

20-21

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA

CÓDIGO 28801212

UNED

20-21

SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE  
ENERGÍA EÓLICA  
CÓDIGO 28801212

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

|                           |                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la asignatura   | SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA                     |
| Código                    | 28801212                                                          |
| Curso académico           | 2020/2021                                                         |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES |
| Tipo                      | CONTENIDOS                                                        |
| Nº ETCS                   | 4,5                                                               |
| Horas                     | 112.5                                                             |
| Periodo                   | SEMESTRE 1                                                        |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO                                                        |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura *Sistemas de aprovechamiento de energía eólica*, de carácter optativo, es una de las cinco asignaturas ofertadas desde el Departamento de Mecánica dentro del *Máster Universitario en Investigación en Tecnologías Industriales*. La asignatura tiene como objeto completar y ampliar los conocimientos adquiridos por los alumnos durante sus estudios de grado en materias relacionadas con aerodinámica (estudiada a nivel introductorio en asignaturas de mecánica de fluidos), máquinas de fluidos e ingeniería energética. También permitirá a los estudiantes profundizar en los conocimientos aprendidos en asignaturas más específicas relacionadas con la energía eólica.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para iniciar el estudio del curso son necesarios conocimientos previos de mecánica de fluidos y máquinas de fluidos. A medida que se avance en el estudio, puede resultar necesario repasar algunos conceptos generales, las ecuaciones de conservación en forma integral y conceptos sobre turbulencia. Si dichos conocimientos previos son limitados, debe consultarse con el equipo docente para recibir orientaciones precisas que permitan enfocar el estudio de forma adecuada.

## EQUIPO DOCENTE

|                    |                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| Nombre y Apellidos | JULIO HERNANDEZ RODRIGUEZ                                |
| Correo Electrónico | jhernandez@ind.uned.es                                   |
| Teléfono           | 91398-6424                                               |
| Facultad           | ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES                 |
| Departamento       | MECÁNICA                                                 |
| Nombre y Apellidos | PABLO JOAQUIN GOMEZ DEL PINO (Coordinador de asignatura) |
| Correo Electrónico | pgomez@ind.uned.es                                       |
| Teléfono           | 91398-7987                                               |
| Facultad           | ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES                 |
| Departamento       | MECÁNICA                                                 |

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización y el seguimiento de los aprendizajes se realizarán a través del curso virtual. También se pueden realizar consultas presenciales a los profesores del equipo docente en el siguiente horario:

**D. Pablo Gómez del Pino**

Miércoles, de 16 a 20 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.38

Tel.: 91 398 7987

Correo electrónico: pgomez@ind.uned.es

**D. Julio Hernández Rodríguez**

Lunes, de 16,00 a 20,00 h.

Depto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 1.45

Tel.: 91 398 64 24

Correo electrónico: jhernandez@ind.uned.es

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

**Competencias Básicas:**

CB6 - 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

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - 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

CB9 - 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

CB10 - 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:**

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

**Competencias Específicas:**

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales

CE8 - Tomar conciencia de la importancia de la adquisición del conocimiento científico a la luz de la teoría de la ciencia actual, así como de la diversidad metodológica

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

El objetivo principal de esta asignatura es conseguir un conocimiento adecuado de los aspectos fundamentales que intervienen en la evaluación del potencial eólico y el estudio de los sistemas de aprovechamiento de energía eólica, centrándose en los aspectos fluidodinámicos.

Los principales objetivos específicos de aprendizaje que se pretende que alcancen los estudiantes son los siguientes:

1. Adquirir un conocimiento adecuado de las características del movimiento del aire en la atmósfera.
2. Adquirir los conocimientos necesarios para analizar los datos meteorológicos y la planificación de medidas adicionales necesarias para evaluar el potencial eólico en un determinado emplazamiento.
3. Adquirir un conocimiento adecuado de las características de los componentes y del funcionamiento de un aerogenerador tripala de eje horizontal.
4. Conseguir una capacidad adecuada para estimar las cargas a las que está sometido un aerogenerador y la energía que puede producir un determinado aerogenerador o un parque eólico en un emplazamiento a partir de las características del viento en éste.
5. Conseguir una capacidad adecuada para realizar un diseño preliminar de un parque eólico, determinando el número de aerogeneradores, el tipo y la disposición más adecuada en un determinado emplazamiento.
6. Conseguir una capacidad adecuada para identificar los aspectos más relevantes del impacto ambiental de un parque eólico.

