



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial

Máster Formación Permanente
ENERGÍAS RENOVABLES
Y MEDIO AMBIENTE

DOSSIER

21ª Edición

2026-27

DATOS GENERALES

Título: “Máster en Energías Renovables y Medio Ambiente”

Tipo de título: Máster Formación Permanente de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Centro responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la UPM

Duración en créditos: 60 ECTS (European Credit Transfer System)

Metodología: presencial con apoyo on-line

Lugar: ETSIDI, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid

Fechas. Inicio: 1 octubre 2026. Final clases: 30 junio 2027. Final entrega TFM: 31 octubre 2027

Horario: 18:30 a 21:30 horas de lunes a viernes (en general viernes libres antes de puentes o vacaciones)

Plazas disponibles: 25

El importe de la matrícula incluye, por parte del Máster ERMA:

- Clases presenciales y actividades prácticas
- Acceso vía internet a la plataforma Moodle de acceso exclusivo para consulta y descarga de documentación, entrega de informes, comunicación con profesorado, realización de cuestionarios, etc.
- Atención de dudas y consultas fuera del horario de clases en el horario de tutoría de los profesores
- Pruebas de evaluación, realización, corrección y revisión
- Equipo de Protección Individual (EPI) básico y transporte para visitas técnicas
- Tutoría y defensa de Trabajo Fin de Máster
- Licencias de campus de WASP, Windpro, PVsyst, Homer pro, T*Sol, HMH-SPV o softwares similares
- Difusión de CV en empresas colaboradoras, gestión de prácticas en empresas
- Certificado expedido por el Máster con las notas correspondientes a cada módulo

y como estudiante de la UPM:

- Email institucional
- Área privada en Politécnica virtual con gestor de correo electrónico, acceso a recursos, etc.
- Área wifi accesible en todo el edificio donde se imparte el Máster
- ONEDRIVE UPM con Microsoft Office 365, incluyendo Skype empresarial, Microsoft Teams, etc. instalable en 5 dispositivos y 1 TB de capacidad de almacenamiento
- Servicio de Acceso Remoto UPM-VPN
- Acceso a revistas científicas y bases de datos online, Normas AENOR, repositorio de libros, etc., a través de la ETSIDI y por acceso remoto UPM-VPN
- Carnet de estudiante UPM
- Seguro de accidentes

Campo científico o tecnológico (nomenclátor de la UNESCO):

Dentro del campo “Tecnología energética” (3322), los subcampos: “Generación de energía” (332202) y “Fuentes no convencionales de energía” (332205)

Requisitos académicos. El Máster ERMA está dirigido a las siguientes titulaciones:

- Grados en Ingeniería, Arquitectura, Ciencias Físicas, Químicas y Ambientales.
- Ingenierías de primer y segundo ciclo. Arquitectura y Arquitectura Técnica.
- Licenciaturas en Ciencias Físicas, Químicas y Ambientales.
- Titulaciones Universitarias en Ingeniería y Licenciatura de otros países.

Otros requisitos: disponer de portátil propio con las siguientes características mínimas:

- Windows 10
- Velocidad de procesamiento: 2,8 GHz
- Memoria RAM: 16 GB
- Espacio libre en disco duro: 150 GB
- Resolución de pantalla mínima: 1280 x 720 pixels
- NET 4.8 framework
- Tarjeta gráfica que soporte OpenGL 2.0 o superior

Secretaría administrativa:

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI). Ronda de Valencia 3. 28012 Madrid

Persona de contacto: Antonio Sánchez 605033270

Correo Máster: master.erma.etsidi@upm.es

Página Web: www.erma.etsidi.upm.es

PRESENTACIÓN

El Máster ERMA se inició en 2006, por lo que el curso 2026-27 corresponde con la 21ª edición. En ese momento contará con 500 egresados correspondientes a las 20 ediciones anteriores. El grado de satisfacción de los participantes en todas las ediciones es muy alto y el interés que suscita es indudable, lo que viene acompañado de inserción laboral a través de prácticas en empresa o, directamente, trabajo. El Máster ERMA ha estado en los últimos años en los primeros puestos en el ranking anual del periódico *El Mundo* sobre los mejores programas de posgrado de energía ofertados en España, lo que supone un reconocimiento al empeño por ofrecer una formación de excelencia.

OBJETIVOS

El objetivo del título es la formación técnica de alto nivel en las tecnologías limpias de producción de energía, así como sus implicaciones en el desarrollo sostenible, con la finalidad de la integración en el sector empresarial e institucional relacionado.

El Máster ERMA contribuye al “Objetivo de Desarrollo Sostenible” (ODS) 7 de Naciones Unidas: “Energía Asequible y no contaminante” en sus metas: Acceso universal a la energía moderna, aumentar el porcentaje mundial de energía renovable y duplicar la mejora de la eficiencia energética. También aporta al resto de ODS que tienen relación con la energía para el desarrollo sostenible, según se especifica en cada módulo y, en especial, a la ODS 13 Acción por el clima, en sus metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, resiliencia climática de la infraestructura energética y estrategias de energía sostenible.

El enfoque del Máster ERMA es de ingeniería aplicada a proyectos, tecnologías y procesos de energías renovables, almacenamiento y eficiencia energética, con una actualidad e integración directa en el sector profesional. Utilizando software, legislación, soluciones técnicas, etc., del sector empresarial, incluyendo el análisis de rentabilidad económica de los proyectos y la viabilidad ambiental de los mismos.

El nivel técnico de los contenidos, los desarrollos experimentales propuestos y la metodología del Máster ERMA, aportan a los participantes la capacidad de innovar, poner en práctica, desarrollar y aplicar ideas en entornos emergentes como son los relacionados con las energías renovables y en contextos amplios, habitualmente multidisciplinares.

METODOLOGÍA

El Máster se imparte de forma presencial con apoyo on-line. Para las clases presenciales se recurrirá a una multiplicidad de métodos:

- Lecciones magistrales participativas
- Sesiones donde se desarrollan casos prácticos y realización de proyectos
- Sesiones de prácticas de laboratorio y de campo
- Visitas técnicas

Cada módulo está impartido por un elevado número de ponentes, siendo su principal aportación la experiencia profesional directa.

Cada estudiante tendrá a su disposición documentación específica para el seguimiento de cada módulo a través de una plataforma web Moodle, de acceso exclusivo, donde podrá descargarse diversos recursos aportados por el profesorado: presentaciones, documentación técnica, casos prácticos, legislación, informes, etc. Dispondrá también de licencias individuales del software utilizado: WAsP, Windpro, PVsyst, Homer pro, T*Sol, HMH-SPV, etc. que deberá instalar en su portátil. La entrega de tareas, informes, ejercicios, trabajos, etc. así como, los foros de noticias y discusión, se realizan a través de la plataforma Moodle.

EVALUACIÓN

Para cada módulo: Evaluación continua, basada en pruebas tipo test, cuestionarios, elaboración de informes de casos prácticos, anteproyectos, presentaciones, tareas, portfolios, etc.

Para el Trabajo Fin de Máster: Memoria del trabajo realizado. Presentación pública ante una Comisión de Evaluación formada por profesorado del Máster especializado en el tema desarrollado. Las presentaciones se realizarán en los días prefijados del mes julio o del mes de octubre.

Seguimiento: se realizará un seguimiento de los participantes en el Máster, una vez finalizado el mismo, para facilitar y evaluar su inserción profesional.

PROFESORADO

El Máster ERMA está impartido por 120 ponentes con la siguiente procedencia:

- 65 % expertos de empresas relacionadas con el sector energético, renovable y ambiental
- 30 % profesores e investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid procedentes de 7 Escuelas, Instituto Universitario del Automóvil "INSIA", Instituto de Energía Solar, etc.
- 5 % investigadores de centros de investigación, desarrollo e innovación como el IMDEA ENERGÍA, Fundación CENER-Centro de Investigación y Estudios Medioambientales CIEMAT, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC, etc.

