

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2020/2021

Identificación y características de la asignatura													
Código	401499	Créditos ECTS	6										
Denominación (español)	ENERGÍA SOLAR												
Denominación (inglés)	SOLAR ENERGY												
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Industrial												
Centro	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES												
Semestre	3º	Carácter	OPTATIVO										
Módulo	OPTATIVIDAD												
Materia	ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA												
Profesor/es													
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web										
M ^a Teresa Miranda García-Cuevas	B.1.14	tmiranda@unex.es											
Carmen González García	B.1.1	cggarcia@unex.es											
Área de conocimiento	MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS/FÍSICA APLICADA												
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA ENERGÉTICA Y DE LOS MATERIALES/FÍSICA APLICADA												
Profesor coordinador (si hay más de uno)	M ^a Teresa Miranda García-Cuevas												
Competencias* (ver tabla en http://bit.ly/competenciasMUJI)													
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias EC y EFM (I)	Marcar con una "X"	Competencias ET (II)	Marcar con una "X"	Competencias EG (III)	Marcar con una "X"	Competencias EI (IV)	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CEC1		CET1		CEG1		CEI1	
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CEFM1		CET2		CEG2		CEI2	
CB8	X	CG3		CT3	X			CET3		CEG3		CEI3	
CB9	X	CG4	X	CT4	X			CET4		CEG4		CEI4	
CB10	X	CG5	X	CT5	X			CET5		CEG5		CEI5	
		CG6		CT6	X			CET6		CEG6		CEI6	
		CG7		CT7	X			CET7		CEG7		CEI7	
		CG8	X	CT8	X			CET8		CEG8			
		CG9	X	CT9	X								
				CT10	X								
				CT11	X								

*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

CT12	X
CT13	X

CEC: Competencias específicas complementarias
 CET: Competencias específicas de tecnologías industriales
 CEG: Competencias específicas de gestión
 CEI: Competencias específicas de instalaciones, plantas y construcciones complementarias
 CEFM: Competencias específicas de fin de máster

Competencias EM1	Marcar con una "X"	Competencias E M2	Marcar con una "X"	Competencias E M3	Marcar con una "X"	Competencias EM4	Marcar con una "X"	Competencias EM5	Marcar con una "X"	Competencias EM6	Marcar con una "X"
CEM1.1		CEM2.1		CEM3.1	X	CEM4.1		CEM5.1		CEM6.1	
CEM1.2		CEM2.2		CEM3.2		CEM4.2		CEM5.2		CEM6.2	
CEM1.3		CEM2.3		CEM3.3		CEM4.3		CEM5.3		CEM6.3	
CEM1.4		CEM2.4		CEM3.4		CEM4.4		CEM5.4		CEM6.4	
CEM1.5		CEM2.5		CEM3.5		CEM4.5		CEM5.5		CEM6.5	
		CEM2.6		CEM3.6				CEM5.6		CEM6.6	
								CEM5.7			
								CEM5.8			

CEM1: Competencias de especialidad: tecnologías de producción
 CEM2: Competencias de especialidad: organización industrial
 CEM3: Competencias de especialidad: energías renovables y eficiencia energética
 CEM4: Competencias de especialidad: redes eléctricas inteligentes
 CEM5: Competencias de especialidad: mecatrónica
 CEM6: Competencias de especialidad: gestión integral de proyectos de innovación

Contenidos

Breve descripción del contenido

Conceptos avanzados de Energía Solar. Energía Solar Térmica de BT. Energía Solar Fotovoltaica. Energía Solar Termoeléctrica. Cálculo y diseño de instalaciones.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: **Sistemas Solares. Clasificación.**

Contenidos del tema 1: Sistemas Activos y Pasivos. Sistemas Activos Térmicos, Termosolares y Fotovoltaicos. Sistemas Térmicos de Baja, Media y Alta Temperatura. Sistemas Térmicos de Baja Temperatura. Descripción, Normativa y Aplicaciones.

Denominación del tema 2: **La Radiación Solar**

Contenidos del tema 2: Naturaleza de la Radiación Solar. Geometría Solar. Posición del Sol. Estimación de las componentes de la radiación solar. Radiación solar extraterrestre. Radiación solar sobre un plano horizontal. Radiación solar sobre un plano inclinado y orientado. Métodos de cálculo

Actividades prácticas: **Práctica 1.** Utilización de la hoja Excel para cálculos solares. (2 h)

Denominación del tema 3: **Captador de Placa Plana (C.P.P)**

Contenidos del tema 3: Clasificación de CPP. Elementos constitutivos del CPP. Modelización matemática del CPP. Estudio energético del CPP. Rendimiento del CPP. Actividades prácticas: **Seminario 1.** Análisis Captador de Placa (2 h)

Denominación del tema 4: **Diseño y Dimensionado de una instalación solar de baja temperatura.**

Contenidos del tema 4: La fracción solar, f. Método f-chart. Criterios específicos de diseño. Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS). Instalaciones de Calefacción. Instalaciones de piscinas.

