

Universidad de Zaragoza

Solicitud de Modificación
del Título Oficial de

**Máster Universitario en
Energías Renovables y
Eficiencia Energética**

Septiembre 2013

1. Descripción del título.

Representante legal:

1º apellido:	López
2º apellido:	Pérez
Nombre:	Manuel José
NIF:	
Cargo:	Rector

Responsable del título:

1º apellido:	Beltrán
2º apellido:	Blázquez
Nombre:	Fernando Ángel
NIF:	
Cargo:	Vicerrector de Política Académica

Universidad Solicitante:

Nombre de la Universidad	Universidad de Zaragoza
CIF	Q-5018001-G

Dirección a efectos de notificación:

Correo electrónico	vrpola@unizar.es
Dirección postal	Edificio Paraninfo, 1ª planta Plaza Basilio Paraíso, nº 4
Código postal	50005
Población	Zaragoza
Provincia	Zaragoza
Fax	976761009
Teléfono	976761013

1.1. Denominación.

Máster universitario en energías renovables y eficiencia energética por la Universidad de Zaragoza

Especialidades:

Especialidad en sistemas térmicos

Especialidad en sistemas eléctricos

Sin especialidad

1.2. Universidad solicitante y centros responsables del programa.

La Universidad solicitante es la Universidad de Zaragoza.

La impartición se realizará en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura. (EINA).

1.3. Tipo de enseñanza.

Presencial y semipresencial

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas.

Estimación para los primeros 2 años:

CURSO 2014-2015: 45 plazas en modalidad presencial,

CURSO 2015-2016: 45 plazas en modalidad presencial, 30 plazas en modalidad semipresencial.

1.5. Número de créditos de matrícula por estudiante y periodo lectivo y requisitos de matriculación.

Número de créditos del título:

El título constará de 75 créditos ECTS:

Durante el primer semestre se impartirán los 30 créditos obligatorios, en el segundo los 30 optativos de especialidad y en durante el curso siguiente se presentará el trabajo fin de máster, de 15 créditos.

La docencia se planificará tomando como base que el calendario anual de trabajo de los estudiantes alcanzará las 35 semanas como mínimo.

En la asignación de créditos a cada una de las materias que configuren el plan de estudios se computará el número de horas de trabajo requeridas para la adquisición por los estudiantes de los conocimientos, capacidades y destrezas correspondientes. En esta asignación están comprendidas las horas correspondientes a las clases lectivas, teóricas o prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas o proyectos, y las exigidas para la preparación y realización de los exámenes y pruebas de evaluación. El número de horas de trabajo del estudiante, por crédito ECTS, será de 25.

En resumen, la distribución de créditos es la siguiente:

Número de créditos en Prácticas Externas 0

Número de créditos en optativos 30

Número de créditos en obligatorios 30

Número de créditos Trabajo Fin de Máster 15

Número de créditos de Complementos Formativos 0

Créditos totales: 75

Número mínimo y máximo de créditos europeos de matrícula por estudiante y período lectivo:

Este apartado se adapta a las normas de permanencia de la Universidad de Zaragoza, aprobadas el 8 de julio de 2010

	Estudiantes a tiempo completo		Estudiantes a tiempo parcial	
	ECTS matrícula mínima	ECTS matrícula máxima	ECTS matrícula mínima	ECTS matrícula máxima
Primer curso	60	60	30	42
Resto de cursos	42	60	6	42

Normas de permanencia:

El artº 163 de los Estatutos de la Universidad de Zaragoza aprobados por el Decreto 1/2004, de 13 de enero, del Gobierno de Aragón (BOA nº 8, de 19 de enero), establece que: “El Consejo Social, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, aprobará las normas que regulen el progreso y la permanencia en la Universidad de los estudiantes de acuerdo con las características de los respectivos estudios”.

A tal efecto se aprobó el “Reglamento de permanencia en títulos oficiales adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior”, por acuerdo del Consejo Social, de 8 de julio de 2010, por el que se aprueba el Reglamento de permanencia en títulos oficiales adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior en la Universidad de Zaragoza.

Se puede consultar el texto completo en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/perma/perma.html>

1.6. Resto de información necesaria para la expedición del Suplemento Europeo al Título de acuerdo con la normativa vigente.

Rama de conocimiento: **Ingeniería y Arquitectura.**

Naturaleza de la institución que confiere el título: **Institución pública.**

Naturaleza del centro universitario en el que el titulado finaliza sus estudios: **Propio.**

Lengua utilizada a lo largo del proceso formativo: **español.**

Profesión regulada: **no**

Clasificación ISCED:

ISCED 1: Electricidad y energía

ISCED 2: Ingeniería y profesiones afines

2. Justificación.

Justificación de las modificaciones al título propuesto.

AÑADIR DOCUMENTO DE MODIFICACIONES

Justificación general de las modificaciones

En el “Acuerdo de 14 de junio de 2011, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se aprueban los criterios generales y el procedimiento para la reordenación de los títulos de Máster Universitario”, se aprobaron una serie de criterios generales relacionados, entre otros criterios, con el número mínimo de créditos obligatorios que el Máster universitario en energías renovables y eficiencia energética (aprobado en resolución de 22/09/2009, BOE de 9/10/2009) no cumplía. Por esta razón era necesario realizar una modificación del máster para que se adaptase a la nueva normativa, y esto se ha aprovechado para introducir otras mejoras en su configuración.

El máster, en su configuración original, no tenía ningún crédito obligatorio salvo los 15 ECTS correspondientes al TFM. En esta modificación se ha definido un núcleo de 30 ECTS obligatorio para todos los alumnos, que contiene conocimientos básicos sobre energías renovables y eficiencia energética. La mayor parte de estos contenidos se encontraban en la configuración anterior, relativos a energías renovables, y se ha definido un módulo específico de eficiencia energética, cuyos contenidos se encontraban dispersos en diferentes materias en la configuración anterior. En el apartado 5 se incluye una tabla donde se muestra la relación entre las materias originales y las modificadas. A su vez se han definido dos especialidades “sistemas térmicos” y “sistemas eléctricos” que en la versión inicial aparecían definidas como “itinerarios”. Dado que se ha visto que esta definición de itinerarios ha resultado muy bien aceptada, ya que la mayor parte de los alumnos efectivamente se enmarcaban en uno u otro, y ha permitido organizar mejor la docencia se ha optado por formalizar dichos itinerarios en especialidades.

Otra modificación presentada es el aumento de 15 créditos del máster, que pasa de 60 a 75 créditos. Con esto se consigue pasar el TFM al curso siguiente, y se abre así la posibilidad de realizar movilidad haciendo el TFM en otra Universidad. También facilita la realización de prácticas en empresa por parte del alumno, que dispone de un curso académico más para la finalización del máster y por tanto no debe compatibilizarlas necesariamente con las asignaturas, con el consiguiente problema de compatibilidad de horarios que puede surgir. Además, todos estos años se ha comprobado que la realización del TFM en el mismo curso académico planteaba a menudo problemas, que debían solucionarse dando acceso a los alumnos a la convocatoria de diciembre del curso siguiente, con lo cual el tiempo efectivo que los alumnos dedicaban al máster era más próximo a los 75 ECTS propuestos que a los actuales 60 ECTS.

A su vez, y dado que la memoria inicial del máster se envió a ANECA en el año 2008, cuando no se tenía más referencia que el RD 1393/2007, se ha aprovechado para actualizar toda la información del máster en cuanto a posteriores RD, normativas actualizadas por UNIZAR, guías de apoyo para la elaboración de memorias de títulos oficiales de ANECA, etc.

1. Descripción del título

Se actualizan los datos personales del representante legal y del responsable del título

1.1 Denominación

Se incluye la definición de especialidades:

Especialidad en sistemas térmicos

Especialidad en sistemas eléctricos

Sin especialidad

Estas líneas de especialización estaban consideradas implícitamente en el anterior plan de estudios, pero sin definir en la memoria.

1.3 Tipo de enseñanza

Se solicita la impartición en modalidad semipresencial, conjuntamente con la presencial que ya existía.

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas:

CURSO 2014-2015 (y sucesivos): 45 plazas en modalidad presencial, 30 plazas en modalidad semipresencial.

Justificación: en las ediciones anteriores se ofertaban 60 plazas de nuevo ingresos, siendo el número de alumnos de nuevo ingreso entre 60 (con lista de espera) y 30, según los años.

Se ofrecen 30 plazas en modalidad semipresencial ya que durante estos años se han recibido bastantes consultas preguntando por dicha modalidad. También se piensa que para alguno de los alumnos que compatibilizaban trabajo y estudios podría ser interesante esta modalidad, ya que algunos se quedaban sin acceso a ciertas asignaturas por cuestión de horarios, por ejemplo, muchos no podían asistir a clases antes de las 18:00.

Esto significa aumentar en 15 plazas la oferta actual, pero se considera justificado por la inclusión de la opción semipresencial.

1.5. Número de créditos de matrícula por estudiante y periodo lectivo y requisitos de matriculación.

Distribución anterior:

Créditos optativos 45+TFM 15=Total 60

Distribución propuesta en la modificación:

Número de créditos en Prácticas Externas 0

Número de créditos en optativos 30

Número de créditos en obligatorios 30

Número de créditos Trabajo Fin de Máster 15

Número de créditos de Complementos Formativos 0

Créditos totales: 75

El número mínimo y máximo de créditos también se modifica para adaptarlo a las normas de permanencia, que no existía cuando se envió la primera memoria.

En la memoria actual figuraba:

Los estudiantes deberán matricularse al menos de 20 ECTS por curso, salvo en el caso en que el número de créditos pendientes para obtener el título sea inferior.

En la memoria modificada se proponen los siguientes valores:

	<i>Estudiantes a tiempo completo</i>		<i>Estudiantes a tiempo parcial</i>	
	<i>ECTS matricula</i>	<i>ECTS matricula</i>	<i>ECTS matricula</i>	<i>ECTS matricula</i>

	<i>mínima</i>	<i>máxima</i>	<i>mínima</i>	<i>máxima</i>
<i>Primer curso</i>	60	60	30	42
<i>Resto de cursos</i>	42	60	6	42

Normativa de permanencia

Se aporta el nuevo enlace <http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/perma/perma.html>

2. Justificación.

Se añade una sección preliminar que recopila las modificaciones presentadas.

Se actualizan la secciones “2.1 Justificación del título propuesto. Interés académico, científico o profesional” actualizando información (en rojo) o eliminando párrafos que ya no proceden (se tachan) e incluyendo la justificación de los itinerarios y de la oferta semipresencial “2.2. Referentes externos a la universidad que avalan la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas” actualizando información (en rojo) o eliminando párrafos que ya no proceden (se tachan) y “2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios” donde se añade información sobre el proceso de modificación del estudio.

3. Objetivos

La redacción de este apartado queda obsoleta, pues esta sección pasa a denominarse en el nuevo formato de memorias como “competencias”. Por tanto se elimina la parte introductoria de dicho apartado.

Se redactan nuevamente las competencias básicas y generales para armonizarlas con el resto de másteres del centro, asumiendo la redacción del RD 1027/2011, MECES. También se reescriben las competencias específicas, ya que en la anterior memoria algunas de ellas aparecían como resultados de aprendizaje y sólo había dos muy amplias ya que no había materias obligatorias. Ahora, al haber materias obligatorias se incluyen como competencias específicas las correspondientes a las mismas. Se adjunta tabla comparativa:

Antigua redacción	Nueva redacción
<p>Competencias generales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidad para organizar y planificar 2. Habilidades para trabajar en equipo 3. Capacidad para adquirir conocimientos y procesar información técnica y científica 4. Capacidad de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio 5. Capacidad de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades 	<p>Competencias básicas y generales</p> <p>CB.1. Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.</p> <p>CB.2. Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de</p>

<p>sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios</p> <p>6. Habilidades para comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades</p> <p>7. Habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo</p>	<p>carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;</p> <p>CB.3. Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;</p> <p>CB.4. Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;</p> <p>CB.5. Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;</p> <p>CB.6. Es capaz de desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;</p> <p>CB.7. Es capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.</p>
<p>Competencias específicas</p> <p>En el campo de especialización del estudiante, responder técnicamente con soluciones viables al</p>	<p>Competencias específicas</p> <p>CE.1. Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo</p>

<p>problema de la demanda energética de un proceso, siendo consciente del uso que se efectúa de los recursos naturales en esa respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de analizar las transformaciones energéticas implicadas en procesos para hacerlos más sostenibles energéticamente, bien mejorando la eficiencia o utilizando recursos energéticos alternativos. 	<p>transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.</p> <p>CE.2. Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.</p> <p>CE.3. Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.</p> <p>CE.4. Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).</p> <p>CE.5. Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones..</p> <p>CE.6. Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.- Acceso y admisión de estudiantes

Se actualiza la información con referencias a procedimientos del sistema de garantía de la calidad y páginas web con información de los estudios que no existían en el momento de elaborar la memoria de verificación.

Se actualiza el perfil de ingreso con referencias al actual nivel de grado y a las competencias asociadas al perfil de ingreso.

Se actualiza y completan los apartados de “acceso y admisión”

Se actualizan los apartados de “sistemas de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados y de “reconocimiento y transferencia de créditos”

5.- Planificación de las enseñanzas

Se resumen las restricciones impuestas por la nueva normativa de UNIZAR.

Se presenta la nueva distribución de créditos

Tabla 1. Distribución por materias y créditos, comparando las dos versiones

Tipo de materia	Créditos ECTS (Memoria 2009)	Créditos ECTS (Memoria actual)
Materias obligatorias	0	30
Materias optativas	45	30
Trabajo fin de máster	15	15
Créditos totales	60	75

Se presenta el nuevo plan de estudios. A continuación se muestra una tabla comparativa (no incluida en el apartado 5) donde se relacionan las materias del nuevo plan con las del plan antiguo.

No todos los contenidos se ven reflejados en el nuevo plan. Por una parte, la oferta es menor (135 del plan antiguo frente a 105 ECTS del nuevo plan, sin contar TFM ni la posibilidad de realizar prácticas en empresa) y por otra parte algunos contenidos se han actualizado, incluyendo o aumentando los temas que han adquirido mayor importancia en los últimos años y eliminando o reduciendo otros que no han tenido la proyección esperada o resultaban repetitivos o no tenían éxito entre los alumnos. Algunos temas más avanzados o específicos para la investigación se han trasladado al programa de doctorado verificado como actividad de “seminarios”.

Plan nuevo	Plan antiguo
1. Modulo común (30 ECTS)	
1.1 Materia: fundamentos de ingeniería eléctrica y energética (6 ECTS)	Fundamentos de ingeniería eléctrica y energética (5 ECTS)
1.2 Materia: Energías renovables (16 ECTS):	
Energía eólica (5 ECTS) Energía hidráulica (1ECTS)	Energía eólica (4 ECTS)
Energía solar (5 ECTS)	Energía solar térmica (2 de 5 ECTS) Energía solar fotovoltaica (3 de 5 ECTS)
Energía de la biomasa (5 ECTS)	Energía de la biomasa (5 ECTS)
1.3 Materia: Eficiencia energética (8 ECTS):	
Eficiencia energética en sistemas térmicos (4 ECTS): Producción de calor, producción de frío, producción	Termotecnia (2 de 5 ECTS) Simulación avanzada de ciclos de potencia y refrigeración (2

de trabajo	de 5 ECTS) Poligeneración. Aplicación a la producción combinada de agua y energía (1 de 5 ECTS)
Eficiencia energética en sistemas eléctricos (3 ECTS): eficiencia en máquinas eléctricas, compensación de reactiva, pérdidas en sistemas eléctricos	Eficiencia energética y calidad de red (3 de 5 ECTS)
Introducción a las auditorías energéticas y a la certificación energética de edificios (1 ECTS).	
2. Modulo optativo: sistemas térmicos (30 ECTS)	
2.1 Materia: Sistemas térmicos con fuentes renovables (10 ECTS)	
Ampliación de energía de la biomasa (5 ECTS): combustión y gasificación. Biogás y gas de vertedero. Instalaciones de biomasa.	Combustión y cocombustión de biomasa (2 de 5 ECTS) Laboratorio experimental de combustión (1 de 5 ECTS)
Ampliación de energía solar (5 ECTS): solar termoeléctrica. Frío solar. Colectores PVT. Desalación con energía solar.	Energía solar térmica (3 de 5 ECTS) Poligeneración. Aplicación a la producción combinada de agua y energía (1 de 5 ECTS)
2.2 Materia: hidrógeno y pilas de combustible (5 ECTS)	Hidrógeno y pilas de combustible (5 ECTS)
2.3 Materia: Eficiencia energética en la edificación (5 ECTS)	Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible (5 ECTS)
2.4 Materia: Eficiencia energética en la industria (10 ECTS)	
Industrias intensivas en consumo de energía. Simbiosis industrial. Herramientas de análisis: auditorías, ciclo de vida, termoeconomía. (5 ECTS)	Termoeconomía (3 de 5 ECTS) Poligeneración. Aplicación a la producción combinada de agua y energía (1 de 5 ECTS)
Generación termoeléctrica avanzada. Plantas de emisiones cero. Comercio de emisiones. (5 ECTS)	Simulación avanzada de ciclos de potencia y refrigeración (1 de 5 ECTS). Combustión para generación termoeléctrica: eficiencia energética e impacto ambiental (1 de 5 ECTS). Captura y almacenamiento de CO ₂ : tecnologías de "emisiones cero" (3 de 5 ECTS).
3. Modulo optativo: sistemas eléctricos (30 ECTS)	
3.1 Materia: sistemas eléctricos con fuentes renovables (10 ECTS)	
Simulación avanzada de sistemas eléctricos con fuentes renovables (5 ECTS)	Análisis y simulación de sistemas eléctricos (4 de 5 ECTS) Transporte y distribución de energía eléctrica (1 de 5 ECTS)
Protección y control de sistemas eléctricos con fuentes renovables (5 ECTS)	Impacto en la red de las energías renovables (2 de 5 ECTS) Gestión de redes eléctricas con fuentes renovables (2 de 5 ECTS)
3.2 Materia: Conversión y acondicionamiento de la energía eléctrica (10 ECTS)	
Generadores eléctricos para aplicaciones de energías renovables (5 ECTS)	Análisis y control de generadores a velocidad variable □ (3 de 5 ECTS)
Control y diseño de convertidores eléctricos (5 ECTS)	Integración de energías renovables (2 de 5 ECTS) Análisis y control de generadores a velocidad variable □ (2 de 5 ECTS)
3.3 Materia: Calidad de la energía y conexión a red (5 ECTS)	Eficiencia energética y calidad de suministro (2 de 5 ECTS) Impacto en la red de las energías renovables (2 de 5 ECTS)

	Laboratorio de medidas y ensayos eléctricos (1 de 5 ECTS)
3.4 Materia: Generación distribuida, redes inteligentes y movilidad eléctrica (5 ECTS)	Integración de energías renovables (2 de 5 ECTS) Generación distribuida y microrredes (2 de 5 ECTS)
4 Módulo optativo: materias transversales	
4.1 Materia: Mercados energéticos (5 ECTS)	Mercados de la energía (5 ECTS)
4.2 Materia: Proyectos de instalaciones de energías renovables (5 ECTS)	
4.3 Materia: Sostenibilidad energética (5 ECTS)	Sostenibilidad energética (5 ECTS)
4.4 Materia: prácticas en empresas (5 ECTS)	
5 Módulo trabajo fin de máster (15 ECTS)	
5.1º Materia: Trabajo fin de máster (15 ECTS)	Trabajo fin de máster (15 ECTS)

Se cambia la redacción de actividades formativas, metodologías docentes y pruebas de evaluación por coherencia con directrices internas de la universidad. Se añaden las correspondientes al itinerario semipresencial. No se indican los cambios con tachados (desaparece) o en rojo (se modifica) con respecto a las antiguas materias en pro de la legibilidad del documento. Los cambios se pueden observar comparando con las fichas de la memoria original..

6. Personal académico

Se actualiza el número de profesores equivalentes a tiempo completo para llevar a cabo el estudio, teniendo en cuenta el cambio de plan de estudios y la nueva vía semipresencial.

Se actualiza la lista del profesorado disponible.

Se añaden los capítulos **“6.2 Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.” “6.2.1 Medidas para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres” y “6.4.2 Medidas para asegurar la no discriminación acceso al empleo público de personas con discapacidad”**

7. Recursos manteriales

Este apartado no se modifica.

8. Resultados previstos

Este apartado no se modifica.

9. Sistema de garantía de la calidad del título

Este apartado se adapta a los cambios normativos de UNIZAR que se han producido con posterioridad a la presentación de la memoria original de este estudio.

10. Calendario de implantación

Se indican los cursos académicos en los que se implantarán las modificaciones del itinerario presencial y semipresencial. El resto del apartado no se modifica.

2.1 Justificación del título propuesto. Interés académico, científico o profesional.

2.1.1 Justificación del título propuesto. Interés de la temática.

El problema de la sostenibilidad energética, plenamente ligado al uso de las energías renovables y la eficiencia energética, presenta actualmente un reto que urge resolver en un medio plazo más cercano de lo que parece. Algunos hechos relevantes son:

- El aumento sostenido estos últimos años de los precios del petróleo, motivado en parte por el desajuste entre la oferta y la demanda por el progresiva incorporación a las costumbres occidentales de grandes sociedades como China e India, y la preocupación creciente sobre el impacto global del uso de combustibles fósiles. España, como la mayoría de los países de su entorno es altamente dependiente del exterior en su estructura energética. Sobre el 50% de la energía primaria que se consume proviene de combustibles derivados del petróleo. En el momento quizás ya muy cercano, en el que la capacidad de producción mundial se iguale a la demanda, el coste del petróleo y sus derivados se disparará, afectando a toda nuestra estructura económica.
- Como consecuencia de la aplicación del protocolo de Kioto, España debe limitar su crecimiento de emisiones a un 15% sobre el valor del año base (1990) para el período 2008-2012. El reto para España era muy importante, ya que en el año 2005 las emisiones de CO₂ se situaban un 52,2% por encima de las de 1990 y siendo el país de la UE que más alejado estaba del cumplimiento de los objetivos establecidos. ~~El impacto sobre la economía española por el incumplimiento del Protocolo de Kioto en el año 2010 podría alcanzar los 4.500 millones de euros anuales. Esto supondrá una inversión en tecnología de captura y secuestro de CO₂ que repercutirá en el precio del kWh generado con combustibles fósiles.~~ España logró finalmente este objetivo debido en parte a la caída de las emisiones de la industria por la crisis, y en parte gracias a la compra de derechos a Europa del Este. Sin embargo, las emisiones se deben seguir reduciendo un 20% en 2020 con respecto a 1990, pero ya hay foros en los que se plantea que este objetivo es pequeño y Europa se debería comprometer a reducir hasta un 30% para 2020, con lo cual la necesidad de aumentar la eficiencia energética sigue para España.
- En el campo de las energías renovables, el avance ha sido grande durante los últimos años. Sin embargo, quedan grandes retos tecnológicos pendientes como son: aumento de eficiencia de las instalaciones para mejorar su rentabilidad, la integración adecuada de las instalaciones que generan electricidad con energías renovables en el sistema eléctrico y la mejora en las técnicas de evaluación de recursos (capacidad de producción eólica, disponibilidad de biomasa, etc.) y de caracterización de la demanda que permitan caracterizar con mayor precisión la viabilidad de las inversiones.

El progreso social de un territorio estará siempre ligado a un uso inteligente de sus recursos naturales. España apostó decididamente por cumplir los objetivos de la UE de cubrir el 12% del consumo nacional bruto de electricidad con Energías Renovables para el año 2012, con la puesta en marcha del Plan Nacional de Eficiencia Energética, gestionado por el IDAE. **De hecho, el porcentaje de electricidad producida en España**

con energías renovables del régimen especial (excluye la gran hidráulica), fue en 2012 de alrededor del 20%. La eficiencia energética y el uso sostenible de los recursos naturales van a ser cada vez más el nuevo paradigma que se imponga en el proceso de implantación de nuevas tecnologías energéticas en la sociedad.

