

Máster propio en Energías Renovables Europeo

23^a edición

Curso 2021/2022



Instituto Universitario de Investigación Mixto
CIRCE
Universidad Zaragoza



Índice

Curso 2021-2022

Presentación	3
Objetivos	4
Metodología	5
Información	7
Profesorado	8
Programa	9
Programa por asignaturas	11
Tramitación	30

Presentación



Desde su primer edición en el año 1999, el programa del Máster en Energías Renovables se ha ido adaptando a la propia evolución de la industria de las energías renovables y está orientado a la formación integral de gestores de proyectos de energías renovables para lo que se cuenta con un programa eminentemente práctico y la participación de importantes empresas del sector.

Dirigido a titulados universitarios en ingenierías y licenciados en ciencias. El enfoque del Máster lo hace especialmente idóneo para recién licenciados y profesionales de otros sectores que deseen introducirse en el sector energético a través de este tipo de proyectos, teniendo la garantía de la Universidad que los otorga, en este caso la Universidad de Zaragoza (UZ).

La organización de los estudios propios es más ágil que la de los oficiales, siendo fácil adaptar el

plan de estudios a la evolución de temáticas actuales. Una parte importante de la docencia está a cargo de profesionales de la empresa, que imparten sesiones relacionadas directamente con su trabajo y por tanto la visión que se da es más práctica y aplicada.

De este modo, el Máster permitirá a los estudiantes:

- Saber evaluar la disponibilidad de recursos energéticos renovables (solar, eólico, biomásico) en una localización.
- Conocer las tecnologías más importantes para el aprovechamiento de dichos recursos, identificar las más apropiadas en cada caso y realizar cálculos preliminares de dimensionamiento de instalaciones.
- Comprender la problemática del abastecimiento exclusivo con Energías Renovables, los sistemas híbridos que combinan diferentes fuentes de energía y la integración de Energías Renovables en la red eléctrica.
- Adquirir conocimientos técnicos sobre instalaciones de energías renovables: solar térmica y fotovoltaica, eólica y de aprovechamiento de la biomasa desde la integración de los aspectos técnicos, normativos y económicos involucrados en la materialización de proyectos reales.



Objetivos



El objetivo fundamental del Máster es formar profesionales especializados en:

1. Técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidroeléctrica) y su utilización.
2. Aplicación de conocimientos de termotecnia, teoría de circuitos y máquinas eléctricas en instalaciones de energías renovables.
3. Evaluación de la sostenibilidad de distintos modelos energéticos, desde el punto de vista económico, medioambiental y social.
4. Tecnologías de aprovechamiento de la energía hidráulica. Abordar procesos de evaluación técnico-económica de estas instalaciones.
5. Tecnologías de aprovechamiento de la energía solar: paneles fotovoltaicos y colectores solares. Dimensionamiento de instalaciones. Abordar procesos de evaluación técnico-económica de estas instalaciones.
6. Tecnologías de aprovechamiento de la energía eólica: características de un aerogenerador, diseño de parques eólicos. Dimensionamiento básico de instalaciones.
7. Tecnologías de aprovechamiento energético de los distintos tipos de biomasa: biomasa residual seca, cultivos energéticos, biocarburantes, biomasa residual húmeda. Realización de predimensionamiento y estudios de viabilidad de instalaciones.
8. Conceptos de integración de energías renovables y de sistemas híbridos. Dimensionamiento de una instalación integrada por varias fuentes renovables y/o generadores convencionales (gas, diésel).
9. Conocimiento de la normativa, tramitación y gestión administrativa de un proyecto con EERR.

Metodología



El Máster tiene una duración de 3 semestres: los dos primeros corresponden al periodo lectivo (septiembre 2021 - junio 2022) durante el cual tiene lugar la impartición de las asignaturas y el tercero está destinado a la elaboración del proyecto. Cada alumno tendrá asignado un tutor, especialista en la temática elegida.

Dentro del Máster, existen dos posibles especializaciones. En ambas, el primer semestre es común y está formado por 7 asignaturas (30 ECTS) que forman el **Diploma de Especialización en Energías Renovables**. Este semestre se puede cursar en modalidad presencial y on-line. Alumnos extranjeros del acuerdo con EUREC pueden realizar también este Diploma, denominado CORE para ellos.

El segundo semestre se puede cursar a través de dos itinerarios (son **Diplomas** indptes.):

- **Especialización en Instalaciones de Energías renovables** (6ª ed., presencial y on-line, en castellano). Es el más común.
- **Especialización en Integración de Energías Renovables a la Red** (12ª ed. presencial, en inglés). Es de la opción EUREC.

Modalidad Presencial

La docencia se estructura en clases teóricas y prácticas. Las sesiones presenciales podrán tener una duración de hasta cuatro horas diarias repartidas entre clases teóricas y prácticas, prácticas de laboratorio, visitas técnicas y tutorías. Las clases presenciales se imparten en su mayoría en las aulas de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

Las asignaturas **se imparten de forma secuencial**, realizándose la evaluación al final de cada asignatura. Para asignaturas no superadas, se realizarán exámenes de recuperación en el mes de septiembre.

Los alumnos de esta modalidad recibirán como parte del **material docente** los libros publicados por Prensas Universitarias de Zaragoza, de las colecciones “Energías Renovables” , “Eficiencia Energética” y/o “Generación Distribuida e Integración de Energías Renovables a la Red” correspondientes a las asignaturas del estudio.

La docencia presencial **se realizará de forma síncrona**, con lo cual y ateniéndose a las posibles circunstancias especiales derivadas del Covid-19, **la asistencia presencial no será obligatoria**.



Modalidad On-Line

Esta modalidad se desarrolla a través de Internet y se apoya en la herramienta de docencia virtual de la Universidad de Zaragoza, el Anillo Digital Docente (ADD) sobre la plataforma Moodle 2.

Las asignaturas, que se activan en el ADD de forma secuencial a lo largo del transcurso del Máster, están diseñadas para un estudio flexible, siguiendo el calendario de actividades propuesto.

Dentro de cada asignatura, los alumnos podrán acceder a la documentación correspondiente, realizar los trabajos propuestos y autoevaluaciones, participar en foros, publicar mensajes, contactar con el profesor a través del correo electrónico, chats, etc. En cualquier caso, la documentación es la misma que en la modalidad presencial, ya que el nivel de exigencia es idéntico para ambas modalidades. Y podrán conectarse a las clases síncronas de dicha modalidad.

Además de superar las actividades de evaluación que se establezcan para cada asignatura es preciso realizar exámenes, que podrán ser presenciales o realizados de forma telemática. Se realizarán dos convocatorias de exámenes (parciales en febrero, finales 1ª convocatoria en Junio, finales 2ª convocatoria en Septiembre) en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza. En cualquier caso, podrían realizarse alternativamente a la finalización de cada asignatura.

