

TEMA 4.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA Y LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS. TÉCNICAS DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS.

Índice:

1. IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA Y LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS.....	2
1.1. Introducción. Absorción por parte de la naturaleza de la actividad humana.	2
1.2. Medio ambiente e impacto ambiental.	2
1.2.1. Medio ambiente.	2
1.2.2. Impacto ambiental.	2
1.2.3. Actuaciones sobre el medio ambiente.	3
1.2.4. Consecuencias.....	5
2. TÉCNICAS DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS.	7
2.1. Introducción.....	7
2.2. Tipos de Residuos	7
2.2.1. Urbanos.....	7
2.2.2. Industriales.	8
2.3. Soluciones técnicas.....	9
2.3.1. Prevención.....	9
2.3.2. Tratamiento de los residuos.	9
3. GESTION DE LOS RSU.....	11
3.1. Sistemas de recogida: opción para el reciclaje	11
3.2. Almacenamiento de RSU en vertederos	11
3.3. Técnicas de transformación de RSU	13
3.3.1. Las plantas de producción de compost.	13
3.3.2. Procesamiento térmico de RSU.....	14
3.4. Residuos tóxicos y peligrosos (RTP).	16
3.4.1. Caracterización de los RTP.	16
3.4.2. Manejo de RTP.	17

1. IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA Y LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS.

1.1. Introducción. Absorción por parte de la naturaleza de la actividad humana.

Desde que el hombre apareció sobre la Tierra se ha servido de los recursos naturales que esta le brindaba y modificaba el mundo conforme a sus necesidades.

Podemos afirmar que hasta la revolución industrial, los cambios que el hombre provocaba en la naturaleza esta tenía la capacidad de absorberlos, sin que estas modificaciones repercutieran de forma importante en los ciclos naturales.

Sin embargo con la revolución industrial, el consumo de combustibles fósiles aumentó espectacularmente llegando hoy en día a un desarrollo tecnológico capaz de introducir modificaciones en el mundo de forma "casi" irreversible.

1.2. Medio ambiente e impacto ambiental.

1.2.1. Medio ambiente.

En general, el "medio ambiente" podría definirse como: " El conjunto, en un momento dado, de los aspectos físicos, químicos, biológicos y sociales susceptibles de tener un efecto directo o indirecto, inmediato o a largo plazo, sobre los seres vivos y las actividades humanas".

De lo que podemos deducir que hay que distinguir dos consideraciones medioambientales: De un lado, el medio ambiente Físico y de otro el medioambiente Social.

Desde la consideración física, el medioambiente se comporta como instrumento de producción, es decir, nos permite fabricar algo, además de ser un bien en si mismo que se puede disfrutar.

El medio ambiente social da mayor énfasis a los problemas que tienen su raíz en las relaciones humanas y que pueden arrancar tanto de la falta de crecimiento económico como del desarrollo industrial. En este sentido, "el medio ambiente social exige unas mínimas satisfacciones de las necesidades humanas básicas."

1.2.2. Impacto ambiental.

Existe impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medioambiente (Tanto natural, físico o social)

Los impactos medioambientales pueden ser: directos o indirectos, a corto o largo plazo, permanentes (irreversibles) o

temporales (reversibles), positivos o negativos, y extendidos a un entorno reducido o amplio.

Claro está que el impacto de la actividad tecnológica y de la explotación de recursos ha tenido consecuencias muy negativas y que a lo largo del tema se detallarán.

Es factible alcanzar un equilibrio entre las necesidades del hombre y las limitaciones del medio ambiente, equilibrio en el que se pueden conjugar los procesos tecnológicos e industriales con las necesidades de mantener la denominada "cadena ecológica", entrando en juego la solidaridad entre el hombre y la naturaleza, entre el medio ambiente físico y el social.

1.2.3. Actuaciones sobre el medio ambiente.

Debido a la explotación de recursos naturales, actuamos sobre la atmósfera, la tierra y el agua.

1.2.3.1. Sobre la atmósfera

La emisión de gases sobre la atmósfera produce diversos efectos dependiendo del tipo de emisión y cantidad:

1.2.3.1.1. Emisión de partículas.

Las partículas sólidas que se liberan a la atmósfera y que permanecen en suspensión en el aire, proceden principalmente de la combustión. Las mas peligrosas son las metálicas y mas específicamente los metales pesados (plomo, mercurio,...) que una vez absorbidas por un ser vivo este no las puede eliminar.

