



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SUELOS CONTAMINADOS

Grado en Ciencias Ambientales  
Universidad de Alcalá

**Curso Académico 2022/2023**

**Curso 4º – 2º Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SUELOS CONTAMINADOS</b>
Código:	<b>671038</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES (Mención en Tecnología ambiental para la sostenibilidad)</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química Unidad docente de Ingeniería Química Geología, Geografía y Medio Ambiente Unidad docente de Geología</b>
Carácter:	<b>Optativa</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso:	<b>Cuarto</b>
Profesor responsable:	Alice Luminita Petre Buján (Coordinadora) José Antonio Perdigón Melón Isabel Álvarez Díaz
Horario de Tutoría:	A determinar, previa cita.
Idioma en el que se imparte:	Español

### 1.A PRESENTACIÓN

El rápido crecimiento de la población, el desarrollo económico mundial y el aumento continuo del nivel de vida han llevado al agotamiento de los recursos y al aumento de la generación de residuos per cápita, lo que conlleva múltiples impactos ambientales. El desarrollo sostenible y la economía circular requieren tecnologías avanzadas para reducir el ritmo de agotamiento de los recursos, producir alternativas para satisfacer las demandas de materias primas y energéticas futuras y, al mismo tiempo, conservando y regenerando el medio ambiente. El ODS 12 sobre patrones sostenibles de consumo y producción es uno de los impulsores clave de la Agenda 2030 que establece los requisitos esenciales para garantizar una gestión sostenible de los recursos y restaurar y preservar la base de recursos naturales a lo largo del tiempo.

La asignatura *Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos y suelos contaminados* aborda de manera integral e integrada las tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos y suelos contaminados y pretende que el alumno analice y seleccione la alternativa más adecuada de tratamiento con el fin de reducir los residuos generados proporcionando una amplia gama de productos de valor añadido o para restaurar los servicios ecosistémicos del suelo.

Se estudiarán los principales tipos de residuos sólidos, su composición, propiedades y su impacto en el medio ambiente, así como los principales procesos y tecnologías de tratamiento (reutilización, reciclado, valorización y eliminación) de residuos para obtener la máxima recuperación y valorización del mismo.

También se proporcionarán al alumno conocimientos y herramientas sobre el origen e incidencia de la contaminación del suelo, el comportamiento y dinámica de los contaminantes en los suelos contaminados y en los compartimentos ambientales contiguos. Los alumnos conocerán los fundamentos de las diferentes tecnologías para el tratamiento y remediación de suelos contaminados *in situ* y *ex situ*, junto con las técnicas de contención y confinamiento. Asimismo, se proporcionarán los conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para avanzar hacia una correcta selección de técnicas a aplicar en los suelos contaminados por residuos de muy variado origen.

## 1.B COURSE SUMMARY

Rapid population growth, global economic development and continuous rise in the standard of living have led to resource depletion and increased per capita waste generation entailing multiple environmental impacts. Sustainable development and circular economy require advanced technologies for reducing the pace of resource depletion while producing alternatives to meet future energy and materials demands while conserving and regenerating the environment. SDG12 on sustainable patterns of consumption and production is one of the key drivers for 2030 Agenda that sets out the essential requirements to ensure a sustainable management of resources, and to restore and preserve the natural asset base over time.

*Technologies for the treatment of solid waste and contaminated soils* course addresses in a comprehensive and integrated way the technologies for the treatment of solid waste and contaminated soils, analyzes and selects the most appropriate treatment alternative in order to reduce generated waste while providing a wide range of value-added products or to restore soil ecosystem services.

The main types of solid waste, its composition, properties and its impact on the environment, as well as the main recycling, recovery, valorization and treatment technologies to extract and recover specific elements contained in solid waste to convert them into green-based products will be studied.