Podrían realizarse junto con los exámenes (si son presenciales), unas sesiones especiales de prácticas voluntarias y/o visitas a las que podrán asistir si lo desean. En cualquier caso se evitará en lo posible la asistencia de alumnos no residentes en Zaragoza a pruebas presenciales.

Los alumnos de esta modalidad recibirán como parte del material docente los libros publicados por Prensas Universitarias de Zaragoza, de las colecciones “Energías Renovables” y “Eficiencia Energética” correspondientes a las asignaturas del estudio.



Proyecto Final

Independientemente de la modalidad elegida, durante el último trimestre el alumno desarrollará su proyecto final de Máster (PFM). El proyecto consistirá en la realización de un trabajo de suficiente entidad relacionado con alguna de las materias desarrolladas en el Máster y en el que se pongan de manifiesto las competencias adquiridas por el alumno durante el mismo.

Cada alumno tendrá asignado un director que tutelaré el proyecto. El director será asignado en función del tema elegido por el estudiante. El PFM se puede realizar dentro de la empresa si se realizan prácticas externas, pero el tutor sigue siendo un profesor del máster aunque el tutor en la empresa haga la valoración final del alumno.

Para aprobar el proyecto se tendrá que entregar una memoria final, previa autorización del director, y efectuar una defensa pública ante un tribunal de especialistas.

Cambios en la modalidad de estudio

Dado que el grado de exigencia es el mismo, y la situación actual exige una gran flexibilidad, **ambas modalidades son idénticas** a efectos de matrícula y no ha lugar a distinciones y por tanto modificaciones de esta índole.

Información

Requisitos

Perfil de ingreso: estudiantes egresados de una titulación universitaria (diplomatura, grado o máster) de Ingeniería o licenciatura de la rama científico-técnica. Se recomiendan conocimientos previos de electrotecnia, termotecnia, y conocimiento suficiente de inglés para ser capaz de leer textos técnicos en este idioma.

Para alumnos del **itinerario EUREC** es necesario el nivel C1 inglés, ya que la docencia de la especialización (2º semestre) será en inglés en otra universidad europea, y el PFM debe realizarse y defenderse en inglés.

Criterios de selección

Currículum Vitae y entrevista personal. La baremación del CV sera según la adecuación del perfil de ingreso (10%), expediente académico (30%), experiencia laboral relacionada con el Máster (20%), formación complementaria (10%), idiomas (20%) y otros méritos (10%).

Lugar

Las clases presenciales tendrán lugar en las aulas de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) de la UZ. Las actividades no presenciales se impartirán a través del ADD de la UZ, y las síncronas a través de Google Apps.

Horarios y fechas

Horario

El primer semestre las clases podrán ser de lunes a jueves por la tarde y viernes por la mañana. Las actividades especiales como visitas técnicas pueden llevar otros horarios dependiendo de la disponibilidad de las instalaciones.

En el segundo semestre, el horario de clases posibles dependerá del itinerario escogido:

- *Instalaciones de Energías Renovables:* de lunes a jueves por la tarde y los viernes por la mañana.
- *Integración de energías renovables a la red:* de lunes a viernes por la mañana.

Fechas

Del 28 de septiembre de 2021 al 31 de enero de 2023. Exámenes en febrero, junio y septiembre.

Depósito del PFM: enero de 2023. Su defensa será al final de ese mes.

Reconocimiento de créditos

El Órgano Coordinador del estudio podrá acordar el reconocimiento de asignaturas y/o módulos **de otros títulos** universitarios, tanto de estudios oficiales como de estudios propios. Se tendrá en cuenta la adecuación entre las competencias y co-nocimientos asociados a los créditos ya cursados y los que se pretendan reconocer. En ningún caso se podrán reconocer más del 60% del total de los créditos obligatorios. Este reconocimiento no supondrá en ningún caso reducción del precio de la matrícula.

Según el RD 861/2010, en los títulos oficiales de grado y máster se podrá contemplar el reconocimiento de un máximo del 15% de los créditos por experiencia profesional y créditos cursados **en este título propio**, siempre que tengan relación con las competencias asociadas a los créditos reconocidos.

Información adicional:

Tel.: (+34) 976 76 21 45

e-mail: circefor@unizar.es

Profesorado

(2019-2020)*

Empresas y Entidades

Alijarde Caverio, Jesús
 FORESTALIA
 Amate López, Juan
 IBERDROLA I&C
 Andrés, Pablo
 ÁBORA SOLAR
 Aso Aguarta, Ismael
 AIRLIQUIDE
 Balana Ferrer, Julio Alberto
 ENEL
 Blasco Valenti, Alvaro
 IDOM Zaragoza, S.A.
 Borobia Irache, Alberto
 EDP RENOVAVEIS
 Ceña Lázaro, Alberto
 BEPTE-EREDA
 Clemente Turón, Agustín
 CORP. ACCIONA HIDRÁULICA
 De Gea Rodríguez, Xavier
 ATEXPREVEN
 Del Amo Sancho, Alejandro
 ÁBORA SOLAR
 Díaz García, Agustín
 REE
 Espatolero Callao, Sergio
 IASOL
 Ferrer Benedí, Eduardo
 VEOLIA
 Fresno de Marcos, José María
 SIEMENS GAMESA RE
 García Salicio, Baldomero
 ENEL
 Gavin Asso, David
 SATEL
 Gómez de las Heras, Enrique
 GAMESA
 González García, Alezeia
 BOLSÁN INGENIERÍA
 Gracia Bernal, Javier
 CAJA RURAL DE SORIA
 Gregorio Les, Santiago
 BOW POWER
 Honrubia Escribano, Andrés
 UCLM
 Jiménez Corrales, Juan Carlos
 MOLINOS

Kremers, Enrique
 EDF
 Largo Seisdedos, José Ramón
 GAMESA
 López Brizzolis, Jose Antonio
 ENEL
 López Cudero, Ana
 ALBUFERA ENERGY STORAGE
 López Ferrer, José Hernán
 WIND POWER INSIDE S.L.
 Martí Vega, Antonio
 UPM
 Martínez Villanueva, Sergio
 REE
 Miana Sanz, Mario
 ITAINNOVA
 Morales Martínez, Ana
 DIGISILENT IBÉRICA
 Mostajo Elvira, Sergio
 DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
 Nave Barco, Ricardo
 DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
 Oche Lozano, Jesús Manuel
 OCHE INSTALACIONES
 Oliva Urcia, Luis M.
 SISENER
 Pérez Clemente, Fernando
 ÁBORA SOLAR
 Puértolas Rodríguez, Juan Pablo
 B.S. INGENIERÍA
 Puértolas Vicente, Emilio
 COM. GEN. RIEGOS ALTO ARAGÓN
 Quiñónez Varela, Gustavo
 ACCIONA ENERGÍA
 Rosico Ramón, Emilio Vicente
 ENDESA
 Roige Balada, Xavier
 SALTOS DEL PIRINEO, S.L.
 San Miguel Carrancio, Egoitz
 CSNP
 Serón Galindo, Daniel
 S2 BIOSOLUTIONS
 Veguillas Pérez, Roberto
 IBERDROLA RENOVABLES
 Vidal Pascual, César
 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 Villarig Tomás, José Miguel
 MOLINOS