España ha sido un país pionero en la implantación de energías renovables, en parte gracias a ventajas económicas que se ofrecían a la generación con este tipo de tecnologías enmarcadas en el llamado régimen especial. Podemos considerar como primera acción de política energética para el fomento de las renovables al “Real Decreto 2366/1994 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes renovables”. Este RD del régimen especial y sus siguientes versiones han creado un escenario favorable para que la tecnología se pudiese desarrollar. De hecho empresas españolas están vendiendo tecnología e ingeniería relacionada con Energías Renovables en todo el mundo, en especial en el campo de la energía eólica, solar térmica de alta temperatura y biocombustibles. Ahora mismo, con la suspensión del último RD que regulaba el régimen especial (RD 661/2007) desde principios de 2012, se impide el acceso a dichos beneficios de las instalaciones cuya autorización fuese posterior a esa fecha. La situación económica actual hace que el gobierno español persista en esta actitud de eliminar o dificultar la obtención de beneficios por medio de la venta de electricidad generada con energías renovables, como propone con diversas medidas el anteproyecto de ley del sector eléctrico dado a conocer en julio de este año y que has sido muy criticado por parte tanto de las asociaciones de productores de energías renovables como de las mismas empresas eléctricas. Este tipo de acciones sin duda va a desincentivar el interés por invertir en estas tecnologías, pero por otro lado sigue vigente el compromiso europeo del “Plan estratégico europeo de tecnología energética” (PLAN EETE) más conocido por sus siglas en inglés “SET plan” publicado el 22 de noviembre de 2007 por la comisión europea y aprobado por el parlamento europeo el 13 de junio de 2008. El SET Plan establece como objetivos para 2020 los siguientes:

- 1) Reducir los gases de efecto invernadero en un 20%.
- 2) Lograr que las energías renovables representen el 20% de las fuentes de energía de la UE. Actualmente este porcentaje en España (2011) es de alrededor 10%, equiparable al de energía nuclear y al de carbón (cada uno supone alrededor de otro 10%)
- 3) Reducir en un 20% de aquí a 2020 la utilización de energía primaria en la UE
- 4) Un plan de la tarificación de las emisiones de carbono mediante un régimen de intercambio de derechos de emisión y la tributación de la energía
- 5) Un mercado interior de la energía competitivo; y una política energética internacional

España, como miembro de la UE debe cumplir estos objetivos, con lo cual la situación actual y compleja de las energías renovables en España debe considerarse como un cambio de escenario más que como un desinterés o situación de poco futuro en el tema. Precisamente, la situación actual de cambio de paradigma energético y crisis económica, potencia la idea de aunar eficiencia energética y energías renovables como vía para alcanzar los objetivos del SET plan.

El enfoque del programa es tecnológico, pero sin perder de vista el problema fundamental de la sostenibilidad energética, que nos dará una perspectiva global a

medio plazo. La inclusión en el programa de cursos como el de “Sostenibilidad energética” centra el tema para que los alumnos no pierdan de vista que las tecnologías, y las capacidades de cálculo y diseño que se aprenden en cada uno de los cursos, deben ser puestas en un contexto de futuro. El proyecto fin de máster se concibe como un trabajo final en el que el alumno deberá integrar conocimientos adquiridos en varios de los cursos, aportando una solución creativa a un problema en la problemática global de la sostenibilidad energética o en cualquiera de las tecnologías que pueden contribuir en este campo. A diferencia de una tesis doctoral, en el proyecto fin de máster no se requiere una contribución neta al conocimiento, sino demostrar capacidad para resolver un problema específico con un alcance de iniciación a la investigación.

2.1.2 Orientación del máster

Si bien el título propuesto está orientado hacia la investigación, la formación obtenida puede ser de interés profesional el caso de egresados que quieran desarrollar su actividad en departamentos de I+D+i o gabinetes de ingeniería. A continuación se describen los sectores industriales a los que podrían incorporarse los egresados del máster, aprovechando plenamente la formación obtenida. Así mismo, se mencionan brevemente algunos los retos más inmediatos de I+D+i en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética que se abordan en el máster:

Generación de electricidad con energías renovables

La generación de electricidad está dominada por tres tipos de centrales eléctricas (hidráulica, térmica y nuclear). Sin embargo, estas tecnologías tienen un futuro incierto en los países industrializados por los siguientes motivos:

- Ya no existen lugares apropiados para la instalación de presas hidráulicas y la contestación social que supone la construcción de estas grandes infraestructuras dificulta enormemente su construcción.
- El agotamiento de reservas de combustibles fósiles y la dependencia de terceros países supone un importante lastre para el desarrollo de nuevas centrales térmicas convencionales. Por otra parte, la legislación medioambiental, cada vez más estricta, y la puesta en marcha de los acuerdos del protocolo de Kioto, hacen inviable pensar en un crecimiento grande a medio plazo de este tipo de instalaciones.
- La energía nuclear ha estado parada por diversas moratorias en la mayor parte de los países desarrollados, a excepción de Francia. Hoy en día los países que presentan mayor participación de la energía nuclear en su suministro eléctrico son países de la antigua Europa del este y Francia. El resto rara vez suben de un 30% de energía eléctrica de origen nuclear, y parece que en el futuro esta situación no va a cambiar.

Un aspecto diferente presentan las tecnologías que se pueden englobar en la categoría de generación distribuida, tanto renovables (eólica, hidráulica, biomasa y solar) como las no-renovables (motores de combustión interna, ciclos combinados, micro-turbinas, y celdas de combustible). Todas ellas han experimentado en los últimos años un aumento muy considerable.

La integración de las energías renovables en el sector eléctrico está marcada por dos tendencias contrapuestas. Por un lado, la necesidad de una independencia energética, según se indica en las distintas directrices de política energética en el ámbito nacional o

en el libro blanco de las energías renovables en el ámbito europeo, que impulsa la integración de las energías renovables en el sector eléctrico. Por otro lado, existen todavía serias barreras tecnológicas que limitan la rentabilidad de las instalaciones y/o el porcentaje máximo de energía que se puede introducir en la red eléctrica.

Los principales retos tecnológicos a los que se enfrentan las energías renovables son los siguientes:

- Falta de rentabilidad: debido a que en la mayoría de los casos en los que se habla de energías renovables se trata de tecnologías emergentes.
- Aleatoriedad de las fuentes energéticas renovables: se generan problemas en dos ámbitos diferentes, por un lado afecta a la disponibilidad de energía y por otro a la estabilidad del sistema eléctrico.
- Inestabilidad de los sistemas de producción: actualmente los sistemas de producción son muy sensibles a las perturbaciones de la red ya sean cortocircuitos de corta duración o huecos de tensión.
- Incertidumbre en la evaluación de recursos, lo que supone un claro freno a la inversión.

La mayoría de estos problemas se ven agravados cuando las instalaciones se conectan a las denominadas “redes débiles”, que son redes de poca potencia que transmiten energía hacia el medio rural como norma general.

Todos estos aspectos son analizados en los distintos cursos del programa del máster, con lo que la formación recibida por los alumnos puede ser de gran interés las empresas situadas tanto en el sector de las energías renovables como en el sector eléctrico, en el que se están planteando las redes del futuro debido al fenómeno de la generación distribuida.

Utilización de la biomasa como fuente de energía

La utilización de biomasa con propósito energético es en nuestro país una actividad de escala pequeña y media, debido a la dispersión de recursos. Ello supone que, salvo excepciones, la propiedad de las instalaciones sea de las PYMES. No obstante, la reciente inclusión en el régimen especial (RD 661/2007, de 25 de mayo) de las instalaciones de generación de electricidad que utilicen biomasa en régimen de cocombustión con otros combustibles fósiles abre nuevas perspectivas al desarrollo de este tipo de instalaciones, bien como nuevas plantas o bien como adaptación de las existentes.

Como puntos principales de la actividad investigadora en biomasa, se pueden señalar:

- Estudios sobre recursos disponibles y estudios de viabilidad y explotación de la planta.
- Adaptación de los diseños comerciales a tipos de biomasa y problemáticas particulares.
- Diseño de elementos conflictivos que escapan de un suministro comercial estándar; típicamente, los relacionados con el tratamiento y transporte de sólidos.
- Diseño y optimización de las labores auxiliares: astillado, secado y molienda de

la biomasa.

- Optimización energética y económica de las instalaciones.

Utilización sostenible de recursos fósiles para la producción de electricidad en grandes centrales

El futuro en este campo son las centrales de carbón o carbón y biomasa con tecnologías altamente eficientes:

- Centrales de ciclo de vapor supercrítico en calderas de combustión (existen plantas comerciales) o lecho fluido (en desarrollo)
- Centrales de ciclo combinado, con gasificación integrada o directamente con gas natural.

Estas tecnologías aumentan en casi un 50% el rendimiento de las instalaciones convencionales.

Conjuntamente, también hay gran preocupación por cómo efectuar el secuestro del CO₂ de los gases de combustión, utilizando tecnologías que permitan la captura integrada en el mismo proceso de generación. Algunas tecnologías de futuro son la oxicomustión y la separación por calcinación.

Todos estos temas se tratan entre varios de los cursos ofrecidos. También se amplía la formación en materias tecnológicas básicas de los estudiantes, pues la formación recibida en las anteriores licenciaturas e ingenierías y actuales grados necesita ser complementada para comprender los principios de diseño de estas instalaciones.

La posibilidad de construir estas instalaciones, dada su alta complejidad tecnológica, está reservada a unas pocas empresas en el mundo (Alshtom, Foster Wheeler, Mitsubishi Heavy Industries, Babcock & Wilcox, Lurgi, etc.) ninguna de las cuales es española.

Hidrógeno

El hidrógeno es el elemento más abundante en la naturaleza y con gran capacidad energética. En su proceso de combustión sólo origina como subproducto el agua, pudiendo además utilizarse en celdas de combustible, que generan directamente electricidad sin mediar combustión. Estos procesos de conversión de energía pueden realizarse con un elevado grado de eficiencia. Las propiedades anteriores hacen del hidrógeno un candidato competitivo en la carrera hacia la producción sostenible de energía basada en combustibles renovables.

No obstante, la producción de energía basada en hidrógeno no está exenta de problemas. El hidrógeno no es un combustible primario, por lo que es necesario obtenerlo a partir de materiales ricos en él, lo que requiere aportes adicionales de energía y en ocasiones generación de subproductos contaminantes no deseados. Por otra parte, al ser el elemento más ligero y estar en forma gaseosa, presenta problemas de almacenamiento que limitan sus aplicaciones. Aparte de estos problemas técnicos existen otros de índole comercial y estratégica que tienen que ver con las infraestructuras necesarias para la utilización y con el precio final de la energía.

Los campos de aplicación en los que se investiga intensamente en la actualidad son principalmente la utilización de hidrógeno como combustible, en pequeños aparatos

eléctricos, en el transporte móvil y como dispositivo de almacenamiento de energía de apoyo a los sistemas de generación de energía eléctrica. En la actualidad los principales fabricantes de automóviles cuentan con dispositivos cuya fuente de energía es el hidrógeno almacenado a bordo.

Arquitectura sostenible ***Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible***

La arquitectura sostenible trata de combinar varias tecnologías para conseguir el confort en los edificios con el mínimo coste en combustible. Se trata de construir en función del microclima existente de modo que el confort se consiga básicamente con las condiciones ambientales apoyadas en una orientación adecuada, con cerramientos captadores, con masa térmica y buen aislamiento térmico que no ignoren las necesidades de refrigeración en verano. El diseño bioclimático se apoya de un correcto planeamiento urbanístico, circunstancia que dota al tema de especial interés, sobre todo de las administraciones públicas. Por ejemplo, en Zaragoza, con el patrocinio municipal y del gobierno regional se han construido las urbanizaciones “Parque Goya” y “Ecociudad Valdespartera” aplicando estos conceptos y monitorizando algunos de los edificios para evaluar el ahorro energético y la bondad del diseño.

Energía solar

Los paneles solares térmicos de baja temperatura para calefacción y ACS y los paneles solares fotovoltaicos convencionales han alcanzado un grado de desarrollo de tal forma que pueden considerarse elementos comerciales. En este campo, los problemas por resolver se centran en el llamado “frío solar” que consiste en producir, a partir del calor captado por un panel solar, aire acondicionado basado en ciclos de absorción o adsorción. De esta forma se conseguiría que el mismo panel suministre agua caliente, calefacción en invierno y aire acondicionado en verano. Los desarrollos futuros también apuntan al reto de los llamados paneles térmico-fotovoltaico ó PVT, paneles fotovoltaicos refrigerados, de tal forma que el calor retirado puede aprovecharse para calefacción o agua caliente sanitaria, aumentando además el rendimiento del panel fotovoltaico con la refrigeración aplicada.

Los retos tecnológicos relacionados con la energía solar son hoy en día la solar termoeléctrica de alta temperatura, donde partes como el sistema de acumulación de calor para estabilizar y rentabilizar su funcionamiento no está aún bien resuelto, o las pequeñas plantas basadas en motor Stirling y concentrador de disco parabólico, o las grandes plantas solares en hibridación con ciclo combinado.

Ecología industrial

También se contempla, en esta modificación, la introducción de la temática de la “ecología industrial” en estudios de máster.

La “ecología industrial” consiste en estudiar las necesidades energéticas y de materias primas de una comunidad (incluyendo todos los posibles consumidores: desde la industria hasta las necesidades domésticas) de manera conjunta, para que los flujos de materia y energía que en un planteamiento convencional son residuos se puedan revalorizar en otro proceso, es una visión innovadora que se viene imponiendo en los últimos 10 años. Universidades de gran prestigio como Yale y Princeton en EEUU y Delft y Chalmers están desarrollando programas de máster y posgrado y publicaciones científicas en esta línea.

Perfil del egresado

El objetivo de esta titulación es formar investigadores en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética, que o bien culminen su formación obteniendo un doctorado o desempeñen labores de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en la empresa.

Para ello se imparte una formación que aspira a ir más allá que el día a día de una empresa en energías renovables. En general, se hace mayor hincapié en los fundamentos de las distintas tecnologías, y en aquellos aspectos aún no totalmente resueltos y que pueden ser claves en el futuro. De esta manera, los egresados están preparados para afrontar una amplia variedad de problemas actuales y futuros, aunque no obtendrán necesariamente una formación que puedan poner en práctica de forma inmediata al integrarse en el mercado laboral.

De manera transversal y a través de los distintos trabajos de asignatura los estudiantes aprenden a manejar la bibliografía científica, las bases de datos y revistas habituales en los distintos campos y a elaborar e informar un trabajo de investigación.

Se pretende

- Formar a los estudiantes para que sean capaces de abordar problemas relacionados con las transformaciones energéticas y la gestión de la energía con criterios de sostenibilidad, que según define el “Plan estratégico europeo de tecnología energética” (PLAN EETE) 2007-2020, aprobado por el parlamento europeo, que incluye entre otras vías:
 - el aumento de la participación de las energías renovables en la cesta energética
 - la reducción del consumo de energía primaria por aumento de la eficiencia energética
 - la reducción de emisiones de CO₂ por las dos vías anteriores o con el uso de nuevas tecnologías de uso limpio de combustibles fósiles.
- Que los alumnos conozcan las tecnologías y conceptos avanzados encaminados a un uso sostenible de los recursos energéticos en su campo de especialización
- Preparar al estudiante para iniciar el doctorado en la temática de su campo de especialización (energías renovables, sistemas térmicos ó sistemas eléctricos) o bien desempeñar tareas preferentemente de I+D con alta cualificación en empresas del sector.

2.1.3 Justificación de las especialidades

Abordar de manera conjunta en un estudio los temas de energías renovables y eficiencia energética requiere conocimientos previos de muchas ramas de la ingeniería: tecnología eléctrica, termotecnia, máquinas eléctricas, máquinas térmicas, mecánica de fluidos, materiales, ingeniería química, etc. Por otra parte, se espera una cierta heterogeneidad en los alumnos del máster en cuanto a su formación previa. En estos años, los alumnos han procedido mayoritariamente de las ingenierías de la rama industrial (industriales, ingenieros técnicos eléctricos, mecánicos, electrónicos, y químicos), de licenciaturas de ciencias químicas, físicas, ambientales, y de titulaciones del ámbito de la arquitectura.

Dado que el máster es un curso relativamente corto (60 ECTS en la versión actual y 75

en la modificación propuesta) se tenía que optar entre un máster generalista sin especialidades en el cual los alumnos salen con un perfil relativamente homogéneo o bien un máster estructurado en un núcleo común y especialidades. Esta segunda opción tiene como ventaja que en las especialidades se puede profundizar en temáticas más avanzadas en función del perfil de ingreso del estudiante.

El diseño propuesto consta de un núcleo común y dos líneas de especialidad, más un bloque optativo de ámbito general, estructurado como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Esquema del plan de estudios con especialidades propuesto para el máster universitario en energías renovables y eficiencia energética.

<p>Núcleo común (30 ECTS), primer semestre.</p> <p>Materia fundamentos de ingeniería térmica y energética: asignatura de nivelación de conocimientos generales de termodinámica, transferencia de calor, electrotecnia y máquinas eléctricas.</p> <p>Materia energías renovables: evaluación de recursos renovables y conocimiento básico de las tecnologías de aprovechamiento más importantes. Energía solar, de la biomasa, hidráulica y eólica.</p> <p>Materia eficiencia energética: estudio de la eficiencia de sistemas de conversión de energía, tanto térmicos como eléctricos. Introducción a las auditorías energéticas y la certificación energética de edificios.</p>	
<p>Itinerarios optativos</p>	
<p>Especialidad en sistemas térmicos (oferta de hasta 30 ECTS) en los ámbitos de:</p> <p>Sistemas térmicos con fuentes renovables</p> <p>Eficiencia energética en la industria, plantas de emisiones cero, ecología industrial.</p> <p>Hidrógeno y pilas de combustible</p>	<p>Especialidad en sistemas eléctricos (oferta de hasta 30 ECTS)</p> <p>Sistemas eléctricos con fuentes renovables</p> <p>Conversión y acondicionamiento de la energía eléctrica.</p> <p>Calidad de la energía y conexión a red.</p> <p>Generación distribuida, redes inteligentes y generación eléctrica</p>
<p>Optativas transversales (oferta de 15 ECTS + posibilidad de reconocimiento de hasta 5 créditos de prácticas en externas):</p> <p>Proyectos de energías renovables</p> <p>Sostenibilidad energética</p> <p>Mercados energéticos</p> <p>Prácticas en externas</p>	
<p>Trabajo fin de máster (15 ECTS)</p>	

Para obtener la especialidad (sistemas térmicos o sistemas eléctricos), se requerirá haber cursado al menos 25 créditos de la especialidad correspondiente y haber realizado el TFM en dicha especialidad.

Si no se cumplen dichos requisitos, se otorgará el título “sin especialidad”.

2.1.4 Justificación de la línea de impartición semipresencial.

La Universidad de Zaragoza cuenta con experiencia en docencia semipresencial. En concreto, esta experiencia se ha plasmado en la impartición de titulaciones o grupos en modalidad virtual o semipresencial en los siguientes estudios:

Licenciatura en Ciencias del Trabajo (Campus de Teruel)

Diplomatura en Gestión y Administración Pública (G.A.P) (Campus de Huesca)

Diplomatura en Ciencias Empresariales (Campus Rio Ebro)

Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (Campus de Teruel)

También se ha utilizado con éxito este sistema de impartición en estudios propios, entre los que podemos destacar:

Máster propio en eficiencia energética y ecología industrial (presencial y semipresencial)

Máster propio en energías renovables europeo (presencial y semipresencial)

Máster propio en generación y eficiencia energética en grandes plantas (on line)

Máster propio en eficiencia energética en la edificación (primera parte exclusivamente online, segunda parte opción presencial u online)

Máster propio en ingeniería de tuberías (online)

Para ello, la Universidad de Zaragoza cuenta con la plataforma ADD (anillo digital docente), desarrollada sobre moodle 2.0.

A través del ADD el alumno tiene acceso a los materiales de la asignatura (documentación, videos, ejercicios de autoevaluación) y puede también entregar trabajos y ejercicios y asistir a reuniones virtuales. Para la asistencia a reuniones virtuales, en el ADD se ha integrado la herramienta OpenMeetings que permite realizar reuniones virtuales compartiendo el escritorio del ordenador. Dentro de esta herramienta se pueden crear diferentes “salas” a las cuales tengan acceso sólo determinados usuarios. Esto puede utilizarse tanto para la realización de clases generales de dudas entre el profesor y los estudiantes, como tutorías particulares a demanda, como para reuniones virtuales para asumir trabajos en grupo. También pueden organizarse distintos foros temáticos.

En todo caso, el máster se plantea como semipresencial, ya que el alumno que curse esta modalidad necesariamente tendrá que asistir en persona a las siguientes actividades:

- A los exámenes finales o de evaluación continua que se requieran
- A las actividades prácticas de laboratorio que requieran presencia física de los estudiantes para adquirir las competencias.
- A la defensa del trabajo fin de máster.

Estas actividades se realizarán, en principio, en la Universidad de Zaragoza, aunque no se descarta que pudieran realizarse en otras universidades o centros colaboradores siempre y cuando se diesen las condiciones para ello y se firmase el correspondiente convenio de colaboración.

Desde la primera edición del máster en el curso 09/10 se han recibido múltiples consultas acerca de la posibilidad de realizar el máster de forma semipresencial, tanto de alumnos españoles como de alumnos extranjeros. En el caso de alumnos españoles, se dan dos circunstancias principalmente: o bien alumnos que residen fuera de Zaragoza o bien alumnos que residen en Zaragoza pero que su trabajo les imposibilita la asistencia a clases (horarios coincidentes, viajes de trabajo con frecuencia, etc.).

Hasta ahora al ser todas las asignaturas optativas, algunos de estos alumnos que trabajan elegían su itinerario “por horario”, realizando el máster en varios años y cursando las asignaturas que se impartían a partir de las 17:00 horas, por ejemplo. Ahora, en el núcleo común esto será imposible, ya que deben cursarse todas las asignaturas.

Esta oferta semipresencial permitirá una rigidez de asistencia mínima (exámenes, algunas prácticas y presentación del trabajo fin de máster) de tal manera que se facilite el seguimiento a alumnos que trabajan o residen en otras comunidades autónomas e incluso en otros países. Para este último caso, se dejaría abierta la puerta a futuros convenios de colaboración de tal forma que las actividades docentes presenciales se realizasen en universidades distintas de la Universidad de Zaragoza (españolas o extranjeras), siempre y cuando se contara con la financiación adecuada para este tipo de actividades.

2.1.5 Antecedentes

El título de máster propuesto vendría a extinguir el periodo docente e investigador del actual programa de doctorado “Energías renovables y eficiencia energética”, con su correspondiente DEA. Este programa de doctorado obtuvo la mención de calidad en sus inicios, en el curso 2003/04, y la ha renovado ininterrumpidamente en todas las convocatorias de la misma. Finalizadas las convocatorias de Mención de Calidad, este programa ha sido distinguido con la Mención hacia la Excelencia por el Ministerio de Educación (MEE-2011-0262), válida para los cursos 11-12 a 13-14, y su memoria de verificación ha obtenido informe favorable de la ANECA con fecha 30/7/2013.

También estaría relacionado con los actuales estudios propios de la Universidad de Zaragoza que aparecen en la Tabla 2, junto con su director y y entidades colaboradoras.

Tabla 2 Actuales estudios propios relacionados con el programa de posgrado “Energías renovables y eficiencia y sostenibilidad energéticas” (actualizada)

Título del estudio propio ¹	Director	Entidades colaboradoras ²
Máster propio en eficiencia energética y ecología industrial (presencial y semipresencial) (11ª ed.)	Dr. Antonio Valero Capilla	Diputación General de Aragón. Departamento de Medioambiente, SAICA, OPEL ESPAÑA, BSH Balay, S.A., ENDESA, FUNDACIÓN CAROLINA, UPV
Máster propio en energías renovables europeo (itinerario UNIZAR e itinerario internacional, en consorcio con 7 universidades europeas). El itinerario UNIZAR se puede cursar presencial y online. (15ª ed.)	Dr. Andrés Llombart Estopiñán	Abengoa, ADES S.L., AGENER Canarias, S.L., Air Liquide, Alstom Power Hidro, S.A., APERCA, ASE, Besel, Bioebro S.L., BP Solar, BSCH, CEASA, CHE, Daroca Solar, Dobon's Technology S. L., EHN, ENERTRON, Entabán, FIKE Ibérica, Fundación Terra, GAMESA, Garrad Hassan, Germanisher Lloid, Greenpeace España, Grupo COENER, Grupo GUASCOR, Grupo SAMCA, Hynergreen Technologies S.A., IBERDROLA, IBERSOLAR Energía, IDOM Zaragoza, IES, ISOFOTÓN, Isolux Wat S.A., ITER, Línea Solar, LKN Sistemas, MADE Solar, MADE Tecnologías Renovables, Naturener S.A., Oche Control y Equipamientos, Riegos del Alto Aragón, SISENER Ingenieros, S.L., Soluciones Energéticas S.A., Standarkessel, Syliken S.L., TFM Energía Solar Fotovoltaica S.A., TyEH Saltos del Pirineo S.L., VESTAS Eólica S.A.U., VIESSMANN, Windtest Ibérica.
Máster propio en generación y eficiencia energética en grandes plantas (on line) (10ª ed.)	Dr. Luis Miguel Romeo Giménez	Fundación CIRCE - ENDESA S.A., VIESGO- GRUPO ENEL, ALSTOM- POWER, HIDROCANTÁBRICO, Ministerio de Economía, Comisión Nacional de la Energía
Máster propio en eficiencia energética en la edificación (5ª ed.)	Dr. Ignacio Zabalza Bibrián	CIEMAT, Soler Instalaciones SL, ATECYR, ADES, OTEB Ingeniería.
Diploma de especialización en generación distribuida e integración de energías renovables en la red. (4ª ed)	Dr. Miguel García Gracia.	Acc8iona, MCPHY, Jofemar, Endesa, REE, Artech, Fores, Digsilet Ibérica, Riegos del alto Aragón, Fundación para el desarrollo de las nuevas tecnologías del Hidrógeno en Aragón.

