

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado en Ingeniería Mecánica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Ingeniería Térmica
(2020 - 2021)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Ingeniería Térmica	Código: 339402203
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología- Lugar de impartición: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología- Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica- Plan de Estudios: 2010 (Publicado en 2011-12-12)- Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Ingeniería Industrial- Área/s de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos- Curso: 2- Carácter: Obligatoria- Duración: Segundo cuatrimestre- Créditos ECTS: 6,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)	

2. Requisitos para cursar la asignatura

No existen requisitos para cursar la asignatura.

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: VICENTE JOSE ROMERO TERNERO
- Grupo: Teoría y problemas de aula: grupo único
General <ul style="list-style-type: none">- Nombre: VICENTE JOSE- Apellido: ROMERO TERNERO- Departamento: Ingeniería Industrial- Área de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos

Contacto

- Teléfono 1: **922 318102**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **vromero@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066

Observaciones: Las tutorías se llevarán a cabo mediante cita previa, en la cual cada estudiante indicará el tipo de tutoría que solicita (presencial o virtual). Para la tutoría en formato virtual se habilitará una sesión de Google Meet en el aula virtual de la asignatura.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066

Observaciones: Las tutorías se llevarán a cabo mediante cita previa, en la cual cada estudiante indicará el tipo de tutoría que solicita (presencial o virtual). Para la tutoría en formato virtual se habilitará una sesión de Google Meet en el aula virtual de la asignatura.

Profesor/a: FRANCISCO JOSE BRITO CASTRO

- Grupo: **Teoría y problemas de aula: grupo único**

General

- Nombre: **FRANCISCO JOSE**
- Apellido: **BRITO CASTRO**
- Departamento: **Ingeniería Industrial**
- Área de conocimiento: **Máquinas y Motores Térmicos**

Contacto

- Teléfono 1: **922 319818**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **fjbrito@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	13:00	Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval - SC.1C	Despacho nº 12
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	13:00	Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval - SC.1C	Despacho nº 12

Observaciones: La información sobre tutorías arriba indicada podrá ser objeto de modificación, tanto en fecha como en lugar, en función de circunstancias sobrevenidas o con el fin de mejorar la eficacia de la acción tutorial.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	13:00	Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval - SC.1C	Despacho nº 12
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	13:00	Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval - SC.1C	Despacho nº 12

Observaciones: La información sobre tutorías arriba indicada podrá ser objeto de modificación, tanto en fecha como en lugar, en función de circunstancias sobrevenidas o con el fin de mejorar la eficacia de la acción tutorial.

Profesor/a: MARIA TERESA ARENCIBIA PEREZ						
- Grupo: Laboratorio: PE201, PE202, PE203 y PE204. Tutorías académico-formativas: TU201, TU202, TU203 y TU204.						
General						
- Nombre: MARIA TERESA						
- Apellido: ARENCIBIA PEREZ						
- Departamento: Ingeniería Industrial						
- Área de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos						
Contacto						
- Teléfono 1: 922 316502- Ext 6143						
- Teléfono 2:						
- Correo electrónico: mtarenci@ull.es						
- Correo alternativo: mtarenci@ull.edu.es						
- Web: http://www.campusvirtual.ull.es						
Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63, 3º piso
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63, 3º piso
Observaciones: Las tutorías podrán ser presenciales o en línea. Las tutorías presenciales se imparten en el despacho 63, 3º piso del Módulo B de la ESIT. Las tutorías en línea se realizarán a través de Google Meet, chat o correo electrónico.						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63, 3º piso

Todo el cuatrimestre		Viernes	11:30	13:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63, 3º piso
Observaciones: Las tutorías podrán ser presenciales o en línea. Las tutorías presenciales se imparten en el despacho 63, 3º piso del Módulo B de la ESIT. Las tutorías en línea se realizarán a través de Google Meet, chat o correo electrónico.						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Común a la rama Industrial**
 Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

5. Competencias

Específicas

- 7** - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
- 18** - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

Generales

- T3** - 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.
- T4** - 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 Mecánica.
- T7** - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- T9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Transversales

- O1** - Capacidad de análisis y síntesis.
- O2** - Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- O4** - Capacidad de expresión escrita.
- O6** - Capacidad de resolución de problemas.
- O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

Básicas

- CB1** - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesores de teoría y problemas de aula: Vicente José Romero Ternero (Secciones I y II) y Francisco José Brito Castro (Sección III)

Contenidos de la asignatura:

Sección I. Fundamentos de Termodinámica y Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Capítulo 1. Fundamentos de Termodinámica y Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Conceptos generales. Propiedades. Relaciones entre propiedades. Modelos simples idealizados para sustancias puras. Principios de la Termodinámica. Mecanismos de transferencia de calor: características generales, parámetros y leyes fundamentales. Resistencia térmica.

