# GUIA DIDÁCTICA

# PROBLEMAS AMBIENTALES: RECICLAJE

Mª Ángeles Farrán Morales
Marta Pérez Torralba
Dionisia Sanz del Castillo

# GUIA DIDÁCTICA

# PROBLEMAS AMBIENTALES: RECICLAJE

## Introducción: El aprendizaje en el Adulto

El aprender forma parte de la naturaleza humana, de tal manera que al ser humano se le considera sujeto y objeto del aprendizaje. Sin esta capacidad, no le sería posible la vida, ni su supervivencia. Podemos afirmar también, que cuando un sujeto deja de aprender está poniendo seriamente en peligro su capacidad de vivir.

La finalidad es la participación activa por parte del individuo en el proceso de su propio aprender. Dado los avances en el campo neuropsicológico y educativo se cuestionan actualmente las teorías que defendían la disminución de las capacidades en el adulto. Esto no quiere decir que las características intelectuales y personales de cada sujeto, que tienden a mantenerse estables, aún durante la vejez, se deterioren como consecuencia del envejecimiento físico. El envejecimiento se expresa en todos los órganos de forma diferente, según sus funciones, y con distinta aceleración.

Lo más llamativo de la evolución del Mayor es el interés por entrar en el foro de los procesos educativos; y no sólo responde a los estímulos dados, sino que él mismo los crea en la promoción del autoaprendizaje, o la expresión artística. Del Jubilado improductivo hemos pasado al concepto del Mayor competente e imaginativo.

## El aprendizaje a lo largo de la vida

Aprender (a-prehendere) significa adquirir el conocimiento de algo por medio de la experiencia o el estudio.

El hecho de aprender es una habilidad propia de la persona humana, que es ser abierto, capaz de adquirir a lo largo de la vida nuevos conocimientos, valores, destrezas, competencias, etc., a partir de los cuales interpreta y actúa en el entorno.

En cada etapa de la vida está presente el aprendizaje, aunque con características diferenciales; de ahí que sea absolutamente necesario profundizar en las claves del aprender para lograr el mayor fruto de él.

Todo el esfuerzo y sentido del proceso de enseñanza-aprendizaje se dirige al logro de un aprendizaje autónomo -aprender a aprender-, gracias al cual, el sujeto se desarrolla aprendiendo y aprende desarrollándose. Se produce, de este modo un proceso cíclico, interactivo, entre las capacidades del ser y el medio, dando lugar al desarrollo y el aprendizaje.

Al hilo de las consideraciones anteriores es necesario resaltar que el aprendizaje a lo largo de la vida es un elemento imprescindible para adaptarse a las demandas que impone una sociedad en transformación y participar activamente en la construcción del futuro con todos los ciudadanos.

En todo proceso de aprendizaje debemos diferenciar una serie de pasos, a través de los cuales el individuo percibe, asimila, retiene, transforma, integra, e incluso engendra la respuesta adecuada para adaptarse a lo nuevo.

Conseguir niveles de autonomía en las distintas dimensiones del ser es un objetivo que busca tanto el proceso de desarrollo como el de la maduración del sujeto.

Conseguir el objetivo de ser persona autónoma es una meta propia de cada etapa del aprender. La autonomía de la Adultez se caracteriza por la posibilidad de ser aprendiz autónomo, es decir, ser capaz de aprender por sí mismo. Para que este aprendizaje se produzca es necesario adquirir la capacidad de (Aebli, 1991:153):

- Establecer contacto, por sí mismos, con cosas, personas, e ideas.
- Comprender, por sí mismos, fenómenos, textos, etc.
- Plantear, por sí mismos, acciones y resolver problemas.
- Ejercitar actividades, por sí mismos, para poder manejar la información mentalmente.
- Mantener, por sí mismo, la motivación para la actividad y aprendizaje.

Podemos preguntarnos en qué situaciones es deseable o necesario el aprendizaje autónomo. Desde una vertiente práctica, el aprendizaje autónomo hace posible el seguir aprendiendo sin contar con la ayuda del Maestro, tan imprescindible en el aprendizaje formal.

**Objetivos del aprendizaje autónomo**

- Aprender más, exige preocuparse por el propio desarrollo, conocimiento de las propias capacidades, transferir conocimientos de un contexto a otro, habilidades sociales, etc.
- Prepararse para otros niveles superiores, requiere aprender otros lenguajes (idiomas, TICs, pensamiento lógico-matemático, antropológico, etc.), adaptarse a otros contextos, comunicación, etc.
- Prepararse para nuevas actividades, exige adquirir competencias en orden a la iniciativa, planificación y gestión de proyectos, responsabilidad de tareas nuevas, interés y compromiso, etc.
- Responder a las obligaciones de la vida privada y ciudadana, planificar y desarrollar las tareas de la vida diaria, cómo financiar los desembolsos, hacer entender a otros los puntos de vista propios, auto-confianza, buscar o sostener redes de contacto social, etc.
- Hacer más enriquecedor el tiempo libre, organizar adecuadamente su tiempo libre, desarrollar actividades de ocio que contribuyan al enriquecimiento personal, al contacto con otros, compartir intereses y fomentar amistades y redes de encuentro, etc.

El aprendizaje continuo, es una exigencia de la sociedad actual y lo será más en el futuro. Su finalidad es permitir a la persona adquirir los sillares esenciales con los que edificar su participación activa en la sociedad moderna.

**Metodología didáctica del aprendizaje de las personas mayores**

El profesorado tendrá en cuenta en su proceso de enseñanza las características específicas de la forma de aprender de las personas mayores. Fundamentalmente, deberá considerar los siguientes aspectos:

- Las personas no aprenden solamente a partir de la enseñanza sino también a partir de la experiencia.
- Las personas mayores vienen a esta Universidad con un gran bagaje de aprendizajes adquiridos a lo largo de la vida.

- Estas personas van a exigir que sus aprendizajes, adquiridos en la experiencia, sean valorados, reconocidos y enriquecidos.
- El profesorado debe establecer con claridad una relación entre la "cultura" de la experiencia y la "cultura" de la enseñanza, como base para el establecimiento de su relación con los participantes y para la organización del proceso de aprendizaje en cada uno de los módulos a tratar.
- La metodología de enseñanza-aprendizaje debe apoyarse sobre el fuerte tejido dinamizador que ofrecen sus potencialidades personales, así como su experiencia social y laboral, nunca construirse sobre la dimensión negativa del deterioro físico-psíquico.
- La metodología de enseñanza no debe basarse solamente en un modelo de compensación de deficiencias académicas, sino también y sobre todo, sobre un modelo de continuidad de aprendizajes adquiridos, independientemente de cómo, dónde, cuándo y con quien los hayan adquirido.

