



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial

**Máster Formación Permanente**  
**ENERGÍAS RENOVABLES**  
**Y MEDIO AMBIENTE**

**DOSSIER**

**20ª Edición**

**2025-26**

## 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 2025. Final clases: 30 junio 2026. Final entrega TFM: 31 octubre 2026

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

**Plazas disponibles:** 25

**Importe de matrícula:** PENDIENTE DE ACTUALIZAR (posibilidad de pagos fraccionados)

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

- Clases presenciales y actividades prácticas
- Documentación en formato electrónico (el Máster es sin papel, sólo se utiliza este medio cuando es imprescindible, por ejemplo, pruebas de evaluación, etc.)
- Acceso vía internet a la plataforma Moodle de acceso exclusivo para descarga de archivos, entrega de trabajos, consulta de documentación, 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
- 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 participantes con 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 7
- Velocidad de procesamiento: 1 GHz
- Memoria RAM: 4 GB
- Espacio libre en disco duro: 10 GB
- Resolución de pantalla mínima: 1280 x 720 pixels
- NET 4.8 framework
- Tarjeta gráfica que soporte OpenGL 2.0

**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](mailto:master.erma.etsidi@upm.es)

**Página Web:** [www.erma.etsidi.upm.es](http://www.erma.etsidi.upm.es)

## PRESENTACIÓN

El Máster ERMA se inició en 2006, por lo que el curso 2025-26 es la 20ª edición. Hasta el momento se cuenta con 450 egresados correspondientes a las 18 primeras ediciones. El grado de satisfacción de los participantes en todas las ediciones ha sido, y está siendo, muy alto y el interés que suscita es indudable, ya que el número de inscripciones duplica el de las plazas disponibles. 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 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 multidisciplinarios.

## 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, HMM-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 cerca de 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 de los Módulos “Almacenamiento de energía” y “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](http://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 - Preinsíbete 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](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 30 kWp con más de 150 módulos FV 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.



- **Laboratorio de Medio Ambiente del Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial ETSIDI UPM.** Dotado con infraestructura para realizar simulaciones, caracterización de residuos, obtención de biocombustibles a partir de cultivos energéticos o aceites residuales, etc.
- **Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas del Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial ETSIDI UPM.** Compuesto por un banco de ensayo de turbinas, banco de ensayo de bombas y dos bancos hidráulicos con equipamientos para ensayos individuales: pérdidas de carga, turbina Pelton, etc.
- **“Workplace” ORMAZABAL del Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica Automática y Física Aplicada ETSIDI UPM.** Aula con centros de transformación de compañía y abonado que permite visualizar los componentes y hacer maniobras y medidas.

## 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:

	<b>BLOQUE I ASPECTOS GENERALES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES</b>	ECTS
1	Mercado energético	3
2	Almacenamiento de energía	1,5
3	Recursos renovables	1,5
	<b>BLOQUE II ENERGÍAS RENOVABLES DISTRIBUIDAS</b>	
4	Energías renovables térmicas de baja temperatura	3
5	Sistemas autónomos y microrredes	3
6	Autoconsumo fotovoltaico	5
7	Eficiencia energética en la edificación y la industria	3
	<b>BLOQUE III PLANTAS DE ENERGÍAS RENOVABLES</b>	
8	Plantas fotovoltaicas	3
9	Parques eólicos terrestres	3
10	Evaluación energética de parques eólicos terrestres	1,5
11	Parques eólicos marinos	2
12	Centrales minihidráulicas y energías marinas	1,5
13	Energía termosolar y bioenergía	2
14	Integración en red de energías renovables	1,5
15	Plantas híbridas y de almacenamiento	3
	<b>BLOQUE IV OTROS VECTORES Y APLICACIONES RENOVABLES</b>	
16	Tecnologías de hidrógeno verde	2
17	Energías renovables para el transporte	3
18	Sostenibilidad de las energías renovables	3
19	Acceso universal a la energía	1,5
20	Conferencias	1
	<b>Trabajo Fin de Máster</b>	12
	<b>TOTAL ECTS</b>	<b>60</b>



## Módulo 1. Mercado Energético

CRÉDITOS: 3 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<sup>a</sup> 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. de 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 de Energía y Combustibles ETSIME UPM.

