PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	402055	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	**Instalaciones Fotovoltaicas**		
Denominación (inglés)	Photovoltaic installations		
Titulaciones	Máster Universitario en Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética		
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales		
Semestre	1	Carácter	Obligatoria
Módulo	Generación con Energías Renovables		
Materia	Generación Solar		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Diego Carmona Fernández (1)	D2.7	dcarmona@unex.es	
Manuel Calderón Godoy (1)	D2.14	calgodoy@unex.es	
Óscar Martín Cerro (1)	D2.16	oscarmace@unex.es	
Antonio José Calderón Godoy (2)	D1.13	ajcalde@unex.es	
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica (1) e Ingeniería de Sistemas y Automática (2)		
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática (1) (2)		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Diego Carmona Fernández		

Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasMUERGyEE)

Competencias Básicas	Marcar con una " X"	Competencias Generales	Marcar con una " X"	Competencias Transversales	Marcar con una " X"	Competencias CEPE y CETF	Marcar con una " X"	Competencias CES	Marcar con una " X"	Competencias CEG	Marcar con una " X"	Competencias CEGI	Marcar con una " X"	Competencias CEN	Marcar con una " X"
CB6	X	CG1		CT1	X	CEPE		CES1		CEG1	X	CEGI1		CEN1	
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CETF		CES2	X	CEG2	X	CEGI2		CEN2	
CB8	X	CG3	X	CT3	X			CE33		CEG3	X	CEGI3			
CB9	X	CG4		CT4	X			CES4		CEG4	X	CEGI4			
CB10	X	CG5	X	CT5	X			CES5		CEG5	X	CEGI5			
		CG6	X	CT6	X			CES6		CEG6	X	CEGI6			
		CG7	X	CT7	X					CEG7					
		CG8	X	CT8	X										
		CG9	X	CT9	X										
		CG10	X	CT10	X										
				CT11	X										
				CT12	X										
				CT13	X										

CEPE: Competencia específica prácticas en empresas
CETF: Competencia específica de trabajo fin de máster
CES: Competencias Específicas de Sistemas de Gestión de Energía
CEG: Competencias Específicas de Generación con Energías Renovables
CEGI: Competencias Específicas de Gestor Instalaciones y Edificios de Consumo Cero
CEN: Competencias Específicas de Normativa

Contenidos

Breve descripción del contenido

Evaluación del Recurso Solar. Avances tecnológicos en Generación Solar. Componentes de plantas fotovoltaicas. Diseño y cálculo de instalaciones fotovoltaicas y adaptación al

consumo. Herramientas de cálculo para el dimensionado de instalaciones fotovoltaicas. Criterios técnicos y económicos para la selección de los diferentes componentes de una instalación fotovoltaica. Mantenimiento de una instalación fotovoltaica.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Contexto fotovoltaico actual. Marco legal.

Contenidos del tema 1: Enfoques antiguos vs enfoques actuales en los sistemas fotovoltaicos. Contexto fotovoltaico en Europa. Marco legal.

Denominación del tema 2: Elementos de una instalación fotovoltaica.

Contenidos del tema 2: Tipos de instalaciones fotovoltaicas. Esquemas posibles. Equipos existentes en una instalación fotovoltaica.

Prácticas:

IF_ATG1. Identificar los elementos que integran una instalación fotovoltaica y definir el esquema unifilar previo que le corresponderá.
Duración: 1 hora.
Conocimientos teóricos mínimos: Tema 2.
Desarrollo: Hiperaula.
AP_Lab1. Analizar esquemas eléctricos de plantas fotovoltaicas existentes, detectando errores y proponiendo mejoras a los mismos.
Duración: 1,5 hora.
Conocimientos teóricos mínimos: Tema 2.
Desarrollo: Laboratorio C25.

Denominación del tema 3: Diseño de plantas fotovoltaicas.

Contenidos del tema 3: Diseño de plantas fotovoltaicas. Importancia del análisis del consumo. Variables que afectan a la producción de energía fotovoltaica. Evaluación del recurso solar: producción por kWp. Manejo de información técnica: catálogos de equipos y características. Herramientas para el diseño de una instalación fotovoltaica. Balance consumo-producción en instalaciones fotovoltaicas. Importancia de los excedentes. Diseño del campo fotovoltaico. Solución final propuesta. Análisis económico-financiero. Sistemas de seguimiento solar. Sistemas de concentración. Sistemas electrónicos en instalaciones fotovoltaicas. Control de instalaciones fotovoltaicas.

