

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura															
Código	402044		Créditos ECTS		3										
Denominación (español)	Mantenimiento de Instalaciones														
Denominación (inglés)	Maintenance of Installations														
Titulaciones	Máster Universitario en Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética														
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales														
Semestre	2	Carácter	Obligatoria												
Módulo	Sistemas de Gestión de Energía														
Materia	Gestión de Mantenimiento														
Profesorado															
Nombre	Despacho		Correo-e				Página web								
Óscar Martín Cerro (1)	D2.16		oscarmace@unex.es												
Justo García Sanz-Calcedo (2)	B2.3		jgsanz@unex.es												
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica (1) y Proyectos de Ingeniería (2)														
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática (1) y Expresión Gráfica (2)														
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Óscar Martín Cerro														
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		CEGI1		CEN1	
CB7	X	CG2		CT2	X	CETF		CES2		CEG2		CEGI2		CEN2	
CB8	X	CG3	X	CT3	X			CE33		CEG3		CEGI3			
CB9	X	CG4		CT4	X			CES4		CEG4		CEGI4			
CB10	X	CG5	X	CT5	X			CES5		CEG5	X	CEGI5			
		CG6	X	CT6	X			CES6	X	CEG6		CEGI6			
		CG7	X	CT7	X					CEG7					
		CG8	X	CT8	X										
		CG9		CT9	X										
		CG10		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															
Definición del proyecto objeto de estudio. Normativa de proyectos. Fases de un programa de mantenimiento. Programas de mantenimiento dentro de SGE. Programas de mantenimiento de plantas fotovoltaicas. Programas de mantenimiento de otras															

instalaciones de generación.
Temario de la asignatura
Denominación del tema 1: Marco normativo. Contenidos del tema 1: Marco normativo nacional y europeo (UNE-EN 13306:2018. Mantenimiento. Terminología del Mantenimiento. UNE-ISO 55001:2015, UNE-ISO 55002:2020 y UNE-EN 16646: Mantenimiento en la gestión de los activos físicos).
Denominación del tema 2: Mantenimiento en la dirección y gestión de proyectos. Contenidos del tema 2: Dirección y gestión de proyectos (UNE-ISO 21500:2013). Requisitos. Alcance. Objetivos del mantenimiento y de la ingeniería de mantenimiento (estrategias, benchmarking, gestión...). Estrategia organizacional vs mantenimiento.
Denominación del tema 3: Gestión de activos físicos. Contenidos del tema 3: Gestión de activos físicos. Principios básicos. Activos en plantas de generación. Importancia del mantenimiento de los activos dentro de un SGE.
Denominación del tema 4: Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. Contenidos del tema 4: Técnicas de ingeniería de mantenimiento (GMAO, FMEA, FMECA, HAZOPS, RCM, TMP...). Fases y técnicas de mantenimiento (preventivo, conductivo, correctivo y técnico-legal). Medidas e indicadores.
Denominación del tema 5: Mantenimiento en edificios y plantas industriales. Contenidos del tema 5: Mantenimiento de instalaciones de ventilación, filtración, térmicas y eléctricas de un edificio. Mantenimiento de instalaciones de aire comprimido, climatización y protección contra incendios. Mantenimiento de almacenes e instalaciones logísticas en plantas industriales. Prácticas: MI_ATG1. Diseño del plan de mantenimiento para un edificio NZEB. Duración: 4,5 horas. Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 5. Desarrollo: Hiperaula. AP_Lab1. Evaluación de un plan de mantenimiento para una planta industrial e integración dentro del SGE. Duración: 6,5 horas. Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 5. Desarrollo: Hiperaula.
Denominación del tema 6: Mantenimiento de plantas de generación. Contenidos del tema 6: Diseño de un plan de mantenimiento para instalaciones generadoras de energía. Caso particular: diseño del plan de mantenimiento de una instalación fotovoltaica. Análisis de programas reales de mantenimiento. Prácticas: MI_ATG2. Diseño del plan de mantenimiento para una planta fotovoltaica.

Duración: 4,5 horas.

Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 4 y 6.

Desarrollo: Hiperaula.

AP_Lab2. Análisis de diferentes programas reales de mantenimiento, evaluando posibles mejoras aplicables. Control del mantenimiento desde un Sistema de Gestión de Energía.

Duración: 6,5 horas.

Conocimientos teóricos mínimos: Temas 1 a 4 y 6.

Desarrollo: Hiperaula.