Estos metales pueden entrar en la cadena trófica bien por:

- las vías respiratorias.
- por contacto con la piel: Algunas partículas a ser solubles y depositarse sobre la piel, esta las absorbe.
- Por ingestión: Si estas partículas se depositan sobre las plantas, estas pueden pasar a la planta, por absorción, y posterior a los animales que las ingieran (incluido el hombre).

1.2.3.1.2. Emisiones de SOx

Proceden principalmente de la combustión del carbón que procede del petróleo (coke).

Los óxidos de azufre atacan directamente a las vías respiratorias y son los que posteriormente en contacto con el agua originan la lluvia ácida

1.2.3.1.3. Emisiones de NOx.

Proceden principalmente de la combustión de derivados del petróleo.

1.2.3.1.4. Emisiones de CO.

Las emisiones de CO se deben a la combustión incompleta del carbono.

Es el contaminante mas abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades, el foco principal es el tubo de escape de los vehículos. Es un veneno directo y acumulativo.

1.2.3.1.5. Emisiones de CO_2 .

Se produce en las reacciones de combustión, cuando estas son completas. De forma natural en la atmósfera existe una gran concentración. Es el responsable de mantener el planeta Tierra caliente: Los rayos solares penetran en la atmósfera, y calienta la superficie de la Tierra, estos se reflejan, y debido al CO_2 que hay en la atmósfera parte vuelven hacia la Tierra.

Pero si la concentración de CO_2 aumenta, aumenta la cantidad de radiación que vuelve sobre la Tierra.

1.2.3.1.6. Emisiones de Hidrocarburos.

Son sustancias que contienen H y C, se liberan en algunas reacciones de combustión incompletas (mecheros que no quemen bien) o como resultado de otras reacciones secundarias.

1.2.3.1.7. Emisiones de CFC's.

Son los que se utilizaban (debería de haber de dejado de utilizarse) en los aerosoles, perjudican a la capa de Ozono

1.2.3.2. Sobre el suelo.

1.2.3.2.1. Explotación de minas.

La explotaciones de minas dañan de forma física el suelo (minas tradicionales o a cielo abierto) produciendo excavaciones y gran acumulación de minerales no utilizados., aunque la restauración posterior minimiza el efecto.

1.2.3.2.2. Explotación del petróleo.

El efecto que puede causar las refinerías y oleoductos son los derrames de productos sobre el suelo.

1.2.3.2.3. Centrales Hidráulicas.

Cuando se construye una presa para una central hidráulica, se cubre de agua grandes extensiones de tierra, que trastoca los

ecosistemas de la zona, inunda poblaciones, por lo que sus habitantes deben ser desplazados. Aunque estos efectos se estudian para que sean los mínimos posibles.

Los embalses de agua también favorecen la acumulación de materia orgánica en descomposición, (procedente de vertidos de aguas residuales) que absorben el oxígeno que hay en el agua.

1.2.3.3. Sobre el agua.

1.2.3.3.1. Explotación de minas.

1.2.3.3.2. Explotación del petróleo (Refinerías).

1.2.3.3.3. Centrales Térmicas.

Si el circuito de agua de refrigeración es abierto o las aguas que se viertan al exterior no se le controla la temperatura (vertiendo aguas calientes), el agua caliente disuelve menos cantidad de oxígeno, por lo que la vida animal se extinguiría.

1.2.3.3.4. Centrales Hidráulicas.

Los embalses de agua limitan la libre circulación de los peces por los ríos impidiendo sus ciclos vitales

1.2.3.3.5. Vertidos urbanos.

Los vertidos de aguas residuales de las ciudades, suelen tener gran cantidad de fosfatos debido a los detergentes, estos favorecen la proliferación de la vida vegetal en las aguas, pero al proliferar de manera incontrolada las plantas estas les roban el oxígeno a los peces.

1.2.4. Consecuencias.

De todas las actuaciones que hacemos sobre el medioambiente, optemos unas consecuencias.

1.2.4.1. Efecto invernadero

La atmósfera actúa de pantalla (sobre todo el CO₂) con los rayos solares, reflejando parte de los mismos y de esta manera regula la temperatura de la Tierra. Si el ratio de gases que componen la atmósfera varía (aumento del CO₂ sobre todo), varía la cantidad de rayos que son reflejados hacia la Tierra.

Si se sigue con el ritmo actual de emisión de CO₂ a la atmósfera, los instrumentos de reciclado natural fotosíntesis de las plantas terrestres y en mayor parte por la absorción del placton de los océanos) serán insuficientes.

