

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando cualquier adaptación que se realice respecto a la memoria de verificación. Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías). La planificación académica podrá sufrir modificaciones de acuerdo con la actualización de las condiciones sanitarias.

<b>Asignatura</b>	TERMODINÁMICA TÉCNICA Y TRANSMISIÓN DE CALOR		
<b>Materia</b>	Fundamentos de Termodinámica, Termotecnia e Ingeniería Fluidomecánica		
<b>Módulo</b>	Materias comunes a la rama industrial		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA ENERGÉTICA		
<b>Plan</b>	647	<b>Código</b>	47646
<b>Periodo de impartición</b>	2º Cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	2º
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	César R. Chamorro Camazón M <sup>a</sup> del Carmen Martín González José Juan Segovia Puras		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:mcarmen.martin@eii.uva.es">mcarmen.martin@eii.uva.es</a> ; Tfno.: 983423756		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Energética y Fluidomecánica		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Esta asignatura en el contexto de la titulación es la primera introducción del alumno en la Ingeniería Energética. Se compone de dos ciencias de la ingeniería, la Termodinámica Técnica y la Transmisión de Calor, que constituyen la base de todas las aplicaciones energéticas en cualquiera de los campos de la ingeniería.

### 1.2 Relación con otras materias

Como se ha indicado se estudian los fundamentos de la ingeniería energética y, por tanto, es la base de la mayoría de las materias que se cursan en tercer y cuarto curso donde se desarrollarán las aplicaciones.

### 1.3 Prerrequisitos

No hay.

## 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 para evaluar.
- CG15 Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos.

### 2.2 Específicas

CE7 Conocimientos de termodinámica técnica y de transmisión de calor y su aplicación a la resolución de problemas de la ingeniería.



### 3. Objetivos

- Capacidad de aplicar los principios de la termodinámica a problemas propios de la ingeniería.
- Conocimiento básico de los mecanismos de transmisión de calor.
- Capacidad de analizar desde el punto de vista material y energético los procesos de combustión
- Comprensión de los principios de funcionamiento de motores térmicos y máquinas frigoríficas.
- Capacidad para analizar y diseñar procesos psicrométricos.

### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

#### Bloque 1: “FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,8

##### a. Contextualización y justificación

Este bloque es la puerta de entrada a la Ingeniería Energética introduciendo las leyes universales de conservación y transformación de la energía e introduciendo su aplicación a los procesos energéticos industriales básicos (procesos de flujo estacionario), insistiendo en la metodología para la evaluación de la degradación de la energía en los procesos y estableciendo las pautas generales para la mejora del rendimiento y eficiencia energéticas junto con su repercusión en los temas de sostenibilidad y medio ambiente como valor añadido.

##### b. Objetivos de aprendizaje

Comprender y dominar:

1. El Principio Cero de la Termodinámica a través de la magnitud temperatura y su aplicación a las propiedades térmicas de la materia (ecuación térmica de estado y coeficientes térmicos).
2. El Primer Principio de la Termodinámica o de conservación de la energía, relacionando las dos interacciones energéticas (mecánica y térmica) con la energía almacenada en la materia (energía interna y entalpía) a través de sus respectivas ecuaciones de balance energético para sistemas cerrados y abiertos.
3. El Segundo Principio de la Termodinámica o de transformación de la energía, introduciendo la función entropía como herramienta para evaluar la irreversibilidad de los procesos a través de la generación entrópica que evalúa la degradación energética mediante la ecuación del balance entrópico. Finalmente se introduce el novedoso concepto de exergía y su balance como alternativa más ingenieril a la metodología entrópica, siendo la clave para la gestión energética de procesos e instalaciones.
4. La aplicación de los tres Principios anteriores a los procesos energéticos industriales básicos: en procesos de descarga o derrame mediante dispositivos de tipo conducto (toberas, difusores,



intercambiadores de calor, válvulas) y en procesos de trabajo mediante dispositivos de tipo máquina de fluido (turbinas y compresores)

### c. Contenidos

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
1.1	<b>EL PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINAMICA.</b> Termodinámica, transmisión del calor e Ingeniería. Los conceptos de sistema termodinámico, estado y proceso. El equilibrio térmico y el Principio Cero. El concepto de temperatura y su medida. Propiedades térmicas de una sustancia pura.
1.2	<b>EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Los conceptos de trabajo termodinámico, energía interna y calor. Formulación del Primer Principio para sistemas cerrados. Balances de masa y energía en el volumen de control de un sistema abierto. Caso de flujo estacionario. Propiedades calóricas de un fluido.
1.3	<b>EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Enunciados del Segundo Principio. Reversibilidad e irreversibilidad. Tipos de irreversibilidad. La función entropía. Formulación matemática del Segundo Principio. Balance de entropía en un volumen de control. El concepto de exergía y sus balances.
1.4	<b>PROCESOS DE FLUJO ESTACIONARIO.</b> Balance energético de un flujo estacionario. La ecuación de Euler-Bernoulli. Procesos de descarga en conductos. Procesos de trabajo en máquinas de fluido. Rendimientos isentrópicos.