Los títulos propios, de especialización profesional, son distintos en nivel de exigencia y alcance con el máster, pero comparten una temática común. Las diferencias más importantes son:

- Los alumnos a los que van dirigidos: en los títulos propios es frecuente contar con profesionales a tiempo completo que compatibilizan estos estudios como formación a lo largo de la vida.
- Los títulos propios sobre energías renovables presentan una estructura mucho más compartimentada en módulos compactos sobre cada tipo de energía renovable: Eólica, hidráulica, solar térmica, solar fotovoltaica, y biomasa. Por el contrario, en el máster se tratan directamente aspectos más avanzados, suponiéndose que los aspectos más básicos son conocidos o pueden estudiarse

¹ Se muestra el título actual del estudio propio, algunos han cambiado ligeramente para adaptarse a la demanda y a la normativa de la universidad.

² La colaboración de las entidades mencionadas en esta tabla consiste en colaboración como profesores en el máster en calidad de profesores en su ámbito de especialidad o bien en la oferta de prácticas en empresa para los alumnos de los estudios propios.

en el tiempo de trabajo personal.

- El profesorado que imparte las enseñanzas está compuesto en su totalidad por doctores. En los estudios propios es habitual contar entre el profesorado con profesionales externos o con profesores no doctores.

No obstante las diferencias entre ambos estudios, también hay similitudes, y sinergias. Puede observarse que todos los directores de estos estudios propios son profesores del título propuesto, lo que aporta una experiencia en gestión importante para el éxito del máster universitario que se propone.

Previsión de la demanda

Estos estudios propios, y especialmente los títulos de máster, han tenido una buena demanda, superando entre los cuatro los 100 estudiantes de nuevo ingreso al año. Restringiéndonos a los estudios propios presenciales más relacionados con la actual propuesta (Máster Europeo en Energías Renovables, Máster en Ecoeficiencia y Mercados Energéticos, Postgrado en Energías Renovables, Postgrado en Energía de la Biomasa) el número de estudiantes supera los 50, y está aumentando (ver Tabla 3).

Tabla 3 Estudiantes de los estudios propios presenciales más relacionados con la actual propuesta de máster (los egresados de un curso pudieron empezar el curso anterior)

Curso	ingresados	egresados
1999	24	21
2000	28	19
2001	30	23
2002	41	33
2003	54	44
2004	50	50
2005	54	49
2006	70	--
2007	74	--

A su vez, el programa de doctorado ha mantenido una demanda suficiente, por encima de los 10 estudiantes de nuevo ingreso al año (ver Tabla 4).

Parece razonable suponer que todos los alumnos que fueran a comenzar el doctorado dedicándose a tiempo completo a sus estudios, cursarían el máster. También una parte de los alumnos de los títulos propios presenciales, aunque no todos, porque algunos no tienen la titulación requerida y otros compatibilizan sus estudios con actividad profesional. No parece razonable que se pueda contar con los alumnos de los máster “on line”, por vivir en su mayoría fuera de Zaragoza, o no disponer de horario libre para clases presenciales.

En comparación con el actual DEA, o con los estudios propios de máster de duración superior a un curso académico, la estructura del máster propuesto, de 75 ECTS, puede ser atractiva para alumnos residentes fuera de Zaragoza y alumnos extranjeros.

Actualmente, por ejemplo, el Máster propio en eficiencia energética y ecología industrial cuenta cada uno con dos becas de la Fundación Carolina, que costean la estancia y la matrícula de estudiantes latinoamericanos. El actual programa de doctorado también capta ya estudiantes de otras universidades, casi la mitad de los estudiantes no obtuvieron su título de acceso (ingeniería o licenciatura) en la universidad de Zaragoza.

Tabla 4 Estudiantes del programa de doctorado (los datos anteriores a 2003 se corresponden con alumnos que cambiaron de plan para realizar el periodo investigador en el programa renovado, con mención de calidad; se indica el número de estudiantes procedentes de otras universidades españolas, europeas, latinoamericanas, o de otros países)³

Curso	Matr.	DEA	E, no U Z	UE	LA	Resto
<2003 (cambio plan)	6	6	2	0	0	0
2003	17	11	2	1	2	0
2004	10	6	0	0	2	0
2005	19	5	6	0	4	4
2006	27	--	2	1	9	0
2007	13	--	3	0	5	0

En definitiva, se cuenta con un número probable de estudiantes potenciales claramente superior al número de plazas de nuevo ingreso ofertadas.

Actualización sobre la demanda (tres primeros cursos de impartición)

Como actualización de la demanda, en la tabla 5 se muestran los valores de alumnos del máster (nuevo ingreso y años anteriores) por procedencia.

En estos tres primeros años, el 74% de los estudiantes han sido titulados de la Universidad de Zaragoza (147 estudiantes en tres años), con lo cual se evalúa en un 26% el porcentaje de estudiantes egresados de otras universidades (españolas y extranjeras)

³(E, no UZ = universidad española excluida la Universidad de Zaragoza. UE= Unión Europea (excluida España), LA = Latinoamérica.)

Tabla 5 Estadística sobre número y procedencia de alumnos en las tres primeras ediciones del máster universitario en energías renovables y eficiencia energética.

curso	2009/10	2010/11	2011/12	Total
Alumnos nuevo ingreso	60	53	58	171
Estudiantes años anteriores	0	34	26	60
Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de la Universidad española (NO UNIZAR)	5	6	13	24
Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de universidades UE (NO española)	1	0	0	1
Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de universidades extranjeras (NO UE)	11	4	5	20
Nuevo ingreso % UNIZAR	72%	81%	69%	74%
% Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de la Universidad española (NO UNIZAR)	8%	11%	22%	14%
% Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de universidades UE (NO española)	2%	0%	0%	1%
% Estudiantes Nuevo ingreso procedentes de universidades extranjeras (NO UE)	18%	8%	9%	12%

NOTAS: el número de plazas ofertadas es 60 por año. Las plazas vacantes se deben a anulaciones que no se pudieron cubrir, por estar avanzado el curso ya no estar interesados los aspirantes en lista de espera.

2.2. Referentes externos a la universidad que avalan la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.

Normativa vigente

Para elaborar esta memoria se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Real Decreto 1393/2007 de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias y Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el anterior Real Decreto.
- Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior.
- Acuerdo de 14 de junio de 2011, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, por el que se aprueban los criterios generales y el procedimiento para la reordenación de los títulos de Máster Universitario.
- Acuerdo de 15 de septiembre de 2011, por el que se aprueba el Documento de Indicadores para la reordenación de la oferta de másteres de la Universidad de Zaragoza.

Referentes externos estudiados

Se presentan referentes de dos tipos:

- 1) Documentos tipo **“hoja de ruta”** en el ámbito de la energía en los ámbitos autonómico, nacional y europeo, donde se fijan objetivos y prioridades para el sector energético (incluyendo I+D+I) para los próximos años.
- 2) **Planes de estudios de universidades** españolas, europeas y americanas de calidad ó interés contrastado.

En el caso de los estudios de máster aquí propuestos se trata de un máster de de introducción a la investigación, planteado como reconversión del periodo docente de un doctorado con Mención de Calidad. Por tanto se considera más importante el referente tipo “documento hoja de ruta”, que nos da una previsión a medio plazo de interés que va a suscitar el tema tanto en la demanda de profesionales altamente cualificados para la I+D industrial como en las convocatorias de proyectos de investigación de financiación competitiva.

Los documentos considerados son los siguientes:

1) **Como referencia internacional**, destacamos el documento “Plan estratégico europeo de tecnología energética” (PLAN EETE) más conocido por sus siglas en inglés “SET plan” publicado el 22 de noviembre de 2007 por la comisión europea y aprobado por el parlamento europeo el 13 de junio de 2008. (documento disponible en <http://www.europarl.europa.eu/oeil/FindByProcnum.do?lang=2&procnum=INI/2008/2005>)

Este documento (y sus borradores previos) fueron tenidos en cuenta a la hora de elaborar el plan de estudios del máster, ya que uno de los miembros de la comisión coordinadora, el prof. Antonio Valero, es miembro del Advisory Council de la “European Technology Platform on Zero Emission Fossil Fuel Power Plants (ETP ZEP)”. Como otras plataformas europeas en sus campos respectivos, la ETP ZEP ha colaborado en la selección de las prioridades de investigación que la comisión europea está poniendo en marcha en el VII PM.

El SET Plan establece como objetivos para 2020 los siguientes:

- 1) Reducir los gases de efecto invernadero en un 20%
- 2) Lograr que las energías renovables representen el 20% de las fuentes de energía de la UE
- 3) Reducir en un 20% de aquí a 2020 la utilización de energía primaria en la UE
- 4) Un plan de; la tarificación de las emisiones de carbono mediante un régimen de intercambio de derechos de emisión y la tributación de la energía
- 5) Un mercado interior de la energía competitivo; y una política energética internacional

La formación impartida en éste máster está enmarcada en los objetivos 1, 2 y 3.

2) **En el ámbito nacional**, encontramos el documento “Estrategia española de cambio climático y energía limpia: horizonte 2007- 2012 -2020” (documento disponible en http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/estrategia_cc/pdf/es

t_cc_energ_limp.pdf). Aprobado por el Consejo Nacional del Clima de 25 de octubre de 2007 y por el Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2007.

Este documento (y sus borradores previos) también fueron tenidos en consideración a la hora de diseñar el plan de estudios.

El capítulo 4 está dedicado a “Energía limpia”, definiéndose las siguientes áreas de actuación: Eficiencia energética, Energías renovables, Gestión de la demanda, Investigación, desarrollo e innovación.

El tratamiento conjunto de energías renovables y eficiencia energética es la línea propuesta en el documento, en consonancia con el título y el alcance del máster. La parte de gestión de la demanda quedaría también bastante bien cubierta con asignaturas como “mercados de la energía”, “Integración de energías renovables” “Gestión de redes eléctricas con fuentes renovables” y “Poligeneración”.

Así mismo, la formación ofertada en este máster contribuiría a preparar investigadores y profesionales altamente cualificados para abordar proyectos de I+D+i en la temática.

3) Finalmente destacar que el máster se enmarca perfectamente dentro de las **líneas estratégicas de la comunidad autónoma**. Esto puede verse en el II Plan Autonómico de Investigación, Desarrollo y Transferencia de conocimientos de Aragón, que puede consultarse en

http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/24/docs/Areas/Investiga/PlanAutInves/II_PLAN_AUTONOMICO_INVESTG_DESARROLLO_ARAGON.pdf

Una de las líneas prioritarias del PAID II es precisamente “FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”, que se justifica como sigue “Las energías renovables juegan un papel clave en Aragón, que se ha posicionado como una de las regiones líderes españolas en este ámbito. Se incluyen investigaciones destinadas a posibilitar el despliegue de la energía eólica, disminuyendo los costes por MW, y adaptación a cambios normativos, así como a las características del viento y el territorio. Otras energías limpias: solar, geotérmica, etc. Desarrollo de tecnologías eficientes y sistemas de control de consumos de energía. Integración de energías renovables en el sistema eléctrico, con énfasis en redes débiles y sistemas de alimentación para núcleos aislados. Producción de energía a partir de residuos agrícolas, forestales, biogás, cultivos energéticos.”

Igualmente se adaptan muy bien a los objetivos específicos del máster, las dos acciones complementarias propuestas para esta línea:

- Acción complementaria 1: Apoyo a la I+D+i en materia de uso eficiente de la energía, aprovechamiento de los recursos autóctonos y energías renovables”.
- Acción complementaria 2: Incentivos al desarrollo e implantación de arquitectura bioclimática en el ámbito residencial, transporte sostenible y mecanismos de desarrollo limpio. (nota: párrafo desubicado en la memoria. Era el segundo párrafo del apartado “antecedentes” en lugar de estar al final del apartado)

En cuanto a planes de estudios de universidades españolas, se ha encontrado la siguiente oferta de estudios relacionadas con el aquí propuesto:

- Universidad Politécnica de Barcelona (coord.): Máster Universitario en Ingeniería en Energía (Master orientación profesional).
- Universidad de Extremadura Máster Universitario en recursos renovables e ingeniería energética (Master orientación profesional).
- Universidad de Santiago de Compostela: Máster Universitario en energías renovables y sostenibilidad energética (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad Autónoma de Madrid Máster Universitario en energías y combustibles para el futuro (Master orientación investigadora)
- Universidad Europea de Madrid Máster Universitario en Energías Renovables (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad Rey Juan Carlos Máster Universitario en Tecnología y Recursos Energéticos. (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad pública de Navarra Máster Universitario en Energías Renovables: Generación Eléctrica (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad Jaume I de Castellón Máster Universitario en eficiencia energética y sostenibilidad en instalaciones industriales y edificación (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad Internacional Menéndez Pelayo Máster Universitario en Energías Renovables, Pilas de Combustible e Hidrógeno (Master orientación investigadora)

Aunque por razones obvias no se tuvo en cuenta para preparar esta memoria, cabe destacar que en para el curso 08/09 han sido aprobados tres nuevos másters dentro de esta temática :

- Universidad del País Vasco Máster Universitario en ingeniería energética sostenible (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad Politécnica de Valencia Máster Universitario en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible (Master orientación mixta: profesional y doctorado)
- Universidad de Cartagena Máster Universitario en Energías Renovables (Master orientación mixta: profesional y doctorado)

Como se ve en el curso 08/09 se impartirán en España doce títulos de máster oficial en la temática de tecnología energética/desarrollo sostenible/energías renovables, la mayor parte de ellos con carácter investigador o mixto. De éstos sólo dos (el de la UEM y el de la UPV) provienen de programas de doctorado con mención de calidad.

Para finalizar, también mencionaremos que se han consultado planes de estudios de universidades europeas y algunas americanas. Entre estos, los más parecidos al plan propuesto son los siguientes:

- MSc in Sustainable Energy de la “Technical University of Denmark” (DTU) de Dinamarca.
- Msc in Sustainable Energy Technology “Technische Universiteit Delft” (TUDelft) de Holanda
- Sustainable Energy Engineering (SEE) del “Sweden Royal Institute of Technology” (Suecia)
- Energy Science Master’s programme “Utrecht University” de Holanda.
- Msc Renewable Energy Science Courses “The School for Renewable Energy Science” de Islandia
- Msc in Sustainable Energy Futures de “Imperial College of London” de Gran Bretaña
- Msc in Energy an Nuclear Engineering del “Politecnico de Torino” en Italia.
- Msc Energy Resources Engineering de “Stanford University” de EEUU.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

La elaboración del plan de estudios se ha hecho adaptando el periodo docente del actual programa de doctorado, con mención de calidad.

El **proceso de consulta interno** fue el siguiente:

A iniciativa de las direcciones del Centro Politécnico Superior (CPS), centro proponente de este posgrado, y de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Técnica de la Universidad de Zaragoza (EUITIZ), se crea la **Comisión de Estudios Eficiales de Posgrado CPS-EUITIZ**, compuesta por 12 profesores doctores representantes de las direcciones de ambos centros, de los directores de departamento y finalmente algunos profesores elegidos por las Juntas de ambos centros. Esta comisión analizó la entonces actual oferta de doctorado y estudios propios y las necesidades del entorno, generando el documento “Planificación y estrategia de implantación de los programas oficiales de posgrado de enseñanzas técnicas en el campus río Ebro de la Universidad de Zaragoza” (Anexo III) que fue ratificado posteriormente por las juntas de ambos centros. Este proceso comienza en diciembre de 2005, y concluye en septiembre de 2006. En este documento se establece el interés de crear un programa oficial de posgrado en “Ingeniería eléctrica y energética” que contendría, entre otros, la transformación del programa de doctorado existente de “Energías renovables y eficiencia energética” y un máster de iniciación a la investigación que constituiría el periodo de formación de dicho programa de doctorado.

En los meses de septiembre a diciembre de 2007, una comisión formada por profesores del actual programa de doctorado hicieron una primera memoria del máster, que se entregó a la dirección del CPS, dando acceso a su contenido a través de la páginas web del centro, para que pudiera examinarla cualquier miembro de la comunidad Universitaria. Algunos de los profesores que participaron en la elaboración de la memoria desempeñan también puestos de relevancia en ámbitos extrauniversitarios, como por ejemplo:

Dr. Antonio Valero Capilla:

Director de la Fundación CIRCE (centro CIT desde 2001, nº 71)

Miembro del Advisory Council de la Plataforma Europea ZEP de cero emisiones (vicepresidente de la misma de 2004 a a 2006)

Experto representante de España del Comité de Energía del VII Programa Marco.

Gestor del Programa Nacional de Energía I+D+i, Subdirección General de Investigación (2004 hasta 2008)

Responsable de la Secretaría Técnica de la Plataforma Tecnológica Española del CO₂-PTECO₂ (2006-2007)

Coordinador de la Asociación Española del CO₂ – AECO₂

Dr. Mariano Sanz Badía:

Subdirector de la Fundación CIRCE (desde 1993 hasta 2007)

Líder del grupo de “Formación, Difusión y Sensibilización Social” de la Plataforma española de redes eléctricas FutuRed.

Dr. Andrés Llombart Estopiñán

Subdirector de la fundación CIRCE (desde 2007)

Esta memoria fue presentada y aprobada en las Juntas de Centro del CPS y de la EUITIZ, donde se incorporaron algunas alegaciones presentadas. El día 18 de diciembre de 2007, se envió a la comisión oficial de estudios de posgrado de la UZ.

La Comisión Oficial de Estudios de Posgrado de la UZ está compuesta por cuatro doctores (con al menos un sexenio) de cada una de las cinco macroáreas, y presidida por el rector o vicerrector en quien delegue. Además, incorpora un secretario designado por el presidente. De los cuatro doctores por macroárea, dos son provienen de la comisión de doctorado (elección por sufragio entre doctores) y otros dos son elegidos por consejo de gobierno de la universidad, sobre candidaturas personales. El 14 de enero de 2008 la CEOP emitió sus informes, dando a los centros un periodo para presentar alegaciones a dichos informes. El 1 de febrero se aprueban definitivamente en la CEOP y, previa exposición pública reglamentaria, pasan a consejo de gobierno de la UZ el 11 de febrero de 2008, en el cual se aprueban sin recibir alegaciones

El **proceso de consulta externo** fue el siguiente:

Se comentó la memoria con diversos profesionales de reconocido prestigio del sector, algunos de los cuales son colaboradores habituales como profesores externos en el doctorado o en los distintos títulos propios de temática relacionada en la Universidad de Zaragoza (sin vinculación administrativa con la misma). Algunos de ellos ya fueron consultados para los planes de estudio del doctorado (plan 98) y los planes de los estudios propios relacionados con el máster propuesto y que se detallan en el apartado 2.1 bajo el epígrafe “Antecedentes”.

Los profesionales externos son los siguientes (se especifica nombre, cargo y empresa):

- Dr. Luis Correas Usón, Director Gerente. Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón.

- Dr. César Torres Cuadra. Jefe de proyecto de sistemas de información. ENDESA distribución eléctrica S. L
- Dr. Javier Pisa. Director de la División de proyectos y desarrollos de Eficiencia Energética y Renovables. Técnicas Reunidas, S.A.
- Jaime Gros. Director General de ENDESA ARAGÓN.
- Luis Monge. Director de Desarrollo de Negocio, Vestas Mediterranea.
- Hipólito Español. Gerente Energía y Agua. GM España.
- Dr. Vittorio Verda, profesor del politécnico de Turín.

El proceso para la elaboración de la memoria modificada fue el siguiente:

En cumplimiento del art. 8 punto 5 del Acuerdo de 14 de junio de 2011, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza por el que se aprueban los criterios generales y el procedimiento para la reordenación de los títulos de Máster Universitario, la Comisión de Garantía de la Calidad de los Estudios de Máster de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la UZ aprobó la composición de la comisión para la modificación de la memoria del Máster Universitario en Ingeniería Electrónica:

PRESIDENTE: Dra. Inmaculada Arauzo Pelet (Coordinadora del Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética)

VOCALES:

Dr. José Antonio Domínguez Navarro (Profesor titular del área de ingeniería eléctrica y director del departamento de ingeniería eléctrica)

Dr. Julio Melero Estela ((Profesor titular del área de ingeniería eléctrica)

Dr. Luis Ignacio Díez Pinilla ((Profesor titular del área de máquinas y motores térmicos)

EXPERTO EXTERNO:

D. Jesús Nievas Espuelas (Red de Alta Tensión Aragón de ENDESA Distribución)

Tras la aprobación de la memoria verificada con por parte de la Comisión de garantía de calidad del máster del centro, la propuesta es informada por parte de la CEP (comisión de estudios de posgrado de la universidad) y se eleva al Consejo de Gobierno para su aprobación.

Finalmente, se solicita informe a la ANECA.

3. Competencias

COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

- CB.8. Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- CB.9. Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
- CB.10. Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
- CB.11. Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
- CB.12. Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
- CB.13. Es capaz de desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinarios y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
- CB.14. Es capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética..

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE.1. Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
- CE.2. Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su

determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

- CE.3. Conocer la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
- CE.4. Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).
- CE.5. Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones..
- CE.6. Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

4.- Acceso y admisión de estudiantes

4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la Universidad y la titulación

En relación con estos aspectos, la Universidad de Zaragoza ha elaborado dos documentos, que se citan a continuación:

- C4-DOC1: Sistemas de información previa a la matriculación
- C4-DOC2: Procedimientos de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad.

Pueden encontrarse en la página web de la Unidad de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza:

http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

En ese marco general, el centro desarrolla diversas actividades para difundir la información sobre las titulaciones que ofrece entre los potenciales alumnos. Así mismo, se programan diferentes acciones destinadas a facilitar la incorporación de los nuevos estudiantes a la vida universitaria en general y a mostrar las características propias del centro y de la titulación concreta en la que se ha matriculado.

4.1.1. Actividades de difusión de la información sobre la titulación y el centro, previas a la matriculación.

A través de la página web de la universidad www.unizar.es se puede acceder fácilmente a la página web de la titulación que contiene información actualizada sobre el perfil de ingreso, perfil de egreso, competencias de la titulación, (<http://titulaciones.unizar.es/ener-renovables/index.html>), sistema de garantía de la calidad y guía docente, con información sobre las materias (competencias, programa, profesorado, sistemas de evaluación, etc.).

A través de la página web del centro <http://www.eina.unizar.es/>, se puede acceder a una sección específica para el máster, a través de la sección “Estudios” (https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com_content&view=article&id=85&catid=79) donde se encuentra un enlace a la página anterior e información

complementaria que requiere actualizaciones más ágiles, como por ejemplo los horarios del curso, documento de información general más resumido que se actualiza anualmente con respuesta a las dudas más frecuentes expresadas por los futuros estudiantes, fechas, novedades, etc., calendario de exámenes, presentación de la jornada de bienvenida, etc. Este tipo de documentos aunque van dirigidos fundamentalmente a alumnos matriculados pueden también servir de orientación a los futuros alumnos.

Como complemento a la información general, las consultas concretas sobre el programa son atendidas por el coordinador del máster o el personal de la secretaría del centro, según si se trata de cuestiones de naturaleza académica o administrativa, por atención en persona, por teléfono o por correo electrónico.

Además, se organizan distintas actividades encaminadas a la difusión de la oferta formativa y de las actividades del centro, en particular entre los estudiantes de secundaria. Puede destacarse la participación u organización de los siguientes eventos:

- EmpZar, Feria de Empleo de la Universidad de Zaragoza. Se trata de una acción institucional de la UZ dirigida a facilitar el primer empleo a sus egresados y mostrar sus actividades académicas y de investigación, como modo de motivación a los nuevos estudiantes.
- Participación en el Salón de Educación, Formación y Empleo, en la Feria de Zaragoza.

4.1.2. Perfil de ingreso.

El máster va dirigido a licenciados, ingenieros, arquitectos, ingenieros técnicos y graduados con suficientes conocimientos de materias básicas (matemáticas, física aplicada y química) para seguir el máster con aprovechamiento.

Los perfiles de ingreso idóneos son las antiguas titulaciones de:

- Ingeniería industrial
- Ingeniería química
- Ingeniería técnica eléctrica
- Ingeniería técnica electrónica
- Ingeniería técnica mecánica

Y las nuevas titulaciones de

- Graduado en tecnologías industriales
- Graduado en ingeniería eléctrica
- Graduado en ingeniería electrónica
- Graduado en ingeniería química

También son titulaciones adecuadas:

Ingeniería de telecomunicaciones o grados en el ámbito de las telecomunicaciones, preferentemente con intensificación en electrónica

Graduado en ciencias físicas

Graduado en ciencias químicas

Graduado en ciencias ambientales

Arquitectura

En general, cualquier titulación que cubra las competencias básicas de la ingeniería industrial relativas a matemáticas, física y química puede ser adecuada. Preferiblemente, si además tienen conocimientos de las competencias comunes de la rama industrial

relativas a termodinámica y transferencia de calor y a teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

Las competencias relativas a tecnología específica mecánica (ingeniería térmica) y a tecnología específica eléctrica y electrónica (electrotécnica aplicada, transporte y distribución de energía eléctrica, electrónica de potencia y control de máquinas eléctricas) pueden ser necesarias para acceder a algunas asignaturas optativas de especialidad.

