



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energia

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65004055 - Tecnicas de Aprovechamiento de Energias Renovables**

### PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65004055 - Tecnicas de Aprovechamiento de Energias Renovables
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06IE - Grado En Ingenieria De La Energia
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Rafael Ruben Amengual Matas		ruben.amengual@upm.es	Sin horario.
Jose Manuel Buron Caballero (Coordinador/a)		josemanuel.buron@upm.es	- -
Emilio Migoya Valor		emilio.migoya@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Termodinamica
- Mecanica De Fluidos E Hidraulica
- Calor Y Frio Industrial
- Maquinas E Instalaciones Hidraulicas
- Maquinas Y Motores Volumetricos
- Tecnologia De Las Turbomaquinas
- Tecnologia Energetica

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE20 - Comprender los conceptos de la termodinámica y aplicarlos en la Ingeniería de la Energía.

CE23 - Aplicar los conceptos básicos de la transferencia de calor y materia en la Ingeniería de la Energía.

CE44 - Aplicar los principios del aprovechamiento de las energías alternativas.

CE48 - Comprender el aprovechamiento, transformación y gestión de los recursos energéticos.

CE51 - Conocer y aplicar las técnicas de utilización de Energía Solar, Eólica, Biomasa en la generación de Energía Eléctrica y Térmica.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA228 - Realizar cálculos de estimación de prestaciones de instalaciones basadas en recursos naturales.

RA226 - Comprender los principios de funcionamiento de sistemas energéticos basados en energías renovables y su integración con otras energías.

RA227 - Acometer trabajos de ingeniería relativos al aprovechamiento y aplicación de las energías solar, eólica y de la biomasa para generación de energías eléctricas, térmicas, etc. ,

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura pretende mostrar a los alumnos las aplicaciones de las energías renovables de mayor presencia en la actualidad: Biomasa, Energía eólica y Energía solar, planteando las ventajas e inconvenientes de su aprovechamiento en relación con las instalaciones más convencionales (centrales térmicas y nucleares). Así, se explican las tecnologías y las técnicas disponibles para la obtención de energía tanto térmica como eléctrica utilizando como energía primaria estos tres tipos de energías renovables, de modo que sean capaces, no sólo de elegir la tecnología más adecuada, sino de planificar y diseñar instalaciones apropiadas según los recursos disponibles, el emplazamiento de la instalación y el criterio de diseño existente.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Técnicas de aprovechamiento energético de la biomasa
  - 1.1. Definición de Biomasa energética
  - 1.2. Situación actual de aprovechamiento de la biomasa
  - 1.3. Tipos tradicionales de biomasa
  - 1.4. Biocombustibles
  - 1.5. Biogás
  - 1.6. Residuos sólidos urbanos
  - 1.7. Motores térmicos para el aprovechamiento de la biomasa
  - 1.8. Características especiales de los ciclos de potencia con energías renovables
  - 1.9. Otras tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa: Pirólisis, Gasificación
  - 1.10. Aspectos económicos, medioambientales y legislativos
2. Técnicas de aprovechamiento de la energía eólica
  - 2.1. Descripción de los aerogeneradores
  - 2.2. Características generales del viento
  - 2.3. Aerodinámica y curva de potencia
  - 2.4. Modelos de recurso eólico.
  - 2.5. Cálculo energético
  - 2.6. Programas comerciales de estimación de recurso
3. Técnicas de aprovechamiento de la energía solar
  - 3.1. Introducción: Recurso solar, Estado actual de la tecnología solar
  - 3.2. Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura: Introducción a los sistemas sin concentración, Aprovechamiento en climatización de piscinas, Aprovechamiento en climatización de viviendas y edificios
  - 3.3. Sistemas de aprovechamiento de media temperatura: Introducción a los sistemas con concentración, Sistemas para aprovechamiento en procesos industriales
  - 3.4. Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura: configuraciones y aplicaciones