Como consecuencia de lo indicado hasta aquí, la Metodología de la UNED-SENIOR ha de ser:

- *Participativa*, a través de la intervención de los estudiantes, Adultos Mayores, en las programaciones y desarrollo de propuestas curriculares.
- *Activa*, mediante el aprendizaje a través de la práctica y la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- *Flexible*, adaptándose en cada momento a las necesidades del grupo o clase.
- *Socializadora*, basada en el trabajo en grupo y en las interacciones sociales de los estudiantes y profesores.

## PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

Esta GUÍA DIDÁCTICA pretende ser un instrumento de ayuda pedagógica que centre el interés de los estudiantes en los temas básicos del curso, orientándoles en el estudio sobre los aspectos fundamentales que garantizarán el éxito. Se recomienda, pues, que la primera labor del estudiante sea leer con detenimiento esta Guía Didáctica.

La Guía incluye información sobre todos los aspectos relacionados con la asignatura como son los objetivos que se pretenden alcanzar, el programa, los materiales

para su estudio, la evaluación y una orientación metodológica para el estudio de cada tema.

## INFORMACIÓN GENERAL

La asignatura "*Problemas ambientales: Reciclaje*" forma parte del bloque IV Temas de actualidad aunque también puede estar englobada en el Bloque III Cultura general y divulgación científica.

## EQUIPO DOCENTE

El equipo docente de la asignatura está formado por las profesoras


- Dionisia Sanz del Castillo
  Profesora Titular
  Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica
  Facultad de Ciencias. UNED
  dsanz@ccia.uned.es
- Marta Pérez Torralba.
  Profesora Ayudante Doctora
  Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica
  Facultad de Ciencias. UNED
  mtaperez@ccia.uned.es
- Mª Ángeles Farrán Morales
  Profesora Ayudante Doctora
  Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica
  Facultad de Ciencias. UNED
  afarran@bec.uned.es


Son profesoras de diferentes asignaturas de la licenciatura de Ciencias Ambientales, de la licenciatura de Ciencias Químicas y del máster de Ciencia y Tecnología Química, así como de diversos cursos de educación permanente. Su labor investigadora se ha desarrollado en diferentes centros de investigación y universidades, tanto españolas como extranjeras, y ello ha dado lugar a numerosas publicaciones en revistas científicas de alto índice de impacto. Así mismo, tienen publicados diferentes libros relacionados con la química y el medio ambiente.

## REQUISITOS PREVIOS

- No es necesaria ninguna formación previa ya que los conceptos necesarios se introducirán a lo largo del curso.
- Sin ser imprescindible, facilitará el seguimiento de la materia tener un ordenador con conexión a Internet.

## LOS MEDIOS

- El principal medio lo constituyen las tutorías presenciales en el Centro Asociado correspondiente.
- La comunicación por correo electrónico con el Profesor Tutor.
- La bibliografía y las páginas web recomendadas.
- Los medios existentes en el propio Centro Asociado.

## INTRODUCCIÓN GENERAL A LA MATERIA

Los residuos constituyen un grave problema ambiental en sí mismos, al mismo tiempo, son el origen de otros como la contaminación de las aguas, del suelo y del aire, con los correspondientes riesgos asociados para la salud pública y la vida animal y vegetal. Además, pueden ser una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo de este modo al cambio climático, uno de los problemas ambientales más importantes de la historia de la humanidad.

Para nadie es un secreto que a medida que las sociedades desarrolladas mejoran sus niveles de bienestar y riqueza, aumentan el volumen de materiales de todo tipo que destinan al abandono o a la bolsa de basura; se diría que hay una relación directa, entre los niveles de renta y el confort de los ciudadanos con la basura que generan. Esta tendencia ha dado como resultado la situación actual, insostenible a todas luces, habida cuenta de los enormes volúmenes de residuos de todo tipo que se generan.

Varias son las cuestiones de fondo que se derivan de esta situación. ¿Es inevitable aumentar los residuos generados a medida que sube el nivel de vida de la población?. ¿Cómo podemos mejorar la gestión, reciclar más, valorizar más, minimizar el vertido final?. ¿Qué métodos son los mejores para concienciar a la población de la importancia objetiva que para el medio ambiente, y para la economía en general, tiene el correcto tratamiento de los residuos?. ¿Cómo dotar a nuestro país de las muy necesarias instalaciones para el tratamiento de los residuos?.

De las respuestas que se den a preguntas como éstas, depende en cierta medida el éxito de una moderna política de residuos. Numerosos estudios y análisis han permitido llegar a la conclusión de que es posible quebrar el paralelismo registrado hasta ahora entre los niveles de desarrollo y la generación de residuos. Es factible, y deseable, reducir la generación de residuos por unidad de bienestar social; esta es una

forma de expresar el llamado “principio de prevención”, recogido en nuestra legislación sobre la materia como primera prioridad.

Evitar en lo posible los impactos ambientales causados por los residuos dando un correcto tratamiento a los mismos debe ser un elemento prioritario de la política ambiental. Los beneficios de prestar al problema de los residuos la atención merecida son muchos, y no sólo en el orden ambiental sino también desde el punto de vista tecnológico, económico y social.

El proceso de reciclado aporta importantes beneficios ambientales, económicos y sociales:

- Ahorro importante de energía por lo que también se producirá menos $CO_2$ y otros contaminantes contribuyendo así a la mejora de la calidad atmosférica (reducción de efecto invernadero, lluvia ácida, agujero de ozono).
- Ahorro de materias primas contribuyendo a un desarrollo sostenible.
- Menor contaminación de aguas y suelos.
- Reducción de masa de RSU en los vertederos.

Los contenidos del curso se recogen en doce temas, en la bibliografía recomendada como texto base, para que las/los estudiantes avancen en su estudio de una forma gradual y distribuyan los contenidos en el tiempo. Todos los temas, a su vez, constan de: un *sumario*, los *objetivos* que se pretenden conseguir, el *desarrollo* del propio tema y, además incorpora unos *ejercicios de autocomprobación* junto con las *soluciones* a los mismos, con el fin de poder *autoevaluarse* al finalizar el estudio de cada tema.

