Guia docent
820742 - BBC - Biogàs i Biocombustibles

Última modificació: 14/07/2026

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AMBIENTAL (Pla 2014). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2014). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2022). (Assignatura optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ferrer Martí, Ivet

Altres:

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEMT-1. Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com a font d'energia fins al seu ús com a servei energètic. Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental; i formular judicis valoratius.
CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.
CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip elèctric més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions elèctriques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.
CEMT-7. Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

METODOLOGIES DOCENTS

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:
- Classe magistral o conferència: exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes pràctiques: resolució individual o col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor/a i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Laboratori / Taller: visita tècnica.
- Treball teòric-pràctic dirigit: realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor/a.
- Projecte, activitat o treball: aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Activitats d'avaluació.

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:
Presencials
- Classes magistrals i conferències: conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants.
- Classes participatives: participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor/a i altres estudiants a l'aula.
- Presentacions: presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Laboratori / Taller: visita tècnica.
- Treball teòric-pràctic dirigit: realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor/a.

No Presencials
- Projecte, activitat o treball: dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Estudi autònom: estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectiu: Construir una base sòlida de coneixements i habilitats per tal d'afrontar el dimensionat i disseny d'instal·lacions de producció de biocombustibles.
En finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:
- Entén el rol de la bioenergia en el context del sistema energètic mundial i regional, les connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l'impacte de les tecnologies associades en un context local i global.
- Coneix les organitzacions rellevants, els principals projectes en l'àmbit regional i internacional, les principals fonts d'informació i les normatives.
- Disposa dels elements d'anàlisi i coneixements per portar a terme un projecte, a escala d'enginyeria bàsica, relacionat amb la producció de biocombustibles.
- És capaç de transferir coneixements relatius a l'aplicació de les tecnologies de la producció de biocombustibles mitjançant l'elaboració d'idees novedoses.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	11.54
Hores aprenentatge autònom	85,0	65.38
Hores grup gran	30,0	23.08

Dedicació total: 130 h

CONTINGUTS

1. Context i bases dels processos biològics

Descripció:
1.1. Introducció
Classificació dels biocombustibles, líquids i gasosos
Processos de producció
Matèries primeres i subproductes. El concepte de biorefineria
Produccions actuals i tendències de futur
Aspectes ambientals, econòmics i normatius
1.2. Introducció als processos biològics de transformació
Conceptes de bioreactors
Cinètica del creixement microbià
Cinètica enzimàtica
Bioenergètica de les reaccions biològiques. Transformació del substrat en biomassa
Aplicació a reactors discontinus, continus de mescla completa i de flux pistó
Conceptes de cinètica de biofilms i reactors de biomassa fixada

Objectius específics:
Establir les bases d'informació sobre el context de producció de biocombustibles líquids i gasosos, i de coneixement dels processos biològics de transformació de substrats orgànics en biocombustibles.

Activitats vinculades:
1. Casses teòriques i conferències (CTC)
2. Classes pràctiques (CP) i projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR)
3. Tutories de treballs teòric-pràctics (TD) i Projecte d'abast ampli (PA)

Dedicació: 34h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Activitats dirigides: 4h
Aprenentatge autònom: 22h

2. Biocombustibles gasosos: biogàs i biohidrogen

Descripció:
2.1. Digestió anaeròbia. Bases microbiològiques i cinètiques
Fases de la digestió anaeròbia
Desintegració i hidròlisi; Acidogènesi; Acetogènesi; Metanogènesi
Relació sintròfica entre espècies
Equilibris químics rellevants durant el procés
El model IWA-ADM1 (Anaerobic Digestion Model Nº 1)
2.2. Digestió anaeròbia. Condicions ambientals i operacionals
Temperatura
pH i alcalinitat
Requeriment de nutrients
Tòxics i inhibidors
Temps de retenció hidràulica i cel·lular
Velocitat de càrrega orgànica
Granulació de biomassa anaeròbia
2.3. Bioreactors per la producció de biogàs i camp d'aplicació
Reactors discontinus
Reactors continus de mescla completa (CSTR)
Reactors CSTR amb recirculació de biomassa (contacte anaerobi)
Reactors amb biomassa fixada: filtres anaerobis i de llit fix
Reactors amb retenció de biomassa granular: UASB i EGSB

Reactors híbrids i de dues etapes
2.4. Aplicació a la producció de biogàs de residus i substrats sòlids
Dejeccions ramaderes
Residus orgànics municipals
Fangs de depuració
Residus orgànics industrials
Cultius energètics
Codigestió
Aspectes ambientals, energètics, econòmics i normatius
2.5. Aplicació a la producció de biogàs d'aigües residuals
Aigües residuals d'alta càrrega orgànica
Aplicació de reactors de contacte anaerobi, de biomassa fixada, UASB i EGSB
Aspectes ambientals, energètics, econòmics i normatius
2.6. Pretractaments i postractaments a la digestió anaeròbia
Pretractament per la millora de la desintegració i hidròlisi
Postractament per millorar la gestió de materials digerits
2.7. Tractament i usos del biogàs
Composició del biogàs
Eliminació de H2S, aigua i partícules
Eliminació de CO2 i producció de biometà
Usos tèrmics, elèctrics, automoció i injecció a xarxa de gas natural
Normativa associada a la qualitat i usos del biogàs
2.8. Producció de biohidrogen
Producció per fermentació fosca
Producció per foto-fermentació
Anàlisi de l'estequiometria de les reaccions
Bioreactors utilitzats

Objectius específics:
Bastir els coneixements científics i tecnològics dels processos de digestió i fermentació per a la producció i ús de biogàs, biometà i biohidrogen a partir de substrats orgànics de diferent origen.