4.1.3. Información académica.

La base de datos académica de la Universidad, es la vía más directa para acceder a la información sobre los objetivos del programa formativo, programas de asignaturas o materias y, en general, cualquier aspecto académico de la titulación. Esta base de datos se actualiza anualmente y en ella pueden encontrarse desarrolladas las materias que constituyen el Plan de Estudios de las titulaciones ofertadas por la Universidad de Zaragoza, incluyendo:

- Objetivos del programa formativo
- Características generales de las materias o asignaturas
- Objetivos específicos de las materias o asignaturas
- Contenidos del programa
- Personal académico responsable de las materias
- Bibliografía y fuentes de referencia
- Criterios de evaluación

A través de la página web del centro <http://www.eina.unizar.es/>, se puede acceder a una sección específica para el máster, a través de la sección “Información académica/estudios”

(https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com_content&view=article&id=85&catid=79) donde se encuentra un enlace a la página anterior e información complementaria para el desarrollo del curso, como por ejemplo los horarios, calendario de exámenes, presentación de la jornada de bienvenida y distintas reuniones de información, etc.

Otros cauces de información de temas académicos son:

1. Tablones de anuncios de la Secretaría del centro de la titulación.
2. Listas institucionales de correo electrónico, dirigidas a PDI, PAS y alumnos, de las cuales se hace uso para comunicaciones de interés general. La gestión general de listas de correo por el Servicio de Informática y Comunicaciones de la Universidad de Zaragoza está descrita en la página web: <http://www.unizar.es/sicuz/listas/index.html?menu=listas>. Desde este enlace se puede acceder a información que pertenece a bases de datos centralizadas. Dichos datos han sido recogidos a través de procedimientos administrativos normalizados y regulados por los responsables universitarios. En muchos casos la consulta de esos datos sólo se puede realizar mediante identificación y contraseña asegurando de este modo la confidencialidad.
3. A través del Anillo Digital Docente, (<http://add.unizar.es>) se ofrece diversas herramientas de comunicación para el aprendizaje tanto presencial como no presencial, síncrono y asíncrono.

4.2. Acceso y admisión

4.2.1. Acceso

Para acceder al máster universitario en energías renovables y eficiencia energética será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior perteneciente a otro Estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el mismo para el acceso a enseñanzas de Máster que se adapte al perfil de ingreso.

4.2.2. Admisión

El solicitante deberá aportar el certificado del nivel B1 de inglés. En caso de no poseerlo el solicitante deberá aportar alguna prueba de conocimiento de inglés, por ejemplo uso habitual en la actividad profesional, estancias, etc.

La Comisión académica del máster establecerá la prelación de admisión de alumnos de acuerdo a los méritos siguientes:

- Adecuación del perfil de ingreso al máster (40%)
- Currículum vitae (40%). Dentro de este apartado se valorará
 - Participación en concursos, proyectos, realización del TFG/PFC en el ámbito del **máster**
 - Experiencia profesional o investigadora previa en el ámbito del máster
 - Becas y premios conseguidos relacionados con el máster.
 - Nivel de inglés y otros idiomas
- Nota media del expediente académico (20%)

No se contempla la opción de acceso con complementos de formación.

4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

Atención y seguimiento académico

La situación de los estudiantes de máster requiere relativamente poca orientación y apoyo a los estudiantes una vez matriculados, ya que el tiempo que permanece el estudiante de máster en la universidad es poco (entre uno y dos años), se trata de un estudiante con experiencia universitaria y, además, cuando adquiere la condición de estudiante una vez matriculado ya ha tomado gran parte de las decisiones con respecto a sus estudios (en particular, elección de itinerario y optativas). Por otra parte, no son muchos alumnos. En este máster en particular, el año que más alumnos ha habido (entre alumnos de nuevo ingreso y alumnos de años anteriores) ha sido unos 80.

Hasta la fecha, todas las consultas de estudiantes han sido atendidas por el coordinador y el personal de secretaría.

Talleres de habilidades y competencias profesionales

La dirección del centro inició en el curso 2007-08 y en colaboración con Universa una iniciativa orientada a la formación de los alumnos en habilidades y competencias profesionales. Incluye la realización de talleres con temática relacionada con: inteligencia emocional, toma de decisiones, trabajo en equipo, comunicación, gestión del estrés y gestión del tiempo. Desde entonces se han celebrado dos ediciones cada año.

(otoño/primavera), ofreciendo 3-4 talleres con una duración de entre 3 y 4 h cada uno para estudiantes de ingeniería y arquitectura. Esta acción no pretende en ningún modo repetir contenidos formativos propios de las titulaciones a las que va dirigido, sino más bien complementar o reforzar aspectos que pueden fomentar el espíritu emprendedor de los estudiantes a la hora de afrontar su paso por la carrera y frente al mercado laboral.

Servicio de Asesorías para Jóvenes de la Universidad de Zaragoza

Este servicio es fruto de un convenio de colaboración entre la Universidad y el Ayuntamiento de Zaragoza y ofrece asesoría jurídica, psicológica y sexológica.

Las asesorías, atendidas por profesionales de la máxima cualificación, están destinadas a jóvenes menores de 30 años. Ofrecen orientación ante los problemas que puedan surgir así como ayuda en la toma de decisiones que pueden ser claves para su futuro.

La utilización de las Asesorías es gratuita, anónima y personalizada, pudiendo realizarse consultas mediante entrevista personal, consulta telefónica o por correo electrónico. Las consultas a la Asesoría para Jóvenes en la Universidad de Zaragoza, se atenderán previa cita, que se solicitará en la Secretaría personalmente, por teléfono o por correo electrónico. Asimismo, se pueden realizar consultas a través de los siguientes correos electrónicos:

Asesoría Jurídica:

Universidad: juridica@unizar.es

CIPAJ: juridicacipaj@ayto-zaragoza.es

Asesoría de Estudios:

Universidad: estudios@unizar.es

CIPAJ: estudioscipaj@ayto-zaragoza.es

Asesoría Psicológica:

Universidad: psicologo@unizar.es

CIPAJ: psicologicacipaj@ayto-zaragoza.es

Asesoría Sexológica:

Universidad: sexolo@unizar.es

CIPAJ: sexologicacipaj@ayto-zaragoza.es

Además de la asesoría personalizada, se ofrecen los cursos-talleres y la colección "Sal de Dudas", donde se tratan temas de interés general y se presentan los recursos disponibles.

Ubicación: Universidad de Zaragoza

Campus Pza. San Francisco, Residencia de Profesores, 4º derecha, Calle Pedro Cerbuna, 12 (esquina c/Domingo Miral).

Teléfono: 976 761 356

Internet: www.unizar.es - correo electrónico: asesoria@unizar.es

Campus Río Ebro (Edificio Torres Quevedo) con idéntico e-mail y teléfono de contacto.

Ayuntamiento de Zaragoza-CIPAJ:

Casa de los Morlanes, Plaza de San Carlos, 4.

Teléfono: 976 721 818

Relaciones Internacionales

Este servicio presta su apoyo a los estudiantes en la gestión de programas de intercambio

Delegación de Alumnos

Presta su apoyo y orientación a los estudiantes en cuestiones de representación estudiantil y organización de actividades deportivas, culturales y otras actividades de la formación integral del estudiante.

4.4. Reconocimiento y transferencia de créditos: sistema propuesto por la universidad

Valores de la tabla inicial

	Min	Max
Cursados en enseñanzas superiores oficiales no universitarias	0%	0%
Cursados en títulos propios	0%	15%
Reconocidos por experiencia laboral y profesional acreditada	0%	15%

El Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias recoge en su preámbulo: “Uno de los objetivos fundamentales de esta organización de las enseñanzas es fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa, como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad. En este contexto resulta imprescindible apostar por un sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que los créditos cursados en otra universidad serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante”.

El R.D. 1393/2007, en su artículo sexto “Reconocimiento y transferencia de créditos”, establece que “las universidades elaborarán y harán pública su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos” con sujeción a los criterios generales establecidos en el mismo.

Se entiende por *Reconocimiento de créditos*, la aceptación de los créditos que, habiendo sido obtenidos en una enseñanza oficial de cualquier universidad, son computados en enseñanzas de la Universidad de Zaragoza a efectos de la obtención de un título oficial de Grado y de Máster. En este contexto, la primera de las enseñanzas se denominará «enseñanza de origen» y la segunda, «enseñanza de llegada».

En este apartado se considerarán los créditos que:

- 1) Correspondan a créditos cursados en otro estudio de máster.
- 2) Correspondan a cursos de doctorado o líneas de investigación de un programa de doctorado del plan 98, a razón de 1.5 ECTS por crédito. En particular, reconocerán los créditos cursados en el programa de “Doctorado en energías renovables y eficiencia energética de la universidad de Zaragoza”.
- 3) Correspondan a asignaturas de segundo ciclo de titulación superior en planes de estudio oficiales anteriores al EES.

En cuanto a la *Transferencia de créditos*, es el acto administrativo que consiste en incluir en el expediente del estudiante los créditos obtenidos en enseñanzas

universitarias oficiales parciales de Grado [no finalizadas], cursadas en cualquier universidad, que no hayan podido ser objeto de reconocimiento. La transferencia de créditos sólo se producirá cuando la enseñanza de origen esté adaptada al EEES.

En este contexto, el 9 de julio de 2009 el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza aprobó el Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos (B.O.U.Z N° 10/09 de 14 de julio de 2009, <http://www.unizar.es/sg/bouz.htm>) de aplicación a los estudios universitarios oficiales de Grado y Máster, remitiendo el reconocimiento de créditos por materias cursadas en programas de intercambio nacional o internacional a su propio reglamento.

La Universidad aprobó la actual normativa con anterioridad a la publicación del RD 861/2010 de 2 de julio, por ello, y al ser una normativa interna de menor rango, se entiende derogada en todo aquello que se oponga a dicho Real Decreto.

En concreto se contempla el reconocimiento de hasta un 15% de créditos (conjunto) cursados en títulos propios o/y por experiencia laboral y profesional acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

En caso de proceder el reconocimiento de créditos, se reconocerán asignaturas completas. Por tanto, la carga de trabajo asociada a la actividad objeto de reconocimiento deberá ser suficiente para justificar que se reconozcan el total de créditos asociados a las asignaturas relacionadas con los mismos. En caso de no ser así, no tendrá lugar reconocimiento alguno.

En todo caso no podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes al trabajo de fin de máster.

Para otorgar el título de “Máster universitario en energías renovables y eficiencia energética por la universidad de Zaragoza”, deberá cursarse al menos el 60% de los créditos de dicho programa.

5.- Planificación de las enseñanzas

5.1.- Estructura de las enseñanzas.

El máster ha sido diseñado dentro del marco general legislativo, es decir el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Asimismo, en el diseño de este máster se ha tenido en cuenta el acuerdo de 14 de junio de 2011 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza por el que se aprueban los criterios y procedimientos para la reordenación de los títulos de máster Universitario. Concretamente este acuerdo establece los siguientes requisitos para la aprobación de las memorias correspondientes a los másteres académicos:

- El número de créditos ECTS por asignatura ofertada no podrá ser inferior a 6 en el caso de asignaturas obligatorias
- Los planes de estudio de máster, una vez descontados los créditos del trabajo fin de máster, tendrán, como mínimo, el 50% de los restantes de materias o asignaturas de carácter obligatorio.

El máster que aquí se describe se estructura en torno a módulos y materias, donde se entienden los primeros como unidades académicas que incluyen varias materias que constituyen una unidad organizativa dentro del plan de estudios, y las segundas, las materias como unidades académicas que incluyen una (en general) o varias asignaturas. Como resultado se han asignado los siguientes créditos ECTS a los módulos obligatorios y a otros optativos que se ha creído conveniente establecer, para cumplir con los requerimientos propios de la Universidad de Zaragoza y realizar un correcto diseño de la planificación de los estudios.

5.1.1. Distribución del plan de estudios en créditos ECTS, por tipo de materia.

La distribución por tipos de materias y créditos se muestra en la Tabla 1. En el diseño del plan de estudios se han considerado 25 horas de trabajo de estudiante por cada crédito ECTS.

Tabla 1. Distribución por materias y créditos.

Tipo de materia	Créditos ECTS
Materias obligatorias	30
Materias optativas	30
Trabajo fin de máster	15
Créditos totales	75

5.1.2. Explicación general de la planificación del plan de estudios.

La planificación del plan de estudios se estructura en una serie de módulos. El primero es el llamado “módulo común” y agrupa a todas las materias obligatorias que deben cursar los estudiantes.

Los módulos 2, 3 y 4 contienen las materias optativas, agrupadas por itinerarios. El módulo 2 corresponde a la especialidad “sistemas térmicos”, el módulo 3 a la especialidad “sistemas eléctricos” y el módulo 4 a las llamadas “materias transversales” incluye materias de carácter más multidisciplinar, como la sostenibilidad, mercados, proyectos o prácticas externas.

El módulo 5 corresponde al trabajo fin de máster.

En la tabla 2 se muestra resumida esta estructura, incluyendo en cada módulo las materias que lo integran.

Tabla 1. Resumen del plan de estudios

1. Modulo común (30 ECTS): Semestre otoño

1.1 Materia: fundamentos de ingeniería eléctrica y energética (6 ECTS)
1.2 Materia: Energías renovables (16 ECTS): Energía eólica (5 ECTS) Energía hidráulica (1ECTS) Energía solar (5 ECTS) Energía de la biomasa (5 ECTS)
1.3 Materia: Eficiencia energética (8 ECTS): Eficiencia energética en sistemas térmicos (4 ECTS): Producción de calor, producción de frío, producción de trabajo Eficiencia energética en sistemas eléctricos (3 ECTS): eficiencia en máquinas eléctricas, compensación de reactiva, pérdidas en sistemas eléctricos Introducción a las auditorías energéticas y a la certificación energética de edificios (1 ECTS).

2. Modulo optativo: sistemas térmicos (30 ECTS): Semestre primavera

2.1 Materia: Sistemas térmicos con fuentes renovables (10 ECTS) Ampliación de energía de la biomasa (5 ECTS): combustión y gasificación. Biogás y gas de vertedero. Instalaciones de biomasa. Ampliación de energía solar (5 ECTS): solar termoeléctrica. Frío solar. Colectores PVT. Desalación con energía solar.
2.2 Materia: hidrógeno y pilas de combustible (5 ECTS)
2.3 Materia: Eficiencia energética en la edificación (5 ECTS)
2.4 Materia: Eficiencia energética en la industria (10 ECTS) Industrias intensivas en consumo de energía. Simbiosis industrial. Herramientas de análisis: auditorías, ciclo de vida, termoeconomía. (5 ECTS) Generación termoeléctrica avanzada. Plantas de emisiones cero. Comercio de emisiones. (5 ECTS)

3. Modulo optativo: sistemas eléctricos (30 ECTS): Semestre primavera

3.1 Materia: sistemas eléctricos con fuentes renovables (10 ECTS) Simulación avanzada de sistemas eléctricos con fuentes renovables (5 ECTS) Protección y control de sistemas eléctricos con fuentes renovables
3.2 Materia: Conversión y acondicionamiento de la energía eléctrica (10 ECTS) Generadores eléctricos para aplicaciones de energías renovables (5 ECTS) Control y diseño de convertidores eléctricos (5 ECTS)
3.3 Materia: Calidad de la energía y conexión a red (5 ECTS)
3.4 Materia: Generación distribuida, redes inteligentes y movilidad eléctrica (5 ECTS)

4 Módulo optativo: materias transversales: Semestre primavera

4.1 Materia: Mercados energéticos (5 ECTS)
4.2 Materia: Proyectos de instalaciones de energías renovables (5 ECTS)
4.3 Materia: Sostenibilidad energética (5 ECTS)
4.4 Materia: prácticas externas (Anual)

5 Módulo trabajo fin de máster (15 ECTS) Anual

5.1º Materia: Trabajo fin de máster (15 ECTS)

5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida.

La Universidad de Zaragoza tiene establecidos una serie de acuerdos y protocolos de actuación en la materia, que vienen definidos por los documentos:

C5-DOC 1: Programa Sicue-Séneca.

C5-DOC 2 y sus anexos: Programa de aprendizaje permanente Erasmus.

Dichos documentos se encuentran en la página web de la Unidad de Calidad y Racionalización de la Universidad de Zaragoza:

http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

Hasta la fecha, no ha sido posible planificar movilidad para los estudiantes propios, ya que la movilidad se empieza a gestionar el curso anterior al que se produce, pero entonces los alumnos a tiempo completo (que son los que optan a movilidad) todavía no están matriculados y por tanto no son alumnos. Se espera que con el esquema de 75 ECTS pueda ser posible plantear movilidad al abarcar dos cursos académicos.

No obstante si que se han firmado convenios con las universidades de Compiegne y Pau y se han recibido alumnos de intercambio de dichas universidades. En concreto, el convenio con Compiegne contempla la posibilidad de doble titulación.

5.3 Procedimientos de coordinación docente del plan de estudios

El máster cuenta con un coordinador, que es el responsable de dichos procedimientos, auxiliado por la comisión académica del máster.

A su vez, cada módulo cuenta con un coordinador del módulo, y, si procede, un coordinador de asignatura. Así, en caso de tener que realizar una consulta, el coordinador del máster se dirige al coordinador del módulo.

El coordinador elabora los horarios y calendario de evaluación del máster. También es el responsable de coordinar el proceso de revisión anual y actualización de las guías docentes, que realiza en colaboración con los coordinadores de módulo y de asignatura.

En general, los procedimientos de coordinación van asociados los de evaluación, ya que las cuestiones que requieren la acción del coordinador son o bien cuestiones del día a día o bien cuestiones que surgen en el proceso de evaluación anual.

El coordinador preside la comisión de evaluación de la calidad, formada por la comisión académica ampliada con un alumno más, un experto externo y un experto universitario en calidad.

La comisión académica emite un informe de evaluación de la titulación al final del curso académico. Una vez realizado el informe de evaluación, el coordinador realiza el cada coordinador realiza el plan de innovación y mejora que presenta a la Comisión de Garantía de Calidad del Máster y que lo aprueba si procede.

Los procedimientos que regulan estos procesos pueden consultarse en

http://www.unizar.es/unidad_calidad/calidad/procedimientos.htm

5.4. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de

5.4.1. Fichas de las materias y módulos del plan de estudios

A continuación se presenta un conjunto de fichas donde se detallan los módulos y materias que componen el plan de estudios propuesto, de acuerdo con la organización descrita anteriormente.

La mención que en algunas asignaturas se hace respecto a la existencia de prerequisites formativos (incluidos en el apartado “Comentarios adicionales”) debe

entenderse como una firme recomendación que señala la conveniencia de contar con determinados conocimientos previos con objeto de facilitar tanto el seguimiento de la asignatura como su adecuado aprovechamiento.

Cada ficha especifica las metodologías de enseñanza-aprendizaje orientadas a la consecución por el estudiante de las distintas competencias que deben adquirirse con cada asignatura. Para simplificar la presentación, se hará referencia mediante códigos alfanuméricos a las siguientes metodologías de enseñanza-aprendizaje, actividades formativas y sistemas de evaluación:

5.2 Actividades formativas

Se plantea itinerario presencial y semipresencial. Esto implica que algunas actividades formativas estarán orientadas a alumnos presenciales, otras a alumnos semipresenciales, otras a ambos tipos. Las actividades orientadas exclusivamente a alumnos presenciales son la **clase magistral** (A01) y las sesiones de **resolución de problemas y casos** (A02).

Las **prácticas de laboratorio** (A03) van dirigidas a todos los alumnos. No obstante, según la naturaleza de la práctica podrá impartirse de forma presencial o no. En el caso de que la práctica requiera manejo de equipos, medidas, uso de software especial que deba ser ejecutado en salas determinadas (número limitado de licencias, equipos especiales, etc.) la práctica será **presencial**. En ese caso, para los alumnos **semipresenciales** se realizará una **programación especial** de las prácticas de laboratorio, de tal forma que se concentren en unos pocos días para facilitar la asistencia. En el caso de prácticas que no requieran manejo de equipamiento sino de software que se pueda suministrar a los alumnos (versiones educacionales, software libre) las prácticas se podrán realizar de forma no presencial, con la documentación adecuada (guiones, vídeos tipo demo, etc.).

Las prácticas especiales (A04, visitas a instalaciones) y las prácticas en empresa (A05, optativas) serán siempre presenciales, independientemente del tipo de itinerario del alumno (presencial/no presencial).

Las actividades de trabajos docentes (A06) son iguales para todos los alumnos, ya que la actividad de tutoría del profesor puede realizarse de forma presencial u online, mediante las herramientas adecuadas (chat, foro, reunión virtual con OpenMeetings).

La actividad de estudio (A07), es igual para ambos estudiantes, aunque obviamente el estudiante semipresencial le dedicará mayor tiempo que el presencial, pues parte de la asimilación de contenidos.

A01 Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.

A02 Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.

A03 Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).

A04 Prácticas especiales (visitas a laboratorios especializados, empresas fabricantes, etc.). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).

A05 Prácticas externas curriculares. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).

A06 Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).

A07 Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..

A08 Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).

A09 Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos no presenciales.

OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. Además, dichas sesiones se pueden grabar, de forma que el alumno que no haya podido asistir pueda verlas más tarde, o bien los que han asistido repasar las explicaciones.

Las sesiones de trabajo con OpenMeetings en todo caso no son adecuadas para sustituir a la clase no presencial, ya que fijar la atención durante un largo periodo de tiempo (los alumnos presenciales asisten a clases durante 3 – 4 horas seguidas con pequeños descansos o incluso más) no es viable, pero sí es una herramienta muy adecuada para efectuar tutorías en grupo o clases de dudas sobre un tema al final del periodo de estudio, explicación de software, etc. o incluso para los mismos trabajos en grupo de los alumnos.

Porcentaje de presencialidad de las actividades formativas:

Código	Descripción	% presencialidad
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	100%
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	100%
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	100%
A04	Prácticas especiales (visitas a laboratorios especializados, empresas fabricantes, etc.). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	100%
A05	Prácticas externas curriculares. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	100%
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20%
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	0%
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	100%
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0%
A10	Trabajo autónomo del estudiante (TFM, prácticas en empresas)	10%

5.3 Metodologías de enseñanza-aprendizaje:

M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación:

- E1 Prueba escrita presencial.
- E2 Evaluación de las prácticas de laboratorio
- E3 Evaluación de trabajos dirigidos
- E4 Presentaciones y debates orales.

Los sistemas de evaluación serán los mismos para alumnos presenciales y no presenciales. La diferencia será que para alumnos no presenciales se habilitará una convocatoria especial con los exámenes concentrados en pocos días para facilitar la asistencia si tienen que desplazarse.

5.4 Detalle del plan de estudios

Módulo	Común		
Materia	Fundamentos de ingeniería eléctrica y energética		
Créditos ECTS	6	Carácter:	Obligatorio

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	6	

Resultados de aprendizaje

En esta asignatura se pretende familiarizar al alumno con aquellos aspectos fundamentales de la ingeniería eléctrica y energética y de que necesitará en asignaturas posteriores.

1. Conocimiento y aplicación de balances de energía, entropía y exergía a sistemas energéticos, los mecanismos por los cuales el calor se transfiere y su cuantificación.

2. Dada una necesidad energética, capacidad de determinar las relaciones para diseñar una instalación sencilla, y dada una modificación de sus condiciones, capacidad de inferir el resultado.

3. Resolución de circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos en régimen estacionario senoidal

4. Conocimiento de los principios fundamentales de las máquinas eléctricas de interés: transformador de potencia y generador; los modelos de línea eléctrica en función de su longitud; los elementos que constituyen una puesta a tierra; los tipos de cortocircuito que se pueden producir en este tipo de instalaciones eléctricas, y los distintos sistemas de protección habitualmente utilizados.

Saber aplicar técnicas correspondientes al análisis del funcionamiento en régimen permanente de redes eléctricas, en particular estudios de flujo de cargas

Contenidos

- 1) Termodinámica aplicada: Propiedades de las sustancias puras. Ciclos de potencia y refrigeración.
- 2) Transferencia de calor: transferencia de calor por conducción. Circuitos térmicos. Aislamiento. Aletas. Intercambiadores de calor. Convección forzada monofásica.
- 3) Fundamentos de ingeniería eléctrica: Circuitos monofásicos en régimen estacionario senoidal. Análisis de sistemas eléctricos trifásicos. Principios de máquinas eléctricas. Líneas y subestaciones eléctricas. Puestas a tierra. Cortocircuitos. Protecciones.

Observaciones

Asignatura de nivelación. Adecuada para estudiantes provenientes de ingenierías no de la rama industrial (agrónomos, forestales, telecomunicación..), licenciados en ciencias y profesionales que lleven tiempo apartados de trabajos técnicos y sin estudiar.

Al ir dirigida a alumnos de máster del área científico técnica, las explicaciones no serán tan detalladas como en el nivel de grado, sino que la comprensión se apoyará en las capacidades previas de los estudiantes y estarán muy focalizados a facilitar la comprensión de asignaturas

posteriores.

Esta asignatura se impartirá en régimen intensivo a razón de 20 horas a la semana durante aproximadamente 4 semanas.