## Módulo 2. Almacenamiento de Energía

CRÉDITOS: 1,5 ECTS

### OBJETIVOS

Análisis de los sistemas de almacenamiento energético, su importancia, tipología aplicaciones, estrategias funcionales, así como los criterios para evaluar las tecnologías y principales retos para su desarrollo, sobre todo sistemas electroquímicos.

PRERREQUISITOS: Conocimientos básicos de termodinámica y electroquímica.

### CONTENIDO

- Justificación de los sistemas de almacenamiento energético.
- Características técnicas de la acumulación de energía.
- Tipos y aplicaciones de los sistemas de almacenamiento energético: mecánicos, eléctricos, químicos y térmicos.
- Sistemas con gases comprimidos (CAES) y aire líquido (LAES)
- Baterías electroquímicas convencionales y avanzadas: litio, flujo redox, etc.
- Análisis comparativo y económico de las tecnologías: casos prácticos.

### COORDINADOR

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

### PROFESORADO

<b>Mathieu Legrand</b>	Profesor e investigador de Ingeniería Mecánica (UPM)
<b>Jesús Palma del Val</b>	Investigador sénior, Instituto IMDEA Energía (Madrid)
<b>J.C. Hernández y H. Plaza</b>	CEOs de MASTER BATTERY (Ciudadenergía)
<b>Fernando Gutiérrez Martín</b>	Profesor e investigador de Ingeniería Química (UPM)

### INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

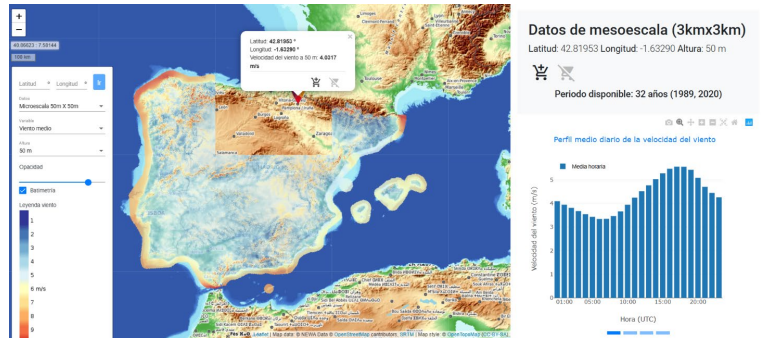
Programas, desarrollos e instalaciones de la ETSIDI y entidades colaboradoras en el módulo, para los que los estudiantes podrán desplazarse y ver in situ laboratorios y productos.

## Módulo 3. Recursos Renovables

CRÉDITOS: 1,5 ECTS

### OBJETIVOS

Determinación del potencial energético solar y eólico de un emplazamiento. Selección y manejo de bases de datos de radiación solar y recurso eólico.



Fuente: <https://www.mapaeolicoiberico.com/>

PRERREQUISITOS: Conocimientos básicos de geometría y de mecánica de fluidos.

### 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. 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.

### COORDINADOR

**Julio Amador** Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático E.U. ETSIDI UPM

### PROFESORADO

**Estefanía Caamaño** Doctora Ingeniera Telecomunicaciones. Profesora titular ETSIT UPM

**Mario Benso Fdez** Máster ERMA, Technical Due Diligence Manager en Exus Management Partners

### INFRAESTRUCTURAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS:

Licencias PVsyst y WAsP

## Módulo 4. Energías Renovables Térmicas de Baja Temperatura

CRÉDITOS: 3 ECTS

### OBJETIVOS

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: Los generales de admisión.

### CONTENIDO

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.