Sección II. Análisis termodinámico de equipos y sistemas térmicos (33 h, 11 semanas)

Capítulo 2. Análisis energético de equipos y sistemas (12 h, 4 semanas)

Formulación general de un balance de energía. Análisis y caracterización de equipos básicos: cilindro-pistón, turbinas, compresores, bombas, intercambiadores de calor, toberas, difusores, cámaras de combustión, válvula de estrangulación. Balance de energía en transferencia de calor.

Capítulo 3. Entropía y su aplicación al análisis termodinámico (6 h, 3 semanas)

Formulación general de un balance de entropía. Generación de entropía y destrucción de exergía (teorema de Gouy-Stodola). Análisis de equipos básicos. Rendimientos isoentrópicos. Formulación general de un balance de exergía.

Capítulo 4. Fundamentos de sistemas térmicos (12 h, 4 semanas)

Ciclos ideales y parámetros básicos relativos a centrales térmicas de vapor, motores turbina de gas, sistemas de refrigeración y de bomba de calor. Aspectos básicos sobre impactos medioambientales en las instalaciones asociadas a estos ciclos.

Sección III. Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Capítulo 5. Mecanismos de transferencia de calor: casos básicos de interés (6 h, 2 semanas)

Análisis de la transferencia de calor a través de una pared plana compuesta. Análisis de la transferencia de calor en una

tubería con aislamiento térmico. Circuitos térmicos asociados. Uso de correlaciones para la estimación de coeficientes de convección en diferentes casos de interés (diferentes geometrías, convección natural y forzada, conducción interna y externa).

Problemas propuestos para el desarrollo de la asignatura:

- P1. Compresión politrópica de un cilindro-pistón
- P2. Compresor con camisa de refrigeración
- P3. Análisis de un motor de combustión
- P4. Análisis termodinámico del ciclo de operación de una central térmica de vapor
- P5. Análisis termodinámico de un sistema de refrigeración por compresión de vapor
- P6. Motor turborreactor para propulsión aérea
- P7. Pérdida de calor a través de una pared compuesta

Tareas del aula virtual:

- Tarea 1. Análisis termodinámico de una turbina con extracción intermedia de vapor
- Task 2. Use of computer tools on the Internet for the representation of thermodynamic diagrams
- Tarea 3. Análisis de la transferencia de calor en régimen estacionario: pared plana y tubería cilíndrica

Profesores de prácticas de laboratorio: María Teresa Arencibia Pérez.

Prácticas de laboratorio:

- Práctica 1. Uso de tablas y diagramas termodinámicos
- Práctica 2. Estudio de las limitaciones del modelo de gas ideal. Uso del diagrama de compresibilidad generalizado
- Práctica 3. Transferencia de calor en una cámara aislada
- Práctica 4. Medida de la conductividad térmica de diferentes materiales
- Práctica 5. Determinación experimental de la ecuación térmica de estado de los gases ideales
- Práctica 6. Medida del coeficiente de convección mediante generación de calor estacionaria

Profesor tutorías académico-formativas: María Teresa Arencibia Pérez

Se realizarán dos seminarios de prácticas: seminario de termodinámica y seminario de transferencia de calor. El principal objetivo de estos seminarios será facilitar la comprensión de los aspectos teóricos necesarios para realizar con aprovechamiento las diferentes prácticas de laboratorio planteadas; también se tratarán los aspectos prácticos o experimentales más significativos. Las fechas en las se desarrollarán estos seminarios se publicará en el calendario de prácticas.

