

# **Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

## **30119 - Termodinámica aplicada y fundamentos de transmisión de calor**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Maria Sagrario Embid Lopez** -

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

El desarrollo de la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de transmisión de calor exige poner en juego conocimientos y estrategias procedentes de asignaturas relacionados con:

— **Física:** Para iniciar la asignatura en el nivel adecuado es conveniente el repaso de los capítulos sobre Termodinámica de la asignatura de Física I de primer curso.

Esta asignatura no posee ningún prerequisito normativo ni requiere de conocimientos específicos complementarios. Por tanto, lo anteriormente expresado se entiende desde un punto de vista formal, aunque es necesario tener claro que se necesita una base formativa adecuada en la disciplina anteriormente indicada.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Para la consecución de los resultados de aprendizaje se desarrollarán las actividades siguientes:

— **Actividades genéricas presenciales:**

● **Clases teóricas:** Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.

● **Clases prácticas:** Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.

● **Prácticas de laboratorio:** Los alumnos serán divididos en varios grupos de no más de 20 alumnos/as, estando tutorizados por el profesor.

— **Actividades genéricas no presenciales:**

● Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.

● Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.

● Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.

● Preparación de las prácticas de laboratorio, elaboración de los guiones e informes correspondientes.

● Preparación de las pruebas escritas de evaluación continua y exámenes finales.

— **Actividades autónomas tutorizadas:** Aunque tendrán más bien un carácter presencial, estarán enfocadas principalmente a seminarios y tutorías bajo la supervisión del profesor.

— **Actividades de refuerzo:** De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

El horario semanal de la asignatura constará:

- 3 horas de clases teóricas y prácticas presenciales para todos los alumnos.
- 1 hora de prácticas de laboratorio, seminarios y tutorías por grupos.

El horario definitivo será publicado en el mes de Julio en la página web de la EUPLA.

Las fechas más significativas se encuentran recogidas en el siguiente cronograma **orientativo**, pudiendo variar en función del desarrollo de la actividad lectiva.

Actividad	Semana lectiva														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prueba 1															
Prueba 2															
Prueba 3															
Seminarios/Tutorías															
Trabajo			P									E			

P: propuesta de trabajos      E: entrega de trabajos

Las fechas de los exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>.

Las pruebas evaluadoras escritas estarán relacionadas con los temas siguientes:

- **Prueba 1:** Temas 1, 2, 3, y 4.
- **Prueba 2:** Temas 5, 6 y 7.
- **Prueba 3:** Tema 8.

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Describir las propiedades termofísicas de interés industrial y utilizar y seleccionar procedimientos y herramientas adecuadas para su cálculo.
- 2:** Aplicar las leyes de la termodinámica al análisis energético de equipos y procesos básicos de ingeniería.
- 3:** Utilizar los criterios básicos para el análisis de ciclos termodinámicos.
- 4:** Aplicar los mecanismos básicos de transferencia de calor al análisis de equipos térmicos.
- 5:** Resolver de forma razonada problemas básicos de termodinámica técnica y transferencia de calor aplicados a la ingeniería.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se presenta un tratamiento completo de la Termodinámica técnica desde el punto de vista clásico así como de la Transferencia de calor.

La palabra Termodinámica procede de las palabras del griego *therme* (calor) y *dynamis* (fuerza). Aunque varios aspectos de lo que ahora se conoce como Termodinámica han sido objeto de interés desde la antigüedad, el estudio formal de la Termodinámica empezó en los comienzos del siglo XIX a partir de las consideraciones sobre la potencia motriz del calor: la capacidad de los cuerpos calientes para producir trabajo. Hoy su alcance es mucho mayor, teniendo que ver, en general, con la energía y con las relaciones entre las propiedades de la materia.

El tratamiento del primer principio de la Termodinámica comienza con los conceptos de energía y trabajo, que resultan ya familiares a los estudiantes desde cursos de Física anteriores, y procede operativamente hasta el balance de energía de los sistemas cerrados.

Se introducen los ciclos termodinámicos junto con la definición de rendimiento térmico de los ciclos de potencia y coeficientes de operación de refrigeradores y bombas de calor, lo que permite la resolución de problemas elementales de ciclos, usando el primer principio, para más adelante, tratarlos en profundidad.