**OBJETIVOS**

- Con este curso se espera transmitir el sentimiento de conservación de nuestro bien más preciado: el Medio Ambiente, y aunque los residuos son en sí mismo negativos, se pueden reusar, reutilizar, reciclar o recuperar y, cuando no sea posible una de las anteriores alternativas, valorizar.
- Conocer los diferentes procesos que se utilizan en el reciclado de los residuos.
- Saber diferenciar los residuos que contienen algún elemento peligroso.
- Fomentar la separación de residuos en los hogares.

## CONTENIDOS

El programa del curso "Problemas ambientales: Reciclaje" es el siguiente:

- ***Tema 1***. *Residuos: definición, clasificación y tratamiento*
- ***Tema 2***. *Tratamiento de aguas residuales urbanas*
- ***Tema 3***. *Tratamiento de aguas residuales industriales*
- ***Tema 4***. *Reciclado de materia orgánica. Compostaje*
- ***Tema 5***. *Residuos sólidos urbanos*
- ***Tema 6***. *El suelo como medio de reciclado*
- ***Tema 7***. *Vertederos*
- ***Tema 8***. *Tratamiento de residuos industriales*
- ***Tema 9***. *Residuos agrarios*
- ***Tema 10***. *Reciclado de materiales poliméricos*
- ***Tema 11***. *Tratamiento de residuos específicos I*
- ***Tema 12***. *Tratamiento de residuos específicos II*

El programa propuesto es muy amplio y se estudia una gran variedad de residuos y los procesos para su reciclado, por lo que el Profesor Tutor puede modificarlo en función del interés del alumnado.

## TEMA 1: RESIDUOS: DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y TRATAMIENTO.

Las amenazas contra el medio ambiente son múltiples, pero una de las más graves proviene del aumento de los residuos y de los vertidos incontrolados, que provocan la producción de malos olores, destrucción del paisaje y de los recursos naturales; facilitan la proliferación de plagas de roedores e insectos portadores de enfermedades, contaminan los suelos, las aguas superficiales y el aire, pueden provocar incendios, etc.

Se define *residuo* como, todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso, y sus respectivas mezclas) que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). Hay objetos o materiales que son residuos en determinadas situaciones, mientras que en otras se aprovechan. Una buena gestión de los residuos persigue, no perder el valor económico y la utilidad que puedan tener muchos de ellos y usarlos como materiales útiles en vez de descartarlos. En la legislación se consideran residuos los que figuren en

la *Lista Europea de Residuos (LER)*, elaborada por la UE en la que se incluyen determinadas sustancias u objetos que necesariamente tienen la consideración de residuos. El que un material determinado no sea considerado residuo, no tiene que significar que quede completamente al margen del sistema de protección del medio ambiente y de la salud humana. Además, es necesario recordar que si en la práctica su poseedor se desprende de él, entonces debe considerarse y tratarse claramente como residuo.

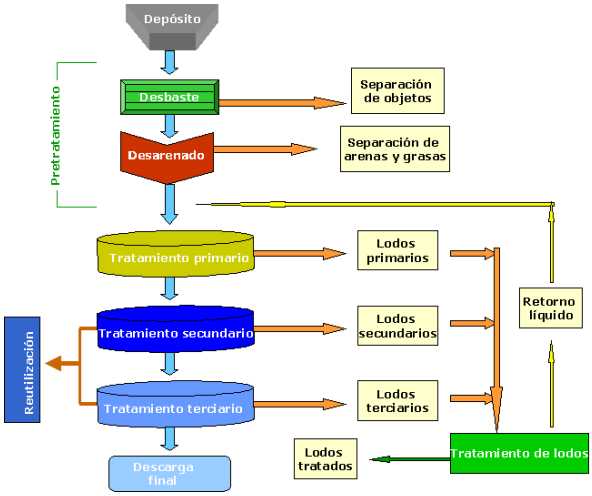
Afortunadamente, ya se ha tomado conciencia de los efectos negativos que tienen los residuos tanto para la salud de las personas como sobre el medio ambiente, y no se concibe una sociedad moderna sin una adecuada gestión integral de ellos, gestión que se realiza mediante la depuración y reutilización de aguas residuales, la creación de centros de reciclaje para los residuos sólidos urbanos, la retirada selectiva de materiales tóxicos (pilas, aceites, etc.) y la elaboración y aplicación de leyes y políticas de protección ambiental.

Establecer una clasificación de los residuos es complejo, aunque se puede realizar atendiendo a distintos factores: características físico-químicas, origen, peligrosidad, posibles tratamientos, flujos temáticos, etc. A su vez, dentro de cada clasificación, pueden establecerse varias categorías, con lo que la complejidad aumenta. De este modo se pueden encontrar un gran número de modos de clasificar los residuos. Desde el punto de vista ecológico, podemos hablar de dos tipos: *biodegradables* y *no biodegradables*. Se consideran *biodegradables* aquellos que en condiciones de vertido pueden descomponerse de forma aeróbica o anaeróbica, tales como residuos de alimentos, de jardín, papel y cartón, entre otros. Y son considerados *no biodegradables* aquellos que no pueden ser degradados naturalmente; o bien, si esto es posible, sufren una descomposición demasiado lenta. Este factor los hace más peligrosos que los anteriores, ya que su acumulación en la naturaleza es progresiva.

Es preciso establecer directrices para decidir o escoger la mejor opción de gestión posible para los diferentes residuos, y así surge el principio de jerarquía que consiste en una secuencia ordenada en 5 niveles de modalidades de gestión, de mayor a menor calidad ecológica: *prevención, reutilización, reciclaje, valorización energética y eliminación*.

## TEMA 2: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS.

Las Aguas Residuales Urbanas (ARU), se definen como las aguas residuales domésticas o la mezcla de éstas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pluvial; también se denominan *aguas negras*, *aguas servidas* o *aguas cloacales*. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado, entre las que también se encuentran las de limpieza pública o baldeo de viales, las de riego y otros servicios.




Las aguas residuales urbanas están constituidas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y en disolución. Se caracterizan por su contaminación orgánica, disuelta o suspendida, cuyo contenido se mide por su Demanda Química de Oxígeno (DQO), y su Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y constituyen un importante foco de contaminación al verterse a los sistemas acuáticos. La importancia de dicha contaminación es tal que estas aguas requieren sistemas de canalización para su recogida y un tratamiento, para rebajar la DQO y la DBO, antes de su evacuación.

