

- **DEFINICIÓN, ORIGEN Y TIPOLOGÍA**
- **DEFINICIÓN**

El termino residuo proviene del latín **residuum**: parte que queda de un todo, o bien lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa.

Los residuos se han definido de múltiples maneras:

- *Desde un punto de vista económico.* – son todos los materiales generados por las actividades de producción y consumo que no alcanzan ningún valor económico y son desechados, es decir, retirados del ciclo productivo.
- *Desde el punto de vista ecológico.* – son el conjunto de materiales o formas de energía descargados al medio ambiente por el hombre, y susceptibles de producir contaminación (impacto ambiental).

- **ORIGEN**

En la naturaleza, los residuos se originan a consecuencia de la actividad productiva, en sentido ecológico.

En el subsistema antrópico, los residuos se originan en la mayor parte de las actividades humanas.

Hasta una época relativamente reciente, la producción de residuos era mínima, pues el numero de habitantes era reducido, la actividad industrial limitada, y los materiales se reutilizaban.

Pero a partir de la Revolución Industrial, el proceso productivo se desarrolla desmesuradamente y empiezan a acumularse residuos de todo tipo, en cantidad creciente, y muchos de los cuales originan contaminación ambiental.

Por tanto, la generación de residuos es un fenómeno típicamente antrópico, determinado por las siguientes causas:

- Aumento demográfico de la población humana.
- Producción industrial creciente.
- Modelo consumista de las sociedades desarrolladas.
- Gestión económica donde prima la extracción, fabricación y consumo unidireccional, frente a la reutilización y reciclado de materiales

- **TIPOLOGÍA**

Los residuos pueden clasificarse de varias maneras:

- Según su **estado físico**.– Podemos hablar de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, los cuales serán vertidos al suelo, aguas y atmósfera, respectivamente.
- Dependiendo de su **actividad**.– se pueden diferenciar:
 - *Residuos inertes*; sin actividad físico-química o biológica.
 - *Residuos activos*; que pueden contaminar química o biológicamente el medio donde se depositan, o bien reaccionar entre si o con los componentes naturales de ese medio.
 - *Residuos radiactivos*; generan una contaminación física originada por radiaciones ionizantes.
- Si se atiende a sus **características**.– hay una gran variabilidad en su clasificación: Residuos Sólidos

Urbanos (RSU) y asimilables, residuos biosanitarios, residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP), etc., q se diferencian por su composición como origen, peligrosidad...

- Pero quizás la clasificación mas útil se basa en la **actividad antrópica** que los origina. En este sentido podemos diferenciar tres grandes grupos de residuos.

SECTOR PRODUCTIVO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	CARACTERISATICAS
PRIMARIO	Biomasa	Actividad agropecuaria y forestal.	Materia orgánica de origen animal y vegetal
Grupo 1	Mineros	Actividades extractivas	Normalmente inertes
SECUNDARIO	Inertes	Restos de procesos industriales: áridos, chatarra, escorias...	Sin actividad física, química o biológica
	Peligrosos	Todo tipo de actividad industrial	Contaminación química muy acusada. Gran actividad
Grupo 2	Radiactivos	Minería, industria e instalaciones nucleares	Contaminación radiactiva. No pueden ser destruidos.
TERCIARIO	RSU	Actividades domesticas, comerciales de construcción y en general de tipo urbano	Característico de las aglomeraciones humanas. Generación continua.
Grupo 3	Sanitarios	Actividad hospitalaria o de investigación biológica	Tratamiento especial por su composición tóxica o biológica

2.TIPOS DE RESIDUOS Y TRATAMIENTO

RESIDUOS DE ORIGEN PRIMARIO

Son aquellos que se producen en las actividades del sector productivo, fundamentalmente las agropecuarias y forestales, y las de tipo extractivo, es decir, las mineras.

BIOMASA

ACTIVIDAD	RESIDUOS	UTILIZACION PRINCIPAL
Agrícola: cultivos leñosos	Ramas, restos de podas	Combustibles
Cultivos herbáceos	Tallos,paja,zuros,cascarillas...	Fertilizantes Alimentación animal
Forestal: tratamiento selvícolas y cortas maderables	Copas, ramas, matorral, hojas.....	Combustibles: briquetas, pellets...
Ganadería: animales muertos	Restos de animales: sangre, huesos, sebo...	Abonos Biogás
animales vivos	Productos orgánicos: purines, yacijas, excrementos...	Alimentación animal
		Combustibles

Industria agroalimentaria y forestal: aserraderos, papeleras, azucareras, mataderos, conserveras...	Serrín, virutas, cortezas, alpechines, orujos, raspones, melazas, bagazos...	Alimentación animal Materias primas
Otros: cultivos energéticos Efluentes ganaderos Excedentes agrícolas	Restos vegetales y animales.	Biocombustibles Abonos

La biomasa constituye un recurso útil, es decir, q puede ser aprovechado por el hombre para la obtención de subproductos, principalmente combustibles directos, biocombustibles, fertilizantes y productos para la alimentación animal.