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Definición de Biomasa energética.</b> <b>Situación actual de aprovechamiento de la biomasa</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tipos tradicionales de biomasa.</b> <b>Biocombustibles. Biogás. Residuos sólidos urbanos (RSU).</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Motores térmicos para el aprovechamiento de la biomasa.</b> <b>Características especiales de los ciclos de potencia con energías renovables</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Otras tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa:</b> <b>Pirólisis, Gasificación. Aspectos económicos, medioambientales y legislativos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5		<b>Casos prácticos: Biomasa tradicional, RSU y biogás</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6		<b>Caso práctico: Balance económico y legislación para una planta de biomasa</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	<b>Descripción de los aerogeneradores</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica: Medición de la velocidad del viento</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo: Estimación de la densidad de potencia</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 03:00
8	<b>Características generales del viento</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica: Potencia de un aerogenerador</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de la parte de Biomasa</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00  <b>Trabajo: Diseño de estructura para viento extremo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 03:00

9	<b>Aerodinámica y curva de potencia</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica: Curvas características</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo: Cálculo de la energía producida por dos aerogeneradores en llano</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 03:00
10	<b>Modelos de recurso eólico.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica: Potencia de salida de un aerogenerador</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Programas comerciales de estimación de recurso.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Trabajo: Optimización de un parque eólico</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 03:00
11	<b>Cálculo energético</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica: Curva del coeficiente de potencia</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Programas comerciales de estimación de recurso.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Trabajo: Planificación de una instalación para el aprovechamiento energético de biomasa</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 04:00
12	<b>Introducción: Recurso solar, Estado actual de la tecnología solar</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen de la parte de Energía Eólica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00
14	<b>Sistemas de aprovechamiento de media temperatura</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16	<b>Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				<b>Examen de la parte de Energía Solar. Recuperaciones de las partes de Biomasa y Energía Eólica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Trabajo: Estimación de la densidad de potencia	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
8	Examen de la parte de Biomasa	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	33.33%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
8	Trabajo: Diseño de estructura para viento extremo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
9	Trabajo: Cálculo de la energía producida por dos aerogeneradores en llano	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
10	Trabajo: Optimización de un parque eólico	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51

11	Trabajo: Planificación de una instalación para el aprovechamiento energético de biomasa	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	8%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
13	Examen de la parte de Energía Eólica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	33.33%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
17	Examen de la parte de Energía Solar. Recuperaciones de las partes de Biomasa y Energía Eólica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen de la parte de Biomasa	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	33.33%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
13	Examen de la parte de Energía Eólica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	33.33%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51

17	Examen de la parte de Energía Solar. Recuperaciones de las partes de Biomasa y Energía Eólica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
----	---	--------------------------------	------------	-------	------	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura tiene tres bloques bien diferenciados: Biomasa, Energía Eólica y Energía Solar. La nota final es la media de las notas obtenidas en cada bloque, siempre y cuando sean iguales o mayores de 5 sobre 10. El bloque de Energía Eólica se evalúa en las pruebas de evaluación continua indicadas y es liberatorio. Además, este bloque dispone de una recuperación en el examen final. Los bloques de Energía Solar y Biomasa se evalúan en los exámenes finales. En el bloque de Biomasa se propone un trabajo optativo que puede constituir el 25% de la nota del bloque (en este caso, el examen del bloque sería el 75% de la nota del mismo). El bloque de Energía Eólica debe la mitad de su nota a trabajos y prácticas. El examen de cada bloque se divide en test y cuestiones teórico/prácticas. Para aprobar cada bloque es necesario obtener una nota mínima de 3,5 sobre 10 en cada parte.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas del bloque de Energía Solar	Recursos web	Diapositivas empleadas para impartir este bloque
Programas informáticos del bloque de Energía Solar	Recursos web	Programas informáticos para diversos cálculos
Diapositivas del bloque Biomasa	Recursos web	Diapositivas empleadas en la impartición de las clases del bloque de biomasa
Casos prácticos Biomasa	Recursos web	Casos prácticos resueltos de distintas instalaciones para el aprovechamiento energético de la biomasa
Diapositivas del bloque Energía Eólica	Recursos web	Diapositivas empleadas en las clases de Energía Eólica
Guiones de prácticas de Energía Eólica	Recursos web	Guiones descriptivos de las prácticas de Energía Eólica
Programas informáticos de Energía Eólica	Otros	Explicación y manejo de programas informáticos para cálculos sobre Energía Eólica (WAsP)
Material para prácticas de Energía Eólica	Equipamiento	Material necesario para la realización de las prácticas de Energía Eólica ubicado en el laboratorio de Mecánica de Fluidos
Guiones para los trabajos sobre Energía Eólica	Recursos web	
Guión para el trabajo de Biomasa	Recursos web	