útil, agotamiento de los recursos, alto gasto económico de su almacenamiento (sobre todo RTP y radiactivos)...

3.4 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Las basuras domésticas producidas en los países desarrollados son muy grandes, en España, se recoge más de 1 Kg. de basura por persona y día, utilizándose entre el 10 y el 20% del presupuesto municipal en su eliminación (supone uno de los principales gastos de los ayuntamientos). La composición de los RSU es heterogénea, predominando los restos orgánicos, el papel y el cartón. La gestión de los residuos tiene 3 fases: recogida, transporte y tratamiento.

- La **recogida** es la carga de los residuos (depositados en cubos de basura, contenedores...) en los vehículos destinados a su transporte.
- El **transporte** incluye el desplazamiento de los residuos a su punto de destino y su descarga. Los puntos de destino pueden ser vertederos, incineradoras, fábricas de compost, el mar...
- El **tratamiento** es el conjunto de operaciones para eliminar los residuos (vertederos controlados, vertidos al mar, incineradoras...) en su punto de destino final o para recuperar productos aprovechables (reciclado, fabricación de compost, biogás, obtención de energía...).

Los **vertederos** controlados son instalaciones al aire libre convenientemente acondicionadas para depositar los RSU y cubrirlos con tierra. Los residuos se van extendiendo por el terreno en capas de poco grosor, se compactan para disminuir su volumen y cada capa se recubre con tierra, sobre la que se repite el mismo proceso hasta la ocupación total del vertedero (período de funcionamiento limitado). Un vertedero controlado exige unos estudios hidrogeológicos previos (impermeabilidad del terreno fundamentalmente) y de



Fig. 38. Los dos sistemas más comunes de vertederos de residuos urbanos.

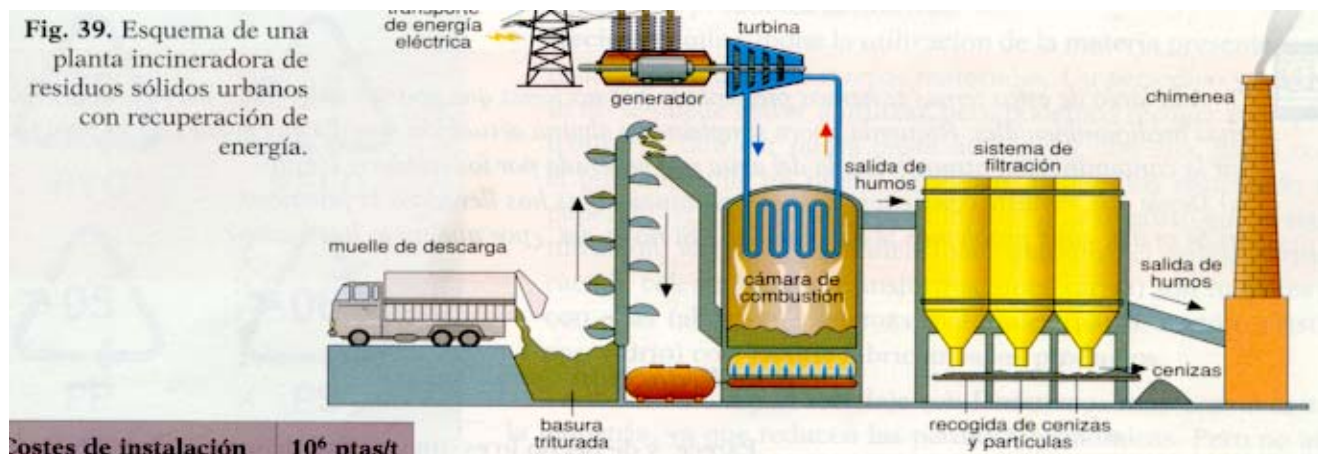


Fig. 23. Destino final de los RSU en España.

diseño técnico para impedir la percolación de los lixiviados (sustancias arrastradas por el agua que se infiltra a través de la tierra) a las capas freáticas, facilitar la salida de gases producidos por la fermentación, limitar ruidos, malos olores, formación de polvo o humos, y evitar la proliferación de roedores e insectos. En España hay un gran número de vertederos incontrolados e ilegales, los cuales producen un serio impacto ambiental.

