

1. DATOS BÁSICOS

Asignatura	MÓDULO 2. TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA UNA ECONOMÍA LIBRE EN CARBONO
Titulación	MASTER TRANSICIÓN ENERGÉTICA RENOVABLE
Escuela/ Facultad	AID
Curso	Primero
ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Idioma/s	Castellano
Modalidad	Presencial
Semestre	Primer semestre
Curso académico	2024/2025
Docente coordinador	Santiago Ruiz Laiseca
Docente	Marina Trueba

2. PRESENTACIÓN

Esta asignatura es de carácter obligatorio dentro de la titulación de Máster de Transición Energética correspondiente al primer semestre de tercer curso, con un valor de 6 créditos ECTS, que se cursan en formato presencial.

A lo largo de esta asignatura se exponen los pilares fundamentales bajo los cuales se desarrollará una transición hacia una economía libre en carbono. A lo largo del módulo, el alumno adquiere conocimientos en el funcionamiento de la cadena de valor de la energía, desde la energía primaria hasta sus usos finales, así como campos de desarrollo a través de los cuales se podrá conseguir una descarbonización de la economía, prestando especial atención a la eficiencia energética, el hidrógeno como vector energético, y la energía nuclear como tecnología de generación que no produce emisiones.

En el temario se incorporan una serie de conocimientos transversales que permiten al alumno tener una visión global y estratégica de la transición hacia una economía libre de sistemas generadores de emisiones.

Se pretende que el alumno se familiarice con conceptos básicos, abarcando desde la energía bruta disponible en la naturaleza en forma de energía primaria, hasta sistemas de transformación de dicha energía, cómo aprovechar la energía de la manera más eficiente posible, así como el modo de utilización de la energía que permita evitar emisiones a la atmósfera.

El enunciado teórico tendrá su traslación práctica a lo largo de las clases a través de ejemplos prácticos y reales en los cuales se están implantando medidas para evitar emisiones, así como instalaciones en funcionamiento que no producen emisiones,

Con el desarrollo de la asignatura, el alumno evolucionará en su comprensión de la cadena de valor de la energía. Los planes de descarbonización de los estados adheridos a la Cumbre del Clima implican unas

enormes inversiones en todos los tramos de la cadena de valor, por lo que la visión aportada en este módulo permitirá al alumno aplicar sus conocimientos en cada uno de los sectores implicados con la mayor eficiencia en términos medioambientales y económicos.

3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Competencias básicas

- CB3. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB4. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Competencias transversales

- CT2. Comunicación estratégica
- CT6. Análisis crítico
- CT7. Resiliencia

Competencias específicas:

- CE4. Diseñar un sistema integrado de gestión de la calidad, el medioambiente y la prevención de riesgos laborales.
- CE10. Analizar la transición energética a sistemas con reducción de emisiones considerando la eficiencia energética, la cogeneración y la biomasa, así como todos los aspectos relativos a la hibridación de tecnologías renovables.
- CE12. Diseñar un proyecto energético que contemple los objetivos de coste, plazo, calidad, prestaciones y alternativas técnicas, así como emplazamiento, análisis de viabilidad e impacto que se genera en términos de sostenibilidad.

Resultados de aprendizaje:

El alumno será capaz de:

- RA1: Comprender los conceptos de los agentes que permitirán desarrollar una transición energética hacia una economía libre de carbono.
- RA2: Identificar los objetivos a cumplir para alcanzar una economía libre de carbono.
- RA3: Conocer las tecnologías que permitirán reducir las emisiones de carbono.

- RA4: Conocer los vectores energéticos y de almacenamiento que permitirán la gestión de energías primarias no emisoras para el empleo de energías secundarias con suficiente potencia firme.
- RA5: Identificar los parámetros de principales que definan la viabilidad técnica y económica de los vectores energéticos que permitan alcanzar una economía libre de carbono.
- RA6: Identificar las prestaciones y capacidades de las tecnologías no emisoras de carbono.

