

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2016/17
<b>Centro académico</b>	201 - Escuela Politécnica Superior
<b>Titulación</b>	277 - Graduado en Ciencias Ambientales
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	3
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Cuatrimestre
<b>Clase de asignatura</b>	Obligatoria
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Recomendaciones para cursar esta asignatura

Con esta asignatura se pretende que el alumnado de Ciencias Ambientales adquiera una visión general del contexto energético y de la problemática ambiental asociada a la generación de energía. Para ello, se estudiarán distintas vías de generación de energía, ya sea a partir de recursos fósiles o renovables, en términos de eficiencia energética e impacto ambiental.

Disponer de conocimientos de Matemáticas, Física, Química, Meteorología e Ingeniería Ambiental ayudará al alumnado a realizar un seguimiento más cómodo de la asignatura. En consecuencia, es recomendable que el alumnado haya cursado y superado las asignaturas previas siguientes: "Bases Físicas del Medio Ambiente", "Bases Químicas del Medio Ambiente", "Fundamentos Matemáticos para el Estudio del Medio Ambiente", "Meteorología y Climatología" y "Bases de la Ingeniería Ambiental".

#### 1.2. Actividades y fechas clave de la asignatura

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizará la plataforma virtual *moodle* ( <https://moodle2.unizar.es/add/> ), cuyo acceso a través de un navegador convencional está restringido a profesores y alumnos de la asignatura. La plataforma *moodle* será el principal medio de comunicación entre todos los participantes de la asignatura, contendrá materiales docentes (apuntes, presentaciones, enunciados de problemas, etc.) a disposición del alumnado. Por otro lado, las fechas de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales pueden consultarse [aquí](#).

### 2. Inicio

#### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- Es capaz de identificar los aspectos más importantes relativos a la problemática energética y concretar los problemas ambientales propios de cada tecnología energética estudiada.
- Es capaz de identificar las variables de operación que más afectan al proceso de combustión de carbón (o biomasa) y de sintetizar las características más importantes de las distintas tipologías de combustores.
- Es capaz de resolver cuestiones o problemas relativos a la emisión de gases contaminantes (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc) que tienen lugar en un proceso de conversión térmica.
- Es capaz de analizar y evaluar la información sobre distintos sistemas energéticos teniendo en cuenta la situación geográfica.
- Es capaz de dimensionar procesos de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y de

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

- plantear estrategias de eficiencia energética de dichos procesos.
- Es capaz de elaborar y exponer oralmente los informes correspondientes a los trabajos asignados en régimen colaborativo.

### 2.2.Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura "Tecnologías Limpias. Energías Renovables" es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en el Módulo 2 ("Evaluación Ambiental"), dirigido específicamente a la formación del alumnado en consultoría y evaluación de impacto ambiental y riesgos naturales. La materia tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el primer semestre del tercer curso del Grado.

### 3.Contexto y competencias

#### 3.1.Objetivos

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

Se pretende introducir al alumnado en la problemática energética para que, durante el ejercicio de su futura actividad profesional, sea capaz de identificar (y en algunos casos, cuantificar) los efectos ambientales inherentes a una tecnología energética concreta. A su vez, también se pretende que el alumnado sea capaz de comparar alternativas tecnológicas y proponer medidas correctoras para reducir el impacto ambiental y/o mejorar la eficiencia de un determinado sistema de transformación energética.

Para alcanzar los objetivos planteados, se programarán actividades de aprendizaje que tratarán los contenidos siguientes: contexto y planificación energética, efectos ambientales de los sistemas de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y estrategias orientadas a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de transformación.

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

Como ya se ha comentado en el apartado relativo a las recomendaciones para cursar la asignatura, "Tecnologías Limpias. Energías Renovables" se sirve básicamente de las siguientes asignaturas correspondientes al 1º y 2º curso del Grado: "Bases Químicas", "Fundamentos Matemáticos", "Bases Físicas", "Meteorología y Climatología", y "Bases de la Ingeniería Ambiental". En esta última, el alumnado ya ha tratado problemas de balances de materia y energía con y sin reacción química, que es una herramienta muy importante a la hora de estimar las emisiones de contaminantes en procesos térmicos. Además, los contenidos de la misma están estrechamente relacionados con otras asignaturas obligatorias: "Contaminación Atmosférica" (en la que se estudia la dispersión de los contaminantes generados en los procesos de transformación energética, entre otros) y "Gestión, Tratamiento y Recuperación de Residuos" (ya que una de las posibles vías de valorización de residuos es la aplicación de procesos térmicos de combustión o gasificación). Por último, la presente asignatura aporta conocimientos y destrezas que serán útiles a la hora de cursar la asignatura "Evaluación del Impacto Ambiental" y a la hora de realizar el Trabajo Fin de Grado.

#### 3.3.Competencias

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

- Estimar los efectos ambientales de algunos sistemas de transformación energética a partir de recursos fósiles.
- Valorar las ventajas, limitaciones y posibles efectos adversos que supone la generación de energía a partir de recursos renovables (biomasa, energía eólica, solar térmica y solar fotovoltaica).
- Dimensionar procesos de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables.
- Plantear estrategias de eficiencia energética para algunos sistemas de transformación energética.
- Trabajar de manera autónoma y en régimen cooperativo.
- Resolver problemas mediante la aplicación de los conocimientos en la práctica, la capacidad de búsqueda de información y el análisis de datos.
- Comunicar oralmente y por escrito los resultados de los trabajos en régimen cooperativo.

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

### 3.4. Importancia de los resultados de aprendizaje

Las competencias adquiridas en el conjunto de las asignaturas del "Módulo 2. Evaluación ambiental", al que pertenece "Tecnologías Limpias", capacita al estudiante para el perfil profesional de "Evaluación ambiental", con un ámbito de inserción laboral centrado en la consultoría y la evaluación de impacto ambiental y de riesgos naturales. Este perfil profesional es competente en la elaboración de trabajos, estudios, informes y asistencias técnicas en general; que suelen responder a la necesidad de cumplir con las normativas existentes en materia medioambiental.

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, destreza en la utilización de las TIC, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ciencias Ambientales.

### 4. Evaluación

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

Sistema de evaluación: GLOBAL

**1) Prueba escrita de evaluación final**, que constará de dos partes: teoría y práctica, de acuerdo a los contenidos del programa. La prueba de teoría consistirá en la formulación de varias cuestiones de tipo test (respuesta simple). Por su parte, la prueba práctica consistirá en la resolución de dos problemas (según pautas y formatos seguidos en las sesiones de problemas). La calificación de la prueba escrita se determinará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las pruebas de teoría (40%) y práctica (60%). Para poder promediar las dos partes, se requerirá un mínimo de 3 (sobre 10) en cada una de ellas. A su vez, la calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3 y 5. La calificación de la prueba escrita supondrá el **70%** de la calificación final de la asignatura. Asimismo, se podrá mantener la calificación de una de las dos partes de la prueba escrita hasta la 2ª convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

**2) Memoria escrita y presentación oral** correspondiente a **un trabajo** que se realizará a lo largo del curso en régimen colaborativo (grupos de 3 alumnos). El trabajo podrá presentarse oralmente en horario presencial, es decir en una fecha anterior a la convocatoria oficial (que será en horario de sesiones de problemas). La calificación de cada uno de los trabajos se determinará en función de la calidad de la memoria escrita y de la presentación oral (que realizará un miembro del grupo elegido al azar por el equipo docente unos minutos antes de la presentación). La calificación se calculará teniendo en cuenta los pesos siguientes: 50% contenidos, 30% presentación y defensa, y 20% aspectos formales del trabajo. La superación de esta prueba acreditará el logro de los resultados de aprendizaje 1-6. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida en esta actividad supondrá el **30%** de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2ª convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

Pruebas para estudiantes no evaluados en la actividad 2 en primera convocatoria.

Aquellos estudiantes que no hayan sido evaluados a lo largo del semestre en la actividad 2 y se presenten a la prueba escrita, podrán entregar una memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través de moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará con los mismos pesos atribuidos a cada actividad de evaluación: 70% (prueba escrita) y 30% (trabajo). Para poder promediar las calificaciones obtenidas en las distintas actividades de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de ellas.

Pruebas para estudiantes no evaluados en la actividad 2 que se presenten en segunda convocatoria

Aquellos estudiantes que quieran ser evaluados en la actividad 2 deberán presentar la memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través del moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará mediante la aplicación de los mismos criterios descritos para la primera convocatoria.

### Criterios de evaluación

Se presenta a continuación un resumen de los criterios de evaluación. Todas las calificaciones están referidas a una escala de 0 a 10 puntos.

	<b>Actividad de evaluación</b>
	<b>Prueba escrita</b>
<b>Calificación para cada actividad</b>	<p>La nota de la prueba escrita (<math>N_{pe}</math>) se determinará de la manera siguiente:</p> $N_{pe} = 0,4N_t + 0,6N_p$ <p>donde <math>N_t</math> y <math>N_p</math> corresponden a la calificaciones obtenidas en la parte de teoría y de problemas, respectivamente.</p> <p>Si <math>N_t</math> y/o <math>N_p &lt; 3</math>, la calificación de la prueba escrita será de suspenso. En este caso, la calificación de esta actividad será:</p>

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

	$N_{pe} = \text{MIN} ( N t , N p )$
<b>Calificaciones que se guardan para 2ª convocatoria</b>	<p>Se guarda <math>N_{pe}</math> si es <math>\geq 5</math>.</p> <p>Si <math>N_{pe} &lt; 5</math>, se guarda <math>N t</math> ó <math>N p</math> si su valor es <math>\geq 5</math>.</p>
<b>CALIFICACIÓN FINAL</b>	<p>La calificación final de la asignatura (CF) se determinará mediante la ecuación siguiente:</p> <p><b>CF = 0,7 N<sub>pe</sub> + 0,3 N<sub>trab</sub></b></p> <p>Para poder aprobar (CF <math>\geq 5</math>) es imprescindible que todos los valores de <math>N_{pe}</math>, y <math>N_{trab}</math> sean <math>\geq 4</math>.</p> <p>En el caso de que alguna de las calificaciones ( <math>N_{pe}</math>, <math>N_{trab}</math> ) sea inferior a 4 puntos, la calificación final se obtendrá de la manera siguiente:</p> <p>Si CF <math>\geq 4</math> (obtenida mediante la ecuación anterior), la calificación final será: Suspenso (4,0)</p> <p>Si CF <math>&lt; 4</math>, la calificación final será: Suspenso (CF)</p>

### 5.Actividades y recursos

#### 5.1.Presentación metodológica general

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

1. La **lección magistral participativa** será el método utilizado durante el desarrollo de las **clases teóricas** . Con este método, se pretende fomentar la participación activa del alumnado mediante la formulación de cuestiones y/o ejercicios que ayuden a romper el ritmo monótono de las sesiones. Las clases de teoría se llevarán a cabo con el grupo completo.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de problemas** se plantearán y resolverán problemas relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las mismas, se fomentará la participación del alumnado y el trabajo cooperativo.
3. Las **visitas técnicas** servirán para que el alumnado adquiera una visión práctica y real de los contenidos teóricos y prácticos realizados a lo largo del curso. Están previstas dos visitas, correspondientes a dos tipologías distintas de tecnologías energéticas, que se realizarían una vez se hayan expuesto los contenidos temáticos correspondientes en las sesiones de clases teóricas.
4. Como **estudio y trabajo cooperativo** , se propondrá al alumnado la realización de un trabajo en el cual el alumnado mostrará las capacidades adquiridas durante la realización de la asignatura. Este trabajo se realizará en grupos de tres integrantes.

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

### 5.2. Actividades de aprendizaje

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

- **Clases teóricas** . Actividad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos. La duración total de esta actividad a lo largo del curso será de 30 horas.
- **Sesiones prácticas** . Actividad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura, se definirá el trabajo en régimen cooperativo a realizar y se llevará la presentación de los mismos. Se llevarán a cabo en el aula informática, en grupos de 20 alumnos, con una dedicación total de 20 horas (10 sesiones de 2 horas).
- **Visitas técnicas** . Actividad presencial que contempla la visita a dos instalaciones de transformación de energía.
- **Estudio y trabajo cooperativo** . Esta actividad no presencial se centrará en la realización del trabajo, que se llevará a cabo en grupos de tres integrantes.
- **Estudio y trabajo autónomo** . Durante esta actividad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Esta modalidad también incluye la participación del estudiante en actividades propias de la página Web de la asignatura en moodle, tales como la realización de ejercicios y cuestionarios, así como la interacción con otros estudiantes para consultas y/o intercambios de información.
- **Tutorías** . Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales (mediante el uso de la plataforma moodle). Las tutorías podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o en grupo (para los trabajos dirigidos a realizar por grupos de tres integrantes).

### 5.3. Programa

#### Programa de teoría

1. **Introducción** : transferencia de energía mediante calor y trabajo, mecanismos de transmisión de calor, energía y cambio climático.
2. **Generación de energía a partir de recursos fósiles** : combustión de carbón (aspectos medioambientales y eficacia), tipos de combustores, control de emisiones de contaminantes, tecnologías limpias del carbón.
3. **Generación de energía a partir de biomasa** : conversión termoquímica de biomasa (pirólisis, combustión y gasificación), biocombustibles.
4. **Energía Eólica** : recursos eólicos, potencia producida por un aerogenerador, máquinas eólicas, componentes de un aerogenerador, aplicaciones e impacto ambiental.
5. **Energía Solar Térmica** : aplicaciones de la energía solar térmica, colectores cilindro-parabólicos, parámetros característicos, centrales solares de torre.
6. **Energía Solar Fotovoltaica** : los semiconductores, el panel fotovoltaico, subsistemas de acumulación, regulación y adaptación de potencia, dimensionado de sistemas fotovoltaicos.

#### Programa de prácticas

Se realizarán 10 sesiones de problemas y/o casos prácticos en aula informática.

### 5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas	Visitas
1	Presentación asignatura (1 h) Tema 1 (1 h)	Formación de grupos para el Trabajo Cooperativo (2 h)	
2	Tema 1 (2 h)	Sesión 1 (2 h)	
3	Tema 2 (2 h)	Sesión 2 (2 h)	
4			
5	Tema 2 (2 h)	Sesión 3 (2 h)	
6	Tema 2 (2 h)	Sesión 4 (2 h)	
7	Tema 3 (2 h)		
8	Tema 3 (2 h)	Sesión 5 (2 h)	
9	Tema 4 (2 h)	Sesión 6 (2 h)	
10	Tema 4 (2 h)	Sesión 7 (2 h)	
11	Tema 5 (2 h)	Sesión 8 (2 h)	Visita (6 h)
12	Tema 5 (2 h)		
13	Tema 5 (1 h) Tema 6 (1 h)	Sesión 9 (2 h)	
14	Tema 6 (2 h)	Sesión 10 (2 h)	
Vacaciones de Navidad			
15		Presentación trabajos cooperativos (2 h)	

Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

<b>Actividad</b>	<b>Horas presenciales</b>	<b>Factor</b>	<b>Horas no presenciales</b>
Clases teóricas	26	1,5	39
Sesiones prácticas	20	1,5	30
Realización del trabajo en régimen cooperativo	4	-	25
Visitas técnicas	6	-	-
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>56</b>		<b>94</b>
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL</b>	<b>150 horas</b>		

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

#### Bibliografía básica

- engel, Yunus A. Termodinámica / Yunus A. Çengel, Michael A. Boles ; revisión técnica, Sofía Faddeeva Sknarin. 6ª ed. Mexico [etc.]: McGraw-Hill Interamericana, cop. 2009.
- González Velasco, Jaime. Energías renovables / Jaime González Velasco . Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2009.

#### Bibliografía complementaria

- Çengel, Yunus A. Transferencia de calor y masa : un enfoque práctico / Yunus A. Cengel ; revisor técnico Sofía Faddeeva . 3ª ed. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2007.
- Quaschnig, Volker. Understanding Renewable Energy Systems / Volker Quaschnig . 1st. ed. repr. London : Earthscan, 2005 (reimp. 2010).
- Twidell, John. Renewable energy resources / John Twidell and Tony Weir . 2nd ed. reimp. London ; New York : Taylor & Francis, 2006 (reimp. 2009).

**LISTADO DE URLs:**

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

[European Commission-Energy](#)

[Instituto para la Diversificación y  
Ahorro de la Energía, IDAE](#)

[National Renewable Energy Laboratory,  
NREL](#)

[Plan de Energías Renovables  
2005-2012. Ministerio de Industria,  
Turismo y Comercio](#)

[Portal de las Energías  
Renovables,CIEMAT](#)