Se introducen las relaciones entre propiedades y los datos de sustancias puras, simples y compresibles, además de los datos y relaciones entre propiedades para el gas ideal usando el factor de compresibilidad como punto de partida y se continúa con la discusión de las tablas de vapor. Esto pone de manifiesto a los estudiantes las limitaciones del modelo del gas ideal. Al utilizar este modelo, se insiste en que los calores específicos varían generalmente con la temperatura y se incorpora el uso de las tablas. Las relaciones con calores específicos constantes también se presentan y se emplean de manera apropiada.

Los principios de conservación de la masa y la energía se extienden a los volúmenes de control. El énfasis primordial se pone en los casos en que se supone flujo unidimensional. Los volúmenes de control se tratan en estado estacionario.

Se incluye un tratamiento profundo del segundo principio de la Termodinámica. La importancia del segundo principio se transmite haciendo hincapié en su relación con la utilización adecuada de los recursos energéticos. Una característica especial es el uso del concepto de generación de entropía, que permite una aplicación efectiva del segundo principio a aspectos que los alumnos dominan rápidamente. El balance de entropía se introduce y aplica de forma similar a la usada para los balances de energía desarrollados para sistemas cerrados y volúmenes de control, unificando la aplicación al primero y segundo principios.

En las aplicaciones se ha puesto énfasis en el tratamiento adecuado y en el encadenamiento de las operaciones. Dentro de las aplicaciones se tratan los sistemas de producción de potencia con vapor y gas, los sistemas de refrigeración y bomba de calor, sistemas de cogeneración, ciclos combinados y ciclos de refrigeración.

En cuanto a la disciplina de ingeniería conocida como transferencia de calor trata los métodos para calcular velocidades de transferencia de energía calorífica. Los ingenieros utilizan dichos métodos en el diseño de componentes y sistemas en los que tiene lugar una transferencia de calor. Este tema es importante para casi todas las ramas de la tecnología.

En cada tema se desarrollaran trabajos y ejercicios prácticos, para que los alumnos/as trabajen tanto en clase como de forma autónoma y sirvan como materia de discusión en las clases prácticas, con el fin principal de dotarles de un papel activo en su proceso de aprendizaje, teniendo como punto central y fundamental de referencia a la hora de evaluarlos, la importancia de la reflexión, análisis e interpretación de los resultados obtenidos haciéndonos partícipes del espíritu de Bolonia.

---

## Contexto y competencias

---

## Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y**

## **objetivos:**

El objeto de la asignatura es proporcionar a los alumnos una base firme de los conceptos fundamentales de TERMODINÁMICA y prepararlos para usar la TERMODINÁMICA TÉCNICA en la práctica profesional.

Se presentan los principios de conservación de la masa y la energía para sistemas cerrados y para volúmenes de control.

Se introducen los ciclos termodinámicos junto con la definición de rendimiento térmico de los ciclos de potencia y coeficientes de operación de refrigeradores y bombas de calor, lo que permite la resolución de problemas de ciclos.

Se incluye un tratamiento profundo del segundo principio de la Termodinámica. La importancia del segundo principio se transmite haciendo hincapié en su relación con la utilización adecuada de los recursos energéticos.

Dentro de las aplicaciones se tratan los sistemas de producción de potencia con vapor y gas, los sistemas de refrigeración y bomba de calor, sistemas de cogeneración, ciclos combinados y ciclos de refrigeración.

En cuanto a la disciplina de ingeniería conocida como transferencia de calor trata los métodos para calcular velocidades de transferencia de energía calorífica. Los ingenieros utilizan dichos métodos en el diseño de componentes y sistemas en los que tiene lugar una transferencia de calor.

Muchos problemas de diseño térmico requieren la disminución de las tasas de transferencia de calor por medio de un aislante adecuado (aislamiento térmico de los edificios, losas térmicas que aislan un transbordador espacial,...)

La transferencia de calor desde un fluido a otro es un problema común en diseño térmico. Los dispositivos que se usan para tal efecto se llaman intercambiadores de calor (radiador de un automóvil, caldera, condensador, evaporador,...).

