

1. DATOS BÁSICOS

Asignatura	MÓDULO 4: Energía fotovoltaica
Titulación	Máster Universitario en Energías Renovables
Escuela/ Facultad	EAID
Curso	1
ECTS	6
Carácter	Obligatoria
Idioma/s	Español
Modalidad	Online
Semestre	Primer semestre
Curso académico	24-25
Docente coordinador	Carlos de Lama

2. PRESENTACIÓN

Energía solar fotovoltaica es un módulo obligatorio dentro del Máster Oficial de Energías Renovables correspondiente al primer trimestre con un valor de seis créditos ECTS, al igual que es resto de las asignaturas obligatorias de la titulación.

Este módulo permitirá al estudiante conocer y entender conceptos básicos y modelos físicos aplicables para la caracterización de la radiación solar. De igual forma, podrá especificar la instrumentación necesaria para registrar el recurso solar en una estación de medición. Además, se analizará el efecto fotovoltaico y las células solares como dispositivos tecnológicos que aprovechan el mismo.

Seguidamente se describirán y analizarán las diferentes tecnologías solares fotovoltaicas más desarrolladas comercialmente que son: silicio cristalino, lámina delgada (en sus modalidades de silicio amorfo, TeCd y materiales CIS-GCIS) y concentración.

Se desarrolla el diseño de un sistema fotovoltaico aislado comenzando con la descripción técnica de los componentes que lo integran para, a continuación, proceder al dimensionamiento de los mismos.

Se abarca el diseño de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, desarrollando los siguientes temas: entorno normativo, criterios de diseño, procedimiento de legalización y la normativa de interconexión a la red.

Se aborda el diseño de los sistemas de evacuación de energía, específicamente se analiza el diseño de cables de baja y media tensión a partir de los reglamentos de baja y alta tensión vigentes en España, de centros de transformación y de otros componentes. Igualmente, se exponen las diferentes etapas que intervienen en la construcción de una planta de energía solar fotovoltaica.

3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Competencias básicas:

- CB1: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB2: Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- 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.
- CB5: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales:

- CG1: Capacidad para la dirección técnica y la dirección de proyectos en el ámbito de las energías renovables.
- CG3. Elaborar adecuadamente y con creatividad y flexibilidad, soluciones técnicas a los problemas que aparecen en los proyectos de producción de energía a partir de fuentes renovables.
- CG4. Analizar, sintetizar y emitir juicios en función de criterios técnicos, económicos y medioambientales.
- CG6. Capacidad para integrarse en equipos de trabajo multidisciplinares de manera eficaz y cooperativa.

Competencias transversales:

- CT1: Responsabilidad: Que el estudiante sea capaz de asumir las consecuencias de las acciones que realiza y aprender de sus propios actos.
- CT2: Autoconfianza: Que el estudiante sea capaz de actuar con seguridad y con la motivación suficiente para conseguir sus objetivos.

- CT4: Habilidades comunicativas: Que el alumno sea capaz de expresar conceptos e ideas de forma efectiva, incluyendo la capacidad de comunicar por escrito con concisión y claridad, así como hablar en público de manera eficaz.
- CT5: Compresión interpersonal: Que el alumno sea capaz de realizar una escucha activa con el fin de llegar a acuerdos utilizando un estilo de comunicación asertivo.
- CT8: Iniciativa: Que el estudiante sea capaz de anticiparse proactivamente proponiendo soluciones o alternativas a las situaciones presentadas.
- CT9: Planificación: Que el estudiante sea capaz de determinar eficazmente sus metas y prioridades definiendo las acciones, plazos y recursos óptimos requeridos para alcanzar tales metas.
- CT10: Innovación-creatividad: Que el estudiante sea capaz de idear soluciones nuevas y diferentes a problemas que aporten valor a problemas que se le plantean.

Competencias específicas:

- CE8. Conocer los conceptos básicos del diseño y dimensionado de sistemas fotovoltaicos conectados a red y aislados.
- CE9. Aplicar criterios técnicos y económicos de selección de los componentes eléctricos, mecánicos y de control estos sistemas fotovoltaicos, así como la aplicación de la normativa vigente y realizar el dimensionado y diseño de las diferentes fases de un proyecto fotovoltaico básico.

Resultados de aprendizaje:

- RA1: Comprender los conceptos básicos y modelos clásicos de la radiación solar incluyéndose el estudio del efecto fotovoltaico desde un punto de vista físico y su aplicación industrial a través de la célula solar fotovoltaica.
- RA2: Conocer la tecnología comercial más utilizada en el mercado que es la basada en silicio cristalino (monocristalino, policristalino, multicristalino) haciendo especial énfasis en el estudio y análisis de los procesos de fabricación de las células y paneles así como la curva característica, la estructura soporte y los diodos de protección de los paneles solares.
- RA3: Comprender las principales tecnologías comerciales de lámina delgada de silicio amorfo, TeCd, materiales CIS-GCIS y la tecnología de concentración.