Actividades prácticas: **Seminario 2:** Diseño de instalaciones fotovoltaicas (7 h). **Práctica 2.** Utilización de la hoja Excel para diseño de instalaciones (4 h).

Denominación del tema 5: **Instalaciones solares fotovoltaicas**

Contenidos del tema 5: Introducción. Componentes y equipos de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. Componentes y equipos de instalaciones aisladas.

Actividades prácticas: **Visita 1:** Visita a Instalación fotovoltaica (1 h).

Denominación del tema 6: **Diseño y dimensionado de una instalación fotovoltaica**

Contenidos del tema 6: Selección de la potencia pico de diseño. Selección de ubicación, orientación e inclinación. Selección del panel fotovoltaico. Determinación del número de paneles provisional. Selección del inversor/inversores y análisis de configuraciones posibles para potencia pico deseada. Evaluación de pérdidas por sombreado y orientación. Análisis de la producción de energía. Dimensionado del resto de elementos de la instalación.

Actividades prácticas: **Seminario 3:** Diseño de Instalación fotovoltaica conectada a red. (6 h). **Práctica 3:** diseño de instalaciones fotovoltaicas con software específico (4 h)

Denominación del tema 7: **Centrales termosolares. Tecnologías.**

Contenidos del tema 7: Fundamentos. Clasificación, esquema general y ventajas. Fluidos de trabajo, almacenamiento de energía e hibridación. Descripción de las principales tecnologías. Comparativa.

Actividades prácticas: **Visita 2:** Visita a Planta termosolar (2 h).

Denominación del tema 8: **Centrales termosolares de Colectores Cilindro Parabólicos (CCP).**

Contenidos del tema 8: Esquema tecnológico de una central termosolar: Sistemas principales y sistemas auxiliares. Campo solar. Sistema HTF: Bombeo del HTF, depósitos de rebose y expansión, eliminación de productos indeseados y caldera auxiliar. Sistema de almacenamiento de sales fundidas. Tren de generación de agua vapor y ciclo agua-vapor.

Consideraciones sobre el diseño del campo solar y modos de funcionamiento.

Actividades prácticas: **Seminario 4:** Dimensionado del número de lazos en una central termosolar (2 h).

Denominación del tema 9: **Plantas termosolares de receptor central.**

Contenidos del tema 9: Componentes principales. Sistema concentrador. Receptor y torre

Sistema de almacenamiento. Ciclo de potencia. Consideraciones sobre el dimensionado y optimización de la planta.

Actividades formativas*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	7	2						5
2	15	3				2		10
3	14	2				2		10
4	38	7			8	3		20
5	8	2				1		5
6	30	5			8	2		15
7	8	2				2		4

8	11	3			2		6
9	7	2					5
Evaluación del conjunto		2					10
Total	150	30		0	16	14	90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).
PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)
ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)
SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).
TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	X
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

Resultados de aprendizaje*

Adquirir conocimientos avanzados sobre energía solar.
Adquirir capacidad para realizar el análisis y dimensionado de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
Adquirir capacidad para realizar el análisis y dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas.

Adquirir capacidad para realizar el análisis, dimensionado y gestión de instalaciones solares termoeléctricas."

Sistemas de evaluación*

Criterios de evaluación

Conocer los sistemas principales, funcionamiento y diseño de elementos básicos en instalaciones solares térmicas de baja temperatura. CB 6 a CB 10, CT1 a CT13, CG1, CG2, CG4, CG5, CG8, CG9CEM3.1

Conocer los sistemas principales, funcionamiento y diseñar plantas fotovoltaicas. CB 6 a CB 10, CT1 a CT13, CG1, CG2, CG4, CG5, CG8, CG9, CEM3.1

Conocer los sistemas principales, funcionamiento y diseño de elementos básicos en centrales termosolares. CB 6 a CB 10, CT1 a CT13, CG1, CG2, CG4, CG5, CG8, CG9CEM3.1

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global (*)
1. Exámenes (examen final y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	0%–100% ⁽¹⁾ 0%–80% ⁽²⁾	30	30	40%
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%–80%	60	60	60%
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%–20%	10	10*	---
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0%–30% ⁽²⁾	-	-	-

⁽¹⁾ Asignaturas del módulo *Tecnologías Complementarias*.

⁽²⁾ Resto de asignaturas.

* La parte de la nota correspondiente a asistencia y aprovechamiento no es recuperable, por lo que en convocatoria extraordinaria sólo se tendrá en cuenta si se ha realizado durante el curso.

Las actividades de evaluación contempladas se cuantifican de la siguiente forma:

AE1. PRUEBA ESCRITA

Se realizará una prueba escrita en el período destinado para exámenes oficiales, teniendo una aportación a la nota final de la asignatura del 30% en la convocatoria ordinaria. En el **examen final teórico/práctico** debe obtenerse una calificación de al menos 4 sobre 10 para considerar el resto de actividades de evaluación. El examen constará de dos bloques, el correspondiente a los temas 1 a 4 y el correspondiente a los temas 5 a 9, el alumno deberá obtener al menos una calificación de 3 sobre 10 en cada uno de estos bloques para poder hacer la media.

AE2. DESARROLLO DE TRABAJO PROPUESTO

El alumno deberá preparar una memoria sobre el o los temas propuestos por el profesorado, relacionados con la instalación de sistemas renovables en la edificación. Esta actividad tendrá un peso de un 60% en la nota final del alumno, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, siendo por tanto RECUPERABLE.

AE3. ASISTENCIA Y APROVECHAMIENTO

La asistencia y participación en clases, seminarios y prácticas de laboratorio será valorada con un 10% de la calificación final. Esta actividad está clasificada como NO RECUPERABLE.

La asignatura puede ser superada en convocatoria extraordinaria ya que tanto el examen final como el trabajo pueden ser realizados en convocatoria extraordinaria y suponen el 90% de la calificación de la asignatura.

* También se tendrá en cuenta en esta convocatoria la calificación obtenida en el resto de instrumentos de evaluación siempre que haya sido obtenida durante el curso, ya que son actividades no recuperables.

La **evaluación global** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Parte escrita: constará de un examen de carácter similar a la actividad AE1. En el **examen final teórico/práctico** debe obtenerse una calificación de al menos 4 sobre 10 para considerar el resto de actividades de evaluación. El examen constará de dos bloques, el correspondiente a los temas 1 a 4 y el correspondiente a los temas 5 a 9, el alumno deberá obtener al menos una calificación de 3 sobre 10 en cada uno de estos bloques para poder hacer la media. Esta parte tendrá un peso del 40% de la calificación final.
- Parte de memorias y trabajos propuestos: se propondrán una serie de cuestiones y ejercicios adicionales, relacionadas con los trabajos propuestos a lo largo de la asignatura. Se realizarán de manera escrita en el examen final. A esta parte se le asigna un 60% de la nota final.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

Apuntes de la asignatura.

Alonso Abella, Miguel. Sistemas fotovoltaicos: Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica. 2005.

Instalaciones solares fotovoltaicas. SODEAN 2004.

Fernández Salgado. Guía completa de la energía solar fotovoltaica. Ed. Vicente Madrid 2006.

García Garrido, S. Centrales Termosolares CCP. Estado del arte en tecnología termosolar. Ediciones Renovetec, 2010.

Alaiz Fernández, E. "Energía solar: cálculo y diseño de instalaciones". Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales. Madrid, 1981.

BECKMAN, W.A., KLEIN, S.A. y DUFFIE, J.A. "Proyecto de sistemas térmicos-solares por el método de las curvas-f". Laboratorio de Energía solar de la Universidad de Madison, Wisconsin, 1982.

CENSOLAR. "Instalaciones de Energía Solar". Ed. Progensa. Sevilla, 2001.

Duffie, J.A. y Beckman, W.A. "Procesos térmicos en energía solar". Ed. Grupo Cero. Madrid, 1974.
Ibáñez Plana, M., Rosell Polo, J.R., Rosell Urrutia, J.I. "Tecnología Solar" Ed. Mundi-Prensa.2005

Bibliografía complementaria

G. Boyle. (Ed.) RenewableEnergy. Powerfor a SustainableFuture. Editorial Oxford 9. UniversityPress. 1996.

González Velasco. Energíasrenovables. Ed. Reverté. (2009).

Duffie, J.A., Beckman, W.A., Solar engineering of thermal processes, 2nd Ed., John Wiley & Sons N. York (US), 1991

Fernández Salgado. Guía completa de la energía solar fotovoltaica. Ed. Vicente Madrid 2006.

Fernández Díez, P. Procesos termosolares de baja, media y alta temperatura. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria. <http://libros.redsauce.net/>.

Silva Pérez, M. Aprovechamiento de la energía solar en media y alta temperatura. Sistemas termosolares de concentración. Apuntes del Grupo de Termodinámica y Energías Renovables. Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

www.agenex.org. Agencia Extremeña de la Energía.

www.eurobserv-er.org EurObserv´ER.

www.idae.es. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía

www.appa.es. Asociación de productores de energías renovables

www.iea.org. International Energy Agency

www.energiasrenovables.ciemat.es CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

www.ree.es Red Eléctrica Española

www.agenciaandaluzadelaenergia.es Agencia Andaluza de la Energía.

www.minetur.gob.es/energia Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

www.ies.upm.es Instituto de Energía Solar.