Prácticas:

IF_ATG2. Determinar la potencia pico objetivo para el campo solar fotovoltaico y la producción esperable en el lugar de ubicación de la planta FV.
Duración: 5,5 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 y 3.
Desarrollo: Hiperaula.
AP_Lab2. Seleccionar los equipos a emplear en el campo FV en función de la potencia pico y a partir de la información técnica de fabricantes. Diseño del campo fotovoltaico.

Duración: 10 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 y 3.
Desarrollo: Laboratorio C25.

Denominación del tema 4: Instalación eléctrica de una planta fotovoltaica.

Contenidos del tema 4: Diseño de la instalación eléctrica necesaria en una instalación fotovoltaica. Cálculo de la instalación eléctrica necesaria en una instalación fotovoltaica. Tramitación de instalaciones fotovoltaicas. Normativa. Memorias ejemplo de proyectos tipo.
Herramientas para predecir el consumo eléctrico. Evacuación de la energía eléctrica generada en instalaciones conectadas a red.

Prácticas:

IF_ATG3. Dimensionar la instalación eléctrica necesaria para la instalación fotovoltaica.
Duración: 5 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 a 4.
Desarrollo: Hiperaula.
AP_Lab3. Definir el contenido que deberá contener un proyecto de instalación fotovoltaica para su posterior tramitación y puesta en funcionamiento, en función de su potencia pico.
Duración: 8,5 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 a 4.
Desarrollo: Laboratorio C25.

Denominación del tema 5: Herramientas informáticas para el dimensionado y cálculo de una planta fotovoltaica.

Contenidos del tema 5: Software para el cálculo de sistemas fotovoltaicos. Diseño de una instalación fotovoltaica. Proyecto caso estudio. Análisis del proyecto de una instalación fotovoltaica. Comparación de resultados teóricos vs resultados del software. Análisis de resultados.

Prácticas:

IF_ATG4. Realizar el dimensionado de distintas partes de la instalación fotovoltaica mediante el empleo de herramientas y aplicaciones informáticas.
Duración: 4,5 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 a 5.
Desarrollo: Hiperaula.
AP_Lab4. Simulación de una planta fotovoltaica existente analizando los resultados salida de aplicaciones informáticas con los calculados de forma manual. Visita al seguidor solar de la Escuela de Ingenierías Industriales.
Duración: 5 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 2 a 5.
Desarrollo: Laboratorio C25.

Denominación del tema 6: Soluciones tecnológicas para plantas fotovoltaicas. Monitorización y control de instalaciones.

Contenidos del tema 6: Soluciones actuales para instalaciones fotovoltaicas. Instalaciones en funcionamiento: monitorización. Análisis del proyecto de una instalación fotovoltaica: mejoras tecnológicas aplicables. Análisis de problemas y soluciones en instalaciones puestas en marcha. Análisis de una planta solar en funcionamiento de potencia superior a 1 MW.

Prácticas:

IF_ATG5. Elaborar la memoria y anexos de cálculo de un proyecto de instalación fotovoltaica, de acuerdo con las Normas UNE 157701 y 60364-7-712.

Duración: 2 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 6.
Desarrollo: Hiperaula.

AP_Lab5. Analizar una planta fotovoltaica de 1 MW identificando aciertos y errores, simulando su comportamiento y extrayendo lecciones aprendidas.

Duración: 3 horas.
Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 6.
Desarrollo: Laboratorio C25.

Actividades formativas

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Presentación de Trabajos	Actividades prácticas			Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	**Total**	**GG**		**L**	**O**	**S**	**TP**	**EP**
1	2,0	1,0	0,0	0,0	0	0	0,0	1,0
2	11,5	1,0	1,0	1,5	0	0	0,0	8,0
3	46,0	5,0	5,5	10,0	0	0	0,0	25,5
4	38,0	2,0	5,0	8,5	0	0	0,0	22,5
5	22,0	2,0	4,5	5,0	0	0	0,0	10,5
6	15,0	1,0	2,0	3,0	0	0	0,0	9,0
Evaluación	**15,5**	**0,0**	**0,0**	**2,0**	**0**	**0**	**0,0**	**13,5**
Prueba Final	15,5	0,0	0,0	2,0	0	0	0,0	13,5
TOTAL	**150,0**	**12,0**	**18,0**	**30,0**	**0**	**0**	**0,0**	**90,0**