COMISIÓN ACADÉMICA

El Máster está coordinado por una Comisión Académica que desempeña las siguientes funciones: coordinación del profesorado y de los medios empleados, coordinación académica del Máster, apoyo al director en las relaciones con empresas y centros de investigación, establecimiento y aplicación de criterios de selección y admisión de los estudiantes, supervisión del proceso de evaluación, aplicación del procedimiento de evaluación de la calidad, asignación de las becas que pudieran corresponder. La Comisión Académica está formada por:

- **Teodoro Adrada Guerra** Secretario Académico del Máster. Máster Ingeniero de Producción. DIEEE ETSIDI
- **Fernando Gutiérrez Martín** Coordinador del Módulo “Tecnologías del hidrógeno verde”. Doctor en Ciencias Químicas. Profesor Ad Honorem ETSIDI – UPM
- **Mathieu Legrand** Director de Calidad del Máster. Doctor en Ingeniería Mecánica y Organización Industrial, Profesor e investigador Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial ETSIDI – UPM
- **Luis Miguel Rodríguez Antón** Coordinador de TFM del Máster. Doctor Ingeniero Industrial. Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial ETSIDI – UPM
- **Julio Amador Guerra** Director del Máster. Doctor Ingeniero Industrial. DIEEE ETSIDI - UPM

CALIDAD

Existe un Sistema Interno de Garantía de la Calidad de acuerdo con las directrices generales del Programa Institucional de Calidad de la UPM, que permite evaluar el desarrollo y calidad del Máster, en todas sus vertientes: evaluación del profesorado y mejora de la docencia, actualización y mejora de los contenidos, calidad de las prácticas externas, análisis y seguimiento de la inserción laboral de los titulados, protocolos de actuación de los servicios, estandarización de la documentación, etc. De acuerdo con esto se realizan **encuestas de evaluación de los medios, materiales y humanos, utilizados por el Máster**. Anualmente se redacta una Memoria que resume las actividades realizadas y analiza la consecución de los objetivos establecidos en el Máster.

INSCRIPCIÓN Y MATRICULACIÓN

1ª) Proceso de preinscripción

El proceso de preinscripción se realiza a través de la página web de la UPM www.upm.es. En esta página se debe seleccionar las siguientes opciones: **Estudiantes - Estudios y titulaciones - Estudios Formación Permanente de Posgrado y formación continua - Master - ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE - Preinscríbete en este programa - Regístrate como nuevo usuario**. Hay que crearse un usuario y en la pestaña “Mi curso comienza” se debe cambiar la opción de comienzo del curso a 2024-25. Vínculo directo:

https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosPosgrado/master?id=257&fmt=detail

Una vez dentro de la aplicación de inscripción ATENEA, se deben seguir las instrucciones para cargar la documentación que se pide, que es la siguiente:

Documentos necesarios:

- Documento Nacional de Identidad, pasaporte, o tarjeta de residente
- Expediente académico*
- Título académico o documento justificativo de su solicitud*
- Curriculum Vitae
- Fotografía
- Carta de motivación
- Carta de recomendación

* Para solicitantes procedentes de países que no sean de la UE, los documentos deben estar sellados en la embajada de España en su país o con Apostilla de la Haya

¡UNA VEZ QUE SE HA SUBIDO TODA LA DOCUMENTACIÓN NO DEBE OLVIDAR CERRAR LA PREINSCRIPCIÓN!

2ª) Selección de solicitantes

La Comisión Académica del Máster ERMA realizará un proceso de selección atendiendo a los criterios siguientes:

- Titulación Académica
- Calificación media obtenida en la titulación universitaria que dé acceso al Máster
- Carta de motivación
- Carta(s) de recomendación
- Estancias en otros países
- Cursos formativos relacionados con las energías renovables
- Experiencia profesional, en particular en el área de las energías renovables
- Nivel acreditado de idioma inglés
- Otros méritos
- Homogeneidad del grupo: se valorará la creación de un grupo homogéneo en cuanto a la formación de partida, especialmente en el área de ingeniería eléctrica e ingeniería térmica

3ª) Matriculación

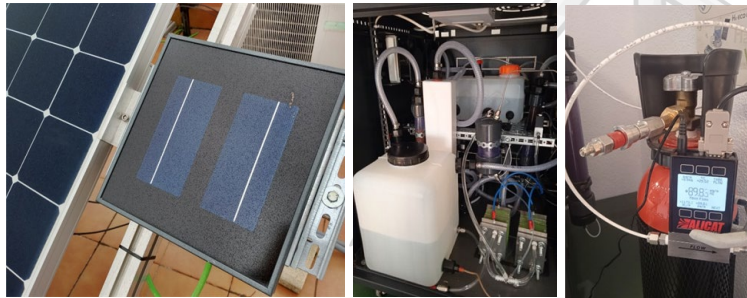
Las personas seleccionadas recibirán una comunicación de la secretaría del Máster de su admisión, que será definitiva cuando se formalice la matrícula en el plazo establecido en dicha comunicación.

RECURSOS MATERIALES

- **Aula Máster.** Aula de uso específico con WIFI, posibilidades de retransmisión en directo de las clases y purificadores de aire de última generación con capacidad de eliminar todo material biológico del aire, renovando el aire con una periodicidad similar a la de un quirófano.
- **Terraza-laboratorio Fotovoltaica de la ETSIDI.** Cuenta con varios sistemas fotovoltaicos monitorizados que suman una potencia de 82 kWp con más de 270 módulos fotovoltaicos de todas las tecnologías. También se dispone de varios sistemas fotovoltaicos autónomos y diverso material para prácticas. Existe una zona de exposición de la evolución histórica de la tecnología fotovoltaica y de materiales y equipos.



- **ETSIDI FV-H2.** Instalación experimental singular de producción de hidrógeno verde de origen renovable en la terraza solar de la ETSIDI-UPM con los siguientes elementos principales: Electrolizador de agua tipo PEM, Módulo fotovoltaico, Depósito de hidruros para el H₂ producido; medidas de radiación solar, temperaturas, variables eléctricas y caudal de H₂, así como, diseños avanzados de control de máxima potencia y baterías (en progreso).



- **“Workplace” ORMAZABAL del Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica Automática y Física Aplicada ETSIDI UPM.** Aula con el todo el equipamiento de un centro de transformación, incluyendo transformador de potencia y celdas de media tensión, que permite visualizar los componentes y hacer maniobras y medidas.
- **Lugares de uso común de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (UPM).** Biblioteca, Salas de reuniones para grupos, Salas de uso común, etc.

ESTRUCTURA FORMATIVA

Los estudiantes deben realizar 48 ECTS de módulos y 12 ECTS de Trabajo Fin de Máster.

A continuación, se indican los módulos agrupándolos por bloques temáticos:

Nº	Módulo (asignatura)	ECTS
1	Mercado energético	3,5
BLOQUE I ENERGÍAS RENOVABLES DISTRIBUIDAS		
2	Energías renovables térmicas de baja temperatura	3,5
3	Sistemas autónomos y microrredes	3,5
4	Autoconsumo fotovoltaico	5
5	Eficiencia energética en la edificación y la industria	2,5
BLOQUE II PLANTAS DE ENERGÍAS RENOVABLES		
6	Plantas fotovoltaicas	3
7	Parques eólicos terrestres	3
8	Recurso eólico	2,5
9	Parques eólicos marinos	2
10	Otras plantas de energías renovables	2,5
11	Integración en red de energías renovables	1,5
12	Plantas de almacenamiento	2,5
13	Plantas y sistemas híbridos	3
BLOQUE III OTROS VECTORES Y APLICACIONES RENOVABLES		
14	Tecnologías de hidrógeno verde	2,5
15	Energías renovables para el transporte	2,5
16	Sostenibilidad de las energías renovables	2,5
17	Acceso universal a la energía	1,5
18	Conferencias	1
Trabajo Fin de Máster		12
TOTAL ECTS		60

Módulo 1. Mercado Energético

CRÉDITOS: 3,5 ECTS

OBJETIVOS:

Conocer el estado actual y las perspectivas de futuro del sector de la energía, en cuanto a recursos, demanda, aspectos técnicos y ambientales. Conocer el funcionamiento del mercado eléctrico. Introducción a la regulación de los distintos subsectores: gas, energía eléctrica y energías renovables. Analizar la viabilidad económica de proyectos de energías renovables. Estudio de casos prácticos.

PRERREQUISITOS: Los generales de admisión

CONTENIDO:

Sistema energético, análisis técnico y aspectos críticos. Geoestrategia Energética, cuestiones globales y respuestas locales. Introducción a los Sistemas Eléctricos de Potencia. Mercado europeo de electricidad, el caso español. Análisis de viabilidad de proyectos de energías renovables, financiación y contratación de proyectos. El impacto macroeconómico y la regulación de las energías renovables en España. Mecanismos de apoyo a la inversión en el sector eléctrico. Evaluación del despliegue de energías renovables en España.

