Guia docent
820745 - EGT - Energia Geotèrmica

Última modificació: 08/04/2026

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (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: Capdevila Paramio, Roser
Mas De Les Valls Ortiz, Elisabet

Altres: Mas De Les Valls Ortiz, Elisabet
De Medina Iglesias, Vicente César
Péan, Thibault Quentin

CAPACITATS PRÈVIES

Fonaments de Transferència de Calor.
Fonaments en Termodinàmica.
Fonaments en Mecànica de Fluids.

REQUISITS

Equips Tèrmics

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEMT1. 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.
CEMT4. 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.
CEMT5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.
CEMT7. 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

El curs d'Energia Geotèrmica està dissenyat perquè els estudiants adquireixin els fonaments geotèrmics que els permetin proposar una instal·lació geotèrmica adequada tenint en compte tant els aspectes tècnics, econòmics i de sostenibilitat.
Per arribar-hi, la teoria es combina contínuament amb estudis de casos, un projecte de disseny, simulacions i conferències d'experts. Els casos pràctics i el projecte de disseny es realitzen en petits equips. Tanmateix, les simulacions es realitzen individualment amb el suport continu del professorat.
Tant en els casos pràctics com en el projecte de disseny, es realitzaran defenses orals, no només per mostrar el resultat final, sinó per permetre el seguiment de cada equip.
Hi haurà conferències a càrrec d'experts competents en la matèria.
Si és possible, es programarà una visita a una instal·lació geotèrmica. Aquesta assistència a aquesta visita és obligatòria.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Donar una visió general del potencial de l'energia geotèrmica del sòl
- Proporcionar informació sobre els diferents tipus d'instal·lacions geotèrmiques i les seves potencialitats.
- Presentar una descripció entenedora dels diferents cicles utilitzats en cada tipus d'instal·lació geotèrmica.
- Proporcionar l'estat de l'art de les instal·lacions geotèrmiques profundes existents
- Donar les pautes per dissenyar una instal·lació d'entalpia molt baixa
- Augmentar les habilitats de treball en equip

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

Dedicació total: 130 h

CONTINGUTS

1. Introducció a l'energia geotèrmica

Descripció:
S'introduiran conceptes bàsics de l'energia geotèrmica: estructura interna de la Terra, origen de la calor terrestre, fluxos de calor, gradients de temperatura geotèrmica, singularitats geotèrmiques i principals diferències entre aplicacions geotèrmiques profundes i superficials.
Un breu resum de la història de l'ús de l'energia geotèrmica i l'estat actual. Potencial d'ús geotèrmic a nivell mundial, nacional i regional.
Principals actors i fonts en l'ús de l'energia geotèrmica.

Objectius específics:
Conèixer els conceptes bàsics de l'energia geotèrmica.
Conèixer l'abast i l'ús potencial de l'energia geotèrmica.

Activitats vinculades:
i. Test d'idees prèvies

Competències relacionades:
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.

Dedicació: 11h
Grup gran/Teoria: 5h
Aprenentatge autònom: 6h

2. Geofísica del Sòl

Descripció:
S'introduiran els principals aspectes de la geofísica del sòl centrant-nos sempre en la seva rellevància per a la instal·lació d'energia geotèrmica. Aquests inclouen aspectes que cobreixen una àmplia gamma d'àrees de coneixement, des de la teoria de les plaques tectòniques fins a les propietats tèrmiques i hidràuliques del sòl. Es presentaran els tipus de sistemes d'aigua del subsòl juntament amb els requisits de l'aigua del subsòl a utilitzar en sistemes oberts.
Es revisarà el concepte de capçal hidràulic i la llei de Darcy, i es realitzaran algunes simulacions per consolidar els conceptes.
Visió general de les tecnologies de perforació disponibles i el seu ús segons el tipus de sòl i la profunditat.

Objectius específics:
• Revisar els fonaments de la teoria de les plaques tectòniques i com determina el tipus d'instal·lació geotèrmica a dissenyar.
• Realitzar un resum de les principals propietats tèrmiques i hidràuliques del sòl i la seva influència en el disseny de les instal·lacions geotèrmiques.
• Proporcionar pautes per avaluar la influència d'una instal·lació geotèrmica oberta en la qualitat dels dipòsits d'aigua del subsòl.
• Aportar experiència en la realització de simulacions hidrogeològiques amb l'eina Code Bright.
• Exposar alguns exemples reals d'estudis relacionats amb la gestió de l'aigua del subsòl.
• Oferir una visió general de les tecnologies de perforació disponibles.

