



# Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética 66334 - Energía solar y de la biomasa

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 10.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **Ángel Antonio Bayod Rújula** aabayod@unizar.es
- **Antonia Gil Martínez** antgilma@unizar.es
- **Amaya Martínez Gracia** amayamg@unizar.es
- **Francisco Javier Royo Herrero** fjroyo@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se trata de una asignatura de carácter técnico. Para cursarla con aprovechamiento, se necesitan los siguientes prerrequisitos:

- Comprensión y manejo de propiedades termodinámicas y termofísicas de las sustancias. Balances de materia y energía y combustión. Conceptos básicos de transferencia de calor. Análisis de rentabilidad de inversiones.
- Conocimiento suficiente de inglés para manejo de documentación

### Actividades y fechas clave de la asignatura

Esta asignatura se impartirá en el Primer Cuatrimestre

Las fechas de comienzo de curso y convocatorias de examen se pueden consultar en la web:  
[https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&catid=79](https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com_content&view=article&id=85&catid=79)

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:**
  - Identificar las características de la radiación solar con repercusión en el diseño de instalaciones solares, evaluando dicha radiación y sus componentes en incidencia sobre una superficie con cualquier orientación e

inclinación.

- Evaluar el factor de sombras que puede producirse en una agrupación de colectores o en una distribución de edificios. Caracterización de sombras y bloqueos.
- Analizar las características del espectro solar y el valor de la radiación en cada instante y emplazamiento.
- Entender los diagramas solares y su utilización.
- Analizar las bases de datos existentes sobre datos solares, compararlas entre si y justificar la elección de una u otra.
- Identificar las distintas formas de aprovechamiento energético de la energía solar: sistemas pasivos y activos de baja entalpía y activos de alta entalpía.
- Conocer el rango de aplicación, las principales características, y las ventajas e inconvenientes de las distintas tecnologías solares, distinguiendo claramente entre captadores solares planos y sistemas de concentración.
- Comprender y analizar críticamente los criterios para seleccionar el tipo y modelo de colector que mejor se adapte a las condiciones climatológicas, características y peculiaridades de una instalación determinada.
- Conocer el estado de desarrollo actual de cada tecnología, así como los principales países y empresas del sector.
- Conocimiento de los distintos subsistemas de una instalación solar fotovoltaica, los distintos tipos de materiales fotovoltaicos y el comportamiento eléctrico de los mismos.
- Conocimiento del estado actual de la implantación de sistemas eléctricos fotovoltaicos, y las perspectivas de futuro, así como la normativa aplicable en el caso de España.
- Capacidad de utilizar las herramientas y técnicas necesarias para el dimensionamiento, puesta en marcha y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Conocer los diversos tipos de biomasa, sus propiedades y características principales relevantes para su uso energético.
- Conocer los distintos procesos de utilización de la biomasa, tanto de transformación de la materia prima como aprovechamiento energético de la misma.
- Reconocer, en cada caso, las tecnologías apropiadas para una determinada aplicación según la materia prima disponible y el uso final.
- Realizar cálculos sencillos de viabilidad y dimensionamiento de instalaciones de biomasa

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. Las distintas formas de interacción hacen posible la vida sobre la tierra. Además, todas las energías definidas como energías renovables proceden, de forma directa o indirecta de la energía solar.

En esta asignatura se estudian y analizan dos energías claramente ligadas al aprovechamiento directo de la energía proporcionada por el sol. Por un lado, la **energía solar** en sus dos aprovechamientos directos más difundidos: la energía **solar térmica**, cuyo principio de funcionamiento está basado en el aumento de temperatura del fluido receptor; y la energía **fotovoltaica**, que se basa en la generación directa de energía eléctrica cuando la radiación solar incide sobre un material semiconductor (efecto fotovoltaico). Por otro lado, el fenómeno de fotosíntesis producido por el sol en su interacción con la materia vegetal terrestre hace posible la proliferación de la **biomasa** y su aprovechamiento energético.

