

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	Energías Renovables, Hidrógeno y Almacenamiento Energético		
<b>Materia</b>	Sistemas de Generación de Energía		
<b>Módulo</b>	Módulo de tecnología específica Energética		
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Energética		
<b>Plan</b>	647	<b>Código</b>	47655
<b>Periodo de impartición</b>	2º Cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	OB
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	9.0 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	César Chamorro Camazón Alfonso Horrillo Güemes		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:cesar.chamorro@uva.es">cesar.chamorro@uva.es</a>	983 18 56 97	
	<a href="mailto:alfonsojesus.horrillo@uva.es">alfonsojesus.horrillo@uva.es</a>	983 18 68 70	
<b>Departamento</b>	Ingeniería Energética y Fluidomecánica		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	28/06/2024		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

En esta asignatura se presentan los fundamentos y aplicaciones del aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, se analiza el papel del hidrógeno como vector energético obtenible de múltiples recursos energéticos y utilizable para cubrir necesidades de energía eléctrica y térmica, y se revisan los distintos sistemas de almacenamiento de energía, considerando las características generales de los mismos.

### 1.2 Relación con otras materias

Termodinámica Técnica y Transmisión de Calor  
Ingeniería térmica  
Sistemas de generación de energía

### 1.3 Prerrequisitos

n/a





## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3. Capacidad de expresión oral.
- CG4. Capacidad de expresión escrita.
- CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.
- CG13. Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social.
- CG14. Capacidad de evaluar.

### 2.2 Específicas

- CE 20 Conocimiento aplicado sobre energías renovables, hidrógeno y almacenamiento energético



### 3. Objetivos

- Comprensión del origen, características y posibilidades de aplicación de las diferentes formas de energía renovable.
- Conocimiento conceptual y práctico de las tecnologías que utilizan recursos renovables.
- Capacidad para el análisis de tecnologías y productos concretos para aplicaciones concretas.
- Conocimiento de procedimientos de definición y dimensionamiento de instalaciones de energías renovables.
- Conocer las posibilidades y fundamentos de utilizar el hidrógeno como vector energético
- Conocimiento y capacidad para la selección según el contexto de sistemas para la generación de hidrógeno.
- Conocimiento de principios de funcionamiento de las distintas tecnologías de pila de combustible e idoneidad de utilización.
- Conocimiento de la base conceptual de los procesos para el almacenamiento de energía eléctrica y térmica.
- Capacidad para seleccionar sistemas y equipos de almacenamiento específicos para aplicaciones concretas.



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: "Energías Renovables"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4.5

###### a. Contextualización y justificación

Este bloque presenta los fundamentos y aplicaciones del aprovechamiento de los recursos energéticos renovables.

###### b. Objetivos de aprendizaje

Comprensión del origen, características y posibilidades de aplicación de las diferentes formas de energía renovable.

Conocimiento conceptual y práctico de las tecnologías que utilizan recursos renovables.

Capacidad para el análisis de tecnologías y productos concretos para aplicaciones concretas.

Conocimiento de procedimientos de definición y dimensionamiento de instalaciones de energías renovables.

###### c. Contenidos

**TEMA 1.1: Introducción.** Aspectos generales de las energías renovables.

**TEMA 1.2: Energía solar.** Estudio del recurso. Radiación solar. Tecnología solar térmica de baja temperatura, integración y aplicaciones. Tecnología solar térmica de alta temperatura. Plantas termosolares. Tecnología solar fotovoltaica.

**TEMA 1.3: Biomasa.** Tipos y características. Pretratamiento. Tecnologías de base termoquímica. Tecnologías de base biológica. Biocombustibles.

**TEMA 1.4: Geotérmica y otras formas de energías renovables** Estudio del recurso. Yacimientos geotérmicos. Producción de energía eléctrica a partir de recursos de alta y media temperatura. Uso directo de los recursos de baja temperatura. Aprovechamientos con bomba de calor geotérmica. Otras formas de energías renovables.

**TEMA 1.5: Integración de las energías renovables.** Integración en el sector eléctrico. Las energías renovables en el transporte, en la industria, y en la edificación.

###### d. Métodos docentes

Ver apartado 5

###### e. Plan de trabajo

Ver apartado 5

###### f. Evaluación

Ver apartado 7

###### g Material docente

Apuntes de la asignatura que se suministrarán en el campus virtual

Problemas con solución de la asignatura, disponibles en el campus virtual



### **g.1 Bibliografía básica**

Energy Systems Engineering: Evaluation and Implementation, Fourth Edition. Authors: Francis Vanek, Louis D. Albright, Largus Angenent. 2022. McGraw Hill. ISBN: 9781259585098  
Renewable Energy Engineering. Nicholas Jenkins, Janaka Ekanayake, Cambridge University Press. 2018.