COORDINADOR

Antonio Canoyra Trabado

Ingeniero Industrial. Experto en Mercado Eléctrico

PROFESORADO

Rubén Ventas Garzón	Doctor Ingeniero Industrial Subdirector Adjunto Electricidad CNMC
Emilio Menéndez Pérez	Doctor Ingeniero de Minas. Experto en sector energético
Pedro Basagoiti Satrústegui	Doctor Ing. Industrial. Dir. Tecnología, Innov. y Nuevos Desarrollos OMIE
M ^a Carmen Gómez Bello	Lic. Matemática Aplicada. Dir. Operaciones Mercado Eléctrico. NATURGY
Antonio Canoyra Trabado	Ingeniero Industrial. Experto en mercado eléctrico
Ricardo Granizo Arrabé	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor de Ingeniería Eléctrica ETSIDI UPM
Javier Rodríguez Dguez.	Ingeniero Industrial. Director de Regulación ENEL GREEN POWER
Felipe Castresana López	Lic. en Derecho y Dirección y Admón. Empresas. Responsable de Inversiones y planificación. Control del Negocio de Renovables. IBERDROLA
José María González Moya	Ingeniero Industrial. Director General APPA Renovables
Carlos Vázquez Martínez	Dr. Ingeniero Industrial. Profesor Energía y Combustibles ETSIME UPM

Módulo 2. Energías Renovables Térmicas de Baja Temperatura

CRÉDITOS: 3,5 ECTS

OBJETIVOS

Determinar el potencial energético solar de un emplazamiento, seleccionar y manejar bases de datos de radiación solar. Proporcionar los fundamentos y elementos de análisis, diseño y dimensionado de instalaciones para el aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura en edificios y en aplicaciones a procesos industriales. Conocer los principales componentes de las instalaciones de aerotermia y geotermia y estudiar ejemplos de proyectos de aprovechamiento. Utilizar programas de simulación energética de instalaciones térmicas de baja temperatura. Los anteriores objetivos contribuyen al ODS 7 Energía asequible y no contaminante y las metas del ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles: infraestructura energética y suministro energético, sostenibles para las ciudades.



PRERREQUISITOS: Conocimientos básicos de geometría.

CONTENIDO

Naturaleza de la radiación solar. Movimiento sol-tierra. Longitud de sombreado. Análisis de la radiación solar: parámetros, índices y correlaciones. Modelado de la radiación solar. Bases de datos de radiación solar. Evaluación del recurso solar. Energía solar térmica a baja temperatura. Sistemas de captación y acumulación. Aplicaciones para ACS y calefacción. Normativa sobre aprovechamiento de solar térmica de baja temperatura (CTE, RITE, IDAE). Energía solar térmica para procesos industriales. Diseño y dimensionado de instalaciones solares térmicas con TSol. Instalaciones con aerotermia. Análisis del recurso geotérmico, aplicaciones de geotermia de baja entalpía. Valorización del recurso geotérmico en instalaciones térmicas para producción de calefacción, refrigeración y ACS. Ejemplo de proyectos geotérmicos en el ámbito del CTE español. Simulación con EED.

COORDINADORA

M^a Isabel de Andrés García

Doctora en Ing. de Producción. Profesora CD ETSIDI UPM

PROFESORADO

Miguel Ángel Egido Aguilera
José Antonio Benavent Oltra
Juan Carlos Mtnéz Escribano
Juan Francisco López Peón
Manuel Macías Miranda
M^a Isabel de Andrés García
Juan Antonio de Isabel Gcía
Héctor Cano Esteban

Doctor Ing. Telecomunicaciones. Profesor titular ETSIT UPM
Doctor en CC. Físicas. Profesor CD ETSIDI UPM
Ing. Aeronáutico. Consultor ing. de proyectos e I+D en Solar Térmica. ASIT
Ing. Técnico Industrial. Experto, Ingeniería de proyectos Tetris-JLL
Doctor en CC. Físicas. Pte. del Comité Técnico de GBC España
Doctora en Ing. de Producción. Profesora CD ETSIDI UPM
Ingeniero del ICAI. Director Gerente GEOTER
Ing. Caminos, Canales y Puertos, UPM. Subdirector GEOTER

MEDIOS FORMATIVOS

Simulación energética de instalaciones con TSOL. Simulaciones de instalaciones de geotermia con EED.
Visitas a instalaciones.

Módulo 3. Sistemas Autónomos y Microrredes

CRÉDITOS: 3,5 ECTS

OBJETIVOS

El objetivo principal es dimensionar sistemas fotovoltaicos autónomos y microrredes. Para ello será necesario conocer tanto las características y aplicaciones de estos sistemas como las de sus principales componentes. Al finalizar el Módulo cada estudiante tendrá capacidad para dimensionar y elegir los dispositivos para una aplicación específica: módulos fotovoltaicos, baterías, inversores, sistemas de regulación y control, etc.

El Módulo está muy relacionado con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): 1.- Fin de la pobreza. 7.- Energía asequible y no contaminante. 10.- Reducción de las desigualdades. 11.- Ciudades y comunidades sostenibles. 12.- Producción y consumo responsable.

PRERREQUISITOS: Los generales de admisión y conocimientos de Electrotecnia y Electrónica Básica.

CONTENIDO

Funcionamiento y características técnicas de baterías electroquímicas convencionales y avanzadas: litio, flujo redox, etc. Aplicaciones básicas y criterios preliminares de diseño.

Sistemas fotovoltaicos autónomos: Efecto fotovoltaico, células y módulos fotovoltaicos, baterías, reguladores, inversores, dimensionado de dispositivos y sistemas y ejemplos de aplicación.

Sistemas de bombeo fotovoltaico: Fundamentos de bombeo, tipo de bombas y de equipos de control, dimensionado de sistemas y ejemplos de aplicación.

Microrredes: Configuración, equipos y esquemas de conexión, criterios de operación y dimensionado.

COORDINADOR

Carmelo Carrero Doctor Ingeniero Industrial. Profesor de Universidad UPM

PROFESORADO

Jesús Palma del Val Investigador sénior, Instituto IMDEA Energía (Madrid)

Luis Dávila Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones. Profesor Titular ETSIDI, UPM

Agustín Suárez Ingeniero Técnico Industrial. Dto. Técnico de ATERSA ELECNOR

Sergio Luján Ingeniero Industrial. Director Técnico GFM FOTOVOLTAICA

Carmelo Carrero Doctor Ingeniero Industrial. Profesor de Universidad ETSIDI, UPM

INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Laboratorio e Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica de la ETSIDI UPM

Módulo 4. Autoconsumo Fotovoltaico

CRÉDITOS: 5 ECTS

OBJETIVOS: Elaboración de proyectos de sistemas fotovoltaicos conectados a red en edificios para aplicaciones de autoconsumo con PVsyst. Este módulo contribuye al ODS 7 Energía asequible y no contaminante y a las metas del ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles: infraestructura energética y suministro energético, sostenibles para las ciudades.



PRERREQUISITOS Conocimientos de electrotecnia y electrónica básica, almacenamiento en baterías, radiación solar, células y módulos fotovoltaicos.

CONTENIDO: Concepto y tipos de autoconsumo fotovoltaico (FV). Integración FV en edificios. Diseño de proyectos de autoconsumo FV con PVsyst. Tecnologías actuales de módulos FV. Selección de inversores y baterías para autoconsumo. Regulación y Tramitación. Configuraciones, tipologías y esquemas eléctricos de autoconsumo. Sistemas soporte de módulos FV en edificios. Análisis energético de sistemas FV con PVsyst. Análisis de rentabilidad. Proyectos de autoconsumo FV: ejemplos, fases y documentación. QGIS aplicado a proyectos FV.