Los alumnos que consideren que ya tienen superados estos conocimientos podrán solicitar reconocimiento de créditos.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
1	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
2	CB.3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
1	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
2	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	30/0	100

A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	15/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	15/15	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	24/24	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	60/89	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	6/6	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)

M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	50%	75%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	0%	10%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	10%	50% %

Módulo	Común		
Materia	Energías renovables		
Créditos ECTS	16	Carácter:	Obligatorio

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	16	

Resultados de aprendizaje

Comprender las características del recurso hidráulico, cómo se mide y se analiza para predimensionar los elementos de obra civil.

Comprender la clasificación y funcionamiento de los diferentes tipos de turbinas hidráulicas y analizar el proceso de selección de la turbina adecuada a cada aprovechamiento. Analizar los sistemas de regulación y control de una central hidroeléctrica.

Conocer los modos de funcionamiento, mantenimiento y seguridad de las centrales hidroeléctricas.

Conocer los aspectos básicos relacionados con la utilización de la energía eólica.

Conocer los sistemas de generación eléctrica basados en energía eólica.

Comprender las características del recurso eólico, cómo se mide y se analiza.

Comprender la estructura y el funcionamiento de un aerogenerador y de un parque eólico y analizar el proceso de ubicación de aerogeneradores en un parque eólico.

Identificar las características de la radiación solar con repercusión en el diseño de instalaciones solares, evaluando dicha radiación y sus componentes en incidencia sobre una superficie con cualquier orientación e inclinación. Evaluar el factor de sombras que puede producirse en una agrupación de colectores o en una distribución de edificios. Caracterización de sombras y bloques.

Analizar las características del espectro solar y el valor de la radiación en cada instante y emplazamiento.

Entender los diagramas solares y su utilización.

Analizar las bases de datos existentes sobre datos solares, compararlas entre si y justificar la elección de una u otra.

Identificar las distintas formas de aprovechamiento energético de la energía solar: sistemas pasivos y activos de baja entalpía y activos de alta entalpía

Conocer el rango de aplicación, las principales características, y las ventajas e inconvenientes de las distintas tecnologías solares, distinguiendo claramente entre captadores solares planos y sistemas de concentración.

Comprender y analizar críticamente los criterios para seleccionar el tipo y modelo de colector que mejor se adapte a las condiciones climatológicas, características y peculiaridades de una instalación determinada.

Conocer el estado de desarrollo actual de cada tecnología, así como los principales

países y empresas del sector.

Conocimiento de los distintos subsistemas de una instalación solar fotovoltaica, los distintos tipos de materiales fotovoltaicos y el comportamiento eléctrico de los mismos.

Conocimiento del estado actual de la implantación de sistemas eléctricos fotovoltaicos, y las perspectivas de futuro, así como la normativa aplicable en el caso de España.

Capacidad de utilizar las herramientas y técnicas necesarias para el dimensionamiento, puesta en marcha y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.

Conocer los diversos tipos de biomasa, sus propiedades y características principales relevantes para su uso energético.

Conocer los distintos procesos de utilización de la biomasa, tanto de transformación de la materia prima como aprovechamiento energético de la misma. Reconocer, en cada caso, las tecnologías apropiadas para una determinada aplicación según la materia prima disponible y el uso final.

Realizar cálculos sencillos de viabilidad y dimensionamiento de instalaciones de biomasa

Contenidos

Energía hidráulica y eólica

Aspectos básicos de la generación hidroeléctrica, conceptos hidráulicos y obra civil.

Equipamiento electromecánico, diseño, instalación, explotación y mantenimiento.

Situación de la eólica. Aspectos técnicos y sociales. Recurso.

El recurso eólico y el Aerogenerador

Dimensionado básico de instalaciones eólicas

Energía solar y biomasa

Radiación solar. Modelos de radiación. Bases de datos.

Colectores solares térmicos. Instalaciones solares térmicas de baja temperatura.

Fundamentos de la conversión fotovoltaica.

Sistemas fotovoltaicos autónomos: Componentes. Sistemas fotovoltaicos autónomos: Método de dimensionamiento. Calculo de demandas eléctricas. Calculo de potencias de los diversos componentes.

Electrificación de distintos emplazamientos: una vivienda aislada, una instalación centralizada de viviendas, un sistema de telecomunicaciones y un sistema de bombeo. Sistemas de conexión a red: centrales y sistemas fotovoltaicos en edificios.

Biomasa residual seca y cultivos energéticos. Evaluación de recursos. Cultivos energéticos. Pretratamientos Transformaciones termoquímicas. Aspectos económicos, legislativos y medioambientales.

Biomasa residual húmeda. Fuentes, recursos, impactos y perspectivas. Tratamientos y tecnologías. Plantas y viabilidad económica.

Biocarburantes. Fuentes, cultivos y producciones. Tecnologías y utilización en motores.

Observaciones

--

Competencias generales

Número	Código	Competencia
1	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
2	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
3	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
4	CB5	.Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
	CE4	Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las

Número	Código	Competencia
		medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	80/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	40/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	40/40	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	64/64	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	160/236	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	16/16	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/22	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)

Número	Metodologías docente
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	50%	75%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	0%	10%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	10%	50% %
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Común		
Materia	Eficiencia energética		
Créditos ECTS	8	Carácter:	Obligatorio

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	8	

Resultados de aprendizaje

Conoce los fundamentos de la eficiencia energética y su relación con el ahorro energético en los distintos subsistemas eléctricos.

Dispone de las habilidades para realizar estudios, profundizando en los conocimientos sobre los mecanismos de pérdidas en los distintos equipos eléctricos.

Conoce los distintos sistema de producción de calor, trabajo y frío a partir de energías renovables y combustibles fósiles.

Es capaz de calcular de forma aproximada la eficiencia energética de equipos y procesos.

Conoce los principales equipos y tecnologías para la generación de calor, frío y trabajo.

Es capaz de proponer mejoras de eficiencia en sistemas o procesos consumidores de energía, estimar los beneficios económicos asociadas a las mismas y realizar una evaluación económica de la inversión necesaria.

Es capaz de elaborar y presentar un informe sobre la auditoría energética de un proceso.

Es capaz de realizar la certificación energética de edificios utilizando los programas reconocidos oficialmente para ello.

Contenidos

Eficiencia energética en sistemas eléctricos

Relación entre eficiencia y ahorro energético. Efecto rebote

Perdidas eléctricas

Eficiencia en sistemas de generación y líneas eléctricas

Eficiencia en máquinas eléctricas

Eficiencia en sistemas de iluminación

Eficiencia en electrodomésticos y otros equipos eléctricos

Eficiencia energética en sistemas térmicos

Sistemas de conversión de energía: producción de calor, producción de trabajo, producción de frío. Descriptiva de calderas en instalaciones de ciclos de potencia y refrigeración Introducción a los sistemas de cogeneración.

Aislamiento térmico y mejora de la transferencia de calor. Redes de intercambio de calor.

Introducción a las auditorías energéticas.

Certificación energética de edificios.
Análisis económico de inversiones para la mejora de la eficiencia energética de procesos.

Observaciones

--

Competencias generales

Número	Código	Competencia
1	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
2	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
3	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
4	CB5	.Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
1	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
2	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

Número	Código	Competencia
3	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
4	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	40/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	20/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	32/32	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	80/118	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	8/8/	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/22	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluacion

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	50%	75%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	0%	10%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	10%	50% %
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas térmicos		
Materia	Sistemas térmicos con fuentes renovables		
Créditos ECTS	10	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	10	

Resultados de aprendizaje

Conocer la teoría fundamental de combustión, abarcando la termodinámica química, la cinética química y los fundamentos de transferencia de masa.

Calcular la termoquímica en sistemas de combustión, con su aplicación en el cálculo de rendimiento térmico y dimensionado de cámaras de combustión en calderas de biomasa

Conocer y saber realizar un dimensionado básico de los sistemas de pretratamiento y manejo de la biomasa: transporte, molienda y secado.

Simulación y diseño térmico del ciclo de potencia y refrigeración para centrales de biomasa.

Conocer los procesos de conversión termoquímica de la biomasa diferentes a la combustión: pirolisis y gasificación. Tecnología de pirolizadores y gasificadores.

Calculos de gasificación termoquímica de biomasa.

Cálculo de dimensionamiento de plantas de biogás con cogeneración.

Realizar el diseño térmico y dimensionado de instalaciones solares térmicas de baja temperatura que incluyan frío solar, por absorción o adsorción.

Diseño de instalaciones de producción de calor y electricidad con paneles térmico-fotovoltaicos.

Comprender y ser capaz de evaluar las implicaciones de la concentración solar.

Realizar la simulación básica de una planta de generación de energía eléctrica a partir de energía solar de concentración, incluyendo el campo solar, ciclo de potencia y refrigeración y sistema de almacenamiento.

Contenidos

Biomasa seca. Transformaciones termoquímicas: combustión, pirolisis y gasificación. Equipos: calderas, gasificadores y pirolizadores. Instalaciones de biomasa: centrales termoeléctricas y cogeneración con biomasa.

Biomasa residual húmeda: digestores. Biogás de vertedero. Instalaciones de cogeneración con biogás.

Aspectos medioambientales de las instalaciones de biomasa.

Colectores híbridos térmico-fotovoltaicos

Frío solar.

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de ingeniería térmica y procesos (nivel de ingeniero técnico industrial rama mecánica o química industrial). Dimensionado y operación de instalaciones de baja temperatura. Centrales termosolares.

Observaciones

Para esta materia es conveniente tener conocimientos de termodinámica técnica, transferencia de calor y mecánica de fluidos a nivel de ingeniero mecánico o químico.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE4	Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	50/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	26/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	24/24	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	40/40	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	100/144	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	10/10	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/32	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluacion

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas térmicos		
Materia	Hidrógeno y pilas de combustible		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	5	

Resultados de aprendizaje

- 1.- Conocer los fundamentos químicos y termodinámicos que explican el funcionamiento de las pilas de combustible y la generación de hidrógeno a partir de fuentes renovables y no renovables
- 2.- Aplicar y resolver modelos de orden cero de pilas PEMFC, SOFC y MCFC que incluyan balances de materia y energía en la pila.
- 3.- Dimensionar un sistema de generación de hidrógeno partiendo de los procesos básicos asimilados en el resultado de aprendizaje (1)
- 4.- Resolver problemas de análisis y diseño que incluyan la integración de pilas de combustible y/o sistemas de generación de hidrógeno en sistemas energéticos más generales con un alcance de estudio de viabilidad.

Contenidos

Pilas de combustible. Principio de funcionamiento. Curva de polarización. Balance de materia y energía en pilas de combustible. Pilas de baja temperatura. Pilas PEMFC. Pilas de alta temperatura. Pilas SOFC.

Aplicaciones de las pilas de combustible: cogeneración y generación de electricidad. Automoción.

Propiedades del hidrógeno. Procesos de producción de hidrógeno: reformado y electrolisis del agua. Producción de hidrógeno con energías renovables.

Almacenamiento, transporte y distribución del hidrógeno. Reformadores para pilas de combustible.

Observaciones

Competencias

Conoce los métodos más habituales de obtención de hidrógeno a partir de materias primas.

Conoce los distintos tipos de pilas de combustible y es capaz de realizar un dimensionamiento básico de pilas de membrana polimétrica y sus equipos auxiliares.

Conoce las aplicaciones más habituales de pilas de combustible (automoción, cogeneración) y puede realizar un diseño térmico básico de dichas instalaciones.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
1	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
2	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
3	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
4	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
5	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
1	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
2	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	12/12	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)

M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas térmicos		
Materia	Eficiencia energética en la edificación		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	5	

Resultados de aprendizaje

Relacionar clima y diseño bioclimático y ambos con el confort. Conocer los pasos a seguir en el análisis de un microclima para una ubicación determinada.

Identificar la arquitectura natural, su relación con el clima y la validez de los criterios que desarrolla en cada contexto.

Adquirir los conocimientos necesarios sobre la certificación, su contexto actual, así como una serie de técnicas relacionadas con la evaluación de edificios como la termografía y la medida de infiltraciones.

Conocer los elementos básicos de la arquitectura bioclimática.

Adquirir habilidades básicas sobre programas de simulación estacionaria y dinámica de sistemas de climatización en edificios.

Identificar los elementos del urbanismo sostenible, y aplicarlos en planificación urbanística ex novo y de rehabilitación.

Conocer el peso de la rehabilitación en procesos urbanísticos y los elementos básicos de dicho proceso

Conocer los elementos base de la bioconstrucción e identificar distintos aspectos del ciclo de vida de materiales.

Identificar y aplicar en diferentes casos reales los conceptos de los puntos anteriores.

Contenidos

El Urbanismo Sostenible. El metabolismo de las ciudades. Alternativas en urbanismo. Sostenibilidad, Urbanismo y Energía. Planificación y Ordenanzas. Caso de estudio: el proyecto urbanístico de Valdespartera: Análisis y conclusiones

El Clima y la edificación. Clima y Confort. Tipos de climas. Clima y edificación natural: Los invariantes climáticos. Componentes del clima en el análisis bioclimático e importancia del microclima. Balance térmico y confort: Índices térmicos y cartas bioclimáticas. El diagrama psicrométrico.

La evaluación de edificios. Elementos de la simulación de edificios. Métodos estáticos y dinámicos. Aspectos y componentes de la Certificación Añadir: Métodos estáticos y dinámicos.

Elementos de la Arquitectura Bioclimática. Principios constructivos. Elementos del diseño bioclimático: Sistemas pasivos de calefacción. Sistemas pasivos de refrigeración. Sistemas activos de calefacción y sistemas activos de refrigeración.

Observaciones

--

Competencias generales

Número	Código	Competencia
1	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
2	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
3	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
4	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
5	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
1	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

Número	Código	Competencia
2	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
3	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
4	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
5	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	12/12	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluacion

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas térmicos		
Materia	Eficiencia energética en la industria		
Créditos ECTS	10	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1	10	

Resultados de aprendizaje

Conoce los principales procesos industriales intensivos en consumo de energía
 Conoce los conceptos básicos, oportunidades y aspectos críticos de la ecología industrial y de la simbiosis industrial.

Comprender los fundamentos y metodologías del Análisis de Flujo de Materiales.
 Maneja la herramienta de ACV SimaPro 5.0., con la que será capaz de interpretar, evaluar y realizar propuestas de mejora en la gestión de las etapas de fabricación, distribución y uso del producto.

Conoce el análisis exergético y una introducción a la termoeconomía, incluyendo el cálculo de costes exergéticos y costes de inversión de equipos.

Saber aplicar correctamente el Análisis Input-Output y saber interpretar sus resultados correctamente para aplicar las simbiosis adecuadas y evaluar los beneficios

Conoce los sistemas de generación termoeléctrica avanzada con combustibles fósiles: generación en centrales supercríticas, ciclo combinado, gasificación integrada con ciclo combinado, etc. y es capaz de realizar cálculos de dimensionamiento y simulación térmica de los mismos.

Conoce los principales impactos ambientales derivados de la generación de electricidad basada en combustión y los sistemas de mitigación de los mismos, relacionados con control de la combustión y con equipos de limpieza de gases.

Conoce el fenómeno del efecto invernadero, las repercusiones que su alteración tiene sobre el cambio climático global, y los principales agentes causantes de tal alteración.

Analiza y critica las políticas destinadas a la mitigación del cambio climático y al control de emisiones, y relaciona las diferentes posturas internacionales con los intereses económicos y sociales de las partes involucradas.

Conoce las principales tecnologías destinadas a la captura de emisiones de CO₂, en uso y emergentes, susceptibles de ser aplicadas en instalaciones industriales intensivas en el consumo de energía.

Conoce las alternativas de transporte y almacenamiento permanente de CO₂.

Contenidos

Industrias intensivas en consumo de energía.
 Cogeneración y poligeneración.

Concepto de ecología industrial. Simbiosis industrial.
Herramientas de análisis: auditorías, Análisis de ciclo de vida, análisis exergético, termoeconomía.
Ejercicios prácticos de ecología industrial. Experiencias de simbiosis industrial.

Generación termoeléctrica avanzada. Aspectos medioambientales.
Control de emisiones gaseosas.
Captura y almacenamiento de CO2 Comercio de emisiones.

Observaciones

Competencias

Ser capaz de aplicar metodologías para evaluar el consumo de energía asociado a un producto durante toda su vida útil.

Conocer y saber interpretar las reglas de los mercados de emisiones.

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de ingeniería térmica y procesos (nivel de ingeniero técnico industrial rama mecánica o química industrial).

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y

		la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	50/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	26/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	24/24	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	40/40	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	100/144	0

A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	10/10	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/32	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluacion

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas eléctricos		
Materia	Sistemas eléctricos con fuentes renovables		
Créditos ECTS	10	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	10	

Resultados de aprendizaje

Saber modelar y simular dispositivos y sistemas eléctricos mediante elementos finitos en 2D

Comprender el funcionamiento en régimen estacionario y transitorio de una red eléctrica

Saber realizar estudios de cortocircuito

Conocimientos de las condiciones de estabilidad de redes eléctricas

Adquirir conocimientos para simulación de una red eléctrica en cualquier situación

Saber realizar estudios de coordinación de aislamiento en sistemas eléctricos

Comprender el funcionamiento de las protecciones en un sistema eléctrico y ser capaz de determinar su configuración adecuada en sistemas eléctricos simples

Conocimientos para la interpretación de incidencias en las protecciones de un sistema eléctrico con fuentes renovables

Comprender cómo funciona el control de tensión y frecuencia en sistemas eléctricos con fuentes renovables

Conocimientos de las condiciones de estabilidad de redes eléctricas

Adquirir conocimientos básicos de transporte de energía mediante HVDC y su tecnología asociada

Contenidos

Simulación avanzada de sistemas eléctricos con fuentes renovables

- 1 Simulación de redes eléctricas, régimen permanente.
2. Simulación de redes eléctricas, régimen transitorio.
3. Estabilidad de sistemas eléctricos con fuentes de energía renovable.
4. Simulación por elementos finitos de sistemas eléctricos.

Protección y control de sistemas eléctricos con fuentes renovables

Coordinación de aislamiento

Protecciones y análisis de incidencias en sistemas eléctricos con fuentes de energía renovable

Control de tensión y frecuencia en sistemas eléctricos con fuentes de energía renovable

Transporte en HVDC

Observaciones

Competencias

Conocimientos y capacidades para la realización de simulaciones avanzadas que permitan analizar el comportamiento de sistemas eléctricos con fuentes renovables a partir de los datos de diseño de dichos sistemas.

Conocimientos y capacidades que permitan determinar las características de diseño de sistemas eléctricos a partir de simulaciones previas de comportamiento.

Conocimientos y capacidades para la determinación de las protecciones y su configuración en un sistema eléctrico con fuentes renovables

Conocimientos y capacidades para el control de tensión y frecuencia en sistemas eléctricos con fuentes renovables

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de electrotecnia y redes (nivel de ingeniero técnico industrial rama eléctrica o electrónica industrial y automática)

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la

		investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	50/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	26/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	24/24	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	40/40	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	100/144	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	10/10	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/32	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
--------	----------------------

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas eléctricos		
Materia	Conversión y acondicionamiento de la energía eléctrica		
Créditos ECTS	10	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	10	

Resultados de aprendizaje

Conocimiento de los esquemas de conversión de potencia entre máquina eléctrica y red eléctrica.

Conocimiento de como es el control de los sistemas de potencia utilizando convertidores de potencia.

Conocimiento de como se aplican los sistemas de conversión electrónicos en los sistemas generadores a partir de fuentes renovables. Aplicaciones en eólica y fotovoltaica.

Conocer los distintos tipos de generadores eléctricos de aplicación en energías renovables, identificando sus ventajas e inconvenientes para cada aplicación

Capacidad para realizar el modelado y análisis del funcionamiento de diversos generadores eléctricos para optimizar el aprovechamiento de la fuente de energía, con especial atención a la energía eólica.

Capacidad para realizar el diseño básico de un generador en particular aquéllos que trabajan a velocidad variable.

Contenidos

Generadores eléctricos para aplicaciones de energías renovables.

Tipos de generadores. Aplicación en instalaciones de fuentes renovables.

Generación a velocidad variable.

Diseño de generadores eléctricos

Control y diseño de convertidores eléctricos

Introducción a las técnicas básicas de análisis y operación de sistemas electrónicos de potencia. Célula elemental de conmutación.

Análisis funcional de las principales topologías de convertidores de potencia.

Esquemas de conversión de potencia entre máquina eléctrica y red eléctrica.

Control de los sistemas de potencia utilizando convertidores de potencia.

Convertidores electrónicos de alta potencia. Tendencias, topologías y principios básicos de funcionamiento.

El convertidor multinivel de 3 niveles.

Aplicación de los sistemas de conversión electrónicos en los sistemas generadores a partir de fuentes renovables. Esquemas básicos y ventajas funcionales. Aplicaciones en

eólica y fotovoltaica.

Observaciones

Competencias

Conocimientos y capacidades para la realización del control de convertidores eléctricos de potencia y su aplicación en fuentes renovables

Conocimientos y capacidades para el diseño de convertidores eléctricos de potencia y su aplicación en fuentes renovables

Conocimientos y capacidades para la selección y optimización de un generador eléctrico para fuentes de energía renovables

Conocimientos y capacidades para el diseño de generadores eléctricos de aplicación en fuentes renovables

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de electrotecnia, control y máquinas eléctricas (nivel de ingeniero técnico industrial rama eléctrica o electrónica industrial y automática)

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación

		más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	50/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	26/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	24/24	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	40/40	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	100/144	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	10/10	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/32	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)

M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%

E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Sistemas eléctricos		
Materia	Calidad de la energía y conexión a red		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	5	

Resultados de aprendizaje

Es capaz de seleccionar los sensores y dispositivos más adecuados para la realización de medidas y ensayos eléctricos.

Es capaz de describir la fenomenología de la calidad de suministro eléctrico, sus parámetros básicos y la normativa vigente.

Tiene capacidad de analizar críticamente resultados de medidas de calidad de suministro eléctrico interpretando de forma correcta si la instalación en la que se han llevado a cabo cumple los requisitos dados por la normativa vigente y aportando posibles soluciones a los problemas encontrados.

Puede planificar una medida de calidad de suministro eléctrico seleccionando la instrumentación adecuada así como el punto (o los puntos) de medida en función de información previa de la instalación a estudiar.

Conocer en base a los conceptos de calidad de red cual debe ser la respuesta ante perturbaciones de una red eléctrica

Conocer los diferentes grid codes internacionales y, especialmente, los procedimientos de operación nacionales (PO12.3 y P= 12.2) que regulan la conexión de EERR a la red .

Contenidos

Temario

Sensores eléctricos.

Calidad y fiabilidad de suministro, parámetros de calidad de suministro.

Normativa de calidad de suministro en EERR. Ensayos en EERR

Respuesta ante perturbaciones: PO12.3, PO12.2, Grid Codes internacionales

Observaciones

Competencias

Conocimientos y capacidades para el análisis y la realización de ensayos que permitan obtener información sobre la calidad de la energía en sistemas con fuentes renovables

Conocimientos y capacidades para el impacto en la red eléctrica de fuentes renovables

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de electrotecnia y

redes (nivel de ingeniero técnico industrial rama eléctrica o electrónica industrial y automática)

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y

		prediseño de dichas instalaciones.
--	--	------------------------------------

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	12/12	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)

Número	Metodologías docente
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	50%	75%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	0%	10%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	10%	50% %
E4	Presentaciones y debates orales.	0%	0%

Módulo	Sistemas eléctricos
Materia	Generación distribuida, redes inteligentes y movilidad eléctrica
Créditos ECTS	5 Carácter: Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	5	

Resultados de aprendizaje

Conoce los sistemas de generación de E.R y los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica

Conoce las configuraciones de potencia adecuadas para realizar la integración de los sistemas de generación y almacenamiento en microrredes

Conoce las configuraciones de potencia adecuadas para realizar la conexión de los sistemas de generación y de las microrredes a la red eléctrica, y para funcionamiento aislado

Conoce las tecnologías básicas de comunicaciones y el flujo de información necesario para la operación de las denominadas redes inteligentes

Conoce los conceptos básicos de movilidad eléctrica y su posible integración en la generación distribuida

Conoce las condiciones de calidad de red y seguridad de suministro que deben cumplir los sistemas de generación distribuida y la microrredes para su conexión a la red eléctrica y para funcionamiento aislado

Conoce las ventajas que aporta la generación distribuida y las microrredes al ser conectadas a la red eléctrica, en urbanos, rurales, industrial y para funcionamiento aislado

Contenidos

Generación distribuida.
 Redes inteligentes. Redes de comunicación en instalaciones eléctricas.
 Movilidad eléctrica.
 Diseño de sistemas aislados. Operación de sistemas aislados.

Observaciones

Competencias

Conocimientos y capacidades para el análisis y diseño de sistemas de generación distribuida
 Conocimientos y capacidades para el análisis y diseño de redes inteligentes

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones

Número	Código	Competencia
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	12/12	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)

Número	Metodologías docente
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Transversal		
Materia	Sostenibilidad energética		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	5	

Resultados de aprendizaje

- 1) Conocer las interacciones entre la energía, el desarrollo, el impacto medioambiental del crecimiento y las necesidades económicas. Descender al caso europeo, español y en Aragón
- 2) Analizar los consumos energéticos actuales y las tendencias de futuro, sus impactos globales y locales y modelos de sostenibilidad social asociados a los consumos energéticos.

