

Guía Docente de *Tecnologías Ambientales: Gestión y Minimización de Residuos Industriales. Estudio de Casos*

Contexto

La generación de residuos en general, y de residuos peligrosos en particular, es un problema que afecta a casi la totalidad de las empresas. Estos residuos han de ser gestionados correctamente tal y como se especifica en la Ley de Residuos y Suelos Contaminados, Ley 22/ 2011 de 28 de Julio. Por ello, conocer las obligaciones que conlleva la producción de residuos, y en especial los peligrosos, es un aspecto muy importante desde un punto de vista industrial.

El productor de residuos peligrosos tiene, entre otras, la obligación de elaborar un Estudio de Minimización de Residuos, según el RD 952/1997, comprometiéndose a eliminar y/o reducir la producción de residuos peligrosos, en la medida de sus posibilidades.

Además de esta obligación legal, hay distintas razones jurídicas, técnicas, financieras y de imagen de la organización que hacen que la variable medioambiental tenga en la actualidad una importante incidencia en la planificación económica empresarial.

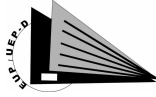
Objetivo

Por ello, el curso de ***Tecnologías Ambientales: Gestión y Minimización de Residuos Industriales. Estudio de Casos*** es una materia donde se estudian los diferentes tipos de residuos que se generan en general en nuestras sociedades industrializadas, y muy especialmente los residuos industriales peligrosos, su impacto ambiental, el marco legal que regula su gestión, tanto a nivel europeo como a nivel estatal, su constitución y propiedades, cómo se identifican y codifican, la normativa para su correcto etiquetado, cómo se deben gestionar (Comunidad Autónoma del País Vasco) y minimizar.

Se incluye, además, el estudio de dos casos relacionados con sectores significativos de la producción industrial (mecanizado de metal y galvanizado), donde se analiza en detalle el tipo de residuos y cómo realizar la identificación, etiquetado y gestión de los mismos.

Competencias

1. Conocer y comprender el origen de la generación de residuos y sus repercusiones medioambientales.
2. Conocer el marco normativo europeo y a nivel del estado español para la gestión de residuos (jerarquía para la gestión de residuos).
3. Identificar los tipos de residuos, especialmente los peligrosos, y cómo se clasifican, sobretodo, mediante los códigos de las tablas del RD 833/1988, RD 952/1997 y Orden MAM/303/2002.
4. Conocer las condiciones y diseño del etiquetado de residuos peligrosos con el fin de identificarlos durante su almacenamiento temporal antes de ser sometidos a una posible recuperación, regeneración, reutilización, reciclado o cualquier otra utilización de dichos residuos.
5. Conocer e identificar los diferentes agentes implicados en la gestión de residuos industriales y las obligaciones de cada uno de ellos en el proceso.
6. Conocer la diferente documentación relativa a la gestión de residuos peligrosos e inertes.



7. Identificar los trámites relativos a la gestión de residuos peligrosos e inertes.
8. Conocer los aspectos legales relacionados con la minimización de residuos, incluyendo la documentación relativa al Estudio de minimización y las opciones de minimización.
9. Conocer, desde el punto de vista medioambiental, el estado actual de algunos procesos industriales (mecanizado de metal y galvanizado), potencialmente contaminantes, e identificar y etiquetar, de acuerdo a la normativa vigente, los residuos peligrosos de dichos procesos industriales.

Prerrequisitos

- Conocer y aplicar comprensivamente los conceptos básicos de la ciencia y la tecnología.
- Conocer a nivel básico los problemas que tienen nuestras sociedades industrializadas en relación con la generación de residuos.

Temario y Descripción de los Contenidos

Tema 1: Introducción y Marco Normativo

Descripción del Tema 1: *En este primer tema introductorio se revisa la incidencia de los residuos en el Medio Ambiente y en la salud humana y cómo surge el concepto de Desarrollo Sostenible. Se revisan los aspectos más significativos del marco normativo europeo (Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE), la Jerarquía europea de Gestión de Residuos y la legislación española más relevante en esta materia, en especial la Ley 22/2011.*

Contenidos del Tema 1:

1. Introducción
2. Definición de residuo
3. Legislación Europea
4. Jerarquía Europea de Gestión de Residuos.
5. Legislación Española
6. Ley 22/2011 de Residuos y Suelos contaminados
7. Referencias bibliográficas
8. Webs de interés