### COORDINADORAS

**Marina Camarasa Rius**

Doctora en CC. Físicas. PTU ETSIDI UPM

**M<sup>a</sup> Isabel de Andrés García**

Doctora en Ing. de Producción. Profesora CD ETSIDI UPM

### PROFESORADO

**Marina Camarasa Rius**

Doctora en CC. Físicas. Profesora Titular ETSIDI UPM

**Juan Carlos Martínez Escribano**

Ing. Aeronáutico. Consultor ing. de proyectos e I+D en Solar Térmica. ASIT

**Juan Francisco López Peón**

Ing. Técnico Industrial. Experto, Ingeniería de proyectos Tetris-JLL

**Manuel Macías Miranda**

Doctor en CC. Físicas. Pte. del Comité Técnico de GBC España

**Juan Antonio de Isabel García**

Ingeniero del ICAI. Director Gerente GEOTER

**Héctor Cano Esteban**

Ing. Caminos, Canales y Puertos, UPM. Subdirector GEOTER

**M<sup>a</sup> Isabel de Andrés García**

Doctora en Ing. de Producción. Profesora CD ETSIDI UPM

### MEDIOS FORMATIVOS

Simulación energética de instalaciones con TSOL. Simulaciones de instalaciones de geotermia con EED. Laboratorio de Instalaciones en edificios. Visitas a instalaciones externas.

## Módulo 5. Sistemas Autónomos y Microrredes

CRÉDITOS: 3 ECTS

### OBJETIVOS

El objetivo principal es dimensionar sistemas autónomos de energías renovables (fotovoltaicos, eólicos, híbridos 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, baterías, aerogeneradores, inversores, sistemas de regulación y control, etc.).

El Módulo está íntimamente relacionado con casi todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con los siguientes: 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

**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.

**Sistemas híbridos:** Esquemas de conexión, criterios de operación, empleo de generadores auxiliares y grupos electrógenos, dimensionado 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

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

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

**Luis Arribas** Ingeniero de Telecomunicaciones. Investigador CIEMAT

**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 6. 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. Baterías y Virtual Power Plants. 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. Autoconsumo comercial e industrial. 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)

**Estefanía Caamaño**

Doctora Ingeniera Telecomunicaciones. Profesora titular ETSIT UPM

**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

**Daniel Díaz de Freijo Piñeiro**

Máster en Eficiencia Energética UPM Director de Tecnología EKHI

**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

**Francisco Javier Hdez Plaza**

Ingeniero Industrial. Account Manager. Amaranzero

**Jorge López Galera**

Ingeniero Industrial. Máster ERMA. Ingeniering Department FRV

**Nuria Martín Chivelet**

Doctora en Ciencias Físicas. Investigadora CIEMAT

**Luis Méndez Castellanos**

Ingeniero Industrial. PV Project Engineer Manager Powen

**Gerhard Meyer**

Lic. Ciencias Ambientales. Director de Calidad Spire Solar Iberia / Amaranzero

**Jean François Picard**

Ingeniero Electrónica y Automática. Director de Formación Amaranzero

**Jorge Pablo Muñiz**

Ingeniería Mecánica. Máster ERMA. Experto en Renovables

**José María Vizuete**

Ingeniero Electrónico y Automático. Technical Manager Amaranzero

MEDIOS FORMATIVOS

Terraza fotovoltaica de la ETSIDI UPM y AMARANZERO. Software PVsyst.

## Módulo 7. Eficiencia Energética en la Edificación y la Industria

CRÉDITOS 3 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** Ingeniero Industrial. Director Gerente GEOTER – GEOTHERMAL ENERGY SL

#### PROFESORADO

**Juan Antonio de Isabel García** Ingeniero Industrial. Director Gerente GEOTER  
Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética PTE-ee

**Guillermo J. Escobar** Coordinador Técnico PTE-ee / NATURGY

**Ana María Lancha** Dirección PTE-ee / Agencia Española de Investigación  
Asociación de Empresas de Eficiencia Energética A3E

**Penélope López González** Project Manager A3E

**Mar Gandolfo de Luque** Responsable del departamento de iluminación de PHILIPS

**Francisco Monedero López** Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Responsable de Área  
Departamento 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** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Responsable I+D+i  
GEOTER



## Módulo 8. 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)

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

INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Terraza Fotovoltaica y "Workplace" de ORMAZABAL de la ETSIDI UPM