**CONTENIDOS**

1. Introducción. Desarrollo histórico y estado actual. Tipos de aeroturbinas
2. Características del viento, datos meteorológicos y potencial eólico

3. Aerodinámica de turbinas de eje horizontal
4. Actuaciones y curvas características de aeroturbinas
5. Componentes y diseño de aerogeneradores
6. Parques eólicos. Estimación de la generación de energía. Aspectos económicos y medioambientales

## METODOLOGÍA

En una primera etapa el estudiante debe estudiar los contenidos teóricos de la asignatura. A lo largo del curso se realizarán una serie de pruebas de evaluación a distancia que consistirán cuestiones teóricas y ejercicios teórico-prácticos relacionados con los aspectos tratados.

En una segunda etapa, una vez estudiados los distintos temas del programa, el alumno realizará una prueba de evaluación a distancia que consistirá en un trabajo práctico que le permitirá aplicar los conocimientos adquiridos, y cuyo contenido se describirá en el curso virtual.

El marco en el que se desarrollará el curso será el *curso virtual*. La plataforma utilizada actualmente en la UNED es aLF. El curso virtual será la herramienta principal de comunicación entre los alumnos y el equipo docente y de los alumnos entre sí. A través de esta plataforma virtual el alumno tendrá acceso a los siguientes elementos de apoyo:

1. El módulo de contenidos, donde se pondrá a disposición de los alumnos los apuntes de la asignatura en los que se recogen los contenidos teóricos, las guías de estudio que recogen recomendaciones en el estudio de la asignatura y toda la información necesaria actualizada.
2. Un calendario que servirá de referencia en el estudio de los distintos temas, marcando los plazos de entrega de los distintos ejercicios.
3. Pruebas de evaluación, que consistirán en una serie de cuestiones teórico-prácticas de tipo test, que permitirán realizar un seguimiento del progreso del alumno en la adquisición y asimilación de conocimientos.
4. Los foros de debate, en los que el estudiante podrá ir planteando las dudas que le vayan surgiendo en el estudio de los contenidos de la asignatura y en la realización de los ejercicios y el trabajo final, y en los que recibirá las correspondientes aclaraciones por parte del equipo docente. Será una tarea fundamental del equipo docente dinamizar el foro, de forma que los alumnos participen en los foros contestando a las cuestiones

formuladas por sus compañeros.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Tipo de examen                  | Examen de desarrollo |
| Preguntas desarrollo            |                      |
| Duración del examen             | 120 (minutos)        |
| Material permitido en el examen |                      |

Todo tipo de material impreso y calculadora.

#### Criterios de evaluación

Se valorará el conocimiento y grado de asimilación de los contenidos de la asignatura y la capacidad de aplicarlos en la resolución de problemas.

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| % del examen sobre la nota final | 40 |
|----------------------------------|----|

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Requiere Presencialidad | Si |
|-------------------------|----|

#### Descripción

La prueba presencial consistirá en la resolución de cuestiones teóricas y ejercicios prácticos. La puntuación máxima de cada cuestión y ejercicio se indicará en el enunciado.

#### Criterios de evaluación

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final | 40% |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| ¿Hay PEC? | Si,PEC no presencial |
|-----------|----------------------|

#### Descripción

A lo largo del curso se realizará una prueba de evaluación a distancia que consistirá en la resolución de cuestiones teóricas y ejercicios teórico-prácticos relacionados con los contenidos de la asignatura.