Instituto CIRCE

Osorio Tejada, José Luis

Universidad de Zaragoza

Aranda Usón, Alfonso
 Arauzo Pelet, Inmaculada
 Arauzo Pérez, Jesús María
 Artal Sevil, Jesús Sergio
 Bayod Rújula, Angel Antonio
 Comech Moreno, María Paz
 Cortés García, Cristóbal
 Díez Pinilla, Luis Ignacio
 Dufo López, Rodolfo
 Gil Martínez, Antonia
 Lisbona Martín, María Pilar
 Llera Sastresa, Eva María
 Marco Fondevila, Miguel
 Martínez Gracia, Amaya
 Melero Estela, Julio Javier
 Montañés Espinosa, Antonio
 Moreno Gómez, Francisco
 Royo Herrero, Francisco Javier
 Sallán Arasanz, Jesús
 Sanz Badía, Mariano
 Sanz Osorio, José Francisco
 Uche Marcuello, Francisco Javier
 Valero Capilla, Antonio
 Valero Delgado, Alicia
 Valero Gil, Jesús

Fundación CIRCE

Acerete Halli, Rubén
 Álvarez Pérez-Aradrós, Olga
 Bludzuweit, Hans
 Borroy Vicente, Samuel
 Bruna Moreno, Jorge
 Del Busto Pinzón, Daniel Felipe
 Galán Hernández, Noemí
 Giménez de Urtasun, Laura
 Lázaro Gastón, Roberto
 Lozano Domingo, Luis F.
 Muñoz-Cruzado Alba, Jesús
 Pérez Aragüés, Juan José
 Quintana Hontoria, Itziar
 Talayero Navales, Ana Patricia
 Telmo Martínez, Enrique
 Torres Trenor, Jesús



Programa

Diploma de Especialización en Energías Renovables (1^{er} semestre)

Asignaturas OBLIGATORIAS en el Máster (presencial y online, en castellano)

Asignatura	Créditos
Aspectos estratégicos de las energías renovables y sostenibilidad	3
Viabilidad económica de proyectos e instalaciones	2
Energía solar	7
Energía eólica	6
Energía hidroeléctrica	4
Energía de la biomasa	6
Otras tecnologías renovables	2
Suma de créditos	30

Diploma de Especialización en Instalaciones de Energías Renovables (2^o semestre)

Asignaturas OPTATIVAS en el Máster (presencial y online, en castellano)

Asignatura	Créditos
Energía de la biomasa: tecnologías e instalaciones	7
Integración de energías renovables y smart energy	5
Energía eólica: tecnologías e instalaciones	5
Energía solar: tecnologías e instalaciones	9
El sistema eléctrico en instalaciones de energías renovables	2
Proyectos de energías renovables	2
Suma de créditos	30

Diploma de Especialización en Integración en red ("GRID"; 2.º semestre)**Asignaturas OPTATIVAS en el Máster** (presencial, en inglés)

Asignatura	Créditos
Introduction to Electric Power Systems and Power Electronics	3,0
Distributed Energy Resources	6,1
Renewable Energy Integration	5,6
DER Impact on EPS	5,2
Smart Grids Solutions	6,1
Energetic Markets	4,0
Suma de créditos	30

Proyecto fin de Máster

Asignatura	Créditos
Proyecto fin de Máster	30

Créditos totales del Máster	90
-----------------------------	----

Programa de prácticas

Gestionamos una bolsa de prácticas en empresa para los alumnos del Máster que incluye tanto empresas en España como en el extranjero.

La coordinación del máster no toma parte en el proceso de selección, que corre a cargo de la empresa, así como la remuneración, duración y condiciones de la misma. La gestión administrativa se realiza a través de UNIVERSA o FEUZ en la UZ.

La realización de las prácticas no es requisito obligatorio para la obtención del título, pero muy recomendable dado el elevado porcentaje de incorporación posterior de egresados a las empresas.



Aspectos estratégicos de las energías renovables y sostenibilidad

Objetivos

- Conocer las interacciones entre la energía, el desarrollo, el impacto medioambiental del crecimiento y las necesidades económicas. Descender al caso europeo, español y en Aragón.
- Analizar los consumos energéticos actuales y las tendencias de futuro, sus impactos globales y locales y modelos de sostenibilidad social asociados a los consumos energéticos.
- Ser capaz de evaluar de forma preliminar las interacciones mencionadas en el primer apartado y realizar análisis cualitativos sobre la sostenibilidad de distintos modelos energéticos.

Créditos:

3 créditos ECTS (2,5 teóricos, 0,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

270 €

Programa

1. El valor del dinero.
2. Energía y sostenibilidad.
3. Cambio climático. La conferencia del Clima.
4. Consumo exponencial y el agotamiento de los materiales.
5. Biomasa y uso de la tierra.
6. Tecnologías sostenibles de producción de energía.

Esta asignatura se completará con una serie de conferencias a cargo de profesionales de reconocido prestigio sobre el futuro de la energía, energía y medioambiente, aspectos estratégicos de la energía, la energía en la Unión Europea, etc., en función de la disponibilidad de conferenciantes.

Obligatoria

Viabilidad económica de proyectos e instalaciones

Objetivos

- Profundizar con ejemplos en las diferentes técnicas de análisis de inversión desde el punto de vista económico y financiero y poder aplicarlo a soluciones de problemas concretos.
- Completar un estudio de viabilidad de una inversión en el ámbito energético. Modelar proyectos o empresas a través de su flujo de caja.
- Añadir variables socio-económicas y de sostenibilidad al análisis de viabilidad de proyectos de inversión.
- Profundizar en el conocimiento del mercado eléctrico y en la regulación en materia de inversiones energéticas.

Programa

1. Métodos de evaluación de impactos socioeconómicos de las renovables.
2. Métodos de cálculo y contabilización de emisiones.
3. Mercado eléctrico. Regulación y funcionamiento.
4. Financiación de proyectos energéticos.