La **incineración** consiste en la combustión controlada de los residuos. Con este sistema se disminuye el volumen de los residuos en un 90% y se puede obtener secundariamente energía calorífica aprovechable directamente (calefacciones) o para la producción de energía eléctrica. Es el mejor método que existe actualmente para eliminar residuos, pero presenta numerosos inconvenientes sobre todo la contaminación atmosférica (traslada el problema de la contaminación a la atmósfera) debida no sólo a los óxidos producidos en toda combustión (CO_2 , NO , SO_2), sino también muchas sustancias tóxicas variadas por ejemplo muchos plásticos desprenden cloro y otros halógenos y compuestos halogenados como HCl (ácido clorhídrico), también dioxinas y furanos..., para evitar el vertido a la atmósfera de estos tipos de tóxicos, la incineradora debe controlar el tipo de basura recibida y la combustión debe realizarse a una temperatura entre 800 y 1.000 °C. Otro inconveniente sería la producción de grandes cantidades de cenizas y escorias que deben llevarse a un vertedero.

Unas variantes de la incineración son la pirólisis y la pirofusión. La pirólisis es la descomposición de las materias orgánicas de las basuras (principalmente plásticos) a altas temperaturas (entre 550 y 1.000 °C) en ausencia de oxígeno. Es un proceso de destilación anaeróbica en la que se obtienen combustibles como coque, alquitrán, aceites ligeros, ácidos orgánicos, alcoholes orgánicos y gases inertes. Otra variante es la pirofusión que es un sistema que utiliza la pirólisis y la fusión de los residuos sólidos, incluidos los no combustibles, a temperaturas que llegan a los 1.600 °C.



Para una correcta gestión de los residuos cobran gran importancia las propuestas basadas en el desarrollo sostenible, conocidas como la regla de las 3 R: Reducción, Reutilización y Reciclaje.

La reducción se basa en producir menos cantidad de residuos, como por ejemplo mediante el uso de tecnologías limpias que emitan menos contaminantes, mediante campañas de concienciación ciudadana que eviten el consumo excesivo (cambios en los hábitos de consumo) y el uso de productos desechables (a favor de los reutilizables o reciclables), y mediante normativas respecto de los envases de los productos, que muchas veces son innecesarios. La reutilización se basa en recuperar todo aquello que todavía tiene una utilidad tras tratamientos suaves, por ejemplo la limpieza de botellas de vidrio permiten su reutilización.

El **reciclaje** consiste en extraer materias primas de los residuos, para elaborar productos similares o diferentes, por ejemplo el vidrio, el papel y el cartón son productos que se pueden reciclar fácilmente. Otros residuos que se pueden reciclar son metales, plásticos, materia orgánica, aceites lubricantes y disolventes. El reciclaje de los plásticos es muy costoso, pues tienen que ser previamente clasificados y separados porque cada tipo (polietileno, poliestireno, polipropano o cloruro de vinilo) necesita un tratamiento diferente. Además la ley no permite que los plásticos reciclados estén en contacto con alimentos (son utilizados en invernaderos, capas aislantes de tuberías, señales de tráfico o suelas de zapatos...). El reciclaje reduce en las industrias las pérdidas económicas (ver tabla) y la contaminación, por ejemplo al reciclar metales, no interviene la actividad minera evitando sus residuos, daño paisajístico, riesgo de hundimientos, también se evita el costoso proceso de separar la mena de la ganga... La materia orgánica puede ser reciclada mediante la producción de compost y biogás.

Fig. 35. Porcentaje de reducción de diversos conceptos si se trata de material reciclado en vez de material fabricado a partir de materias primas.

Material reciclado	Gasto energético	Contaminación atmosférica	Contaminación del agua	Consumo de agua	Residuos mineros
Aluminio	90-97 %	95 %	97 %	—	—
Acero	47-74 %	85 %	76 %	40 %	97 %
Papel	23-74 %	74 %	35 %	58 %	—
Vidrio	4-32 %	20 %	—	50 %	80 %



Figura 14. Campaña de concienciación ciudadana.

