# Guía docente
# 820742 - BBC - Biogás y Biocombustibles

**Última modificación:** 14/07/2026

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AMBIENTAL (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2022). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2026 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Ferrer Martí, Ivet

**Otros:**

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

**Específicas:**
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-6. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo eléctrico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones eléctricas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía eléctrica.
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes metodologías docentes:
- Clase magistral o conferencia: exposición de conocimientos por parte del profesorado mediante clases magistrales o bien por personas externas mediante conferencias invitadas.
- Clases prácticas: resolución individual o colectiva de ejercicios, realización de debates y dinámicas de grupo con el profesor/a y otros estudiantes en el aula; presentación en el aula de una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Laboratorio / Taller: Visita técnica.
- Trabajo teórico-práctico dirigido: realización en el aula de una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor/a.
- Proyecto, actividad o trabajo: aprendizaje basado en la realización, individual o en grupo, de un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Actividades de evaluación.

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes actividades formativas:
Presenciales
- Clases magistrales y conferencias: conocer, comprender y sintetizar los conocimientos expuestos por el profesor mediante clases magistrales o bien por conferenciantes.
- Clases participativas: participar en la resolución colectiva de ejercicios, así como en debates y dinámicas de grupo, con el profesor/a y otros estudiantes en el aula.
- Presentaciones: presentar en el aula una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Laboratorio / Taller: visita técnica.
- Trabajo teórico-práctico dirigido: realizar en el aula una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor/a.

No Presenciales
- Proyecto, actividad o trabajo: llevar a cabo, individualmente o en grupo, un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Estudio autónomo: estudiar o ampliar los contenidos de la materia de forma individual o en grupo, comprendiendo, asimilando, analizando y sintetizando conocimientos.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Objetivo: Construir una base sólida de conocimientos y habilidades para afrontar el dimensionado y diseño de instalaciones de producción de biocombustibles.
Al finalizar la asignatura, el / la estudiante:
- Entiende el rol de la bioenergía en el contexto del sistema energético mundial y regional, las connotaciones económicas, sociales y ambientales, así como el impacto de las tecnologías asociadas en un contexto local y global.
- Conoce las organizaciones relevantes, los principales proyectos en el ámbito regional e internacional, las principales fuentes de información y las normativas.
- Dispone de los elementos de análisis y conocimientos para llevar a cabo un proyecto, a nivel de ingeniería básica, relacionado con la producción de biocombustibles.
- Es capaz de transferir conocimientos relativos a la aplicación de las tecnologías de la producción de biocombustibles mediante la elaboración de ideas novedosas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Horas aprendizaje autónomo | 85,0 | 65.38 |
| Horas grupo pequeño | 15,0 | 11.54 |
| Horas grupo grande | 30,0 | 23.08 |

**Dedicación total:** 130 h

## CONTENIDOS

### 1. Contexto y bases de los procesos biológicos

**Descripción:**
1.1. Introducción
Clasificación de los biocombustibles, líquidos y gaseosos
Procesos de producción
Materias primas y subproductos. El concepto de biorefinería
Producciones actuales y tendencias de futuro
Aspectos ambientales, económicos y normativos
1.2. Introducción a los procesos biológicos de transformación
Conceptos de biorreactores
Cinética del crecimiento microbiano
Cinética enzimática
Bioenergética de las reacciones biológicas. Transformación del sustrato en biomasa
Aplicación a reactores discontinuos, continuos de mezcla completa y de flujo pistón
Conceptos de cinética de biofilms y reactores de biomasa fijada

**Objetivos específicos:**
Establecer las bases de información sobre el contexto de la producción de biocombustibles líquidos y gaseosos, y de conocimiento de los procesos biológicos de transformación de sustratos orgánicos en biocombustibles.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases teóricas y conferencias (CTC)
2. Clases prácticas (CP) y proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR)
3. Tutorias de trabajos teorico-prácticos (TD) y proyecto de alcance amplio (PA)

**Dedicación:** 34h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Actividades dirigidas: 4h
Aprendizaje autónomo: 22h

### 2. Combustibles gaseosos: biogás y biohidrógeno

**Descripción:**
2.1. Digestión anaerobia. Bases microbiológicas y cinéticas
- Fases de la digestión anaerobia
- Desintegración e hidrólisis; Acidogénesis; Acetogénesis; Metanogénesis
- Relación sintrófica entre especies
- Equilibrios químicos relevantes durante el proceso
- El modelo IWA-ADM1 (Anaerobic Digestion Model Nº 1)