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).
CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)
O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
S: Actividades de seminario o de problemas en clase (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. Seminario/Laboratorio: Sesiones de trabajo utilizando metodología basada en proyectos.	X
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. Prácticas externas en empresas. Esta actividad es fundamental y obligatoria para los objetivos planteados en este Máster, dado su carácter eminentemente práctico.	
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.	X
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectarposibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar losprocesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa delmismo, etc.	X

Resultados de aprendizaje

Capacidad para aplicar los nuevos avances sobre tecnologías de energías renovables (fotovoltaica, termosolar, eólica, biomasa, geotermia, mini-hidráulica, etc.) en proyectos y en sistemas de gestión de energía para su integración en instalaciones industriales y edificios.
Capacidad para evaluar y seleccionar los elementos integrantes de una instalación fotovoltaica y dimensionarlos con tecnología comercial actual para adaptarla a la demanda de energía en una aplicación concreta.
Capacidad para aplicar software específico para el cálculo de las dimensiones de instalaciones fotovoltaicas y la producción de energía asociada.
Capacidad para determinar y discutir los criterios técnicos y económicos de selección de los componentes eléctricos, mecánicos y de control en plantas fotovoltaicas, termosolares, eólica, de biomasa y otras energías renovables para seleccionarlos.

Capacidad para diseñar programas de mantenimiento de las instalaciones de generación con energías renovables y preparar informes del protocolo de mantenimiento y operación de las mismas.
Capacidad para diseñar medidas de mitigación del impacto medioambiental en instalaciones de generación con energías renovables para hacerlos compatibles con el entorno en el que están ubicadas.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

La calificación se basa en el sistema de calificaciones vigentes, consistente en asignar una puntuación numérica de 0 a 10 a cada actividad o elemento susceptible de evaluación, ponderando finalmente esta valoración en función de la importancia asignada a dicha actividad o elemento dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CEV)	
Descripción	Competencias asociadas
1. Identificar el esquema de instalación fotovoltaica adecuado a la planta a diseñar.	CG10, CT7, CT12, CEG3
2. Seleccionar correctamente los diferentes elementos de una planta fotovoltaica, utilizando para ello información técnica de los equipos.	CG2, CG3, CG5, CT3, CT5, CT6, CES2, CEG1, CEG3
3. Determinar correctamente la producción esperable y las pérdidas, minimizando estas con la configuración elegida.	CG7, CG10, CT10, CEG6
4. Dimensionar correctamente el campo fotovoltaico y la instalación eléctrica necesaria, incluidas las necesarias para la evacuación de la energía generada.	CG10, CT2, CT4, CT12, CEG1, CEG3
5. Elaborar correctamente la documentación técnica necesaria para la posterior tramitación y puesta en marcha de la instalación fotovoltaica.	CG5, CG8, CG10, CT2, CT3, CT5, CT13, CEG5
6. Utilizar las herramientas informáticas adecuadas para el dimensionado y cálculo de la instalación fotovoltaica, así como su posterior tramitación.	CG6, CG10, CT4, CT8, CT9, CT13, CEG2
7. Seleccionar y justificar soluciones actuales que optimicen el funcionamiento y la rentabilidad de la instalación proyectada, haciéndolo compatible con el necesario desarrollo sostenible, y que faciliten el posterior mantenimiento.	CG2, CG3, CG6, CG7, CG8, CG9, CT1, CT6, CT7, CT8, CT10, CT11, CT13, CES2, CEG1, CEG3, CEG5, CEG6

Actividades de evaluación (AE)

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

AE	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Exámenes. Se realizará un examen parcial y un examen final donde se evaluarán los conocimientos planteados en la materia. Se considera la parte de evaluación fundamentalmente teórica.	0%–80%	20%	20%	60% (1)
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos...). Se evaluarán los entregables relacionados con los proyectos planteados relacionados en la materia, de forma individual y en grupo. Se considera la parte de evaluación práctica.	0%–80%	80%	80%	40% (2)
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales. Se valorará la participación activa y positiva del estudiante en las actividades formativas de la materia.	0%–20%	nota adicional (**)	nota adicional (**) (NR)	0%

(**) Estos trabajos son voluntarios y su calificación puede significar un incremento de, como máximo, 10% de la nota de los exámenes (punto 1).