El **compostaje** consiste en la separación de la materia orgánica en los RSU y su utilización para la fabricación, mediante procesos biológicos aerobios, de un fertilizante orgánico llamado **compost**. Aunque es una buena alternativa en la gestión de los RSU, no es muy utilizada debido a la presencia de restos no deseados como restos de vidrio y plásticos en el compost, por lo que a veces es rechazado por el agricultor, incluso se han dado casos de la aparición de metales pesados en el compost. En la fabricación del compost se produce una

descomposición y fermentación aerobia que transforma parte de la materia orgánica en sales (nitratos, sulfatos...), también se produce humus (materia orgánica parcialmente descompuesta). Bacterias, hongos y macroorganismos (como las lombrices) son los responsables de la formación del compost, el proceso requiere aireación continua para evitar las condiciones anaerobias que favorecen la proliferación de gérmenes patógenos, malos olores, gases como el metano.... Durante el proceso la propia fermentación produce la elevación de la temperatura en torno a 50-70 °C, lo que también impide la proliferación de gérmenes patógenos. El proceso necesita además de la aireación, la corrección de la humedad y del pH que se modifican durante el proceso. El tiempo de compostaje varía desde los 3 meses en procesos naturales (se coloca en montones de unos 10 metros que se remueven cada varias semanas) hasta los 15 días en procesos acelerados (se coloca en unos contenedores especiales llamados digestores en los que se añade agua y se inyecta aire o se remueven). No se producen malos olores al ser un proceso aerobio.

3.5 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS (RTP)

Los RTP pueden ser eliminados en almacenes y depósitos o bien pueden sufrir diversos tratamientos (físico, químico, biológico, incineración) para su recuperación, reciclaje, neutralización o disminución de su peligrosidad entre otras razones.

3.5.1 Tratamientos

El tratamiento físico: va desde procesos tan sencillos como la sedimentación de partículas o la separación por filtración, hasta otros tan complejos y específicos como las resinas de intercambio iónico o la destilación fraccionada para concentrar o recoger un residuo. Se aplican para recoger contaminantes que puedan ser reaprovechados o que sean valiosos o tóxicos. Destaca también la utilización de luz ultravioleta que destruye contaminantes como las dioxinas y la ósmosis inversa que mediante membranas, elimina del agua la materia disuelta.

El tratamiento químico: transforma las sustancias nocivas o tóxicas en otras menos peligrosas (detoxificación) ejemplo sustituir Cl de los PCB por otro átomo menos agresivo. Entre los procesos más comunes están la precipitación de sales y compuestos metálicos o de halógenos, la neutralización del pH (reacciones ácido-base), la oxidación (reacciones de oxidación-reducción) y mecanismos de precipitación que nos permiten transformar en sólidos insolubles los materiales disueltos, y así facilitar su eliminación por filtración o sedimentación (tratamientos físicos).