Créditos:

2 créditos ECTS (1,5 teóricos, 0,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

180 €



Energía solar

Objetivos

- Identificar los valores de radiación incidentes, su variación con el clima, la latitud y la altura.
- Conocer bases de datos de radiación, modo de utilización y limitaciones.
- Calcular las pérdidas por orientación e inclinación y por sombreado en instalaciones solares.
- Conocer la normativa actual que aplica a instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red y aisladas.
- Comprender el principio de funcionamiento de un panel fotovoltaico, identificando sus principales elementos.
- Aplicar los criterios para seleccionar el tipo y modelo de panel fotovoltaico más adecuado.
- Aprender a realizar el diseño básico de una instalación solar fotovoltaica, dimensionando y seleccionando los principales elementos que componen una instalación tanto conectada a red como aislada.
- Evaluar de forma básica el coste de una instalación solar fotovoltaica y cuantificar los ahorros derivados de ella en unidades energéticas y económicas.
- Conocer la normativa actual que aplica a instalaciones solares térmicas.
- Comprender el principio de funcionamiento de un colector solar térmico, identificando sus principales elementos.
- Aplicar los criterios para seleccionar el tipo y modelo de colector solar más adecuado.
- Aprender a realizar el diseño básico de una instalación solar térmica, dimensionando y seleccionando los principales equipos que la componen.
- Evaluar de forma básica el coste de una instalación solar térmica y cuantificar los ahorros derivados de ella en unidades energéticas y económicas.

Créditos:

7 créditos ECTS (4,5 teóricos, 2,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

630 €

Programa

1. Conceptos básicos de radiación solar. Bases de datos de radiación. Diagramas solares de cálculo de pérdidas.
2. Introducción a la energía solar fotovoltaica. Presente, futuro y aplicaciones.
3. Normativa.
4. La célula solar, paneles fotovoltaicos.
5. Dimensionamiento básico de instalaciones fotovoltaicas aisladas.
6. Dimensionamiento básico de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
7. Ejemplos, visitas y montaje de instalaciones fotovoltaicas.
8. Introducción a la energía solar térmica. Presente, futuro y aplicaciones.
9. Normativa.
10. Tipologías de colectores solares térmicos.
11. Dimensionado básico de un sistema de ACS con colectores solares térmicos.
12. Ejemplos, visita y montaje de instalaciones solares térmicas.

Obligatoria

Energía eólica

Objetivos

- Conocer los aspectos básicos relacionados con la utilización de la energía eólica.
- Conocer los sistemas de generación eléctrica basados en energía eólica.
- Comprender las características del recurso eólico, cómo se mide y se analiza.
- Comprender la estructura y el funcionamiento de un aerogenerador y de un parque eólico.
- Analizar el proceso de ubicación de aerogeneradores en un parque eólico.

Créditos:

6 créditos ECTS (4,5 teóricos, 1,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

540 €

Programa

1. Introducción, recorrido histórico, estado actual y tendencia futura.
2. Recurso eólico.
3. El aerogenerador.
4. Diseño de parques eólicos.
5. Verificación de parques eólicos.
6. Sistema eléctrico y control de un aerogenerador.
7. Modelos numéricos para el diseño de parques eólicos.
8. Aspectos ambientales de la energía eólica.



Energía hidroeléctrica

Objetivos

- Conocer los aspectos técnicos, legislativos, económicos, medioambientales, etc; relacionados con la utilización de la energía hidráulica.
- Conocer los elementos de obra civil y el equipamiento electromecánica que componen una instalación de aprovechamiento de energía hidráulica para la generación eléctrica.
- Comprender las características del recurso hidráulico, cómo se mide y se analiza para predimensionar los elementos de obra civil.
- Comprender la clasificación y funcionamiento de los diferentes tipos de turbinas hidráulicas.
- Analizar el proceso de selección de la turbina adecuada a cada aprovechamiento.
- Analizar los sistemas de regulación y control de una central hidroeléctrica.
- Conocer los modos de funcionamiento de las centrales: arranque, parada, emergencia, etc.
- Conocer los puntos fundamentales para el mantenimiento de centrales y seguridad de centrales hidroeléctricas.
- Completar el diseño de los elementos y valorar la inversión económica de una minicentral hidroeléctrica. Calcular el caudal óptimo desde el punto de vista económico.

Créditos:

4 créditos ECTS (3 teóricos, 1 práctico)

Coste matrícula a la asignatura:

360 €

Programa

1. Aspectos básicos de la generación hidroeléctrica.
2. Conceptos hidráulicos y obra civil.
3. Equipamiento electromecánico.
4. Diseño, instalación, explotación y mantenimiento.



Obligatoria

Energía de la biomasa

Objetivos

- Conocer todos los tipos de biomasa existentes y sus peculiaridades como fuente de energía.
- Conocer todas las barreras y oportunidades presentes en las tareas de recolección, almacenamiento, transporte y aprovechamiento de la biomasa (logística del recurso).
- Capacidad de desarrollar una metodología de evaluación de la cantidad de biomasa disponible en una zona y de su calidad como combustible o como materia prima energética en función del tipo de estado del proyecto que se esté considerando.
- Conocer para cada uno de los tipos de recursos existentes las tecnologías de transformación presentes en el mercado (pre-tratamientos y conversión).
- Analizar la viabilidad técnica y económica de una instalación para el aprovechamiento de la biomasa.
- Evaluación de recursos.
- Pretratamientos.
- Caracterizaciones física y química. Calidad.
- Transformaciones termoquímicas de la biomasa.
- Sistemas destinados a la generación de calor.
- Sistemas destinados a la generación de electricidad.

Créditos:

6 créditos ECTS (4,5 teóricos, 1,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

540 €

Programa

1. Aspectos Básicos de la Energía de la Biomasa:

- Visión general.
- Perspectiva global de la biomasa. Definiciones
- Termoquímica de la combustión.
- Ciclos termodinámicos

2. Biomasa sólida:

- Fuentes y evaluación de recursos.
- Cultivos energéticos.

3. Biocombustibles líquidos:

- Materias primas. Producciones. Aspectos legislativos.
- Tecnologías de transformación y producción de bioetanol y ETBE.
- Tecnologías de transformación y producción de biodiesel.
- Utilización de los biocarburantes en motores de combustión interna.
- Viabilidad económica de una planta de biocarburantes.

4. Biomasa Residual Húmeda:

- Introducción. Fuentes y propiedades.
- Degradación de la materia orgánica. Uso como enmienda vs tratamiento.
- Introducción a los tipos de tecnologías de tratamiento.
- Principales tratamientos: plantas de secado, compostaje, tratamiento de aguas y biogás.
- Producción de biogás: factores, tipos de digestión y uso del biogás
- Estimación de la producción de biogás.

Otras tecnologías renovables

Objetivos

- Conocer energías renovables de menor alcance que las estudiadas hasta el momento.
- Conocer los conceptos de integración de energías renovables y el de sistemas híbridos.
- Conocer los problemas asociados a la integración de cada una de las energías de las tecnologías renovables.

- Conocer los distintos tipos de integración de energías renovables.
- Ser capaces de dimensionar una instalación integrada por varias fuentes renovables y/o sistemas pequeños generadores convencionales (sistema híbrido).
- Realizar un análisis de las condiciones de estabilidad del sistema híbrido.