Actividades a desarrollar en otro idioma

- Profesor: Vicente José Romero Ternero

Uso de bibliografía y lectura de documentos en inglés

Realización de informe de resolución de la tarea 2 en inglés (con un peso del 5 % de la evaluación de la asignatura)

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Se propone una estrategia de aprendizaje basada principalmente en la resolución de problemas, de manera que los contenidos teóricos se irán trabajando a medida que la resolución de los problemas planteados lo vaya requiriendo. De esta manera el conjunto de problemas resueltos dotará al alumnado de un cuerpo teórico adecuado - en cuanto a conceptos, cálculos y análisis de resultados - que le permitirá abordar problemas del mismo tipo y con ello cubrir los objetivos de la asignatura en toda su amplitud. Para ello, los problemas que se plantean en la asignatura serán de un calado suficiente para construir dicho cuerpo teórico. En esa tarea será imprescindible aunar y coordinar el trabajo de clase del profesor, la participación activa del alumnado en el desarrollo de las clases y el trabajo autónomo de cada estudiante. La metodología podría definirse en los siguientes puntos:

- Propuesta de siete problemas a resolver que cubren los contenidos de la asignatura (3 problemas del bloque Análisis de Equipos, 3 problemas del bloque Análisis de Sistemas y 1 problema del bloque Transferencia de Calor) y cuya resolución se utiliza como herramienta de aprendizaje de la misma
- Resolución autónoma y colaborativa de los problemas propuestos por parte de cada estudiante dentro de un grupo de trabajo, tomando como base el trabajo presencial realizado en clase - básicamente por el profesor, pero con la participación activa del alumnado.
- Realización de una tarea por bloque que permite a cada estudiante o grupo completar los conocimientos trabajados de modo presencial, incorporar en la resolución de los problemas el uso de programas informáticos o de herramientas web disponibles en internet, así como trabajar competencias generales como la realización de informes
- Realización de ejercicios disponibles en la bibliografía recomendada y en el aula virtual, así como problemas de examen de cursos anteriores, con el objetivo de complementar y mejorar las destrezas y competencias adquiridas en la resolución de los problemas propuestos
- Uso del aula virtual como centro de organización de la asignatura (documentos y actividades)

Respecto a prácticas, la metodología utilizada consiste en la presentación de un guión explicativo del trabajo planteado en cada sesión. Se aconsejará al grupo y a cada estudiante la realización de unos apuntes de la resolución de la práctica realizada para su posterior estudio o repaso. La valoración del trabajo de laboratorio tendrá en cuenta aspectos como la puntualidad, la lectura previa del guión de prácticas, el trabajo en grupo, el aprovechamiento del tiempo de laboratorio y la validez de los resultados finales alcanzados. La evaluación de la asimilación de los contenidos trabajados se llevará a cabo mediante una prueba escrita de una hora de duración. Las prácticas de laboratorio incluyen medidas experimentales, uso de diagramas y profundización de análisis teóricos. Estos análisis teóricos requieren el apoyo de un ordenador y su naturaleza hace que sea más apropiado trabajarlos en pequeños grupos. Por cuestiones de sencillez en la organización, el grupo de prácticas será la unidad elemental de trabajo colaborativo para toda la asignatura.

Asimismo se utilizarán las tutorías académico-formativas para facilitar la comprensión y el seguimiento de la asignatura. Se proponen dos tutorías relacionadas con las prácticas de laboratorio (seminarios).

Finalmente, la asignatura se apoya en el uso del aula virtual que le asigna oficialmente la ULL. En ella se centraliza toda la información correspondiente a organización y a contenidos de la asignatura.

Para las tutorías virtuales del profesor coordinador de la asignatura (profesor Vicente José Romero Ternero), se habilitará en el aula virtual un enlace permanente a una sesión de Google Meet. Dicha sesión será considerada la sala de tutorías virtual durante el desarrollo de la asignatura y se utilizará según el horario de tutorías establecido.

Medidas para el desarrollo de la asignatura bajo formato de presencialidad adaptada:

Clases de aula (problemas y teoría).- Se utilizarán los medios telemáticos a disposición del profesor (retransmisión en streaming o sesión de Google Meet) para desarrollar los contenidos de la asignatura, de modo que todo el alumnado pueda seguir la docencia tanto si se encuentran presencialmente en el aula como conectados de forma virtual. Si fuera necesario se desarrollarán vídeo-tutoriales u otros recursos asíncronos para afianzar el seguimiento de la asignatura.