Activitats vinculades:
i.Breu exercici per identificar els aqüífers disponibles a Catalunya mitjançant recursos oberts en línia.
ii. Realització d'una simulació hidrogeològica utilitzant el codi Code_Bright.
iii. Examen escrit

Competències relacionades:
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-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 6h
Activitats dirigides: 4h
Aprenentatge autònom: 14h

3. Baixa, mitja i alta entalpia

Descripció:
Característiques principals de l'energia geotèrmica de baixa, mitjana i alta entalpia.
Anàlisi de diferents usos i tecnologies.
Centrals elèctriques geotèrmiques.

Objectius específics:
Conèixer els diferents tipus de cicles de producció d'electricitat en funció de les característiques tèrmiques i geofísiques del terreny.
Conèixer diferents aplicacions i tecnologies de fonts geotèrmiques a part de la producció d'electricitat.
Tenir una visió general de l'estat actual i les perspectives futures de l'ús de l'energia geotèrmica al món.

Activitats vinculades:
i. Projecte d'equip sobre una central elèctrica geotèrmica i les característiques geotèrmiques del seu país.
ii. Examen escrit

Competències relacionades:
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.
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.

Dedicació: 28h 30m
Grup gran/Teoria: 6h 30m
Activitats dirigides: 3h
Aprenentatge autònom: 19h

4. Molt baixa entalpia

Descripció:
Els continguts s'ofereixen seguint un Projecte Base d'Aprenentatge on els alumnes treballen en equip. Cada equip tria una de les ubicacions donades i el tipus d'edifici a construir. Pas a pas, els alumnes identificaran les demandes, entendran els fonaments de la bomba de calor i triaran la bomba de calor adequada per al seu projecte, podran escollir el tipus d'instal·lació i calcular-ne les dimensions. Així mateix, es realitzarà una anàlisi econòmica i ambiental

Objectius específics:
- Proporcionar una visió general dels sistemes de molt baixa entalpia, inclosos els forats verticals, els sistemes horitzontals, els fonaments tèrmics i els sistemes oberts.
- Donar pautes per triar entre els diferents sistemes geotèrmics segons les necessitats i les oportunitats tècniques i socioeconòmiques.
- Proporcionar una descripció detallada del cicle de la bomba de calor i dels components clau.
- Donar algunes indicacions sobre la bomba de calor més adequada per a cada escenari i com avaluar-ne el rendiment.
- Proporcionar l'algoritme per calcular les dimensions del col·lector geotèrmic per a un projecte geotèrmic d'entalpia molt baixa.
- Proporcionar pautes sobre com realitzar una anàlisi econòmica adequada i un estudi ambiental raonable.

Activitats vinculades:
i. Projecte d'equip. Al llarg del projecte en equip es programaran alguns lliuraments i es realitzaran breus presentacions orals.
ii. Examen escrit

Competències relacionades:
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.

Dedicació: 61h
Grup gran/Teoria: 10h
Activitats dirigides: 10h
Aprenentatge autònom: 41h

ACTIVITATS

2. Projecte d'energia geotèrmica de molt baixa entalpia

Descripció:
Desenvolupar un projecte en grup d'implementació de geotèrmia de molt baixa temperatura

Objectius específics:
Avaluació de l'assoliment, per part de l'estudiant de les competències CETM4, CETM6, CETM7

Material:
Dades proporcionades: lloc geogràfic i tipología d'edifici

Lliurament:
Dues presentacions a realitzar durant el desenvolupament del projecte. Al final del projecte: informe del projecte y poster resum amb presentació.

Competències relacionades:
CEMT-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.
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-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.

Dedicació: 61h
Grup gran/Teoria: 10h
Activitats dirigides: 10h
Aprenentatge autònom: 41h

3. Prova escrita

Descripció:
Realització d'una prova escrita sobre tots els conceptes explicats durant el curs

Objectius específics:
Avaluació de l'assoliment, per part de l'estudiant de tots els conceptes explicats durant el curs

Material:
Enunciats preguntes

Lliurament:
Examen a final de curs (segons calendari oficial)

Competències relacionades:
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-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.
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.
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.

