

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 10/07/2023

## Valorización y Minimización de Residuos (M43/56/3/10)

**Máster**

Máster Universitario en Ingeniería Química

**MÓDULO**

Ingeniería de Procesos y Productos

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Caracterización de residuos agrícolas e industriales. Legislación. Valorización de residuos. Tratamientos físico-químicos y biotecnológicos. Producción de biomasa a partir de residuos. Tratamientos físicos y químicos de residuos peligrosos, operaciones de eliminación.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un



modo claro y sin ambigüedades.

- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG02 - Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE06 - Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT05 - Compromiso ético en el marco del desarrollo sostenible.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Al finalizar la asignatura el estudiante sabrá/comprenderá:

- La problemática que existe en la actualidad con la generación de residuos, así como los principales aspectos relacionados con la gestión general de residuos.
- Las características de los residuos, su clasificación y las diferentes técnicas que se pueden aplicar a su gestión.
- El régimen jurídico de cada grupo de residuos, los sectores de la actividad en los que se generan y el mercado de la valorización.
- El funcionamiento de los equipos e instalaciones relacionados con la reutilización, reciclado, valorización o eliminación de los residuos más comunes.
- El estado de la tecnología mundial sobre tratamiento de residuos, así como sus previsibles tendencias.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Tema 1. LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS

1. Terminología básica. 2. Problemática ambiental. 3. Principios básicos de gestión de residuos. 4. Clasificación de los residuos. 5. Legislación.

- Tema 2. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR



1. Concepto. 2. Principios. 3. Camino institucional de la UE. 4. Economía circular en la gestión de residuos municipales. 5. Cradle to cradle, biomímesis, economía azul.

- Tema 3. GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

1. Aspectos generales y conceptos básicos. 2. Generación de residuos urbanos y asimilables a urbanos. 3. Gestión de residuos urbanos y asimilables a urbanos. 4. Tecnologías de tratamiento de residuos urbanos y asimilables a urbanos. Recuperación en planta. Compostaje. 5. Gestión de otros residuos no peligrosos (industriales no peligrosos, agrícolas, etc.).

- Tema 4. GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

1. Aspectos generales y conceptos básicos. 2. Clasificación y codificación de residuos peligrosos. 3. Descripción de los principales tipos de residuos peligrosos. 4. Tecnologías de tratamiento de residuos peligrosos.

- Tema 5. BIORREFINERÍA

1. Materiales lignocelulósicos. 2. Hidrólisis. 3. Medios fermentables y biocombustibles. 4. Obtención de productos de alto valor añadido. 5. Valorización energética.

## PRÁCTICO

### Seminarios/Talleres

- Seminario 1: Desarrollo de actividades prácticas relacionadas con la identificación de los residuos mediante el Listado Europeo de Residuos (LER) y las propiedades de los residuos.
- Seminario 2: Co-compostaje de residuos generados en el cultivo e industria del olivar.
- Seminario 3: Etiquetaje de residuos peligrosos.
- Seminario 4: Desarrollo de actividades prácticas relacionadas con la economía circular.
- Seminario 5: Modelización del proceso de gasificación de residuos agro-forestales basada en el equilibrio termodinámico de las especies reaccionantes presentes en el sistema.
- Seminario 6: Planta de biogás.
- Seminario 7: Biorrefinería de residuos lignocelulósicos.

NOTA: Para el desarrollo de algunos de estos talleres se suministra al estudiante información (artículos científicos principalmente) en inglés para desarrollar la capacidad del estudiante de sintetizar, transferir e intercambiar información en este idioma.

### Visitas/Prácticas de campo

- Práctica 1. Visita a la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos situada en Vélez de Venaudalla (Granada).
- Práctica 2. Visita a la planta de tratamiento de residuos vegetales de invernadero situada en Motril (Granada).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