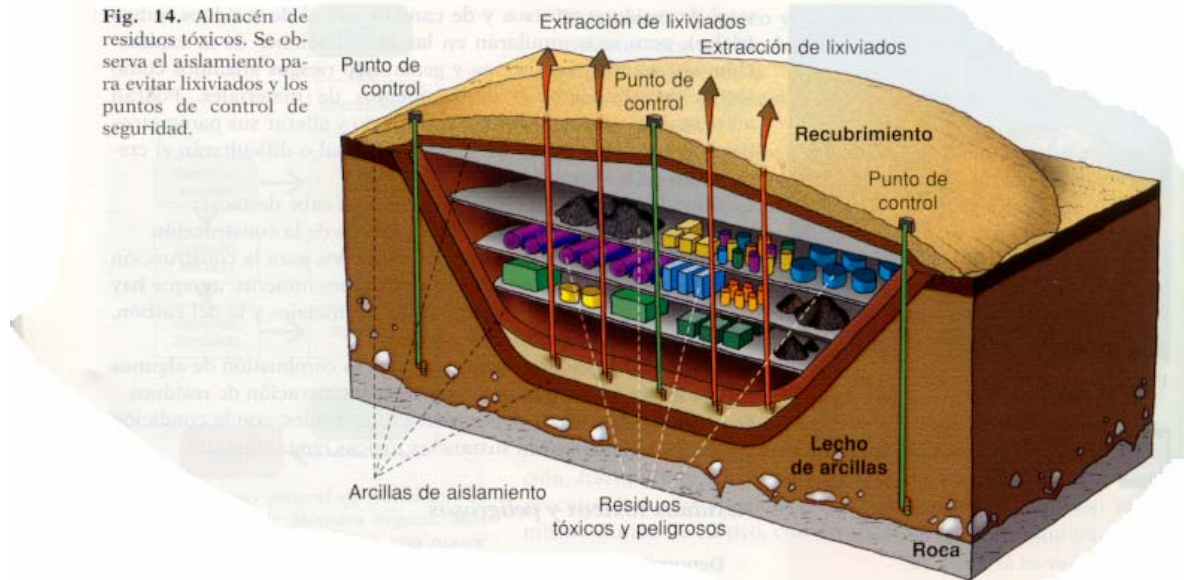
El tratamiento biológico: que usa la capacidad de muchos seres vivos para concentrar o metabolizar compuestos tóxicos. Por ejemplo algunas plantas son capaces de soportar altas concentraciones de metales pesados almacenándolos (limpiando el suelo, luego se retiran las plantas con gran cantidad de tóxicos y se llevan a vertederos...) o microorganismos que pueden descomponer ciertos tóxicos.

Incineración: consiste en la eliminación de residuos a 900 °C o más, buscando la obtención de compuestos oxidados que no sean tan agresivos, o bien, transformar los residuos en un gas más fácil de dispersar en la atmósfera (se realiza lejos de núcleos urbanos o en alta mar en barcos especiales) o producir la cristalización de residuos peligrosos.

3.5.2 Eliminación

Depósito de seguridad y almacenamiento subterráneo: Los RTP tienen un índice de aprovechamiento muy alto por alguno de los tratamientos vistos anteriormente, pero se realiza el aislamiento en depósitos de seguridad para los residuos que ya no se pueden tratar, aunque en ocasiones se realiza de manera temporal acumulados a la espera de recibir tratamiento, ya que debido a su peligrosidad estos residuos deben estar localizados y controlados. Los depósitos de seguridad y almacenes subterráneos de RTP, al igual que los de RSU se sitúan en terrenos geológicos seguros y sometidos a un control sanitario, es decir, sus características son similares a las requeridas para vertederos controlados como la impermeabilidad del terreno para evitar o retener las posibles filtraciones de lixiviados, sistemas de drenaje para eliminar los lixiviados, ausencia de fracturas, ausencia de recepción de escorrentías superficiales... Es importante dentro del depósito o almacén la colocación de los residuos, de tal manera que no puedan ponerse en contacto sustancias que puedan reaccionar entre sí (es necesario que los residuos estén bien embalados en bidones estancos y se dispongan según su grado de reactividad).

Fig. 14. Almacén de residuos tóxicos. Se observa el aislamiento para evitar lixiviados y los puntos de control de seguridad.



Curiosidad: como estos vertederos de RTP deben situarse en terrenos geológicamente estables e impermeables, son muy adecuadas las minas de sales, de cloruro sódico o potásico, ya que son minerales plásticos, por lo que estas formaciones no tienden a hundirse ni colapsarse, y siempre se presentan dentro de formaciones geológicas impermeables.

También pueden construirse depósitos de seguridad al aire libre, preparando fosas o zanjas impermeabilizadas a base de recubrimientos de arcilla o con otros materiales impermeabilizantes como plásticos.

En la eliminación también se pueden usar **soluciones tecnológicas** como la utilización de microondas que favorece reacciones químicas y bioquímicas.