Las ARU para su tratamiento, se recogen habitualmente en un sistema colector y son enviadas mediante un emisario terrestre a una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), y las industrias que realicen el vertido de sus aguas residuales a esta red colectora, habrán de acondicionar previamente sus aguas.

Para estudiar la calidad de las aguas, es necesario analizar diferentes parámetros que pueden ser:

- *Carácter físico-químico*.
- *Carácter químico*.
- *Carácter microbiológico.*
- *Carácter radiactivo*.

El tratamiento de purificación del agua puede llevarse a cabo, principalmente, con vistas a reciclar o desechar aguas residuales. El tipo y grado de tratamiento va a

depender tanto de la procedencia como del uso que se le vaya a dar. Existen tres tratamientos potenciales de aguas residuales urbanas: primario, secundario y terciario. Este último prácticamente no se emplea en el tratamiento de estas aguas puesto que es muy costoso, e incluso en muchos casos el secundario tampoco se lleva a efecto por el mismo motivo.

El agua regenerada procedente de las estaciones depuradoras se aprovecha como recurso hídrico alternativo y se reutiliza para diferentes usos, como por ejemplo, irrigaciones de campos, tanto para cosechas como para que crezca la hierba; riego de zonas verdes, incluidos parques públicos y privados, áreas deportivas, llenado de láminas ornamentales de agua, baldeo de viales, etc.; en procesos industriales para refrigeración y también para recargar aguas subterráneas o acuíferos, donde el agua sufre procesos de adsorciones químicas y biodegradaciones, con lo cual se purifica y puede ser de nuevo utilizada. La reutilización del agua no se da con frecuencia para el agua potable.

## TEMA 3: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.

Los residuos líquidos industriales, más comúnmente llamados Aguas Residuales Industriales (ARI), se definen como todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial. Consistirían, por lo tanto, en una mezcla de residuos líquidos y sólidos suspendidos o disueltos, originados en las distintas etapas de un proceso productivo.

Al contrario que las aguas residuales urbanas, las ARI son muy diferentes unas de otras, dependiendo de la industria de donde provengan, por lo que para determinar cuál es el tratamiento más adecuado para conseguir su depuración, es necesario realizar un estudio previo, de tipo experimental, llevando a cabo en un laboratorio el análisis de una serie de variables sobre su composición.

El tratamiento de los efluentes líquidos industriales puede hacerse de dos formas: conjuntamente con las aguas residuales urbanas en una EDAR o independientemente, en una Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales, EDARI.

Las aguas residuales industriales se diferencian fundamentalmente de las urbanas en que éstas últimas son muy ricas en contaminantes biodegradables, mientras que en

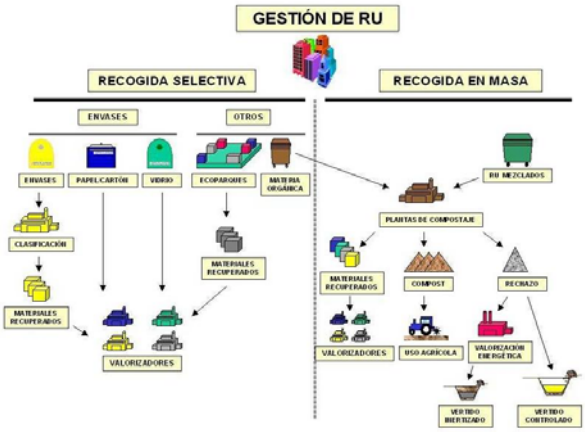
las ARI, generalmente, predominan materiales inorgánicos y orgánicos no biodegradables. Sin embargo, hay muchas industrias (papelera, cervecera, alimentaria, pesquera, etc.) que también producen contaminantes biodegradables en alto grado. Ante todo, hay que tener en cuenta la ubicación de la industria que se considere, ya que si está situada dentro de un centro de población, sus aguas residuales suelen verterse a la red general urbana y son tratadas conjuntamente con las aguas de origen doméstico en las plantas para aguas residuales urbanas. Incluso puede llegar el momento, cuando los vertidos acuosos industriales poseen unas características muy diferentes a las de las aguas domésticas, en que deben ser sometidas a un pretratamiento antes de su vertido a éstas últimas.

Se estudiarán los procesos a los que se someten las aguas residuales en las EDARI, en función de su naturaleza, se clasifican en procesos *físicos*, *químicos* y *biológicos*. Los dos primeros, en general, exigen instalaciones de coste no elevado, aunque es mayor la inversión en reactivos. Por su parte, los tratamientos biológicos tienen o bien altos costes de tipo energético (procesos aeróbicos) o bien altos costes de inversión inicial (procesos anaeróbicos). Hay otro criterio de clasificación para el tratamiento de las ARI, similar a los de las ARU, basado en el orden de su administración. Se refiere a una serie de procedimientos llevados a cabo en diversas etapas que, en conjunto, constan de un pretratamiento y de tres tratamientos secuenciales, primario, secundario y terciario (aunque a veces el pretratamiento se engloba dentro del tratamiento primario). Con todo esto, se alcanzará el tratamiento integral de las ARI, aunque no siempre sea necesario llevar a cabo todas las operaciones de cada tratamiento ni tampoco la secuencia completa, dependiendo del proceso industrial concreto, del tipo de contaminantes que contengan y de las exigencias legales para vertidos.

## TEMA 4: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Se definen los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligroso y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. También tendrán la consideración de residuos sólidos urbanos los procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos, así

como muebles, enseres y vehículos abandonados y, los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.




La composición de los RSU es muy variada y heterogénea ya que están constituidos por materiales muy diversos. Los distintos componentes se pueden clasificar según su naturaleza en *inertes* (metal, vidrio, etc.), *fermentables* (residuos orgánicos procedentes de restos de alimentos, vegetales, etc.) y *combustibles* (papel, cartón, plásticos, etc.).

La gestión de residuos es el conjunto de operaciones que se realizan desde que se generan los residuos en los hogares y servicios hasta la última fase de su tratamiento, que será el más adecuado desde el punto de vista de la salud pública y ambiental, de acuerdo con sus características de volumen, procedencia, costes, posibilidades de recuperación y comercialización, y directrices administrativas. Esta gestión incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y tecnológicas que intervienen en la eliminación de los RSU.

En el II Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) se establece la siguiente jerarquía de opciones para una gestión optimizada de los residuos: prevención (reducción en origen), reutilización, reciclaje, valorización energética y eliminación en vertedero.