Créditos:

2 créditos ECTS (1,5 teóricos, 0,5 prácticos)

Coste matrícula a la asignatura:

180 €

Programa

1. Otras energías renovables: marina, geotérmica.
2. Tipos de integración: sistemas híbridos.
3. Sistemas de almacenamiento de energía.
4. Dimensionado óptimo de sistemas integrados.



Especialización:
Instalaciones
EE. RR.

Energía de la biomasa: tecnologías e instalaciones

Objetivos

- Conocer todos los tipos de biomasa existentes y sus peculiaridades como fuente de energía.
- Conocer todos los equipos y procesos para caracterizar y pretratar la biomasa, identificar los procesos necesarios para alcanzar unas condiciones de partícula objetivo y comprender todas las fases que deberán evaluar en un proceso logístico de biomasa (desde la producción del recurso hasta su introducción al reactor de aprovechamiento).
- Conocer para cada uno de los tipos de recursos existentes las tecnologías de transformación presentes en el mercado (pre-tratamientos y conversión), sus ventajas e inconvenientes, o lo que podría ser equivalente, su grado de aplicabilidad o de adecuación a cada tipo de recurso existente.
- Analizar la viabilidad técnica, ambiental y económica de una instalación para el aprovechamiento de la biomasa.
- Completar el diseño conceptual de una instalación para el aprovechamiento de la biomasa.

Créditos:

7 créditos ECTS (4,5 teóricos, 2,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

630 €

Programa

1. Biocombustibles sólidos: Biomasa residual seca y cultivos energéticos:
 - Caracterizaciones física y química, almacenamiento y pretratamientos.
 - Pirólisis: Procesos, aplicaciones, casos reales, limitaciones.
2. Biocarburantes:
 - Producción de etanol de segunda generación. Tecnologías, procesos, plantas, costes.
 - Producción de biodiésel. Tecnologías, procesos, plantas, costes.
 - Producción de biodiésel a partir de algas. Tipos de algas, procesos de extracción del aceite, costes.
3. Biomasa Residual Húmeda:
 - Digestión anaerobia. Digestores: Selección del digestor en función del recurso.
 - Diseño y puesta en marcha de un proyecto de una planta de digestión anaerobia: aspectos prácticos.
 - Gestión y utilización de purines.
 - Visita a una planta de digestión anaerobia (biogás utilizado para producir electricidad).
4. Residuos Sólidos Urbanos (RSU):
 - Fuentes y recursos.
 - Tratamiento integral de RSU.
 - Visita a una planta de tratamiento integral de RSU.
5. Evaluación ambiental del uso de la biomasa: ACV.
 - Gasificación: Procesos, aplicaciones, casos reales, limitaciones
 - Combustión: Procesos, aplicaciones, casos reales, limitaciones.
 - Problemas asociados a las cenizas de los biocombustibles sólidos: ensuciamiento, deposición, escorificación y corrosión.
 - Aspectos medioambientales.
 - Sistemas de protección: Incendios y explosiones
 - Generación de calor con bio-combustibles sólidos.
 - Generación de electricidad con biocombustibles sólidos.
 - Visita a una planta de generación de calor y trabajo con biomasa sólida

Integración de energías renovables y Smart energy (en inglés)

Objetivos

- Conocer los conceptos de Smart grid, Smart city, integración de energías renovables y el de sistemas híbridos.
- Conocer los problemas asociados a la evolución de las redes eléctricas.
- Conocer las tecnologías claves para el desarrollo de las Smart grids y las Smart cities.
- Conocer los principales proyectos de demostración en el ámbito de las Smart grids y las Smart cities.

Créditos:

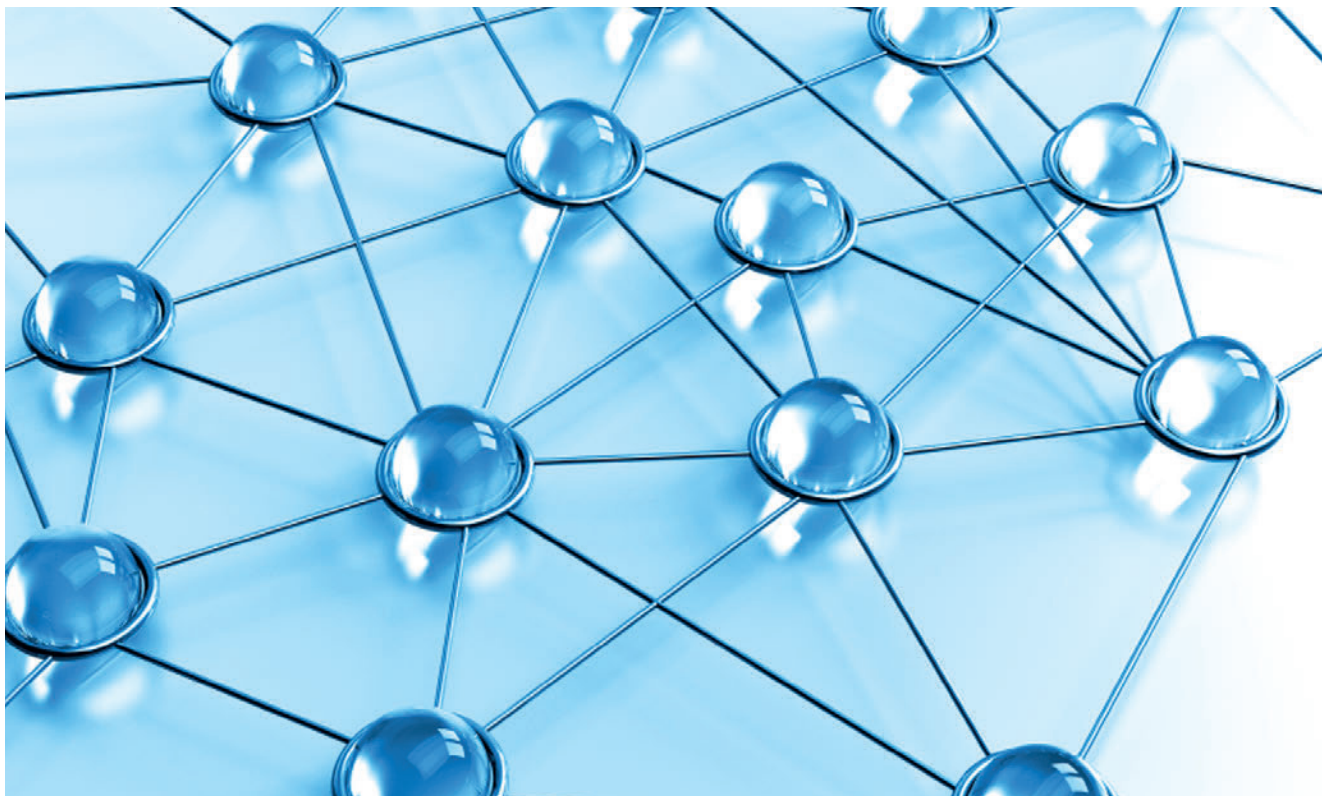
5 créditos ECTS (4 teóricos, 1 práctico)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

450 €

Programa

1. Evolución del sistema eléctrico.
2. Los sistemas centralizados: ventajas e inconvenientes para el desarrollo futuro.
3. La generación distribuida.
4. Smart grids.
5. Smart cities.
6. Gestión activa de la demanda.
7. Tecnologías clave en el desarrollo del concepto "Smart".
8. Proyectos demostrativos.