Activitats vinculades:
1. Casses teòriques i conferències (CTC)
2. Classes pràctiques (CP) i projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR)
3. Tutories de treballs teòric pràctics (TD) i projecte d'abast ampli (PA)

Dedicació: 65h
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 8h
Activitats dirigides: 7h
Aprenentatge autònom: 42h

3. Biocombustibles líquids

Descripció:
3.1. Producció de bioetanol
Matèries primeres i processos de pretractament
Hidròlisi enzimàtica d'hemicel·lulosa i cel·lulosa
Fermentació de monosacàrids
Etapes biològiques segons l'estratègia del procés
Recuperació de bioetanol
Usos del bioetanol. Producció d'ETBE
Normativa associada a l'ús com a biocarburant
3.2. Producció d'altres bioalcohols
Producció de butanol. Fermentació ABE (acetona-butanol-etanol)
Estequiometria del procés
Condicions ambientals i operacionals
3.3. Producció de biodiesel
La reacció de transesterificació
Matèries primeres i processos de pretractament
Condicions ambientals i operacionals del procés
Separació i purificació de fases
Qualitats del biodiesel i normativa associada
3.4. Altres processos per la producció de biocombustibles líquids
Olis refinats com carburants
Hidrogenació de lípids insaturats i producció de bioquerosè
El procés Fischer-Tropsch per la producció d'hidrocarburs a partir de gas de síntesi

Objectius específics:
Bastir els coneixements científics i tecnològics dels processos biològics i químics per la producció de bioalcohols, biodiesel i altres biocarburants líquids a partir de biomassa lignocelul·lòsica, olis i greixos.

Activitats vinculades:
1. Casses teòriques i conferències (CTC)
2. Classes pràctiques (CP) i projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR)
3. Tutories de treballs teòric-pràctics (TD) i projecte d'abast ampli (PA)

Dedicació: 26h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Activitats dirigides: 4h
Aprenentatge autònom: 16h

ACTIVITATS

1. Classes teòriques i conferències (CTC)

Descripció:
Exposició dels continguts teòrics de l'assignatura de forma sintètica, progressant des dels conceptes bàsics fins a la descripció de les tecnologies aplicables.

Objectius específics:
Sintetitzar el coneixement i ordenar l'estudi, per tal que l'estudiant pugui prioritzar el nivell d'aprofundiment en cada tema.

Material:
Presentacions MS-Powerpoint i documentació específica per a cada tema que es lliurarà a l'estudiant.

Lliurament:
Per a aquesta activitat, el lliurable consistirà en l'examen de l'assignatura, que inclourà preguntes conceptuals i de relació entre els temes objecte d'estudi.

Dedicació: 45h
Grup gran/Teoria: 15h
Aprenentatge autònom: 30h

2. Classes pràctiques (CP) i projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR)

Descripció:
Resolució d'exercicis i problemes tipus a classe (CP).

Objectius específics:
Assolir un grau de destresa suficient per resoldre problemes sobre l'estequiometria de les reaccions biològiques i sobre el dimensionat d'instal·lacions corresponents a cada procés i tecnologia, amb un abast reduït.

Material:
Exercicis i problemes

Lliurament:

Dedicació: 45h
Grup petit/Laboratori: 15h
Aprenentatge autònom: 30h

3. Visita Tècnica

Descripció:
Visita a una plana de biometanització de residus orgànics

Objectius específics:
Descriure i observar el funcionament d'una planta de biometanització

Dedicació: 5h
Grup petit/Laboratori: 5h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

Prova escrita de control de coneixements (PE): 60%
Treballs realitzats de forma individual o en grup al llarg del curs (TR): 40%

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

PE: L'examen es realitzarà de forma individual i constarà de dues parts: teoria i problemes. Per a l'examen, no es permetrà l'accés a internet ni l'ús de telèfons mòbils.
TR: L'avaluació es realitzarà en base a activitats del tipus: presentació oral d'un treball; i informe sobre un projecte de biogás. Les activitats es podran realitzar en grups de no més de tres persones.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- 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 línia]. 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 línia]. 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.

Complementària:
- Mata-Alvarez, J. (ed.). Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes [en línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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. Presentacions MS-PowerPoint

Material informàtic:
- Programa MATLAB. MATLAB com programari per la realització de simulacions numèriques del procés de digestió anaeròbia i codigestió