LA GESTION DE LA BIOMASA EN ESPAÑA

En España el consumo de biomasa en el año 1996 fue aproximadamente 3,6 millones de Tep/año, lo que supone casi un 50% del total de las energías renovables, y por tanto aproximadamente un 3% del consumo de energía primaria en España, aunque las estimaciones de recursos utilizables alcanzan casi los 37 millonesTep/año.

RESIDUO DE ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

Son residuos inertes producidos durante los procesos mineros de laboreo (extracción del mineral) y de concentración de la mena. A consecuencia de ellos se forman grandes escombreras que originan impacto paisajístico y ocupación de terrenos naturales o de cultivos.

A veces, estos residuos contienen agentes tóxicos procedentes de los tratamientos de concentración del mineral, lo que origina contaminación química en el suelo y en las aguas superficiales y subterráneas. Un buen ejemplo de ello es el efecto acidificante del agua de drenaje de las minas de pirita:



B. RESIDUOS INDUSTRIALES (SECUNDARIOS)

Se originan en los procesos de transformación de las materias primas, en la actividad industrial. De acuerdo a sus características se les puede agrupar en tres tipos: inertes, peligrosos y radiactivos.

RESIDUOS INERTES

Se caracterizan por no tener actividad físico-química o biológica. Son básicamente escombros, escorias o materiales residuales obtenidos como subproductos final después de los tratamientos realizados con los residuos activos. Efectúan un impacto paisajístico, ya que son depositados en grandes montones, normalmente al aire libre. A veces se pueden utilizar como materiales de construcción. También se pueden incluir en este grupo los desechos metálicos y chatarra originados a partir de materiales fabricados. En este caso es interesante considerar la recuperación de los elementos metálicos para su reutilización, procedimiento posible pero costoso y que depende de varios factores:

- Pureza del metal en el residuo.
- Forma en que se encuentra.
- Resistencia del material a los tratamientos físicos-químicos.
- Rentabilidad económica del proceso.

La recuperación de metales en estos residuos presenta varios beneficios ecológicos:

- Ahorro de recursos minerales (recursos no renovables).
- Disminución del consumo energético
- Disminución de los residuos.
- Atenuación del impacto ambiental.

RESIDUOS PELIGROSOS (R.P.)

• DEFINICIÓN

Son aquellos que por su naturaleza suponen una amenaza grave para el hombre y su entorno. En la legislación, se establece que un residuo tendrá la consideración de tóxico y peligroso si cumple con alguna de las características que se definen:

– Inflamabilidad. Riesgo de combustión.

- Corrosividad. Disuelven sustancias o destruyen tejidos biológicos.
- Reactividad. Reacciones espontáneas con el aire y el agua, explosiones o formación de gases inflamables o tóxicos.
- Toxicidad propia o de los lixiviados. Producción de enfermedades, irritaciones o daños importantes por inhalación, ingestión o contacto o ecotóxico para el medio ambiente.
- Mutagenidad. Producción de efectos cancerígenos, mutágenos o teratógenos.

B.INDUSTRIAS QUE LOS ORIGINAN Y PORCENTAJES

INDUSTRIA	RESIDUOS (%)
Químicas	30
Celulosas	27
Metálicas: Transformados metálicos.	23
Metálicas básicas.	9
Textil	3
Cuero, calzado y confección	3
Alimentación, bebidas y tabaco	2
Madera	1
No metálicas (Vidrio y Cerámica)	1
Componentes eléctricos y electrónicos	1

C.GESTIÓN Y TRATAMIENTO

Los principales mecanismos para la gestión de los RTP son los siguientes:

1º Enterramiento en vertederos especiales o depósitos bajo tierra

Su estructura es similar a la de los vertederos de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), pero con una serie de características especiales, según la naturaleza de los residuos que se almacenan:

– Características de emplazamiento.– Geológicas, hidrológicas, topográficas y climáticas, que garanticen la estabilidad y estanqueidad del depósito.