Especialización:
Instalaciones
EE. RR.

Energía eólica: tecnologías e instalaciones

Objetivos

- Conocer aspectos avanzados relacionados con la utilización de la energía eólica.
- Eólica Off-shore.
- Pequeñas instalaciones.
- Profundizar en aspectos de predicción y modelos.
- Conexión a red de los parques eólicos.
- Conocer y evaluar los aspectos referentes a costes, promoción, explotación y tramitación administrativa de un parque eólico.

Créditos:

5 créditos ECTS (3,5 teóricos, 1,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

450 €

Programa

1. Normativa y metodología para la determinación de la curva de potencia.
2. Costes de un parque eólico.
3. Financiación de proyectos de energía eólica.
4. Explotación de parques eólicos.
5. Construcción y montaje de un parque eólico.
6. Seguimiento de la producción de parques eólicos.
7. Aerogeneradores para parques eólicos marinos.
8. Tecnología minieólica.



Energía solar: tecnologías e instalaciones

Objetivos

- Desarrollar el proyecto de una instalación solar fotovoltaica.
- Aprender a organizar y controlar el montaje de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Aprender a organizar el mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Determinar la viabilidad de proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas conectados a red y aislados.
- Conocer los trámites administrativos necesarios para la puesta en marcha de una instalación solar fotovoltaica.
- Desarrollar el proyecto de una instalación solar térmica de baja temperatura.
- Aprender a organizar y controlar el montaje de instalaciones solares térmicas.
- Aprender a organizar el mantenimiento de instalaciones solares térmicas.
- Determinar la viabilidad de proyectos de instalaciones solares térmicas.
- Conocer los trámites administrativos necesarios para la puesta en marcha de una instalación solar térmica.
- Conocer las tecnologías existentes en sistemas termosolares de concentración.
- Analizar los aspectos legislativos, económicos y medioambientales de las instalaciones solares térmicas de concentración.
- Conocer las soluciones bioclimáticas más comunes para el aprovechamiento solar pasivo de edificios.
- Evaluar la carga térmica de un edificio.

Créditos:

9 créditos ECTS (6,5 teóricos, 2,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

810 €

Programa

1. Dimensionamiento completo de instalaciones fotovoltaicas aisladas.
2. Dimensionamiento completo de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
3. Montaje de instalaciones solares fotovoltaicas.
4. Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.
5. Trámites administrativos para instalaciones solares fotovoltaicas.
6. Dimensionamiento completo de instalaciones solares térmicas para ACS y climatización de edificios. Frío solar.
7. Montaje de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
8. Mantenimiento de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
9. Trámites administrativos para instalaciones solares térmicas.
10. Sistemas termosolares de concentración. Descripción de las tecnologías existentes y los componentes de la instalación.
11. Concentración solar.
12. Ciclo de potencia termodinámico.
13. Almacenamiento térmico e hibridación.
14. Aspectos económicos de una central solar térmica de concentración.
15. Trámites administrativos para instalaciones solares térmicas de concentración.
16. Soluciones constructivas bioclimáticas.
17. Cálculo de la carga térmica y simulación energética de edificios.

Especialización:
Instalaciones
EE. RR.

El sistema eléctrico en instalaciones de energías renovables

Objetivos

- Composición del sistema eléctrico de acuerdo al tipo de central de Energías Renovables.
- Conocer los tipos de líneas de transporte de energía eléctrica.
- Dimensionar el sistema eléctrico de una central de Energías Renovables.
- Conocer las diferentes topologías de una subestación eléctrica y su aplicación a las centrales de Energías Renovables.
- Conocer la utilidad de cada una de las posiciones de una subestación eléctrica, y las clases de aparamenta disponibles en el mercado.
- Diseñar el sistema de control de la subestación eléctrica.
- Conocer los tipos de protecciones a instalar en cada una de las posiciones de una subestación eléctrica.
- Familiarizarse con la ingeniería de detalle del proyecto eléctrico.
- Normativa aplicable al sistema eléctrico de una central de Energías Renovables.

Créditos:

2 créditos ECTS (1,5 teóricos, 0,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

180 €

Programa

1. Introducción. Partes del proyecto eléctrico de una central de Energías Renovables.
2. Líneas de evacuación de energía eléctrica. Tipos, cálculos y diseño.
3. Instalación eléctrica de parque, cálculos y diseño.
4. Subestación eléctrica. Tipos y topología.
5. Sistema de Potencia y obra civil de una subestación eléctrica.
6. Sistema de control y protección de una subestación eléctrica.
7. Ingeniería de detalle.



Proyectos de Energías Renovables

Objetivos

- Conocer las etapas básicas de un proyecto de energías renovables.
- Conocer la legislación aplicable.
- Conocer las partes básicas de una instalación de energías renovables.
- Conocer la normativa española y europea relativa a la eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.

Créditos:

2 créditos ECTS (1,5 teóricos, 0,5 prácticos)

Coste matrícula de la asignatura suelta:

180 €

Programa

1. Fases en el desarrollo de un proyecto energético.
2. Situación actual y marco legislativo.
3. Análisis del recurso energético.
4. Análisis financiero y riesgos.
5. Trámites ambientales y aspectos sociales.
6. Construcción: posibilidades y presupuesto.
7. Contratación y presupuesto de O&M.
8. Funcionamiento del sistema eléctrico.
9. Tramitación y obtención de permisos (Permitting).
10. Calificación urbanística.

Especialización:
Integración en
Red

Introduction to Electric Power Systems and Power Electronics

Objectives

This subject has the aim to unify knowledge and set the theoretical basis in terms of electricity and power electronics for understanding the concepts that will be explained later on the course. The distribution, stability and quality grid concepts are reviewed.

Credits:

3 ECTS credits (2,5 theoretical, 0,5 practical)

Cost:

450 €

Program

1. Introduction to electric grid
2. Security of supply and grid quality
3. Stability
4. Electric circuits analysis
5. Renewable energy impact on the grid
6. Laboratory classes (trifasic systems)
7. Laboratory classes (reactive energy compensation)
8. Models or patterns of consumption. Response & Demand Management
9. Basic concepts of power electronics



Distributed Energy Resources

Objectives

Explain the basics of the electric generation with renewable resources, with special emphasis on the effects that the variability has on the grid and the challenges that the industry faces. In addition, some of the storage technologies are presented because they are fundamental for the success of distributed generation.