## Bloque 2: “APLICACIONES DE TERMODINÁMICA TÉCNICA”

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

En este bloque converge lo estudiado en la parte de fundamentos, y estas aplicaciones son nombradas a nivel internacional con un único término “Termodinámica Técnica”. Estos temas de justifican porque abren la vía a las dos aplicaciones de la Ingeniería Energética, la producción de potencia útil y la producción de calor y de frío.

### b. Objetivos de aprendizaje

Comprender y dominar:

1. El proceso de combustión como generador principal de energía térmica primaria.
2. Los motores térmicos, tanto de combustión externa como interna, como instalaciones transformadoras de energía térmica primaria en potencia útil.
3. Las máquinas frigoríficas y las bombas de calor, como instalaciones productoras de frío y de calor, respectivamente, a partir de potencia útil o de energía térmica primaria.
4. Estudio del aire húmedo y de los procesos psicrométricos a él ligados y de gran importancia en el diseño y cálculo de sistemas de climatización, de secado y de alimentación como comburente en los procesos de combustión.

**c. Contenidos**

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
2.1	<b>COMBUSTIÓN.</b> El proceso de combustión. Combustibles y sus tipos. Balances de materia y energía en una reacción de combustión: aire y humos. Diagramas de combustión. Rendimiento de la combustión. Poder calorífico y exergía de un combustible. Balances de exergía en sistemas de combustión. La pila de combustible.
2.2	<b>MOTORES TÉRMICOS.</b> Concepto de máquina térmica y de motor térmico. Clasificación de los motores térmicos. Elementos constructivos y análisis de los ciclos termodinámicos de referencia en el Motor Turbina de Vapor (MTV), en el Motor Turbina de Gas (MTG) y en los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA). Mejoras de sus rendimientos. El ciclo combinado y la cogeneración.
2.3	<b>MÁQUINAS FRIGORÍFICAS Y BOMBAS DE CALOR.</b> Planteamiento de base de las técnicas de producción de frío y de calor. Coeficientes de eficiencia energética (CEE). Producción de frío por compresión mecánica. Fluidos refrigerantes. Otros procesos de producción de frío: absorción, adsorción, eyección y termoelectrónico
2.4	<b>AIRE HÚMEDO Y PROCESOS PSICROMÉTRICOS.</b> Características del aire húmedo. Diagramas psicrométricos. Análisis de los procesos psicrométricos básicos del aire húmedo.

**Bloque 3: “FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR”**Carga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

Este bloque temático introduce los fundamentos de otra nueva ciencia de la Ingeniería Energética, la Transmisión de Calor. Se centra en las tres formas con que la energía en forma de calor se transfiere entre dos sistemas y será una herramienta imprescindible para el cálculo, construcción y diseño de dispositivos que reciban o cedan calor.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Comprender y dominar:

1. La transmisión de calor por conducción.
2. La transmisión de calor por convección.
3. La transmisión de calor por radiación.
4. Aplicar lo aprendido en los puntos anteriores a equipos de intercambio de calor, de amplia utilización en la industria.



### c. Contenidos

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
3.1	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN. Ecuación general de la conducción. Conducción en régimen estacionario, unidimensional y sin generación. Resistencia térmica.
3.2	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN. Fundamentos de la convección de calor: concepto de capa límite térmica. Convección forzada. Convección natural. Cálculo del coeficiente global.
3.3	TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN. Fundamentos de la radiación. Intercambio de calor entre superficies en medios no participativos. Conceptos de radiación solar. Transmisión de calor combinada.
3.4	EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE CALOR. Conceptos de dimensionado de intercambiadores de calor. Método DMLT y Método NUT.

### d. Métodos docentes

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.

### e. Plan de trabajo

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor- alumno, alumno- profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

### f. Evaluación

Se indicará el detalle en epígrafe 7.

### g Material docente

*Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tienen acceso, a la plataforma Leganto de la Biblioteca para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas"). Si ya lo han hecho, pueden poner tanto en la guía docente como en el Campus Virtual el enlace permanente a Leganto.*

#### g.1 Bibliografía básica

Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons.M.J.

Moran y H.N. Shapiro (2004). "Fundamentos de Termodinámica Técnica", 2ª Edición, Reverté

## **g.2 Bibliografía complementaria**

---

M.W. Zemansky, M.M. Abbott and H.C. Van Ness (1989): "Basic Engineering Thermodynamics". McGraw-Hill.