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

A pesar de que esta titulación no habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial, en el diseño de la titulación en IOI se han incorporado buena parte de las competencias y módulos definidos por la orden CIN 351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. En particular, esta asignatura pertenece al módulo de formación obligatoria del perfil empresa para abordar, además de las competencias genéricas del Ingeniero Técnico Industrial, conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor: Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

**1:**

Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

**2:**

Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

**3:**

Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

**4:**

Comprender la termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Esta asignatura tiene un marcado carácter ingenieril, es decir, ofrece una formación con contenidos de aplicación y desarrollo inmediato en el mercado laboral y profesional. A través de la consecución de los pertinentes resultados de aprendizaje se obtiene la capacidad necesaria para el entendimiento del funcionamiento de sistemas de producción de potencia con vapor y gas, de sistemas de refrigeración y bomba de calor, de sistemas de cogeneración, de ciclos combinados y ciclos de refrigeración, de intercambiadores de calor y de aislantes térmicos, los cuales serán absolutamente imprescindibles para el diseño y puesta en marcha de muchas aplicaciones, plantas, procesos, etc. incluidas dentro del ámbito de la Ingeniería de Organización Industrial.

# Evaluación

## Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

1:

### Sistema de evaluación continua.

Siguiendo el espíritu de Bolonia, en cuanto al grado de implicación y trabajo continuado del alumno a lo largo del curso, la evaluación de la asignatura contempla el sistema de evaluación continua como el más acorde para estar en consonancia con las directrices marcadas por el nuevo marco del EEES.

El sistema de evaluación continua va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

— **Actividades individuales en clase:** La participación activa en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, la exposición pública de trabajos y la resolución de ejercicios teórico-prácticos en clase contribuirá con un 10 % a la nota final de la asignatura.

— **Prácticas de laboratorio:** Se realizaran prácticas correspondientes a cada uno de los temas susceptibles de ello, las cuales servirán para asimilar y aplicar los conceptos vistos en la teoría y adquirir las pertinentes destrezas. Dichas prácticas se efectuarán en grupos de cómo máximo 20 alumnos/as, teniéndose en cuenta que además de verificarse su correcto funcionamiento se deberá elaborar una memoria, cuyo formato será facilitado por el profesor y que se tendrá que entregar para su corrección en el momento especificado en la tabla de actividades (en el apartado “Información básica” de esta misma guía). Las memorias de las prácticas, si se entregan correctamente, de forma completa y en el plazo de tiempo exigido, contribuirán con un 15 % a la nota final de la asignatura. La realización de las prácticas y su aprendizaje son obligadas para todos, por ello formarán parte del examen de evaluación final si no hubieran sido realizadas. Si algún alumno no pudiera asistir a las clases de prácticas, deberá avisar al profesor con suficiente antelación (a principio de semestre) con el fin de buscar una solución.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, etc. a resolver de manera individual o en grupo de tres alumnos/as como máximo. Una parte de ellos se trabajarán, discutirán, resolverán, etc. en los seminarios planteados al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 15 % a la nota final de la asignatura, para tener en cuenta esta nota, se deberá entregar los trabajos en las fechas marcadas, asistir a todos los seminarios y si se faltase por causa justificada acudir a las tutorías grupales con el profesor.

— **Pruebas de evaluación escritas:** Serán realizadas con el fin de regular el aprendizaje, estimular el reparto del esfuerzo a lo largo del tiempo y disponer de una herramienta de evaluación más individualizada del proceso educativo. Dichas pruebas recogerán cuestiones teóricas y/o prácticas, de los diferentes temas a evaluar, su número total será de tres repartidas a lo largo del todo el semestre con una duración mínima de una clase y máxima de dos, según el caso. Dicha actividad contribuirá con un 60 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado el proceso de evaluación continua de la asignatura.

Actividad de evaluación	Ponderación
Actividades individuales en clase	10 %
Prácticas de laboratorio	15 %
Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos	15 %
Pruebas evaluadoras escritas	60 %

Previamente a la primera convocatoria el profesor de la asignatura notificará a cada alumno/a si ha superado o no la asignatura en función del aprovechamiento del sistema de evaluación continua, en base a la suma de

las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas a lo largo de la misma, contribuyendo cada una de ellas con un mínimo de su 50 %. En caso de no aprobar de este modo, el alumno dispondrá de dos convocatorias adicionales para hacerlo (prueba global de evaluación), por otro lado el alumno que haya superado la asignatura mediante esta dinámica, también podrá optar por la evaluación final, en primera convocatoria, para subir nota pero nunca para bajar.