Tema 2: Identificación y codificación de residuos

Descripción del Tema 2: *En la primera parte de este tema se estudian las diferentes clases de residuos que se generan y cómo se clasifican. La segunda parte se centra en los residuos industriales y, en especial, los residuos peligrosos, su codificación según los códigos LER y según las Tablas 1-7 de los RD 952/1997 y del RD 833/1988.*

Contenidos del Tema 2:

1. Introducción
2. Clasificación de los residuos
3. Residuos industriales
4. Códigos de identificación de residuos: código LER



5. Códigos de identificación de residuos: código según las tablas del R.D. 952/1997 y del R.D. 833/1988
6. Ejemplos
7. Referencias bibliográficas
8. Webs de interés

Tema 3: Etiquetado de residuos

Descripción del Tema 3: Entre las obligaciones que la legislación actual impone a los productores de residuos peligrosos (RP) está la del correcto envasado y etiquetado de los mismos. En este tema se analiza la legislación actual sobre el tema con el fin de analizar las condiciones para una correcta identificación de los recipientes o envases que contienen RP y los pasos a seguir para la creación de etiquetas identificativas de dichos RP.

Contenidos del Tema 3:

1. Introducción
2. Condiciones de Etiquetado de Residuos peligrosos
3. Modelo de etiqueta
4. Creación de la etiqueta. Pasos a seguir
5. Referencias documentales
6. Webs de interés

Tema 4: Gestión de residuos: producción, transporte y organismos gestores

Descripción del Tema 4: Se examina la normativa relativa a la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, haciendo especial hincapié en las obligaciones de los agentes implicados, tanto productores, gestores como transportistas. Se analiza la documentación requerida para las distintas etapas del procedimiento de gestión.

Contenidos del Tema 4:

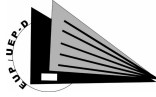
1. Introducción
2. Gestión de residuos peligrosos
3. Gestión de residuos no peligrosos
4. Gestores de residuos
5. Transporte de residuos peligrosos
6. Resumen del proceso de gestión de residuos industriales
7. Referencias bibliográficas
8. Webs de interés

Tema 5: Minimización de residuos

Descripción del Tema 5: En la primera parte del tema se revisan los objetivos de un estudio de minimización de residuos y el procedimiento para su realización. Para finalizar, se presentan las opciones de minimización incluyendo ejemplos prácticos para cada una de ellas.

Contenidos del Tema 5:

1. Introducción



2. Legislación: quién, cuándo y cómo
3. Procedimiento para la elaboración de un Estudio de Minimización de Residuos
4. Opciones de minimización
5. Referencias bibliográficas
6. Webs de interés

Tema 6: Estudio del caso del mecanizado de metal

El impacto ambiental asociado a la actividad industrial del mecanizado está en gran medida directamente relacionado con la utilización de grandes cantidades de fluidos de corte, empleados con el objetivo de mejorar la calidad y rentabilidad de los procesos. Además de fluidos de corte agotados, se generan residuos metálicos en forma de lodos o virutas, aguas aceitosas, etc. que suponen un impacto ambiental para un medio que desde hace décadas soporta las consecuencias de una fuerte explotación industrial. En este tema se describe la situación actual de este sector y se proponen herramientas y criterios que puedan facilitar el avance hacia una producción más limpia. Se analizan también varios casos de identificación, codificación y etiquetado de residuos peligrosos de este sector.

Contenidos del Tema 6:

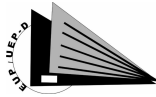
1. Aspectos generales del mecanizado.
2. Flujos de entradas y salidas en los procesos de mecanizado.
3. Variables que afectan al proceso de mecanizado.
4. Problemáticas ambientales del mecanizado.
5. Análisis de un caso práctico.
6. Bibliografía.
7. Webs de interés.

Tema 7: Estudio del caso del Galvanizado

La industria del galvanizado en caliente es una industria técnica y medioambientalmente muy avanzada, que se dedica a la protección contra la corrosión de toda clase de piezas de hierro y acero mediante inmersión de las mismas en un baño de zinc fundido. El galvanizado en caliente protege el acero tanto de la corrosión atmosférica como de la provocada por las aguas o el terreno. Los principales impactos ambientales del sector son las emisiones atmosféricas y la generación de residuos peligrosos. En este tema se describe la situación actual de este sector y las posibles medidas de minimización y valorización de residuos y subproductos. Se exponen, además, varios casos de identificación, codificación y etiquetado de residuos peligrosos.

Contenidos del Tema 7:

1. Aspectos generales del galvanizado.
2. Flujos de entradas y salidas en los procesos de galvanizado.
3. Problemáticas ambientales del galvanizado.
4. Análisis de un caso práctico.
5. Bibliografía.
6. Webs de interés.