En la tabla inferior se muestra la relación entre las competencias que se desarrollan en la asignatura y los resultados de aprendizaje que se persiguen:

Competencias	Resultados de aprendizaje
CB3, CB4, CT2, CE10	RA1: Comprender los conceptos de los agentes que permitirán desarrollar una transición energética hacia una economía libre de carbono.
CB3, CB4, CT2, CT6, CT7, CE4, CE10, CE12	RA2: Identificar los objetivos a cumplir para alcanzar una economía libre de carbono.
CB3, CB4, CT6, CE10, CE12	RA3: Conocer las tecnologías que permitirán reducir las emisiones de carbono.
CB3, CB4, CT6, CE10	RA4: Conocer los vectores energéticos y de almacenamiento que permitirán la gestión de energías primarias no emisoras para el empleo de energías secundarias con suficiente potencia firme.
CB3, CB4, CT2, CT6, CT7, CE4, CE10, CE12	RA5: Identificar los parámetros de principales que definan la viabilidad técnica y económica de los vectores energéticos que permitan alcanzar una economía libre de carbono.
CB3, CB4, CT2, CT6, CE10, CE12	RA6: Identificar las prestaciones y capacidades de las tecnologías no emisoras de carbono.

4. CONTENIDOS

La materia está organizada en seis Unidades de Aprendizaje (UA). Además, el conjunto de los objetivos que se plantearon globalmente para el módulo se vincula específicamente con el desarrollo de cada unidad:

- **Unidad UA1: Energía primaria y transición a sistemas energéticos con reducción de emisiones**
 - Origen de la energía, fuentes primarias, formas de obtención.
 - Emisiones de GEI asociadas a los combustibles fósiles.
 - Huella de carbono, factores de emisión, factores de calentamiento global.
 - Emisiones en los procesos industriales.
 - Evolución y tendencias desde la época pre-industrial.
 - Economía baja en carbono.
 - Soluciones disponibles, enfoques y alternativas.
 - Metodologías de cálculo y asignación de emisiones.

- Transición energética y descarbonización: por qué y cómo.
- **Unidad UA2: Eficiencia energética del proceso global. Cogeneración. Biomasa**
 - Eficiencia energética
 - Situación actual
 - Objetivos
 - Definiciones
 - Beneficios
 - Principio “Primero la eficiencia energética”
 - Exergía y termoeconomía.
 - Eficiencia energética en edificios
 - Cogeneración
 - Fundamentos
 - Ventajas
 - Proceso
 - Esquemas
 - Normativa
 - Trigeneración
 - Micro-cogeneración
 - Biomasa
 - Fundamentos
 - Combustibles
 - Emisiones
 - Ventajas
 - Desventajas
- **Unidad UA3: Hidrógeno e Hibridación de tecnologías renovables complementarias para rellenar las curvas de demanda**
 - Hidrógeno
 - Química del hidrógeno
 - Fuentes de hidrógeno
 - Vector energético y cadena de valor
 - Tecnologías de producción
 - Transporte
 - Usos finales y aplicaciones
 - Hoja de Ruta del Hidrógeno
 - Termoeconomía del hidrógeno y Financiación

- Hibridación de renovables
 - Contexto
 - Hibridación renovable
 - Tipos de hibridación
 - Beneficios y Riesgos
 - Barreras regulatorias
- **Unidad UA4: Vectores de almacenamiento y transporte. Almacenamiento en sales**
 - Tecnologías almacenamiento
 - Gran escala
 - En redes. En generación
 - Usuario final
 - Almacenamiento Térmico
 - Sales fundidas
 - Hormigón
 - Roca volcánica
- **Unidad UA5: Combustibles renovables de segunda generación**
 - Fundamentos
 - Marco normativo
 - Combustibles renovables 1ª generación
 - Tecnologías segunda y tercera generación
 - Tipos
 - Hidrotratamientos
 - Pirólisis
 - Aplicaciones
- **Unidad UA6: La Energía Nuclear como vector transitorio hacia la descarbonización**
 - Situación Actual de las Centrales Nucleares
 - Introducción: Breve Reseña Histórica del Uso de la Energía Nuclear
 - Contribución de la Energía Nuclear a la Producción de Energía Eléctrica en el Mundo
 - Conceptos Básicos de Energía Nuclear
 - Reacciones Nucleares con Neutrones: la Reacción de Fisión
 - Factor de Multiplicación Neutrónica
 - Reactividad
 - Centrales Nucleares Convencionales
 - Elementos de un reactor nuclear
 - Tipos de reactores nucleares