La utilización de madera y otras formas de biomasa como combustible para generar electricidad y calor se ha convertido en un foco de renovado interés en muchas partes del mundo. La biomasa es una fuente autóctona, a menudo barata, y por encima de todo, una fuente renovable.

La biomasa constituye una forma de energía solar en la que la captación, conversión y almacenamiento de la energía se realizan a través de procesos metabólicos de seres vivos. La biomasa residual generada en explotaciones forestales, agrícolas, industriales, municipales y cultivos energéticos tiene características físico-químicas y energéticas que permiten su mezcla, para determinados tipos y en diferentes proporciones, en sistemas de producción de energía descentralizados. La planificación estratégica del suministro de biomasa puede determinar en muchos casos la viabilidad económica de nuevas experiencias de valorización energética de media y gran envergadura. En esta asignatura se estudian aspectos básicos de la producción de energía mediante biomasa, así como la aplicación actual y futuro de los desarrollos más innovadores. El objetivo es ofrecer una visión de conjunto de toda la cadena de suministro de biomasa.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La formación básica en energías renovables y, en particular, en la energía solar y de la biomasa resulta fundamental en la titulación del Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética.

La única forma de entender y avanzar en el conocimiento de las aplicaciones tecnológicas es estudiar los fundamentos teóricos y la aplicación práctica básica de las energías renovables que se busca implementar.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

##### 1:

Competencias específicas:

CE.3. Conocer de la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación.

CE.4. Conocer y saber utilizar las técnicas de evaluación de recursos energéticos renovables (eólicos, solar, biomasa, hidráulica).

CE.5. Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

CE.6. Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable

Competencias generales

CG.1. Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

CG.2. Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo

contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

CG.3. Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

CG.5 Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.;

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

Se llevarán a cabo las siguientes evaluaciones:

- **Evaluación procesual:** evaluación formativa y sumativa a lo largo del proceso, para medir cómo se van asimilando los aprendizajes (realización periódica de trabajos tutorados puntuables con evaluación continua) y actividades prácticas con entrega del guion correspondiente
- **Evaluación final:** evaluación sumativa, para valorar el resultado final del aprendizaje (examen).

**1ª Convocatoria:** El procedimiento planteado consiste en un conjunto de pruebas que permiten superar la asignatura con una nota global igual o superior a 5 puntos sobre 10. Algunas de ellas, se habrán podido realizar durante el periodo docente.

La nota final se calculará mediante la ponderación de las notas de cada una de las partes, de acuerdo con los siguientes pesos:

- 50 % examen escrito
- 50 % trabajos tutorados y prácticas

**2ª Convocatoria:** El procedimiento es idéntico al de la 1ª convocatoria.

Tanto en la primera como en la segunda convocatoria, en el caso de que el estudiante no haya superado los trabajos tutorados durante el curso, deberá realizar un examen escrito (80% de la nota final). Si no se han realizado las prácticas, el estudiante puede solicitar un examen de prácticas (20%).

---

## Actividades y recursos

---

# Presentación metodológica general

## El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

En las **sesiones de teoría** se explican los conceptos básicos y se relacionan con las características técnicas de los procesos utilizando ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. En ambos casos la metodología son clases magistrales.

En las **sesiones prácticas** se combinan los experimentos de laboratorio con sesiones de ordenador en la que se estudian casos prácticos más complejos que los presentados en la pizarra, donde es necesaria para su resolución cierta potencia de cálculo. Visitas a instalaciones de biomasa de la zona.

También se incluyen varios **trabajos de asignatura**: mediante la realización de un trabajo orientado por el profesor los alumnos aplican de forma concreta y práctica los conceptos vistos en clase.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

#### 1: PROGRAMA

##### 1. El recurso solar

- 1.1. Características físicas y distribución espectral de la radiación solar. Irradiación extraterrestre y efecto atmosférico.
- 1.2. Geometría del movimiento del sol, cálculo de coordenadas y diagramas de la trayectoria solar.
- 1.3. Medida de la radiación solar. Instrumentos de medida y bases de datos.
- 1.4. Incidencia solar en un captador. Orientación e inclinación óptimas. Cálculo de sombras.
- 1.5. Aplicaciones y tecnologías de aprovechamiento de la energía solar.