En general, la gestión de los residuos sólidos urbanos consta de las siguientes fases: pre-recogida, recogida, transporte y tratamiento de los mismos. La pre-recogida comprende las operaciones de depósito del residuo en el lugar de generación y su presentación para ser recogidos por parte de los servicios municipales. La recogida consiste en las operaciones de carga de las bolsas o los contenedores con los residuos urbanos de la fase anterior sobre vehículos específicos, que recorren los distintos puntos de carga de los contenedores según las ordenanzas municipales. El transporte es la operación de recorrido del vehículo con los RSU hasta su punto de destino final. Este transporte a los centros de tratamiento puede realizarse en los propios camiones de recogida, o bien en otros, mediante un trasvase de las basuras a otros camiones o

contenedores de mayor volumen en las *estaciones o plantas de transferencia.* El tratamiento de RSU es la etapa final del proceso y comprende el conjunto de operaciones destinadas a la eliminación de los residuos o al aprovechamiento de los recursos contenidos en los mismos. La incineración es uno de los procesos térmicos que puede aplicarse en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos para disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen.

## TEMA 5: TRATAMIENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA. COMPOSTAJE.

La mayor parte de los residuos sólidos que son generados por la actividad humana es materia orgánica. Por ello, es imprescindible dedicar un tema al tratamiento de los residuos de carácter orgánico.

Hasta hace poco tiempo, sólo los residuos procedentes de la actividad agrícola y ganadera eran utilizados como abono sin ningún tipo de tratamiento.

El compostaje es un proceso aerobio en el que determinados microorganismos mediante una fermentación controlada transforman la materia orgánica heterogénea en una materia homogénea apta para su utilización como fertilizante y que se conoce con el nombre de *compost*.

La fabricación del compost es necesaria debido a dos razones:

1. Obtención de materia orgánica para su utilización como enmienda orgánica, sustrato de cultivo y fertilizante.
2. Reducción de le la fracción orgánica de los RSU.

Los beneficios que el compost reporta a los suelos son a:

1. *Nivel físico*: aumenta su porosidad y permeabilidad, lo cual aumenta la retención de nutrientes por las plantas, previene la erosión del suelo y mejora su estructura.
2. *Nivel químico*: aumenta el contenido de nutrientes disponibles en los suelos.
3. *Nivel biológico*: actúa como soporte y alimento de los microorganismos beneficiosos, gusanos e insectos del suelo.

Se estudiarán los materiales que pueden emplearse para ser compostados y los diferentes procesos para la elaboración del compost, tratando los factores importantes a considerar en el proceso de compostaje: relación C/N, porosidad y tamaño de partícula, humedad, oxígeno y aireación, temperatura.

Para terminar el tema se estudiará el proceso de compostaje mediante procesos anaeróbicos o cerrados (biometanización).

## TEMA 6: EL SUELO COMO MEDIO DE RECICLADO.

El suelo es el sitio donde van a parar gran parte de los desechos sólidos de la actividad humana y también los de origen natural. Aún así los suelos poseen una cierta capacidad para asimilar las intervenciones humanas sin sufrir deterioros. Sin embargo, esta capacidad ha sido altamente sobrepasada en muchos lugares debido a la producción y acumulación de residuos, tales como, residuos de los procesos industriales, mineros, urbanos y agrícolas entre otros. Estos vertidos y residuos, al tomar contacto con el suelo, sufren distintas transformaciones debido a los factores climáticos, las características del depósito y las propias características del suelo. Su capacidad depuradora depende fundamentalmente de estas últimas, en las capas superficiales del mismo, entre las que podemos citar:

- *Actividad microbiológica.*
- *Arcilla y materia orgánica.*
- *La capacidad filtrante del suelo.*

Otras propiedades del suelo como la capacidad de intercambio iónico; la fijación de metales, de los óxidos de hierro y manganeso; el pH y el potencial de oxidación son también importantes para determinar la capacidad de autodepuración del suelo.

Se tratarán los contaminantes más comunes en los suelos como:

1. *Metales pesados*. Casi todos los residuos metálicos provienen de cenizas de combustibles fósiles y entre ellos podemos encontrar: manganeso, cobre, plomo cromo, níquel, molibdeno, arsénico y también cadmio, mercurio y antimonio, estos

últimos minoritariamente. Se estudiarán los diferentes mecanismos por los que el suelo retiene estos metales, por ejemplo, precipitándolos, formando complejos con la materia orgánica del suelo o adsorbiéndolos en partículas coloidales presentes en el suelo.

2. *Plaguicidas o pesticidas agroquímicos*. Entre los que podemos encontrar derivados halogenados, órgano fosforados, carbamatos y derivados de urea y tiourea. El mayor riesgo lo presentan los organoclorados. En general, el suelo puede depurar los plaguicidas por procesos de oxidación, hidrólisis, o mediante la ayuda de los microorganismos que pueden usar al pesticida como materia prima para la construcción de estructuras microbianas, o degradándolo totalmente en forma de anhídrido carbónico, agua y sales minerales.

3. *Residuos ganaderos*. Entre los que encontramos purines, excretas de vacuno, etc. En cantidades adecuadas son beneficiosos para el suelo pero en cantidades grandes pueden llegar a provocar la contaminación de aguas (eutrofización), emisión de amoniaco y cambios de pH y actividad reductora del suelo que pueden influir en la actividad microbiana del mismo.

Por último, se tratarán algunos métodos de tratamiento de suelos contaminados utilizados cuando la depuración natural no es suficiente para limpiar los suelos contaminados. Existen dos tipos de tratamientos, el de aislamiento de los contaminantes y los de descontaminación. El de aislamiento se usa cuando las condiciones son extremas y es necesario eliminar rápidamente el suelo contaminado, aislándolo con sustancias encapsulantes y depositándolo en un vertedero apropiado. Entre las técnicas de descontaminación se pueden citar: la *extracción*, o separación de contaminantes utilizando líquidos o aire, para lavar o arrastrar los mismos; el tratamiento *químico,* que degrada los contaminantes mediante reacciones químicas, normalmente de oxidación; el tratamiento *electroquímico,* que logra la separación de contaminantes mediante la creación de campos eléctricos; el tratamiento *térmico*, mediante calor y por último los tratamientos *biológicos*, usando microorganismos (biorremediación).