2.2. Digestión anaerobia. Condiciones ambientales y operacionales
- Temperatura
- pH y alcalinidad
- Requerimiento de nutrientes
- Tóxicos e inhibidores
- Tiempo de retención hidráulica y celular
- Velocidad de carga orgánica
- Granulación de biomasa anaerobia

2.3. Bioreactores para la producción de biogás y campo de aplicación
- Reactores discontinuos
- Reactores continuos de mezcla completa (CSTR)
- Reactores CSTR con recirculación de biomasa (contacto anaerobio)
- Reactores con biomasa fijada: filtros anaerobios y de lecho fijo
- Reactores con retención de biomasa granular: UASB y EGSB
- Reactores híbridos y de dos etapas

2.4. Aplicación a la producción de biogás de residuos y sustratos sólidos
Deyecciones ganaderas
Residuos orgánicos municipales
Lodos de depuración
Residuos orgánicos industriales
Cultivos energéticos
Codigestión
Aspectos ambientales, energéticos, económicos y normativos
2.5. Aplicación a la producción de biogás de aguas residuales
Aguas residuales de alta carga orgánica
Aplicación de reactores de contacto anaerobio, de biomasa fijada, UASB y EGSB
Aspectos ambientales, energéticos, económicos y normativos
2.6. Pretratamientos y postratamientos a la digestión anaerobia
Pretratamiento para la mejora de la desintegración e hidrólisis
Postractamento para mejorar la gestión de materiales digeridos
2.7. Tratamiento y usos del biogás
Composición del biogás
Eliminación de H2S, agua y partículas
Eliminación de CO2 y producción de biometano
Usos térmicos, eléctricos, automoción e inyección a red de gas natural
Normativa asociada a la calidad y usos del biogás
2.8. Producción de biohidrógeno
Producción por fermentación oscura
Producción por foto-fermentación
Análisis de la estequiometría de las reacciones
Bioreactores utilizados

**Objetivos específicos:**
Construir la base de los conocimientos científicos y tecnológicos de los procesos de digestión y fermentación para la producción y uso de biogás, biometano y biohidrógeno a partir de sustratos orgánicos de diferente origen.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases teóricas y conferencias (CTC)
2. Clases prácticas (CP) y proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR)
3. Tutorias de trabajos teorico-prácticos (TD) y proyecto de alcance amplio (PA)

**Dedicación:** 65h
Grupo grande/Teoría: 8h
Grupo pequeño/Laboratorio: 8h
Actividades dirigidas: 7h
Aprendizaje autónomo: 42h

## 3. Biocombustibles líquidos

**Descripción:**

3.1. Producción de bioetanol
- Materias primas y procesos de pretratamiento
- Hidrólisis enzimática de hemicelulosa y celulosa
- Fermentación de monosacáridos
- Etapas biológicas según la estrategia del proceso
- Recuperación de bioetanol
- Usos del bioetanol. Producción de ETBE
- Normativa asociada al uso como biocarburante

3.2. Producción de otros bioalcoholes
- Producción de butanol. Fermentación ABE (acetona-butanol-etanol)
- Estequiometría del proceso
- Condiciones ambientales y operacionales

3.3. Producción de biodiesel
- La reacción de transesterificación
- Materias primas y procesos de pretratamiento
- Condiciones ambientales y operacionales del proceso
- Separación y purificación de fases
- Cualidades del biodiesel y normativa asociada

3.4. Otros procesos para la producción de biocombustibles líquidos
- Aceites refinados como carburantes
- Hidrogenación de lípidos insaturados y producción de bioqueroseno
- El proceso Fischer-Tropsch para la producción de hidrocarburos a partir de gas de síntesis

**Objetivos específicos:**

Construir la base de conocimientos científicos y tecnológicos de los procesos biológicos y químicos para la producción de bioalcoholes, biodiesel y otros biocombustibles líquidos a partir de biomasa lignocelulósica, aceites y grasas.

**Actividades vinculadas:**

1. Clases teóricas y conferencias (CTC)
2. Clases prácticas (CP) y proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR)
3. Tutorias de trabajos teorico-prácticos (TD) y proyecto de alcance amplio (PA)

**Dedicación:** 26h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Actividades dirigidas: 4h
Aprendizaje autónomo: 16h

## ACTIVIDADES

### 1. Clases teóricas y conferencias (CTC)

**Descripción:**
Exposición de los contenidos teóricos de la asignatura de forma sintética, progresando desde los conceptos básicos hasta la descripción de las tecnologías aplicables.