COORDINADOR

Julio Amador Guerra

Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático E.U. ETSIDI UPM

PROFESORADO (orden alfabético primer apellido)

- **Fátima Cadahía** Máster ERMA. Directora de Operaciones. HAZ ENERGÍA
- **Pablo Corredoira** Licenciado en Ciencias Económicas. Director de HAZ ENERGÍA
- **Guillermo de la Cruz** Ingeniero Industrial. Consejero delegado CONERSA Grupo Proingec
- **Javier Domínguez Bravo** Doctor en Geografía. Investigador CIEMAT
- **Miguel Duvison** Doctor Ingeniero Industrial. Máster ERMA. Commissioning, Authorization & Grid and Handover Manager (Technical Optimization). Repsol Renovables
- **Alberto Espliego** Ingeniero Industrial. NATURGY
- **Eduardo Forniés** Doctor Ingeniería Electrónica. Senior Supplier Quality Manager. Sonnedix
- **Ignacio Guerrero Hernández** Master ERMA. CTO Ampere Energy
- **Fco. Javier Hernández Plaza** Ingeniero Industrial. Sales Manager en LONGi SOLAR
- **Jorge López Galera** Ingeniero Industrial. Máster ERMA. Engineering Department FRV
- **Nuria Martín Chivelet** Doctora en Ciencias Físicas. Investigadora CIEMAT
- **Jorge Pablo Muñiz** Ingeniería Mecánica. Máster ERMA. Experto en Renovables
- **Úrsula Pérez-Ramírez** Doctora Ingeniería Electrónica. Head of Data Science at Ampere Energy
- **Jean François Picard** Ingeniero Electrónica y Automática. Director de Formación Amaranzero
- **Mihail Marius Sain** Experto técnico. Soporte técnico pre-venta Amaranzero

MEDIOS FORMATIVOS

Software PVsyst. Terraza fotovoltaica de la ETSIDI UPM y AMARANZERO. Visita a instalación fotovoltaica de autoconsumo híbrido

Módulo 5. Eficiencia Energética en la Edificación y la Industria

CRÉDITOS 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Dominar conocimientos teóricos y prácticos para llevar a cabo **"Auditorías energéticas / Sistemas de gestión energética"** en edificios de nueva construcción, edificios en servicio, industrias e infraestructuras de transporte, junto a los programas de simulación térmica para la Certificación de Edificios, acorde a lo establecido en la **Directiva refundida de Eficiencia Energética (UE) 2023/1791**

marca el paso final de la estrategia europea dentro del PLAN REpowerEU y "Objetivo Fit for 55" presenta un nuevo paradigma respecto de la Eficiencia Energética.

PRERREQUISITOS Conocimientos de termodinámica y mecánica de fluidos.

CONTENIDO

Las medidas de eficiencia energética se consideran no solo un medio para conseguir un abastecimiento de **energía sostenible, reducir emisiones** de gases de efecto invernadero, mejorar **seguridad del suministro** y **rebajar gastos de importación**, sino también para **fomentar la competitividad europea**.

Estado del arte de la **"Gestión energética"**: nueva EU- Normativa, obligatoriedad y líneas de futuro, así como el potenciamiento de los proyectos Europeos que serán analizados desde diferentes aristas.

Dentro de las nuevas medidas de la EU, se definen los **Certificados de Ahorro Energético (CAEs)**, por lo se crea un nuevo Marco regulatorio:

- Participantes y funcionamiento del sistema CAEs.
- Catálogo de medidas estandarizadas y actuaciones singulares.
- Roles de las distintas empresas de servicios energéticos en el sistema.

Bioclimatismo, sistemas pasivos y ámbito de la Normativa Europa nZEB: **"Edificios de consumo casi nulo": sistemas sostenibles energéticamente.**

Sistemas activos de producción y distribución energética, tales como: "Generadores de calor y frío". Generación de frío por máquinas de compresión. Frío por absorción. Bomba de calor: eléctrica, absorción. Cogeneración, Trigeneración. Calefacción y refrigeración de distrito "heating & cooling district".

Sistemas de distribución: emisores, ventilconvectores, suelo radiante, techo radiante, sistemas de recuperación y renovación de aire. Diseño de instalaciones. Norma técnica de edificación. Programas de simulación térmica de edificios.

Análisis, procedimiento y metodología de una "Auditoría energética" y realizar una simulación a través de la herramienta oficial CE3X del Gobierno de España, conociendo las últimas novedades respecto de los **sellos de sostenibilidad**: LEED, BREEAM, WELL y Passiv Haus.



Desde el nacimiento del concepto de **automatización**, las organizaciones han intentado simplificar sus procesos utilizando los avances tecnológicos disponibles en cada momento. Partiendo de la realización de tareas manuales, se pasó a la automatización de equipos aislados llegando a la compartición de cierta información entre ellos para actuar de forma coordinada.

Actualmente, el concepto de compartición toma otra escala gracias a internet, o más concretamente a lo que se ha venido a denominar como “**Internet of Things - IoT**”.

Nos encontramos en el borde de un cambio sustancial en cuanto a la recopilación, manejo y utilización de la información, enfocada a la toma de decisiones en tiempo real que impactará de forma radical en el negocio. En un futuro que ya está aquí, empezaremos a familiarizarnos con conceptos tecnológicos como **iBMS, Dashboards, Cloud, Software as a Service, Big Data, Business Intelligence, Smart Buildings, Apps, etc.**, que utilizados de forma coherente, nos llevará a la consecución de nuevos modelos de gestión y de negocio.

De esta forma, los paneles de mando o “*Dashboards*” nos permitirán conocer en **tiempo real la situación de nuestro edificio** y tomar decisiones desde dispositivos remotos; las Apps no solo nos facilitarán la gestión de los activos, sino que mejoran la experiencia del usuario al interactuar con su entorno de trabajo; el análisis Big Data nos permitirá la creación de modelos de comportamiento de nuestros edificios enfocados a la optimización energética en tiempo real y al cambio de un modelo de mantenimiento preventivo a otro más predictivo con el consecuente ahorro de costes.

Integraremos todos los conceptos teóricos impartidos, dentro de la evolución histórica como hilo conductor para finalizar en todas las capas en la automatización de edificios, desde los sensores hasta los **algoritmos de inteligencia artificial** aplicación a la optimización energética en tiempo real.

COORDINADOR

Juan Antonio de Isabel

Ing. Industrial. Director Gerente GEOTER – GEOTHERMAL ENERGY SL

PROFESORADO

Juan Antonio de Isabel García

Ingeniero Industrial. Director Gerente GEOTER

Ana María Lancha

Dirección PTE-ee / Agencia Española de Investigación

Penélope López González

Asociación de Empresas de Eficiencia Energética A3E. Project Manager A3E

Mar Gandolfo de Luque

Responsable del departamento de iluminación de PHILIPS

Francisco Monedero López

Ing. Caminos Canales y Puertos. Responsable de Área. Dpto. Hidroeléctrico, Energías del Mar y Geotermia IDAE

Luiz Martinez Razola

Certificador, Esp. Instalaciones en Edificación

Miguel Bayo

Responsable Big Data, Domótica HONEYWELL

Héctor Cano Esteban

Ing. de Caminos, Canales y Puertos. Responsable I+D+i GEOTER

Módulo 6. Plantas Fotovoltaicas

CRÉDITOS: 3 ECTS

OBJETIVOS:

Conocer el mercado de las plantas fotovoltaicas y sus tendencias actuales. Conocer las distintas fases de desarrollo: Promoción, evaluación técnica preliminar, selección de componentes y sus criterios (Módulo, Inversor, Seguidor, Transformador) y por último la construcción e interconexión. Manejo de herramientas de dimensionado, análisis y evaluación técnico-económica de plantas fotovoltaicas. Este módulo contribuye especialmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible nº 7 Energía Sostenible y No Contaminante y nº 13 Acciones Contra el Cambio Climático y sus efectos.

PRERREQUISITOS: Seguimiento secuencial de los módulos del máster

CONTENIDO:

Características principales de una planta solar. Dimensionado y análisis energético de plantas fijas y con seguimiento. Seguimiento solar: principios de funcionamiento, tipos y características técnicas; soluciones comerciales innovadoras. Inversores solares centrales para plantas fotovoltaicas: principales fabricantes y sus modelos; características técnicas y criterios de selección. Plantas Agrivoltaicas. Plantas Fotovoltaicas Flotantes. Infraestructura eléctrica de plantas fotovoltaicas: centros de transformación y redes de media tensión: componentes, materiales, requisitos técnicos, requisitos legales, soluciones comerciales actuales. Planificación de proyectos, gestión energética, monitorización y control, puesta en marcha y mantenimiento de plantas fotovoltaicas. Mercado PV. **Visita a planta fotovoltaica.** Tendencias actuales del mercado PV Utility Scale.