Prácticas de laboratorio.- La asistencia al laboratorio de prácticas será obligatoria para las cuatro prácticas experimentales (P3, P4, P5 y P6) mientras se mantenga el escenario de presencialidad adaptada. Para cada práctica, la asistencia será individual y por tanto habrá cuatro estudiantes en el laboratorio. La duración de la sesión de trabajo presencial será de una hora y en ese tiempo cada estudiante deberá desarrollar los aspectos experimentales de la práctica correspondiente. El resto de la carga de trabajo será trabajo autónomo de cada estudiante (lectura de guiones, visualización de video-tutoriales o cualquier otro recurso a su disposición, preparación de la práctica, cálculos previos, etc). Aunque cada estudiante asistirá individualmente al laboratorio, se formarán grupos de prácticas de dos estudiantes, de modo que ambos estudiantes podrán coordinar su trabajo de laboratorio (por ejemplo, realizando medidas diferentes). Las prácticas P1 y P2, aunque se consideraría conveniente la asistencia del alumnado al laboratorio para su realización en condiciones normales, no requieren que el alumnado asista al laboratorio en la situación de presencialidad adaptada y se evaluarán mediante informe. Los seminarios correspondientes se realizarán mediante formato virtual.

Tutorías.- El horario de tutorías contempla tanto el formato presencial como el formato virtual, de manera que en cada momento el alumnado podrá elegir el formato que más le convenga. La tutoría se tendrá que solicitar mediante cita previa.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	30,00	0,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [T9], [T7], [T4], [T3], [18], [7]
Clases prácticas en aula a grupo mediano o grupo completo	11,00	0,00	11,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [T3], [7]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	30,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T9], [T4], [T3], [7]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	30,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O2], [O1], [T9], [T7], [T4], [T3], [7]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	15,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]

Preparación de exámenes	0,00	15,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T7], [T4], [T3], [7]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	3,00	0,00	3,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [T4], [T3], [7]
Prácticas de laboratorio o en sala de ordenadores a grupo reducido	12,00	0,00	12,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [T3], [7]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Cengel, Yunus A. Transferencia de calor y masa
. Un enfoque práctico. McGraw-Hill. ISBN: 970-10-6173-X.
- Incropera, Frank P.; DeWitt, David P. Fundamentos de transferencia de calor
. McGraw-Hill. ISBN: 970-17-0170-4.
- Moran, Michael J.; DeWitt, David P.; Shapiro, Howard N.; Munson, Bruce R. Introduction to thermal systems engineering: thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer
. Wiley. ISBN: 0-471-20490-0.
- Morán, Michael J.; Shapiro, Howard N.. Fundamentos de termodinámica técnica
. Reverté. ISBN: 84-291-4313-0. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?ACC=DOSEARCH&xsqf99=289251.titn>.
- Wark, Kenneth; Richards, Donald E. Termodinámica
. McGraw-Hill. ISBN: 84-481-2829-X.

Bibliografía Complementaria

Otros Recursos

- Herramienta WebBook para la representación de propiedades termofísicas de fluidos, creado por el NIST (National Institute of Standards and Technology)
- Simulador termodinámico Termograf, creado por el Grupo de Didáctica de la Termodinámica de la Universidad de Zaragoza
- Física con ordenador, curso interactivo de Física en Internet. Ángel Franco García. Universidad del País Vasco.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

La evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial o posteriores modificaciones.

La evaluación de la asignatura se divide en tres bloques principales:

- B1: Aula virtual, con un peso del 25%
- B2: Prácticas de laboratorio, con un peso del 25%
- B3: Examen de convocatoria, con un peso del 50%

B1. Actividades del aula virtual (25%).- Este bloque presenta tres actividades de evaluación. Este bloque se desarrolla durante el cuatrimestre y puede considerarse como una medida del trabajo continuo del alumnado y del seguimiento de la asignatura. Incluye tres pruebas de evaluación, dos individuales (B1.1 y B1.3) y una de grupo (B1.2).

Las actividades de evaluación de este bloque son:

B1.1. Un examen escrito individual sobre la tarea 1 (Análisis termodinámico de una turbina con extracción intermedia de vapor), de una hora de duración. Tiene un peso del 10%. En caso de suspender o no realizar esta tarea, su peso pasará al examen de convocatoria (bloque B.3).