Metodología

La metodología docente de autoaprendizaje se basa en las siguientes actividades:

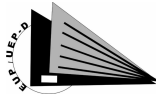
- 1. Materiales de estudio.** Se explican, mediante archivos Power-Point, los contenidos básicos de los temas:
 - En ellos se presentan los principales contenidos a desarrollar.
 - Se incluye referencias bibliográficas de consulta.
 - Se incluyen enlaces a páginas web en relación con el tema: normativas, vídeos, casos, ...
 - Se incluyen ejemplos sobre los contenidos presentados.
- 2. Lecturas recomendadas.** Son textos, enlaces a la normativa (directivas europeas, normativas de ámbito estatal o a nivel de comunidad autónoma) y enlaces a vídeos en relación con los temas tratados, útiles para la profundización en la materia.
- 3. Ejercicios y actividades.** En ellos se muestran ejercicios resueltos sobre clasificación, etiquetado, gestión y minimización en relación con los temas tratados, muy relacionados con la práctica profesional de la gestión de residuos.
- 4. Ejercicios de autoevaluación.** Se incluyen colecciones de cuestiones de respuesta libre o a elegir para que el estudiante pueda comprobar su grado de progreso en la materia.
- 5. En *Otros Recursos*** se incluye una animación, de creación propia de los autores, sobre el etiquetado.

Se propone que el estudiante avance a lo largo de este curso de manera que en cada tema:

1. Dedique un tiempo en la adquisición de conocimientos teóricos mediante el estudio de los contenidos de los **Temas** que se proporcionan en archivos Power-Point, complementándolos con la consulta a las **Lecturas Recomendadas**.
2. Estudie con detenimiento los **ejemplos** que se incluyen en los **Temas**.
3. Resuelva los **Ejercicios** leyendo tan sólo el enunciado, para luego contrastar sus resultados con la solución facilitada. Para resolver estos ejercicios se proporcionan todos los enlaces a las normativas que son necesarios.
4. Realice **revisiones documentales** en revistas especializadas y webs oficiales para conocer las últimas noticias relativas a los residuos industriales.
5. Realice los **Ejercicios de Autoevaluación**.

Cronograma

Para el desarrollo de este curso el cronograma previsto se presenta en la tabla 1. El curso se puede desarrollar en 15 semanas o 150 h. En la tabla 1 se presenta únicamente el tiempo requerido para trabajar con los materiales que se presentan (13 semanas). Dos semanas quedan reservadas a revisiones documentales de aquellos temas que el estudiante quiera profundizar.



Tecnologías Ambientales: Gestión y Minimización de Residuos Industriales. Estudio de Casos.
OCW 2014

Temario	Duración
Tema 1: Introducción y Marco Normativo	1 semana
Tema 2: Identificación y codificación de residuos	2 semanas
Tema 3: Etiquetado de residuos	2 semanas
Tema 4: Gestión de residuos: producción, transporte y organismos gestores	2 semanas
Tema 5: Minimización de residuos	2 semanas
Tema 6: Estudio del caso del Mecanizado de Metal	2 semanas
Tema 7: Estudio del caso del Galvanizado	2 semanas

Tabla 1. Cronograma del curso Tecnologías Ambientales:
Gestión y Minimización de Residuos Industriales. Estudio de Casos. OCW 2014

Libros relacionados con la asignatura como fuentes de consulta y material de estudio:

- Colomer Mendoza F. J. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- Elías X. (editor). *Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. Díaz de Santos. 2ª Edición, 2009.
- *Gestión Medioambiental: Manipulación de residuos y productos químicos*. Ed. Vértice. 2008.
- Kiely, Gerard. *"Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión"*. Madrid: McGraw-Hill, 2003.
- Masters G. M. y Ela W. P. *Introducción a la Ingeniería Medioambiental*. Pearson Madrid: Prentice Hall, 2008.
- Innovación y Cualificación, S.L. *Iniciación en medio ambiente y gestión de residuos*. Málaga: IC editorial, 2013.
- Muñoz A. V., Martín Nevskala D. *Bases de la ingeniería ambiental*. Madrid: UNED Ciencias Ambientales, 2007.
- Orozco C. *Contaminación ambiental*. Madrid: Thomson, 2008.
- Orozco C., González M.N., Alfayate J.M., Pérez A., Rodríguez F. J. *Problemas resueltos de Contaminación Ambiental*. Madrid: Thomson-Paraninfo, 2003.
- Rodríguez Jiménez J.J., Irabien Gulías A. *Los residuos peligrosos. Caracterización, tratamiento y gestión*. Madrid: Síntesis, 1999.
- Rodríguez Jiménez J.J., Irabien Gulías A. *Gestión sostenible de los residuos peligrosos*. Madrid: Síntesis, 2013.
- Tchobanoglous G. *Gestión integral de residuos sólidos*. Vol.2. McGraw-Hill, 1994.