## TEMA 7: VERTEDEROS.

Uno de los métodos más antiguos para deshacerse de los residuos ha sido el arrojarlos sin ningún control al suelo, el mar o los ríos. Esto conlleva muchos problemas medioambientales, como la presencia de roedores e insectos y aparición de malos

olores, contaminación de aguas y deterioro paisajístico. De ahí la necesidad de gestionar estos vertederos, como se empezó a hacer durante la segunda guerra mundial donde surgieron por primera vez los vertederos controlados o sanitarios.

Los vertederos controlados tienen unas características comunes, deben estar *impermeabilizados* en su base y *sellados* en la parte superior para aislar los residuos y un sistema de recogida de *gases y lixiviados*. Según la legislación vigente existen varios tipos de vertederos en función de:

1. Los residuos admitidos: de residuos peligrosos, no peligrosos y los de residuos inertes.
2. La topografía del terreno: en área o en zona, en trinchera o celda excavada y en vaguada /depresión.
3. La trituración de los residuos y la compactación alcanzada

En los vertederos hay una gran actividad biológica, principalmente procesos de fermentación de los compuestos orgánicos que generan *biogás* (constituido fundamentalmente por metano) y *lixiviados* (líquidos de los residuos y agua filtrada) que deben ser gestionados convenientemente.

Se estudiará la composición de los lixiviados en las diferentes etapas por las que pasa el vertedero desde su inicio hasta su clausura. De forma análoga se tratarán las aplicaciones que puede tener el biogás generado en estas fases, y los problemas medioambientales que puede originar su mala gestión.

Por ello, el vertedero debe estar diseñado para impedir la contaminación del suelo y de aguas subterráneas y superficiales (sistema de impermeabilización) así como contar con un sistema adecuado de drenaje y recogida de lixiviados.

Para terminar se tratará el sellado y clausura de los vertederos y los posibles usos del terreno después de su clausura.

## TEMA 8: TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.

Se denominan *residuos industriales* aquellos procedentes de la actividad industrial y que carecen de valor económico para la industria que los genera. Este tipo de residuos debido a la gran variedad de procesos industriales existentes son de carácter y composición muy diversa. Podemos clasificarlos según la normativa europea en:

1. *Residuos Inertes*. No experimentan transformaciones físicas químicas o biológicas, como escombros, escorias y materiales similares.
2. *Residuos asimilables a residuos sólidos urbanos*. Papel, plásticos, vidrio y restos orgánicos.
3. *Residuos peligrosos*. Son aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Se tratará como se realiza la gestión que abarca todo el conjunto de actividades, desde que se genera el residuo hasta que es depositado en el vertedero. Las etapas son:

- Recogida.
- Almacenamiento.
- Transporte.
- Valorización.
- Eliminación de residuos.
- Vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

Todas estas etapas deben de tener como objetivo el reducir al máximo el volumen y carga de contaminantes (minimización) y la valorización del residuo para que pueda ser reutilizado cuando sea posible. La etapa de valorización ha cobrado mucha importancia en la actualidad y el producto reciclado se puede utilizar como materia prima en el proceso de fabricación, bien sea en la propia empresa o en otra (Bolsa de residuos).

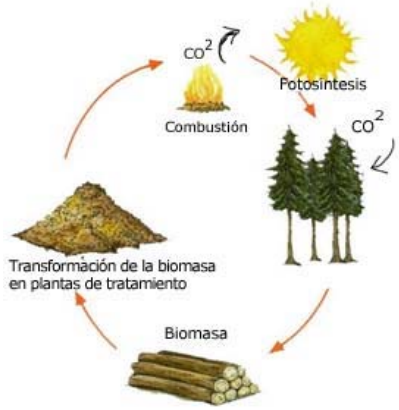
Los residuos peligrosos deben ser transformados en residuos inertes cuando sea posible antes de ser enviados a los vertederos. Se pueden someter a *tratamiento físico* (flotación, centrifugación o separación magnética) para la separación del contaminante

sin alterar su composición química; a *tratamiento químico*, mediante reacciones de neutralización, oxidación-reducción o de precipitación. También se pueden someter a *tratamiento térmico*, por incineración pero siempre de forma controlada y a *tratamiento biológico* por acción de microorganismos.

Para terminar el tema se analizará el *ciclo de vida* de un producto que consiste en las transformaciones que experimenta desde la extracción de las materias primas, los procesos de transformación hasta que llega al consumidor y por último se convierte en residuo. Este análisis es una herramienta de gestión ambiental cuyo objetivo es el estudio de los impactos ambientales asociados a un producto.

## TEMA 9: RESIDUOS AGRARIOS.

Los residuos agrarios derivan de actividades del sector primario de la economía (agricultura, ganadería, actividad forestal) y los producidos por industrias alimenticias (mataderos, empresas lácteas, harineras, etc.). Poseen algunas características específicas, como son: localización dispersa, valor económico muy bajo, concentración reducida y dificultad para su eliminación.




*Residuos agrícolas*. Se generan en las propias explotaciones agrarias y en las industrias agroalimentarias. También hay que incluir en este apartado envases y plásticos y productos químicos fitosanitarios.

Se verá como estos residuos pueden utilizarse en la valorización agronómica para restituir al suelo los nutrientes minerales mediante técnicas de fertilización orgánica y/o mineral.

*Residuos forestales*. Proceden del mantenimiento y mejora de las masas forestales y de los residuos resultantes de cortar los troncos de los árboles para hacer productos de madera, son susceptibles de ser utilizados como combustibles.

Se estudiarán los métodos químicos, bioquímicos y térmicos para la valorización de estos residuos para obtener biogás, etanol, etc.

*Residuos ganaderos*. Se producen en las explotaciones y en las industrias ganaderas. Estos residuos tienen un potencial contaminante elevado (materia orgánica disuelta y en

forma de sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo, metales pesados y microorganismos).

En estas industrias la composición de las aguas residuales depende del tipo de actividad y es muy importante su gestión debido al elevado carácter contaminante que presentan.

## TEMA 10: RECICLADO DE MATERIALES POLIMÉRICOS.

Un polímero es una sustancia química formada por muchas unidades o *monómeros*. Estas unidades repetitivas son moléculas de bajo peso molecular que por reacción química dan lugar al *polímero.* Existen polímeros naturales utilizados por el ser humano desde la antigüedad como son la lana, la seda, el algodón y el caucho entre otros.

Los materiales poliméricos ocupan un lugar muy importante en la vida diaria actual, su extenso uso se debe a las muchas propiedades que estos presentan y que los hacen superiores en prestación y durabilidad a los materiales tradicionales.