COORDINADOR

Hussein Zeaiter Zeaiter Doctor en Ciencias Físicas. Máster EERR. ETSIDI-UPM

PROFESORADO (orden alfabético)

Hugo Álvarez	Ingeniero Industrial. Everwood Capital
Hugo Cagigas	Ingeniero Industrial. Director de Ingeniería HMH SOLAR
César Domínguez	Doctor Ing. Telecomunicaciones. Profesor ETSIDI UPM
José Donoso	Licenciado en Ciencias Económicas. Director General de UNEF
Luis Martín	Ingeniero Industrial. Director de Ingeniería Fotovoltaica Iberdrola Renovables
Luigi Maticheccia	Ingeniero Industrial. X-Elio
Julio Moreno	Ingeniero Eléctrico, Técnico-comercial RES Sur Europa ORMAZABAL
Jorge Moreno Mohino	Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático EU ETSIDI UPM
Ángel Muñiz García	Ingeniero Industrial. ORMAZABAL
Óscar Rubio	Ingeniero Industrial. Responsable Comercial IDEEMATEC
Hussein Zeaiter	Doctor en Ciencias Físicas. Profesor UPM

INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Terraza Fotovoltaica y “Workplace” de ORMAZABAL de la ETSIDI UPM

Módulo 7. Parques Eólicos Terrestres

CRÉDITOS: 3 ECTS

OBJETIVOS: El objetivo que se persigue es formar especialistas capaces de analizar perfectamente el funcionamiento y las formas y capacidades de regulación y control de los distintos tipos de Aerogeneradores presentes en el mercado, y que además adquieran la capacidad de configurar, dimensionar, instalar y operar parques eólicos ubicados en el continente y conectados a la red eléctrica de distribución y transporte. De acuerdo con estos objetivos, la actividad está centrada principalmente en tres aspectos: descripción, diseño y desarrollo de sistemas de generación electro-mecánica regulados electrónicamente para aerogeneradores de velocidad variable; Sistemas de control y acondicionamiento de potencia para aerogeneradores conectados a la red. Este módulo contribuye a la meta de incrementar el grado de integración de energía de origen renovable en el conjunto de fuentes energéticas del ODS 7 Energía asequible y no contaminante.



PRERREQUISITOS: Conocimientos de mecánica de fluidos, electrotecnia (máquinas eléctricas), electrónica e instalaciones eléctricas.

CONTENIDO: Estudio aerodinámico de Aero turbinas. Tecnología de aerogeneradores. Sistemas de generación eléctrica de velocidad fija. Sistemas de generación eléctrica de velocidad variable. Regulación y control de sistemas de generación síncrona. Regulación y control de sistemas de generación de doble alimentación. Generadores multipolares de acoplamiento directo. Construcción, montaje y explotación de parques eólicos. Mantenimiento. Proyecto eléctrico de un parque eólico. Gestión integral de parques eólicos. Extensión de vida de parques eólicos. Análisis económico de instalaciones eólicas. **Visita a un parque eólico.**

COORDINADORES

Carlos Veganzones Nicolás Doctor Ingeniero Industrial. Experto en energía eólica.
Fernando Álvarez Gómez Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular UPM

PROFESORADO AEROGENERADORES

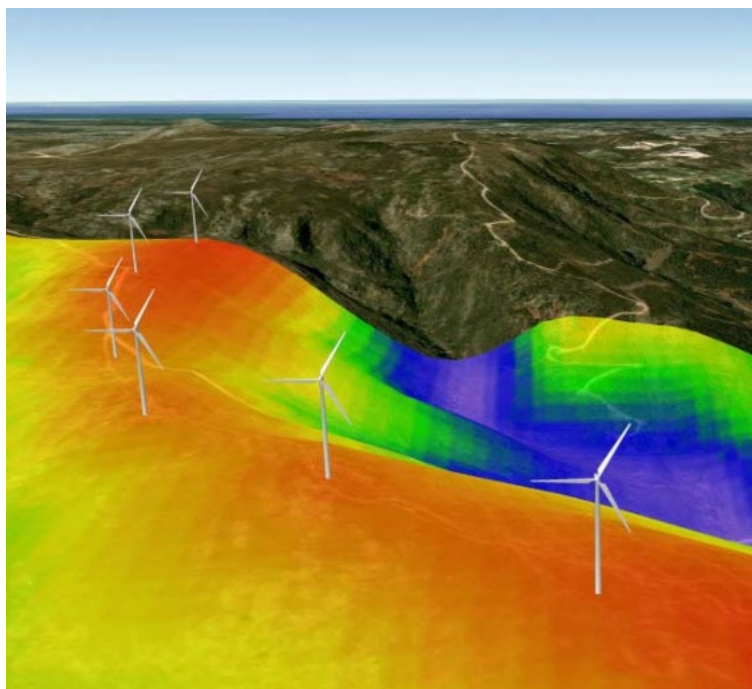
Carlos Veganzones Nicolás Doctor Ingeniero Industrial ETSI Industriales UPM
Fernando Álvarez Gómez Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular UPM
Javier Gracia Bernal Ingeniero industrial. Ceo Ruralia - CETASA
Rafael Mesa Sánchez Ingeniero Industrial. Experto en energía eólica.
Mhmed Ebrahim Zarei Doctor Ingeniero electrónica de potencia. Siemens Gamesa
Federico González Vives Ingeniero Aeronáutico. Vice President, Global Solution and Services, EMEA Region; VESTAS
Daniel Arranz Muñiz Ingeniero Técnico Industrial. Director de Certificación Departamento de Energías Renovables SGS TECNOS S.A
Roberto Veguillas Pérez Ingeniero Industrial. Director de Desarrollo Internacional (IGNIS)
Javier Ojanguren Santos Ingeniero Industrial. VP Spain, APAC & Africa NORDEX-ACCIONA WindPower
Gregorio Álvarez Cabrerros Ingeniero Industrial Director y gerente del Grupo IBEREOLICA
Alberto Ceña Lázaro Ingeniero Aeronáutico. Experto en energía grupo BEPTE

Módulo 8. Recurso Eólico

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Determinación del potencial eólico de un emplazamiento. Manejo de bases de datos de recurso eólico. Optimizar el aprovechamiento del potencial eólico de un emplazamiento terrestre por la selección del aerogenerador más adecuado, la altura de la torre y sus ubicaciones. Determinar la energía producida y analizar la viabilidad económica de parques eólicos terrestres. Este módulo contribuye al ODS 7 Energía asequible y no contaminante.



PRERREQUISITOS: Conocimientos de mecánica de fluidos. Conocimientos de aerogeneradores y parques eólicos.

CONTENIDO

Meteorología básica. Análisis del recurso eólico: medición, parámetros, largo plazo, perfil vertical, rosas de viento y distribución de Weibull. Fuentes de datos de viento. Mesoescala. Tipos de modelización del viento. Evaluación del recurso eólico. Características del viento, estelas y cargas aerodinámicas. WAsP. CFD y WindSim. Anemometría. Predicción a corto plazo de la energía eólica. Análisis de rentabilidad de parques eólicos.

COORDINADOR

Jon López de Maturana Echevarría

Máster ERMA. Head of Wind & Site - Statkraft

PROFESORADO (orden de intervención)

Mario Benso Fdez

Máster ERMA. Technical Due Diligence Manager Exus Management Partners

Emilio Migoya Valor

Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular ETSI Industriales UPM

Jon López de Maturana

Máster ERMA. Head of Wind & Site - Statkraft

Cristóbal López López

Licenciado en CC Físicas. CTO EREDA

MEDIOS FORMATIVOS

Licencias de WAsP y Windpro

Módulo 9. Parques Eólicos Marinos (Offshore)

CRÉDITOS: 2 ECTS

OBJETIVOS: Conocimiento y aprendizaje de los fundamentos de la Tecnología Eólica Offshore, así como de los principales alcances que componen el diseño, construcción y operación de los parques eólicos marinos (Offshore).

PRERREQUISITOS: Conocimientos de electrotecnia y electrónica básica, recurso eólico, turbinas eólicas, diseño de parques onshore.



CONTENIDO: El programa se divide en 6 módulos principales:

1. **Introducción a la Tecnología Offshore:** fundamentos y justificación de la tecnología, principales mercados, desarrollo y promoción de proyectos, aspectos generales de la tecnología.
2. **Cimentaciones Offshore:** tipologías estructurales, elementos principales de una cimentación, fases y condicionantes de diseño, fabricación de cimentaciones.
3. **Turbinas Eólicas Offshore:** fundamentos de operación, principales componentes, modelos de turbina y su tecnología, turbinas para aplicaciones flotantes y estrategias de control.
4. **Infraestructura Eléctrica Offshore:** conceptos básicos de los componentes eléctricos desde las turbinas hasta el punto de conexión, identificando tecnologías y tipologías de los elementos eléctricos.
5. **Instalación, Logística y O&M:** fundamentos y principales aspectos a considerar en la planificación y suministro de los medios logísticos y de instalación requeridos para la construcción de parques marinos. valoración de la estrategias y principales indicadores a considerar para la óptima operación y mantenimiento de activos eólicos offshore.
6. **Tecnología Offshore Flotante:** fundamentos y justificación de la eólica flotante, diferencias frente a la eólica fija, diseños según estabilidad, tipologías de trenes de fondeo, cables dinámicos, subestaciones, principales consideraciones de diseño, fabricación, logística e instalación, operación y mantenimiento, principales tecnologías, casos prácticos, presente y futuro del sector y retos y oportunidades.