B1.2. Un informe sobre la resolución de la tarea 2 (Use of computer tools on the Internet for the representation of thermodynamic diagrams), a realizar por el grupo de trabajo y utilizando el idioma inglés (evaluando el 5 % asignado a actividades en otros idiomas). Tiene un peso del 10%. Esta tarea es obligatoria y debe ser realizada durante el cuatrimestre.

No se puede tener aprobada la asignatura sin una calificación mínima de 5,0 en el bloque B1.2.

B1.3. Un cuestionario individual sobre la tarea 3 (Análisis de la transferencia de calor en régimen estacionario: pared plana y tubería cilíndrica). Tiene un peso del 5%. En caso de suspender o no realizar esta tarea, su peso pasará al examen de convocatoria (bloque B.3).

B2. Prácticas de laboratorio (25%).- La evaluación de las prácticas de laboratorio incluye: B2.1) la valoración de la preparación de las prácticas, la valoración del trabajo en el laboratorio para las prácticas experimentales (P3, P4, P5 y P6) y la valoración del informe de las prácticas no experimentales (P1 y P2) (10 % de la asignatura); y B2.2) una prueba escrita (15% de la asignatura):

B2.1. En primer lugar, se valorará la asistencia a las actividades de preparación de las prácticas (presentación y seminarios), que será obligatoria; la no asistencia a estas actividades puede impedir que un o una estudiante acceda al laboratorio para el

desarrollo de las prácticas experimentales. Después se valorará el trabajo individual presencial realizado por cada estudiante en el laboratorio para las cuatro prácticas experimentales (P3, P4, P5 y P6); esta valoración se realizará en general al final de cada sesión de laboratorio, de modo que se emitirá una calificación global del trabajo de laboratorio al final del cuatrimestre. Finalmente se valorará el informe correspondiente al trabajo de las prácticas no experimentales (P1 y P2). Cada estudiante deberá incorporarse a un grupo de trabajo al principio de la asignatura y cumplir con el calendario de prácticas establecido (publicado en el aula virtual al principio del cuatrimestre). Al final del periodo regular de prácticas se organizará una sesión de recuperación para cubrir las sesiones que no se realizaron por faltas de asistencia justificadas; en esta sesión de recuperación será posible recuperar como máximo una práctica experimental.

B2.2. La prueba escrita será individual, tendrá una hora de duración y evaluará las seis prácticas de laboratorio. En esta prueba, se puede valorar lo siguiente de cada práctica: objetivo, fundamento teórico, cálculos, procedimiento experimental y equipamiento. La fecha de realización de esta prueba escrita se publicará en el aula virtual. Se podrá recuperar esta prueba en cada fecha de convocatoria oficial de la asignatura - junio (uno de los llamamientos), julio y septiembre - siempre y cuando no se vaya a realizar simultáneamente el examen de convocatoria.

Para conseguir el **APTO** en prácticas será necesaria: 1) la asistencia a 2 de las 3 actividades de preparación de las prácticas (presentación, seminario de estática, seminario de dinámica y seminario de EPANET); 2) la realización con aprovechamiento de 3 de las 4 prácticas experimentales; y 3) la presentación de los informes de las prácticas 1 y 2 y haber obtenido al menos una calificación de 5,0 en cada una de ellas. **No se puede superar la asignatura sin tener el apto en el bloque B.2.**

Importante: Las calificaciones del bloque "B2. Prácticas de laboratorio" solo se mantienen durante dos cursos académicos. El alumnado repetidor tendrá que volver a cursar de nuevo la asignatura completa transcurrido ese plazo. Esto significa que el alumnado repetidor del curso 2017-2018, o de cursos anteriores, tiene que volver a cursar la asignatura completa en el curso 2020-2021 (con independencia de que tengan las prácticas aprobadas o no).

B3. Examen de convocatoria (50 %).- En este examen se evalúan todos los contenidos de la asignatura, incluyendo prácticas y actividades del aula virtual, preferentemente mediante resolución de problemas de desarrollo - si bien puede incluir alguna cuestión de tipo teórico. Los problemas de desarrollo planteados también pueden incluir cuestiones sobre conceptos relacionados con su resolución. El peso de esta prueba puede verse incrementado en función de las actividades del aula virtual suspendidas o no presentadas, pudiendo llegar a un máximo del 65 % si el o la estudiante tuviese que trasladar el peso de los bloques B1.1 y B1.3.