## Módulo 9. 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.**

COORDINADOR

**Carlos Veganzones Nicolás** Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular ETSI Industriales UPM

PROFESORADO AEROGENERADORES

**Carlos Veganzones Nicolás** Doctor Ingeniero Industrial ETSI Industriales UPM

**Javier Gracia Bernal** Ingeniero industrial. Ceo Ruralia - CETASA

**Rafael Mesa Sánchez** Ingeniero Industrial. Responsable de Calidad Europeo General Electric Wind Energy

**Isaac Gude** Ingeniero electrónico Siemens Gamesa Renewable Energy

**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

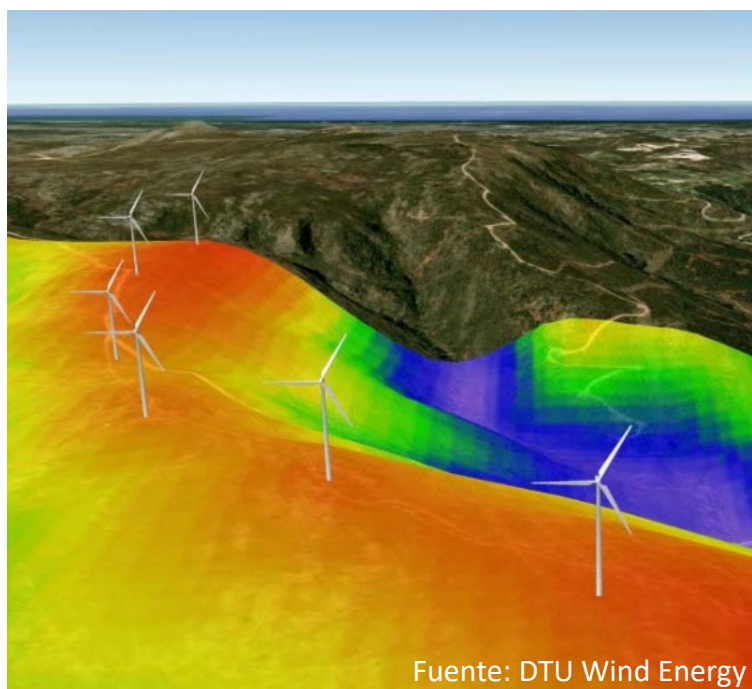
**Alberto Ceña Lázaro** Ingeniero Aeronáutico. Experto en energía grupo BEPTE

## Módulo 10. Evaluación energética de parques eólicos terrestres

CRÉDITOS: 1,5 ECTS

### OBJETIVOS

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 recurso eólico. Conocimientos de aerogeneradores y parques eólicos.

### CONTENIDO

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. Statkraft

### PROFESORADO (orden de intervención)

<b>Emilio Migoya Valor</b>	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular ETSI Industriales UPM
<b>Jon López de Maturana Echevarría</b>	Máster ERMA. Statkraft
<b>Cristóbal López López</b>	Licenciado en CC Físicas. CTO EREDA

### MEDIOS FORMATIVOS

Licencias de WAsP y Windpro

## Módulo 11. 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, principales particularidades 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)

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

## Módulo 12. Centrales Minihidráulicas y Energías marinas

CRÉDITOS: 1.5 ECTS

### OBJETIVOS

Gestión integral del proyecto de una 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 de hidráulica a nivel teórico.

### CONTENIDO



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

**Teodoro Adrada Guerra** Máster Ingeniero de Producción. Profesor ETSIDI UPM

### PROFESORADO

<b>Teodoro Adrada Guerra</b>	Máster Ingeniero de Producción. Profesor ETSIDI UPM
<b>Fernando Perán Montero</b>	Ingeniero Industrial. Máster ERMA. Director de proyecto departamento Hidráulico IBERDROLA
<b>Luis Leal Leal</b>	Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Experto
<b>José Miguel Pérez</b>	Ingeniero Industrial. Empresa Perga Ingenieros
<b>Jesús Urbieto Sotillo</b>	Ingeniero Industrial. Head of clean energy. Canal de Isabel II
<b>Sergio Martínez González</b>	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular de Universidad UPM
<b>David Díaz Gutiérrez</b>	Doctor Ingeniero. Profesor ETS de Ingenieros Navales UPM

### INFRAESTRUCTURAS/ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

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

## Módulo 13. Energía Termosolar y Bioenergía

CRÉDITOS: 2 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. **ODS 7: Energía asequible y no contaminante**

PRERREQUISITOS: Conocimientos básicos de termodinámica, transferencia de calor y combustión.