The student will also acquire specific knowledge and tools on the origin and incidence of soil contamination, the behavior and dynamics of contaminants in contaminated soils and in adjacent environmental compartments. Students will learn the fundamentals of the different technologies for the treatment and *in situ* and *ex situ* remediation of contaminated soils, together with containment and confinement techniques. Likewise, the theoretical and practical knowledge will be rehearsed and connected in order to advance towards a correct selection of techniques to be applied in soils contaminated by a wide variety of residues.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias Básicas

CÓDIGO	COMPETENCIA
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### Competencias Generales

CÓDIGO	COMPETENCIA
CG1	Formular propuestas orientadas a resolución de problemas siendo capaces de cuestionar las situaciones y contextos de la investigación y la intervención profesional.
CG2	Organizar el trabajo, demostrando capacidad de planificación y ejecución de las tareas propias de la profesión de forma personal o autónoma.
CG3	Trabajar en equipo, integrándose y comunicándose profesionalmente en distintos contextos, demostrando habilidades de comunicación empática, escucha activa, negociación y liderazgo.
CG4	Gestionar y valorar la calidad de distintas fuentes de información y conocimiento.
CG5	Conocer las cuestiones ambientales en el contexto internacional, comprendiendo las normas y directrices aplicables.
CG6	Argumentar su compromiso ético con el cuidado del medio ambiente, con conciencia de las implicaciones sociales, legales y éticas de la profesión.
CG7	Argumentar su compromiso con los derechos fundamentales y de equidad entre todas las personas, los derechos humanos, los valores de una cultura de paz y democráticos, y el derecho de los pueblos al propio desarrollo.

## Competencias Transversales

CÓDIGO	COMPETENCIA
CT1	Planificar el tiempo de trabajo.
CT2	Comprometerse con la mejora de la sociedad a través del conocimiento.
CT3	Trabajar en equipo.
CT4	Priorizar las tareas con enfoque hacia la resolución de problemas.
CT5	Tener iniciativa y tomar decisiones.
CT6	Expresarse correctamente de forma verbal y escrita.
CT7	Adaptarse a las condiciones de trabajo en distintos medios.

## Competencias Específicas

CÓDIGO	COMPETENCIA
CE04	Explicar e interpretar críticamente los problemas ambientales con visión sistémica de sus aspectos físicos, tecnológicos, sociales, económicos y sociopolíticos.
CE05	Analizar y criticar con argumentos científicos las causas y consecuencias de los problemas ambientales.
CE09	Gestionar los aspectos ambientales de las actividades económicas tendiendo a la minimización de las externalidades ambientales.
CE10	Conocer, planificar y aplicar tecnologías para la gestión sostenible de los recursos naturales y afrontar de los problemas ambientales.

## Competencias de mención

CÓDIGO	COMPETENCIA
CM07	Interpretar datos relativos a la calidad ambiental y conocer las tecnologías que se emplean en el control de la contaminación y afecciones ambientales.
CM08	Conocer soluciones tecnológicas para el cuidado del medio ambiente y la transición a la sostenibilidad.
CM09	Defender informes de carácter técnico/científico donde se valoren soluciones tecnológicas en respuesta al análisis crítico de las causas y consecuencias de los problemas ambientales.

## Resultados de aprendizaje

RA01. Adquirir conocimientos básicos y de aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad. Comparar y seleccionar alternativas técnicas.

RA02. Conocer la problemática de los residuos sólidos urbanos, industriales, agrícolas y forestales.

RA03. Comprender y diferenciar el tratamiento de los residuos mediante procesos físicos, termoquímicos y biológicos y saber escoger el tratamiento adecuado para una amplia variedad de residuos.

RA04. Conocer la problemática de los suelos contaminados: tipo, origen, incidencia, efectos sobre el medio ambiente y la legislación vigente.

RA05. Adquirir conocimientos sobre el control de la contaminación y las principales tecnologías de descontaminación y remediación de suelos contaminados.

RA06. Aplicar los conocimientos adquiridos para resolver problemas y casos prácticos de remediación de suelos contaminados, seleccionar la alternativa más adecuada y analizar las ventajas e inconvenientes de cada tecnología.

Correspondencia de resultados de aprendizaje con competencias específicas del grado:

	CE01	CE02	CE03	CE04	CE05	CE06	CE07	CE08	CE009	CE010
RA01									X	
RA02				X	X					
RA03										X
RA04				X	X					
RA05										X
RA06									X	