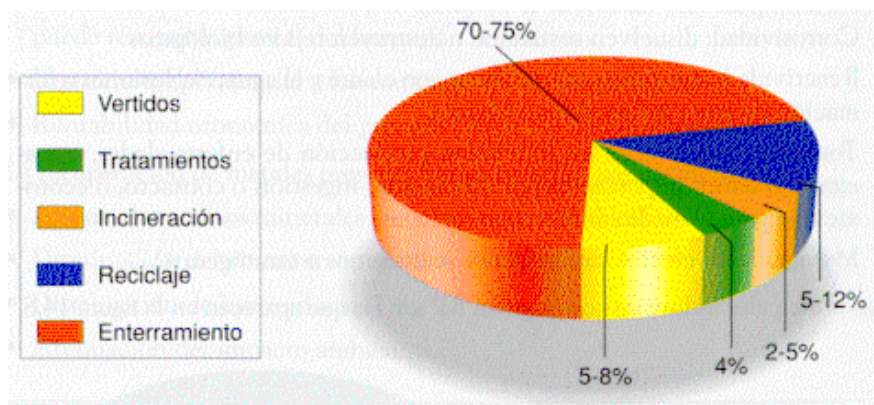


Foto: Tipos de gestión de los RTP y su porcentaje



Foto: Algunos países exportan sus RTP, pasando el problema de los RTP a otros países a cambio de dinero. Piensa que en el transporte pueden haber accidentes y también podría pasar que el país que recibe los RTP no los gestione bien, ni tome medidas de protección, pues sólo le interese el dinero que recibe y deje los residuos en cualquier almacén, incluso almacenes situados en núcleos urbanos (esto puede pasar con más probabilidad en países subdesarrollados de gobiernos corruptos).

3.6 RESIDUOS RADIATIVOS

Los residuos radiactivos se clasifican según su actividad en residuos de baja y media actividad, si su período de semidesintegración (vida media) es menor de 30 años y su actividad no puede superar ciertos límites; y residuos de alta actividad que son de vida larga, generan calor y la cantidad de radiación que emiten es elevada, son los más peligrosos y proceden exclusivamente del combustible empleado en las centrales nucleares y de las plantas de procesamiento y obtención de armamento nuclear. Los residuos de baja y media intensidad se inmovilizan en depósitos de hormigón; los de alta actividad poseen dos tipos de emplazamientos, un **almacenamiento temporal** principalmente en piscinas presentes generalmente en las propias centrales nucleares, en las que son sometidos a un enfriamiento durante años; y un **almacenamiento definitivo** o depósito geológico, constituidos por formaciones geológicas profundas. En ocasiones se realiza la **dispersión** de residuos radiactivos, normalmente gases y líquidos, de muy baja actividad y período de vida corto, cuando las cantidades son pequeñas y teniendo presentes las normas internacionales.

El almacenamiento de los residuos radiactivos se basa en la interposición de tres barreras entre ellos y el entorno, de modo que queden perfectamente aislados durante el tiempo necesario hasta que, por desintegración, su radiactividad decaiga a niveles inocuos (en algunos casos ocurre en cientos de miles de años!). Las tres barreras son:

- Barrera físico-química: son los contenedores o bidones que contienen los residuos radiactivos, van llenos de hormigón y forrados de plomo.
- Barrera de ingeniería: son las estructuras del almacén o depósito como el tipo de muro.
- Barrera geológica: es la formación del terreno elegida para el emplazamiento del depósito. Su elección debe hacerse teniendo en cuenta cuestiones como: si puede verse afectado el depósito por inundaciones o filtraciones, por movimientos tectónicos y sísmicos, por procesos erosivos o por actividades humanas en su proximidad.

Además de estas barreras, se establece un control de seguridad de las instalaciones basado en un plan de medidas de vigilancia, para detectar posibles fugas de radiactividad.