- Sistemas de impermeabilidad y drenaje.– Para evitar o contener las posibles filtraciones y eliminar los lixiviados.
- Balsas de lixiviados y escorrentía.– Son recipientes destinados a recibir, regular y evaporar los lixiviados drenados del vertedero, para evitar su escorrentía hacia zonas profundas del subsuelo.

2º Recuperación, reutilización o reciclaje de residuos.

Los productos más recuperados en España son:

- Hidrocarburos.
- Chatarra y escoria
- Materiales plásticos.
- Maderas.
- Vidrio.
- Papel y cartón.

3º Incineración.

Procedimiento de eliminación de residuos aplicando un tratamiento térmico (900° C o más) en medio oxidante, utilizando los propios residuos como combustible, y con la posibilidad de reutilizar como recurso energético el calor producido.

En la incineración se generan a su vez distintos tipos de residuos:

- Escorias, cenizas y lodos o polvos inertes, que se depositan en vertederos de seguridad.
- Carbón activo tóxico, que se almacena en depósitos de seguridad, se regenera o se incinera.
- Humos: en su composición hay CO₂, vapor de agua, óxidos de azufre y fosfatos, y compuestos clorados, estos últimos (dioxinas) especialmente peligrosos por su potencial cancerígeno.

4º Tratamientos físico-químicos

Consisten en diversas técnicas para inactivar la toxicidad de los RTP:

- Tratamientos físicos.– separación física, osmosis, luz U.V., etc.
- Tratamientos químicos.– neutralización, procesos redox, precipitación, etc
- Tratamientos biológicos.– lodos activos, filtros percoladores, contactor biológico, etc.

Estos mecanismos normalmente se aplican a líquidos y fangos residuales conteniendo metales, ácidos, cianuros, bases, etc, y los residuos generados en los tratamientos se almacenan finalmente en depósitos de seguridad.

5º Vertidos al mar, ríos o alcantarillados.

Son actividades prohibidas o limitadas, que originan un gran perjuicio al Medio Ambiente, pero frecuentemente realizadas por cuestiones de rentabilidad económica.

RESIDUOS RADIATIVOS

PARTÍCULAS O RADIACIONES IONIZANTES QUE EMITEN

Los residuos radiactivos son aquellos que se caracterizan por emitir partículas o radiaciones ionizantes. Hay

cuatro tipos de partículas:

- **Partículas α** son núcleos de helio. Su capacidad de penetración es baja. Peligrosas si actúan desde el interior del organismo.
- **Partículas β** son electrones libres, de gran velocidad y mayor poder de penetración que las anteriores. Al emitirse partículas β , un neutrón se convierte en un protón, y aunque la masa no varía, el elemento químico resultante es diferente.
- **Radiación** : ondas electromagnéticas muy penetrantes y peligrosas. No hay variación en el número y en la carga del elemento, pero sí en su masa atómica.
- **Rayos x.**: ondas electromagnéticas de longitud de onda muy corta, y por tanto de gran energía.

ACTIVIDADES HUMANAS DONDE SON UTILIZADAS

Las principales actividades donde se usan radioisótopos son:

- *Utilización industrial.*– Centrales nucleares para la producción de energía eléctrica y reactores nucleares para otras aplicaciones.
- *Utilización biosanitaria.*
- *Utilización investigadora.*
- *Otros.*– pararrayos, paneles luminosos, detectores de humo...

GESTION DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

La gestión de los residuos radiactivos consiste en los mecanismos a aplicar para evitar los daños que producen sus emisiones en las personas y el Medio Ambiente. Estos mecanismos dependen del tipo de residuos del que se trate. Hay dos procesos básicos:

1º tratamiento de los residuos.

Consiste en acondicionar los residuos para su posterior liberación o almacenamiento:

- 1º. Clasificación o segregación de los residuos.
- 2º. Reducción en volumen por compactación o incineración.
- 3º. Inmovilización de gases y líquidos para su posterior aislamiento.

2º. Almacenamiento

Todos los residuos, pero especialmente los de alta actividad han de ser aislados mediante barreras físico-químicas, de ingeniería o geológica, para evitar su dispersión y ser almacenados convenientemente.

Tipos de sistemas de aislamiento de residuos radiactivos:

- *Barrera físico-química:* inmoviliza el residuo y evita la dispersión.
- *Barrera de ingeniería.* Blindar los residuos y limita el acceso del agua.
- *Barrera geológica:* retarda el acceso de los residuos a la biosfera y aleja de impacto en esta.