Contenidos

Energía y sostenibilidad
El valor del dinero
Cambio climático
La conferencia de Copenhage
El agotamiento de los minerales
Las leyes de la eficiencia energética
Captura y almacenamiento de CO2
Producción de hidrógeno
Ecología industrial

Observaciones

Competencias

Es capaz de evaluar de forma preliminar las interacciones entre energía, desarrollo, impacto ambiental, consumo de materias primas y economía, y realizar análisis cuantitativos aproximados sobre la sostenibilidad de distintos modelos energéticos.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

Número	Código	Competencia
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	40/0	100

A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	30/30	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/74	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la

Número	Metodologías docente
	pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	10%	20%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Transversal		
Materia	Mercados de la energía		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	1		

Resultados de aprendizaje

--

Contenidos

Unidad 1.- Geopolítica de la energía.

Unidad 2.- Regulación de los sectores energéticos.

2.1.- Mercados regionales. Mercado interior de la Unión Europea

2.2.- Economía del sector eléctrico. Mercados mayoristas de generación y a plazo.

2.3.- Mercado de comercio de emisiones.

2.4.- Operación técnica y servicios complementarios.

2.5.- Regulación del transporte y la distribución.

Unidad 3.- Contratación del suministro.

3.1.- Mercados minoristas. Comercialización de electricidad.

3.2.- Opciones de contratación de los consumidores. Tarifas de acceso.

3.3.- Negociación de contratos de suministro.

Unidad 4.- Eficiencia económica del sector eléctrico español.

4.1.- Análisis económico de la eficiencia del sector eléctrico español.

4.2.- Análisis económico de la regulación del sector eléctrico español.

Unidad 5.- Regulación de la generación distribuida.

5.1.- Modelos de regulación y retribución de las energías renovables.

5.2.- Régimen Especial de las energías renovables y la cogeneración en España.

5.3.- Gestión óptima de plantas de cogeneración.

Unidad 6.- Mercados gasista e hidrocarburos.

6.1.- Regulación y funcionamiento del sector gasista español.

6.2.- Regulación y funcionamiento del sector de hidrocarburos español.

Observaciones

Competencias

Identifica los distintos modelos de mercados energéticos aplicados internacionalmente y explica el funcionamiento y las disfunciones de cada uno.

Es capaz de optimizar y negociar las condiciones técnicas y económicas de los contratos de suministro de electricidad y gas.

Aplica distintas técnicas matemáticas a la caracterización de la demanda eléctrica, el cálculo de precios de la energía y el despacho óptimo de autoprodutores.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB1	Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB3	Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A03	Prácticas de laboratorio (realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura). Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	12/12	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	20/20	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M2	Aprendizaje basado en problemas Enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en pequeños grupos y bajo la supervisión de un tutor. (presencial y semipresencial)
M3	Prácticas de laboratorio: Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado (instalaciones especializadas, aulas informáticas, centros de computación). (presencial y semipresencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)

Número	Metodologías docente
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M6	Realización de trabajos de búsqueda de información: actividad en el que el estudiante debe aplicar los conocimientos aprendidos en la asignatura para trabajar por su cuenta un tema complementario al temario, que incluye búsqueda bibliográfica y crítica de la información analizada. (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	50%	75%
E2	Evaluación de las prácticas de laboratorio	0%	10%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	10%	50% %
E4	Presentaciones y debates orales.	0%	0%

Módulo	Tranversal		
Materia	Proyectos de energías renovables		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Semestral	2	5	

Resultados de aprendizaje

Conocer las etapas básicas de un proyecto de energías renovables.
 Conocer la legislación aplicable
 Conocer las partes básicas de una instalación de energías renovables

Contenidos

Legislación aplicable a energías renovables.
 Impacto ambiental de las energías renovables.
 Instalaciones de generación de electricidad con energías renovables: eólica, termosolar, fotovoltaica, biomasa, minihidráulica.
 Instalaciones de climatización con energías renovables. Producción de calor y cogeneración con energías renovables.
 Estudios de viabilidad.

Observaciones

--

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB2	Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB4	Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética;
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un

Número	Código	Competencia
		público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
	CE4	Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).s.
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas Pres/noPres	Presencialidad (%)
A01	Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	25/0	100
A02	Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura). Sólo para alumnos presenciales.	13/0	100
A06	Trabajos docentes. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	32/32	20
A07	Estudio. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales)..	50/72	0
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos (presenciales y semipresenciales).	5/5	100
A09	Sesiones de trabajo con OpenMeetings. Sólo alumnos semipresenciales	0/16	0

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M1	Clase de teoría: Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte de un profesor, incluyendo la realización de ejercicios prácticos en la pizarra. (sólo presencial)
M4	Casos: Técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas y tutorizadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. (presencial y semipresencial)
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)
M8	Estudio personal: tiempo dedicado por el estudiante a comprender y asimilar la información recibida durante el curso, principalmente en clase de teoría, pero también a través de lecturas recomendadas, resultados de trabajos, etc. (presencial)
M9	Sesiones de trabajo con OpenMeetings: OpenMeetings es un software libre que permite realizar conferencias a través de internet. Además, permite compartir el escritorio, con lo cual todos los asistentes pueden ver la pantalla del ordenador y por tanto presentaciones, ejecución de software, etc. por lo cual es muy adecuado para la docencia a distancia. (presencial y semipresencial)
M10	Estudio con material docente online: estudio personal con material multimedia más allá de los apuntes o presentaciones: vídeos de seminarios especiales convenientemente montados, vídeos formativos, demos de usos de programas, cuestionarios de autoevaluación para ver si se han comprendido la materia, etc. (semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E1	Prueba escrita presencial.	30%	50%
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	20%	50%
E4	Presentaciones y debates orales.	10%	20%

Módulo	Transversal		
Materia	Prácticas externas		
Créditos ECTS	5	Carácter:	Optativo

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español, inglés, otros
Anual		5	

Resultados de aprendizaje

--

Contenidos

El alumno se integra en una empresa, equipo de investigación, sección de la administración, etc. don de aplicará las competencias adquiridas durante el máster.

Observaciones

El alumno tendrá un tutor en la empresa/grupo de investigación y un tutor en la universidad. Al inicio de las prácticas se fijará un plan de trabajo del alumno. Al final de las mismas, se evaluará su trabajo mediante informe del tutor de la empresa/grupo de investigación y exposición del alumno del trabajo y actividades realizadas en las prácticas.

Esta materia es siempre presencial en el lugar donde se desarrollen las prácticas, independientemente de si el alumno sigue la modalidad presencial o semipresencial para el resto del programa.

En principio las prácticas pueden ser en España o en el extranjero, según disponibilidad de convenios.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

Número	Código	Competencia
	CB6	Es capaz de desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB7	Es capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
	CE4	Ser capaz de aplicar metodologías para evaluar el consumo de energía asociado a un producto durante toda su vida útil.
	CE4	Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas	Presencialidad (%)
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos.	5	100
A10	Trabajo autónomo del estudiante (TFM, prácticas en empresas)	120	10%

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	50%	8%
E4	Presentaciones y debates orales.	20%	50%

Módulo	Trabajo fin de máster		
Materia	Trabajo fin de máster		
Créditos ECTS	15	Carácter:	Obligatorio

Despliegue temporal

Tipo	Periodo	ECTS	Lenguas en las que se imparte: español
Anual		15	

Resultados de aprendizaje

El alumno será capaz de realizar una memoria síntesis del trabajo realizado en un tema de investigación a nivel de máster, en la que se incluirá una descripción del estado del conocimiento en el ámbito específico de la misma, la descripción del trabajo experimental o de simulación realizado y las conclusiones derivadas del mismo

El alumno será capaz de realizar una presentación pública adecuada de la memoria realizada

El alumno será capaz de responder adecuadamente cuestiones relativas al trabajo realizado y su presentación.

Contenidos

--

Observaciones

El trabajo de fin de máster (TFM), de 15 créditos ECTS, consistirá en la realización de un trabajo o proyecto, e.g. de iniciación a la investigación, de innovación tecnológica, etc., en el ámbito del máster, en el que se pongan de manifiesto los conocimientos y aptitudes adquiridas por el alumno. Para su evaluación, el estudiante deberá presentar una memoria escrita, acompañada del material que en su caso se estime adecuado, así como realizar su defensa pública ante un tribunal.

El TFM deberá contar con un director o directores que tutelen y supervisen la labor del estudiante. La dirección del mismo debe ser asumida por un profesor que imparta docencia en el máster, o por un profesor, investigador o profesional perteneciente o externo a la Universidad de Zaragoza que cuente con la titulación de doctor y experiencia en el ámbito del TFM. En estos últimos casos, la Comisión Académica del máster confirmará la adecuación del director al tema del TFM y designará, en su caso, un ponente que ha de ser profesor del máster.

Competencias generales

Número	Código	Competencia
	CB5	Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB6	Es capaz de desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;
	CB7	Es capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética

Competencias específicas

Número	Código	Competencia
	CE1	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE2	Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
	CE3	Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.
	CE4	Ser capaz de aplicar metodologías para evaluar el consumo de energía asociado a un producto durante toda su vida útil.
	CE4	Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).
	CE5	Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
	CE6	Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Actividades formativas

Número	Actividad formativa	Horas	Presencialidad (%)
A08	Pruebas de evaluación. Todos los alumnos.	5	100
A10	Trabajo autónomo del estudiante (TFM, prácticas en empresas)	370	10%

Metodologías docentes

Número	Metodologías docente
M5	Tutoría: Período de instrucción realizado por un tutor con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases (presencial y semipresencial)
M7	Presentaciones: exposición de resultados de un caso, trabajo, proyecto, trabajo crítico o expositivo sobre un tema, etc. delante del público, respondiendo al final a las preguntas que se formulen. Esta presentación puede ser individual o en grupo. (presencial y semipresencial)

Sistemas de evaluación

Número	Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E3	Evaluación de trabajos dirigidos	50%	8%
E4	Presentaciones y debates orales.	20%	50%

5.5. Sistema de Calificación.

Con carácter general, el sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el artº 5 RD 1125/2003 de 5 de septiembre (BOE de 18-9), por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones de las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0,0 - 4,9	Suspenso (SS)
5,0 - 6,9	Aprobado (AP)
7,0 - 8,9	Notable (NT)
9,0 - 10	Sobresaliente (SB)

Asimismo deberá tenerse en cuenta lo aprobado en Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de fecha 21 de diciembre de 2005 sobre asignación de calificaciones numéricas en los procesos de reconocimiento de créditos de asignaturas.

6.- Personal Académico.

6.1 Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto

La estimación de profesorado necesario se hace en base a las horas de docencia presencial, más una hora por ETCS y alumno para la tutela de trabajos y dirección del proyecto de fin de máster (esta dedicación se entiende como un máximo, puede ser finalmente menor según la forma en que se plantee la tutela de los trabajos). Se sobreentiende que los profesores dedicarán, además, el tiempo requerido para la preparación de las actividades y para la atención a los estudiantes, actividades que actualmente no se contabilizan para los cálculos de necesidades de profesorado. En función del número de estudiantes, resultan un total de alrededor de ~~2000~~ 2900-3700 horas (ver Tabla 1). Los profesores disponibles de la plantilla de la universidad de Zaragoza, que son actualmente ~~29~~ 33, especialistas en cada una de las materias (ver Tabla 2), compaginarán esta docencia con otras actividades docentes e investigadoras, resultando una dedicación promedio ~~inferior al 30%~~ **entre el 35-45 %** del total de su disponibilidad docente. Esta dedicación podría verse levemente reducida en el caso de incorporarse profesorado de apoyo adicional, o colaboraciones externas. ~~En cualquier caso, este encargo no supone alteración significativa con respecto al de los cursos y dirección de trabajos de investigación del actual programa de doctorado.~~ **Este profesorado es aproximadamente el 40% del área de máquinas y motores térmicos y el 30% del área de ingeniería eléctrica, con lo cual queda capacidad docente para el resto de titulaciones atendidas.**

Tabla 1 *Horas de disponibilidad necesarias para la impartición del máster (actualizada con la nueva configuración)*

Nº alumnos	15	20	30
-------------------	-----------	-----------	-----------

Docencia presencial	1425	1425	1425
Trabajos prácticos	112	149	223
Proyecto de fin de máster	225	300	450
Total	1762	1874	2098
Profesores TC equivalentes	7,34	7,81	8,74
Alumnos por profesor	2,04	2,56	3,43

Modalidad Presencial

Obligatorias	horas/ alumno	grupos de docencia	30 alumnos	45 alumnos
Clases magistrales	225	1	225	225
Prácticas	75	2	150	150
Trabajos	180		216	324
Optativas				
Clases magistrales	562.5	1	562.5	562.5
Prácticas	187.5	1	187.5	187.5
Trabajos	180		216	324
TFM	15		450	675
Horas de profesor			2007	2448

Modalidad semipresencial

	factor	alumnos	alumnos
Semipresencial	0.5	15	30
Docencia online obligatorias	113	113	113
Docencia online optativas	281	281	281
Trabajos	360	216	432
TFM	15	225	450
Horas de profesor		835	1276

Para la modalidad semipresencial se ha calculado un encargo docente para seguimiento, tutorías y elaboración de material online del 50% de las clases magistrales. Las tutorías por trabajos académicos y TFM igual que para presenciales. Las prácticas no se contabilizan porque se supone que los alumnos semipresenciales se incorporarían a los grupos existentes para los presenciales.

Queda abierta la posibilidad de incorporar profesorado de apoyo adicional, entre los profesores doctores disponibles en los departamentos participantes, para contribuciones en actividades concretas (prácticas y tutela de trabajos), como forma de ir incrementando gradualmente la plantilla de profesorado del máster, que inicialmente es la del programa de doctorado con mención de calidad.

Se prevé en algunos casos la participación de investigadores externos en el régimen

habitual de profesores colaboradores en el doctorado. En todo caso, la financiación necesaria se solicitará a convocatorias públicas al efecto.

En el caso de que se quiera incluir la participación como colaboradores externos de profesionales de reconocido prestigio, se utilizarán las vías que la universidad ha establecido a tal efecto (programa de colaboradores extraordinarios, profesores invitados, colaboración en la docencia del personal investigador, etc.)

En cuanto al personal técnico, ya se cuenta en los departamentos de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica con maestros de taller para dar soporte en las prácticas y mantener los equipos de laboratorio, como parte de su dedicación. Los dos técnicos disponibles, con nivel de FP2, son especialistas en termotecnia y electricidad, respectivamente.

Además se cuenta en el centro con 5 técnicos informático del Servicio de Informática y Comunicaciones de la UZ, responsables del mantenimiento de los equipos informáticos, y por último con el personal de secretaría del centro que colaboran en la atención a los estudiantes y en aspectos administrativos

Tabla 2 Profesorado actualmente disponible para la impartición del máster (actualizada)

Nombre	Categoría académica	Puesto	Departamento	Experiencia docente	Experiencia investigadora o profesional
Arauzo Pelet, Inmaculada	Dra. Ingeniera Industrial	TU	Ingeniería mecánica	Tecnología energética; Transferencia de calor	Optimización de procesos en centrales térmicas; Combustión; Tecnologías de uso limpio del carbón
Arcega Solsona, Francisco Javier	Dr. Ciencias Físicas	CEU	Ingeniería eléctrica	Metrología eléctrica y ensayos eléctricos; Ingeniería eléctrica	Metrología eléctrica; Mantenimiento preventivo, control y mejora de la medida; Calidad de onda y compatibilidad electromagnética; Calidad aplicada tanto en empresa como en educación
Arroyo García, Juan Baustista	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Impacto en la red	Sistemas eléctricos de potencia
Bayod Rújula, Angel Antonio	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Análisis de circuitos y sistemas eléctricos; Sistemas solares fotovoltaicos; Eficiencia energética en sistemas eléctricos	Dimensionado y puesta en marcha de sistemas solares fotovoltaicos; Evaluación de la calidad eléctrica (power quality) en sistemas eléctricos industriales
Bernal Agustín, José Luis	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Teoría de circuitos; Laboratorio de electricidad; Tecnología eléctrica; Líneas y redes eléctricas; Distribución de energía eléctrica; Centrales y subestaciones eléctricas	Aplicaciones de algoritmos evolutivos; Diseño y evaluación de sistemas fotovoltaicos; Diseño de sistemas híbridos; Diseño de sistemas de distribución de energía eléctrica; Mercados eléctricos

Nombre	Categoría académica	Puesto	Departamento	Experiencia docente	Experiencia investigadora profesional
Correas Usón, Luis Carlos	Dr. Ingeniero Industrial	COL-EXT.	Fundación del Hidrógeno de Aragón	Transferencia de calor; Tecnología energética; Termodinámica	Termoeconomía; Hidrógeno y pilas de combustible; Integración de energías renovables
Comech Moreno, M Paz	Dra. Ingeniera Industrial	CDOC	Ingeniería Eléctrica	Electrotecnia, redes eléctricas.	Sistemas eléctricos de potencia, modelos de redes.
Cortés Gracia, Cristobal	Dr. Ingeniero Industrial	CU	Ingeniería mecánica	Transferencia de calor; Tecnología energética; Termotecnia; Instrumentación y control de sistemas fluidos y térmicos; Termodinámica y Termodinámica técnica	Termotecnia; Transferencia de calor; Combustión; Calderas de potencia; Carbón; Nuevas tecnologías de combustión; Instrumentación industrial; Simulación de equipos y procesos; Optimización energética; Energías renovables; Biomasa
Díez Pinilla, Luis Ignacio	Dr. Ingeniero Industrial	CDOC TU	Ingeniería mecánica	Tecnología energética; Termodinámica técnica; Máquinas y motores térmicos	Simulación de procesos en centrales termoeléctricas; Oxidación
Domínguez Navarro, José Antonio	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Distribución de energía eléctrica; Centrales y subestaciones eléctricas; Máquinas eléctricas	Planificación de redes eléctricas; Inteligencia computacional; Integración de energías renovables; Optimización heurística
Dufo López, Rodolfo	Dr. Ingeniera Industrial	CDOC	Ingeniería Eléctrica	Teoría de circuitos; Laboratorio de electricidad; Líneas y redes eléctricas; Distribución de energía eléctrica; Centrales y subestaciones eléctricas	Aplicaciones de algoritmos evolutivos; Diseño y evaluación de sistemas fotovoltaicos; Diseño de sistemas híbridos; Diseño de sistemas de distribución de energía eléctrica; Mercados eléctricos
García Cebrián, Lucía Isabel	Dra. Ciencias Económicas	TU	Economía y dirección de empresas	Economía de la empresa; Dirección estratégica y dirección de la producción; Regulación de monopolios naturales; Medición de la eficiencia	Regulación de monopolios naturales; Medición de la eficiencia de las empresas; Logística empresarial
García Gracia, Miguel	Dr. Ciencias Físicas	TU	Ingeniería eléctrica	Impacto en la red	Sistemas eléctricos de potencia
Gil Martínez, Antonia	Dra. Ingeniera Industrial	FEU TU	Ingeniería mecánica	Termodinámica; Termotecnia; Transferencia de calor	Tecnología y eficiencia energéticas; Combustión; Biomasa
Guerrero Campo, José Jesús	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Informática e ingeniería de sistemas	Ingeniería de sistemas y automática	Sistemas de percepción y visión por computador; Modelado e identificación; Control de producción en aerogeneradores

Nombre	Categoría académica	Puesto	Departamento	Experiencia docente	Experiencia investigadora profesional
Letosa Fleta, Jesús	Dr. Ciencias Físicas	TEU	Ingeniería eléctrica	Electromagnetismo básico y aplicado; Simulación de problemas eléctricos y magnéticos por elementos finitos; Electrocalentamiento	Caracterización de dieléctricos; Simulación por elementos finitos de sistemas de medida de corriente eléctrica; Estudio de trafos de distribución mediante elementos finitos
Llombart Estopiñán, Andrés	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Teoría de Circuitos; Metrología Eléctrica; Accionamientos Industriales; Ingeniería Eléctrica; Energía eólica	Optimización de la producción de parques eólicos; Calidad de red; Convertidores electrónicos
Martínez Gracia, Amaya	Dra. Ciencias físicas	AyDOC	Ingeniería Mecánica	Termodinámica técnica y transferencia de calor, ingeniería térmica, biomasa	Energía solar, ACV, poligeneración de agua y energía. Hidronomía física.
Melero Estela, Julio Javier	Dr. Ciencias Físicas	TU	Ingeniería eléctrica	Teoría de Circuitos; Metrología Eléctrica; Energía Eólica	Calidad de suministro eléctrico; Sistemas de medida eléctricos; Ensayos en aerogeneradores
Moreno Gómez, Francisco	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería mecánica	Motores térmicos; Ingeniería térmica; Turbomáquinas térmicas	Biocombustibles en motores alternativos; Diagnóstico de motores alternativos
Muñoz Rodríguez, Mariano	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería mecánica	Motores térmicos; Ingeniería térmica; Turbomáquinas térmicas	Biocombustibles en motores alternativos; Diagnóstico de motores alternativos
Pallarés Ranz, Javier	Dr. Ingeniero Industrial	CDOC	Ingeniería Mecánica	Termodinámica técnica y transferencia de calor, ingeniería térmica, biomasa	Combustión, oxcombustión, gasificación de biomasa.
Peña Pellicer, Begoña	Dra. en ciencias físicas	CDOC	Ingeniería Mecánica	Termodinámica técnica y transferencia de calor, ingeniería térmica, biomasa	Combustión de biomasa, ensuciamiento de calderas, medidas avanzadas en llamas.
Ramírez Rosado, Ignacio J.	Dr. Ingeniero Industrial	CU	Ingeniería eléctrica	Ingeniería eléctrica	Planificación, operación y control de sistemas de energía eléctrica
Romeo Giménez, Luis Miguel	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería mecánica	Transferencia de calor; Instrumentación y simulación de sistemas térmicos	Captura y almacenamiento de CO ₂ ; Combustión en lecho fluidizado; Oxcombustión; Centrales supercríticas
Royo Herrero, Francisco Javier	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería mecánica	Termodinámica; Ingeniería Térmica; Centrales Térmicas	Centrales térmicas; Biomasa; Co-combustión
Sallán Arasanz, Jesús	Dr. Ingeniero Industrial	ASTC	Ingeniería eléctrica	Teoría de circuitos; Máquinas eléctricas; Energía eólica; Regulación y control de máquinas eléctricas	Sistemas de generación a velocidad variable; Modelado de sistemas eólicos; Electrónica de potencia

Nombre	Categoría académica	Puesto	Departamento	Experiencia docente	Experiencia investigadora profesional
Sanz Badía, Mariano	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Electrónica de potencia; Máquinas eléctricas; Centrales eléctricas	Configuraciones de electrónica de potencia; Control de máquinas eléctricas; Integración de energías renovables; Impacto en la red de las energías renovables
Sanz Osorio, José	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Electrónica de potencia; Máquinas eléctricas;	Configuraciones de electrónica de potencia; Control de máquinas eléctricas; Integración de energías renovables; Vehículo eléctrico.
Teruel Doñate, Enrique	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Informática e ingeniería de sistemas	Ingeniería de sistemas y automática	Modelado y simulación de sistemas dinámicos; Control y automatización de procesos; Soft computing
Turégano Romero, José Antonio	Dr. Ciencias Físicas	TU	Ingeniería mecánica	Termodinámica; Termodinámica técnica; Termotecnia; Planificación energética	Didáctica en energía; Análisis de datos climáticos; Optimización energética de edificios; Urbanismo sostenible; Desarrollo de normativas para diseño sostenible en el sector residencial
Uche Marcuello, Javier	Dr. Ingeniero Industrial	CDOC	Ingeniería mecánica	Tecnología energética; Termodinámica técnica; Transferencia de Calor.	Integración de procesos, termoeconomía, energía y agua.
Usón Gil, Sergio	Dr. Ingeniero Industrial	AYDOC	Ingeniería Mecánica	Termodinámica técnica, ingeniería térmica, termoeconomía.	Termoeconomía; Diagnóstico termoeconómico de sistemas complejos
Usón Sardaña, Antonio	Dr. Ingeniero Industrial	TEU	Ingeniería eléctrica	Electromagnetismo básico y aplicado; Simulación de problemas eléctricos y magnéticos por elementos finitos; Electrocalentamiento	Caracterización de dieléctricos; Simulación por elementos finitos de sistemas de medida de corriente eléctrica; Estudio de trafos de distribución mediante elementos finitos
Valero Capilla, Antonio	Dr. Ciencias Químicas	CU	Ingeniería mecánica	Termodinámica; Termodinámica técnica; Termoeconomía; Centrales térmicas; Sostenibilidad energética; Pilas de combustible	Termoeconomía; Diagnóstico termoeconómico de sistemas complejos; Exergoecología (evaluación de los recursos naturales de la Tierra según el segundo principio de la termodinámica)
Velasco Callau, María del Carmen	Dra. Ciencias Físicas	TEU	Ingeniería mecánica	Termodinámica técnica; Ingeniería Térmica; Transferencia de calor	Didáctica en energía; Optimización energética de edificios; Urbanismo sostenible; Certificación energética

Nombre	Categoría académica	Puesto	Departamento	Experiencia docente	Experiencia investigadora profesional
Villa Gazulla, Juan Luis	Dr. Ingeniero Industrial	TEU	Ingeniería eléctrica	Electrónica de potencia; Máquinas eléctricas;	Configuraciones de electrónica de potencia; Control de máquinas eléctricas; Integración de energías renovables; Vehículo eléctrico.
Yusta Loyo, José María	Dr. Ingeniero Industrial	TU	Ingeniería eléctrica	Electrotecnia; Máquinas eléctricas; Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión; Mercados eléctricos	Planificación y operación óptima de redes eléctricas; Mercados eléctricos

En consonancia con lo dispuesto en el artículo 8.b de los Estatutos de la Universidad de Zaragoza, en el que se establece que corresponde a los departamentos la asignación de profesorado que ha de impartir la docencia en las materias y áreas de conocimiento de su competencia de acuerdo, en su caso, con la demanda de los centros, debe indicarse que la propuesta de profesorado deberá ser ratificada, modificada o ampliada por los Consejos de los Departamentos responsables de cada una de las materias, de acuerdo con su planificación docente anual”.