J.M. Smith, H.C. Van Ness y M.M. Abbott (1997). "Introducción a la Termodinámica de la Ingeniería Química", McGraw-Hill.

K. Wark (1991). "Termodinámica", McGraw-Hill.

Y.A. Çengel y M.A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, McGraw-Hill.

M.M. Abbott y H.C. Van Ness (1991). "Termodinámica", Schaum, McGraw-Hill.

M.C. Potter y C.W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, McGraw-Hill, Madrid.

Incropera FP, Dewitt DP, 1990 "Fundamentos de calor y masa". 4ª edición. –Pearson, Prentice Hall.

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

---

### **h. Recursos necesarios**

---

Refuerzo de los contenidos teóricos con problemas y prácticas de laboratorio.

### **i. Temporalización**

---

<b>CARGA ECTS</b>	<b>PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO</b>
Bloque 1 (1,8 ECTS)	Semanas 1-5
Bloque 2 (2,4 ECTS)	Semanas 6-12
Bloque 3 (1,8 ECTS)	Semanas 13-14

## **5. Métodos docentes y principios metodológicos**

---

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio.

Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura.



MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Clases de aula teóricas	Método expositivo en aula, desarrollando los contenidos teóricos de la asignatura.
Clases de aula de problemas	Resolución de problemas específicos de cada tema, que se presentan habitualmente en los procesos de ingeniería.
Prácticas de laboratorio	Realización de experiencias en el laboratorio. Memoria de prácticas.
Tutorías docentes	Desarrolladas individualmente o con pequeños grupos de alumnos. Horario consultar web. Otros horarios disponibles. Concertar por e-mail.

## 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 Teóricas (T)	35	Estudio y trabajo autónomo individual	52,5
Clases de Aula de Resolución de problemas (A) por grupo docente	18	Estudio y trabajo autónomo individual	27,0
Seminarios por grupo docente	2	Estudio y trabajo autónomo individual	3,0
Prácticas de Laboratorio por grupo docente	5	Estudio y trabajo autónomo grupal	7,5
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>
		TOTAL presencial + no presencial	<b>150</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
Trabajos prácticos (TP)	20%	Memoria de prácticas. Las prácticas son obligatorias y se pueden convalidar de cursos anteriores. Entrega de tareas (problemas y/o cuestiones tipo examen). Participación en conferencias, clases, tutorías...
Evaluación escrita (EE) <sup>(1)</sup>	80%	Teoría en forma de cuestiones (50%) y Problemas (50%). <b>CONVOCATORIA ORDINARIA:</b> <b>Prueba intermedia (PI) del Bloque 1</b> (temas 1-4). Posibilidad de eliminar materia para todos aquellos que superen un mínimo de 4 sobre 10. (ponderación 35%) <b>Prueba final (PF):</b> Bloques 2 y 3, para los que superen la nota de 4 en el examen del bloque 1. (45%). Toda la materia para aquellos con una nota inferior a 4 en la prueba intermedia. (80%) <b>CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:</b> Una única prueba de los tres bloques.
<p>(1) Se requiere nota mínima en cada prueba. Cuestiones y problemas (sobre 10 puntos, se valoran con 5 puntos cada una de las dos partes y se requiere una nota mínima de conocimiento umbral de 1,75 en cada una de ellas). La no superación de la nota mínima en cada parte implica la no superación de la evaluación escrita. Solamente cuando se supera esta última condición se añade la calificación de los trabajos prácticos, según los pesos de la tabla precedente.</p>		

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatorias ordinaria y extraordinaria:**  
**Nota final (NF)**
  - $NF = 0,2 \times TP + 0,8 \times EE$  (si EE supera mínimos)
  - $NF = EE$  (cuando EE no supera mínimos) = suspenso

## 8. Consideraciones finales

**Es importante la asistencia regular a clase de los alumnos.** De todas las actividades que pueda tener la asignatura es la actividad esencial y nuclear de la misma, como en cualquier universidad presencial de prestigio a nivel internacional. Se explican conceptos nuevos y abstractos, se matiza, se enfatiza en lo importante, se tratan con especial cuidado las partes más delicadas, se alerta sobre los errores de comprensión más frecuentes y se comenta sobre las aplicaciones en ingeniería de forma espontánea y continua.

Desde el punto de vista práctico, le ahorra al alumno muchas horas de estudio en su actividad no presencial y si se correlaciona estadísticamente con las calificaciones es un importante factor no solo para la superación de la asignatura sino también para obtención de diferentes niveles de excelencia en la misma.