- Seguridad y Protección Radiológica de Centrales Nucleares
 - Criterio de Diseño Seguro
 - Salvaguardias Tecnológicas y Administrativas
 - Conceptos Básicos de Protección Radiológica
- El Ciclo del Uranio
 - ¿Cuánto Uranio hay en el Mundo?
 - Primera Parte del Ciclo: de la Naturaleza al Reactor
 - Segunda Parte del Ciclo: Dentro y Fuera del Reactor
- El Papel de la Energía Nuclear en la Transición hacia la Descarbonización
 - Nuevos reactores
 - La fusión nuclear

5. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

A continuación, se indican los tipos de metodologías de enseñanza-aprendizaje que se aplicarán:

- Clases magistrales / Web conference
- Clases de aplicación práctica
- Análisis de casos
- Resolución de problemas
- Exposiciones orales de trabajos
- Elaboración de informes y escritos
- Trabajo autónomo
- Debates y coloquios
- Tutorías
- Pruebas de conocimiento

6. ACTIVIDADES FORMATIVAS

A continuación, se identifican los tipos de actividades formativas que se realizarán y la dedicación en horas del estudiante a cada una de ellas:

- Clase magistral / Web conference
- Método del caso
- Aprendizaje basado en problemas

Modalidad presencial:

Actividad formativa	Número de horas
Clases magistrales	15
Clases de aplicación práctica	15
Análisis de casos	14
Resolución de problemas	10
Exposiciones orales de trabajos	2
Elaboración de informes y escritos	16
Debates y coloquios	8
Trabajo autónomo	50
Tutoría	18
Prueba de conocimiento	2
TOTAL	150

7. EVALUACIÓN

A continuación, se relacionan los sistemas de evaluación, así como su peso sobre la calificación total de la asignatura:

Modalidad presencial:

Sistema de evaluación	Peso	Nota mínima (s/10)
1. Prueba individual presencial de conocimiento Unidades 1-6	35%	5,0
2. Caso Problema/Actividades Unidades 1-5	30%	5,0
3. Caso Problema/ Actividades Unidad 6	20%	5,0
4. Problemas y escritos en clase (individual)	15%	5,0

7.1. Convocatoria ordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás:

- Se deben de entregar todas las actividades, informes y casos solicitados.
- Obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 aplicando los porcentajes de ponderación de cada actividad evaluativa según se describe en el punto anterior.
- 50% asistencia.

La nota obtenida en calificación ordinaria será la que corresponda a la media ponderada de las actividades evaluativas según los criterios de ponderación descritos en el punto anterior.

Cuando no se cumple con los mínimos requeridos para realizar la media ponderada de las actividades evaluables (no se llega al mínimo en alguno de los puntos anteriores), la nota final será:

- la media ponderada si su valor es menor o igual a 4
- 4 si el valor de la media ponderada es mayor de 4

La nota en convocatoria ordinaria se considerará como **NP** (No Presentado) cuando el alumno no haya entregado ninguna actividad evaluable de las que forman parte de la asignatura.

7.2. Convocatoria extraordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria extraordinaria deberás:

- Obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 aplicando los porcentajes de ponderación de cada actividad evaluativa según se describe en el punto anterior.
- 50% asistencia.

En el caso de no alcanzar la asistencia mínima requerida, el profesor determinará la entrega de un ejercicio individual adicional que será evaluado de 0,0 a 10,0, debiendo obtener una calificación mínima de 6,0. Dicha calificación no formará parte de la media ponderada.

La nota obtenida en calificación ordinaria será la que corresponda a la media ponderada de las actividades evaluativas según los criterios de ponderación descritos en el punto anterior.