Cada vez el volumen de residuos generados en las ciudades es mayor y los plásticos forman una gran parte de dicho volumen, representan alrededor de un 7% en peso de los residuos urbanos. En los países más industrializados es donde más cantidad de plásticos se consumen. En general, muchas de las aplicaciones de estos polímeros son para el uso de productos que tiene una vida media de alrededor de un año y después se desechan.

Los materiales poliméricos debido a su naturaleza sintética son productos muy resistentes y prácticamente inalterables a las condiciones ambientales y normalmente cuando son depositados en vertederos su tiempo de estancia es mayor que la de otro tipo de residuos. Dada su importancia en nuestra sociedad es imprescindible concienciar a la población de la necesidad de reciclarlos. Un ciudadano europeo tira al año 36 kilos de materiales plásticos.

En este tema se tratarán en primer lugar los métodos químicos de polimerización: polimerización por *reacciones de adición* de monómeros olefínicos

(polimerización por radicales libres, polimerización catiónica, polimerización aniónica) y por *reacciones de policondensación* (cuando los monómeros tienen dos grupos funcionales complementarios). Se estudiarán las tres grandes familias de los materiales poliméricos según su comportamiento con la temperatura: *termoplásticos, termofijos* y *elastómeros.*

Se verán los pasos a seguir en el proceso de reciclado: recogida, limpieza y separación de los diversos tipos. En la separación se utilizan: técnicas de *flotación* y *hundimiento*; separación mediante el uso de *métodos espectroscópicos*; separación con *técnicas electrostáticas*, *separación con disolventes.*

Se verán los procedimientos estándar para el reciclado químico como son: la hidrogenación, la gasificación, la despolimerización química (metanólisis, glicólisis, hidrólisis), el tratamiento térmico y los procesos de craqueo, reformado y pirólisis.

También se tratará su utilización como combustibles debido a que su contenido energético es similar al fuel-oil y al gas natural

Por último se estudiará el análisis del ciclo de vida de los polímeros como una de técnica usada para cuantificar el impacto ambiental.

## TEMA 11: TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIFICOS I.

Ciertos residuos urbanos, como los que se tratarán en este tema y en el siguiente constan de componentes no biodegradables y por lo tanto no son susceptibles de descomposición biológica, pero pueden ser fácilmente recuperados. Aunque la gestión de este tipo de productos ha mejorado en los últimos años, en España se tiran todavía muchos más de los que se recuperan, con lo que el consumo de materias primas y energía va en constante aumento produciendo un considerable efecto negativo sobre el medio ambiente y la economía nacional.

En primer lugar se tratan los *envases y embalajes,* su composición se ha estimado que es 38% de papel y cartón, 33% de plástico, 15% de metal, 12% de vidrio y 2% de madera, materiales que se pueden recuperar.

Papel y cartón constituyen entre el 16% - 25% del total de los residuos urbanos, de ambos se logra recuperar porcentajes muy altos de hasta un 70%. El papel y el cartón se recolectan, separan y posteriormente se mezclan con agua para ser convertidos en pulpa para fabricar papel de impresión o para fabricar cajas de cartón. Se verá porqué el papel reciclado no debe utilizarse en los alimentos.

El reciclado de vidrio se practicaba ya en la época del Imperio Romano, e incluso antes. Los vidrieros eran conscientes de que era más fácil fundir vidrio usado que fabricar vidrio nuevo a partir de materias primas. El uso repetido o reutilización de los envases de vidrio y la recuperación han sido prácticas comunes en épocas de penuria, como los años 40 a 60 del siglo XX en España, periodos de las posguerras europeas, etc.

Para reciclar el vidrio, en primer lugar se fragmenta en partes pequeñas obteniéndose el calcín. Hay que señalar que el vidrio reciclado necesita un 26% menos de energía que la producción original y la materia prima recuperada por reciclado reduce en un 20% la contaminación atmosférica. Se verán otras aplicaciones que se pueden dar al vidrio reciclado como por ejemplo la fabricación de asfalto cristalino o arena artificial.

Se denomina *recuperación de la madera* al proceso de valorización de residuos de madera que engloba el transporte, almacenamiento, clasificación, limpieza y reducción de volumen para su posterior reciclado o aprovechamiento energético.

Los residuos de madera se generan fundamentalmente en la industria de la madera y el mueble. El envase de madera lo consume principalmente el sector hortofrutícola y los comercios, grandes superficies y tiendas de alimentación. En el ámbito doméstico provienen esencialmente de muebles usados. La dificultad más importante para el reciclado de este residuo es la dispersión de los residuos en el momento de su recogida y su separación selectiva.

El reciclaje de la chatarra, tanto la férrica como la no férrica, se ha venido realizando desde el siglo pasado. Se estima que la producción de 1 t de acero partiendo de chatarra supone un ahorro del 80% frente a la misma producción a partir de mineral de hierro y la producción de una lata de aluminio nueva a partir de una ya existente precisa una energía inferior al 5% de la necesaria para obtenerla a partir de materias primas.

Las principales fuentes de acero son aparatos domésticos e industriales: electrodomésticos rotos o viejos, automóviles, tuberías usadas, materiales desechados de la construcción, bicicletas, estanterías, etc.

Entre los metales no-férreos destacan los residuos de aluminio que proceden fundamentalmente de latas de aluminio y de aluminio secundario que incluye marcos de ventanas, contrapuertas, paneles y canalones.

## TEMA 12: TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIFICOS II

En este tema se van a estudiar una serie de residuos especiales que contienen algún elemento peligroso y los riesgos ambientales que puede producir la gestión inadecuada estos residuos.

Se comienza con el estudio de pilas que son generadores de corriente eléctrica, pero que contienen metales pesados (mercurio, cadmio, plomo, níquel, manganeso, etc).

Si se acumulan en los vertederos, la carcasa se rompe y sale su contenido con los metales pesados, estos metales se infiltran y pueden acabar en el agua pasando así a la cadena trófica que es el problema medioambiental más importante. Las pilas deben depositarse en contenedores especiales para que en las plantas de reciclaje sean trituradas y poder recuperar los metales y el ácido. El residuo se transforma en una masa vítrea (encapsula los componentes tóxicos) para depositarla en vertederos de residuos peligrosos.

Se verá esquemáticamente en qué consisten los centros autorizados de recepción y descontaminación de vehículos fuera de uso (VFU), constituidos fundamentalmente por materiales reciclables (metales y plásticos), y las etapas que experimentan los vehículos para su eliminación, así mismo se estudiarán los tratamientos utilizados para el reciclado de neumáticos y sus aplicaciones prácticas.

