



Universitat de Lleida

GUÍA DOCENTE  
**INSTALACIONES  
ENERGÉTICAS III**

Coordinación: MEDRANO MARTORELL, MARCO

Año académico 2023-24

## Información general de la asignatura

|  |   |               |                 |                  |
|--|---|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Denominación</b>  | INSTALACIONES ENERGÉTICAS III   |               |                 |                  |
| <b>Código</b>  | 102313  |               |                 |                  |
| <b>Semestre de impartición</b>   | 2o Q(SEMESTRE) EVALUACIÓN CONTINUADA  |               |                 |                  |
| <b>Carácter</b>  | <b>Grado/Máster</b>   | <b>Curso</b>  | <b>Carácter</b> | <b>Modalidad</b> |
|  | Doble titulació: Grau en Enginyeria Mecànica i Grau en Enginyeria de l'Energia i Sostenibilitat | 5             | OPTATIVA        | Presencial       |
|  | Grado en Ingeniería de la Energía y Sostenibilidad  | 4             | OPTATIVA        | Presencial       |
|  | Grado en Ingeniería Mecànica  | 4             | OPTATIVA        | Presencial       |
| <b>Número de créditos de la asignatura (ECTS)</b>  | 6   |               |                 |                  |
| <b>Tipo de actividad, créditos y grupos</b>  | <b>Tipo de actividad</b>  | <b>PRAULA</b> | <b>TEORIA</b>   |                  |
|  | <b>Número de créditos</b>   | 3             | 3               |                  |
|  | <b>Número de grupos</b>   | 1             | 1               |                  |
| <b>Coordinación</b>  | MEDRANO MARTORELL, MARCO  |               |                 |                  |
| <b>Departamento/s</b>  | INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE LA EDIFICACIÓN   |               |                 |                  |
| <b>Distribución carga docente entre la clase presencial y el trabajo autónomo del estudiante</b> | 60 h presenciales (40%)<br>90 h trabajo autónomo (60%)  |               |                 |                  |
| <b>Información importante sobre tratamiento de datos</b>   | Consulte <a href="#">este enlace</a> para obtener más información.                              |               |                 |                  |
| <b>Idioma/es de impartición</b>  | Inglés.   |               |                 |                  |
| <b>Distribución de créditos</b>  | Dr. Marc Medrano Martorell 3,6 ECTS<br>Josep Eras 3,6 ECTS                                      |               |                 |                  |

| Profesor/a (es/as)       | Dirección electrónica\nprofesor/a (es/as) | Créditos impartidos por el profesorado | Horario de tutoría/lugar |
|--------------------------|---|--|--------------------------|
| ERAS VILA, JOSEP ANTONI  | josep.eras@udl.cat                        | 3,6                                    |                          |
| MEDRANO MARTORELL, MARCO | marc.medrano@udl.cat                      | 0                                      |                          |
| MEDRANO MARTORELL, MARCO | marc.medrano@udl.cat                      | 3,6                                    |                          |

## Información complementaria de la asignatura

Esta asignatura que requiere un trabajo continuado durante todo el semestre a fin de alcanzar los objetivos de la misma. Se recomienda visitar de manera frecuente el espacio del Campus Virtual asociado a la asignatura, ya que se anuncia toda la información de la misma. Asignatura que pertenece al módulo "Formación optativa", concretamente a la materia "Instalaciones Energéticas". Se recomienda utilizar directamente el correo personal del profesor en lugar de emplear sólo la mensajería del Campus Virtual. No hay requisitos previos para cursar la asignatura, pero unos conocimientos básicos de termodinámica de ciclos de potencia y de transferencia de calor son recomendables.

Se utiliza la metodología de clase invertida ("flipped classroom") para facilitar el trabajo de problemas proyecto, y conceptos difíciles en clase.

A lo largo de la asignatura se utilizará el software **Equation Engineering Solver (EES)** para un proyecto integral. Se trata de un programa sencillo pero muy útil para resolver ecuaciones y para calcular propiedades termodinámicas de fluidos.

Es **OBLIGATORIO** que el alumnado traigan los siguientes equipos de protección individual (EPI) a las prácticas docentes.

- Bata de laboratorio azul o blanca UdL unisex
- Gafas de protección
- Guantes de protección mecánica

Pueden adquirirse a través de la tienda Údels de la UdL:

C/ Jaume II, 67 bajos  
Centro de Culturas y Cooperación Transfronteriza

<http://www.publicacions.udl.cat/>

El uso otros equipos de protección (por ejemplo tapones auditivos, mascarillas respiratorias, guantes de riesgo químico o eléctrico, etc.) dependerá del tipo de práctica a realizar. En este caso, el personal docente responsable informará sobre la necesidad de la utilización de EPI's específicos.

No traer los EPI's descritos o no cumplir las normas de seguridad generales que se detallan debajo comporta que el estudiante no pueda acceder a los laboratorios o tenga que salir de los mismos. La no realización de las prácticas docentes por este motivo comporta las **consecuencias en la evaluación** de la asignatura que se describen en esta guía docente.

## NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Mantener el lugar de realización de las prácticas limpio y ordenado. La mesa de trabajo tiene que quedar libre de mochilas, carpetas, abrigos...
- En el laboratorio no se puede ir con pantalones cortos ni faldas cortas.
- Llevar calzado cerrado y cubierto durante la realización de las prácticas.
- Llevar el pelo largo siempre recogido.
- Mantener las batas abrochadas para protegerse frente salpicaduras y derramamientos de sustancias químicas.
- No llevar pulseras, colgantes o mangas anchas que puedan ser atrapados por los equipos, montajes...
- Evitar llevar lentes de contacto, puesto que el efecto de los productos químicos es mucho más grande si se introducen entre la lente de contacto y la córnea. Se puede adquirir uno cubre-gafas de protección.
- No comer ni beber dentro del laboratorio.
- Está prohibido fumar dentro de los laboratorios.
- Lavarse las manos siempre que se tenga contacto con algún producto químico y antes de salir del laboratorio.
- Seguir las instrucciones del profesor y de los técnicos de laboratorio y consultar cualquier duda sobre seguridad.

Para mayor información se puede consultar el manual de acogida del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UdL que se encuentra en: <http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html>

## Objetivos académicos de la asignatura

- Ser capaz de buscar, entender y sintetizar información en lengua extranjera.
- Dar al alumnado los conocimientos básicos para analizar sistemas energéticos desde diferentes puntos de vista, el energético, el exergético y el económico.
- Dar a conocer al alumnado los sistemas energéticos de captación de la radiación solar.
- Conocer en detalle una central térmica con energías renovables.
- Potenciar el estudio previo mediante la metodología de clase invertida.
- Conocer a nivel práctico los elementos y funcionamiento de una instalación de colectores solares térmicos de baja temperatura.

## Competencias

- **CB2.** Que el alumnado sepa aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posea 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.
- **CB4.** Que el alumnado pueda transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- **EPS4/CB5.** Que el alumnado haya desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- **CG6.** Tener conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa y de organización y gestión de empresas.
- **CG15.** Tener conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
- **CG16.** Tener conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
- **CG17.** Tener conocimientos aplicados de organización de empresas.
- **CE2.** Tener conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

- **CE3.** Tener conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.
- **CE12.** Tener conocimiento aplicado sobre energías renovables.
- **CE15.** Adquirir capacidad para comprender, interpretar y aplicar las normas regulatorias sobre energía y medio ambiente.
- **CE16.** Adquirir capacidad para valorar los impactos de los recursos energéticos mediante el conocimiento del medio natural y realizar auditorías energéticas y ambientales.
- **UdL2/CT2.** Adquirir un dominio significativo de una lengua extranjera, especialmente del inglés.
- **CT3.** Adquirir capacitación en el uso de las nuevas tecnologías y de las tecnologías de la información y la comunicación.
- **CT4.** Adquirir conocimientos básicos de emprenduría y de los entornos profesionales.
- **EPS9.** Capacidad de trabajo en equipo, tanto unidisciplinar como multidisciplinar.
- **GEM-EPS31.** Capacidad de diseñar instalaciones de climatización (calefacción, aire acondicionado y ventilación).
- **GEM-EPS32.** Conocimientos aplicados a la generación energética distribuida y aprovechamiento energético.
- **GEM-EPS33.** Capacidad de análisis de sistemas energéticos, optimización e integración de éstos y reducción de la carga ambiental.

## Contenidos fundamentales de la asignatura

### 1 - Introducción

- 1.1 Situación energética en Cataluña, España y el mundo
- 1.2 Impacto de las emisiones de CO<sub>2</sub> y derechos de emisiones
- 1.3 Secuestro de CO<sub>2</sub>

### 2 - Análisis energético

- 2.1. Balances de materia sin reacción química
- 2.2 Balances de materia con reacción química
- 2.3 Análisis energética en una planta de cogeneración

### 3 - Análisis exergético

- 3.1 Introducción al concepto de exergía
- 3.2 Componentes de la exergía
- 3.3 Análisis exergético en una planta de cogeneración

### 4 - Análisis económico

- 4.1 Estimación de inversión total
- 4.2 Indicadores de rentabilidad

### 5 - Instalaciones solares térmicas

5.1 Radiación solar

5.2 Energía solar térmica

## Ejes metodológicos de la asignatura

La metodología utilizada en esta asignatura combina la inquiry-based learning con la clase inversa. Los ejes metodológicos de la asignatura se dividirán en:

- 1.-Actividades de clase inversa previa a la asistencia a clase: para cada tema el alumno deberá completar una actividad de clase inversa a través del campus virtual.
- 2.-Sesiones teórico-prácticas: discusión de dudas y conceptos erróneos de las actividades de clase inversa. Introducción de nuevos conceptos y actividades prácticas.
- 3.-Sesiones de problemas: el profesor hará algunos ejemplos pero donde el alumnado tomará parte activa de su proceso de aprendizaje.
- 4.-Sesiones prácticas en el laboratorio y para el proyecto integral.

## Plan de desarrollo de la asignatura

El plan de desarrollo seguirá el orden de los contenidos. Este plan se presentará de forma detallada cuando sepamos el número de alumnos matriculados y podamos establecer grupos y sesiones de trabajo.

| Semana | Metodología   | Temario   | Horas presenciales | Horas trabajo autónomo |
|--------|---|---|--------------------|------------------------|
| 1      | Clase magistral                                       | Presentación asignatura, revisión EES.  | 4                  | 6                      |
| 2-5    | Clase inversa<br>Resolución de problemas.<br>Práctica | 5. Instalaciones solares térmicas.<br>Sesiones prácticas proyecto. Práctica colectores solares. | 14                 | 21                     |
| 5      | Visita  | Visita planta termosolar Borges   | 2                  | 3                      |
| 6-8    | Clase inversa<br>Resolución de problemas              | 1. Introducción<br>2. Análisis energético y sesiones prácticas proyecto.                        | 12                 | 18                     |
| 9      |   | Evaluación.<br>Prueba escrita.  | 2                  | 3                      |
| 10-12  | Clase inversa<br>Resolución de problemas.             | 3. Análisis exergético y sesiones prácticas proyecto  | 12                 | 18                     |

|       |  |  |    |    |
|-------|--|--|----|----|
| 13-15 | Clase inversa<br>Resolución de<br>problemas. | 4. Análisis<br>económico y<br>sesiones<br>prácticas<br>proyecto. | 10 | 15 |
| 15    | Presentaciones<br>orales                     | Presentaciones<br>orales proyecto                                | 2  | 3  |
| 16-19 |  | Evaluación.<br>Prueba escrita.<br>Recuperación                   | 2  | 3  |

## Sistema de evaluación

### BLOQUE DE EVALUACIÓN 1 (15%): PRIMER PARCIAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 1: PRIMER PARCIAL* (prueba escrita individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 15%
- CALIFICACIÓN MÍNIMA NECESARIA PARA SUPERAR LA ASIGNATURA: 3

### BLOQUE DE EVALUACIÓN 2 (50%): TRABAJO SOBRE PROYECTO INTEGRAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 2: EXPOSICIÓN ORAL* (prueba oral individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 25%

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 3: ENTREGA DOSSIER PROYECTO INTEGRAL* (a presentar en grupo)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 25%

### BLOQUE DE EVALUACIÓN 3 (15%): SEGUNDO PARCIAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 4: SEGUNDO PARCIAL* (prueba escrita individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 15%
- CALIFICACIÓN MÍNIMA NECESARIA PARA SUPERAR LA ASIGNATURA: 3

### BLOQUE DE EVALUACIÓN 4 (20%): SEGUIMIENTO CLASE INVERSA (prueba individual)

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 5: OPEN QUESTIONS*

- PESO EN LA NOTA FINAL: 5%

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 6: TEST QUESTIONS*

- PESO EN LA NOTA FINAL: 10%

- *ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN 7: SOLAR COLLECTOR PRACTICE*

- PESO EN LA NOTA FINAL: 5%

Habrà recuperaci3n s3lo de las 2 pruebas escritas individuales. Para poder hacer el promedio a final de curso la nota en los exàmenes parciales debe ser  $\geq 3,0$  puntos.

En caso de que el estudiante no consiga la calificaci3n m3nima necesaria establecida en algunos de los bloques de evaluaci3n pero la media de la asignatura resulte aprobada, la asignatura serà calificada en el acta con un 4,9.

## EVALUACI3N ALTERNATIVA

El alumnado que opte por la evaluaci3n alternativa deberà realizar las siguientes actividades:

### BLOQUE DE EVALUACI3N 1 (30%): PRIMER PARCIAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACI3N 1: PRIMER PARCIAL* (prueba escrita individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 30%
- CALIFICACI3N M3NIMA NECESARIA PARA SUPERAR LA ASIGNATURA: 3

### BLOQUE DE EVALUACI3N 2 (40%): TRABAJO SOBRE PROYECTO INTEGRAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACI3N 2: ENTREGA DOSSIER PROYECTO INTEGRAL* (activitat individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 40%

### BLOQUE DE EVALUACI3N 3 (30%): SEGUNDO PARCIAL

- *ACTIVIDAD DE EVALUACI3N 3: SEGUNDO PARCIAL* (prueba escrita individual)

- PESO EN LA NOTA FINAL: 30%
- CALIFICACI3N M3NIMA NECESARIA PARA SUPERAR LA ASIGNATURA: 3

Habrà recuperaci3n s3lo de las 2 pruebas escritas individuales. Para poder hacer el promedio a final de curso la nota en los exàmenes parciales debe ser  $\geq 3,0$  puntos.

En caso de que el estudiante no consiga la calificaci3n m3nima necesaria establecida en algunos de los bloques de evaluaci3n pero la media de la asignatura resulte aprobada, la asignatura serà calificada en el acta con un 4,9.

## Bibliograf3a y recursos de informaci3n

### Bibliograf3a recomendada

- Adrian Bejan, 'Thermal Design Optimization', 1996. Ed. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 0-471-58467-3
- Robert F. Boehm, 'Developments in the Design of Thermal Systems', 1997, Ed. Cambridge University Press. ISBN: 0-521-46204-5
- Tadeusz J. Kotas, 'The Exergy Method of Thermal Plant Analysis', 1985, Ed. Butterworth. ISBN: 0-408-01350-8
- Yogesh Jaluria, 'Design and Optimization of Thermal Systems', 1998
- Gintaras V.Reklaitis, 'Balances de Materia y Energ3a', 1986, Nueva Editorial Interamericana. ISBN: 968-25-1146-1
- John F. Ahern, 'The Exergy Method of Energy Systems Analysis', 1980, Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Enrique Buatas Costa, 'Manual de Conservaci3n de la Energ3a', Ed. Gesti3n y Planificaci3n Integral, S.A. ISBN: 8-485-82700-7
- Luisa F. Cabeza, Marc Medrano, Ingrid Martorell, 'Gesti3n de sistemas energ3ticos – Fred i calor industrial –', Quaderns EPS
- Luisa F. Cabeza, Ingrid Martorell, 'Producci3n de l'energia tèrmica – Fred i calor industrial –', Quaderns EPS - Núm. 93.
- ENERG3A SOLAR FOTOVOLTAICA Y TÈRMICA. MANUAL TÈCNICO, Inma C. Castillo, Javier M. Cenzano, Eva Esteire y Antonio Madrid Vicente, AMV Ediciones, 2020, ISBN/EAN: 9788412095487.