

Curso Académico: 2022/23

## 66371 - Bombas de calor de alta eficiencia

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 66371 - Bombas de calor de alta eficiencia

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 636 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo principal de la asignatura es conocer la tecnología de bombas de calor: fundamentos, tipos y aplicaciones, así como sus posibilidades de integración con energías renovables y con el aire ambiente (aerotermia) o subsuelo (geotermia).

Este planteamiento está alineado con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
  - Meta 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles fiables y modernos
  - Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovables en el conjunto de fuentes energéticas
  - Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura aborda el estudio de las bombas de calor, una tecnología que permite proveer frío o calor a baja temperatura de forma eficiente; por tanto, está relacionada con la asignatura obligatoria previa de 'Eficiencia energética en sistemas térmicos'. Además, favorece la integración de energías renovables, con lo cual se relaciona con varias asignaturas de la titulación. Por último, es posible integrarla con sistemas de almacenamiento térmico, lo que la relaciona con la asignatura 'Almacenamiento térmico de energía'.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se asumen obtenidos los conocimientos y destrezas básicos de ingeniería térmica obtenidos en asignaturas obligatorias previas como 'Eficiencia energética en sistemas térmicos'.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

En esta asignatura, el estudiante desarrollará las siguientes competencias:

1: Competencias básicas y generales:

- CG4.- Seguir la evolución tecnológica de las energías renovables y tener conocimiento prospectivo de esta evolución.
- CG5.- Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la eficiencia.
- CG6.- Identificar la legislación vigente y reglamentación aplicable al sector de las energías renovables y de la eficiencia energética.
- CG7.- Valorar la aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito de la energía y el medio ambiente.
- CG9.- Resolver problemas complejos en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad.

2: Competencias transversales:

3: Competencias específicas:

- CE1.- Utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas y estándares de computación.
- CE2.- Capacidad para desarrollar y ejecutar proyectos de energías renovables.
- CE3.- Valorar la importancia e implicaciones del uso de la energía en el desarrollo de sociedad.
- CE6.- Evaluar las técnicas de ahorro energético en el sector doméstico y terciario.
- CE15.- Calcular sistemas de almacenamiento energético.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

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

- Conocer los fundamentos de los diferentes tipos de bombas de calor, tanto activadas térmicamente como eléctricamente.
- Conocer las distintas técnicas de integración de las bombas de calor, tanto en aerotermia como en geotermia.
- Conocer las técnicas de integración de energías renovables con bombas de calor.
- Conocer aspectos de normativa y aplicaciones de las bombas de calor.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El alumno, tras superar la asignatura, conocerá los fundamentos, tipos y aplicaciones de las bombas de calor. De esta forma será capaz de valorar el uso de esta tecnología para mejorar la eficiencia energética de instalaciones que consumen calor o frío. Además, utilizará herramientas específicas en el ámbito de la ingeniería térmica, como EES.

# 3. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La valoración de la asignatura seguirá una evaluación continua, que combina las siguientes actividades:

Prueba escrita de respuesta abierta (E3), que supondrá el 65% del total.

Casos (E6) planteados en las sesiones prácticas, que supondrán el 15% del total.

Trabajos académicos (E7), que se desarrollarán a lo largo del cuatrimestre y supondrán el 20% del total.

Para superar la asignatura se requerirá una nota mínima de 4 en la prueba escrita, una nota mínima de 4 en los casos y una nota global igual o superior a 5.

Además, según la normativa de la Universidad de Zaragoza, el estudiante puede superar la asignatura mediante un examen global (E3) que incluye conceptos teóricos (85%) y aplicaciones prácticas (15%); será necesario obtener al menos un 4 en cada una de las partes y una nota media igual o superior a 5.

En la segunda convocatoria, la evaluación se realizará según el examen global explicado en el párrafo anterior.

# 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

## 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje planteado para la asignatura incluye diversas actividades.

En las sesiones de teoría se explican los conceptos básicos y se relacionan con las características técnicas de los procesos utilizando ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. En

ambos casos la metodología son clases magistrales.

En las sesiones prácticas se combinan los experimentos de laboratorio con sesiones de ordenador en la que se estudian casos prácticos más complejos que los presentados en la pizarra, donde es necesaria para su resolución cierta potencia de cálculo y el uso de software específico o bien mediante instalaciones de laboratorio.

El trabajo académico se desarrollará por el estudiante quien podrá consultar al profesor las cuestiones que se le planteen durante su realización.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

Con objeto de que los alumnos alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes actividades formativas:

- A01. Clase magistral (22.5 horas): exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura.
- A02. Resolución de problemas y casos (2.5 horas): realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura.
- A03. Prácticas de laboratorio (5 horas): realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura utilizando software específico o instalaciones de laboratorio.
- A05. Trabajos de aplicación o investigación prácticos (6 horas).
- A07. Estudio autónomo por parte del estudiante (36 horas).
- A08. Pruebas de evaluación (3 horas).

Las horas indicadas son de carácter orientativo y podrán ser ajustadas dependiendo del calendario académico del curso.

A principio de curso se informará del calendario de sesiones prácticas, que se fijará según el avance del programa y la disponibilidad de laboratorios y salas informáticas.

## 4.3. Programa

El programa de contenidos es el siguiente:

- Bombas de calor accionadas térmicamente. Absorción y adsorción.
- Bombas de calor accionadas eléctricamente y con gas.
- Bomba de calor aerotérmica.
- Bomba de calor geotérmica.
  - Geotermia húmeda. Intercambio a pozo.
  - Geotermia seca. Intercambio a terreno.
- Componentes y refrigerantes.
- Integración de las energías renovables con bombas de calor.
- Normativa.
- Aplicaciones de la bomba de calor.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

El calendario de sesiones y presentación de trabajos seguirá de forma provisional el horario oficial del centro ([eina.unizar.es](http://eina.unizar.es)).

No obstante, durante el primer día de clase se informará del calendario y la planificación definitiva de la asignatura, incluyendo fechas de exámenes si son definitivos por el Centro en ese momento.

La asignatura se cursa en el segundo cuatrimestre y tiene 3 ECTS.