

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Ingeniería y Desarrollo Sostenible
Código	ADD01
Titulación	Grado en Ingeniería Electromecánica
Curso	4º
Cuatrimestre	2º
Créditos ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatoria Común
Departamento	Ingeniería Mecánica – Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad
Área	Energía
Universidad	Comillas
Horario	Mañana
Profesores	Jose Carlos Romero Mora, Yolanda Ballesteros Iglesias, María del Mar Cledera Castro, Katia Hueso Kortekaas, Raquel Coloma Castaño, Carlos Morales Polo
Descriptor	

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	María del Mar Cledera Castro
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	
Despacho	D-310
e-mail	mcledera@comillas.edu
	Coordinadora
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	José Carlos Romero Mora
Departamento	Instituto de Investigación Tecnológica
Área	
Despacho	IIT (Francisco de Ricci)
e-mail	jose.romero@iit.comillas.edu
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Yolanda Ballesteros Iglesias
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	
Despacho	D-116
e-mail	yballesteros@comillas.edu
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Carlos Morales Polo
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	
Despacho	D-311
e-mail	cmorales@comillas.edu
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Raquel Coloma Castaño
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	
e-mail	rcoloma@comillas.edu
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Katia Hueso Kortekaas
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	
Despacho	
e-mail	katiahuesoicai@gmail.com , khueso@comillas.edu
Horario de Tutorías	Previa cita con el profesor

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Electromecánica esta asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos para poder entender en qué consiste la sostenibilidad en sentido amplio, y cómo se puede traducir en términos de tecnología ambiental y de las nuevas tecnologías energéticas.

A lo largo del curso, que tiene un carácter mixto teórico-práctico (y por tanto incluye la resolución de problemas prácticos y la realización de prácticas de laboratorio), los alumnos aprenderán a conceptualizar la sostenibilidad, medirla y aplicarla a la toma de decisiones. Posteriormente entenderán los conceptos básicos sobre tratamiento y gestión de residuos sólidos, el tratamiento de las aguas para su consumo y la gestión de las aguas residuales, así como los efectos de la contaminación atmosférica y los gases de efecto invernadero.

Por último aprenderán a realizar el diseño y dimensionado básico de los sistemas de energías renovables, así como a evaluar su rentabilidad económica.

Prerrequisitos

No existen prerrequisitos que de manera formal impidan cursar la asignatura. Sin embargo, por estar inmersa en un plan de estudios sí se apoya en conceptos vistos con anterioridad en asignaturas precedentes:

Química

Termodinámica

Climatización

Cálculo I

- Resolución de ecuaciones implícitas

Economía y Gestión de Empresas

Competencias - Objetivos

Competencias Genéricas del título-curso

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado

CG7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar

CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Competencias Comunes¹

CRI10. Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

Competencias Específicas

CEE10. Conocimiento aplicado sobre energías renovables

Resultados de Aprendizaje.

- RA1. Entender en qué consiste la sostenibilidad en sus vertientes económica, medioambiental y social.
- RA2. Conocer y aplicar los principales indicadores de sostenibilidad.
- RA3. Conocer y aplicar las herramientas principales de integración de la sostenibilidad en la toma de decisiones.
- RA4. Analizar los efectos de la contaminación atmosférica y los gases de efecto invernadero y seleccionar medidas y tecnologías de prevención y mitigación de la contaminación y el cambio climático
- RA5. Conocer y aplicar las herramientas adecuadas para calcular la dispersión de los contaminantes en la atmósfera y el diseño de chimeneas necesarias para dicha dispersión.
- RA6. Analizar los efectos de la contaminación de las aguas y seleccionar medidas y tecnologías de prevención y mitigación de la contaminación
- RA7. Conocer y aplicar las tecnologías existentes para el tratamiento de potabilización de las aguas para su consumo tanto a nivel industrial como urbano
- RA8. Entender los conceptos básicos sobre tratamiento y gestión de residuos y efluentes industriales y urbanos y conservación del medio ambiente.
- RA9. Entender los conceptos básicos sobre las nuevas tecnologías energéticas
- RA10. Realizar el diseño y dimensionado básico de los distintos sistemas de EERR, evaluar la producción, costes e inversión y analizar la rentabilidad de los distintos sistemas y su implicación medioambiental.
- RA.11. Conocer las implicaciones medioambientales de la producción y almacenamiento de hidrógeno

¹ Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

BLOQUE 1: Sostenibilidad

Tema 1: INTRODUCCIÓN y CONCEPTOS BÁSICOS

- 1.1. Los retos de la sostenibilidad.
- 1.2. Definiciones de sostenibilidad.
- 1.3. Interpretaciones de la sostenibilidad.
- 1.4. ¿Es posible la sostenibilidad?
- 1.5. La sostenibilidad de la empresa.