Teniendo en cuenta lo comentado en el párrafo anterior, el examen de convocatoria presentará el siguiente formato:

- Parte I (40 %, dos horas): compuesto por tres o cuatro problemas de resolución básica y directa. **Debe obtenerse una calificación mínima de 4,0 para que el profesor proceda a la corrección de la parte II.** Calificación en acta en caso de no superar la calificación mínima: $0,4 \times \text{nota}$; ejemplo para una calificación de 3,0: $0,4 \times 3,0 = 1,2$ (la calificación en acta sería 1,2).

- Parte II (60 %, 2 horas): compuesto por dos problemas de resolución más elaborada. Se procede a su corrección con una calificación igual o superior a 4,0 en la parte I. **Para hacer media con la parte I será necesaria una calificación mínima de 3,0.**

Como norma general, se supera cada prueba de evaluación de la asignatura con una calificación de 5,0. De manera extraordinaria se podrá compensar un suspenso, siempre que se tenga una calificación mínima de 4,0, en los dos siguientes casos: 1) se podrá compensar el bloque B.3 (examen de convocatoria) con el resto de calificaciones superadas de la asignatura; 2) se podrá compensar el bloque B2.2 (prueba escrita de prácticas) con el resto de calificaciones del bloque B.2 superadas.

La calificación de las pruebas de evaluación superadas o compensables se mantendrán válidas durante todo el curso. En

ningún caso se mantendrá la calificación de un examen de convocatoria para un curso posterior al 2020-2021. En el caso de no presentarse al examen de convocatoria, la calificación en acta será "No presentado" - con independencia del resto de calificaciones de la asignatura.

En el caso de estudiantes que no cursan la asignatura por primera vez (repetidores o repetidoras):

- Se aplicará el mismo sistema de evaluación que a estudiantes de nueva matrícula, siempre y cuando cursen nuevamente la asignatura completa (realizando todas las actividades propuestas, incluidas las prácticas de laboratorio). Esta opción debe comunicarse al profesor, por defecto se entenderá que se mantienen las calificaciones de prácticas de cursos precedentes.
- Si han realizado la asignatura en el curso 2019-2020, se les aplicarán todas las calificaciones de ese curso correspondientes al aula virtual y a las prácticas de laboratorio, quedando sólo pendiente la presentación al examen de convocatoria y, si procede, a la recuperación de la prueba escrita de prácticas.
- Si han realizado la asignatura en un curso anterior a 2019-2020, entonces la calificación final de la asignatura será el resultado del siguiente criterio: 25 % prácticas de laboratorio + 75 % examen de convocatoria.

En resumen:

- Evaluación continua: Aula virtual (B1) + Prácticas de laboratorio (B2) + Examen Convocatoria (B3). Acceden al sistema de evaluación continua el alumnado que realice y supere todas las actividades propuestas para la evaluación de la asignatura.
- Evaluación alternativa: Informe de la tarea 2 (B1.2) + Prácticas de laboratorio (B2) + Examen Convocatoria (B3). En este caso, el examen de convocatoria tendría un peso del 65 %. Acceden al sistema de evaluación alternativa el alumnado que no realice o supere las pruebas de evaluación B1.1 y B1.3. Será necesario en este sistema de evaluación superar los bloques B1.2 (informe de la tarea 2), B2 (prácticas de laboratorio) y B3 (examen de convocatoria). El alumnado que no haya asistido a las sesiones prácticas de laboratorio o que no haya conseguido el apto, tendrá que realizar un examen en el laboratorio.

Para estudiantes que sean evaluados por tribunal, las prácticas de laboratorio se considerarán incluidas en la evaluación alternativa. En estos casos la calificación final de la asignatura será el resultado del siguiente criterio: 25 % prácticas de laboratorio + 75 % examen de convocatoria.