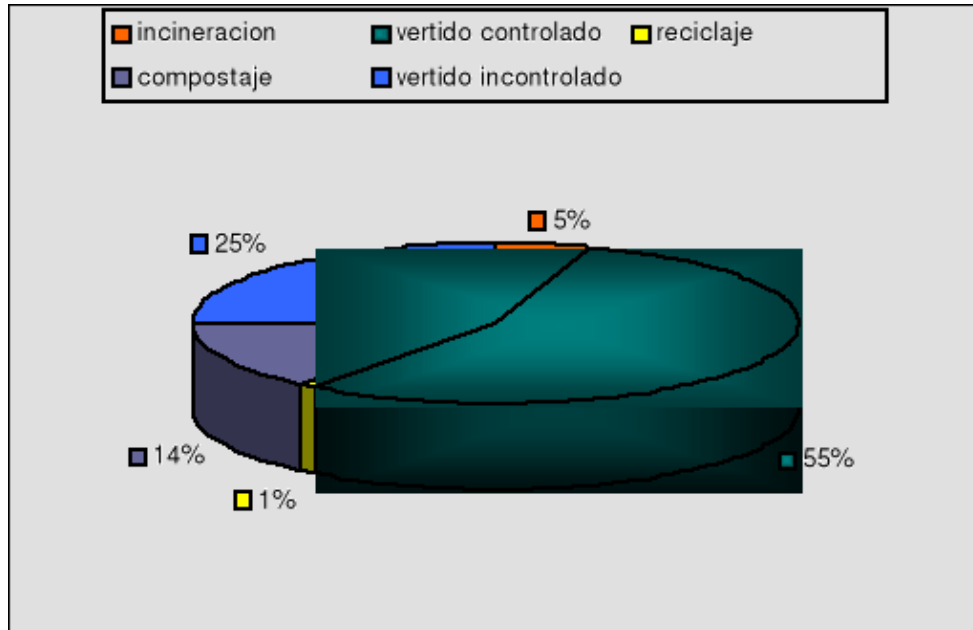
Los residuos de baja y media actividad suelen ser almacenados en superficie o bien subterráneamente a media o gran profundidad. Los de alta actividad suelen tener un emplazamiento temporal para que decaiga su actividad y se enfríen, normalmente en piscinas de las propias centrales nucleares, y deben terminar en almacenamientos definitivos, geológicamente estables: arrias graníticas, tobas volcánicas, o minas de sal

abandonadas.

C.RESIDUOS DEL SECTOR TERCIARIO.

Residuos Sólidos Urbanos(RSU)

Los métodos de eliminación de los R.S.U son básicamente de cuatro tipos:



1º Vertederos: instalaciones al aire libre convenientemente acondicionadas para depositar los RSU y cubrirlos con tierra.

Los vertederos controlados suponen un mecanismo bastante adecuado para eliminar los RSU, pero presenta una serie de inconvenientes:

- Ocupación e inutilización de grandes superficie de terreno útil.
- Peligro de contaminación del subsuelo y capas freáticas por los lixiviados.
- Peligro de incendios y explosiones debidas a los gases de fermentación.
- Malos olores.
- Peligro de proliferación de organismos indeseables.
- Periodo de funcionamiento limitado.

En España hay unos 130 vertederos controlados, y además un gran numero de ellos incontrolados e ilegales, los cuales producen un serio impacto ambiental.

2º. Incineración: consiste en la combustión controlada de los residuos. Con este mecanismo se disminuye hasta el 80% el volumen de los residuos, pudiéndose obtener secundariamente energía acalórica aprovechable directamente o para la fabricación de electricidad.

3º Reciclado: consiste en la separación selectiva de fracciones de los residuos y su reutilización. Es el procedimiento mas completo y ecológico, pudiéndose separar y reutilizar hasta el 85% de los residuos, básicamente papel, plásticos, metales y sobre todo vidrio, realizando una separación en origen o en destino.

4º. Compostaje: consiste en la separación de la materia orgánica de los RSU y su utilización para la

fabricación, mediante procesos biológicos aerobios, de un fertilizante orgánico que recibe el nombre de compost.

5º. Residuos sanitarios: son los originados en la actividad de centros hospitalarios: hospitales, clínicas, ambulatorios y centros de investigación biológica. Son de cuatro tipos:

- Grupo I: residuos asimilables a los RSU, producidos fuera de la actividad asistencial.
- GrupoII.: residuos sanitarios no específicos de la actividad asistencial.
- GrupoIII: residuos sanitarios especiales, producidos en la actividad asistencial y que conllevan riesgos potenciales infecciosos.
- GrupoIV: restos químicos, radiológicos o citostáticos.

3.GESTION DE LOS RESIDUOS.