Credits:

6.1 ECTS credits (4.2 theoretical, 1.9 practical)

Cost:

915 €

Program

1. Basics aspects of Distributed Generation

- Challenges of the SEP operation due to the high penetration of RES
- Challenges and technological trends in the renewable energy grid integration
- Advantages and disadvantages of distributed generation

- Optimization of the integration of distributed generation
- Marine and offshore technology generation and market
- Visit to PV system facility
- Applications of hydrogen and visit to the Hydrogen Foundation
- Visit to a hydroelectric plant
- Electric Vehicle
- Wind prediction techniques

2. Storage

- State of the art storage
- Batteries
- Flywheel
- Storage systems based on ultracapacitors



Renewable Energy Integration

Objectives

To study the fundamentals of power electronics as key tool for processing power with high efficiency and to know the power converters and devices for the integration of renewable energy.

Credits:

5.6 ECTS credits (4.3 theoretical, 1.3 practical)

Cost:

840 €

Program

1. Control of AC/DC drives

- Necessity of power electronics: solar and wind generation, storage, dip and reactive power compensation, DC transport...
- Modeling and simulation of power electronics systems
- Conversion DC/DC (Solar): topology, operation and current control
- Vectorial modeling of trifasic systems
- Control of permanent magnets wind turbines
- Conversion DC/AC trifasic
- Control of active and reactive power of trifasic systems connected to grid
- Dip and interruptions compensation: DVR
- Characterization techniques: harmonics, THD, power factor...
- Overview of other power systems

2. Active network devices and control

- Control system for small wind turbines
- Power inverter design
- Microgrids
- Theory and operation principles of FACTS
- FACTS implementation and technology (Series / Shunt compensation)
- Applications and simulation of power electronics systems using PSCAD/EMTDC
- Modeling of thyristor-based static Var compensator
- Modelling of GTO-Based STATCOM -Modelling of VSC-Based HVD link
- Modelling and performance of SSCC in wind energy application

DER Impact on EPS

Objectives

To study the fundamentals of power electronics as key tool for processing power with high efficiency and to know the power converters and devices for the integration of renewable energy.

Credits:

5.6 ECTS credits (4.3 theoretical, 1.3 practical)

Cost:

840 €

Program

1. Control of AC/DC drives

- Necessity of power electronics: solar and wind generation, storage, dip and reactive power compensation, DC transport...
- Modeling and simulation of power electronics systems
- Conversion DC/DC (Solar): topology, operation and current control
- Vectorial modeling of trifasic systems
- Control of permanent magnets wind turbines
- Conversion DC/AC trifasic
- Control of active and reactive power of trifasic systems connected to grid
- Dip and interruptions compensation: DVR
- Characterization techniques: harmonics, THD, power factor...
- Overview of other power systems

2. Active network devices and control

- Control system for small wind turbines
- Power inverter design
- Microgrids
- Theory and operation principles of FACTS
- FACTS implementation and technology (Series / Shunt compensation)
- Applications and simulation of power electronics systems using PSCAD/EMTDC
- Modeling of thyristor-based static Var compensator
- Modelling of GTO-Based STATCOM -Modelling of VSC-Based HVD link
- Modelling and performance of SSCC in wind energy application

Especialización:
Integración en
Red

Smart Grids Solutions

Objectives

To provide students with knowledge in programming and protection of smart grids. In addition, to expose the actual technology used in the field.

Credits:

6.1 ECTS credits (4.7 theoretical, 1.4 practical)

Cost:

915 €

Program

1. Programming of intelligent networks

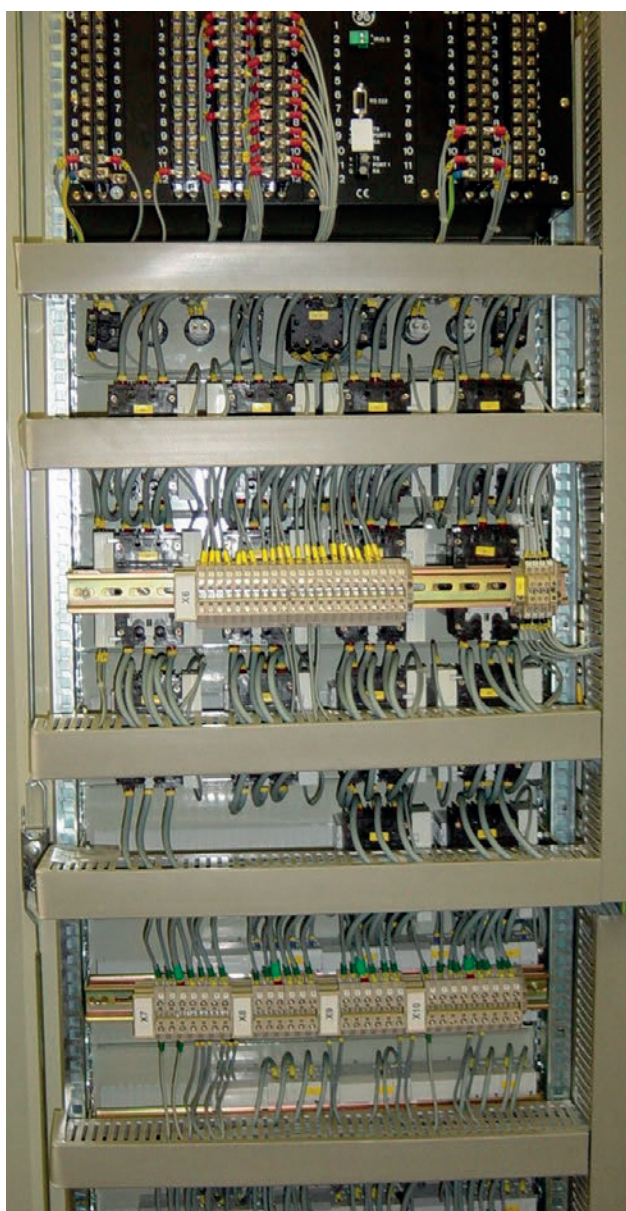
- Smart Grids from the point of view of the network operator (Demand Management, Electric Vehicle, Storage...)
- Operation and network planning with quality criteria distribution
- Optimization Techniques
- Practice microgrids

2. Protections

- Introduction
- Overcurrent protection
- Distance protection
- Differential protection
- Protection coordination
- Problematic of distributed generation

3. Smart Grids

- IEC 61850 communications
- Visit to Red Eléctrica de España control center
- Visit to UFD facilities: Smart grids projects
- PLC communications: Malaga Smart city experience
- Visit to ERZ control center: smart meters



Energetic Markets

Objectives

To know the different legal and economic regulations of distributed generation in different liberalized energy markets, and identify barriers and opportunities in each.