2:

### **Prueba global de evaluación final.**

El alumno deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el sistema de evaluación continua, haya suspendido o quisiera subir nota habiendo sido partícipe de dicha metodología de evaluación.

Al igual que en la metodología de evaluación anterior, la prueba global de evaluación final tiene que tener por finalidad comprobar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, además de contribuir a la adquisición de las diversas competencias, debiéndose realizar mediante actividades más objetivas si cabe.

La prueba global de evaluación final va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

— **Prácticas de laboratorio:** Se tendrán que llevar a cabo integradas dentro del horario de la evaluación continua. Si esto no fuera posible se podrán realizar en horario especial siempre que el alumno informe de esta situación al profesor con suficiente antelación (principio de semestre). De igual forma contribuirán con un 15 % a la nota final de la evaluación.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, etc. a resolver de manera individual, siendo entregadas en la fecha fijada al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 15 % a la nota final de la asignatura.

— **Examen escrito:** Debido al tipo de asignatura, con problemas de mediana complejidad y tiempos de resolución razonables, el tipo de prueba más adecuada es la que consiste en la resolución de ejercicios de aplicación teórica y/o práctica de similares características a los resueltos durante el desarrollo convencional de la asignatura, llevados a cabo durante un periodo de tiempo de tres horas. Dicha prueba será única con ejercicios representativos de los temas, contribuyendo con un 70 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado el proceso de evaluación final de la asignatura.

Actividad de evaluación	Ponderación
Prácticas en el laboratorio	15 %
Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos	15 %
Examen escrito	70 %

Se habrá superado la asignatura en base a la suma de las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas, contribuyendo cada una de ellas con un mínimo de su 50 %.

Para aquellos alumnos/as que hayan suspendido el sistema de evaluación continua, pero algunas de sus actividades, a excepción de las pruebas de evaluación escritas, las hayan realizado podrán promocionarlas a la prueba global de evaluación final, pudiendo darse el caso de sólo tener que realizar el examen escrito.

Todas las actividades contempladas en la prueba global de evaluación final, a excepción del examen escrito, podrán ser promocionadas a la siguiente convocatoria oficial, dentro del mismo curso académico.

## **Criterios de evaluación**

1:

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades del sistema de evaluación continua son:

— **Actividades individuales en clase:** Se tendrá en cuenta la participación activa del alumno, respondiendo a las preguntas planteadas por el profesor en el transcurso diario de la clase, su soltura y expresión oral a la hora de presentar en público los trabajos y la calificación de los ejercicios teórico-prácticos propuestos y recogidos in situ. Todas las actividades contribuirán en la misma proporción a la nota total de

dicho bloque, siendo valoradas de 0 a 10 puntos.

- **Prácticas de laboratorio:** En cada una de las prácticas se valorará la dinámica seguida para su correcta ejecución y funcionamiento, así como la problemática suscitada en su desarrollo, siendo el peso específico de este apartado del 30 % de la nota total de la práctica. El 70 % restante se dedicará a la calificación de la memoria presentada, es decir, si los datos exigidos son los correctos y se ha respondido correctamente a las cuestiones planteadas. La puntuación de cada práctica será de 0 a 10 puntos y nunca inferior a 5, ya que si no se considerará suspensa y habrá que repetirla, corrigiéndose aquello que no sea correcto. La calificación final del conjunto de las prácticas será la media aritmética de todas ellas
- **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. Se propondrá un trabajo por grupo a desarrollar en las fechas indicadas que contribuirá con un 60 % de la nota total de la actividad, quedando el 40 % restante para la evaluación de las demás actividades, de manera equitativa, la puntuación irán de 0 a 10 puntos.
- **Pruebas de evaluación escritas:** Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. La calificación final de dicha actividad vendrá dada por la media aritmética de dichas pruebas, siempre y cuando no exista una nota unitaria por debajo de 3 puntos, en este caso la actividad quedará suspensa. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios. Las dos pruebas constarán de dos preguntas de teoría aplicada cada una de las cuales contribuirá en un 10 % a la nota global y tres problemas que contribuirán un 80 % de la nota global.