**Objetivos específicos:**
Sintetizar el conocimiento y ordenar el estudio, para que el estudiante pueda priorizar el nivel de profundización en cada tema.

**Material:**
Presentaciones MS-Powerpoint y documentación específica para cada tema que se entregará al estudiante.

**Entregable:**
Para esta actividad, el entregable consistirá en el examen de la asignatura, que incluirá preguntas conceptuales y de relación entre los temas objeto de estudio.

**Dedicación:** 45h
Grupo grande/Teoría: 15h
Aprendizaje autónomo: 30h

### 2. Clases prácticas (CP) y proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR)

**Descripción:**
Resolución de ejercicios y problemas tipo en clase (CP).

**Objetivos específicos:**
Alcanzar un grado de destreza suficiente para resolver problemas sobre la estequiometría de las reacciones biológicas y sobre el dimensionado de instalaciones correspondientes a cada proceso y tecnología, con un alcance reducido.

**Material:**
Ejercicios y problemas

**Entregable:**

**Dedicación:** 45h
Grupo pequeño/Laboratorio: 15h
Aprendizaje autónomo: 30h

### 3. Visita técnica

**Descripción:**
Visita a una plana de biometanización de residuos orgánicos

**Objetivos específicos:**
Describir y observar el funcionamiento de una planta de biometanización

**Dedicación:** 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

Prueba escrita de control de conocimientos (PE): 60%
Trabajos realizados de forma individual o en grupo a lo largo del curso (TR): 40%

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

PE: El examen se realizará de forma individual y constará de dos partes: teoría y problemas. Para el examen, no se permitirá el acceso a internet ni el uso de teléfonos móviles.
TR: La evaluación se realizará en base a actividades del tipo: presentación oral de un trabajo; e informe sobre un proyecto de biogás. Las actividades se podrán realizar en grupos de no más de tres personas.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**
- Khanal, S.K.; Surampalli, R.Y.; Zhang, T.C.; Lamsal, B.P.; Tyagi, R.D.; Kao, C.M. Bioenergy and biofuel from biowastes and biomass [en línea]. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers, 2010 [Consulta: 11/07/2025]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3115296. ISBN 9780784473306.
- Mousdale, D.M. Biofuels : biotechnology, chemistry, and sustainable development [en línea]. Boca Raton, FL: CRC Press, cop. 2008 [Consulta: 09/09/2026]. Disponible a: https://www-taylorfrancis-com.recursos.biblioteca.upc.edu/books/mono/10.1201/9781420051254/biofuels-david-mousdale. ISBN 9781420051247.
- Solera del Río, R.; Álvarez, C.J.; Aymerich, E.; Bedmar, E.J.; Carballa, M.; Castrillón, L.; Flotats, X.; Font, X.; López, M.J.; Marañón, E.; Prenafeta, F.; Tortosa, G.; Vicent, T.. Aspectos biológicos de la digestión anaeróbica. Madrid: Mundi-Prensa, 2014. ISBN 9788484767008.
- Flotats, X.; Bonmatí, A.; Fernández, B.; Sales, D.; Aymerich, E.; Irizar, I.; Palatsi, J.; Romero, L.I.; Pérez, M.; Vicent, T.; Font, X.. Ingeniería y aspectos técnicos de la digestión anaeròbica. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2016. ISBN 9788484766292.

**Complementaria:**
- Mata-Alvarez, J. (ed.). Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes [en línea]. London, UK: IWA, 2003 [Consulta: 11/07/2025]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3120718. ISBN 1900222140.
- Rittmann, B.E.; McCarty, P.L.. Environmental Biotechnology : Principles and Applications [en línea]. 2a ed. New York, USA: McGraw-Hill, 2020 [Consulta: 14/11/2025]. Disponible a: https://www-accessengineeringlibrary-com.recursos.biblioteca.upc.edu/content/book/9781260441604?implicit-login=true. ISBN 126044161X.
- Batstone, D. J. [i 8 més]. Anaerobic digestion model no.1 [en línea]. London, UK: IWA Publishing, 2002 [Consulta: 09/09/2026]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3120725. ISBN 1900222787.

## RECURSOS

**Material audiovisual:**
- Ordinador, projector i panatalla. Presentaciones MS-PowerPoint

**Material informático:**

- Programa MATLAB. MATLAB como programa para la realización de simulaciones numéricas del proceso de digestión anaerobia y codigestión