##### 2. Energía Solar Térmica de Baja Temperatura

- 2.1. Introducción. Situación del sector.
- 2.2. Tipos de colectores solares térmicos de baja temperatura
- 2.3. Curva de rendimiento de un colector solar.
- 2.4. Componentes básicos de una instalación
- 2.5. Dimensionado básico de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.

##### 3 Energía Solar Fotovoltaica

- 3.1. Introducción a la energía fotovoltaica. Presente, futuro, aplicaciones.
- 3.2. Fundamentos de la conversión fotovoltaica. La célula solar.
- 3.3. El módulo fotovoltaico
- 3.4. El inversor y otros subsistemas BOS.
- 3.5. Métodos de dimensionamiento. Sistemas fotovoltaicos de conexión a red.

3.6. Métodos de dimensionamiento. Sistemas fotovoltaicos autónomos.

3.7. Autoconsumo fotovoltaico.

3.8. Aspectos económicos y legislativos.

#### 4. Energía de la Biomasa

4.1. Visión general y estado del arte. Definiciones.

4.2. Biomasa residual seca y cultivos energéticos. Evaluación de recursos. Cultivos energéticos.

4.3. Pretratamiento de la biomasa para su utilización energética. Secado, molienda, peletizado. Sistemas de almacenamientos y transporte de la biomasa.

4.4. Transformaciones termoquímicas de la biomasa. Combustión, gasificación, pirólisis. Tecnologías e instalaciones.

4.5. Aspectos económicos, legislativos y medioambientales.

4.6. Biomasa residual húmeda. Fuentes, recursos, impactos y perspectivas. Tratamientos y tecnologías. Plantas y viabilidad económica.

4.7. Biocarburantes. Fuentes, cultivos y producciones. Tecnologías y utilización en motores.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La planificación y calendario de actividades de explicará el primer día de clase y estará disponible en la web de la asignatura dentro del Anillo Digital Docente de la UZ: <https://moodle.unizar.es/>

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bayod Rújula, Ángel Antonio. Sistemas fotovoltaicos / Angel Antonio Bayod Rújula . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009
- Duffie, John A.. Solar engineering of thermal processes / John A. Duffie, William A. Beckman . - 2nd ed. New York [etc.] : John Wiley and Sons, 1991
- Energía de la biomasa / Fernando Sebastián Nogués, Daniel García-Galindo y Adeline Rezeau (coordinadores) ; Javier Ábrego Garrués ... [et al.] . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza , 2010
- Energías renovables para el desarrollo / José Mª De Juana Sardón, coordinador, coordinador ; Adolfo de Francisco García ... [et al.] . - 1ª ed., 2ª reimp. Madrid : Thomson Paraninfo, imp. 2007
- Goswami, D. Yogi. Principles of solar engineering / D. Yogi Goswami, Frank Kreith, Jan F. Kreider . - 2nd ed. Philadelphia [etc.] : Taylor & Francis, cop. 2000
- Handbook of Alternative Fuel Technologies / Sunggyu Lee , James G. Speight , and Sudarshan K. Loyalka CRC Press 2007
- Ibáñez Plana, Manel. Tecnología solar / M. Ibáñez Plana, J.R. Rosell Polo, J.I. Rosell Urrutia. Madrid [etc.] : Mundi-Prensa, 2005
- Kalogirou, Soteris. Solar energy engineering [recurso electrónico] : processes and systems / Soteris A. Kalogirou Burlington, MA : Elsevier/Academic Press, cop. 2009
- Planning and installing bioenergy systems : a guide for instalers, architects and engineers / German Solar Energy Society (DGS), Ecofys. Routledge
- Van Loo,Sjaak. Handbook of biomass combustion and co-firing / Sjaak Van Loo, Jaap Kopejan Routledge, 2007
- Zabalza Bribian, Ignacio. Energía solar térmica / Ignacio Zabalza Bribian y Alfonso Aranda Usón . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009