6.2 Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.

La Universidad de Zaragoza, tal como se recoge en sus Estatutos (Capítulo I, Art. 3): “h) facilitará la integración en la comunidad universitaria de las personas con discapacidades; i) asegurará el pleno respeto a los principios de libertad, igualdad y no discriminación, y fomentará valores como la paz, la tolerancia y la convivencia entre grupos y personas, así como la integración social”. Estos principios, ya contemplados en normativas de rango superior (artículos 9.2, 10, 14 y 49 de la Constitución española; ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres; ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; Ley 7/2007 de 12 de Abril, del Estatuto básico del Empleado Público; Ley 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE 24/12/2001), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, (BOE 13/04/2007), son de aplicación efectiva en los procesos de contratación del profesorado y del personal de apoyo, existiendo en la Universidad de Zaragoza órganos que velan por su cumplimiento y atienden las reclamaciones al respecto (Comisión de Garantías, Comisiones de Contratación, Tribunales de Selección, Defensor Universitario).

6.2.1 Medidas para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres

En relación con los mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombre y mujeres, en la Universidad de Zaragoza se ha creado el Observatorio de igualdad de género, dependiendo del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Comunicación, que tiene como objetivo prioritario la promoción de la igualdad de oportunidades de todas las personas que forman la comunidad universitaria. Su función

es garantizar la igualdad real, fundamentalmente en los distintos ámbitos que competen a la Universidad.

Entre otras, tiene la tarea de garantizar la promoción equitativa de mujeres y hombres en las carreras profesionales tanto de personal docente e investigador como de personal de administración y servicios. Así mismo, tiene encomendada la tarea de elaborar un plan de igualdad de oportunidades específico para la Universidad de Zaragoza.

6.4.2 Medidas para asegurar la no discriminación acceso al empleo público de personas con discapacidad

El artículo 59.1 de la Ley 7/2007 de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público, establece que las Administraciones en sus ofertas de empleo público, reservarán un cupo no inferior al 5% de las vacantes para ser cubiertas entre personas con discapacidad. En cumplimiento de esta norma, el Pacto del Personal Funcionario de la UZ en su artículo 25.2 establece la reserva de un 5% en los procesos de selección del Personal de Administración y Servicios. Para el PDI no hay normativas equivalentes, pero los órganos encargados de la selección velan por el cumplimiento de los principios de igualdad y accesibilidad, que en algunos casos se van incluyendo ya explícitamente en las disposiciones normativas al respecto.

Asimismo, el artículo 59.2 de dicho Estatuto Básico del Empleado Público establece que cada Administración Pública adoptará las medidas precisas para establecer las adaptaciones y ajustes razonables de tiempos y medios en el proceso selectivo y, una vez superado dicho proceso, las adaptaciones en el puesto de trabajo. A este respecto, la Universidad de Zaragoza tiene establecido un procedimiento a través de su Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, para que los Órganos de Selección realicen tanto las adaptaciones como los ajustes que se estimen necesarios. Además, se faculta a dichos Órganos para que puedan recabar informes y, en su caso, colaboración de los órganos técnicos de la Administración Laboral, Sanitaria o de los órganos competentes del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales o de la Comunidad Autónoma.

7. Recursos materiales y servicios⁴

7.1 Justificación de que los medios materiales y servicios disponibles (espacios, instalaciones, laboratorios, equipamiento científico, técnico o artístico, biblioteca y salas de lectura, nuevas tecnologías, etc.), son adecuados para garantizar el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos

Los medios y servicios disponibles son los que ya se están empleando para desarrollar el actual programa de doctorado con mención de calidad. Son compartidos con otras titulaciones de grado del Centro Politécnico Superior y de la Escuela Universitaria Técnica de Ingenieros Industriales, y con los estudios propios de la Universidad de Zaragoza en temáticas afines.

Para la impartición de la docencia serán necesarias tres aulas de tamaño mediano en horario de tarde, equipadas con medios informáticos como cañón y conexión a internet.

También serán necesarias salas de usuarios para realizar prácticas de ordenador o trabajo personal. Este tipo de instalaciones están disponibles tanto en el Centro Politécnico Superior como en el departamento de Ingeniería Eléctrica y en el departamento de ingeniería mecánica, y se utilizan regularmente para la impartición de prácticas del periodo docente del actual programa de doctorado.

En cuanto a laboratorios y equipos específicos se dispone de los siguientes:

Equipos relacionados con energías renovables

Paneles fotovoltaicos de diversos tipos para montaje, conexiones y medidas (62).

Elementos auxiliares como seguidor de paneles fotovoltaicos, regulador, un inversor y diversas cargas (fluorescentes, bombas), baterías, medidor de curva VI de paneles fotovoltaicos y medidores de radiación solar.

Un biogenerador de 3 kW

Un aerogenerador de 6 kW para uso didáctico (altura de la torre 13 metros), instrumentado.

Colectores solares térmicos (tubos de vacío y convencionales) con instalaciones auxiliares: soportes, interacumulador, regularador, depósitos de expansión, etc.

Cámara termográfica.

Laboratorio de Metrología Eléctrica (LME)

El Laboratorio cumple todas las especificaciones de la norma ISO 17025. En 1997 obtuvo la acreditación ENAC como Laboratorio de Calibración en Electricidad corriente continua y baja frecuencia, obteniendo así mismo en 2007 la acreditación para Ensayos en Aerogeneradores y Redes de distribución.

ÁREA DE CALIBRACIÓN (Acreditación 67/LC119)

Calibraciones eléctricas tanto en el laboratorio como en las instalaciones del cliente (calibraciones "in situ"):

⁴Este apartado se ha reescrito totalmente para dar respuesta a la motivación de informe desfavorable relativa al criterio 7 (falta de información en el ámbito)

- * · Multímetros
- * · Pinzas amperimétricas (medida directa hasta 800 A c.a.)
- * · Medidores de resistencia de aislamiento
- * · Medidores de resistencia de tierra
- * · Ohmímetros
- * · Resistencias patrón y shunts
- * · Vatímetros y medidores de factor de potencia / ángulo de fase
- * · Osciloscopios
- * · Divisores de tensión
- * · Generadores de corriente y de tensión hasta 5000 V
- * · Sondas de AT
- * · Analizadores de redes, incluyendo medidas de armónicos e interarmónicos, huecos de tensión y sobretensiones, flicker

ÁREA DE ENSAYOS (Acreditación 581/LE1265)

Ensayos de medida en el sector eólico y calidad de suministro:

- * · Toma de datos eólicos para evaluación de potencial eólico
- * · Curvas de potencia de aerogenerador según IEC 61400-12-1:2005 y procedimiento de medida MEASNET
- * · Ensayos “in situ” de calidad de red mediante analizadores Clase A según UNE-EN 61000-4-30:2004 y UNE-EN 50160:2001, realizándose la medida de los siguientes parámetros:
 - * - Frecuencia
 - * - Amplitud de la tensión
 - * - Severidad de flicker
 - * - Huecos de tensión
 - * - Sobretensiones temporales
 - * - Interrupciones de tensión
 - * - Armónicos de tensión y de corriente hasta orden 50
 - * Interarmónicos de tensión y de corriente hasta orden 50

OTROS ESTUDIOS

- * · Evaluación del recurso eólico de un emplazamiento (viabilidad energética)
- * · Estudio de la clase IEC de aerogeneradores y emplazamientos según la Norma IEC 61400-1:2005
- * · Homologación de estudios de potencial eólico
- * · Estudios de seguimiento de parques eólicos
- * - Estudios particulares en función de las necesidades del cliente

Laboratorio de Integración de Energías Renovables

Esta instalación cuenta con Dos bancadas de 22 kW para desarrollo de sistemas de control de sistemas de generación de energías renovables a velocidad variable y con una bancada de 90 kW y está constantemente mejorando su infraestructura con la instalación de nuevos equipos.

Este Laboratorio está especializado en las siguientes líneas de I+D+i:

- Análisis de impacto en red de las energías renovables.
- Desarrollo de sistemas electrónicos de potencia de conexión a red
- Mejora de la eficiencia de la captación en las fuentes de generación eólica e hidráulica mediante la utilización de sistemas a velocidad variable y disminución de la gravedad de los transitorios
- Mejora del control de factor de potencia
- Disminución de las perturbaciones inyectadas en la red
- Mejora de la robustez frente a anomalías (cortocircuitos y huecos de tensión principalmente) de la red.
- Desarrollo de sistemas de producción con distintas fuentes energéticas integradas.
- Gestión conjunta de las unidades de generación.
- Análisis y desarrollo de sistemas de almacenamiento energético.
- Desarrollo de programas de dimensionado y ubicación óptimos.
- Análisis de las protecciones del sistema eléctrico.
- Análisis de impacto en red de las energías renovables: desarrollo de modelos de comportamiento de las distintas tecnologías en los sistemas de simulación de referencia, análisis estático y dinámico de red y estudio y parametrización de protecciones.
- Desarrollo de sistemas de conexión a red basados en electrónica de potencia.
- Pruebas de distintos sistemas control.
- Análisis de sistemas integrados con o sin almacenamiento energético.
- Dimensionado óptimo de sistemas de generación distribuida.
- Desarrollo de políticas de control para sistemas de generación a velocidad variable y sistemas integrados ya estén conectados al mismo nudo o estén distribuidos.
- Pruebas de comportamiento de distintos sistemas de almacenamiento y dimensionado óptimo de estos sistemas.
- Desarrollo de un sistema de regulación y control específicamente diseñado para la integración de las energías renovables con las pilas de combustible en operación aislada de la red.
- Fomentar la generación distribuida en edificios a través de sistemas híbridos que

contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Laboratorio de cocombustión y pretratamientos de biomasa

Instalaciones:

- Combustor ciclónico de de 800 kWt de potencia nominal.
- Combustor de rotación de 500 kWt de potencia nominal
- Secadero de biomasa, de tipo rotativo, capacidad sobre 50kg/h de biomasa húmeda
- Instalación de molienda de biomasa, con molinos de impacto y corte y clasificación por cedazos y filtros.
- Equipamiento auxiliar: disipador, tolvas de alimentación, alimentadores volumétricos, filtros de depuración de gases, equipo de seguridad, almacenes de combustible.

Instrumentos avanzados:

- Bancos de deposición de alta temperatura
- Analizador de gases en chimenea
- Medida de fluctuaciones, radiación, temperatura y velocidad en llama.
- Células de carga para calibración gravimétrica de alimentadores
- Termometría inalámbrica en el secadero. Registro de temperatura del producto con sondas móviles.

Software específico disponible

Engineering equation solver, para simulación de sistemas térmicos

PV-syst para simulación de sistemas fotovoltaicos

HOGA para integración de energías renovables

Simulación de sistemas eólicos:

Wasp del RISO Nacional Laboratory de Dinamarca

Windpro de EMD

Windsim de Windsim

Windfarmer de Garrad Hassan

Homer de NREL

Otros medios

La universidad de Zaragoza dispone de un sistema de docencia semipresencial (Anillo Digital Docente, ADD) que cuenta con las plataformas Web CT 6 y Moodle, a disposición del profesorado. Para docencia presencial es también de gran ayuda para la distribución de información (apuntes, problemas, material en general y exposición de calificaciones de manera privada a cada alumno), realización de tareas (distribución y recogida de trabajos, tareas de autoevaluación), planificación del curso (herramienta calendario) y comunicación con y entre los estudiantes (chat, foro y correo electrónico).

Apoyos externos

Para el desarrollo del máster es importante la colaboración de la fundación CIRCE, que hasta ahora viene colaborando en la gestión y organización de estudios propios de la temática y del doctorado con mención de calidad, poniendo sus medios a disposición de los mismos. Entre la fundación CIRCE y la Universidad de Zaragoza existe un convenio de colaboración general desde la fundación de CIRCE (1993) y esta colaboración se va a intensificar con la creación del instituto de investigación CIRCE, instituto mixto entre ambas entidades. Este instituto mixto cuenta con el informe favorable de la ANEP, y aprobación definitiva a su creación se publicó en el Boletín Oficial de Aragón el pasado día 16 de octubre. Dado que el máster proviene de la reestructuración del doctorado en los cuales ya se colaboraba de forma habitual la fundación CIRCE, se considera conveniente seguir con dicha colaboración a través del instituto. Al tratarse de un centro de la universidad, ya no será necesario firmar ningún convenio.

El instituto CIRCE tendrá su propio edificio (en construcción, prevista entrega para mayo de 2009) que así mismo podrá utilizarse como laboratorio, pues se trata de un edificio singular, de “Emisiones cero”, y que contará con modernos sistemas de climatización basados en la arquitectura bioclimática y la energías renovables y profusamente instrumentados con fines de I+D.

Mantenimiento y actualización de los materiales y servicios:

En la Universidad de Zaragoza: a través del presupuesto docente del centro proponente y los departamentos implicados en la docencia y mediante convocatorias anuales de partidas extraordinarias para mejora del equipamiento docente, como corresponde a un estudio oficial de la universidad, así como convocatorias públicas de infraestructura y equipamiento y actividades de mecenazgo.

En la fundación CIRCE: a través de fondos propios de proyectos, convocatorias públicas de infraestructuras y equipamiento y actividades de mecenazgo.

7.1.- Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles.

Los medios y servicios disponibles son los que ya se están empleando para desarrollar el actual programa de doctorado con mención de calidad. Son compartidos con otras titulaciones de grado del Centro Politécnico Superior y de la Escuela Universitaria Técnica de Ingenieros Industriales, y con los estudios propios de la Universidad de Zaragoza en temáticas afines.

Para la impartición de la docencia serán necesarias tres aulas de tamaño mediano en horario de tarde, equipadas con medios informáticos como cañón y conexión a internet.

También serán necesarias salas de usuarios para realizar prácticas de ordenador o trabajo personal. Este tipo de instalaciones están disponibles tanto en el Centro Politécnico Superior como en el departamento de Ingeniería Eléctrica y en el departamento de ingeniería mecánica, y se utilizan regularmente para la impartición de prácticas del periodo docente del actual programa de doctorado.

En cuanto a laboratorios y equipos específicos se dispone de los siguientes:

Equipos relacionados con energías renovables

Paneles fotovoltaicos de diversos tipos para montaje, conexiones y medidas (62).

Elementos auxiliares como seguidor de paneles fotovoltaicos, regulador, un inversor y diversas cargas (fluorescentes, bombas), baterías, medidor de curva VI de paneles fotovoltaicos y medidores de radiación solar.

Un biogenerador de 3 kW

Un aerogenerador de 6 kW para uso didáctico (altura de la torre 13 metros), instrumentado.

Coletores solares térmicos (tubos de vacío y convencionales) con instalaciones auxiliares: soportes, interacumulador, regularador, depósitos de expansión, etc.

Cámara termográfica.

Laboratorio de Metrología Eléctrica (LME)

El Laboratorio cumple todas las especificaciones de la norma ISO 17025. En 1997 obtuvo la acreditación ENAC como Laboratorio de Calibración en Electricidad corriente continua y baja frecuencia, obteniendo así mismo en 2007 la acreditación para Ensayos en Aerogeneradores y Redes de distribución.

ÁREA DE CALIBRACIÓN (Acreditación 67/LC119)

Calibraciones eléctricas tanto en el laboratorio como en las instalaciones del cliente (calibraciones "in situ"):

- * • Multímetros
- * • Pinzas amperimétricas (medida directa hasta 800 A c.a.)
- * • Medidores de resistencia de aislamiento
- * • Medidores de resistencia de tierra
- * • Ohmímetros
- * • Resistencias patrón y shunts
- * • Vatímetros y medidores de factor de potencia / ángulo de fase
- * • Osciloscopios
- * • Divisores de tensión
- * • Generadores de corriente y de tensión hasta 5000 V
- * • Sondas de AT
- * • Analizadores de redes, incluyendo medidas de armónicos e interarmónicos, huecos de tensión y sobretensiones, flicker

ÁREA DE ENSAYOS (Acreditación 581/LE1265)

Ensayos de medida en el sector eólico y calidad de suministro:

- * • Toma de datos eólicos para evaluación de potencial eólico
- * • Curvas de potencia de aerogenerador según IEC 61400-12-1:2005 y procedimiento de medida MEASNET
- * • Ensayos "in situ" de calidad de red mediante analizadores Clase A según UNE-EN 61000-4-30:2004 y UNE-EN 50160:2001, realizándose la medida de los siguientes parámetros:
 - * - Frecuencia
 - * - Amplitud de la tensión
 - * - Severidad de flicker
 - * - Huecos de tensión
 - * - Sobretensiones temporales
 - * - Interrupciones de tensión
 - * - Armónicos de tensión y de corriente hasta orden 50
 - * Interarmónicos de tensión y de corriente hasta orden 50

OTROS ESTUDIOS

- * • Evaluación del recurso eólico de un emplazamiento (viabilidad energética)
- * • Estudio de la clase IEC de aerogeneradores y emplazamientos según la Norma IEC 61400-1:2005
- * • Homologación de estudios de potencial eólico
- * • Estudios de seguimiento de parques eólicos
- * - Estudios particulares en función de las necesidades del cliente

Laboratorio de Integración de Energías Renovables

Esta instalación cuenta con Dos bancadas de 22 kW para desarrollo de sistemas de control de sistemas de generación de energías renovables a velocidad variable y con una bancada de 90 kW y está constantemente mejorando su infraestructura con la instalación de nuevos equipos.

Este Laboratorio está especializado en las siguientes líneas de I+D+i:

- Análisis de impacto en red de las energías renovables.
- Desarrollo de sistemas electrónicos de potencia de conexión a red
- Mejora de la eficiencia de la captación en las fuentes de generación eólica e hidráulica mediante la utilización de sistemas a velocidad variable y disminución de la gravedad de los transitorios
- Mejora del control de factor de potencia
- Disminución de las perturbaciones inyectadas en la red
- Mejora de la robustez frente a anomalías (cortocircuitos y huecos de tensión principalmente) de la red.
- Desarrollo de sistemas de producción con distintas fuentes energéticas integradas.
- Gestión conjunta de las unidades de generación.
- Análisis y desarrollo de sistemas de almacenamiento energético.
- Desarrollo de programas de dimensionado y ubicación óptimos.
- Análisis de las protecciones del sistema eléctrico.
- Análisis de impacto en red de las energías renovables: desarrollo de modelos de comportamiento de las distintas tecnologías en los sistemas de simulación de referencia, análisis estático y dinámico de red y estudio y parametrización de protecciones.
- Desarrollo de sistemas de conexión a red basados en electrónica de potencia.
- Pruebas de distintos sistemas control.
- Análisis de sistemas integrados con o sin almacenamiento energético.
- Dimensionado óptimo de sistemas de generación distribuida.
- Desarrollo de políticas de control para sistemas de generación a velocidad variable y sistemas integrados ya estén conectados al mismo nudo o estén distribuidos.
- Pruebas de comportamiento de distintos sistemas de almacenamiento y dimensionado óptimo de estos sistemas.

- Desarrollo de un sistema de regulación y control específicamente diseñado para la integración de las energías renovables con las pilas de combustible en operación aislada de la red.
- Fomentar la generación distribuida en edificios a través de sistemas híbridos que contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Laboratorio de cocombustión y pretratamientos de biomasa

Instalaciones:

- Combustor ciclónico de de 800 kWt de potencia nominal.
- Combustor de rotación de 500 kWt de potencia nominal
- Secadero de biomasa, de tipo rotativo, capacidad sobre 50kg/h de biomasa húmeda
- Instalación de molienda de biomasa, con molinos de impacto y corte y clasificación por cedazos y filtros.
- Equipamiento auxiliar: disipador, tolvas de alimentación, alimentadores volumétricos, filtros de depuración de gases, equipo de seguridad, almacenes de combustible.

Instrumentos avanzados:

- Bancos de deposición de alta temperatura
- Analizador de gases en chimenea
- Medida de fluctuaciones, radiación, temperatura y velocidad en llama.
- Células de carga para calibración gravimétrica de alimentadores
- Termometría inalámbrica en el secadero. Registro de temperatura del producto con sondas móviles.

Software específico disponible:

Engineering equation solver (EES) de F-Chart y Termograf (elaboración propia por parte de profesores de UNIZAR), para simulación de sistemas térmicos

ASPEN para simulación de procesos térmicos y químicos.

PV-syst para simulación de sistemas fotovoltaicos

Hojas de cálculo de elaboración propia sobre Excel para cálculo de radiación solar.

Homer de NREL para la integración de energías renovables

Simulación de sistemas eólicos:

Wasp del RISO National Laboratory de Dinamarca

Windpro de EMD

Windsim de Windsim

Windfarmer de Garrad Hassan

Otros medios

~~La universidad de Zaragoza dispone de un sistema de docencia semipresencial (Anillo Digital Docente, ADD) que cuenta con las plataformas Web CT 6 y Moodle, a disposición del profesorado. Para docencia presencial es también de gran ayuda para la distribución de información (apuntes, problemas, material en general y exposición de calificaciones de manera privada a cada alumno), realización de tareas (distribución y~~

~~recogida de trabajos, tareas de autoevaluación), planificación del curso (herramienta calendario) y comunicación con y entre los estudiantes (chat, foro y correo electrónico).~~

Para ello, la Universidad de Zaragoza cuenta con la plataforma ADD (anillo digital docente), desarrollada sobre moodle 2.0.

Sobre esta plataforma se ha implementado el alta de cursos, la carga automatizada de alumnos, y se han integrado herramientas complementarias para la confección de encuestas, cuestionarios de autoevaluación y trabajo en grupo.

A través del ADD el alumno tiene acceso a los materiales de la asignatura (documentación, videos, ejercicios de autoevaluación) y puede también entregar trabajos y ejercicios y asistir a reuniones virtuales. Para la asistencia a reuniones virtuales, en el ADD se ha integrado la herramienta OpenMeetings que permite realizar reuniones virtuales compartiendo el escritorio del ordenador. Dentro de esta herramienta se pueden crear diferentes “salas” a las cuales tengan acceso sólo determinados usuarios. Esto puede utilizarse tanto para la realización de clases generales de dudas entre el profesor y los estudiantes, como tutorías particulares a demanda, como para reuniones virtuales para asumir trabajos en grupo. También pueden organizarse distintos foros temáticos.

Paralelamente se han desarrollado una serie de herramientas de soporte a los usuarios sobre cualquier tema relacionado con las plataformas, curso de apoyo docente, etc.

Toda la gestión está centralizada en el “Campus Virtual de UNIZAR”, dependiente del vicerrectorado de política académica y que se encarga también de coordinar las acciones que involucran a los distintos estamentos de la universidad (servicio de informática y comunicaciones, instituto de ciencias de la educación, biblioteca...) encargados del soporte técnico, formación etc. relacionados con la plataforma ADD.

Apoyos externos

Para el desarrollo del máster es importante la colaboración de la fundación CIRCE, que hasta ahora viene colaborando en la gestión y organización de estudios propios de la temática y del doctorado con mención de calidad, poniendo sus medios a disposición de los mismos. Entre la fundación CIRCE y la Universidad de Zaragoza existe un convenio de colaboración general desde la fundación de CIRCE (1993) y esta colaboración se va a intensificar con la creación del instituto de investigación CIRCE, instituto mixto entre ambas entidades. Este instituto mixto cuenta con el informe favorable de la ANEP, y aprobación definitiva a su creación se publicó en el Boletín Oficial de Aragón el pasado día 16 de octubre. Dado que el máster proviene de la reestructuración del doctorado en los cuales ya se colaboraba de forma habitual la fundación CIRCE, se considera conveniente seguir con dicha colaboración a través del instituto. Al tratarse de un centro de la universidad, ya no será necesario firmar ningún convenio.

El instituto CIRCE tiene su propio edificio que así mismo se utiliza como laboratorio, pues se trata de un edificio singular, de “Emisiones cero”, y que contará con modernos sistemas de climatización basados en la arquitectura bioclimática y la energías renovables y profusamente instrumentados con fines de I+D.

7.2 Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios.

No se prevé que sea necesaria la adquisición de nuevos recursos materiales y servicios, ya que hasta la fecha se estaba impartiendo el máster.