**La realización de esta prueba es optativa. En el caso de que no se realice en el plazo que se establezca (antes de la prueba presencial de febrero), su peso en la nota final pasará a incrementar el de la prueba presencial.**

#### Criterios de evaluación

Se valorará el conocimiento y grado de asimilación de los contenidos de la asignatura y la capacidad de aplicarlos en la resolución de problemas.

Ponderación de la PEC en la nota final 20%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si, no presencial

#### Descripción

##### Trabajo de síntesis

**Una vez estudiados los distintos temas del programa, el alumno deberá realizar un trabajo práctico que le permitirá aplicar los conocimientos adquiridos. Puede elegirse cualquiera de las 3 alternativas siguientes:**

Un proyecto preliminar de parque eólico., en el que se abordarán los siguientes aspectos:

Evaluación de un emplazamiento.

Determinación del potencial eólico del emplazamiento a partir de los datos meteorológicos existentes.

Selección del modelo de aeroturbina.

Estimación de la potencia generada por el parque eólico.

Un trabajo que se centre en uno solo de los aspectos enumerados en el punto anterior, o bien en otros relacionados con el temario de la asignatura. Podrá utilizarse toda la bibliografía que se considere necesaria.

Revisión de uno o varios artículos de investigación que traten aspectos relacionados con el temario de la asignatura. Se facilitará el acceso a las siguientes revistas:

Journal of wind engineering and industrial aerodynamics

Wind Energy

#### Criterios de evaluación

Se valorará la aportación personal del alumno, la dificultad e interés del tema elegido, el planteamiento y la metodología utilizada, la validez y el alcance de los resultados y la presentación de los contenidos.

Ponderación en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

El peso de cada una de las partes en la calificación final será el siguiente:

Prueba presencial 40%

Prueba de evaluación continua 30% (en el caso de que no se realice, o si la nota es inferior a la obtenida en la prueba presencial, se tomará la nota de esta última).

Trabajo final 40%

**Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en la prueba presencial y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Apuntes elaborados por el equipo docente.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

ISBN(13):9788436270044

Título:MÁQUINAS HIDRÁULICAS. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Autor/es:Julio Hernández Rodríguez ; Claudio Zanzi ; Pablo Gómez Del Pino ;

Editorial:UN.E.D.

ISBN(13):9788472071391

Título:SISTEMAS EÓLICOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (2003)

Autor/es:Rodríguez Amenedo, J.L., Burgos Díaz, J. C., Arnalte Gómez, S. ;

Editorial:Rueda S. L.

Además del libro SISTEMAS EÓLICOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, escrito en Castellano, se recomiendan los siguientes textos:

- Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., Bossanyi, E., Wind Energy Handbook, John Wiley & Sons, 2001.
- Manwell, J.F., McGowan, J.G., Rogers, A.L., Wind Energy Explained. Theory, Design and Application, John Wiley & Sons, 2002.
- Harrison, R., Hau, E., Snel, H., Large Wind Turbines. Design and Economics, John Wiley & Sons, 2000.
- Hau, E., Windturbines: Fundamentals, Technologies, Application and Economics, Springer Verlag, 2000 (pendiente de reimpresión).

- Spera, D.A. (Editor), Wind Turbine Technology: Fundamental Concepts of Wind Turbine Engineering, American Society of Mechanical Engineers, 1994.
- Troen, I., Petersen, E.L., European Wind Atlas, Risoe National Laboratory, Risoe, Dinamarca, 1991.

El sexto capítulo del libro de problemas de Hernández, Gómez y Zanzi contiene ejercicios resueltos de exámenes de cursos anteriores de asignaturas sobre energía eólica de planes de estudios antiguos y vigentes.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

La programación radiofónica relacionada con la asignatura puede consultarse en la Guía de Medios Audiovisuales.

El principal medio de apoyo lo constituye el curso virtual. En él se incluyen foros de debate, preguntas frecuentes, anuncios, información actualizada; en particular, apuntes, la guía de estudio, información sobre trabajos fin de curso, etc.

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.