Si la emisión de CO₂ produce un aumento de la concentración del mismo en la atmósfera que no deje que se irradie la cantidad

necesaria, todo el calor se reflejara sobre la tierra, aumentando su temperatura, lo que conlleva cambios climáticos, por aumento de la temperatura. Lo que implicaría:

- Aumento de las zonas desérticas con lo que disminuirían las zonas fértiles, y por consiguiente las defensas naturales
- Fusión de parte de los casquetes polares y capas de hielo del Atlántico Norte, aumentando así el nivel del mar.

1.2.4.2. Destrucción de la capa de Ozono.

La capa de Ozono es una zona de la parte alta de la atmósfera en la que hay una concentración de moléculas O_3 , esta capa nos protege de los rayos ultravioleta del sol. En condiciones normales los rayos UV transforma moléculas de O_3 para formar O_2 a la misma velocidad que lo hace en sentido inverso, con lo que existe un equilibrio.

Pero la presencia de CFC's (liberado en los aerosoles) y NO_x (liberado en las combustiones) hace que la reacción solo se de en el sentido de la formación de O_2 , con lo que la concentración de O_3 vaya en disminución.

1.2.4.3. Lluvia ácida.

Los óxidos de azufre y nitrógeno liberados a la atmósfera y en contacto con el agua (bien del vapor o con el agua de lluvia), forman ácido sulfúrico y nítrico, que caen sobre la tierra (en forma sólida o líquida) y destruyen por completo tanto la vida terrestre como la acuática con lo cual la zona queda desertificada.

Una emisión de óxidos de azufre o nitrógeno puede dar lugar a una lluvia ácida a cientos de Km. de la zona donde se expulsan.

1.2.4.4. Destrucción de la vida animal en las aguas.

En las aguas estancadas como pantanos, embalses, etc., convive la vida animal y vegetal, esta última esta en parte limitada por la concentración de fosfatos, si esta concentración aumenta por vertidos de aguas con detergentes, la vida vegetal proliferara, consumiendo oxígeno que debía de compartir con los peces. Al haber mas cantidad de plantas se producirán mayor número de residuos orgánicos que al descomponerse consumirán mas cantidad de oxígeno. Con lo que finalmente tendremos zonas muy verdes pero sin ninguna vida animal en las aguas.

1.2.4.5. Desaparición de recursos naturales.

1. 2.4.5.1. Diversidad biológica.

1.2.4.5.2. Ecosistemas naturales.

1.2.4.5.3. Zonas cultivables.

1.2.4.6. Contaminación acústica.

Debido al aumento de vehículos, de la actividad industrial, etc, la cantidad e intensidad de ruido ha aumentado a niveles muy perjudiciales tanto para el hombre como para el resto de los animales, lo que puede repercutir a parte de pérdidas auditivas, en irritabilidad, nerviosismo y en general trastornos del sistema nervioso.

2. TECNICAS DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS.

2.1. Introducción.

Hasta hace unas decenas de años el hombre no se plantea la necesidad ni de reciclar ni del tratamiento de residuos, pues parecía que la naturaleza disponía de recursos casi inagotables y los residuos que devolviéramos eran insignificantes para lo grande que es el mundo.

2.2. Tipos de Residuos

Los residuos podríamos clasificarlos de forma general en dos grandes grupos:

2.2.1. Urbanos.

Son los que la humanidad genera quehacer diario, se originan básicamente como consecuencia de la actividad humana en su domicilio

- Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

El incremento de residuos urbanos es debido al incremento de la población, la utilización de bienes materiales de rápido envejecimiento y el uso generalizado de envases sin retorno unido a la desaparición de materiales de segundo uso.

Esto plantea un gran problema a la sociedad lo que obliga a plantear la eliminación de los mismos atendiendo tanto a las causas de su producción, cambios en los comportamientos sociales, como nuevas estrategias de gestión cada día más complejas y costosas.

Tratamiento de los RSU:

Sin recuperación	Vertedero		
	Aprovechamiento de los materiales que contienen:	Procesos biológicos:	Compostaje
		Procesos mecánicos:	Reciclado
		Combustión	Incineración en bruto

Con recuperación			Incineración de rechazos
		Biológico	Digestión
			Biogás de vertedero
		Procesos termoquímicos	Descomposición química

- Aguas residuales:

Al igual que aumenta los RSU la cantidad de aguas residuales han aumentado y el nivel de contaminantes también han aumentado tanto en cantidad como en número.