Se estudiarán los distintos tipos de aceites industriales (imprescindibles para alargar la vida útil de las piezas evitando el rozamiento entre ellas). Se verá la importancia que tiene su reciclado al estudiar su efecto en el medio ambiente, sin olvidar que el aceite casero produce los mismos efectos que los aceites industriales, por lo que es importante no tirarlo por el fregadero.

Los aparatos eléctricos y electrónicos, que han permitido mejorar considerablemente nuestra calidad de vida, al estropearse o cambiarlos por otros nuevos se convierten en residuos que en su mayoría contienen algún elemento peligroso y se verán los procesos que se utilizan para el reciclado o valorización de estos residuos.

Se estudiaran los diferentes tipos de residuos sanitarios que se dividen en cuatro grupos: tipo I (asimilables a urbanos), Tipo II (no son peligrosos si se toman ciertas precauciones en su utilización), tipo III (pueden presentar riesgo para la salud y se denominan *residuos sanitarios específicos de riesgo*) y los de tipo IV (su gestión está sometida tratamiento especial por ser residuos peligrosos). Se estudiarán los tratamientos que se efectúan en los residuos de tipo III y IV depositados en los recipientes adecuados.

La radiactividad es un fenómeno natural (un 87% de la dosis de radiación que recibimos proviene de fuentes naturales) o artificial (reacciones de fisión), por el cual algunas sustancias o elementos químicos son capaces de emitir radiaciones $\alpha$, $\beta$ y/o $\gamma$ por la desintegración espontánea de sus núcleos. Es el efecto ionizante de las radiaciones el factor que las hace peligrosas para la vida ya que la exposición demasiado prolongada a una radiación de alta intensidad puede provocar distintas enfermedades como, por ejemplo, cáncer.

Se verá la clasificación de los residuos radiactivos, generados fundamentalmente en la producción de energía, en función del tiempo de vida media, es decir periodo de semidesintegración, de estos residuos y el tipo de radiación que emiten.

La gestión de estos residuos la realiza ENRESA que es la encargada de recoger estos residuos, de su inmovilización y aislamiento para depositarlos en las instalaciones adecuadas con las barreras que impiden la salida de la radiación, garantizando que no exista riesgo radiológico.

Para terminar el tema se estudian los residuos generados en la construcción y demolición de edificios (RCD). Constituyen un gran porcentaje de los residuos generados, aunque no se les ha dado importancia debido a que son inertes la mayor parte de sus componentes y por lo tanto, no contaminantes. Sin embargo, dado su volumen presentan un gran impacto visual y posible inestabilidad geotécnica en los lugares donde se depositan. Su recuperación presenta la ventaja ambiental del ahorro en la extracción de recursos naturales. Los aspectos negativos son la formación de polvo,

vibraciones, ruido y generación de aguas residuales, además de los problemas de salud que se pueden originar por un manejo inadecuado especialmente en demolición de edificios con amianto.

**ORIENTACIONES BIBLIOGRÁFICAS:**

Aparte de la bibliografía básica que recomiende cada Profesor Tutor, sugerimos como texto base:

Cabildo, P.; Claramunt, R. M.; Cornago, P.; Escolástico, C.; Esteban, S.; Farrán, M. A.; Fernández, M. A.; López, C.; Pérez, J.; Pérez, M.; Santa María, M. D.; Sanz, D.: *Reciclado y Tratamiento de Residuos*, UNED, Madrid, 2007. ISBN 978-84-362-5504-1

**Lectura recomendada:**

*Plan Nacional Integrado de Residuos (2007-2015).* Se puede ver en la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino:
http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/

**RECURSOS EN INTERNET:**

- Páginas web de interés:

Gestión residuos Unión Europea:
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_es.htm

Ministerio de Industria Turismo y Comercio:
http://www.mityc.es/es-ES/Paginas/index.aspx

Clasificación residuos LER: http://www.ihobe.net/catalogo/anexos/cer/listeur_cer.html

Ingeniería de aguas residuales:
http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales

Libro electrónico:
http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html

EPA: http://www.epa.gov/espanol/reciclaje.htm

Andalucía:
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.0c31803932cadd9ff1dfec365510e1ca/?vgnextoid=5409185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCRD

Aragón:
http://portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/CALIDAD_AMBIENTAL/RESIDUOS2

Asturias:
http://www.asturias.es/portal/site/Asturias/menuitem.422074a6333461a7a10a1a8dbb30a0a0/?vgnextoid=0442b8db8222a010VgnVCM100000bb030a0aRCRD&vgnextchannel=ff60b8db8222a010VgnVCM100000bb030a0aRCRD&i18n.http.lang=es

Canarias:
http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/calidadambiental/residuos/index.html

Cantabria:
http://www.medioambientecantabria.com/progresid/ampliar.php?Id_contenido=6591

Castilla la Mancha:
http://www.jccm.es/medioambiente/calamb/residuos.htm

Castilla León
http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1131977711552/_/_/_

Cataluña: http://www.arc-cat.net/es/home.asp

Extremadura:
http://www.extremambiente.es/index.php?option=com_content&view=article&id=621&Itemid=377

Galicia: http://sirga.medioambiente.xunta.es/

Islas Baleares: http://pia.caib.es/user/index.ct.html

La Rioja: http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=395392

Madrid:
http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_Planes_FA&cid=1142399080572&idTema=1109265628409&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&pid=1109181527641&segmento=2&sm=1

Murcia:
http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=64&IDTIPO=140&RASTRO=c$m

Navarra:
http://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Desarrollo+Rural+y+Medio+Ambiente/Organigrama/Estructura+Organica/Medio+Ambiente/Acciones/Informacion+ambiental/Factores/Los+residuos/

País Vasco: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-579/es/

Valencia:
http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/pir/me_resid.htm#Gestión%20de%20Residuos%20Industriales

**LAS ACTIVIDADES:**

Se fomentarán las visitas a Centros donde se gestionen residuos como pueden ser: plantas de transferencia, estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) plantas de compostaje, vertederos.

**EVALUACIÓN:**

La evaluación se realizará en función de la participación en las actividades en grupo (voluntarias) que se organicen en el Centro Asociado y de los trabajos

individuales propuestos por el Profesor Tutor, en función de la preparación previa y del interés de cada estudiante.