Credits:

4 ECTS credits (3 theoretical, 1 practical)

Cost:

600 €

Program

1. The electricity sector: structures and models
2. Cost-benefit analysis of investment in RES
3. Calculation of tariffs considering quality costs
4. Socio-economic impact of Smart Grids
5. Impact of high penetration of RES in the electricity market
6. Specific regulations for renewable energy



Tramitación

icirce.unizar.es/estudios-propios/listado-de-titulos-propios

Con el objetivo de proporcionar una atención óptima a los alumnos que opten por cursar el *Máster en Energías Renovables Europeo*, se ha limitado el número de plazas ofertadas. Por ello es necesario realizar una pre-inscripción al Máster.

El coste de la matrícula para el Máster en el año académico 2021-2022 es de 4.900 € en cualquier modalidad. El coste de cada Diploma de especialización en EERR en castellano, si se opta por estudiarlos independientemente, es de 2.700 €, y 3.500 € para el Diploma de especialización en Integración de EERR en la red (inglés). En cualquier caso, se recomienda haber superado el Diploma de especialización en EERR (1^{er} semestre) para realizar cualquiera de los 2 Diplomas en el 2º Semestre.

Todos los matriculados deberán abonar gastos de secretaría derivados de matriculación y suscribir un seguro obligatorio de accidentes (55 + 15 € aproximadamente).

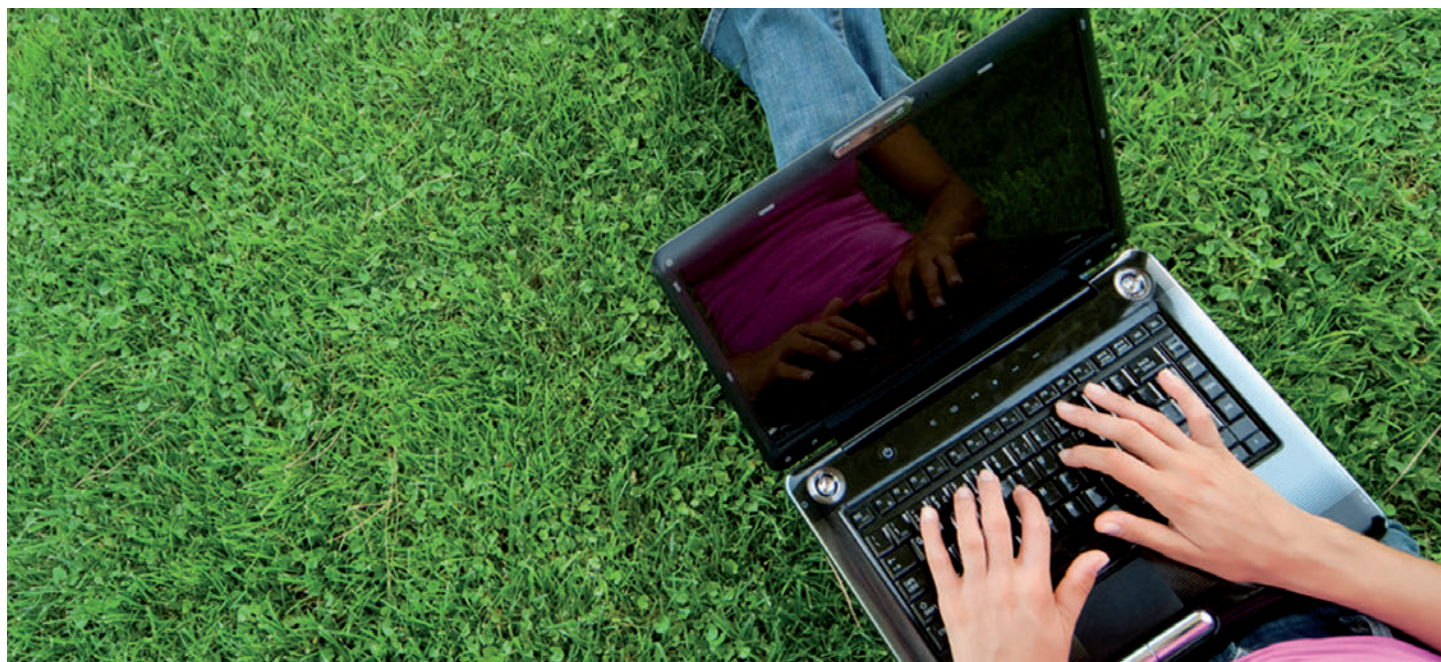
Se ha establecido una tasa de preinscripción de 180 €, que será descontada del precio de la matrícula en caso de ser admitido al Máster o Diploma, o devuelta si no fuera así. Si una vez admitido fuera el alumno quien decidiera no hacer efectiva la matrícula, perdería dicha cantidad.

Plazo de preinscripción:

Del 14 de junio al 24 de septiembre de 2021.

Plazo de matrícula (extendible al inicio del curso):

Del 15 al 27 de septiembre de 2021.



Documentación necesaria

Documentos necesarios para realizar la preinscripción on-line:

- Recibo de abono de la tasa de preinscripción en el que debe constar el nombre del alumno y del estudio propio.
- Curriculum Vitae.
- Expediente académico.
- Título o resguardo de solicitud.
- DNI, pasaporte o tarjeta de residencia.
- 1 Fotografía tipo carné.

Adicionalmente, en el caso de solicitantes con título extranjero no homologado:

- Solicitud de autorización de acceso
- Fotocopia compulsada del pasaporte o documento de identidad.
- Fotocopia del título de estudios universitarios compulsada o legalizada.
- Fotocopia compulsada del expediente académico de asignaturas y calificaciones.
- Programa de asignaturas.

El alumno deberá presentar los originales de esta documentación cuando así se lo solicite la Secretaría del Máster.

La preinscripción deberá realizarse a través de la página web del Máster.

Una vez recibida la documentación y revisada por el coordinador, se hará efectiva la preinscripción al Máster.

Para matricularse a asignaturas sueltas, contactar con la Secretaría del Máster.

El número de cuenta en el que debe realizarse el ingreso de la preinscripción es:

Máster en Energías Renovables Europeo
IBERCAJA: 2085 - 0111 - 73 - 0330327397

Transferencia desde fuera de España:
SWIFT: CAZRES2Z / IBAN: ES72

Contacto:

Tel.: +34 976 762145
e-mail: circefor@unizar.es

(*) Para consultas académicas, dirigirse al Director del estudio: javiuche@unizar.es



Edificio CIRCE - Campus Río Ebro
Universidad de Zaragoza
c/ Mariano Esquillor Gómez, 15 - 50018 Zaragoza
Tel.: (+34) 976 76 21 45
web: icirce.unizar.es e-mail: icirce@unizar.es