Tema 2: MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD.

- 2.1. Indicadores de sostenibilidad.
- 2.2. Indicadores agregados e indicadores individuales.
- 2.3. Ejemplos de indicadores más utilizados.
- 2.4. Medida de la escasez.

Tema 3: INSTRUMENTOS PARA LA SOSTENIBILIDAD.

- 3.1. Criterios generales. Reglas de sostenibilidad.
- 3.2. Impacto y valoración ambiental. Análisis de ciclo de vida.
- 3.3. Distribución de los recursos en el tiempo.
- 3.4. Análisis coste-beneficio. Evaluación del capital social. Análisis multicriterio.
- 3.5. Políticas de sostenibilidad.

BLOQUE 2: Tecnología Medioambiental

Tema 4: INTRODUCCIÓN Y ECOLOGÍA

- 4.1. Política Ambiental en la Unión Europea. Normativa.
- 4.2. Ecología: Conceptos básicos.
- 4.3. Ecología Industrial.

Tema 5: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- 5.1. Partes de la atmósfera y composición.
- 5.2. Contaminantes atmosféricos primarios: causas y efectos
- 5.3. Contaminantes atmosféricos secundarios (lluvia ácida, agujero de la capa de ozono, cambio climático): causas y efectos
- 5.4. Medida y control de la contaminación atmosférica.
- 5.5. Dispersión de contaminantes en la atmósfera. Cálculo de chimeneas.
- 5.6. Sistemas de limpieza de gases contaminantes
- 5.7. Captura y almacenamiento de CO₂.

Tema 6: CONTAMINACIÓN DEL AGUA

- 6.1. Conceptos básicos de hidrología e hidrogeología.
- 6.2. Calidad del agua para el consumo.
- 6.3. Potabilización de agua dulce (ETAP).
- 6.4. Potabilización de agua salada o salobre (desalación).
- 6.5. Depuración del agua residual industrial y urbana (EDAR).

Tema 7: CONTAMINACIÓN DEL SUELO. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- 7.1. Contaminación del suelo: causas y efectos. Sistemas de limpieza de suelos contaminados.
- 7.2. Gestión integral de residuos sólidos urbanos: Recogida, transporte, transformación o reciclado.
- 7.3. Revalorización energética de residuos sólidos urbanos.

BLOQUE 3: Energías Renovables

Tema 8: ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

- 8.1. Hidráulica.
- 8.2. Termosolar.
- 8.3. Eólica.
- 8.4. Fotovoltaica (cálculo de instalaciones).
- 8.5. Biomasa.
- 8.6. Geotermia de alta entalpía.
- 8.7. Otras energías renovables.
- 8.8. Almacenamiento.

Tema 9: ENERGÍAS RENOVABLES PARA USOS TÉRMICOS

- 9.1. Solar térmica (cálculo de instalaciones).
- 9.2. Geotermia de baja entalpía.
- 9.3. Geotermia de uso directo.
- 9.4. Sistemas de alta eficiencia: poligeneración

Tema 10: ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL TRANSPORTE

- 10.1. Biocarburantes: obtención y repercusiones en el vehículo.

BLOQUE 4: Vector Hidrógeno

Tema 11: VECTOR HIDRÓGENO

- 11.1. Producción de hidrógeno: renovables, fósiles con captura de CO₂ y nuclear de IV generación.
- 11.2. Almacenamiento.
- 11.3. Pilas de combustible.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva.** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante. Se hará especial hincapié en el significado de las ecuaciones y su aplicación. Seguidamente se resolverán diversos ejemplos prácticos.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos.** En estas sesiones se explicarán, resolverán y analizarán problemas de un nivel similar al encontrado en los exámenes de cada tema, previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio.
4. **Presentaciones orales.** En grupo sobre temas propuestos por el profesor, que se expondrán en 10 minutos en las fechas designadas por el profesor.
5. **Tutorías.** Se realizarán en grupo o individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas.

Metodología No presencial: Actividades

1. **Estudio individual y personal** por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas. Se empleará para ello el material presentado en transparencias y los apuntes de la asignatura.
2. **Análisis de problemas resueltos en clase** y cuyas dudas se aclararán en las tutorías.
3. **Resolución de otros problemas propuestos.** El alumno trabajará por su cuenta en la resolución de problemas y casos prácticos no resueltos en clase. Las dudas surgidas se atenderán en las tutorías.
4. **Trabajo en grupo.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar una tarea fuera del horario lectivo que requerirá compartir la información y los recursos entre los miembros con vistas a alcanzar un objetivo común.
5. **Preparación de presentaciones orales.**

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los problemas de forma autónoma.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Laboratorio	Evaluación
30	15	8	7
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre problemas	Preparación de pruebas de evaluación	Consolidación de cierres de temas
32	40	32	12
CRÉDITOS ECTS:			6 (180 horas)

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: • Exámenes Intermedios (30%) • Examen Final (50%)	- Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. - Presentación y comunicación escrita.	80%
Trabajo y prácticas: • Trabajo (Sostenibilidad) (10%) • Laboratorio (10%)	- Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.	20%

Calificaciones.