- Aprovechamiento energético de residuos sólidos. Colomer Mendoza, Francisco José, Gallardo Izquierdo, Antonio, Campos Rodríguez, Roel, Arias Aguilar, Dagoberto. Castelló de la Plana: Universidad Jaume I, 2019.
- Biometanización en plantas industriales avanzadas: generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos. Barberá Martínez, Luis. Madrid: Bellisco, 2011.
- Biorefineries. Wagemann, Kurt. editor., Tippkötter, Nils. editor. Cham: Springer International Publishing: Imprint: Springer, 2019. Disponible en línea.
- Contaminación e ingeniería ambiental. Bueno de las Heras, Julio Luis, Lavín, Antonio G., presidente., Sastre, Herminio, presidente. Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, 1997.
- Cuestiones prácticas de la gestión de residuos. Zamorano Toro, Montserrat. Granada: Godel Impresiones Digitales, 2015.
- Envases y residuos de envases: nueva legislación. Comentarios a la Ley 11/1997, de 24 de abril. Poveda Gómez, Pedro. Madrid: Exlibris, 1997.
- Fundamentos del manejo de los residuos urbanos. Hontoria García, Ernesto, Zamorano Toro, Montserrat. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2000.
- Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Lagrega, Michael D., Garrido Lestache Valenciano, Belén, traductor., Evans, Jeffrey C., autor., Buckingham, Phillip L., autor. Madrid etc.: McGraw-Hill, 1998.
- Gestión integral de residuos sólidos. Tchobanoglous, George, Theisen, Hilary, autor., Vigil, Samuel, autor., Tejero Monzón, Juan Ignacio, traductor. Madrid etc.: McGraw-Hill, 1998.
- Gestión sostenible de los residuos peligrosos. Rodríguez Jiménez, Juan José, coordinador., Irabien Gulías, Ángel, coordinador. Madrid: Síntesis, 2013.
- Gestión y minimización de residuos. Ferrando Sánchez, Miguel, Granero Castro, Javier, autor. Madrid: Fundación Confemetal, 2011.
- Lignocelulosic biorefineries. Wertz, Jean-Luc., Bédué, Olivier. Lausanne: EPFL Press, 2013. Disponible en línea.
- Los residuos peligrosos: caracterización, tratamiento y gestión. Rodríguez Jiménez, Juan José., editor. lit., Aguado Alonso, José, autor., Irabien Gulías, Angel, editor. lit. Madrid: Síntesis, 1999.
- Los residuos sólidos. Lucena Bonny, Antonio. Madrid: Acento, 1998.
- Manual de diseño y construcción de vertederos de residuos sólidos urbanos. Vaquero Díaz, Iván. Madrid: C. López Jimeno, 2004.
- Manual McGraw-Hill de reciclaje. Lund, Herbert F., e-libro, Corp., Tejero Monzon, Juan Ignacio, trad. Madrid etc.: McGraw-Hill, D.L. 1996. Disponible en línea.
- Maquinaria para gestión integral de residuos sólidos urbanos: fundamentos y aplicaciones. Segura Cobo, José Carlos. Madrid: Bellisco, 2011.
- Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Elias Castells, Xavier, editor. Madrid: Díaz de Santos, 2012. Disponible en línea.
- Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Soto Castiñeira, Manuel, Vega, Alberto de. A Coruña: Universidad de La Coruña, 2001.
- Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Colomer Mendoza, Francisco José, Gallardo Izquierdo, Antonio, autor. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- Tratamiento y valorización energética de residuos. Elías Castells, Xavier. Madrid: Díaz de Santos, 2012. Disponible en línea.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Perry, R.H. y Green, D. Manual del Ingeniero Químico, 7ª Edición, McGraw-Hill (2001)
- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Recurso Electrónico Biblioteca UGR: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>