COORDINADOR

Roberto Veguillas Ing. Industrial (UPM), Dtor. de Desarrollo Internacional (IGNIS).

PROFESORADO (orden de intervención)

Roberto Veguillas	Ing. Industrial (UPM), Executive MBA (EOI) Director de Desarrollo de Negocio Internacional (IGNIS).
Lorena Tremps	Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos (Universidad Politécnica de Valencia) Master ERMA (Universidad Politécnica de Madrid) Head of Wind Advisory, Mediterranean (Ramboll)
Pablo Finkielstein	Ing. Industrial (Universidad de Buenos Aires), Executive MBA (IE) Responsable de Ventas Offshore España (Siemens Gamesa)
Ana Rodríguez	Ing. Industrial (UPM) Head of Electrical Department (OceanWinds)
Sergio Lerín	Ing. Industrial (CPS Zaragoza). Responsable de Operaciones Societarias y Crecimiento en O&M Offshore (Iberdrola)
Agustín García	Ingeniero Civil (UGR) Responsable de Estructuras Flotantes (BlueFloat Energy)

Módulo 10. Otras Plantas de Energías Renovables

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Conocer los elementos de las plantas termosolares de alta temperatura con almacenamiento de energía para aplicaciones de generación de electricidad y/o calor de proceso. Conocer las diversas fuentes de bioenergía y las transformaciones habituales necesarias para su aprovechamiento. Conocer las tecnologías aplicables en cada caso.

También se aborda la gestión integral de proyecto de central minihidráulica: diseño, ejecución y puesta en marcha. Conocer las tecnologías de aprovechamiento de los recursos energéticos marinos, analizando su viabilidad técnica, económica y ambiental. Este módulo contribuye al **ODS 7: Energía asequible y no contaminante**. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

PRERREQUISITOS. Conocimientos básicos de termodinámica, transferencia de calor y combustión. Conocimientos de hidráulica a nivel teórico.

CONTENIDO

Introducción a la concentración solar. Plantas termosolares con captadores cilindro-parabólicos (CCP) y Fresnel para aplicaciones de media-alta temperatura, tanto para generación de electricidad como para calor de proceso para la industria. Almacenamiento de energía térmica en sales fundidas. Se estudiará un caso práctico. Se abordarán también las fuentes y transformación habituales de la biomasa para su aprovechamiento (generación de electricidad o calor de proceso). Se verán aplicaciones y tecnologías aplicables con biomasa y biogás.



Centrales minihidráulicas. Recurso hidroeléctrico. Aprovechamiento en derivación, azud, toma, canal de derivación, cámara de carga, tubería forzada, central con grupos turbina alternador, canal de restitución. Aspectos técnicos: caudal de equipamiento, caudal ecológico. Tipos de instalaciones. Características. Equipo electromecánico. Turbinas hidráulicas. Regulación y control. Aspectos económicos: rentabilidad de la instalación. Aspectos legales: estado de la legislación española. Aspectos medioambientales. Energías marinas. Centrales mareomotrices. Instalaciones de aprovechamiento de la energía de las olas. Instalaciones de aprovechamiento de las corrientes marinas. Energía térmica oceánica.

COORDINADOR

Mathieu Legrand. Doctor en Ingeniería Mecánica y Organización Industrial, Profesor e investigador (ETSIDI, UPM)

PROFESORADO

Mathieu Legrand	Profesor e investigador de Ingeniería Mecánica (UPM)
Manuel Romero Álvarez	Director adjunto IMDEA Energía (Madrid)
Lourdes González Martínez	Investigador senior CIEMAT
Mario Biencinto Murga	Investigador senior CIEMAT – Plataforma Solar Almería
Margarita De Gregorio	Plataforma BIOPLAT – GEOPLAT CEO de la Asociación Española de Biocircularidad (BIOCIRC)
Roberto de Antonio	Doctor Ingeniero Agrónomo. Prof UPM y Green Gas Iberian Ventures.
José Antonio Díaz López	Doctor en Ingeniería química, Profesor de Ingeniería Química (UPM)
Elías Hernández Igeño	Ingeniero Industrial, Director general de ENSO Energy
David Aravaca Rey	Ingeniero Industrial, Canal Isabel II
Teodoro Adrada Guerra	Máster Ingeniero de Producción. Profesor ETSIDI UPM
Fernando Perán Montero	Ingeniero Industrial. Máster ERMA. Director de proyecto departamento Hidráulico IBERDROLA
Luis Leal Leal	Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Experto
José Miguel Pérez	Ingeniero Industrial. Empresa Perga Ingenieros
Jesús Urbieta Sotillo	Ingeniero Industrial. Head of clean energy. Canal de Isabel II
Sergio Martínez González	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular de Universidad UPM
David Díaz Gutiérrez	Doctor Ingeniero. Profesor ETS de Ingenieros Navales UPM

INFRAESTRUCTURAS/ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Instalaciones de la ETSIDI. Programas y software propio y de entidades colaboradoras.

Laboratorio de Mecánica de Fluidos (ETSIDI UPM). Visita a Central Minihidráulica y Fotovoltaica Flotante

Módulo 11. Integración en Red de Energías Renovables

CRÉDITOS: 1,5 ECTS

OBJETIVOS

Analizar la problemática técnica, legal y de gestión de la integración de las energías renovables en la red eléctrica. Conocer las características y el potencial de la generación distribuida y sus implicaciones en la gestión y el control de las redes eléctricas. Analizar los sistemas de comunicaciones, las grandes bases de datos, la gestión inteligente de las redes eléctricas y los nuevos modelos de negocio en las redes inteligentes. Este módulo contribuye a las metas del ODS 9 Industria, innovación e infraestructura: uso de recursos e infraestructuras energéticas sostenibles y adaptación de la tecnología energética.

PRERREQUISITOS: Los generales de admisión.

CONTENIDO

Generación distribuida y redes inteligentes. Integración de la generación renovable en redes eléctricas, estabilidad y seguridad del sistema, calidad de servicio. Integración en red de la energía eólica, experiencias de Red Eléctrica de España. Códigos de red. Tecnologías y protocolos de comunicaciones en redes de distribución. Nuevos centros de transformación monitorizados y automatizados. *Smart homes* y *Smart Grids*. Gestión inteligente de la energía: *Smart Energy*.

COORDINADOR

Ricardo Granizo Arrabé Doctor Ingeniero Industrial. Profesor ETSIDI UPM

PROFESORADO

Carlos Veganzones Nicolás Doctor Ingeniero Industrial. Profesor ETSI Industriales UPM

Juan Manuel Rodríguez García Ingeniero Industrial ICAI.
Jefe del Departamento de Organismos Internacionales en la Dirección General de Operación REE

Pablo Montoro Pindado Máster en Energías Renovables y Medio Ambiente
GAS NATURAL FENOSA

Carlos Cubero Cardemil Ingeniero Industrial Power2U
Ingeniero de Diseño y Puesta en Marcha de sistemas para integración en red de Energías Renovables.

Ignacio Campos Norte Ingeniero Industrial ICAI
Estudios de red integración de ER en red, simulaciones y equipamientos especiales.

Ricardo Granizo Arrabé Doctor Ingeniero Industrial. Profesor ETSIDI UPM

Módulo 12. Plantas de Almacenamiento

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Dimensionado energético y criterios técnicos y de seguridad de proyectos de plantas de almacenamiento.

PRERREQUISITOS: haber cursado los módulos: “Mercado energético” e “Integración en red de energías renovables”.

CONTENIDO

Análisis comparativo y económico de las tecnologías de almacenamiento energético: casos prácticos. Sistemas con gases comprimidos (CAES) y aire líquido (LAES). Almacenamiento por bombeo reversible. Plantas de almacenamiento BESS (Battery Energy Storage Systems). Criterios técnicos. Dimensionado. Cuestiones de seguridad. Análisis de viabilidad energética y económica. Gestión de la energía. Aspectos regulatorios. Casos de estudio.