### 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.

### COORDINADOR

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

### PROFESORADO

<b>Mathieu Legrand</b>	Profesor e investigador de Ingeniería Mecánica (UPM)
<b>Manuel Romero Álvarez</b>	Director adjunto IMDEA Energía (Madrid)
<b>Lourdes González Martínez</b>	Investigador senior CIEMAT
<b>Mario Biencinto Murga</b>	Investigador senior CIEMAT – Plataforma Solar Almería
<b>Margarita De Gregorio</b>	Plataforma BIOPLAT – GEOPLAT CEO de la Asociación Española de Biocircularidad (BIOCIRC)
<b>Roberto de Antonio</b>	Doctor Ingeniero Agrónomo.(Director Desarrollo DH ECO ENERGIA S.L.) TotalEnergies
<b>José Antonio Díaz López</b>	Doctor en Ingeniería química, Profesor de Ingeniería Mecánica (UPM)
<b>Elías Hernández Igeño</b>	Ingeniero Industrial, Director general de ENSO
<b>Borja Huertas Castellano</b>	Ingeniero Industrial, Ingeniero jefe de procesos MOVIALSA

### INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

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

## Módulo 14. Integración en Red de las 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 15. Plantas Híbridas y de Almacenamiento

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)

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

### INFRAESTRUCTURAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS

Licencias WindPro, HOMER Pro. Visita Planta Híbrida



## Módulo 16. Tecnologías de Hidrógeno Verde

CRÉDITOS: 2 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 H<sub>2</sub> a partir fundamentalmente de fuentes de energía renovable
- Almacenamiento, transporte y seguridad del H<sub>2</sub> 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

<b>Miguel Antonio Peña</b>	Científico del CSIC (ICP) y miembro de la AeH2
<b>Antonio Pérez Collar</b>	Consultor
<b>Ricardo Orta</b>	Process & Project Engineer, Renewable Hydrogen (Repsol)
<b>Josep Cots Navarro</b>	Responsable de logística (RWE)
<b>Domingo Guinea.</b>	Profesor e investigador (C. Automática y Robótica (UPM-CSIC)
<b>Fernando Gutiérrez</b>	Profesor ad honorem ETSIDI UPM
<b>Marina Holgado.</b>	Directora Técnica de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2)

### INFRAESTRUCTURAS ESPECÍFICAS

Laboratorio, programas y desarrollos de tecnologías del hidrógeno del Departamento de Ing. Mecánica, Química y Diseño Industrial de la ETSIDI-UPM

## Módulo 17. Energías Renovables para el Transporte

CRÉDITOS: 3 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 CO<sub>2</sub>. 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. Fotolineras.

### COORDINADOR

**Luis Miguel Rodríguez Antón**

Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático E.U. ETSIDI UPM

### PROFESORADO

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

## Módulo 18. Sostenibilidad de las Energías Renovables

CRÉDITOS: 3 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

<b>Diego Ruiz Amador</b>	Doctor en CC. Físicas, profesor UNED
<b>María Cifuentes Morales</b>	Ingeniera de montes. Coordinadora de Calidad, EIA y Biodiversidad. Tragsatec
<b>Marta de la Cuesta González</b>	Catedrática en Economía Aplicada, UNED
<b>Javier Gracia Bernal</b>	Ingeniero Industrial, director empresas participadas, Caja Rural de Soria
<b>Virginia Blasco Tocón</b>	Técnico de Medio Ambiente, Recyclia
<b>Gonzalo Torralbo Pérez</b>	Director de Relaciones Institucionales, Recyclia
<b>Cecilia López Pablos</b>	Abogada, Coordinadora de Proyectos, RED SDSN
<b>Candela de la Sota</b>	Dra. Ingeniería Ambiental, directora de RED SDSN
<b>Marisa Alvarado Díaz</b>	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 19. 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

**Eduardo Sánchez Jacob**

Doctor Ingeniero Industrial. Investigador afiliado al MIT-Energy Initiative y al Universal Energy Access Lab

### 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.