Finalmente, dentro del conjunto de competencias asociadas a la asignatura, se encuentran la capacidad de razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos [T4], la capacidad de análisis y síntesis [O1], la capacidad de expresión escrita [O4] y la capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico [O7]. Estas capacidades serán evaluadas en cada una de las actividades de evaluación. En el caso concreto del examen de convocatoria, se valorará significativamente la explicación de los conceptos y fundamentos relacionados con su resolución, así como la capacidad de análisis de los resultados obtenidos. Una resolución consistente sólo en una sucesión de ecuaciones y cálculos sin comentario alguno podrá ser penalizada hasta en un 50 % de la calificación, según el grado de importancia de las explicaciones omitidas. Errores conceptuales importantes, violaciones de principios o leyes fundamentales, o aceptación de resultados absurdos, anularán la normal evaluación de la resolución de un ejercicio y/o del examen.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T3], [7]	Prueba escrita de prácticas (15 %): Dominio de los contenidos trabajados en prácticas de laboratorio y de las competencias generales asociadas; Cuestionario tarea 3 (aula virtual) (5 %): Dominio conceptual, de cálculo y de resultados de la tarea	20,00 %

Pruebas de desarrollo	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T7], [T4], [T3], [18], [7]	Examen de convocatoria (50%) Dominio de todos los contenidos y competencias generales de la asignatura Evaluación tarea 1 (10 %): Dominio conceptual, de cálculo y de resultados de la tarea	60,00 %
Trabajos y proyectos	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T9], [T4], [T3], [7]	Informe tarea 2 (aula virtual) Dominio de contenidos propios de la tarea y de competencias generales asociadas a la resolución de tareas. Valoración de idioma inglés.	10,00 %
Técnicas de observación	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]	Trabajo de laboratorio (10 %): Adecuada preparación y desarrollo del trabajo planteado en las sesiones de prácticas de laboratorio.	10,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Para superar la asignatura en lo relativo a contenidos de la misma, el alumnado deberá demostrar:

- Conocimiento de los conceptos, principios y leyes fundamentales de la Termodinámica y de la Transferencia de Calor
- Conocimiento y dominio conceptual relativo a las propiedades termodinámicas y termofísicas que intervienen en el análisis de sistemas térmicos y en el análisis de los mecanismos de transmisión de calor
- Conocimiento de las leyes básicas de conservación y su aplicación a balances de masa y energía para el análisis de equipos y sistemas térmicos, así como la capacidad para plantear las hipótesis adecuadas y realizar los cálculos asociados
- Conocimiento de las leyes de no conservación derivadas de la aplicación del Segundo Principio de la Termodinámica y sus consecuencias teóricas y prácticas, tanto en términos generales como en términos específicos para equipos y sistemas habitualmente usados en Ingeniería
- Conocimiento de los fundamentos de los sistemas térmicos basados en ciclos termodinámicos y capacidad para realizar los cálculos relativos a su análisis, así como valorar la influencia de la operación de los mismos en los impactos ambientales que generan
- Conocimiento de las características propias de cada mecanismo de transmisión de calor, su aplicación a casos prácticos de interés y capacidad para desarrollar los cálculos asociados
- Conocimiento sobre la aplicación de programas informáticos o herramientas online a la resolución de problemas relacionados con los contenidos de Ingeniería Térmica

En cuanto a competencias transversales, cada estudiante que supera la asignatura deberá haber demostrado cierto grado de dominio en las siguientes destrezas:

- Capacidad para estructurar la resolución de un problema de modo sistemático
- Capacidad para combinar la autonomía individual con el trabajo colaborativo de grupo
- Capacidad para una adecuada organización y planificación del trabajo
- Capacidad para el aprendizaje autónomo, ser capaz de aprender lo necesario para resolver un problema
- Capacidad para elaborar un informe escrito con rigor formal
- Capacidad para formular y aplicar hipótesis simplificadoras a la resolución de un problema
- Capacidad para el análisis crítico de resultados, ser capaz de detectar errores de cálculo o de modificar hipótesis de trabajo

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La primera semana de la asignatura se dedica básicamente a la presentación de la asignatura (programa, metodología, prácticas de laboratorio) y a la iniciación de los trabajos sobre el Problema 1. Se indica la lectura de diversos documentos explicativos sobre las prácticas de laboratorio (guía, calendario, guiones) disponibles en el aula virtual.

El trabajo dedicado al bloque dedicado al Análisis de Equipos continuará durante las ocho primeras semanas. Estará constituido por la resolución de tres problemas (Problemas 1, 2 y 3). Cada estudiante o grupo realizará la búsqueda y el estudio de los contenidos necesarios para la resolución de dichos problemas - tomando como base la línea expositiva del profesor en clase. Realizará asimismo la resolución de problemas relacionados. La tarea 1 se habilitará en la semana 4.