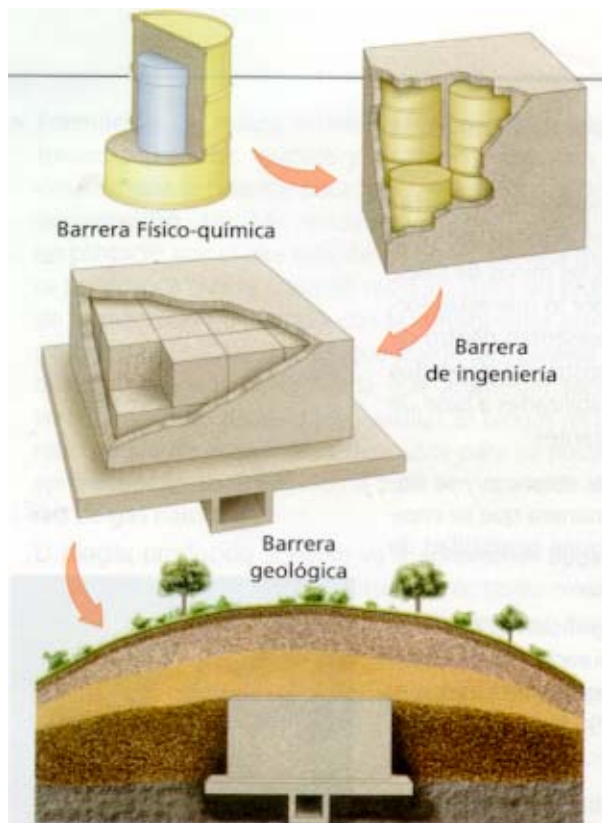


Figura 20. Sistema de las tres barreras para el almacenamiento de los residuos radiactivos. Fuente: ENRESA, 1997.



Fig. 19. Sistemas de aislamiento de residuos radiactivos.

Curiosidad: Un caso que merece mencionarse fue el vertido indiscriminado de bidones con residuos nucleares al fondo marino (por ejemplo cerca de las costas gallegas) hasta principios de los años 80, cuando fue prohibido por la convección de Londres. Actualmente, muchos de estos bidones presentan corrosiones y agrietamientos, por donde pueden pasar los radioisótopos al agua marina y afectar, por tanto, a las redes tróficas por bioacumulación (recuerda que los seres humanos estamos en los últimos eslabones de las redes tróficas, por lo que la acumulación de radioisótopos es mayor en nosotros que en muchas otras especies).

4.1 Concepto y características del desarrollo sostenible

El sistema económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica es insostenible. Un planeta limitado no puede suministrar indefinidamente los recursos que esta explotación exigiría. Por esto se ha impuesto la idea de que hay que ir a un desarrollo real, que permita la mejora de las condiciones de vida, pero compatible con una explotación racional del planeta que cuide el ambiente. Es el llamado **desarrollo sostenible**. Es aquel desarrollo que consume los recursos de una manera respetuosa con el medio ambiente, es decir, hacen una buena gestión de los recursos para que siempre se disponga de recursos en el presente y para las generaciones futuras. En resumen, un desarrollo solidario y compatible con la conservación del medio.

Las características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son:

- Busca la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- Usa los recursos eficientemente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Pone su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restaura los ecosistemas dañados.
- Promueve la autosuficiencia regional
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

4.2 Principios básicos del desarrollo sostenible

4.2.1 Principio de recolección sostenible: La recolección de los recursos renovables (bosques, peces...) no ha de superar su capacidad de regeneración.

4.2.2 Principio de vaciado sostenible: La explotación de recursos no renovables (carbón, petróleo, materias primas) no ha de superar la tasa de creación de sustitutos renovables que puedan sustituirlos cuando se agoten.

4.2.3 Principio de la emisión sostenible: Las emisiones de residuos han de ser inferiores a la capacidad natural de asimilación por parte de los ecosistemas.

4.2.4 Principio de selección sostenible de tecnologías: Es preciso favorecer las tecnologías limpias y eficientes, es decir, que se aumente la cantidad aprovechable por cada unidad de recurso empleado.

4.2.5 Principio de irreversibilidad cero: Reducción a cero de los impactos ambientales irreversibles (desertización, extinción de especies, etc.)

4.2.6 Principio de desarrollo equitativo: Además de garantizar el desarrollo de las generaciones venideras, se trata de conseguir una mejor calidad de vida de todos los habitantes del planeta: acceso a la sanidad, a la educación y a las tecnologías de la información; y erradicar la pobreza, la marginación, las desigualdades y los conflictos sociales (el desarrollo económico con igualdad dando un **equitativo** acceso a bienes básicos a todas las personas y no un desarrollo que favorezca sólo a unos pocos).

Resto del tema imprimir “9-5-CUESTIONES-TEMA9.pdf” que esta en la documentación aportada por el coordinador de selectividad