2:

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades de la prueba global de evaluación son:

- **Prácticas de laboratorio:** En cada una de las prácticas se valorará la dinámica seguida para su correcta ejecución y funcionamiento, así como la problemática suscitada en su desarrollo, siendo el peso específico de este apartado del 30 % de la nota total de la práctica. El 70 % restante se dedicará a la calificación de la memoria presentada, es decir, si los datos exigidos son los correctos y se ha respondido correctamente a las cuestiones planteadas. La puntuación de cada práctica será de 0 a 10 puntos y nunca inferior a 5, ya que si no se considerará suspendida y habrá que repetirla, corrigiéndose aquello que no sea correcto. La calificación final del conjunto de las prácticas será la media aritmética de todas ellas.
- **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. Se propondrá un trabajo por grupo a desarrollar en las fechas indicadas que contribuirá con un 60 % de la nota total de la actividad, quedando el 40 % restante para la evaluación de las demás actividades, de manera equitativa, la puntuación irán de 0 a 10 puntos.
- **Examen escrito:** Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios que lo componen. Constará de dos preguntas de teoría aplicada y tres problemas. La contribución de las preguntas de teoría aplicada a la nota total será de un 10 % cada uno mientras que los problemas contribuirán en un 80%.

---

## Actividades y recursos

### Perfil empresa

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

En una fuerte interacción profesor/alumno. Esta interacción se materializa por medio de un reparto de trabajo y responsabilidades entre alumnado y profesorado. No obstante, se tendrá que tener en cuenta que en cierta medida el alumnado podrá marcar su ritmo de aprendizaje en función de sus necesidades y disponibilidad, siguiendo las directrices marcadas por el profesor.

La presente asignatura de Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor se concibe como un conjunto único de contenidos, pero trabajados bajo tres formas fundamentales y complementarias como lo son: los conceptos teóricos de cada unidad didáctica, la resolución de problemas o cuestiones y las prácticas de laboratorio, apoyadas a su vez por otra serie de actividades.

La organización de la docencia se realizará siguiendo las pautas siguientes:

— **Clases teóricas:** Actividades teóricas impartidas de forma fundamentalmente expositiva por parte del profesor, de tal manera que se exponga los soportes teóricos de la asignatura, resaltando lo fundamental, estructurándolos en temas y/o apartados y relacionándolos entre sí.

— **Clases prácticas:** El profesor resuelve problemas o casos prácticos con fines ilustrativos. Este tipo de docencia complementa la teoría expuesta en las clases magistrales con aspectos prácticos.

— **Seminarios:** El grupo total de las clases teóricas o de las clases prácticas se puede o no dividir en grupos más reducidos, según convenga. Se emplearán para analizar casos, resolver supuestos, resolver problemas, etc. A diferencia de lo que sucede con las clases prácticas, el profesor no es protagonista, limitándose a escuchar, atender, orientar, aclarar, valorar, evaluar. Se busca fomentar la participación del alumno, así como tratar de facilitar la evaluación continua del alumnado y conocer el rendimiento del aprendizaje.

— **Prácticas de laboratorio:** El grupo total de las clases magistrales se dividirá en varios, según el número de alumnos/as matriculados (en torno a 20 alumnos por grupo) de forma que se creen grupos más reducidos. Los alumnos realizarán ensayos, mediciones, montajes etc. en el laboratorio en presencia del profesor de prácticas. Las prácticas se realizan en grupos de tres alumnos.

— **Tutorías grupales:** Actividades programadas de seguimiento del aprendizaje en las que el profesor se reúne con un grupo de estudiantes para orientar sus labores de aprendizaje autónomo y de tutela de trabajos dirigidos o que requieren un grado de asesoramiento muy elevado por parte del profesor.

— **Tutorías individuales:** Son las realizadas a través de la atención personalizada, de forma individual, del profesor en el departamento. Tienen como objetivo ayudar a resolver las dudas que encuentran los alumnos, especialmente de aquellos que por diversos motivos no pueden asistir a las tutorías grupales o necesitan una atención puntual más personalizada. Dichas tutorías podrán ser presenciales o virtuales.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

### **Actividades genéricas presenciales:**

● **Clases teóricas:** Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.

● **Clases prácticas:** Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.

● **Prácticas de laboratorio:** Los alumnos serán divididos en varios grupos de unos 20 alumnos/as, estando tutorizados por el profesor.

**2:**

### **Actividades genéricas no presenciales:**

● Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.

● Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.

● Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.

● Preparación de las prácticas de laboratorio, elaboración de los guiones e informes correspondientes.