### **g.2 Bibliografía complementaria**

CREUS, A., "Energías Renovables". Ediciones Ceysa, 2004.  
A. MADRID VICENTE. "Guía completa de las energías renovables y fósiles". Ed. Antonio Madrid Vicente. 2012. ISBN: 9788496709775  
ROQUE CALERO PEREZ. "Centrales de Energías Renovables". E. Prentice-hall. 2012. ISBN: 9788483229972

### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

### **h. Recursos necesarios**

### **i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
4.5	Semanas 1 - 15



## Bloque 2: "Hidrógeno"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

### a. Contextualización y justificación

El hidrógeno se puede considerar como un vector energético obtenible de múltiples recursos energéticos y utilizable para cubrir necesidades de energía eléctrica y térmica. Es importante también el interés del hidrógeno para poder almacenar excedentes de energía eléctrica de origen renovable. Las Tecnologías del Hidrógeno son fundamentalmente de naturaleza termoquímica y electroquímica y habitualmente se separan en tecnologías para la producción, para el almacenamiento y el transporte, y para el uso. Hoy en día las Tecnologías del Hidrógeno están irrumpiendo como elemento fundamental en el proceso de descarbonización dentro del concepto de Economía del Hidrógeno y constituyen una apuesta de futuro en países con altas capacidades de generación renovable.

### b. Objetivos de aprendizaje

Conocimiento y capacidad para la selección según el contexto de sistemas para la generación de hidrógeno. Conocimiento de principios de funcionamiento de las distintas tecnologías de pila de combustible e idoneidad de utilización.

### c. Contenidos

**TEMA 2.1: Introducción.** El hidrógeno como vector energético: producción, almacenamiento y uso

**TEMA 2.2: Producción de hidrógeno.** Reformado de combustibles. Electrólisis y electrolizadores. Otros procesos para generar hidrógeno.

**TEMA 2.3: Almacenamiento y transporte.** Almacenamiento de hidrógeno. Transporte.

**TEMA 2.4: Utilización.** Pilas de combustible: tipos y aplicaciones. Uso directo como combustible. Mezclas con gas natural. Combustibles sintéticos a partir de hidrógeno.

**TEMA 2.5: La economía del hidrógeno.** Perspectivas futuras de las tecnologías del hidrógeno.

### d. Métodos docentes

Ver apartado 5

### e. Plan de trabajo

Ver apartado 5

### f. Evaluación

Ver apartado 7

### g Material docente

Apuntes de la asignatura que se suministrarán en el campus virtual

Problemas con solución de la asignatura, disponibles en el campus virtual

#### g.1 Bibliografía básica

Apuntes de la asignatura que se suministrarán en el campus virtual

Problemas con solución de la asignatura, disponibles en el campus virtual



**g.2 Bibliografía complementaria**

Hand book of Fuel Cells. Fundamentals Technology and Applications. Wiley, 2003 Hydrogen and Fuel Cells. Emerging Technologies and Applications. Sorensen and Spazzafumo, Academic Press. 2018 “The future of Hydrogen” International Energy Agency report 2019 “Hydrogen Production & Distribution” Energy Technological Systems Analysis Programme (2014). International Energy Agency.

**g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

**h. Recursos necesarios**

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	Semanas 1 - 10



**Bloque 3: “Almacenamiento de energía”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1.5

**a. Contextualización y justificación**

Se revisan los distintos sistemas de almacenamiento de energía, considerando las características generales de los mismos. Se dedica atención especial a los sistemas que almacenan energía de origen eléctrico, actualmente de gran importancia para aplicaciones de transporte y de gestión de recursos energéticos solares y eólicos.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Conocimiento de la base conceptual de los procesos para el almacenamiento de energía eléctrica y térmica.  
Capacidad para seleccionar sistemas y equipos de almacenamiento específicos para aplicaciones concretas.  
Capacidad para el dimensionado básico de instalaciones para el almacenamiento energético.  
Comprensión de las posibilidades de crecimiento del uso de las tecnologías de almacenamiento en el futuro

**c. Contenidos**

**TEMA 3.1: Introducción.** Producción y demanda de energía. Necesidad de almacenamiento. Almacenamiento primario y secundario. Características generales de los sistemas de almacenamiento de energía.

**TEMA 3.2: Almacenamiento de energía térmica.** Almacenamiento por calor sensible. Almacenamiento por calor latente. Materiales de cambio de fase: Almacenamiento de energía térmica mediante reacciones químicas.