Esta agua se deben de tratar en depuradoras para que el agua pueda ser utiliza para riego de cultivos. De estos tratamientos se obtienen otros residuos sólidos (como lodos) que normalmente podrían ser tratados mediante un compostaje.

2.2.2. Industriales.

Los residuos industriales a diferencia de los urbanos suelen estar contaminados, es decir contiene hidrocarburos, ácidos, etc. Por lo que sus tratamientos son diferentes.

- Residuos sólidos:

Estos residuos son de complicados y costosos tratamientos, por lo que se suelen almacenar en depósitos herméticos y estos son depositados en fosos los suficientemente aislados, para evitar fugas, y derrames, y sometidos a rigurosos controles. Posteriormente estos fosos son cerrados, cubriendo con capas aislantes y finalmente se cubren con tierra construyendo zonas verdes en su superficie.

- Aguas residuales:

Las aguas residuales industriales, al igual que los sólidos, contiene contaminantes. El tipo de tratamiento dependerá del tipo de industria pero por lo general podríamos citar las siguientes partes:

1. Extracción del agua de productos que puedan volver a utilizarse (por ejemplo los hidrocarburos).

2. Tratamientos primarios: Son de tipo físico, sedimentación, filtración, decantación.

3. Tratamientos secundarios: Consiste en coagular las materias coloidales, floculación, decantación, Ajuste del pH y homogenización. Al final se vuelve a decantar.

4. Tratamientos terciarios: Son tratamientos biológicos, mediante bacterias, lodos activados, adsorción con carbono activo, fotosíntesis y osmosis.

En las industrias se suelen establecer circuitos de agua separados para cada proceso con lo que cada tipo de impureza pueda recibir un tratamiento adecuado con menores gastos de inversión, energía, etc.

2.3. Soluciones técnicas.

La Comisión Europea considera los vertederos como la última solución. Señalando además que el vertido en el mar, tanto en la costa como en el fondo marino, debe ser evitado.

Las nuevas políticas apelan a la implantación de planes de gestión integral que actúen en la reducción y selección en origen, reutilización reciclaje y un proceso posterior, bien de valoración energética o de envío a vertedero. Si el reciclaje incluye un proceso de fabricación de compost, los residuos a incinerar o verter podrían ser del orden del 50% de los originarios.

2.3.1. Prevención

2.3.1.1. Reducir.

Supone minimizar desde origen los residuos, para lo cual se requiere un cambio radical en las pautas de producción (fabricantes de embalajes, principalmente) y de consumo, (costumbres actuales de los consumidores)

2.3.1.2. Reutilizar

Los productores de artículos establezcan redes de recogida y envío a origen, para que los productos puedan seguir siendo utilizados hasta que finalice su vida útil.

2.3.1.3. Favorecer el reciclaje.

Implicaría recoger los materiales por separado para que puedan incorporarse como materia prima, al proceso de elaboración del mismo tipo de producto o fabricar producto de inferior calidad. Como: papel, cartón., vidrio, plástico, ropa, latas, aceites, pilas, etc.

2.3.2. Tratamiento de los residuos.

(Incluido en residuos urbanos e industriales)

2.3.3. Reciclaje de residuos.

2.3.3.1. Papel.

Son los más cuantiosos y constituyen una de las principales procedencias de pulpa para la producción de papel.

2.3.3.2. Metales.

Una producción importante de todos los metales que se utilizan hoy día procede de recuperación. Al acabar su vida útil, los

objetos de metal se venden como chatarra si son suficientemente grandes, o se tiran como desperdicios. Pero si bien, la mayor parte del metal recuperado procede de la chatarra, es posible aprovechar también cantidades interesantes extraídas de los desperdicios domésticos, como las latas o botes de metal.

2.3.3.3. Vidrio.

La mayoría de los plásticos producidos en la actualidad son de tipo termoplástico y debido a sus características debería ser fácil reutilizar dichos plásticos. Sin embargo, el problema es que hay muy distintas clases de termoplásticos que normalmente no se pueden mezclar si se quiere una buena calidad. Por tanto se hace necesario no solo separarlos de otros residuos no plásticos, sino agruparlos de acuerdo con su composición.

2.3.3.4. Plásticos.

El vidrio rechazado y el roto se utilizan en su mayoría de, los procesos de fabricación de vidrio como componentes de a mezcla de materiales de partida.

Los fragmentos de cristal para fabricar vidrio han de tener la misma composición que el que se está fabricando, y en algunas clases se pueden llegar a añadir hasta un 30%.