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

1. Projecte de mitja i alta entalpia

Descripció:
Desenvolupar un projecte en grup d'anàlisi d'una instal·lació de geotèrmia de mitjana & alta temperatura

Objectius específics:
Avaluació de l'assoliment, per part de l'estudiant de les competències CETM1, CETM4, CETM7

Material:
Dades proporcionades: país i tipus de cicle de potència de la central elèctrica geotèrmica.

Lliurament:
Presentació

Competències relacionades:
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-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.
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.

Dedicació: 28h 30m
Grup gran/Teoria: 6h 30m
Activitats dirigides: 3h
Aprenentatge autònom: 19h

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**.

L'assistència a sessions síncrones és obligatòria. Per tal de tenir dret a ser avaluat de l'assignatura es requerirà l'assistència a un mínim del 75% d'aquestes activitats
Si la qualificació de l'examen final és superior o igual a 4.0:
La qualificació final FQ es calcularà com a FQ = 0,15·CS + 0,35·DP + 0,10·AP + 0,40·FE, sent:
• CS: casos pràctics relacionats amb projectes geotèrmics de baixa, mitjana i alta entalpia.
• DP: projecte de disseny d'una instal·lació geotèrmica de molt baixa entalpia.
• AP: participació activa a classe. Això inclou classes expositives, conferències, petits exercicis, simulacions i la visita.
• FE: examen final sobre els continguts de tot el curs i les activitats.

Si la qualificació de l'examen final és inferior a 4.0:
La qualificació final FQ es calcularà com a FQ = 0,10·CS + 0,10·DP + 0,10·AP + 0,70·FE, sent:
• CS: casos pràctics relacionats amb projectes geotèrmics de baixa, mitjana i alta entalpia.
• DP: projecte de disseny d'una instal·lació geotèrmica de molt baixa entalpia.
• AP: participació activa a classe. Això inclou classes expositives, conferències, petits exercicis, simulacions i la visita.
• FE: examen final sobre els continguts de tot el curs i les activitats.

Per obtenir l'avaluació de les activitats i dels projectes del curs, els estudiants han de validar la seva feina. Es programaran sessions de defensa en grup o individuals, si cal, per a la validació d'algunes activitats.
La detecció de còpia o plagi en CS o DP provocarà la suspensió de qualificació automàtica de tota l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Activitats no realitzades no s'avaluen

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- DiPippo, Ronald. Geothermal power plants : principles, applications, case studies and enviromental impact [en línia]. 4a ed. s.l.]: Butterworth-Heinemann, 2015 [Consulta: 11/05/2026]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=4188453. ISBN 9780081002902.
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik. Shallow geothermal systems: recommendations on design, construction, operation and monitoring [en línia]. Berlin: Ernst & Sons, 2016 [Consulta: 12/05/2026]. Disponible a: https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991005326078206711&context=U&vid=34CSUC_UPC:VU1&lang=ca. ISBN 3433606676.
- Egg, Jay ; Cunnig, Greg ; Orio, Carl D. Modern Geothermal HVAC Engineering and Control Applications. New York: McGraw Hill, 2013. ISBN 9780071792684.

Complementària:

- Grant, Malcom A.; Bixley, Paul F. Geothermal reservoir engineering [en línia]. 2a ed. Amsterdam ; Boston, MA: Academic Press, 2011 [Consulta: 12/05/2026]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=667717. ISBN 9780123838810.
- Llopis Trillo, Guillermo; López Jimeno, Carlos; Franqueza Palacios, Juan. Guía técnica de sondeos geotérmicos superficiales. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, DL 2009. ISBN 9788461291366.
- Conde Lázaro, Eduardo...et al. Guía técnica de bombas de calor geotérmicas. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2009. ISBN 9788461291427.
- Gupta, Harsh; Roy, Sukanta. Geothermal energy : an alternative resource for the 21st century [en línia]. 1st ed. Amsterdam: Elsevier Science, 2007 [Consulta: 11/05/2026]. Disponible a: https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/monograph/9780444528759/geothermal-energy. ISBN 0080465641.

RECURSOS

Altres recursos:

Presentacions i documents en campus digital