COORDINADOR

Pendiente

PROFESORADO

Fernando Gutiérrez	Doctor en Ciencias Químicas, Profesor ad-honorem (ETSIDI, UPM)
Mathieu Legrand	Profesor e investigador de Ingeniería Mecánica (UPM)
José Climagirand	Director Global de Negocio de Agua y Medioambiente, SENER
Andrés Hernando	Director Técnico Departamento Digital Power HUAWEI España
Juan Ignacio Pérez Díaz	Catedrático de la ETSI Caminos, Canales y Puertos (UPM)
Daniel Fernández Muñoz	Profesor de la ETSI Telecomunicación (UPM)

INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Software FASBATTpy.



Módulo 13. Plantas y Sistemas Híbridos

CRÉDITOS 3 ECTS

OBJETIVOS

Elaboración de proyectos de evaluación de plantas a escala de red híbridas y de almacenamiento.

PRERREQUISITOS

Conocimientos de almacenamiento de energía, mercado eléctrico, integración en red, recursos renovables, plantas de generación solar FV y parques eólicos.



CONTENIDO

Plantas híbridas y de almacenamiento. Hibridación de los recursos renovables. Análisis de viabilidad técnico-económica. Gestión de la energía. Aspectos regulatorios. Casos de estudio. Plantas virtuales (*Virtual power plants*). Almacenamiento por bombeo reversible. El papel de los inversores en plantas híbridas con almacenamiento. Almacenamiento electroquímico a gran escala. Dimensionado y análisis energético de plantas híbridas y de almacenamiento. Proyecto de planta híbrida con almacenamiento.

COORDINADOR

Luis Arribas Ingeniero Telecomunicación. CIEMAT

PROFESORADO (orden de intervención)

Marina Rubio	ADVISIAN
Alberto Ceña	Asociación Empresarial Eólica (AEE)
Luis Martín	Ingeniero Industrial. Director de Ingeniería Fotovoltaica Iberdrola Renovables
Juan Blanco	Energy Market Manager, AXPO
Claudia Gutiérrez Escribano	Profesora de la Universidad Alcalá de Henares
Álvaro Ortega Manjavacas	IIT – ICAI – Universidad Pontificia Comillas
Eduardo García Pérez	Ingeniero Industrial Director de Asset Operations en España EDPR
José Climagirand	Director Global de Negocio de Agua y Medioambiente, SENER
Andrés Hernando	Director Técnico Departamento Digital Power HUAWEI España
Javier Espelta Prieto	H2 Director / CTO, GREENERGY

INFRAESTRUCTURAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS

Licencias WindPro, HOMER Pro. Visita Planta Híbrida

Módulo 14. Tecnologías de Hidrógeno Verde

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Análisis del hidrógeno como vector energético, incluyendo su producción a partir de fuentes primarias (sobre todo renovables), las formas para su transmisión y manipulación seguras, y las aplicaciones, usos y mercados del hidrógeno y derivados.

PRERREQUISITOS

Conocimientos básicos de química, termodinámica y electroquímica.

CONTENIDO

El Hidrógeno y las tecnologías Power-to-X como vector de las energías renovables, desde un punto de vista técnico, ambiental y económico: fuentes, procesos de producción, proyectos, infraestructuras y mercados.

- Producción de H₂ a partir fundamentalmente de fuentes de energía renovable
- Almacenamiento, transporte y seguridad del H₂ como vector energético
- Aplicaciones energéticas del hidrógeno; pilas de combustible.
- Integración del hidrógeno y sistemas híbridos de EERR
- Biometano (SNG) y Power-to-X (amoniaco, e-fuels)
- La nueva sociedad y economía del hidrógeno

COORDINADOR

Fernando Gutiérrez Doctor en Ciencias Químicas, Profesor ad-honorem (ETSIDI, UPM)

PROFESORADO

Miguel Antonio Peña	Científico del CSIC (ICP) y miembro de la AeH2
Por confirmar	H2 & Synthetics Scientist, Repsol Technology Lab
Ricardo Orta	Process & Project Engineer, Renewable Hydrogen (Repsol)
Rafael D'Amore	Profesor e investigador, PICOHIMA (ETSIN-UPM)
Fernando Gutiérrez	Profesor e investigador de Ingeniería Química (UPM)
Por confirmar	Dpto. Técnico de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2)

INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Laboratorio, programas y desarrollos de tecnologías del hidrógeno de la ETSIDI-UPM

Módulo 15. Energías Renovables para el Transporte

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

Conocer el potencial que los biocombustibles y los nuevos sistemas de propulsión híbridos y eléctricos pueden tener en la reducción de las emisiones de CO₂. Conocer los aspectos que condicionan, limitan y potencian su desarrollo, así como su impacto social. Conocer como interfieren los biocombustibles en el funcionamiento de los motores alternativos y cómo los nuevos sistemas de propulsión afectan a las prestaciones de los vehículos. Este módulo contribuye a los siguientes ODS 7 Energía asequible y no contaminante: 7.2 Aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. 7.a Mejorar tecnologías relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles; ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles: 11.2 Acceso a sistemas de transporte sostenibles. 11.6 Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.

PRERREQUISITOS: Los generales de admisión.

CONTENIDO

Visión general de las energías renovables (biocombustibles, electricidad e hidrógeno) usadas en el sector del transporte y perspectivas de futuro. Fundamentos de los motores de combustión interna alternativos (MCIA) y de sus sistemas de inyección. Combustibles y su combustión en MCIA. Utilización de biocombustibles en MCIA de encendido por chispa y diésel. Fundamentos sobre teoría de vehículos (esfuerzos motrices y resistentes y curvas características) Vehículos híbridos (VH) y eléctricos (VE) con baterías o pila de combustible. El hidrógeno en automoción: tecnologías de uso. Sinergias e integración de la propulsión eléctrica o mediante hidrógeno con la generación de energía eléctrica renovable y sus redes de distribución. Fotolíneas.

COORDINADOR

Luis Miguel Rodríguez Antón Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático E.U. ETSIDI UPM

PROFESORADO

Javier Arboleda Domínguez	Ing. Téc. Industrial. Director General. HSHYNE (Spanish Hydrogen Network)
Javier Cano Noguera	Doctor Ingeniero Industrial. Responsable de Oficina Técnica F2I2 UPM
Pablo Esparza Ibáñez	Ing. Mecánico y Máster ERMA. Powertrain Engineer en Ray Electric Motors
Magín Lapuerta Amigo Doctor	Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad Castilla La Mancha
Enrique Alcalá Facio	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor UPM y subdirector del INSIA-UPM
Rubén Miravalles Gutiérrez	Licenciado en Químicas. Investigador de REPSOL
Pablo Moreno Torres	Doctor Ing. Eléctrico. Profesor asociado UPM. Ing. de desarrollo Wynnertech
David Bartolomé Consuegra	Experto en movilidad. Senior Business Development & Public Affairs Manager. Free2move.
Rafael María Del Río Hernández	Licenciado CC Químicas/MBA. Director Técnico AEDIVE
Luis Miguel Rodríguez Antón	Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático E.U. ETSIDI UPM

Módulo 16. Sostenibilidad de las Energías Renovables

CRÉDITOS: 2,5 ECTS

OBJETIVOS

El objetivo general de este módulo es entender el concepto técnico de sostenibilidad, los aspectos que comprende y de qué forma afecta al sector de las energías renovables. Para ello se plantean los siguientes objetivos concretos: i) comprender el uso de indicadores, herramientas y procedimientos para evaluar la sostenibilidad de proyectos y tecnologías renovables; ii) entender la aplicación de los conceptos de sostenibilidad en el sector de las renovables: Agenda 2030, responsabilidad social corporativa, finanzas sostenibles, toma de decisiones, buenas prácticas; iii) la gestión de fin de vida en las instalaciones eólicas y fotovoltaicas. Estos objetivos contribuyen a los ODS7 Energías renovables, ODS 8 Empleo y crecimiento económico, ODS 12 Producción y consumos responsables y ODS13 Acción climática.



PRERREQUISITOS: Los generales de admisión.