3. GESTION DE LOS RSU.

3.1. Sistemas de recogida: opción para el reciclaje

Uno de los aspectos clave en la gestión de los RSU es la forma en que se generan, sobre todo si existe algún tipo de separación previa o todos los restos terminan en la misma bolsa de basura. En los países más desarrollados se llega hasta a cuatro o cinco bolsas de basura diferentes. En España la, situación actual es la de bolsa única pero con accesos relativamente fáciles a contenedores de vidrio y papel y, cada vez más, de pilas usadas.

Los procedimientos de recogida se tienen que adaptar dependiendo de si se realiza o no una cierta separación en origen. Como aquí predominan los contenedores no especializados, la recogida en nuestras ciudades se suele hacer por una única flota de camiones capacitados para el manejo automático de la descarga de los contenedores y la posterior compactación de los residuos.

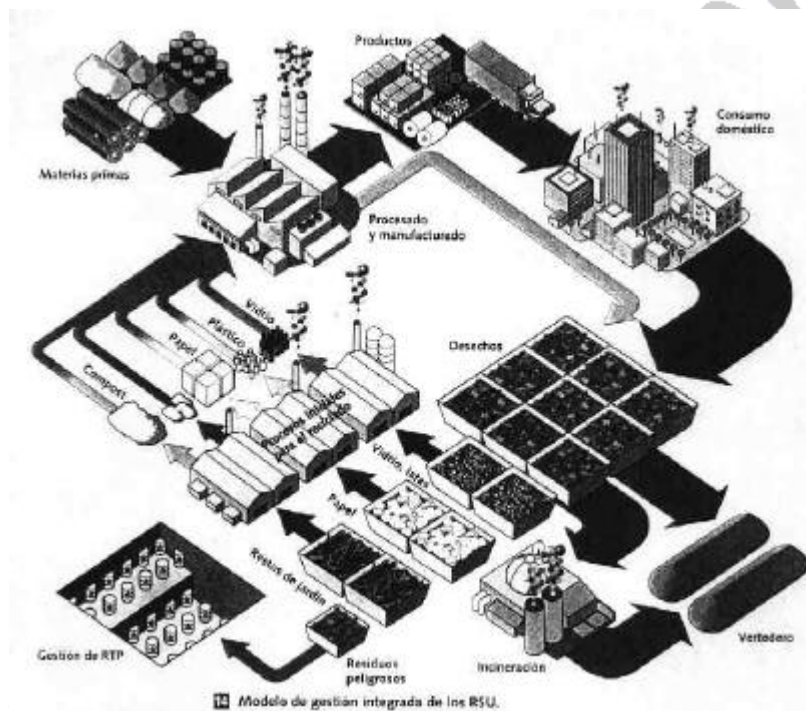
Para el reciclaje se requieren sistemas específicos de recogida para cada material. El modo más eficaz de reciclar es, sin duda, la reutilización no sólo del material sino del producto. La vuelta a los envases retornables se suma a las iniciativas de reaprovechamiento de vidrio, papel y, últimamente aluminio.

A principios de los noventa las cifras mundiales de reciclaje de papel no son demasiado desalentadoras: países como Bolivia, China, Marruecos y Canadá reciclan entre el 15 y el 25 % de su papel, mientras Australia, Brasil, Inglaterra, Colombia y Grecia consiguen entre el 30 y el 40 %, y sólo Alemania, Japón, Suiza, Austria, Holanda, Chile y España aprovechan más del 45 % del papel usado. En el caso del vidrio, países como Grecia y Estados Unidos reciclan menos del 20 %, mientras que Alemania, Austria, Holanda y Dinamarca son capaces de reaprovechar más del 60 % de sus desechos.

3.2. Almacenamiento de RSU en vertederos

El sistema más tradicional de gestionar los RSU es su almacenamiento en áreas denominadas vertederos. En su forma más primitiva los restos simplemente se acumulan, para esperar la descomposición de los materiales orgánicos. y de forma espontánea

o intencionada, arden cada cierto tiempo y se consume así también una proporción del volumen que ocupan. Este es el proceder en los vertederos considerados incontrolados, que por desgracia acogen todavía una parte importante de los RSU que se producen en España. A finales de los años ochenta, en nueve Comunidades Autónomas más del 40 % de los RSU producidos terminaban en vertederos incontrolados y desde entonces la situación ha mejorado sólo muy ligeramente. Parece necesario insistir en los problemas ambientales que pueden derivar de los vertederos incontrolados: contaminación por los lixiviados de arroyos, ríos o acuíferos, acumulación de focos infecciosos o sustancias tóxicas, atracción de fauna indeseada y provocación de incendios forestales, como más importantes.