● Preparación de las pruebas escritas de evaluación continua y exámenes finales.

**3:**

## **Actividades autónomas tutorizadas:**

Aunque tendrán más bien un carácter presencial, estarán enfocadas principalmente a seminarios y tutorías bajo la supervisión del profesor.

**4:**

## **Actividades de refuerzo:**

De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno/a en la asignatura durante el semestre, es decir, unas 10 horas semanales durante 15 semanas lectivas.

Un resumen de la distribución temporal orientativa de una semana lectiva puede verse en la tabla siguiente. Estos valores se obtienen de la ficha de la asignatura de la Memoria de Verificación del título de grado, teniéndose en cuenta que el grado de experimentalidad considerado para dicha asignatura es bajo.

Actividad	Horas semana lectiva
Clases magistrales	3
Prácticas de laboratorio	1
Otras actividades	6

Las fechas de los exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>.

Las pruebas de evaluación escritas estarán relacionadas con los temas siguientes:

- **Prueba 1:** Temas 1, 2, 3, y 4.
- **Prueba 2:** Temas 5, 6, 7.
- **Prueba 3:** Tema 8.

Los temas sobre los que se desarrollaran los trabajos se propondrán en la tercera semana, llevándose a cabo su entrega durante las dos últimas semanas lectivas, en el transcurso de la signatura se concretarán las fechas.

## **Contenidos**

### **Contenidos de la asignatura indispensables para la obtención de los resultados del aprendizaje**

Las pautas seguidas para elaborar los contenidos han sido las siguientes:

- Se respetaron los contenidos propuestos en la memoria de verificación.
- Se desarrolló un temario cuyos capítulos concuerdan en general con los títulos del programa especificado. Cuando así no se hizo fue porque por su extensión y/o correlación se incluyó en otro.
- Se seleccionó una nutrida bibliografía de reconocida solvencia técnica, clásica y de ediciones actuales.
- Se seleccionaron los temas mejor tratados de la bibliografía y se volcaron en un texto único, de diseño y formato propio, con innovadores recursos didácticos. El profesor no ha pretendido ser inédito en su elaboración, se ha basado en textos de reconocido prestigio, sólo son originales los objetivos, organización y presentación del material y redacción de algunos apartados de los temas. El texto completo está disponible en el servicio de reprografía de la Escuela, así como en soporte digital publicado en Moodle.

— Las características principales de forma del texto se pueden resumir en disponer de siete temas, coincidentes con los contenidos, desarrollados de forma completa, evitando resúmenes.

— Los objetivos específicos conseguidos con la elaboración del propio texto podrán resumirse en los siguientes:

● Resaltar la relación entre el análisis conceptual y la resolución de problemas, empleando el número de ejemplos necesarios para mostrar los enfoques de resolución de los mismos, haciendo hincapié en que resolverlos es un proceso en el cual se aplica el conocimiento conceptual, y no se trata meramente de un modelo mecanizado para la solución. Por ello, en el texto y en los ejemplos resueltos se resaltan los procesos mentales de resolución de problemas con base en los conceptos, en vez de destacar los procedimientos mecánicos.

● Alentar el interés de los alumnos/as en las actividades de la ingeniería, incluyendo problemas de aplicación real.

● Elaborar problemas y ejercicios que utilicen valores realistas que representen situaciones factibles.

● Alentar a los alumnos/as para que evalúen la solución.

● Mostrar a los alumnos/as cómo se utilizan los resultados de una solución para encontrar información adicional.

● La resolución de la mayoría de los problemas requerirá el tipo de análisis que debe efectuar un ingeniero al resolver problemas del mundo real. Los ejemplos desarrollados, en donde se recalca la forma de pensar propia de la ingeniería, también sirven como base para solucionar problemas reales

El programa de la asignatura se estructura en torno a dos componentes de contenidos complementarios:

— Teóricos.

— Prácticos.

## 1 CONTENIDOS TEÓRICOS

La elección del contenido de las diferentes unidades didácticas se ha realizado buscando la clarificación expresa del objetivo terminal de modo que con la unión de conocimientos incidentes, el alumno/a obtenga un conocimiento estructurado, asimilable con facilidad para los Ingenieros/as de Organización Industrial.