Cuando no se cumple con los mínimos requeridos para realizar la media ponderada de las actividades evaluables (no se llega al mínimo en alguno de los puntos anteriores), la nota final será:

- la media ponderada si su valor es menor o igual a 4
- 4 si el valor de la media ponderada es mayor de 4

La nota en convocatoria ordinaria se considerará como **NP** (No Presentado) cuando el alumno no haya entregado ninguna actividad evaluable de las que forman parte de la asignatura.

8. CRONOGRAMA

En este apartado se indica el cronograma con fechas de entrega de actividades evaluables de la asignatura:

Actividades evaluables	Fecha
UA1: Casos prácticos	Semanas 12-20
UA2 a UA5: Casos prácticos semanales grupales: Informe de un caso y exposición oral	Semanas 12-20
UA2 a UA5: Caso práctico individual final: Informe de un caso con exposición y prueba de conocimiento oral	Semana 14-18
UA6: Reflexiones, cuestionarios y cuestionario final	Semanas 16-18

Este cronograma podrá sufrir modificaciones por razones logísticas de las actividades. Cualquier modificación será notificada al estudiante en tiempo y forma.

9. BIBLIOGRAFÍA

La obra de referencia para el seguimiento de la asignatura es:

- Apuntes y presentaciones de los docentes.

A continuación, se indica la bibliografía básica recomendada¹:

- **Unidad UA1: Energía primaria y transición a sistemas energéticos con reducción de emisiones**
 - IPCC Reports, IEA reports, IRENA reports, Carbon Trust, MyClimate, DEFRA
- **Unidad UA2: Eficiencia energética del proceso global. Cogeneración. Biomasa**
 - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Eficiencia energética <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/Paginas/eficiencia-energetica.aspx>
 - RECOMENDACIÓN (UE) 2021/1749 DE LA COMISIÓN sobre el principio de «primero, la eficiencia energética»: de los principios a la práctica
 - Agencia Internacional de Energía: capturando los múltiples beneficios de la eficiencia energética
 - JEC Well-To-Wheels report v5
 - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Certificación energética <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificacion.aspx>
 - Micro-trigeneración: Estado del arte, sistemas tipo y componentes https://web.archive.org/web/20070928014322/http://www.polysmart.org/cms/upload/docs/Presentations/2007Bilbao/PolySMART_workshop_Bilbao_2_David_Arzo_2007-06-12.pdf
 - Idae - Biomasa - Generación eléctrica y cogeneración https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10737_biomasa_prod_electrica_cogeneracion_a2007_5ebe27d3.pdf
 - Apuntes Ingeniería Energética; Lecuona A., Universidad Carlos III de Madrid

¹ Se podrá completar con bibliografía complementaria.

- Aspectos legales de la cogeneración, apuntes; Izquierdo M., Universidad Carlos III de Madrid
- Central de trigeneración con biomasa
<https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/biomasa/central-de-trigeneracion-con-biomasa.html>
- **Unidad UA3: Hidrógeno e Hibridación de tecnologías renovables complementarias para rellenar las curvas de demanda**
 - Miteco - Hoja de ruta del hidrógeno
<https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/hoja-de-ruta-del-hidrogeno-renovable.aspx>
 - A Review of Projected Power-to-Gas Deployment Scenarios
<https://www.mdpi.com/1996-1073/11/7/1824/htm>
 - Cadena de valor del hidrógeno
<https://www.aop.es/blog/2020/10/23/hidrogeno-como-reduce-emisiones/>
 - El hidrógeno como vector energético
<https://repositorio.uaautonoma.cl/bitstream/handle/20.500.12728/3191/Hidrogeno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Green Hydrogen: Hydrogen's role in a decarbonized economy
https://www.amenet.eu/documents/workshops/WS2020_10_ECREEE-OCT20-Green-Hydrogen.pdf
 - Hidrógeno: vector energético de una economía descarbonizada. Fundación Naturgy. 2ª Edición, 2020.
 - APPA - Hibridación en la generación renovable
https://www.appa.es/wp-content/uploads/2021/04/APPA-Renovables-Everis-Hibridacion-en-la-Generacion-Renovable_vf.pdf
- **Unidad UA4: Vectores de almacenamiento y transporte. Almacenamiento en sales**
 - Energy Storage Technologies for Electric Applications
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/energias-renovables/temas/almacenamiento/almacenamiento.html>
 - Proyecto de Orden por la que se crea un mercado de capacidad en el sistema eléctrico español
<https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=409>
 - El almacenamiento de energía en sistemas eléctricos de potencia: centrales hidroeléctricas reversibles
<https://docplayer.es/70551901-El-almacenamiento-de-energia-en-sistemas-electricos-de-potencia-centrales-hidroelectricas-reversibles.html>
 - For 100% Renewables, DOE Speeds-up Storage Policy
<https://www.solarpaces.org/for-100-renewables-doe-speeds-up-storage-policy/>
- **Unidad UA5: Combustibles renovables de segunda generación**
 - Bio Oils. Planta de Biodiesel La Rábida
 - Envergent. RTP Biomass Conversion
 - Honeywell UOP. Refinery Coprocessing Options for Advanced Biofuels Production
 - Green diesel production by hydrotreating renewable feedstocks
Tom N Kalnes and Terry Markers UOP David R Shonnard and Ken P Koers Michigan Technological University