## ENLACES RECOMENDADOS

- Libros y bases de datos electrónicas disponibles en la Biblioteca de la Universidad de Granada <http://www.ugr.es/~biblio/>
- Páginas de internet en las que se hay información interesante sobre residuos [www.ambientum.com](http://www.ambientum.com); <http://iresiduo.com>; <http://www.ambigroup.com>; <http://www.energetica21.com>; <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>; <http://www.forumambiental.org>; <http://www.recuperaresiduosencementeras.org>; <http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>; <http://www.resurgranada.es/>; <http://www.residuosprofesional.com/>
- Organizaciones y asociaciones y sistemas de gestión españolas.
  - Ecoembes: [www.ecoembes.com](http://www.ecoembes.com)
  - Ecovidrio: [www.ecovidrio.es](http://www.ecovidrio.es)
  - Sigre: [www.sigre.es](http://www.sigre.es)
  - Sigaus: [www.sigaus.es](http://www.sigaus.es)
  - Ecolec: [www.ecolec.es](http://www.ecolec.es)
  - Instituto Nacional de Estadística-Residuos [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254\\_735976612](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254_735976612)
  - Red Española de Compostaje <http://www.recompostaje.com/>
  - Fundación para la Economía Circular <http://economiecircular.org/>
  - Asociación Técnica para la Gestión de Residuos, Aseo Urbano y Medio Ambiente [www.ategrus.org](http://www.ategrus.org)
  - Asociación Empresarial Valorización R.S.U (AEVERSU) <https://aever-su.org/>
  - Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales <http://www.asegre.com/>
  - Asociación Nacional de Fabricantes de Pasta, Papel i Cartón <http://www.aspapel.es/>
  - Asociación Española de Recuperadores de Papel i Cartón <http://www.repacar.org/>
  - Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio <http://www.anfevi.com/>
  - Federación Española de Transformadores y Manipuladores de Plásticos <http://www.fetraplast.org/>
  - Asociación Española de Industriales de Plástico <https://www.anaip.es/>
  - Instituto Tecnológico del Plástico <https://www.aimplas.es/>
  - Entidad para el Reciclado de los Residuos Plásticos en España <http://www.cicloplast.com/>
  - Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal <https://confemetal.es/>
  - Asociación Española de Recogedores de Pilas, Acumuladores y Móviles <http://aerpam.es/>
  - Composta en Red <http://www.compostaenred.org/>
  - Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER) <http://www.recuperacion.org/>
  - Asociación Española de Recuperadores de Economía Social y Solidaria <http://www.aeress.org/>
- Organismos y asociaciones europeos:
  - European Commission, Environment. Waste <https://ec.europa.eu/environment/waste/index.htm>
  - Eurostat. European Commission <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
  - ACR+. Asociación de ciudades y regiones para el reciclaje y la gestión sostenible de los recursos <https://www.acrplus.org/en/>
  - European Compost Network <http://www.compostnetwork.info/>
  - ISWA International solid waste association <https://www.iswa.org/>



- European Federation of Waste Management and Environmental Services <https://www.fead.be/index.php>
- Europe's Recycling Marketplace <http://euro.recycle.net/>
- Confederación Europea de las Industrias de Papel <https://www.cepi.org/>
- Asociación de Productores Europeos de Aceros para Envases <https://www.apeal.org/>
- Gobiernos Central y Autonómico:
  - Ministerio para la Transición Ecológica: [www.miteco.gob.es/es](http://www.miteco.gob.es/es)
  - Programa Estatal de Prevención de Residuos (2014-2020): <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx>
  - Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx>
  - Comunidad Autónoma de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio o de ordenador
- MD04 Realización de trabajos

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Pruebas escritas, 50%

Un 50% de la nota global se obtendrá a partir de la evaluación de los conocimientos adquiridos, por medio de la realización de dos pruebas escritas (una relativa a los temas 1, 2 y 3 y otra que evaluará los contenidos desarrollados en los temas 4 y 5), que constarán de preguntas breves de tipo teórico-práctico. En estas pruebas se establecerá una nota mínima de 3,5 sobre 10 para hacer media con el resto de actividades.

- El 50% adicional se obtendrá a partir de la presentación de trabajos y actividades

1. Realización de los trabajos/actividades propuestas en los seminarios prácticos (40 %). La calificación de cada estudiante se establecerá en base a los resultados obtenidos en los trabajos desarrollados en las clases y/o trabajos y ejercicios propuestos por el profesorado para su evaluación.
2. Participación activa en las clases teóricas y los seminarios prácticos (5 %).
3. Realización de un informe de las visitas guiadas realizadas a diversas instalaciones industriales (5 %).

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA



Consistirá en un **examen escrito** en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura. Representará el **100 % de la calificación**. La prueba será evaluada de 0 a 10 e incluirá preguntas tanto de tipo teórico, correspondiente al 50% de la nota, como práctico, correspondiente al 50%, que garanticen que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.

- En esta prueba se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte (teórica y práctica) para aprobar la asignatura.
- Los estudiantes que lo soliciten podrán conservar las calificaciones de los trabajos y actividades académicamente dirigidas (50%). De esta forma el examen escrito supondrá un 50% de la calificación final y solo incluirá la parte teórica del mismo.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La evaluación consistirá en un examen en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura y que representará el 100 % de la calificación final de la asignatura.

- La prueba será evaluada de 0 a 10 e incluirá preguntas tanto de tipo teórico (a evaluar mediante entrevista y correspondiente al 50% de la nota final), como práctico (a realizar de forma escrita y correspondiente al 50% de la nota final), que garanticen que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.
- En esta prueba se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte (teórica y práctica) para aprobar la asignatura.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/apoyos) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