Modelo de gestión integrada de los RSU

Los vertederos controlados representan una considerable mejora. En ellos los vertidos se compactan y se disponen entre capas de suelo, se dejan respiraderos para los gases que se producen en la putrefacción, y se toman precauciones para la recogida y depuración de los lixiviados. En doce de las diecisiete Comunidades Autónomas más del 50 % de los RSU se depositan en vertederos de este tipo. Este sistema de gestión se suele emplear también como complemento para determinados tratamientos en los que se produce un cierto porcentaje de rechazos.

La utilización de vertederos requiere la existencia de espacios de una cierta dimensión, con unas características geológicas y topográficas determinadas, y escasa calidad ambiental. Estas instalaciones tienen una capacidad limitada de acogida de RSU y por lo tanto hay un momento en que se colmatan. En la actualidad

se calcula con bastante precisión la duración posible de cada vertedero y se prevé un plan de restauración, que normalmente consiste en la reforestación de su superficie una vez concluida la actividad.

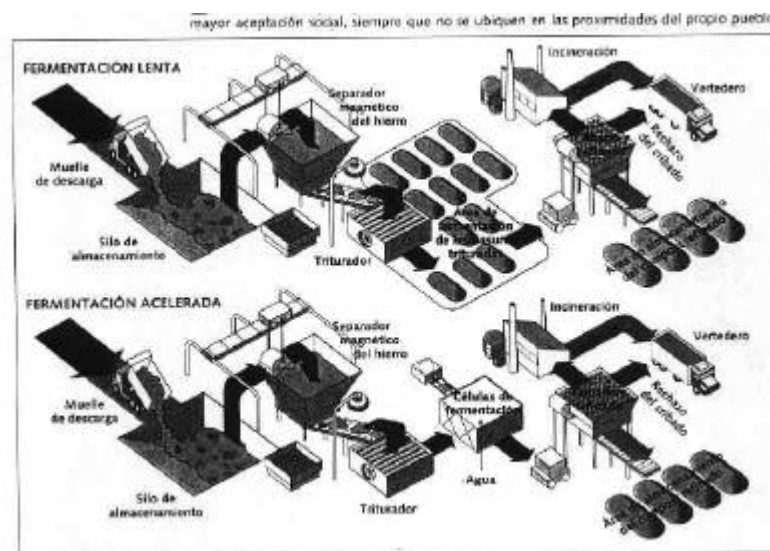
3.3. Técnicas de transformación de RSU

3.3.1. Las plantas de producción de compost.

Se trata de uno de los procedimientos más tradicionales de transformar las basuras y que consiste simplemente en facilitar la descomposición aerobia de la fracción orgánica de los RSU para obtener un material semejante al humus que se utiliza como acondicionador de los suelos agrícolas.

Cuando se parte de residuos agrícolas, el método es mucho más simple que cuando se utilizan RSU que requieren procesos previos de separación de papeles, plásticos, metales y vidrio. Debido a ello, la mayoría de las plantas de compostaje realizan también actividades de reciclaje. Por esta razón, y sobre todo porque el producto final obtenido se devuelve a los mismos suelos en que se produjeron los alimentos que originaron los residuos, la producción de compost tiene mejor aceptación medioambiental que otras técnicas de transformación.

Planta de compostaje



Sin embargo, este método de tratamiento de basuras no está exento de problemas. En primer lugar nunca sustituye del todo a un vertedero porque en la producción de compost aparecen rechazos que necesariamente tienen que ir a vertederos. La generación de lixiviados puede solucionarse con una pequeña depuradora, pero los olores que éstos llevan consigo, junto con los que provienen de las masas en fermentación, son de difícil control.

Existen también objeciones respecto a la calidad y demanda del producto. Algunas de las primeras tecnologías producían un compost con gran cantidad de restos de plástico y vidrio que no tuvo mucha aceptación entre los labradores. Además hay que tener en cuenta que el compost no es un buen fertilizante sino tan sólo un magnífico estructurador del suelo, por lo que su empleo se hace además del de abonos químicos. Por último, la demanda agrícola de este producto se da en épocas muy concretas, por lo que en el resto del año se originan excedentes.

En nuestro país la aceptación del compost es variable: desde la Región de Murcia que composta más del 75 % de sus basuras, Castilla-La Mancha, Andalucía y la Comunidad Valenciana que aprovechan entre el 25 y el 35 %, hasta Asturias, Aragón, el País Vasco o Galicia que prácticamente carecen de este tipo de instalaciones.