(1) Consistirá en la realización del examen final teórico/práctico de la convocatoria correspondiente, en las mismas fechas.
(2) Consistirá en la resolución de un reto que el alumno deberá realizar a partir de los consumos facilitados de una instalación, debiendo exponer al final del tiempo de preparación, un informe final. El examen se realizará en las mismas fechas en que esté fijado el examen teórico/práctico de la convocatoria correspondiente, tras la finalización de este.

Evaluación continua:

AE1. Examen final: se realizará una prueba final para medir el grado de desempeño del alumno en una actividad que englobe los diferentes resultados de aprendizaje que persiguen las actividades ATG1 a ATG5 y APLab1 a APLab5, utilizando una herramienta informática. Esta actividad es recuperable en convocatoria extraordinaria.

AE2. Resolución y entrega de actividades: Resolución de un RETO en equipo y exposición y defensa final del mismo. Esta actividad es recuperable en convocatoria extraordinaria. El informe final del RETO a resolver deberá entregarse como máximo diez días antes de la convocatoria en que se exponga y defienda.

AE3. Asistencia y participación: se valorará y cuantificará la participación en los subretos y actividades de aula y laboratorio por parte del estudiante, en aquellas actividades consideradas "extras" y/o "voluntarias". No es recuperable en convocatoria extraordinaria.

Evaluación global:

AE1. Examen final: consistirá en la realización de una prueba final teórica/práctica en la convocatoria correspondiente, con una serie de

actividades teórico/prácticas que permitan medir el grado de desempeño del alumno en una actividad que englobe los diferentes resultados de aprendizaje que persiguen las actividades ATG1 a ATG5 y APLab1 a APLab5. La prueba será conjunta con el resto de estudiantes y en la misma fecha.

AE2. Resolución y entrega de actividades: consistirá en la resolución de un reto que el alumno deberá realizar sobre el diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica, debiendo exponer al final del tiempo de preparación facilitado en la prueba, un informe final.

AE3. Asistencia y participación: no se contempla esta actividad de evaluación en la modalidad de evaluación global.

Resultado de la evaluación

El alumno que promociona será finalmente aquel que haya obtenido la calificación de 5 o más según lo recogido en las tablas de ponderación anteriores.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

1. AENOR. Norma UNE-HD 60364-7-712. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV). AENOR. Madrid, 2017.
2. AENOR. Norma UNE 157701. Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión. AENOR. Madrid, 2006.
3. Documento básico HE. Ahorro de energía. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. 2019.
4. Guía IDAE 060: Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v 5.1). Grupo de trabajo de autoconsumo de ENERAGEN. IDAE. Madrid, 2023.
5. Instalaciones solares fotovoltaicas. Tomás Díaz Corcobado, Guadalupe Carmona Rubio. McGraw Hill, Madrid, 2018.
6. Generación de energía solar fotovoltaica. LJ. Banyeres, Marcombo, 2019.

Bibliografía complementaria

7. Energía solar fotovoltaica para todos. Pedro Francisco García Martín. Marcombo, 2021.
8. Energía solar. Miguel A. Laborde, Roberto J.J. Williams. ANCEFN, Buenos Aires (Argentina), 2016.
9. Instalaciones solares fotovoltaicas. José Roldán Viloria. Paraninfo, Madrid, 2010.
10. Dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas. Amador Martínez Jiménez. Paraninfo, Madrid, 2012.
11. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Julián Cantos Serrano. Paraninfo, Madrid, 2016.
12. Energía solar autónoma: Una guía práctica para entender e instalar sistemas fotovoltaicos y de baterías. Joseph P O'Connor, Andrea Miliani. 2020.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web

1. www.ree.es. Página web de Red Eléctrica de España.
2. www.omie.es. Página web del Operador del Mercado Eléctrico.
3. www.edp.pt. Página web de Electricidade de Portugal.
4. www.voltimum.es. Portal web del sector eléctrico.
5. https://energia.gob.es/es-es/Paginas/index.aspx. Portal Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
6. www.idae.es. Página web del IDAE.
7. https://www.ree.es/es/clientes/consumidor/gestion-medidas-electricas/consulta-perfiles-de-consumo. Perfiles de consumo (TBD) en España.
8. https://suelosolar.com/directorio/Portal. Portal Suelo Solar.
9. https://www.sica.int/consulta/documentos_1107_0_1.html. Portal SICA sobre energía solar fotovoltaica.
10. https://www.portalsolar.com.br/. Portal solar.
11. https://ciudadano.gobex.es/buscador-de-tramites/-/tramite/ficha/5575. Portal de ayudas de energías renovables. Junta de Extremadura.