CONTENIDO

Bases teóricas de la sostenibilidad ambiental, económica y social. Aplicación en el entorno de las renovables de herramientas para evaluar la sostenibilidad de productos, organizaciones y proyectos: análisis de ciclo de vida, declaración ambiental de producto, evaluación de impacto ambiental, huella de carbono de organización y producto, indicadores de circularidad. Marco internacional de la Agenda 2030 y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicados a las renovables. La responsabilidad social corporativa y los Estados de Información No Financiera (EINF). Finanzas sostenibles, bonos verdes y la taxonomía verde europea. Operativa del departamento de sostenibilidad de una empresa energética. Ejemplo de buenas prácticas en la implantación de proyectos renovables. Reciclado y gestión de residuos en proyectos eólicos y fotovoltaicos.

COORDINADOR

Guillermo San Miguel Alfaro Dr. Ing. Química y Ambiental. Profesor Investigador I3 ETSII UPM

PROFESORADO

Diego Ruiz Amador	Doctor en CC. Físicas, profesor UNED
María Cifuentes Morales	Ingeniera de montes. Coordinadora de Calidad, EIA y Biodiversidad. Tragsatec
Marta de la Cuesta González	Catedrática en Economía Aplicada, UNED
Javier Gracia Bernal	Ingeniero Industrial, director empresas participadas, Caja Rural de Soria
Virginia Blasco Tocón	Técnico de Medio Ambiente, Recyclia
Gonzalo Torralbo Pérez	Director de Relaciones Institucionales, Recyclia
Cecilia López Pablos	Abogada, Coordinadora de Proyectos, RED SDSN
Candela de la Sota	Dra. Ingeniería Ambiental, directora de RED SDSN
Marisa Alvarado Díaz	Analista Senior. Dirección Innovación, Sostenibilidad y Calidad, Iberdrola

MEDIOS FORMATIVOS

Aplicación práctica de metodologías para el análisis ambiental, económico y social de sostenibilidad. Análisis de casos de prácticos. Revisión documental.

Módulo 17. Acceso Universal a la Energía

CRÉDITOS: 1,5 ECTS



OBJETIVOS

Aproximación al acceso a la energía en los países de rentas medias y bajas, y a los sistemas de tecnología apropiada para el desarrollo humano. Análisis del potencial de aplicación de las energías renovables para países en desarrollo. Este módulo contribuye al ODS 7 Energía asequible y no contaminante, especialmente, a su meta 7.1: “garantizar el acceso universal a servicios asequibles, fiables y modernos”.

PRERREQUISITOS: Los generales de admisión

CONTENIDO

Situación de acceso a la energía en el mundo. Potencial de las energías renovables. Los casos de América Latina y África Subsahariana. Definiciones y medida del acceso básico a hogares y servicios públicos. El Multi-Tier Framework: Capacidad, disponibilidad, fiabilidad, calidad, asequibilidad, legalidad y seguridad. Escenarios para el año 2030. Introducción a la cooperación internacional en el ámbito del acceso a servicios básicos. Políticas, programas y proyectos de cooperación. Modos de electrificación: Conexión a red, mini redes aisladas y sistemas domiciliarios. Sistemas de aprovechamiento energético aplicados a proyectos de desarrollo: sistemas solares térmicos, fotovoltaicos, eólicos e hidráulicos. Energía para cocinar: impactos y alternativas. Energía en asentamientos para personas refugiadas y sus comunidades de acogida.

COORDINADOR

Javier Mazorra

Doctor Ingeniero Industrial. Coordinador de la Alianza Shire. Profesor ETSII UPM e investigador del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo itdUPM.

PROFESORADO

Candela de la Sota

Doctora en Ingeniería Ambiental. Experta en Desarrollo Sostenible. Directora de la Red Española para el Desarrollo Sostenible.

Andrés González

Ingeniero de ICAI. Fundador y director de Waya Energy.

Javier Mazorra

Doctor Ingeniero Industrial. Coordinador de la Alianza Shire. Profesor ETSII UPM e investigador del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo itdUPM.

José Gabriel Martínez Fernández

Ingeniero Químico. Director Fundación ACCIONA Microenergía.

Julio Eisman Valdés

Ingeniero de ICAI. Patrono Fundación Ingenieros del ICAI.

Nicola Bugatti

Ingeniero Industrial. Consultor internacional.

Conferencias

CRÉDITOS: 1 ECTS

OBJETIVO

Presentar temas de la máxima actualidad en energías renovables por las asociaciones profesionales y entidades más relevantes del sector.

CONTENIDO

Se programarán temas sobre energías renovables y medio ambiente que marquen la actualidad en ese momento

PONENTES

Agentes principales del sector de las energías renovables.

Observaciones: Esta actividad se celebra en abierto para facilitar el acceso de estudiantes de cursos anteriores y de cualquier persona interesada.

Trabajo Fin de Máster TFM

CRÉDITOS: 12 ECTS

OBJETIVO

Realizar un proyecto o estudio original, integrador o de síntesis, que permita aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos en los módulos y que tenga un carácter de actualidad e interés para el sector profesional relacionado.

PRERREQUISITOS

Haber realizado el total de los 48 créditos correspondientes a los módulos.

TEMÁTICA Y REALIZACIÓN

El tema podrá ser seleccionado entre los proporcionados por los profesores del Máster o propuesto por el estudiante. El TFM puede ser realizado en el marco de unas **prácticas académicas externas curriculares o extracurriculares** que deberán cumplir la normativa establecida por la UPM.

PROFESORADO

El TFM se realiza bajo la tutoría de profesorado del Máster ERMA o de expertos externos en colaboración con un tutor interno.

ENTIDADES PATROCINADORAS



EMPRESAS COLABORADORAS



ASOCIACIONES PROFESIONALES Y PLATAFORMAS QUE COLABORAN



Lista nominal de empresas y entidades con las que existe colaboración

- ✓ **Empresas:** ABB. ADVISIAN WORLEY. AENA. ALDESA. Amaranzero. Ampere Equity Fund. Biovald. Elecnor ATERSA. ALTRAN. Aurinka Photovoltaic Group. Capital Energy. CERE. Compañía Española de Instrumentos Eléctricos CESINEL. CONERSA (GRUPO PROINGEC). CREAMA. Dehn Ibérica. Ecogenesis. Ecovidrio. EDP Renovaveis. Enertis. Eurocontrol. EREDA. Factor Verde. Ferrovial. Fotowatio Renewable Ventures FRV. General Electric Renewable Energy. Geoter. Generaciones Fotovoltaicas de la Mancha GFM. Gienergy Group. Gransolar GRS Ingenia Solar. Haz Energia. Honeywell Building Solutions. Hyundai Motor España. Ideematec. Iracesa. JA Solar. Iberdrola. Grupo Ibereolica. Ingeteam. Meta Alliance. Naturgy. Operador del Mercado Eléctrico Español OMIE. ONYX Solar Energy. Ormazabal. Philips. Red Eléctrica de España REE. Repsol. Rexel Spain. Ruralia. Schletter. SGS Tecnos. Siemens Gamesa. SMA. Solcats. Soltec. Tragsatec Grupo Tragsa. Vestas. Vector Cuatro (FALCK RENEWABLES). Veolia. Viessmann. Wynnertech. X-Elio. YINGLI Solar Energy.

- ✓ **Centros de investigación y otras universidades:** Centro de Investigación y Estudios Medioambientales CIEMAT. Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo itdUPM. Centro Superior de Investigaciones Científicas CSIC. IMDEA ENERGÍA. Instituto de Energía Solar UPM. Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva" IDR/UPM. Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial F2I2. Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). Universidad de Castilla - La Mancha.

- ✓ **Asociaciones profesionales y agencias de energía:** Asociación de Empresas de Eficiencia Energética A3e. Asociación Empresarial Eólica AEE. Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico AEDIVE. Asociación Española del Hidrógeno AeH2. Unión Española Fotovoltaica UNEF. Asociación Solar de la Industria Térmica ASIT. Asociación de Empresas de Energías Renovables APPA. Green Building Council España. Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía IDAE. Instituto Geológico y Minero de España IGME. Instituto Universitario de Investigación del Automóvil INSIA UPM. Fundación de la Energía de la Comunidad Autónoma de Madrid. Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética PTE-ee. Plataforma Tecnológica y de Innovación Española: Biomasa para la Bioeconomía BIOPLAT.

- ✓ **Organizaciones No Gubernamentales:** Fundación ACCIONA MICROENERGÍA. Ingeniería Sin Fronteras. GREENPEACE. ONWAGA Ingeniería para el Desarrollo Humano. Trama Tecno Ambiental TTA.