3.3.2. Procesamiento térmico de RSU

Bajo este nombre se agrupan un conjunto de tecnologías que transforman los RSU en productos gaseosos, líquidos y sólidos, mediante una serie de procesos en los que se genera calor.

Existen tres técnicas principales de tratamiento térmico: la incineración, que utiliza en la combustión la cantidad de oxígeno justa o en exceso; la gasificación que se produce con menos oxígeno del necesario, y la pirólisis, que tiene lugar en ausencia de este gas.

Los sistemas de gasificación y pirólisis están menos difundidos como técnicas de procesamiento de RSU.

Con la **incineración** se obtienen gases a altas temperaturas, sobre todo dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y vapor de agua, y una porción sólida de cenizas. Gracias al intercambio de calor de los gases producidos en la combustión resulta posible obtener energía. Existen plantas de incineración que funcionan con RSU no seleccionados y otras más especializadas que actúan con combustibles previamente obtenidos de RSU. En estas últimas se usan cada vez más calderas de lecho fluidizado, que optimizan la combustión de los materiales. Se emplean lechos de arena o de polvo de caliza, que se expanden hasta el doble de su volumen en reposo por medio de la inyección de aire y alcanzan temperaturas entre 800 y 950 °C. Las turbulencias existentes en estos sistemas

permiten una mejor combustión de los derivados de RSU y, por consiguiente, un aprovechamiento energético más eficiente.

En la **gasificación** de ellos se consigue reducir el volumen de los residuos y se produce un combustible cuya fracción gaseosa se puede emplear, por ejemplo, en motores de combustión interna.

En la **pirólisis** se requiere añadir energía calorífica, y se obtienen fracciones gaseosa, líquida y sólida con contenidos energéticos diversos.

Las técnicas de incineración de RSU tienen algunos aspectos criticables desde el punto de vista medioambiental, especialmente las emisiones gaseosas, ya que la formación de efluentes líquidos y la acumulación de rechazos requieren tecnologías relativamente simples para su control. En los gases que produce una incineradora de RSU hay vapor de agua, dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y cenizas. Sin embargo, los componentes más preocupantes de estas emisiones son los metales, porque algunos como cinc, plomo, cobre y cromo se encuentran en concentraciones muy elevadas en los RSU además de gases ácidos derivados de materiales con flúor y cloro y, especialmente, los compuestos orgánicos de la familia de las dioxinas y furanos. De estos últimos compuestos los hay con probada y fuerte acción tóxica y otros con probables efectos cancerígenos.

Existe cierta tecnología para mejorar la calidad de estas emisiones gaseosas, pero para que se tenga una idea de su complejidad baste decir que en muchas ocasiones su coste supera bastante el del resto de la planta de incineración.

Debido a su problemática ambiental, la aceptación de este tipo de técnicas varía mucho de unos países a otros. España y Canadá, con porcentajes de RSU incinerados sobre el total producidos, de sólo el 5 y el 9 %, están entre los que menos las usan; Francia con un 37 % y Dinamarca con un 54 % apuestan claramente por estos procedimientos de eliminación de RSU, pero es en Japón donde se alcanza la mayor proporción, el 74 %, y donde no es de extrañar que se vea con normalidad la ubicación de este tipo de instalaciones en el propio tejido urbano.

3.4. Residuos tóxicos y peligrosos (RTP).

3.4.1. Caracterización de los RTP.

Existen varias denominaciones para este tipo de residuos: tóxicos, peligrosos o, como ha sido hasta ahora habitual en España, tóxicos y peligrosos, aunque la actual tendencia es a utilizar únicamente el segundo calificativo, ya que todos los residuos que presentan toxicidad son también peligrosos.

La UE cataloga un residuo como RTP si contiene alguna sustancia clasificada como peligrosa, en una cantidad tal que ponga en peligro la salud humana o el medio ambiente.

Cada país de la UE, según las prescripciones generales de la legislación comunitaria, tiene sus propias leyes de RTP. En España, la ley básica 20/86 permite a su vez que las Comunidades Autónomas establezcan normativas propias, que pueden ser siempre más restrictivas, pero nunca más permisivas que la ley nacional.