Los contenidos teóricos se articulan en base a ocho unidades didácticas, tabla adjunta, bloques indivisibles de tratamiento, dada la configuración de la asignatura que se programa. Dichos temas recogen los contenidos necesarios para la adquisición de los resultados de aprendizaje predeterminados.

<b>Tema 1</b>	Temario	<b>Definiciones y conceptos básicos.</b> 1.1 Termodinámica y energía. 1.2 Sistemas termodinámicos. 1.3 Propiedades de un sistema. 1.4 Estado de equilibrio. 1.5 Procesos y ciclos
	Guía de estudio	Introduce al estudiante en algunos de los conceptos y definiciones fundamentales que se utilizarán en el estudio de la Termodinámica técnica y Transferencia de calor.
<b>Tema 2</b>	Temario	<b>Primer principio de la Termodinámica para sistemas cerrados.</b> 2.1 Transferencia de energía en forma de trabajo. 2.2 Transferencia de energía en forma de calor. 2.3 Primer principio de la Termodinámica para sistemas cerrados. 2.4 Análisis energéticos de ciclos.
	Guía de estudio	Introduce la energía y se desarrollan las ecuaciones que permiten aplicar el principio de conservación de la energía para sistemas cerrados.
<b>Tema 3</b>	Temario	<b>Propiedades termodinámicas de las sustancias puras.</b> 3.1 La superficie p-v-T. 3.2 Proyecciones de la superficie p-v-T. 3.3 Tablas de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras. 3.4 Calores específicos de las sustancias puras. 3.5 El modelo de sustancia incompresible. 3.6 La relación p-v-T para gases. 3.7 El modelo de gas ideal.
	Guía de estudio	Introduce relaciones entre las propiedades relevantes para la Termodinámica técnica.

<b>Tema 4</b>	<b>Temario</b>	<b>Primera ley de la Termodinámica para sistemas abiertos.</b> 4.1 Introducción. 4.2 Conservación de la masa para un volumen de control. 4.3 Conservación de la energía para un volumen de control. 4.4 Análisis de volúmenes de control en estado estacionario.
	<b>Guía de estudio</b>	Desarrolla e ilustra el uso de los principios de conservación de masa y energía con modelos de volumen de control, que se obtienen por transformación de los modelos de sistema cerrado.
<b>Tema 5</b>	<b>Temario</b>	<b>El segundo principio de la Termodinámica.</b> 5.1 Segundo principio de la Termodinámica. 5.2 Corolarios del segundo principio. 5.3 Función entropía. 5.4 Balance de entropía. 5.5 Cálculo de la entropía. 5.6 Rendimientos isoentrópicos.
	<b>Guía de estudio</b>	Se introduce el segundo principio de la Termodinámica pues la aplicación de los principios conservativos de materia y energía no siempre es suficiente. También se introduce la entropía y se muestra su utilidad en el análisis termodinámico.
<b>Tema 6</b>	<b>Temario</b>	<b>Ciclos de vapor para producción de trabajo.</b> 6.1 Aspectos preliminares. 6.2 El ciclo de Rankine. 6.3 Sobrecalentamiento y recalentamiento. 6.4 El ciclo de potencia regenerativo. 6.5 Características del fluido de trabajo, ciclos binarios de vapor y cogeneración. 6.6 Caso a estudio: Análisis energético de plantas de potencia.
	<b>Guía de estudio</b>	Se estudian algunos tipos de sistemas de generación de potencia, cada uno de los cuales produce una potencia neta, a partir de una fuente de energía de tipo químico, nuclear o solar. El objetivo es describir algunos de los dispositivos empleados para producir potencia e ilustrar cómo pueden modelizarse termodinámicamente tales plantas.
<b>Tema 7</b>	<b>Temario</b>	<b>Sistemas de refrigeración y bomba de calor.</b> 7.1 Introducción. 7.2 Refrigeración por compresión de vapor. 7.3 Propiedades de los refrigerantes. 7.4 Sistemas de cascada y de compresión multietapa. 7.5 Refrigeración por absorción. 7.6 Bomba de calor. 7.7 Sistemas de refrigeración con gas.
	<b>Guía de estudio</b>	Describe algunos de los tipos más comunes de sistemas de refrigeración y bomba de calor que se usan actualmente e ilustra cómo se modelizan termodinámicamente tales sistemas.
<b>Tema 8</b>	<b>Temario</b>	<b>Transmisión de calor.</b> 8.1 Introducción. 8.2 Conducción. 8.3 Convección. 8.4 Radiación. 8.5 Coeficientes globales de transmisión de calor.