- **Unidad UA6: La Energía Nuclear como vector transitorio hacia la descarbonización**
 - S. Glasstone y A. Sesonske, Ingeniería de reactores nucleares, Editorial Reverté (1968).
 - US Department of Energy, DOE Fundamentals Handbook, Vol. 1 y 2 Nuclear physics and reactor theory (1993)
DOE-HDBK-1019/1-93; DOE Fundamentals Handbook Nuclear Physics and Reactor Theory Volume 1 of 2)
DOE-HDBK-1019/2-93; DOE Fundamentals Handbook Nuclear Physics and Reactor Theory Volume 2 of 2)
 - J. Lamarsh y A. Baratta, Introduction to nuclear engineering, Editorial Prentice Hall (2003).
 - PRIS - Home (iaea.org)
 - Nuclear Power Reactors in the World | IAEA
 - Descubre la energía nuclear - Foro Nuclear
 - Rincón Educativo | Energía y medio ambiente (rinconeducativo.org)
 - Nuclear Power for Everybody - What is Nuclear Power (nuclear-power.com)

10. UNIDAD DE ORIENTACIÓN EDUCATIVA Y DIVERSIDAD

Desde la Unidad de Orientación Educativa y Diversidad (ODI) ofrecemos acompañamiento a nuestros estudiantes a lo largo de su vida universitaria para ayudarles a alcanzar sus logros académicos. Otros de los pilares de nuestra actuación son la inclusión del estudiante con necesidades específicas de apoyo educativo, la accesibilidad universal en los distintos campus de la universidad y la equiparación de oportunidades.

Desde esta Unidad se ofrece a los estudiantes:

1. Acompañamiento y seguimiento mediante la realización de asesorías y planes personalizados a estudiantes que necesitan mejorar su rendimiento académico.
2. En materia de atención a la diversidad, se realizan ajustes curriculares no significativos, es decir, a nivel de metodología y evaluación, en aquellos alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo persiguiendo con ello una equidad de oportunidades para todos los estudiantes.
3. Ofrecemos a los estudiantes diferentes recursos formativos extracurriculares para desarrollar diversas competencias que les enriquecerán en su desarrollo personal y profesional.
4. Orientación vocacional mediante la dotación de herramientas y asesorías a estudiantes con dudas vocacionales o que creen que se han equivocado en la elección de la titulación.

Los estudiantes que necesiten apoyo educativo pueden escribirnos a:

orientacioneducativa@universidadeuropea.es

11. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN

¡Tú opinión importa!

La Universidad Europea te anima a participar en las encuestas de satisfacción para detectar puntos fuertes y áreas de mejora sobre el profesorado, la titulación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las encuestas estarán disponibles en el espacio de encuestas de tu campus virtual o a través de tu correo electrónico.

Tu valoración es necesaria para mejorar la calidad de la titulación.

Muchas gracias por tu participación.