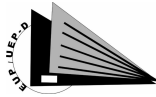
Enlaces de Interés

- **Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial.** [Residuos Peligrosos](#):



http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/informacion/resid_peligrosos/es_1003/peligrosos_c.html

- **Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. Etiquetado de residuos peligrosos:**
http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/informacion/resid_peligrosos/es_1003/etiquetado_c.html
- **IHOBE.** Es una Sociedad Pública adscrita al Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco y su gestión corresponde a la Viceconsejería de Medio Ambiente: www.ihobe.net
- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. Exigencias adicionales para determinados residuos que se clasifican como residuos peligrosos:**
http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/Residuos_con_caracteristicas_peligrosidad.aspx
- **Reglamento CLP (acrónimo de clasificación, etiquetado y envasado). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España:**
<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-clp/>
- **Residuos químicos. Universidad de Alicante:**
<http://web.ua.es/es/ecocampus/gest-residuos/residuos/informacion/residuos-quimicos.html>
- **Residuos tóxicos y peligrosos. UPV/EHU:**
http://www.unibertsitate-hedakuntza.ehu.es/p268-rsct/es/contenidos/informacion/indice_residuos/es_indice/indice.html
- **Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Mecanizado del metal (1999, IHOBE):** Guía práctica dirigida a todo el sector del mecanizado del metal cuyo principal objetivo es ofrecer medidas de mejora desde la perspectiva de la producción limpia para resolver los principales problemas ambientales que afectan al sector. En el libro se reflejan cuatro casos prácticos de minimización de residuos con excelentes resultados en empresas.
<http://www.ihobe.net/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=5ba01351-13ca-4248-964d-ce32b6ddd978&Tipo=>
- **Taladrinas agotadas: un residuo a reducir (2002, IHOBE).** Descripción de carácter general sobre posibles alternativas para prevenir, reducir o tratar los residuos procedentes de las operaciones de mecanizado, proceso ampliamente extendido en la CAPV.
<http://www.ihobe.net/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=035d97c8-22b7-4faa-be7d-51dbccb06557&Tipo=>
- **Reducción de costes mediante una gestión eficaz de las virutas (1997, IHOBE).** Esta Guía incluye medidas sencillas para ayudar a los talleres de mecanizado a lograr beneficios económicos y medioambientales, a través de la adopción de un enfoque sistemático con respecto a la gestión de las virutas, basado en la Jerarquía de Residuos. En la presente Guía se explican métodos sin coste y con un coste reducido para evitar la producción de virutas,



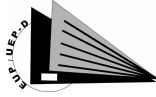
reducir la cantidad de virutas producidas y reducir la contaminación para incrementar el valor de las virutas.

<http://www.ihobe.net/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=035d97c8-22b7-4faa-be7d-51dbccb06557&Tipo=>

- **Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: galvanizado en caliente (1999, IHOBE)**. Guía práctica que presenta las mejores tecnologías disponibles en el sector de galvanizado para las diferentes etapas de los procesos de galvanizado en caliente o por inmersión (desengrase, decapado, mordentado y cincado). Se analiza técnica, económica y medioambientalmente la aplicación de prácticas de producción limpia en una empresa vasca.
<http://www.ihobe.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=27960934-66cf-4246-b28c-538136de5f26>
- **Contribución Ambiental de las empresas del Sector de Tratamientos Superficiales, al Desarrollo Sostenible (2005, IHOBE)**. Con la firma del Acuerdo Ambiental Voluntario los sectores de galvanizado en caliente, cataforesis, recubrimientos electrolíticos, tratamientos químicos y utilización de disolventes el 24 de octubre de 2005 en un acto público celebrado en Bilbao, ya son ocho los sectores industriales de la Comunidad Autónoma del País Vasco, sector del cemento, sector químico, sector acero, sector de gestores de residuos peligrosos, sector de fundición férrea y no férrea, sector pasta, papel y cartón y sector de vidrio, cerámica y cal, cuyas empresas, casi 200, se han comprometido a mejorar ambientalmente sus procesos, así como a adelantarse a los plazos de aplicación de la legislación ambiental, incluso yendo más allá de los requisitos que exige la ley.
<http://www.ihobe.net/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=5192526a-c108-4cf1-b8f6-dda6b9413550&Tipo=>