## 2 CONTENIDOS PRÁCTICOS

Cada tema expuesto en la sección anterior, lleva asociadas prácticas al respecto, ya sean mediante supuestos prácticos, interpretación y comentario de lecturas asociadas a la temática y/o trabajos conducentes a la obtención de resultados y a su análisis e interpretación. Conforme se desarrolle los temas se irán planteando dichas Prácticas, bien en clase o mediante la plataforma Moodle.

Las prácticas de laboratorio de Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor constituyen un complemento muy importante para la formación integral del alumno/a que cursa la titulación de Ingeniería de Organización Industrial. El ingeniero/a ha de tener presente siempre que sólo se conoce bien aquello que se puede medir, y, sobre todo, medir con precisión y si esto no es posible, conocer el error con que estamos efectuando la lectura.

El propósito de estas prácticas es que sean cubiertos los resultados de aprendizaje de la asignatura mediante un completo programa de prácticas de laboratorio.

Se indican a continuación aquellas prácticas a desarrollar en el laboratorio que serán realizadas por los alumnos/as en

sesiones de 1 ó 2 horas de duración.

Práctica 1	<b>Bomba de calor.</b> Midiendo presiones y temperaturas en diferentes puntos de la máquina, se representará el ciclo que sigue el refrigerante en un diagrama p-h. Con el ciclo representado y aplicando el primer principio de la Termodinámica se calculará el trabajo de compresión, el calor absorbido en el evaporador, el calor cedido en el condensador y el coeficiente de operación.
Práctica 2	<b>Aislamiento térmico.</b> Interpretar la evolución de las temperaturas en un recinto cerrado, de paredes constituidas por diferentes materiales, sometidos a calentamiento e iluminación.
Práctica 3	<b>Termohigrometría.</b> Determinar si existe o no confort térmico en un determinado ambiente térmico.

## Recursos

### Materiales

Material	Soporte
Apuntes de teoría del temario Problemas temario	Papel/repositorio
Apuntes de teoría del temario Presentaciones temario Problemas temario Enlaces de interés	Digital/moodle2 Correo electrónico
Software didáctico	Página web
Bombas de calor Casa térmica de laboratorio Termohigrómetros	

---

## Actividades y recursos

### Perfil defensa

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

Antes del inicio del semestre correspondiente, los profesores de la asignatura hacen público a sus alumnos el programa de actividades a través de la plataforma Moodle que pueden consultar autenticándose con su usuario y contraseña en la dirección <http://moodle.unizar.es>

Allí encontrarán el programa detallado de la asignatura, los materiales y bibliografía recomendada y otras recomendaciones para cursarla.

También se puede encontrar información como calendarios y horarios a través de la página web del Centro Universitario de la Defensa: <http://cud.unizar.es>

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Agüera Soriano, José. Termodinámica lógica y motores térmicos / José Agüera Soriano . - 6a. ed. mejorada Madrid : Ciencia 3, D.L. 1999
- àEngel, Yunus A.. Termodinámica / Yunus A. àEngel, Michael A. Boles ; traducción, Víctor Campos Olguín, María Teresa Colli Serrano ; revisión técnica, Luis G. Ríos Casas, Missael Flores Rojas . - 4<sup>a</sup> ed. en español Mexico [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2003
- Mills, Anthony F.. Transferencia de calor / Anthony F. Mills ; versión en español de Sergio de Régules Ruiz-Funes ; con la colaboración técnica de Eduardo Muñoz Tomás y Víctor Hugo del Valle Muñoz Barcelona [etc.] : Irwin, D.L. 1995
- Moran, Michael J.. Fundamentos de termodinámica técnica / Michael J. Moran, Howard N. Shapiro . - 2<sup>a</sup> ed. en español Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- Segura Clavell, José. Termodinámica técnica / Jose Segura Clavell Barcelona [etc.] : Reverté, D. L.1999
- Velasco Callau, María Carmen. Termodinámica técnica / Carmen Velasco Callau, Amaya Martínez Gracia y Tomás Gómez Martín . - 1<sup>a</sup> ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010