En Estados Unidos la Agencia de Protección Ambiental (EPA) establece que un residuo es RTP cuando:

- Posee alguna de las características que confieren peligrosidad: inflamabilidad, corrosividad, reactividad o aparición de sustancias tóxicas tras un proceso estándar de extracción.
- Resulta tóxico por vía oral a ratas en concentraciones menores de 2 mg/l o por vía dérmica a conejos a niveles menores de 200 mg/l.
- Alguno de sus componentes figura en una larga lista de sustancias peligrosas.

Un residuo se considera **inflamable** cuando alcanza su ignición a temperaturas inferiores a 60 °C. Se puede tipificar como corrosivo cuando tiene un pH menor de 2 o mayor de 12,5, o cuando es capaz de corroer el acero a una velocidad de más de 6.35 mm/año. La valoración de la reactividad es más compleja y tiene en cuenta el que reaccione de forma violenta con el agua, que sea explosivo a temperaturas y presiones normales o al combinarse con el agua o que genere humos tóxicos al producirse pequeñas variaciones del pH.

Para extraer componentes altamente tóxicos se tiene una muestra del residuo en agitación en agua durante 24 horas, a temperaturas entre 20 y 40 °C y a un pH de 5. El extracto se analiza para los catorce componentes de la lista y en los presentes se compara la concentración hallada con la de referencia.

Un tipo especial de residuos peligrosos son los radiactivos, que se caracterizan por la emisión de radiaciones ionizantes que

tienen efectos negativos sobre los seres vivos. Se consideran residuos de este tipo todos los productos de desecho líquidos, sólidos o gaseosos que tengan trazas de radiactividad. Son de bajo nivel, por ejemplo, los gases que escapan de la Fisión nuclear, los líquidos con los que se lavan los trajes protectores o los utensilios contaminados o simplemente los restos del empleo de isótopos de baja actividad. Los elementos del combustible empleado en los reactores nucleares son, por el contrario, sustancias de alto nivel de radiactividad.

3.4.2. Manejo de RTP.

Antes de someterlos a tratamiento, los RTP a menudo requieren un proceso de pretratamiento, mediante separación de fases o componentes. Los flujos lechados, lodos o emulsiones producidos por los residuos, pueden separarse en fases si se someten a procesos mecánicos, a centrifugación o a cambios de temperatura y pH, entre otros. Con ello es posible que se reduzca el volumen y que se concentre la parte peligrosa del residuo. La separación por componentes permite su neutralización de forma que se puedan enterrar directamente o verter al sistema de depuración de aguas residuales, y en muchos casos se hace como un paso previo para un determinado tratamiento posterior.

Los RTP se someten a tratamientos químicos, biológicos o físicos, para evitar que puedan perjudicar a la salud humana o al medio ambiente.

Hay varios sistemas para el tratamiento químico tales como la neutralización, la precipitación, oxidación y reducción químicas, la clorosis y la oxidación por aire húmedo. Estos procedimientos destruyen, de forma específica, los metales tóxicos y sirven para recuperar otros productos como por ejemplo los hidrocarburos clorados.

Entre las técnicas biológicas cabe destacar los lodos activados, los filtros percoladores y los contactores biológicos de rotación, todos ellos efectivos para la eliminación de metales tóxicos, preferentemente cuando el residuo tiene concentraciones bajas.

Como procedimientos físicos se pueden utilizar compuestos fijadores de metales, la descarga de microondas, la extracción en geles y la fotólisis de compuestos aromáticos clorados.

Después de un tratamiento muchos residuos pueden seguir teniendo algún compuesto tóxico activo, y la manera de eliminar peligros es por medio de técnicas de estabilización y solidificación. Con las primeras se consigue que los compuestos peligrosos pasen a la forma menos móvil, soluble o tóxica. En el método de la solidificación se introducen los residuos en el interior de cápsulas resistentes y estables, bien en forma de un gran bloque

(macroencapsulación), bien en partículas pequeñas (microencapsulación).

Sin embargo, la tecnología actual no permite eliminar ni neutralizar muchos de los residuos tóxicos y peligrosos o sus subproductos. La forma de solventar el problema consiste en almacenarlos en depósitos de seguridad. Para ello es imprescindible un estudio previo de la zona donde se pretende ubicar para examinar las características topográficas, geológicas, edáficas y climáticas. Es particularmente importante tener una estima de la producción potencial de lixiviados y de gases. Se procura que los almacenes estén incluidos en una envoltura impermeable de materiales arcillosos o plásticos, que se sella con un sistema de cobertura, y se requiere un sistema de alarma para detectar la pérdida de aislamiento o niveles excesivos de formación de lixiviados y gases.

Organización de un depósito de seguridad para RTP:

