



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53002015 - Energía Solar Térmica De Baja Temperatura

PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002015 - Energía Solar Térmica de Baja Temperatura
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Isabel De Andres Garcia	C-201 (ETSIDI)	mariaisabel.deandres@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/
Juan Mario Garcia De Maria (Coordinador/a)	A-225 (ETSIDI)	juanmario.garcia@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/

Marina Camarasa Rius	A-225 (ETSIDI)	marina.camarasa@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/
----------------------	----------------	------------------------	--

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Máster Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Transferencia de calor y de materia
- Termodinámica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE1 - Ser capaz de aplicar conocimientos y capacidades a estudiar, analizar y auditar programas de optimización energética en los diferentes sectores industriales, residenciales, domésticos, plantas de potencia y a la industria térmica y de fluidos en general, en los ámbitos de la eficiencia, la diversificación y la reducción de su impacto en el medio ambiente.

CE10 - Evaluar el potencial energético de las fuentes de energía renovable: radiación solar, recurso eólico, recurso hidráulico, potencial energético de la biomasa, recurso energético marino, geotérmico, etc.; a partir de las bases de datos meteorológicas y recursos naturales.

CE3 - Utilizar las herramientas necesarias para el diseño y análisis de sistemas de generación, transformación, almacenamiento y utilización de energías nucleares, mecánicas, eléctricas, térmicas e hidráulicas.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas.

CG8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/español).

CT3 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT6 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

CT9 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA132 - Conocer nuevos materiales y procesos susceptibles de ser utilizados en sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica

RA131 - Saber aplicar las herramientas específicas de cálculo y simulación para instalaciones térmicas de baja temperatura

RA130 - Realizar el análisis energético de captadores solares y del conjunto de una instalación solar térmica

RA125 - Conocer los principales ámbitos de aplicación de la energía solar térmica de baja temperatura (doméstico-residencial, terciario, agrícola, industrial) y la normativa correspondiente.

RA126 - Conocer las tecnologías y el funcionamiento de los componentes y subsistemas sistemas solares térmicos de baja temperatura

RA129 - Aplicar criterios de eficiencia energética y tecnología disponible para mejorar los sistemas solares térmicos de baja temperatura

RA128 - Ser capaz de diseñar, calcular y proyectar instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura para cualquier tipo de aplicación.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo principal de la asignatura es proporcionar la formación necesaria relacionada con la conversión térmica a baja temperatura del recurso solar. En la asignatura se estudian las tecnologías, componentes y sistemas necesarios para el aprovechamiento de la energía solar desde el punto de vista térmico. Se proporcionan los métodos necesarios para el diseño, dimensionado, cálculo y ejecución de las instalaciones correspondientes, en el contexto regulatorio y normativo español.

5.2. Temario de la asignatura

1. Transmisión de calor en sistemas de solar térmica
 - 1.1. Fundamentos
 - 1.2. Propiedades radiativas de superficies. Comportamiento frente a la radiación solar
2. Instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura (BT)
 - 2.1. Tipología de las instalaciones
 - 2.2. Componentes y subsistemas de una instalación solar térmica
 - 2.3. Subsistemas de captación y acumulación
3. Aplicaciones de la energía solar térmica en la edificación
 - 3.1. Aplicaciones para ACS, calefacción y piscinas
 - 3.2. Normativa sobre instalaciones de solar térmica de BT
4. Diseño, cálculo y dimensionado de instalaciones solares de BT
5. Simulación y análisis energético de instalaciones solares de BT
6. Aplicaciones en procesos industriales
7. Sistemas de refrigeración solar
 - 7.1. Tecnologías de refrigeración solar
 - 7.2. Componentes de las instalaciones de refrigeración solar
8. Actualidad de la energía solar térmica de BT
 - 8.1. Panorama de la energía solar térmica de BT en Europa y en el mundo
 - 8.2. Nuevas tecnologías y materiales para el aprovechamiento de energía solar térmica de BT

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	T1. Transmisión de calor en ST Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T1. Transmisión de calor en ST Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	T2. Instalaciones de EST Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	T2. Instalaciones de EST Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	T3. Aplicaciones a la edificación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	T3. Aplicaciones a la edificación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	T4. Diseño y dimensionado Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T4. Diseño y dimensionado Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	T4. Diseño y dimensionado Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	T5. Simulación y análisis Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9		T5. Simulación y análisis Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Trabajo de dimensionado de una instalación (T) TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
10		T5. Simulación y análisis Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

11	T6. Refrigeración solar Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	T6. Refrigeración solar Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	T7. Aplicación procesos industriales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	T8. Actualidad solar térmica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Prácticas y trabajo de simulación energética de instalaciones (P) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00
15				
16				
17				Examen Global (EG) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Trabajo de dimensionado de una instalación (T)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	30%	/ 10	CT4 CT5 CT6 CE10 CG2 CT1 CT3 CT7 CE1 CE3
14	Prácticas y trabajo de simulación energética de instalaciones (P)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	30%	/ 10	CG8 CT4 CT5 CT6 CE10 CG2 CT1 CB10 CT3 CT7 CT8 CT10 CT11 CT12 CE1 CE3

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Trabajo de dimensionado de una instalación (T)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	30%	/ 10	CT4 CT5 CT6 CE10 CG2 CT1 CT3 CT7 CE1

							CE3
14	Prácticas y trabajo de simulación energética de instalaciones (P)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	30%	/ 10	CG8 CT4 CT5 CT6 CE10 CG2 CT1 CB10 CT3 CT7 CT8 CT10 CT11 CT12 CE1 CE3
17	Examen Global (EG)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3 / 10	CT5 CE10 CG2 CT1 CT3 CT7 CT10 CE1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Global Extraordinario (EGE)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	4 / 10	CT5 CE10 CG2 CT1 CB10 CT3 CT7 CT10 CE1
Examen de practicas de simulación	EP: Técnica del					CT5 CT6 CE10 CG2 CB10 CT3 CT7

energética	tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	30%	/ 10	CT8 CT11 CT12 CE1 CE3 CG8 CT4
------------	--------------------------	------------	-------	-----	------	---

7.2. Criterios de evaluación

El sistema de evaluación de la asignatura Energía Solar Térmica de Baja Temperatura consta de:

A. Pruebas de evaluación progresiva

B. Prueba de evaluación global

A. Pruebas de evaluación progresiva

La evaluación progresiva supone el control del aprendizaje a lo largo del curso y un examen al finalizarlo que abarcará todos los contenidos del programa. Se realizará control de asistencia en todas las clases teóricas y prácticas. Solo se permitirá un 20% de faltas respecto al tiempo total por causas justificadas documentalmente.

• A.1 Trabajo (T)

- Se realizará un trabajo que consistirá en la resolución de un caso práctico que se plantee de dimensionado de una instalación solar térmica de baja temperatura, para una determinada ubicación, teniendo en cuenta los requerimientos técnicos y normativos pertinentes.
- El trabajo podrá hacerse en grupos formados por dos estudiantes como máximo, aunque podría ser individual en función del número de estudiantes matriculados.
- Se deberá entregar un informe o memoria con la explicación, cálculos, resultados y conclusiones alcanzados.
- La calificación obtenida en este trabajo contabilizará un 30% en la calificación final.

• A.2 Prácticas de Simulación (P)

- Como parte de los contenidos señalados en el temario de la asignatura, los estudiantes deberán ser capaces de manejar herramientas avanzadas para la simulación de funcionamiento y análisis energético de instalaciones solares térmicas. Se realizarán sesiones prácticas para aprender el manejo de un programa de simulación y se requerirá que los estudiantes resuelvan un caso práctico complejo de instalación solar térmica utilizando las funcionalidades esenciales de dicho programa.

- Los estudiantes deberán entregar una memoria donde se explique la resolución, cálculos, análisis energético y conclusiones respecto al caso práctico de instalación que se les plantee. La instalación diseñada deberá cumplir todos los requisitos técnicos y normativos exigibles. Las prácticas de simulación serán individuales, aunque la memoria a entregar podría realizarse conjuntamente por dos estudiantes, según lo que señale el profesor, atendiendo al número de estudiantes matriculados en el curso.

- La calificación obtenida en esta actividad contabilizará un 30% en la calificación final.

- La realización de esta actividad es obligatoria y no será recuperable fuera del periodo de docencia. Los estudiantes que no la realicen, es decir, que no asistan a las sesiones de prácticas o que no entreguen la memoria, no podrán aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria y serán calificados en actas con Suspenso 4,5 como máximo.

B. Prueba de evaluación global (EG).

- El examen de evaluación global incluirá todos los contenidos de la asignatura.

- Constará de dos partes: una sobre contenidos teóricos del temario, con un peso entre el 40% y el 60% del total de la puntuación del examen y otra sobre la resolución de ejercicios o problemas numéricos, con peso complementario a la anterior. Los porcentajes y estructura del examen son revisables y pueden variar en función de la experiencia de cursos precedentes.

- Se aprobará el examen siempre que la nota sea superior a 5 puntos sobre 10.

Los pesos de cada uno de los items de evaluación contribuyen a la calificación final como se indica a continuación:

CONVOCATORIA ORDINARIA

- El examen a realizar en la convocatoria ordinaria será la prueba de evaluación global que contabilizará un 40% en la calificación final de la asignatura. Se deberá obtener una nota mínima de 3 puntos sobre 10 en este examen.

- La calificación obtenida en la memoria y prácticas de simulación P (actividad obligatoria) contabiliza un 30 % en la calificación final.

- La calificación del Trabajo (T) contabiliza un 30 % en la calificación final.

Por tanto: **Calificación final c. ordinaria = $0,4*EG + 0,3*P + 0,3*T$**

Restricciones: Si no se han realizado las prácticas (P) o la calificación del examen (EG) es inferior a 3 puntos sobre 10, la calificación máxima en actas será Suspenso 4,5.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- El examen a realizar en la convocatoria extraordinaria será la prueba de evaluación global que contabilizará un 70% en la calificación final de la asignatura. Se deberá obtener una nota mínima de 4 puntos sobre 10 en este examen.

- La calificación obtenida durante el curso en las prácticas y memoria de simulación P (actividad obligatoria) se guarda para esta convocatoria y contabiliza un 30 % en la calificación final.

- Los estudiantes que no hubieran realizado dicha actividad durante el curso o que la hubieran suspendido, deberán realizar un examen sustitutorio de prácticas para poder aprobar la asignatura. Dicho examen versará sobre el manejo del programa de simulación y se realizará en la fecha señalada para examen global. La calificación máxima de ese examen será de Apto (5,0).

Por tanto: **Calificación final c. extraordinaria = $0,7*EGE + 0,3*P$**

Restricciones: Si no se han realizado las prácticas (P), o el correspondiente examen sustitutorio, o la calificación del examen global (EGE) es inferior a 4, la calificación máxima en actas será Suspenso 4,5.



8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ursula Eiker	Bibliografía	Solar Technologies for Buildings, Ed. Wiley&Sons, 2001.
Guía Técnica IDAE-ASIT	Bibliografía	Guía Técnica de Energía Solar Térmica. Publicaciones del Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético. Madrid, 2020
Pilar Pereda	Bibliografía	Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares. Guía de Asistencia Técnica 17, Ed. Fundación Cultural COAM, 2006.
John A. Duffie, William A. Beckman	Bibliografía	Solar Engineering of Thermal Processes. Ed. John Wiley & Sons, 2013.
Felix A. Peuser, Karl Heinz Remmers, Martin Schauss	Bibliografía	Sistemas solares térmicos: diseño e instalación, Ed. PROGENSA, 2005.

F.A. Peuser, K.H. Remmers, M. Schnauss Sistemas solares térmicos. Diseño e instalación?, Ed. PROGESA, 2005	Bibliografía	Sistemas solares térmicos. Diseño e instalación, Ed. PROGESA, 2005
Alfonso Aranda y Abel Ortego (coordinadores)	Bibliografía	Integración de energías renovables en edificios. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011.
Guía del frío solar	Bibliografía	Guía del frío solar: Ahorro y eficiencia energética con refrigeración solar. Publicaciones de la Fundación FENERCOM. Gráfica Arias Montano S.A., Madrid, 2011
Código Técnico de la Edificación	Bibliografía	Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básicos DB HE-2 y DB HE-4. 2013 y 2019
Aula de Informática y SW de Diseño y análisis de sistemas solares	Equipamiento	
Asignatura en plataforma Moodle	Recursos web	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)	Recursos web	http://www.idae.es/

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

- Plataformas y recursos. Los recursos puestos a disposición de los alumnos para un seguimiento adecuado de la asignatura se alojarán en la plataforma institucional Moodle.

- Comunicación con el profesor. Las tutorías se podrán realizar presencialmente en los horarios destinados a tal fin. Cualquier consulta se podrá llevar a cabo a través de los Foros de Moodle y/o del correo electrónico institucional

- Además de promover de forma genérica, como parte de una institución pública de enseñanza, una "**Educación de Calidad**" (ODS4), los contenidos y fin último de la asignatura entroncan directamente con el ODS7 "**Energía asequible y no contaminante**".