### 3. CONTENIDOS

<b>Bloques de contenido</b> (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
<p><b>BLOQUE I. RESIDUOS SÓLIDOS. TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO</b></p> <p><b>Tema 1. Introducción.</b> Definición. Problemática. Clasificación. Composición. Propiedades. Impactos ambientales. Residuos peligrosos y no peligrosos. Principios de la gestión de residuos. Jerarquía de residuos. Legislación.</p> <p><b>Tema 2. Tecnologías y estrategias de minimización de residuos</b> (reducción en origen, sustitución de materias primas, modificación de procesos). <b>Recuperación. Reciclaje.</b></p> <p><b>Tema 3. Tecnologías de conversión térmica y química.</b> Incineración/combustión. Gasificación. Pirolisis (descripción general de los procesos involucrados, equipos, aplicaciones, beneficios ambientales, formación de contaminantes)</p> <p><b>Tema 4. Tecnologías de conversión biológica y química.</b> Degradación biológica de materia orgánica (aerobia, anaerobia). Técnicas de digestión aerobia. Compostaje. Técnicas de digestión anaerobia. Biometanización. Tratamientos de hidrólisis química y enzimática. Técnicas de fermentación.</p> <p><b>Tema 5. Otras tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos.</b> Inertización. Ceramización y encapsulación. Vitrificación.</p> <p><b>Tema 6. Eliminación de los Residuos Sólidos.</b> Vertido y almacenamiento. Tipos de vertederos. Metabolismo y productos de vertedero. Gases de vertedero y su valorización. Tratamiento de los lixiviados.</p> <p><b>Tema 7. Residuos peligrosos. Residuos electrónicos. Residuos sanitarios.</b></p>	<p><b>3 ECTS</b> (12 horas teoría 4 horas seminarios 6 horas prácticas 2 horas evaluación)</p>

## BLOQUE II. CONTAMINACION DEL SUELO. SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE SUELOS CONTAMINADOS

**Tema 8. Introducción.** Concepto de suelo contaminado. Causas de la contaminación. Tipos de contaminantes presentes en el suelo. Mecanismos de contaminación. Interacciones contaminantes-suelo. Transformación de contaminantes.

**Tema 9. Legislación.** RD 9/2005 y Ley 7/2022

**Tema 10. Metodología para la caracterización de suelos contaminados.** Investigación preliminar, caracterización exploratoria, y caracterización detallada.

**Tema 11. Métodos de muestreo** de suelo, gases y aguas subterráneas. Ensayos de campo (hidráulicos, medición de gases y fisicoquímicos). Uso y control de equipos. Ensayos analíticos a realizar en función de los contaminantes presentes o previsibles.

**Tema 12. Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR).** Implicaciones legales

**Tema 13. Técnicas de recuperación de suelos.** Técnicas de contención, confinamiento y descontaminación. Tecnologías de aplicación in situ y ex situ (tratamiento *on site* y *off site*)

**Tema 14.** Técnicas de procesos fisicoquímicos, térmicos y mixtos. Técnicas biológicas. Biorremediación y fitorremediación. Atenuación natural.

**Tema 15.** Estructura del informe de investigación de suelos. Estudio de casos prácticos

**3 ECTS**

(12 horas teoría

4 horas

seminarios

6 horas prácticas

2 horas

evaluación)

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	24 h. de clases de teoría. 8 h. de seminarios. 12 h. de prácticas.
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	102 h.
Total horas	150

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos



Actividades formativas		
Denominación	Horas	Presencia lidad %
CLASES DE TEORÍA (En grupo y presenciales): Clases con uso de pizarra, transparencias, presentaciones, recursos en red.	24	100%
SEMINARIOS (en grupos reducidos y presenciales): Problemas, estudio de casos, revisión de trabajos y de publicaciones.	8	100%
ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE TRABAJO DE CAMPO (en grupos reducidos y presenciales)	12	100%
EVALUACIÓN: Exámenes, presentación de trabajos y resultados de participación en actividades.	4	100%
TRABAJO AUTÓNOMO: De forma individual o grupal, planificación y ejecución de las actividades formativas como estudio y preparación de los contenidos de las clases teóricas, prácticas, seminarios y exámenes; análisis y asimilación de los contenidos de la materia, resolución de problemas, búsqueda y lectura de bibliografía, preparación de trabajos individuales y grupales, preparación de clases inversas, autoevaluaciones, trabajo en el aula virtual y otros recursos en línea.	102	0%

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación<sup>1</sup>

Sistemas de evaluación	
Evaluación Continua:	
Pruebas de seguimiento de carácter teórico/práctico.	60%
Pruebas de evaluación global de carácter teórico/práctico.	40%
Evaluación Final:	
Pruebas de evaluación final de carácter teórico/práctico.	100%

### Criterios de calificación

- Matrícula de honor (9,0-10,0): excelencia limitada al 5% del alumnado, otorgada entre los alumnos con la calificación de sobresaliente.
- Sobresaliente (9,0-10,0): Excelente consecución de todos los resultados de aprendizaje previstos en la materia.
- Notable (7,0-8,9): Notable consecución de todos los resultados de aprendizaje previstos en la materia.
- Aprobado (5,0-6,9): Suficiente consecución de todos los resultados de aprendizaje previstos en la materia.
- Suspenso (0,0-4,9): Insuficiente consecución de todos los resultados de aprendizaje previstos en la materia.