**TEMA 3.3: Almacenamiento mecánico de energía eléctrica.** Almacenamiento hidráulico: Centrales de bombeo. Almacenamiento por compresión de gases. Volantes de inercia.

**TEMA 3.4: Almacenamiento electroquímico.** Baterías electroquímicas. Vehículos eléctricos. V2G.

**TEMA 3.5: Almacenamiento eléctrico y magnético.** Supercondensadores y bobinas superconductoras.

**d. Métodos docentes**

Ver apartado 5

**e. Plan de trabajo**

Ver apartado 5

**f. Evaluación**

Ver apartado 7

**g Material docente**

Apuntes de la asignatura que se suministrarán en el campus virtual

Problemas con solución de la asignatura, disponibles en el campus virtual

**g.1 Bibliografía básica**

Apuntes de la asignatura que se suministrarán en el campus virtual

Problemas con solución de la asignatura, disponibles en el campus virtual

**g.2 Bibliografía complementaria**

Rufer, Energy Storage Systems and Components, CRC, 2017



Ter-Gazarian, A. Energy Storage for Power Systems. Peter Peregrinus, 1994.

FENERCOM. Guía del Almacenamiento de Energía. Madrid, 2011.

**g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

**h. Recursos necesarios**

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1.5	Semanas 11 - 15





## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Método expositivo/Lección magistral. Resolución de ejercicios y problemas. Estudio de casos. Aprendizaje basado en problemas.

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Clases de aula teóricas	En las clases se desarrollan los contenidos, teniendo en cuenta los objetivos establecidos previamente y las competencias que los alumnos deben adquirir. Todos los contenidos se acompañan de ejemplos reales, gráficos, imágenes e información visual.
Clases de aula de problemas	Las clases prácticas, de resolución de problemas, tienen como finalidad el análisis y aplicación de los contenidos teóricos.
Trabajos prácticos	Trabajos prácticos en el laboratorio de prácticas de la asignatura siguiendo las indicaciones del Guion de Prácticas. Los trabajos prácticos se pueden sustituir por experiencias de cátedra, donde el profesor muestra el funcionamiento de un equipo, explica el proceso de recogida de datos, y entrega una colección de datos simulados al alumno para que realice el estudio en función del guion de prácticas.
Web/aula virtual	Previo al inicio de los diferentes temas de la asignatura, se subirá al campus virtual el material didáctico completo del tema (diapositivas en pdf y enunciados de los problemas)

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases de aula (teoría)	56	Estudio y trabajo autónomo individual	100
Clases de aula (problemas)	13	Estudio y trabajo autónomo grupal	35
Seminarios	3		
Prácticas de laboratorio	12		
Prácticas de campo / visitas	6		
Total presencial	<b>90</b>	Total no presencial	<b>135</b>
TOTAL presencial + no presencial			<b>225</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua de la parte teórica de la asignatura: Prueba escrita al final de cada bloque de temas conteniendo preguntas teóricas y/o problemas cortos. Peso de cada prueba proporcional a la duración en semanas del bloque de temas correspondiente.	40 %	Cuestiones de teoría tipo test y cuestiones cortas aplicadas. Ningún material permitido. Nota mínima exigida en cada bloque = 3 puntos (sobre 10) Una calificación superior a 5 sobre 10 del conjunto de pruebas escritas de los diferentes bloques permite la convalidación de la parte de teoría del examen final escrito (ordinario o extraordinario)
Prácticas laboratorio, experiencias de cátedra y/o trabajo por grupos	20 %	Se entregarán guiones con las indicaciones pertinentes.
Examen final escrito teoría	40 %	Cuestiones de teoría tipo test y cuestiones cortas aplicadas. Ningún material permitido. Convalidable por las pruebas de evaluación continua si la calificación obtenida en las mismas es superior a 5 sobre 10
Examen final escrito problemas	40 %	Problemas a desarrollar. Se puede utilizar material auxiliar.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - 80% examen final escrito ordinario (Teoría (50 %) + Problemas (50 %)). Mínimo en cada parte 4/10). La parte de teoría de este examen se puede convalidar con la evaluación continua en caso de haber obtenido una calificación superior a 5 sobre 10 en dicha evaluación continua.
  - 20% prácticas de laboratorio
- **Convocatoria extraordinaria<sup>(\*)</sup>:**
  - Igual que en la convocatoria ordinaria

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

Art 35.4 del ROA 35.4. La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas,



laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas.

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

## 8. Consideraciones finales