Calificaciones

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- **Nota de Seguimiento (50%):**
 - Examen de Sostenibilidad 5%
 - Exámenes de Medioambiente y Energías Renovables 25%
 - Trabajo Sostenibilidad 10% (Nota mínima 5.0)
 - Laboratorio 10% (Nota mínima 5.0)
- **Examen Final (50%) (Nota mínima 4.0):**
 - Examen de Sostenibilidad 5% (Nota mínima 4.0)
 - Examen de Medioambiente 35% (Nota mínima 4.0)
 - Examen de Energías Renovables 10% (Nota mínima 4.0)
- **Será requisito indispensable para realizar la media ponderada, que el alumno obtenga una nota mínima de 5.0 en el trabajo de Sostenibilidad, 5.0 en la nota del Laboratorio y 5.0 en la nota de media de todos los exámenes realizados (seguimiento y final).**
- Los exámenes de sostenibilidad consistirán en preguntas de respuesta breve o tipo test..
- Los exámenes de Medioambiente constará de una parte teórica (tipo test o preguntas de respuesta breve) y otra de ejercicios o casos prácticos.
- Los exámenes de Energías Renovables consistirán en preguntas tipo test o de respuesta breve.
- El alumno debe demostrar conocimientos suficientes de cada una de esas partes, con la nota mínima establecida para poder hacer la media ponderada. En caso de que un alumno no cumpliera alguno de los requisitos de nota mínima exigidos en cada una de las partes, la calificación será la nota de aquella parte o examen que le impide realizar la ponderación.
- La asistencia a clase es obligatoria y se controlará cada día. La inasistencia a más del 15% de las horas lectivas o la falta de entrega de las prácticas puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a examen tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.
- La asistencia al laboratorio es obligatoria y se controlará cada día. La inasistencia a una de las prácticas sin causa justificada supone un cero en la nota de la misma. Los alumnos que lleguen a una práctica con retraso de 15 minutos o superior no podrán realizarla, suponiendo por tanto un cero en la nota de la misma.
- La no entrega de un informe de prácticas supone un cero en la nota de esa práctica. La

entrega con un día de retraso de cualquier informe de prácticas supone 2 puntos menos en la nota de la misma. No se admitirán retrasos superiores a un día en la entrega de informes.

La calificación en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 20% la calificación que obtuvo el alumno en el promedio del conjunto de las pruebas de seguimiento.
- Un 80% la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA²

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
• Lectura de las transparencias y apuntes que se exponen en clase	Antes de la clase	
• Estudio de las transparencias y apuntes expuestos en clase	Después de la clase	
• Complemento del estudio de las transparencias con el material contenido en los apuntes	Después de la clase	
• Intento de resolución de los problemas a realizar en clase	Antes de la clase	
• Revisión y estudio de los problemas resueltos en clase	Después de la clase	
• Intento de resolución de los problemas no realizados en clase. Consulta de la solución publicada en el Portal de Recursos y solicitud de tutoría si es preciso.	Al finalizar cada tema o sección	
• Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Al finalizar cada tema o sección	
• Preparación de Exámenes intermedios y final. Se trabajará especialmente sobre el “cierre” de los temas correspondientes realizado por el profesor en clase.	Febrero y Abril	

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIOAMBIENTE (1ª Edición). Contreras López, Alfonso ; Molero Meneses, Mariano; Ed. UNED
- Energías Renovables. Jaime González Velasco. Ed. Reverte
- Apuntes de Sostenibilidad

² En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

Bibliografía Complementaria

- Ingeniería y Ciencias Ambientales. Davis, M.L. y Masten, S.J. Ed. McGraw Hill (2004)
- Ingeniería de la Energía eólica. Manuel Villarrubia López. Ed. Marcombo
- Energía solar fotovoltaica. Miguel Pareja Aparicio. Ed. Marcombo
- Radiación solar y su aprovechamiento energético. Miguel Pareja Aparicio. Ed. Marcombo
- Mulder, K. (ed) (2006). Sustainable development for engineers. Greenleaf Publishing.
- Rogers, P.P., K.F. Jalal, J.A. Boyd (2007). Introduction to sustainable development. Earthscan Publications.

FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

Actividad					Dedicación (h)		
Sesión	Contenido	Tema	Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas no Presenciales	Entrega	Presenc.	No pres.
1	INTRODUCCIÓN y CONCEPTOS BÁSICOS	1	Teoría	Estudio teoría		2	1,5
2	INTRODUCCIÓN y CONCEPTOS BÁSICOS	1	Teoría	Estudio teoría		1	1.5
3	INTRODUCCIÓN y CONCEPTOS BÁSICOS	1	Teoría	Estudio teoría		1	1.5
4	Introducción y Ecología	4	Teoría	Estudio teoría		1	1,5
5	Contaminación atmosférica Naturaleza y Composición y estructura térmica de la atmósfera	5	Teoría	Estudio teoría		1	2,25
5	Contaminación atmosférica Contaminantes primarios y secundarios	5		Estudio teoría		1	1,5
6	Contaminación atmosférica Cambio Climático. Causas y efectos	5	Teoría	Estudio teoría		1	3
7	MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD	2	Teoría	Estudio teoría		2	6
8	Contaminación atmosférica Dispersión de los contaminantes	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	4
9	Tecnología Medioambiental. Aire Medida y Control de la contaminación	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
10	MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD	2	Teoría	Estudio teoría		2	2,25
11	Contaminación atmosférica Dispersión. Calculo de chimeneas	5	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	1,5
12	Contaminación atmosférica Calculo de la Dispersión	5	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	2,25
13	INSTRUMENTOS PARA LA SOSTENIBILIDAD	3	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	9
14	Contaminación atmosférica Equipos reducción de emisiones	5	Teoría	Estudio teoría		1	4
15	Contaminación atmosférica SOx, NOx, catalizadores	5	Teoría	Preparación examen		1	2,25
16	INSTRUMENTOS PARA LA SOSTENIBILIDAD/TM	3 /5	Examen			2	1,5
17	Contaminación del Agua Hidrología/hidrogeología	6	Teoría	Estudio teoría		1	1,5

18	Contaminación del Agua Ley de Darcy	6	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	3
19	Contaminación del Agua Composición de las aguas naturales Contaminación del agua Potabilización	6	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	1,5
20	Contaminación del Agua Potabilización	6	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	3
21	Contaminación del Agua Potabilización	6	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	4
22	Contaminación del Agua Desalación Depuración	6	Teoría	Estudio teoría		2	1,5
23	Contaminación del Agua Depuración	6	Teoría	Estudio teoría		1	1,5
24	Contaminación del Agua Línea de Fangos	6	Teoría	Estudio teoría		1	1,5
25	Contaminación del Agua Depuración. Reactores Biológicos	6	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		2	1,5
26	Contaminación del Agua Depuración. Decantación	6	Resolución de problemas	Resolución de problemas		1	3
27	Contaminación del suelo Gestión de Residuos sólidos. RSU	7	Teoría	Estudio teoría		1	
28	Energías Renovables. Introducción EERR. Generación eléctrica Hidráulica.	8	Teoría	Estudio teoría		2	
29	Energías Renovables. Generación eléctrica Geotérmica Termosolar Biomasa	8	Teoría	Estudio teoría		1	
30	Energías Renovables. Generación eléctrica Eólica	8	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	
31	Energías Renovables. Generación eléctrica Eólica	8	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	

32	Energías Renovables. Generación eléctrica Eólica	8	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	
33	Energías Renovables. Generación eléctrica Fotovoltaica	8	Teoría	Estudio teoría		1	
34	Energías Renovables. Generación eléctrica Fotovoltaica	8	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	3,5
35	Energías Renovables. Generación eléctrica Fotovoltaica	8	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	3,5
36	Energías Renovables. Usos térmicos Solar Térmica	9	Teoría	Estudio teoría		1	
37	Energías Renovables. Usos térmicos Solar Térmica	9	Resolución de problemas	Estudio teoría y problemas		1	
38	Energías Renovables. Usos térmicos Geotérmica de baja entalpía. Geotérmica de uso directo	9	Teoría	Estudio teoría		1	
39	Energías Renovables. Transporte Biocarburantes obtención	9	Teoría	Estudio teoría		1	
40	Energías Renovables. Transporte Biocarburantes repercusión sobre el vehículo	10	Teoría	Estudio teoría		1	
41	Vector de Hidrogeno Producción Almacenamiento Pilas de Combustible	11	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	
42	Practicas		Laboratorio	Estudio teoría y problemas	En el momento	2	3,5
43	Practica		Laboratorio	Estudio teoría y problemas	En el momento	2	3,5
44	Practica		Laboratorio	Estudio teoría y problemas	En el momento	2	3,5
45	Practica		Laboratorio	Estudio teoría y problemas	En el momento	2	3,5