<sup>1</sup> El sistema de evaluación de la guía docente concreta la ponderación de los distintos sistemas de evaluación dentro de los márgenes establecidos para la asignatura en el plan de estudios.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica

Sillero Moreno, Francisco. *Tratamiento de Residuos Urbanos o Municipales*. Antequera, Málaga: IC Editorial, 2017. [https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/qr2o34/TN\\_cdi\\_proquest\\_ebookcentral\\_EB\\_C5350073](https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/qr2o34/TN_cdi_proquest_ebookcentral_EB_C5350073)

Sadhvani Alonso, José Jaime. *Gestión Y Tratamiento De Residuos I*. Las Palmas De Gran Canaria: Universidad De Las Palmas De Gran Canaria. Servicio De Publicaciones Y Difusión Científica, 2015. [https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/qr2o34/TN\\_cdi\\_proquest\\_ebookcentral\\_EB\\_C4776138](https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/qr2o34/TN_cdi_proquest_ebookcentral_EB_C4776138)

Cabildo Miranda, M. P., Claramunt Vallespí, R. M., Cornago Ramírez, P., Escolástico León, C., Esteban Santos, S., Farrán Morales, M.A., García Fernández, M.A., López García, C., Pérez Esteban, J., Pérez Torralba, M., Santa María Gutiérrez, D., Sanz del Castillo, D. *Reciclado y Tratamiento de Residuos*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid 2012. Unidades Didácticas. ISBN electrónico: 978-84-362-6006-9 [https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH\\_ALMA5180184890004214](https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH_ALMA5180184890004214)

Colomer Mendoza, F., Gallardo Izquierdo, A. *Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones, 2007.

Bueno De Las Heras, Sastre, Gutiérrez, and Sastre, Herminio. *Contaminación e Ingeniería Ambiental. IV. Degradación del Suelo y Tratamiento de Residuos*. Oviedo: FICYT, 1997. Print.

López Sanchís, M. *Guía para la investigación de suelos potencialmente contaminados*. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura, ganadería, pesca y desarrollo sostenible 2019

Kaifer Brasero, M.J., Aguilar Peña, A., Alonso Martínez, M.P, Caleyá Sánchez, J.M., Villarrubia Dunet, M., Van Leewe, F. Vos, M. *Guía de Investigación de la Calidad del Suelo*. Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Madrid 2004.

### Normativa

RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

## Directiva Marco de Residuos

DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos

## Lista Europea de Residuos

DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

## Bibliografía Complementaria

Haq, Izharul., and Ajay S. Kalamdhad. *Emerging Treatment Technologies for Waste Management*. 2021.

[https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH\\_ALMA51114729140004214](https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH_ALMA51114729140004214)

Pichtel, John. *Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial*. 2nd ed. 2014.

[https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH\\_ALMA51118761600004214](https://bibliobuscador.uah.es/permalink/f/d835tr/34UAH_ALMA51118761600004214)

## Fuentes en Internet

Leyes de la UE relacionadas con los residuos, introducidas para proteger el medio ambiente y la salud humana [https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-law\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-law_en)

## Lista Europea de Residuos

DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

[https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/implementation-waste-framework-directive\\_en#ecl-inpage-640](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/implementation-waste-framework-directive_en#ecl-inpage-640)

## Tutoriales de la Biblioteca

AlfaBuah. Orienta en la búsqueda, selección y evaluación de información para la realización de un trabajo académico.

Estrategias de búsqueda y recuperación de la información. Muestra los pasos para obtener con mayor exhaustividad y pertinencia la información deseada cuando se realiza una búsqueda bibliográfica.

Fuentes de información. Conocer los tipos de documentos ayuda a distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se esté realizando.

### Cómo citar

Guía de estilos. Recursos y ejemplos.

Practica tus habilidades informacionales en Ciencias y Ciencias de la Salud

Estilo Harvard. Cualquiera de las siguientes guías es válida: [Queensland](#), [Leicester](#), [Swinburne](#).

***La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.***