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas Gran grupo	Presentación de Trabajos	Actividades prácticas			Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG		L	O	S	TP	EP
1	4,0	1,0	0,0	0,0	0	0	0,0	3,0
2	4,0	1,0	0,0	0,0	0	0	0,0	3,0
3	4,0	1,0	0,0	0,0	0	0	0,0	3,0
4	4,0	1,0	0,0	0,0	0	0	0,0	3,0
5	25	1,0	4,5	6,5	0	0	0,0	13,0
6	25	1,0	4,5	6,5	0	0	0,0	13,0
Evaluación	9,0	0,0	0,0	2,0	0	0	0,0	7,0
Prueba Final	9,0	0,0	0,0	2,0	0	0	0,0	7,0
TOTAL	75,0	6,0	9,0	15,0	0	0	0,0	45,0

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.	
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.	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

Capacidad para desarrollar y diseñar programas de mantenimiento dentro de Sistemas de Gestión de Energía en un proyecto, instalación o edificio para garantizar su buen funcionamiento y aplicar mejoras que permitan su optimización en el tiempo.

Capacidad para diseñar programas de mantenimiento de las instalaciones de generación con energías renovables y preparar informes del protocolo de mantenimiento y operación de estas.

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. Diseñar un plan de mantenimiento para un edificio NZEB, bajo los principios básicos de la gestión de activos.	CG6, CT3, CT4, CT6, CT12, CES6
2. Diseñar el plan de mantenimiento para una planta fotovoltaica, argumentando los aspectos considerados del marco regulatorio de aplicación, y elaborando un informe del protocolo de mantenimiento y operación para ella.	CG6, CT3, CT4, CT6, CT12, CEG5
3. Evaluar correctamente el plan de mantenimiento de una instalación real, argumentando, bajo lo estudiado en la materia, las deficiencias más significativas y cómo deberían solucionarse, todo ello dentro del necesario contexto de sostenibilidad y viabilidad económica.	CG3, CG7, CG8, CT4, CT10, CES6, CEG5
4. Exponer un plan de mantenimiento realizado en equipo sobre el análisis de la demanda de un caso reto ejemplo, estableciendo relaciones con las directrices del mantenimiento y la gestión de activos, así como con la forma en que influye en un SGE.	CG5, CT1, CT2, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT11, CT13

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, ATG2, APLab1 y APLab2, 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, ATG2, APLab1 y APLab2. La prueba será conjunta con el resto de alumnos 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 mantenimiento necesario para una instalación, 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 13306. Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. AENOR. Madrid, 2018.
2. AENOR. Norma UNE-EN 50001. Sistemas de gestión de energía. Requisitos con orientación para su uso. AENOR. Madrid, 2018.

3. AENOR. Norma UNE-ISO 55001. Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos. AENOR. Madrid, 2015.
4. AENOR. Norma UNE-ISO 55002. Gestión de activos. Sistemas de gestión. Directrices para la aplicación de la ISO 55001. AENOR. Madrid, 2020.
5. AENOR. Norma UNE-ISO 21500. Directrices para la dirección y gestión de proyectos. AENOR. Madrid, 2013.
6. El plan de mantenimiento programado. Manual práctico para la elaboración de planes de mantenimiento. Renovetec, 2018.
7. Organización y gestión integral del mantenimiento. Santiago García Garrido. Díaz de Santos, Madrid, 2006.
8. Gestión integral de activos físicos y mantenimientos. Leandro Torres. Marcombo, 2016.

Bibliografía complementaria

1. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. González Fernan. Confemetal. FC Editorial. 2010.
2. Reducción de costes y mejora de resultados en mantenimiento. La gestión mediante indicadores. Francisco Javier González. Confemetal. FC Editorial. 2010.
3. Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. Jacinto Díaz Marcilla y Jesús Enrique Ruiz García. Paraninfo, Madrid, 2012.
4. Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0109. María Elvira de las Heras León y Ramón Guerrero Pérez. IC Editorial, 2017.
5. Mantenimiento de instalaciones solares térmicas. ENAE0208. Innovación y Cualificación, SL. IC Editorial, 2017.
6. Diseño y gestión de edificios de consumo de energía casi nulo, nZEB. Francisco Javier Rey Martínez. Paraninfo, Madrid, 2020.
7. Inspecciones de eficiencia energética de instalaciones térmicas en edificios. Javier Ponce. A. Madrid Vicente Ediciones, Madrid, 2019.
8. Gestión energética en plantas industriales. Joaquín Navarro Esbrí y Francisco Molés Ribera. A Madrid Vicente Ediciones, Madrid, 2015.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web

1. www.renovetec.es. Página web de empresa de ingeniería y de formación técnica, con especialidad es el desarrollo de proyectos en las áreas de Generación de Energía, Mantenimiento Industrial y Energías Renovables.
2. <http://renovetec.com/component/content/category/112-plan-de-mantenimiento>. Artículos sobre el plan de mantenimiento.
3. <https://www.revistaimq.com/>. Revista digital gratuita sobre Ingeniería de Mantenimiento, Gestión de Activos y productividad.
4. <https://predictiva21.com/mantenimiento-gestion-activos-fisicos/>. Revista con artículos sobre mantenimiento.
5. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-activos>. Página de la AEC (Asociación española para la calidad).