8. Resultados previstos

8.1 Estimación de valores cuantitativos para los indicadores que se relacionan a continuación y la justificación de dichas estimaciones

La justificación para las estimaciones procede de los datos recogidos durante los últimos cursos en el programa de doctorado con mención de calidad y en los estudios propios relacionados.

De la experiencia previa, se deduce que la principal causa probable de abandono es la incorporación a una actividad profesional que resulte incompatible con la continuación de los estudios, situación que es relativamente frecuente en este tipo de estudios, donde los alumnos ya están altamente cualificados, y ocasionalmente los comienzan mientras buscan un trabajo de acuerdo con sus expectativas.

Tasa de graduación: 70%

Porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en un año académico más en relación a su cohorte de entrada.

Tasa de abandono: 20%

Relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.

Tasa de eficiencia: 80%

Relación porcentual entre el número total de créditos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

8.2 Procedimiento general de la Universidad para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes⁵

El Procedimiento será mediante Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje. La Comisión Académica del posgrado (ver composición y funciones en el Anexo II de la presente memoria) será la encargada de evaluar anualmente, mediante un Informe de los Resultados de Aprendizaje, el progreso de los estudiantes en el logro de los resultados de aprendizaje previstos en el conjunto de la titulación y en los diferentes módulos que componen su plan de estudios. El Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje forma parte de la Memoria de Calidad del Master, elaborada por la citada.

Este informe está basado en la observación de las tasas y los resultados obtenidos por los estudiantes en sus evaluaciones en los diferentes módulos o materias, así como las conclusiones del Cuestionario de la Experiencia de los Estudiantes en el Master y las entrevistas que la Comisión de Calidad realiza entre profesores y estudiantes. La distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito, abandono y rendimiento académico en los diferentes módulos es analizada en relación a los objetivos y resultados de aprendizaje previstos en cada uno de ellos. Para que el análisis de estas tasas produzca resultados significativos es necesaria una validación previa de los objetivos, criterios y sistemas de evaluación que se siguen por parte del profesorado encargado de la docencia. Esta validación tiene como fin asegurar que, por un lado, los

⁵Este apartado se ha reelaborado completamente para dar respuesta a la motivación del informe desfavorable relacionada con el apartado 9 "Garantía de calidad", ya que al especificar el órgano encargado se ha visto que se había detallado poco este apartado 8.

resultados de aprendizaje exigidos a los estudiantes son coherentes con respecto a los objetivos generales de la titulación y resultan adecuados a su nivel de exigencia; y, por otro lado, esta validación pretende asegurar que los sistemas y criterios de evaluación utilizados son adecuados para los resultados de aprendizaje que pretenden evaluar, y son suficientemente transparentes y fiables.

Por esta razón, el Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje se elaborará siguiendo tres procedimientos fundamentales que se suceden y se complementan entre sí:

1. Guías docentes. Aprobación, al inicio de cada curso académico, por parte del Coordinador de Titulación, primero, y la Comisión Académica, en segunda instancia, de la guía docente elaborada por el equipo de profesores responsable de la planificación e impartición de la docencia en cada bloque o módulo del Plan de Estudios. Esta aprobación validará, expresamente, los resultados de aprendizaje previstos en dicha guía como objetivos para cada módulo, así como los indicadores que acreditan su adquisición a los niveles adecuados. Igualmente, la aprobación validará expresamente los criterios y procedimientos de evaluación previstos en este documento, a fin de asegurar su adecuación a los objetivos y niveles previstos, su transparencia y fiabilidad. El Coordinador de Titulación será responsable de acreditar el cumplimiento efectivo, al final del curso académico, de las actividades y de los criterios y procedimientos de evaluación previstos en las guías docentes.

2. Datos de resultados. Cálculo de la distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito y rendimiento académico obtenidas por los estudiantes para los diferentes módulos, en sus distintas materias y actividades.

3. Análisis de resultados y conclusiones. Elaboración del Informe Anual de Resultados de Aprendizaje. Este informe realiza una exposición y evaluación de los resultados obtenidos por los estudiantes en el curso académico. Se elabora a partir del análisis de los datos del punto anterior y de los resultados del Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes, así como de la consideración de la información y evidencias adicionales solicitadas sobre el desarrollo efectivo de la docencia ese año y de las entrevistas que se consideren oportunas con los equipos de profesorado y los representantes de los estudiantes.

El Informe Anual de Resultados de Aprendizaje deberá incorporar:

a) Una tabla con las estadísticas de calificaciones, las tasas de éxito y las tasas de rendimiento para los diferentes módulos en sus distintas materias y actividades.

b) Una evaluación cualitativa de esas calificaciones y tasas de éxito y rendimiento que analice los siguientes aspectos:

- La evolución global en relación a los resultados obtenidos en años anteriores
- Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren excesivamente bajos, analizando las causas y posibles soluciones de esta situación y teniendo en cuenta que estas causas pueden ser muy diversas, desde unos resultados de aprendizaje o niveles excesivamente altos fijados como objetivo, hasta una planificación o desarrollo inadecuados de las actividades de aprendizaje, pasando por carencias en los recursos disponibles o una organización académica ineficiente.
- Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren buenos o excelentes, analizando las razones estimadas de su éxito. En este apartado y cuando los resultados

se consideren de especial relevancia, se especificarán los nombres de los profesores responsables de estas actividades, materias o módulos para su posible Mención de Calidad Docente para ese año, justificándola por los excepcionales resultados de aprendizaje (tasas de éxito y rendimiento) y en la especial calidad de la planificación y desempeño docentes que, a juicio de la Comisión, explican esos resultados.

c) Conclusiones.

d) Un anexo (1) con el documento de aprobación formal de las guías docentes de los módulos, acompañado de la documentación pertinente. Se incluirá también la acreditación, por parte del coordinador de Titulación del cumplimiento efectivo durante el curso académico de lo contenido en dichas guías.

Este Informe deberá entregarse antes del 15 de octubre de cada año a la Dirección o Decanato del Centro y a la Comisión de Garantía de Calidad de la Universidad de Zaragoza para su consideración a los efectos oportunos.

Documentos y procedimientos:

- Guía para la elaboración y aprobación de las guías docentes (Documento C8-DOC2)
- Procedimientos de revisión del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes (Documentos C8-DOC1)

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD DEL TÍTULO

9.1. Responsables del sistema de garantía de calidad del plan de estudios.

La Universidad de Zaragoza, en Consejo de Gobierno de 15 de mayo de 2009 aprobó el Reglamento de la Organización y Gestión de la calidad de los Estudios de Grado y Máster, que regula los órganos y procedimientos encargados de asegurar la coordinación y gestión de calidad de los grados y Máster, que es posteriormente concretado en cada centro.

Acuerdo de 28 de junio de 2012 de la Junta de Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza por el que se aprueba la Normativa del Sistema Interno de Gestión de la Calidad de la Docencia en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Comisiones Delegadas EINA. Según dicho acuerdo los agentes e instrumentos del SIGCEINA son:

1. Las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia.
2. Los coordinadores de Titulación.
3. Las Comisiones de Evaluación de la Calidad de las titulaciones.
4. Las Comisiones Académicas de las Titulaciones.
5. La Comisión de Control y Evaluación de la Docencia.

9.2. Comisiones de garantía de calidad.

Las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia de la EINA son los órganos colegiados mediante los cuales la Junta de Escuela ejerce el control y la garantía de calidad de la docencia de las titulaciones de Grado y de Máster y otras titulaciones no oficiales que se impartan en la Escuela.

La EINA, tendrá dos Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia, una para los estudios de Grado y otra para los estudios de Máster y otros títulos no oficiales.

Las competencias de las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia de la EINA, por encargo de su Junta, son:

- a) Fijar los criterios de actuación de los coordinadores de todas sus titulaciones.
- b) Aprobar las propuestas de mejora que considere adecuadas para la planificación, organización y evaluación de sus estudios.

9.2.1 Funciones de las Comisiones de Garantía de Calidad de la Docencia de la EINA.

Para el desarrollo de sus competencias, las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia de la EINA tienen asignadas las siguientes funciones:

1. Informar las propuestas de la Dirección de la EINA para el nombramiento de los coordinadores de las titulaciones oficiales que se impartan el Centro.
2. Fijar las indicaciones, limitaciones y orientaciones que considere oportunas para las actuaciones de los coordinadores de Titulación.
3. Garantizar la adecuación de las propuestas y procedimientos de actuación de los coordinadores de Titulación, salvo cuando ésta se imparta de forma completa y simultánea en otro centro de la Universidad que dependerá de la Comisión Conjunta de Garantía de la Calidad de la Titulación. A tal efecto actuarán para:
 - a) Aprobar, con las modificaciones que considere oportunas, el Plan anual de innovación y calidad elaborado por cada Coordinador de Titulación.
 - b) Ratificar, a propuesta de cada Coordinador de Titulación, las guías docentes de las asignaturas, materias o módulos, así como sus propuestas de modificación.
4. Realizar el seguimiento del cumplimiento del Proyecto de Titulación y de los proyectos docentes de asignaturas, materias y módulos contenidos en las guías docentes, así como del Plan anual de innovación y calidad.
5. Informar y elevar a la Junta de la EINA las propuestas de creación, modificación o supresión, de estudios oficiales de Grado y Máster y otros títulos que imparta el Centro, así como intervenir en cualquier aspecto relacionado con la aplicación de los mecanismos de garantía de su calidad de la docencia.

6. Dictaminar las propuestas de encargo docente de los departamentos.
7. Estudiar y resolver las reclamaciones sobre la docencia que provengan de las comisiones académicas.
8. Establecer criterios generales sobre organización de los grupos de docencia y sobre reconocimiento de créditos.
9. Ejecutar a propuesta de la Junta de Escuela, cualquier otra acción que se considere oportuna para el cumplimiento de los objetivos de calidad y mejora continua.

9.2.2 Composición y nombramiento.

La Composición de la Comisión de Garantía de la Calidad de los Grados será:

- a) El director de la EINA, o persona en quien delegue, que la presidirá.
- b) 6 representantes del profesorado con docencia en alguno de los Grados impartidos en el la Escuela.
- c) 1 representante del PAS.
- d) 3 representantes de los alumnos, matriculados en alguno de los Grados impartidos en el la Escuela.
- e) el Profesor-Secretario de la EINA, que asumirá las funciones de secretario de la Comisión.

La Composición de la Comisión de Garantía de la Calidad de los Máster y otros títulos no oficiales será:

- a) El director de la EINA, o persona en quien delegue, que la presidirá.
- b) 4 representantes del profesorado con docencia en alguno de los Máster y otros títulos no oficiales impartidos en la Escuela.
- c) 1 representante del PAS.
- d) 2 representantes de los alumnos, matriculados en alguno de los Máster y otros títulos no oficiales impartidos en el la Escuela.
- e) El Profesor-Secretario de la EINA, que asumirá las funciones de secretario de la Comisión.

La elección de los representantes en las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia será realizada por votación en la Junta de Escuela entre los candidatos que presenten su candidatura en los plazos y procedimiento que ésta establezca.

A las elecciones de las Comisiones de Garantía de la Calidad podrán concurrir todos los profesores, alumnos y personal de administración y servicios que lo deseen, siempre que impartan docencia, estén matriculados o estén adscritos a la EINA, respectivamente excluyendo a los Coordinadores de las titulaciones.

Los miembros de las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia de la EINA, cesarán a petición propia, cuando finalice su mandato o cuando así lo estime la Junta.

9.2.3 Duración del mandato.

El mandato de los representantes del PDI y del PAS en las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia será de cuatro años y el de los representantes de los estudiantes de uno. No se podrá ser miembro de una de estas comisiones durante más de ocho años.

La renovación de la mitad de los representantes del PDI de estas Comisiones se producirá cada dos años.

9.2.4 Efectos de la pertenencia a las Comisiones.

La pertenencia a las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia se considerará un mérito académico y, como tal, tendrá los efectos y reconocimiento que se arbitren para los profesores y estudiantes de la Universidad de Zaragoza. De igual modo, se arbitrará el oportuno reconocimiento para el personal de administración y servicios.

9.3 Coordinadores de titulación.

Para cada titulación que se imparta en el Centro existirá un Coordinador de Titulación que será responsable de la gestión y coordinación de sus enseñanzas, y garante de sus procesos de evaluación y mejora de la calidad de la docencia.

No obstante, en titulaciones oficiales de Grado y de Máster secuenciales que conduzcan a atribuciones profesionales regladas, o que sean asimiladas como tales por la Junta de la EINA, podrá existir un mismo Coordinador de Titulación.

El Coordinador de Titulación ejercerá sus competencias sobre todos los aspectos relacionados con la aplicación de lo dispuesto en los proyectos de las titulaciones a su cargo y en sus propuestas de modificación, así como sobre las acciones de innovación y mejora derivadas de su evaluación.

El Coordinador de Titulación actuará bajo los criterios establecidos por la Junta y las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia correspondientes y responderá de sus actuaciones ante ellas.

9.3.1 Funciones de los coordinadores de titulaciones de Grado o de Máster.

Corresponden a los coordinadores de titulaciones de Grado o de Máster las siguientes funciones:

- a) Aplicar lo dispuesto en los proyectos de Titulación, organizar y gestionar las titulaciones correspondientes y coordinar los proyectos y desarrollos docentes de sus módulos, materias o asignaturas.
- b) Informar de la adecuación de las guías docentes a los objetivos y condiciones generales de las titulaciones bajo su responsabilidad, pudiendo formular propuestas de modificación o aplicación. Cuando éstas cuenten con el respaldo de la Comisión de Garantía de la Calidad correspondiente habrán de ser atendidas por los profesores responsables de la docencia correspondiente.
- c) Presidir las comisiones Académicas de Titulación y las comisiones de Evaluación de la Calidad de la Titulación correspondientes.
- d) Asegurar la ejecución de los procedimientos de calidad previstos en el Sistema Interno de Gestión de la Calidad de las titulaciones bajo su responsabilidad.
- e) Proporcionar y facilitar respuesta a los procesos de seguimiento, acreditación o información demandados por la Universidad y por la Escuela.
- f) Asegurar la transparencia y la difusión pública de los proyectos de las titulaciones a su cargo y de los resultados de su desarrollo práctico.
- g) Elaborar y aplicar el Plan Anual de Innovación y Calidad con las propuestas de mejora derivadas de la evaluación contenida en el Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje y remitirlo a las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia de la EINA que proceda, para su aprobación.
- h) Informar de los perfiles de profesorado más adecuados para el desarrollo del Proyecto de Titulación en función de la evaluación realizada por las comisiones de Evaluación de la Calidad que proceda. Dichos informes se remitirán a la Dirección del Centro, al Rectorado y a los departamentos correspondientes para su conocimiento y consideración.

Cualquier Coordinador de Titulación podrá formar parte del Equipo de Dirección si así lo dispone su Director e informa de ello a la Junta. En tal caso incluirá entre sus funciones las que le asigne el Director.

9.3.2 Nombramiento del Coordinador de Titulación.

Los coordinadores de Titulación serán nombrados por el Rector, a propuesta del director de la EINA, oídas las Comisiones de Garantía de la Calidad de la Docencia correspondientes cuando estas enseñanzas sean de su única responsabilidad.

Cuando la Titulación se imparta de forma completa y simultánea en otro centro de la Universidad se nombrará un Coordinador de Titulación en la EINA.

El nombramiento de Coordinador de Titulación deberá recaer en un profesor de la EINA con vinculación permanente a la Universidad, dedicación a tiempo completo y docencia en las titulaciones a su cargo.

9.3.3 Mandato de los coordinadores de titulaciones de Grado o de Máster.

El mandato de los coordinadores de Titulación oficial será por periodos de cuatro años, prorrogables con un límite de ocho años consecutivos.

Los coordinadores de Titulación oficial cesarán en su cargo al término de su mandato, por petición propia, cuando pierdan su condición de profesor de la titulación correspondiente, cese el Director del Centro que lo nombró o pierda su confianza, así como por cualquier otra causa legal que proceda.

9.4 Comisiones de Evaluación de la Calidad de la Titulación.

Las Comisiones de Evaluación de la Calidad de las Titulaciones de Grado o de Máster son los órganos colegiados encargados de hacer la evaluación y seguimiento la calidad, de la planificación, organización y desarrollo de sus enseñanzas, así como de sus procesos de aprendizaje.

Las Comisiones de Evaluación de la Calidad de las Titulaciones oficiales tienen la competencia y la obligación de elaborar el Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje, que contendrá las conclusiones del análisis y evaluación periódica de la calidad de la planificación, organización y desarrollo de la titulación en todos sus ámbitos; a partir del análisis de sus indicadores, los resultados de las encuestas, así como aquellos informes, estudios o consultas que considere relevantes.

Este Informe constituirá la base del Plan Anual de Innovación y Calidad elaborado por el Coordinador, y deberá ser remitido, junto con éste, a la Comisión de Garantía de Calidad del Título, a la Dirección de la Escuela y a la Comisión de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad.

9.4.1 Funciones de la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación.

Corresponde a las Comisiones de Evaluación de la Calidad de las Titulaciones de Grado o de Máster la evaluación de:

a) Las guías docentes de módulos y asignaturas, previamente informadas por el Coordinador de Titulación y por los departamentos correspondientes, reparando en su adecuación a los objetivos generales de la titulación, y en su consistencia con el sistema de evaluación que establezcan. Igualmente velará por la coherencia de las actividades previstas con la asignación de créditos y nivel de exigencia establecidos en el Proyecto de Titulación.

b) El desarrollo de la titulación a partir del análisis de sus indicadores, los resultados de las encuestas realizadas a estudiantes y egresados y los informes, estudios, consultas o

entrevistas que considere relevantes, siguiendo el procedimiento previsto en el Manual de Calidad de la Universidad.

c) El cumplimiento general de los objetivos previstos en la Titulación y la adecuación de éstos a los referentes académicos y profesionales que se consideren más relevantes y a las necesidades de los egresados.

9.4.2 Composición y nombramiento.

a) El Coordinador de Titulación, que la presidirá.

b) Dos representantes de profesorado, con vinculación permanente a la Universidad y un encargo docente en la titulación de, al menos, tres créditos ECTS, que serán elegidos por y entre el profesorado de la misma. Uno de ellos actuará como secretario de la Comisión por designación de su presidente.

c) Un titulado de la especialidad en activo y con experiencia, o un profesional con bagaje curricular similar, sin relación contractual con la Universidad, propuesto por la Comisión de Garantía de Calidad de la titulación y nombrado por el Rector.

d) Un experto en temas de calidad docente propuesto y nombrado por el Rector.

e) Tres representantes de los estudiantes. En los Grados serán elegidos por y entre los representantes de los diferentes cursos y grupos. En los Másteres serán elegidos directamente por y entre los estudiantes matriculados en ellos.

9.4.3 Duración del mandato de los representantes.

Los mandatos de los representantes de profesores en la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación serán de dos años, prorrogables hasta un máximo de seis años.

Los mandatos de los expertos o profesionales externos en la Comisión serán de dos años, prorrogables hasta un máximo de seis.

Los mandatos de los representantes de los estudiantes en la Comisión serán de un año, prorrogables hasta un máximo de tres.

Los miembros de la Comisión cesarán al término de su mandato, a petición propia, cuando pierdan su condición de elegibilidad o por otra causa legal que proceda.

9.4.4 Efectos académicos de la pertenencia a la Comisión.

La pertenencia a esta Comisión será considerada un mérito de carácter académico para los profesores de la Universidad de Zaragoza y tendrá los efectos y reconocimiento que se arbitren.

Los estudiantes que formen parte de la Comisión tendrán un reconocimiento adecuado en los términos que establezca la Universidad.

9.5 Comisiones Académicas de Titulación.

Las Comisiones Académicas de Titulación son los órganos colegiados encargados de armonizar sus actividades docentes y apoyar a su coordinador para lograr un desarrollo adecuado del Título.

Cada título oficial de Grado y de Máster tendrá una Comisión Académica de Titulación. No obstante, en titulaciones oficiales secuenciales que conduzcan a atribuciones profesionales regladas o que sean asimiladas como tales por la Junta de la EINA, podrá existir una única Comisión Académica.

9.5.1 Funciones de las Comisiones Académicas de Titulación.

Corresponden a las Comisiones Académicas de Titulación las siguientes funciones:

- a) Nombrar de entre sus miembros a los coordinadores de cada curso, si procede.
- b) Coordinar la correcta distribución de la carga académica de las diferentes asignaturas que se imparten en la titulación.
- c) Resolver, por delegación de la Comisión de Garantía de la Calidad, las solicitudes de reconocimiento de créditos.
- d) Aprobar las propuestas de trabajos fin de Grado y de Máster, que se presentarán antes de su comienzo.
- e) Ratificar las propuestas de directores para la realización de los trabajos de fin de titulación y asignar un director a quienes no lo tengan.
- f) Promover y supervisar el desarrollo de iniciativas docentes encaminadas a mejorar el aprendizaje de las competencias propias de la titulación.
- g) Elaborar pautas para la planificación de los horarios lectivos y de las fechas de exámenes.
- h) Desarrollar cualquier otra función que le sea asignada por la Junta de Escuela o la Comisión de Garantía de la calidad.

9.5.2 Composición de las Comisiones Académicas de Titulación.

Las Comisiones Académicas de las titulaciones de Grado o de Máster de la EINA estarán formadas por:

- a) El Coordinador de Titulación, que la presidirá.
- b) Representantes de los estudiantes de la titulación, sin superar el 25% de sus miembros.
- c) Representantes de los profesores que impartan docencia en la titulación, tanto en materias de formación básica como de tecnologías generales y de tecnologías específicas.

La Junta de la EINA aprobará el número de miembros de cada Comisión Académica de Titulación.

Los representantes de los estudiantes se elegirán entre y por los delegados y subdelegados de cada titulación. La mitad de los representantes de los profesores serán propuestos por el Coordinador de la Titulación y nombrados por la Junta de la EINA y la otra mitad será elegida por ella misma.

9.5.3 Duración del mandato de los miembros de las Comisiones Académicas.

Los miembros de las comisiones Académicas de Titulación nombrados a propuesta del Coordinador de Titulación ostentarán su condición mientras dure su mandato. El resto de los integrantes lo serán mientras ostenten la condición que posibilitó su elección o nombramiento con un máximo de cuatro años.

La Dirección de la EINA reconocerá públicamente la pertenencia a estas comisiones.

9.5.4 Rendición de cuentas.

Las Comisiones Académicas de Titulación rendirán cuentas anualmente ante la Junta de Escuela y ante las Comisiones de Garantía de la Calidad Docencia, cuando éstas lo requieran.

9.6 Comisión de Control y Evaluación de la Docencia.

Las funciones de la Comisión de Control y Evaluación de la Docencia son:

- a) Coordinar la evaluación anual de la actividad docente realizada por el profesorado en el ámbito de las titulaciones oficiales impartidas por la EINA, de conformidad con el procedimiento que establezca el Consejo de Gobierno.
- b) Proponer a la Junta de la EINA procedimientos y criterios complementarios para la evaluación y control de la docencia.
- c) Informar a la Junta de los resultados de su actividad de control y evaluación de la docencia.

La composición de la Comisión de Control y Evaluación de la Docencia será:

- a) El Director de la EINA o persona en quien delegue, 8 representantes de profesores y 8 representantes de estudiantes.
- b) Los representantes del profesorado pertenecerán a los 8 departamentos que impartan un mayor número de créditos en las titulaciones que se desarrollen en la EINA y serán nombrados por su Junta a propuesta de los departamentos. Los restantes departamentos con docencia en el centro serán invitados a participar con voz pero sin voto.

c) Los representantes de los estudiantes serán elegidos a partes iguales por la Delegación de Estudiantes y por la Junta de la EINA, en este último caso de entre los representantes de los estudiantes de Junta.

El mandato de la Comisión de Control y Evaluación de la Docencia coincidirá con el de la Junta que la nombró, excepto para los representantes de los estudiantes que se renovará cada dos años.

Cuando durante su mandato se produzcan bajas de entre sus miembros, la Junta o la Delegación de estudiantes, según corresponda, nombrarán a sus sustitutos.

La Dirección de la EINA reconocerá públicamente la pertenencia a esta comisión.

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1. Cronograma de implantación de la titulación.

Las modificaciones para el itinerario presencial se implantarán en 2014/2015

El itinerario semipresencial se implantaría en el curso 2015/2016-

10.2 Procedimiento de adaptación, en su caso, de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo plan de estudios

En el caso de que así lo soliciten, se convalidarán créditos cursados (a razón de un 1.5 ECTS por crédito, tanto de líneas como de cursos), del programa de doctorado “Energías renovables y eficiencia energética” y, según temática, del programa de doctorado “Ingeniería eléctrica” de la UZ, u otros programas de doctorado afines de la universidad española (plan 98). En ningún caso se convalidará el Proyecto de Fin de Máster.

Los alumnos que hayan obtenido el DEA en “Energías renovables y eficiencia energética” podrán solicitar en su momento el reconocimiento del presente título de máster, siguiendo el procedimiento que establezca la Universidad de Zaragoza.

10.3 Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto

Diploma de estudios avanzados del Programa de doctorado con mención de calidad en “Energías renovables y eficiencia energética”.