- RA4: Valorar las pérdidas que pueden presentarse en las instalaciones fotovoltaicas derivadas de un incorrecto diseño de ubicación de paneles (inclinación y sombras) y la normativa aplicable a los procesos de fabricación de paneles.
- RA5: Dominar conceptos básicos del diseño y dimensionado de los sistemas fotovoltaicos aislados entendiendo como tales aquellos que no están conectados a la red eléctrica.
- RA6: Ampliar el conocimiento técnico de los principales equipos que constituyen un sistema fotovoltaico aislado (batería, inversor, regulador).
- RA7: Analizar el entorno normativo, el proceso de legalización y la normativa de interconexión eléctrica de una planta solar fotovoltaica.
- RA8: Comprender los criterios técnicos de selección de componentes principales de estos sistemas, así como su dimensionamiento.
- RA9: Valorar los criterios técnicos de diseño de componentes principales de estos sistemas (cables de baja/media tensión, centros de transformación, interconexión y seccionamiento, y otros componentes).
- RA10: Aplicar las diferentes fases de la construcción de una planta solar fotovoltaica
- RA11: Analizar la inversión mediante un estudio de viabilidad económica financiera de un proyecto de energía solar fotovoltaica.

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
CB1 CB5 CT1 CT2 CE8	RA1: Comprender los conceptos básicos y modelos clásicos de la radiación solar incluyéndose el estudio del efecto fotovoltaico desde un punto de vista físico y su aplicación industrial a través de la célula solar fotovoltaica.
CB1 CB2 CG2 CT1 CT2 CT8 CE9	RA2: Conocer la tecnología comercial más utilizada en el mercado que es la basada en silicio cristalino (monocristalino, policristalino, multicristalino) haciendo especial énfasis en el estudio y análisis de los procesos de fabricación de las células y paneles así como la curva característica, la estructura soporte y los diodos de protección de los paneles solares.
CB1 CB2 CB5 CG3 CG4 CT8 CT9 CE8	RA3: Comprender las principales tecnologías comerciales de lámina delgada de silicio amorfo, TeCd, materiales CIS-GCIS y la tecnología de concentración.

CB2 CB3 CB4 CG1 CG3 CT1 CT5 CT10 CE9	RA4: Valorar las pérdidas que pueden presentarse en las instalaciones fotovoltaicas derivadas de un incorrecto diseño de ubicación de paneles (inclinación y sombras) y la normativa aplicable a los procesos de fabricación de paneles.
CB1 CB2 CB3 CG3 CG4 CT2 CT4 CT10	RA5: Dominar conceptos básicos del diseño y dimensionado de los sistemas fotovoltaicos aislados entendiendo como tales aquellos que no están conectados a la red eléctrica.
CB2 CG3 CG4 CT2 CT8 CE8	RA6: Ampliar el conocimiento técnico de los principales equipos que constituyen un sistema fotovoltaico aislado (batería, inversor, regulador).
CB1 CB3 CB5 CG1 CG4 CT1 CT9	RA7: Analizar el entorno normativo, el proceso de legalización y la normativa de interconexión eléctrica de una planta solar fotovoltaica.
CB1 CB2 CG3 CG6 CT5 CT9 CT10 CE8 CE9	RA8: Comprender los criterios técnicos de selección de componentes principales de estos sistemas, así como su dimensionamiento.
CB3 CB4 CG4 CG6 CT5 CT9 CE9	RA9: Valorar los criterios técnicos de diseño de componentes principales de estos sistemas (cables de baja/media tensión, centros de transformación, interconexión y seccionamiento, y otros componentes).
CB2 CB5 CG1 CG3 CG6 CT1 CT5 CT9 CT10 CE8 CE9	RA10: Aplicar las diferentes fases de la construcción de una planta solar fotovoltaica
CB4 CB5 CG4 CG6 CT5 CT8 CT9 CE9	RA11: Analizar la inversión mediante un estudio de viabilidad económica financiera de un proyecto de energía solar fotovoltaica.

4. CONTENIDOS

Sistemas fotovoltaicos

- Características de la radiación solar
- Descripción de sistemas fotovoltaicos de tecnología de Silicio
- Componentes de los sistemas fotovoltaicos de Tecnología de Silicio

Dimensionado de los sistemas conectados a red

- Entorno normativo
- Criterios técnicos de diseño
- Procedimiento de legalización
- Análisis de la inversión

Dimensionado de los sistemas de evacuación

- Normativa de conexión de sistemas fotovoltaicos
- Criterios de diseño del sistema de evacuación
- Caso práctico de diseño

Dimensionado de los sistemas aislados

- Descripción de componentes
- Criterios de dimensionado y diseño

5. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

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

- MD1: Método del Caso
- MD2: Aprendizaje Cooperativo
- MD3: Aprendizaje Basado en Problemas
- MD4: Aprendizaje Basado en Proyectos
- MD5: Clase Magistral

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:

Actividad formativa	Número de horas
1 Seminario virtual	25
2 Lectura y consulta de temas y otros recursos	12.5
3 Actividades de aplicación individuales	12,5
4 Actividades de aplicación colaborativas	10.5
5 Resolución de problemas y de casos	6.25
6 Tutoría virtual	12.5
7 Seguimiento y revisión de actividades	18.75
8 Estudio autónomo	50
9. Prueba de conocimiento presencial	2
TOTAL	150,00

7. EVALUACIÓN

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

Modalidad presencial:

Actividad evaluable	Sistema de evaluación	Peso
---------------------	-----------------------	------

Actividad 1	• Fiabilidad de los datos presentados. • Presentación de los datos. • Capacidad de análisis. • Presentación del estudio.	8.75%
Actividad 2	• Fiabilidad de los datos presentados. • Presentación de los datos. Capacidad de análisis.	8.75%
Actividad 3	• Resolución correcta del caso planteado. • Presentación de los datos. • Capacidad de análisis.	8.75%%
Actividad 4	• Resolución correcta del caso planteado. • Distribución del grupo. • Intervención de los integrantes del grupo.	8.75%
Participación en Foros	• Participación activa en foros • Comentarios críticos	5%
Test de conocimientos	• Prueba del tipo elección múltiple, con solo una respuesta válida. • Prueba de conocimiento tipo examen.	60%
TOTAL		150h

En el Campus Virtual, cuando accedas a la asignatura, podrás consultar en detalle las actividades de evaluación que debes realizar, así como las fechas de entrega y los procedimientos de evaluación de cada una de ellas.

Se deberán entregar todas las actividades correspondientes en las fechas señaladas en el Campus, para poder hacer media con el resto de pruebas.

7.1. Convocatoria ordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 en la calificación final (media ponderada) de la asignatura.

En todo caso, será necesario que obtengas una calificación mayor o igual que 5,0 en la prueba final, para que la misma pueda hacer media con el resto de las actividades.

Igualmente, para las actividades, la media ponderada mínima será de 5.0. Se podrán entregar las actividades no superadas o no entregadas en la convocatoria extraordinaria.

7.2. Convocatoria extraordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 en la calificación final (media ponderada) de la asignatura.

En todo caso, será necesario que obtengas una calificación mayor o igual que 5,0 en la prueba final, para que la misma pueda hacer media con el resto de las actividades.

Se deben entregar las actividades no superadas en convocatoria ordinaria, tras haber recibido las correcciones correspondientes a las mismas por parte del docente, o bien aquellas que no fueron entregadas.

8. CRONOGRAMA

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

Actividades evaluables	Fecha
Unidad 1	2 semanas
Unidad 2	2 semanas
Unidad 3	2 semanas
Unidad 4	2 semanas
Unidad 5	2 semanas
Unidad 6	2 semanas

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

9. BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se indica la bibliografía recomendada:

- Bagchi, A. (2004). Design of landfills and integrated solid waste management. New Jersey (Canadá): John Wiley and Sons. Bajo licencia: <<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.es>> [Consultado el 20 de Marzo del 2014].
- Camps Michelena Manuel et al. (2008). Los biocombustibles. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Catthymoore, (2012). Disponible en <<http://www.bing.com/images/search?q=catthymoore&FORM=HDRSC2>> [Consultado: 19 de marzo de 2014].
- Cayetano Hernández González et al. (1996). Manuales de Energías Renovables: Energía de la biomasa. Madrid: Edición especial Cinco Días e IDEA.

- Cuesta Santianes, M. J. et al. (2010). Situación actual de la producción de biogás y su aprovechamiento. Madrid: Fundación Madrid para el Conocimiento.
- Frazier, R. (2014). [en línea]. Disponible en <http://farm5.staticflickr.com/4133/5210881204_4a0a6e57f2.jpg> [Consultado el 11 de marzo de 2014].
- IDAE. Biomasa: Digestores anaerobios (2007). Madrid: IDAE.
- Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA). (2005). Recomendaciones técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina. Santiago de Chile: INIA.
- Instituto para la diversificación y ahorro de la energía IDEA. (2007). Energía de la Biomasa. Madrid: IDAE.
- International Energy Agency (IEA). (2012). Technology Roadmap. Bionergy for heat and power. Paris: AIE.
- International Energy Agency (IEA). (2012). World Energy Outlook [en línea]. Disponible en: <<http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>>. [Consultado: 10 de febrero de 2014].
- Marín Gonzalez, S. y Fernández Fernández, S. (2000). Gestión del biogás en vertederos controlados de residuos sólidos urbanos. España. Servicio Publicaciones Principado de Asturias.
- Mario Marchetti, J. (2010). Biodiesel Production Technologies. UK: Nova Science Publishers, Inc.
- Pascual Vidal, A. et al. (2009). Manual del estado del arte de la codigestión anaerobia de residuos ganaderos y agronindustriales. PSE Probiogás. Gobierno de España.
- Pascual Vidal, A. et al. (2011). Situación y potencial de generación de biogás. Estudio técnico PER 2011-2010. Madrid: IDEA.
- R. Turns, S. (2011). An Introduction to Combustion: Concepts and Applications. Mc Graw Hill.

10. UNIDAD DE ATENCIÓN A LA 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.