• DISMINUCIÓN DE LOS RESIDUOS.

El principio básico en la gestión de los residuos es disminuir su producción, para ello se sigue la regla de las **3 R: reducir, reutilizar y reciclar.**

- **Reducción:** consiste en limitar la producción de residuos utilizando técnicas limpias y racionales, mediante las que se originen residuos en cantidades mínimas. Además se persigue una disminución en volumen para hacer más fácil su transporte tratamiento y almacenamiento o eliminación.
- **Reutilización:** numerosos materiales pueden ser recuperados y utilizados varias veces antes de hacerse inservibles. La reutilización promueve el ahorro económico y ecológico, tanto de materias primas como de energías.
- **Reciclaje:** muchos materiales que ya no sirven para el uso para el que fueron fabricados, pueden ser recuperados en su totalidad o parte de ellos, y utilizarlos para fabricar otros del mismo o distinto tipo. Los principales materiales que pueden ser recuperados y reciclados son el papel y cartón, el vidrio y los metales.

ORIGEN	MATERIAL	MATERIAL RECICLADO
Árboles	Papel y cartón	Papel y cartón reciclados
Árboles	Madera	Pasta de papel.
		Serrín.
		Combustible
Animales, vegetales, petróleo	Fibras textiles	Fibras recicladas.
		Materiales energéticos
Organismos	Materia orgánica	Compost
Arena	Vidrio	Vidrio reciclado
Minerales	Metales	Metales reciclados
Petróleo	Plásticos	Plástico reciclados.
		Materiales energéticos

• TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS

Es el conjunto de mecanismo que eliminan o reducen la peligrosidad de los residuos, o bien los tratamientos que transforman los residuos en otros materiales utilizables. En este último sentido se puede considerar las

transformación como una forma de reciclaje.

Prácticamente todo tipo de residuos pueden y deben ser transformados antes de su eliminación, bien para inactivarlos, bien para convertirlos en materiales aprovechables.

Los métodos de transformación varían dependiendo del tipo de residuo, y cada uno de ellos debe ser tratado de acuerdo a sus características. En el caso de su reutilización, los principales residuos serían la biomasa y los RSU, obteniendo de ellos básicamente energía y fertilizantes agrícolas.

• ELIMINACIÓN

Es la etapa final de los residuos. La forma de eliminación de los residuos varía según el tipo del que se trate, pero básicamente se utilizan tres mecanismos:

- *Deposición.* – Vertido o enterramiento, tanto en suelos como en aguas.
- *Incineración.* – con obtención o no de energía.
- *Almacenamiento.* – en depósitos o zonas especiales para evitar su dispersión.

MECANISMO DE ELIMINACIÓN	TIPOS DE RESIDUOS
Vertederos	Biomasa, Mineros
	Inertes, RTP
	RSU
Incineración	Biomasa
	RTP
	RSU, Sanitarios
Almacenamiento	RTP, Radiactivos

• SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España se generan anualmente casi $300 \cdot 10^6$ t de todo tipo de residuos sólidos, además de unos $286 \cdot 10^6$ t de residuos gaseosos, principalmente CO_2 , emitidos directamente a la atmósfera.

Producción de residuos sólidos en España, 1994

ORIGEN	RESIDUO	CANTIDAD ($\cdot 10^6$ TM)
Primario (productor)	Biomasa: Agrícolas	30
	Ganaderos	90
	Forestales	20
	Mineros	70
Secundario (industrial)	Inertes	15
	RTP	3,5

	Radiactivos RBMA (baja y media actividad)	0,002(1000 m3)
	RAA (alta actividad)	0,00016 (250 m3)
Terciario (servicios)	RSU y asimilables: Lodos	10
	Construcción	26
	Domésticos	15
	Biosanitarios	0,5
TOTAL		280

Producción de residuos en España según su procedencia.

Legislación española sobre los residuos: Plan Nacional de Residuos Peligrosos.

AREAS PRIORITARIAS	OBJETIVOS CONCRETOS	LINEAS DE ACTUACION
Reducción de los RP	Reducción mínima del 40%	Exigencia de responsabilidades a empresas y administraciones. Información sobre la generación y reducción de los RP. Fomento de I+D
Reciclaje y reutilización	Mínima del 20%	Medidas fiscales, financieras y legislativas
Tratamiento de los RP	Garantizar tratamiento adecuado a todos los RP. Red Estatal de Depósitos de Seguridad.	Control sobre las administraciones. Fomento de las infraestructuras y desarrollo I+D. Medidas fiscales, financieras y legislativas.