Los contenidos del bloque Análisis de Sistemas se desarrollarán en las semanas 9, 10, 11 y 12. Se resolverán tres problemas (Problemas 4, 5 y 6). Cada estudiante o grupo seguirá la misma estrategia realizada en el bloque anterior. En la semana 9 se realizará el examen correspondiente a la tarea 1 (Análisis termodinámico de una turbina con extracción intermedia de vapor). También en la semana 9 se iniciarán los trabajos sobre la tarea 2.

El tercer bloque de contenidos se desarrollará en las semanas 13 y 14. Se resolverá un problema (Problema 7) con la misma metodología que en los bloques anteriores. Durante este periodo cada estudiante o grupo también resolverá la tarea 3 disponible en el aula virtual. En la semana 13 se entregará el informe de la tarea 2. En la semana 14 se realizará la evaluación de la tarea 3 mediante un cuestionario en el aula virtual.

En relación a prácticas, las actividades de preparación se realizarán en las semanas 2 y 3 y las sesiones de laboratorio se extenderán desde la semana 4 hasta la semana 11. En la semana 12 se realizará la sesión de recuperación y la prueba escrita de prácticas.

Respecto a las tareas: Tarea 1 de la semana 4 a la semana 9; Tarea 2 de la semana 9 a la semana 13; Tarea 3 de la semana 13 a la semana 14.

En las semanas 15 a 17, se realizará el examen de convocatoria en la fecha que se indique en el calendario oficial del centro. Cada estudiante realizará el trabajo autónomo correspondiente a la preparación de dicho examen de convocatoria.

IMPORTANTE: La distribución de actividades por semana es orientativa, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:			0.00	0.00	0.00
Semana 2:			0.00	0.00	0.00
Semana 3:			0.00	0.00	0.00
Semana 4:			0.00	0.00	0.00

Semana 5:			0.00	0.00	0.00
Semana 6:			0.00	0.00	0.00
Semana 7:			0.00	0.00	0.00
Semana 8:			0.00	0.00	0.00
Semana 9:			0.00	0.00	0.00
Semana 10:			0.00	0.00	0.00
Semana 11:			0.00	0.00	0.00
Semana 12:			0.00	0.00	0.00
Semana 13:			0.00	0.00	0.00
Semana 14:			0.00	0.00	0.00
Semana 15 a 17:			0.00	0.00	0.00
Total			0.00	0.00	0.00
Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Temas 1, 2 y 3	Presentación Inicio Bloque Análisis de Equipos Problema 1	4.00	5.00	9.00
Semana 2:	Temas 1, 2 y 3	Problema 1 Presentación prácticas de laboratorio	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	Temas 1, 2 y 3	Problema 1 Seminarios prácticas de laboratorio	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	Temas 1, 2 y 3	Problema 2 Prácticas de laboratorio (inicio sesiones de laboratorio) Inicio de la tarea 1	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	Temas 1, 2 y 3	Problema 2 Prácticas de laboratorio	4.00	5.00	9.00
Semana 6:	Temas 1, 2 y 3	Problema 2 Problema 3 Prácticas de laboratorio	4.00	5.00	9.00

Semana 7:	Temas 1, 2 y 3	Problema 3 Prácticas de laboratorio Entrega del informe de la práctica 1	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	Temas 1, 2 y 3	Problema 3 Prácticas de laboratorio	4.00	5.00	9.00
Semana 9:	Tema 4	Inicio Bloque Análisis de Sistemas Problema 4 Examen tarea 1 Prácticas de laboratorio Inicio de la tarea 2	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	Tema 4	Problema 4 Problema 6 Prácticas de laboratorio	4.00	5.00	9.00
Semana 11:	Tema 4	Problema 6 Problema 5 Prácticas de laboratorio Entrega del informe de la práctica 2	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	Tema 4	Problema 5 Sesión de recuperación de prácticas de laboratorio Prueba escrita de prácticas de laboratorio	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	Tema 5	Problema 7 Entrega informe de la tarea 2 Inicio de la tarea 3	4.00	5.00	9.00
Semana 14:	Tema 5	Problema 7 Cuestionario tarea 3	4.00	5.00	9.00
Semana 15 a 17:	Evaluación completa de la asignatura	Examen de convocatoria	4.00	15.00	19.00
Total			60.00	90.00	150.00