Enlace a la normativa utilizada en el Curso

- **Directiva 2008/98/CE** de residuos:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:Es:PDF>
- **Ley 22/2011**, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:
<http://www.boe.es/boe/dias/2011/07/29/pdfs/BOE-A-2011-13046.pdf>
- **Plan Nacional Integral de Residuos 2008-15 (PNIR 2008-15)**:
<http://www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf>
- **Real Decreto 833/1988**, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1988-18848>
- **Orden de 13 de octubre de 1989** por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos: <http://www.boe.es/boe/dias/1989/11/10/pdfs/A35216-35222.pdf>
- **Real Decreto 952/1997**, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos,



aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio:

<http://www.boe.es/boe/dias/1997/07/05/pdfs/A20871-20880.pdf>

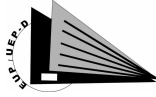
- **Resolución de 17 noviembre de 1998**, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (se establece la lista CER):
<http://www.boe.es/boe/dias/1999/01/08/pdfs/A00570-00580.pdf>
- **Ley 10/1998**, de 21 de abril, de Residuos:
<http://www.boe.es/boe/dias/1998/04/22/pdfs/A13372-13384.pdf>
- **Orden MAM 304/2002**, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER):
http://www.otersu.es/pages/docs/1.Legislacion/1.2.Legislacion_Estatal/31.Orden_MAM_304_2002.pdf

Animación propia sobre etiquetado de residuos

<http://www.powtoon.com/p/fJT6DyHJD5r/>

Enlace a Vídeos

- **Vídeo sobre las gaviotas en una isla del Pacífico (3:42 minutos):**
<http://www.midwayfilm.com>
- **Documental Somalia-Vertedero (La2, LNT, 9 junio 2012, 52:08 minutos)**
<http://www.youtube.com/watch?v=2adeyeoKF1w>
- **La Noche Temática (La2, 9 junio 2012, 56:41 minutos). Océanos de Plásticos:**
<http://www.youtube.com/watch?v=eVoXCtel6PY>
<http://www.youtube.com/watch?v=MQmky4zmxw0>
<http://www.youtube.com/watch?v=MQmky4zmxw0>
- **Vídeo sobre El Continente Basura (2 min):**
<http://www.youtube.com/watch?v=C1jz7qP66w8>
- **Vídeo sobre Obsolescencia Programada (3 min):**
<http://www.youtube.com/watch?v=wxWxkZqmpJ0>
- **Vídeo sobre Principios básicos sobre Desarrollo Sostenible. UPV (Universidad Politécnica de Valencia) (4:15 minutos: Breve pero muy interesante):**
<http://www.youtube.com/watch?v=z5XI4X5JJcE>
- **Centro de separación de envases de Urnieta. Vídeo (9 min, 2001):**
<http://www.youtube.com/watch?v=RR0IjtyK5jU>
<http://www.sanmarko.net/es/component/content/article/15?kokapen=ontz>
- **Planta incineradora de Zabalgarbi:**
<http://www.zabalgarbi.com/es/Proceso-de-Valorizacin-Zabalgarbi.html>



Tecnologías Ambientales: Gestión y Minimización de Residuos Industriales. Estudio de Casos.
OCW 2014

- **Residuos Industriales. Aspectos generales (Europa Audiovisual, 5:26 min)**
<https://www.youtube.com/watch?v=Z-jvMpbs5Ig>
- **Residuos Industriales. Medio Ambiente y gestión empresarial (Europa Audiovisual, 9:24 min)** <http://www.youtube.com/watch?v=2adeyeoKF1w>
- **Residuos Industriales. La Normativa Europea (Europa Audiovisual, 5:24 min)**
<https://www.youtube.com/watch?v=1d1L73vTXro>
- **Residuos Industriales. La Normativa Española (Europa Audiovisual, 3:44 min)**
<https://www.youtube.com/watch?v=0H2iSkeeRvA>
- **Residuos Industriales. Gestores de Residuos (Europa Audiovisual, 5:20 min)**
<https://www.youtube.com/watch?v=bfShF6xasVo>
- **Gestión de residuos. Una oportunidad de negocio (EOI 1:13:18, a partir del 7:00 min)**
<https://www.youtube.com/watch?v=O1773rlpqZw>

Revistas especializadas

- [Ingeniería Química](#)
- Residuos
- [El Diario del Medioambiente.](#)